

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

### LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI, TRATTA NAPOLI-CANCELLO, IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 RELAZIONE

ELIMINAZIONE USCITE STI SU G.A. CASALNUOVO - TRATTA B1

GA01 - GALLERIA CASALNUOVO DA Km 0+550.00 A Km 2+860.21

SEZIONE TIPO B1 - Tratto Circumvesuviana da Km 1+134.00 a Km 1+220.32

RELAZIONE DI CALCOLO MURI

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	
DIRETTORE TECNICO Ing. M. PANISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. A. CHECCHI	

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

I	F	1	M	0	0	V	Z	Z	C	L	G	A	0	1	B	0	0	0	2	B	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	TRAPANESE	04/05/20	MARTUSCELLI	05/05/20	LACOPO	05/05/20	MARTUSCELLI
B	EMISSIONE PER RDV	TRAPANESE	25/05/20	MARTUSCELLI	26/05/20	LACOPO	26/05/20	
								27/05/2020

File: IF1M.0.0.V.ZZ.CL.GA.01.B.0.002-B

n. Elab.:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO MURI		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B.0.002	REV. A	PAGINA 2 di 91

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>MATERIALI UTILIZZATI .....</b>	<b>9</b>
4.1	CALCESTRUZZO C32/40 .....	9
4.2	ACCIAIO PER ARMATURE B450C .....	9
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>SCHEMATIZZAZIONE DELLE STRUTTURE.....</b>	<b>13</b>
7.1	GEOMETRIA DEL MURO 1 .....	13
7.2	GEOMETRIA DEL MURO 2.....ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
7.3	GEOMETRIA DEL MURO 3.....ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
<b>8</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>17</b>
8.1	ANALISI DEI CARICHI MURO 1 .....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
8.2	ANALISI DEI CARICHI MURO 2 .....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
8.3	ANALISI DEI CARICHI MURO 3 .....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
8.4	COMBINAZIONI SLU .....	24
8.5	COMBINAZIONI SLE .....	25
<b>9</b>	<b>CRITERI DI CALCOLO GEOTECNICO E STRUTTURALE.....</b>	<b>26</b>
9.1	CRITERIO DI VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DELLA FONDAZIONE (GEO).....	30
9.2	CRITERIO DI VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA (GEO) .....	31

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>3 di 91</b>

<b>9.3</b>	<b>CRITERIO DI VERIFICA A RIBALTAMENTO (EQU)</b> .....	<b>32</b>
<b>9.4</b>	<b>CRITERIO DI VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE (GEO)</b> .....	<b>32</b>
<b>9.5</b>	<b>CRITERIO DI VERIFICA A PRESSO(TENSO)FLESSIONE (STR)</b> .....	<b>34</b>
<b>9.6</b>	<b>CRITERIO DI VERIFICA A TAGLIO (STR)</b> .....	<b>34</b>
<b>9.7</b>	<b>VERIFICHE SLE</b> .....	<b>36</b>
<b>9.7.1</b>	<b>Verifiche alle tensioni</b> .....	<b>36</b>
<b>9.7.2</b>	<b>Verifica a fessurazione</b> .....	<b>37</b>
<b>10</b>	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI</b> .....	<b>39</b>
<b>10.1</b>	<b>MURO 1</b> .....	<b>39</b>
<b>10.1.1</b>	<b>Verifica GEO a capacità portante della fondazione</b> .....	<b>47</b>
<b>10.1.2</b>	<b>Verifica GEO a scorrimento sul piano di posa della fondazione</b> .....	<b>50</b>
<b>10.1.3</b>	<b>Verifica a ribaltamento EQU</b> .....	<b>51</b>
<b>10.1.4</b>	<b>Verifica GEO a stabilità globale</b> .....	<b>52</b>
<b>10.1.5</b>	<b>Verifiche strutturali</b> .....	<b>53</b>
<b>10.2</b>	<b>MURO 2</b> .....ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
<b>10.2.1</b>	<b>Verifica GEO a capacità portante della fondazione</b> Errore. Il segnalibro non è definito.	
<b>10.2.2</b>	<b>Verifica GEO a scorrimento sul piano di posa della fondazione</b> ....Errore. Il segnalibro non è definito.	
<b>10.2.3</b>	<b>Verifica a ribaltamento EQU</b> ..... Errore. Il segnalibro non è definito.	
<b>10.2.4</b>	<b>Verifica GEO a stabilità globale</b> ..... Errore. Il segnalibro non è definito.	
<b>10.2.5</b>	<b>Verifiche strutturali</b> ..... Errore. Il segnalibro non è definito.	
<b>10.3</b>	<b>MURO 3</b> .....ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO MURI		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B.0.002	REV. A	PAGINA 4 di 91

**10.3.1 Verifica GEO a capacità portante ..... Errore. Il segnalibro non è definito.**

**10.3.2 Verifica GEO a scorrimento sul piano di posa della fondazione....Errore. Il segnalibro non è definito.**

**10.3.3 Verifica a ribaltamento EQU..... Errore. Il segnalibro non è definito.**

**10.3.4 Verifica Geo a stabilità globale..... Errore. Il segnalibro non è definito.**

**10.3.5 Verifiche strutturali..... Errore. Il segnalibro non è definito.**

**11 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO .....81**

**11.1 MURO 1..... 82**

**11.1.1 Verifiche a fessurazione..... 82**

**11.1.2 Verifica alle tensioni ..... 84**

**11.2 MURO 2.....ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.**

**11.2.1 Verifica a fessurazione..... Errore. Il segnalibro non è definito.**

**11.2.2 Verifica alle tensioni ..... Errore. Il segnalibro non è definito.**

**11.3 MURO 3.....ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.**

**11.3.1 Verifica a fessurazione..... Errore. Il segnalibro non è definito.**

**11.3.2 Verifica alle tensioni ..... Errore. Il segnalibro non è definito.**

**12 VALUTAZIONE INCIDENZA ARMATURE.....90**

**12.1 MURO 1..... 90**

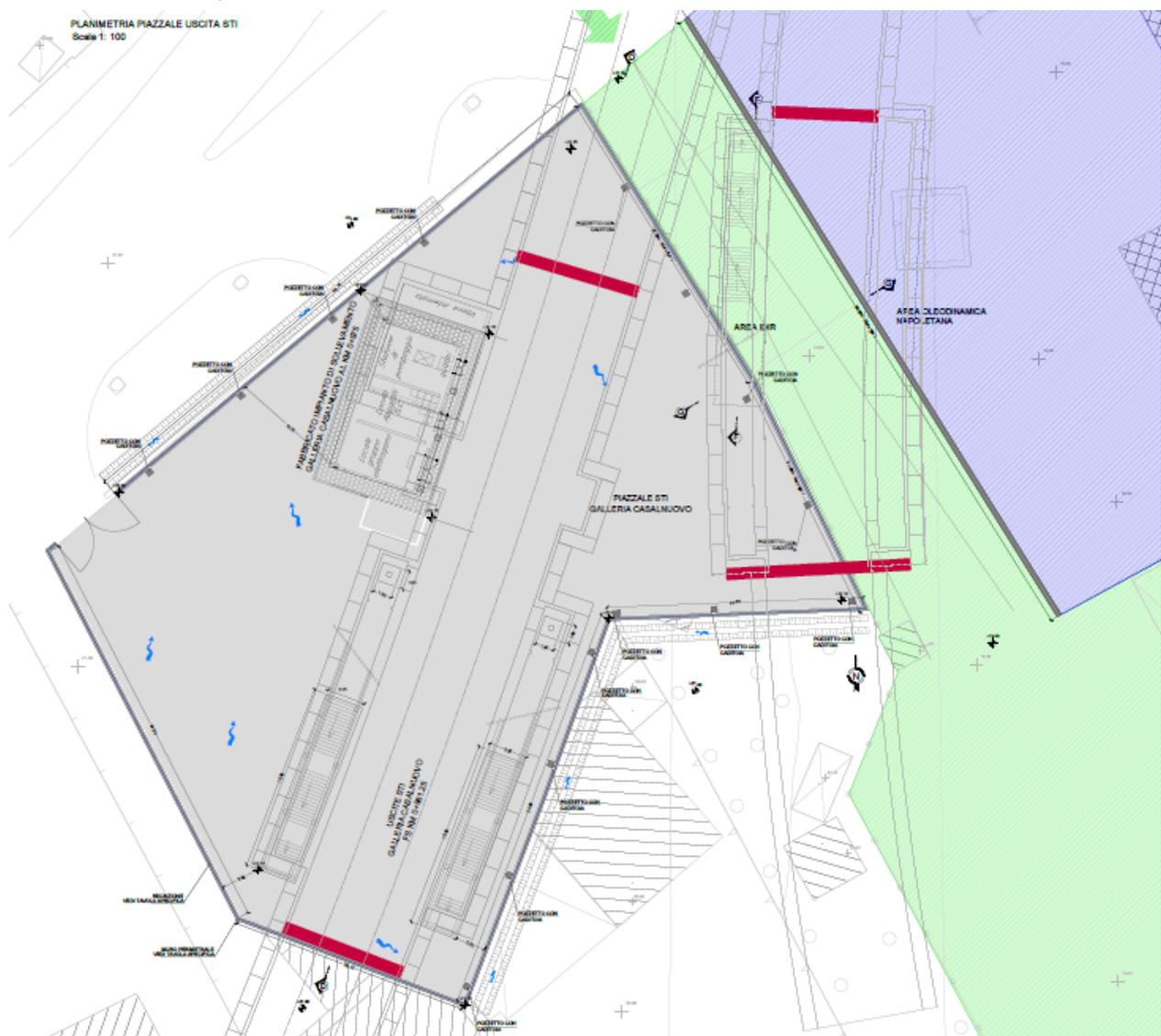
**12.2 MURO 2.....ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.**

**12.3 MURO 3.....ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>5 di 91</b>

## 1 **PREMESSA**

Nella presente relazione si riportano le analisi e le verifiche strutturali delle opere di sostegno del piazzale STI della galleria di Casalnuovo e dell'opera di separazione tra l'area IDIR e l'area Oleodinamica Napoletana.



**Figura 1. Planimetria generale di inquadramento**

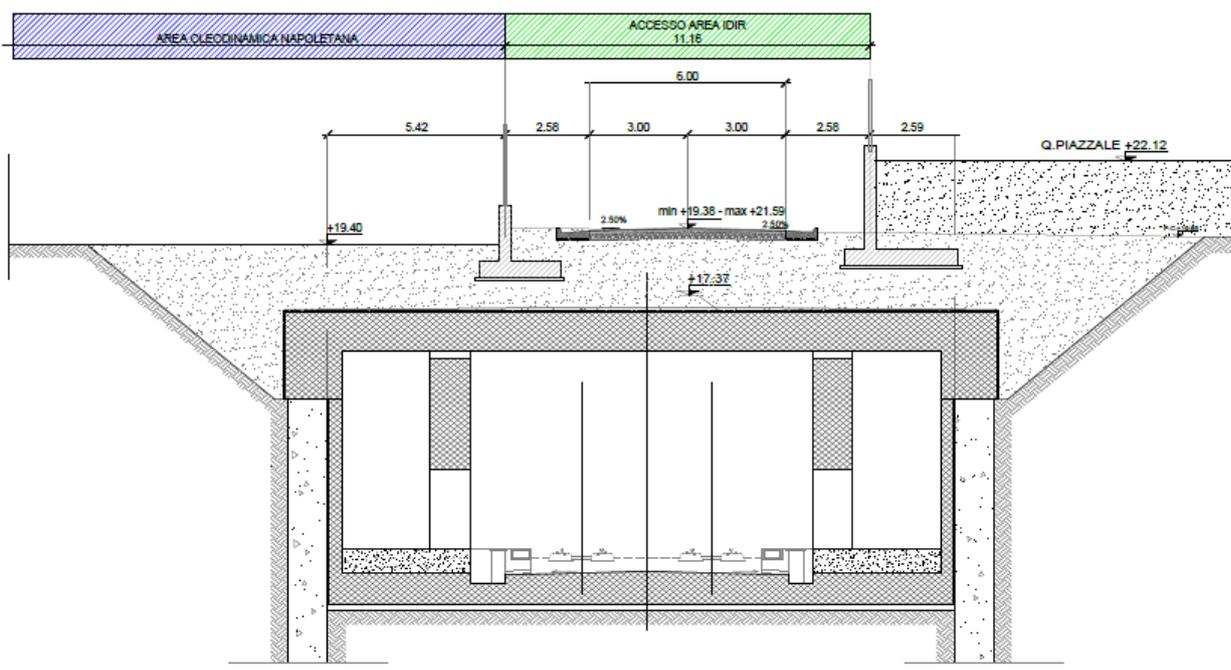
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>6 di 91</b>

## 2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il piazzale STI necessita della realizzazione di un muri di sostegno perimetrale, inoltre si prevede di ripristinare il muro di separazione tra l'area IDIR e l'area Oleodinamica Napoletana.

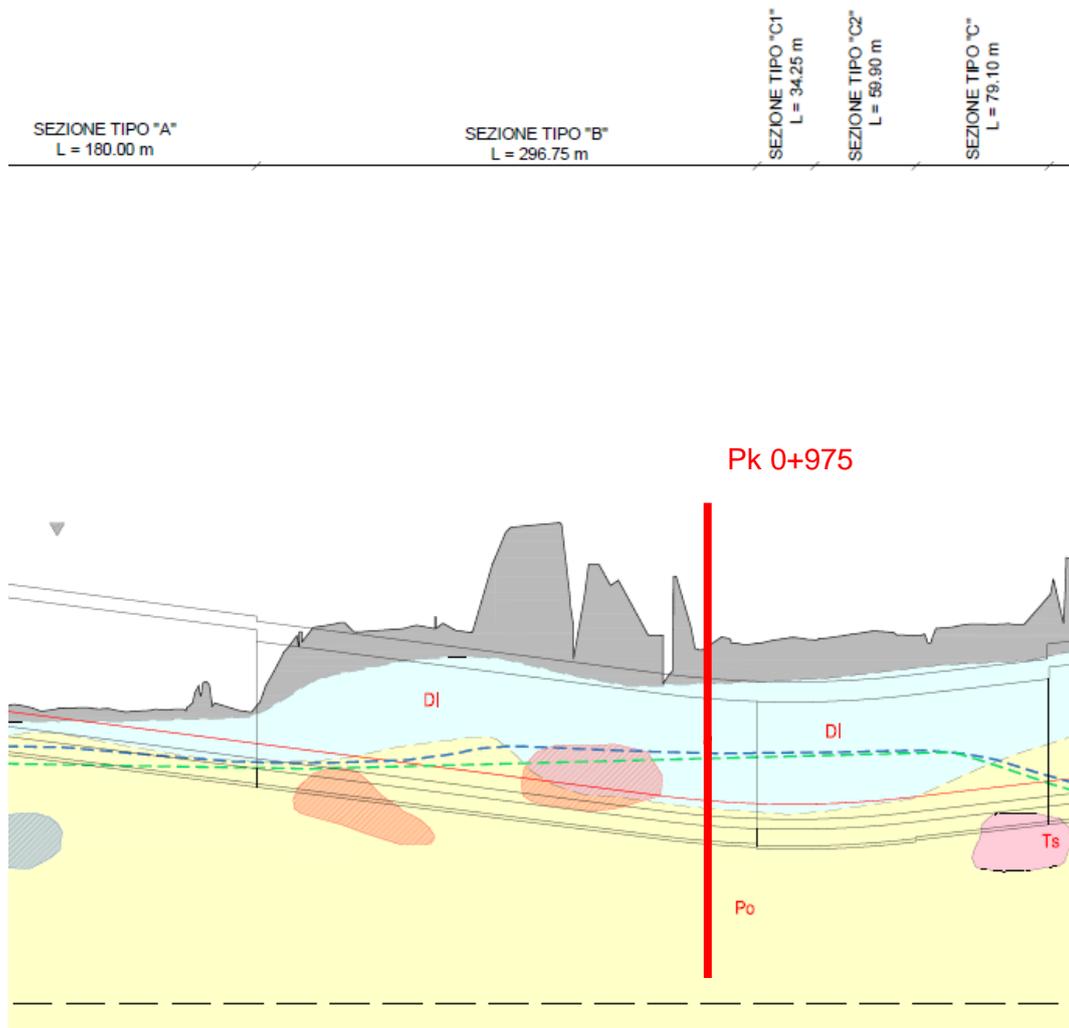
Si realizzano due tipologie di muri, un "tipo 1" con altezza maggiore di 2,5m fino al valore di 3,2m, un "tipo 2" per altezze fino a 2,5m. I muri si sviluppano su una lunghezza di 48,80m lungo il piazzale STI e per una lunghezza di 59,05m lungo l'area Oleodinamica Napoletana.

Di seguito si riporta una sezione tipo:



Per quanto riguarda il contesto geotecnico, esso risulta qualitativamente costante lungo la tratta in esame e, in particolare, si è assunto quello corrispondente alla progressiva 0+975. Il livello della falda, posto a circa -6.75 m dal piano campagna, non interferisce con le strutture in progetto, come risulta evidente dallo stralcio del profilo geotecnico riportato di seguito.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>7 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE          OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI          CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					



**Figura 2 – Profilo geotecnico e progressiva di riferimento**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>8 di 91</b>

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

Si riporta di seguito l'elenco dei documenti dei quali si è tenuto conto in sede di progettazione:

- D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni (DM2008);
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- UNI EN 1992-1-1 "Progettazione delle strutture di calcestruzzo;
- UNI EN 206-1-2001: Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità";
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A 29122011: "Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie"

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>9 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

## 4 MATERIALI UTILIZZATI

### 4.1 CALCESTRUZZO C32/40

Modulo di elasticità longitudinale	$E_C =$	33643	[MPa]
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha =$	$10 \times 10^{-6}$	[C <sup>-1</sup> ]
Coefficiente di Poisson	$\nu =$	0.20	[-]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1.50	[-]
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0.85	[-]
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck} =$	40.0	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} =$	33.2	[MPa]
Resistenza media cilindrica a compressione	$f_{cm} =$	41.2	[MPa]
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} =$	3.10	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} =$	2.17	[MPa]
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} =$	3.72	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctk} =$	2.60	[MPa]
Resistenza caratteristica tangenziale per aderenza	$f_{bk} =$	4.88	[MPa]
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	18.8	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} =$	1.45	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione per flessione	$f_{ctd} =$	1.74	[MPa]
Resistenza di calcolo tangenziale per aderenza	$f_{bd} =$	3.25	[MPa]

### 4.2 ACCIAIO PER ARMATURE B450C

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV.    PAGINA <b>A    10 di 91</b>

## 5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per la caratterizzazione geotecnica di dettaglio si è fatto riferimento agli elaborati specialistici geologici e geotecnici.

Nell'area in esame si distinguono diversi strati per i quali si sono assunte le caratteristiche elencate nel seguito.

### 1) R - Riporto:

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$c = 0 \text{ kPa}$$

$$\Phi = 30^\circ$$

$$E' = 40 \text{ MPa } (E_0 - \text{medio}/5)$$

$$K_0 = 0.5 \quad \text{coefficiente di spinta a riposo}$$

$$K_a = 0.333 \quad \text{coefficiente di spinta attiva}$$

$$K_p = 4.288 \quad \text{coefficiente di spinta passiva}$$

### 2) DI - Sabbie:

$$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$$

$$c = 2.5 \text{ kPa}$$

$$\Phi = 31.5^\circ$$

$$E_{0p} = 60 \text{ MPa } (E_0 - \text{medio}/5)$$

$$K_0 = 0.478 \quad \text{coefficiente di spinta a riposo}$$

$$K_a = 0.314 \quad \text{coefficiente di spinta attiva}$$

$$K_p = 4.697 \quad \text{coefficiente di spinta passiva}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>11 di 91</b>

3) Po - Piroclastiti recenti sabbioso limose:

$$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$$

$$c = 5 \text{ kPa}$$

$$\Phi = 34^\circ$$

$$E_{0p} = 136 \text{ MPa } (E_0 - \text{medio}/5)$$

$$K_0 = 0.441 \quad \text{coefficiente di spinta a riposo}$$

$$K_a = 0.283 \quad \text{coefficiente di spinta attiva}$$

$$K_p = 5.504 \quad \text{coefficiente di spinta passiva}$$

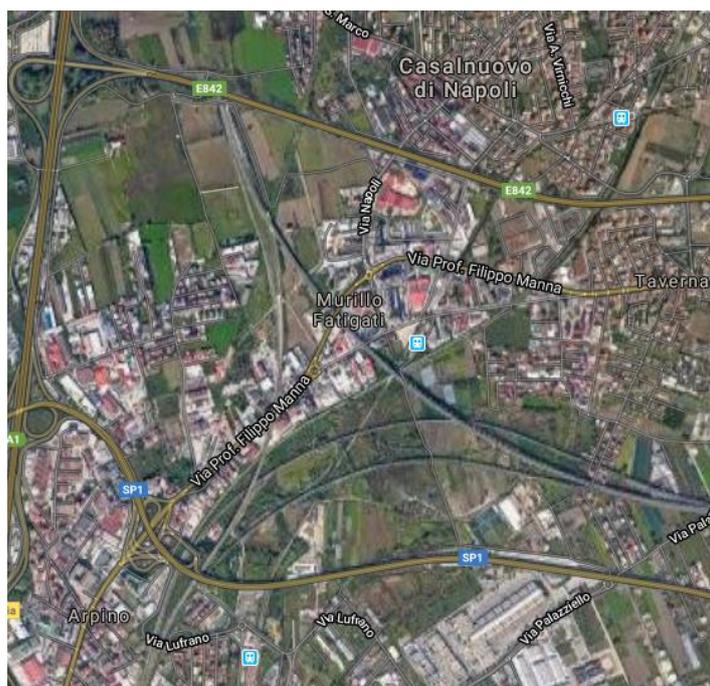
Per il muro di contenimento è considerata la presenza del terreno di riporto, essendo l'opera realizzata in sommità della galleria.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>12 di 91</b>

## 6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

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

Ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 14/01/2008, risultando per l'opera in progetto una vita nominale  $V_N \geq 75$  anni ed una classe d'uso  $C_u = III$ , si ottiene un periodo di riferimento  $V_R = V_N \cdot C_u = 75 \cdot 1.5 = 112.5$  anni. A seguito di tale assunzione si ha allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari ad  $a_g = 0.220$  g.



Parametri di pericolosità Sismica				
Stato Limite	$T_r$ [anni]	$a_g$ /g[-]	$F_o$ [-]	$T^*_c$ [s]
Operatività	67.74	0.07	2.34	0.32
Danno	113.15	0.09	2.35	0.33
Salvaguardia Vita	1067.76	0.22	2.47	0.36
Prevenzione Collasso	2193.27	0.27	2.56	0.36

**Tabella 6-1 – Parametri sismici**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>13 di 91</b>

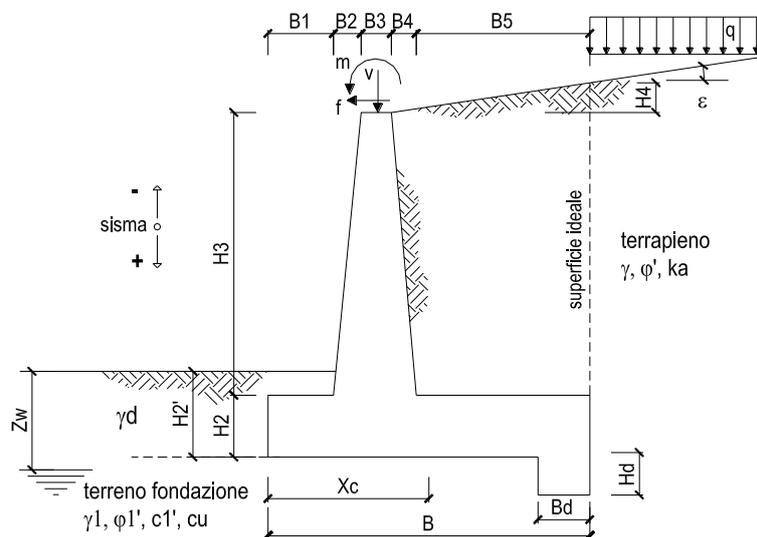
## 7 SCHEMATIZZAZIONE DELLE STRUTTURE

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

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

### 7.1 GEOMETRIA DEL MURO 1

Il muro "tipo 1" ha un'altezza massima di 3.2m. Si assume un'altezza del muro pari a 2.7m trascurando l'altezza libera di 0,50m. Si adotta la seguente geometria di calcolo:



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>14 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

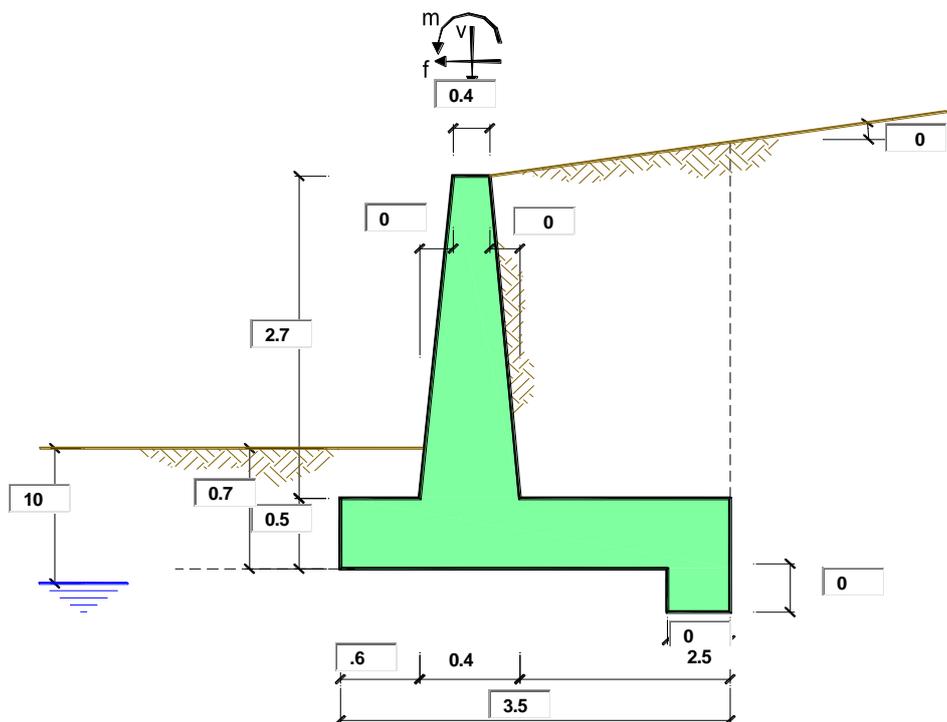
Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	2.70	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	3.50	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0.50	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	0.60	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	2.50	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	1.75	(m)

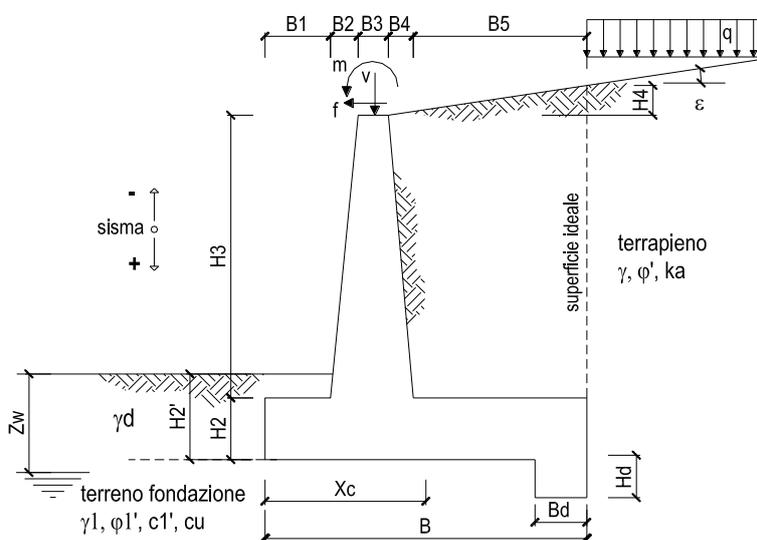
Peso Specifico del Calcestruzzo	$\gamma_{cls}$ =	25.00	(kN/m <sup>3</sup> )
---------------------------------	------------------	-------	----------------------



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>15 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

## 7.2 GEOMETRIA DEL MURO 2

Il muro "tipo 2" presenta un'altezza massima di 2.5m. Si assume un'altezza del muro pari a 2m, trascurando l'altezza libera di 0,50m. Si adotta la seguente geometria di calcolo:



### Geometria del Muro

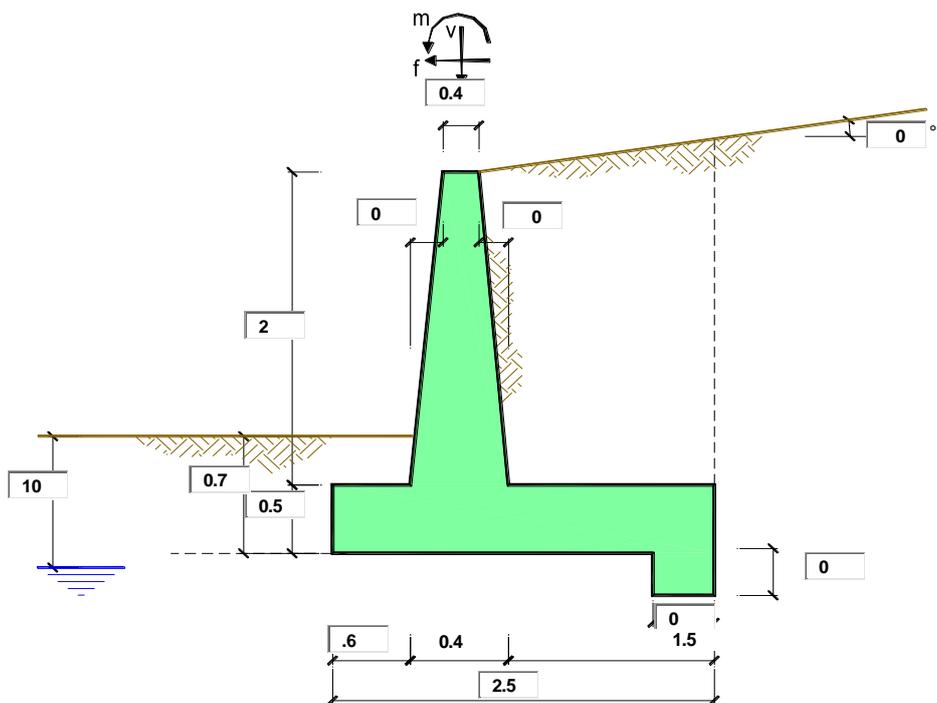
Elevazione	H3 =	2.00	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.00	(m)

### Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	2.50	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0.50	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	0.60	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	1.50	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	1.25	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	$\gamma_{cls}$ =	25.00	(kN/m <sup>3</sup> )
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

<b>APPALTATORE:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>												
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA.01.B.0.002</td> <td>A</td> <td>16 di 91</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B.0.002	A	16 di 91
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B.0.002	A	16 di 91								



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>17 di 91</b>

## 8 ANALISI DEI CARICHI

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

### Peso permanente strutturale

Per pesi permanenti strutturali si intendono le azioni associate ai pesi propri del muro e del terreno di riempimento. Ai fini del calcolo del peso del muro si considera un peso per unità di volume  $\gamma_m = 25 \text{ kN/m}^3$ . Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume  $\gamma_{rint} = 18 \text{ kN/m}^3$ .

### Coefficiente di spinta attiva

Il coefficiente di spinta attiva è stato valutato utilizzando la teoria del cuneo di rottura di Coulomb, che tiene conto, oltre alle ipotesi base della teoria di Rankine, anche della presenza dell'attrito fra terra e muro  $\delta$  e della superficie interna del paramento del muro comunque inclinata di un angolo  $\psi$ . Lo sviluppo analitico della teoria di Coulomb è stato definito da Muller-Breslau, i quali valutano il coefficiente di spinta attiva in condizione statica come:

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

dove:

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

$\delta$  è l'angolo di attrito terra-muro, assunto pari a  $0.60 \varphi$ ;

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

$\beta$  è l'inclinazione rispetto alla verticale della parete interna del muro.

### Sovraccarichi accidentali

L'entità dei carichi mobili è stata determinata considerando solo lo schema di carico 1 indicato dal DM 14/01/2008.

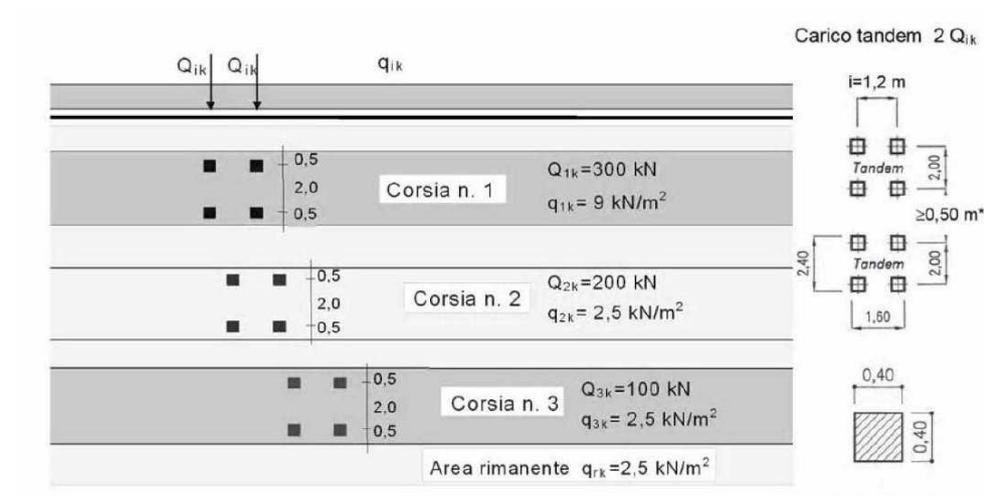
carichi concentrati:

- 300 kN disposti ad interasse di 1.20 m per la corsia 1,

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>18 di 91</b>

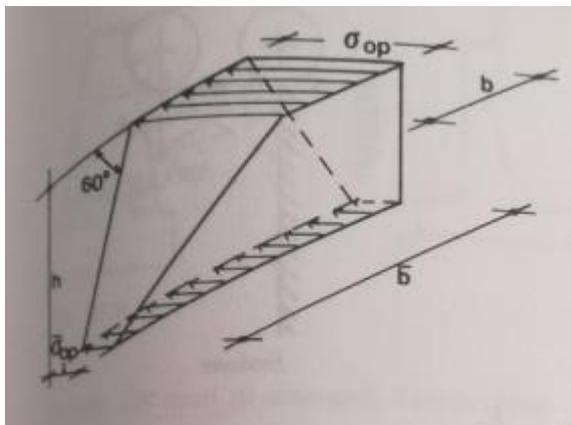
carico distribuito:

- 9 kN/m<sup>2</sup> per la corsia 1,



Il carico accidentale  $Q_k = 600 \text{ kN}$  è stato diffuso su una superficie di  $1,6 \text{ m} \times 2,4 \text{ m}$ , si ottiene una pressione di  $156 \text{ kN/m}^2$ .

La pressione del sovraccarico decresce come nella seguente figura, interessando però una base maggiore.



La spinta e il momento complessivo alla profondità  $h$  si possono ricavare come segue:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>19 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

$$S_{tot} = \frac{h}{6} [\sigma_{op} (2b + \bar{b}) + \bar{\sigma}_{op} (b + 2\bar{b})]$$

$$M_{tot} = \frac{h^2}{12} [\sigma_{op} (3b + \bar{b}) + \bar{\sigma}_{op} (b + \bar{b})]$$

In dettaglio:

<b>Muro "tipo 1"</b>			
<b>Q k</b>	<b>600</b>	<b>kN</b>	
<b>a</b>	1.6	m	
<b>b</b>	2.4	m	
<b>ka</b>	0.297		
<b><math>\sigma_{op}</math></b>	46.45	kN/m <sup>2</sup>	156kN/m <sup>2</sup> x ka
<b><math>\underline{\sigma}_p</math></b>	15.48	kN/m <sup>2</sup>	$\sigma_{op} \times \lambda$
<b><math>\lambda</math></b>	0.33		
<b><math>\underline{b}</math></b>	4.99	m	b+1.154H
<b>h</b>	2.7	m	
<b>M<sub>tot</sub></b>	338.09	kNm	
<b>B medio</b>	5.99	m	(b+b)/2
<b>M<sub>tot</sub>/B<sub>medio</sub></b>	56.42	kNm/m	

Dall' equivalenza  $M_{tot}/B_{medio} = q \times ka \times H^2/2$  è possibile ricavare il valore del carico accidentale distribuito da applicare a monte del muro. Si ottiene:

$$qk=52.06 \text{ kN/m}^2$$

<b>Muro "tipo 2"</b>			
<b>Q k</b>	<b>600</b>	<b>kN</b>	
<b>a</b>	1.6	m	
<b>b</b>	2.4	m	
<b>ka</b>	0.297		
<b><math>\sigma_{op}</math></b>	46.45	kN/m <sup>2</sup>	156kN/m <sup>2</sup> x ka
<b><math>\underline{\sigma}_p</math></b>	15.48	kN/m <sup>2</sup>	$\sigma_{op} \times \lambda$
<b><math>\lambda</math></b>	0.33		
<b><math>\underline{b}</math></b>	3.69	m	b+1.154H
<b>h</b>	2	m	
<b>M<sub>tot</sub></b>	158.82	kNm	
<b>B medio</b>	4.65	m	(b+b)/2
<b>M<sub>tot</sub>/B<sub>medio</sub></b>	34.18	kNm/m	

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO MURI		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B.0.002	REV. A	PAGINA 20 di 91

Si ottiene dall'equivalenza

$$q_k = 57.49 \text{ kN/m}^2$$

### Azione sismica.

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

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

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

dove:

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

$k_h$  è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$k_v$  è il coefficiente sismico in direzione verticale;

L'accelerazione massima viene valutata come:

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

dove:

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

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

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

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

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

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

per  $\beta > \varphi - \theta$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>21 di 91</b>

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

dove:

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

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

Accelerazione sismica	$a_g/g$	0.22	(-)
Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	$S_s$	1.37	(-)
Coefficiente Amplificazione Topografico	$S_T$	1	(-)
Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	$\beta_s$	0.31	(-)
Coefficiente sismico orizzontale	$k_h$	0.093	(-)
Coefficiente sismico verticale	$k_v$	0.047	(-)
Muro libero di traslare o ruotare	<input checked="" type="radio"/> si <input type="radio"/> no		

		SLE	STR	EQU/GEO	
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	$k_a$	0.297	0.297	0.364
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	$k_{a+}$	0.358	0.358	0.432
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	$k_{a-}$	0.364	0.364	0.439
	Coeff. Di Spinta Passiva	$k_p$	3.000	3.000	2.444
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma +	$k_{p+}$	2.841	2.841	2.299
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma -	$k_{p-}$	2.825	2.825	2.285

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

$$F_i = k_h \cdot W_i$$

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

### Peso recinzione

La recinzione è costituita da montanti a "T" 80x10 con altezza di 2m, posti ad interasse di 1.5m e da un grigliato costituito da una maglia 25x76mm.

#### **Montante 80x10**

Peso	11.9 kg/m
L	2 m
Q	0.238 kN

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>22 di 91</b>

### **Pannello recinzione**

Peso	8.5 kg/m <sup>2</sup>
int.	1.5 m
H	2 m
QP.	0.255 kN

L'azione sulla testa del muro dovuto al singolo montante più recinzione vale:

$$v = 1.5 \times (Q_p + Q_m) = 1.5 \times (0.238 + 0.255) = 0.74 \text{ kN}$$

si considera inoltre il peso di 0,5m di altezza libera del muro  $0.4\text{m} \times 0.5\text{m} \times 1\text{m} \times 25\text{kN/m}^3 = 5\text{kN}$

### Azione del vento

Il calcolo dell'azione del vento è stato condotto secondo quanto riportato al par. 3.3 del DM 2008. tale azione è stata modellata mediante carico e momento uniformemente distribuito. L'azione del vento viene convenzionalmente considerata come un'azione statica agente in direzione orizzontale. La pressione normale alle superfici è stata valutata mediante l'espressione:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove:

- $q_b$  è la pressione cinematica di riferimento;
- $c_e$  è il coefficiente di esposizione;
- $c_p$  è il coefficiente di forma;
- $c_d$  è il coefficiente dinamico.

Dato un periodo di ritorno  $T_r=75$  anni e l'area in cui sorge l'opera ne conseguono i parametri nel seguito riportati:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>23 di 91</b>

Zona	3		(Fig. 3.3.1 DM. 2008)
Altitudine del sito $a_s$	21.60	m	
Classe di rugosità	B		(Tab. 3.3.III DM. 2008)
Categoria di esposizione	3) III		(Fig. 3.3.2 DM. 2008)
Altitudine limite $a_o$	500	m	(Tab. 3.3.I DM. 2008)
Velocità riferimento caratteristica $v_{b,o}$	27	m/s	(per $T_R = 50$ anni)
Periodo di ritorno	75	anni	
Coefficiente $\alpha_R$ di amplificazione	1.02		(eq. C.3.3.2 Istruzioni)
Velocità riferimento $v_b (T_R) = \alpha_R v_{b,o}$	27.63	m/s	
Coefficiente $k_a$	0.020		(Tab. 3.3.I DM. 2008)
Coefficiente $k_f$	0.200		(Tab. 3.3.II DM. 2008)
Altezza $z_o$	0.10	m	(Tab. 3.3.II DM. 2008)
Altezza $z_{min}$	5.00	m	(Tab. 3.3.II DM. 2008)
Velocità di riferimento di calcolo $v_b$	27.63	m/s	(funzione di $a_s$ )
Pressione cinetica di riferimento $q_b$	477.3	N/m <sup>2</sup>	(eq. 3.3.4 DM. 2008)
Coefficiente di forma $c_p$	1.2		
Coefficiente dinamico $c_d$	1		
Coefficiente d'attrito $c_f$	1		
Coefficiente di topografia $c_t$	1		

Per il calcolo del coefficiente di esposizione di è considerata  $z=5.20m$  pari all'altezza massima della recinzione.

Ne consegue  $p= 0.99 \text{ kN/m}^2$ .

L'azione agente alla base del montante/ testa muro, considerando un interasse montanti di 1.5m, risulta:

$$f=(p \times \text{int.} \times H_{\text{recinzione}}) = 0.99\text{kN/m}^2 \times 1.5\text{m} \times 2\text{m} = 2.97\text{kN}$$

$$m=(p \times \text{int.} \times (H_{\text{recinzione}})^2 / 2) = 0.99\text{kN/m}^2 \times 1.5\text{m} \times (2\text{m})^2 / 2 = 2.97\text{kNm}$$

il momento sulla testa muro, considerando l'altezza di calcolo vale:

$$mp = 2.97 + 2.97 \times 0.5 = 4.45 \text{ kNm}$$

### Urto veicolare

I muri sono ubicati in una zona dove è previsto traffico veicolare per l'accesso ad aree di parcheggio e autorimesse. In accordo con quanto previsto dalla norma al §3.6.3.3, l'azione d'urto sulla parete del muro di sostegno può considerarsi applicata a 1,25m al di sopra della superficie di marcia. L'aria di applicazione della forza è pari a 0,5m x 1,50 m.

Nelle verifiche si possono considerare un azione parallela ( $F_{dx}$ ) e una ortogonale ( $F_{dy}$ ) al senso di marcia, definite coma:

$$F_{d,y} = 0,50F_{d,x}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>24 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

Dove:

**Tabella 3.6.III – Forze statiche equivalenti agli urti di veicoli**

Tipo di strada	Tipo di veicolo	Forza $F_{dx}$ [kN]
Autostrade, strade extraurbane	-	1000
Strade locali	-	750
Strade urbane	-	500
Aree di parcheggio e autorimesse	Automobili	50
	Veicoli destinati al trasporto di merci, aventi massa massima superiore a 3,5 t	150

Risulta  $F_{dx}=150$  kN e di conseguenza  $F_{dy}= 75$ kN.

L'azione viene considerata, a vantaggio di sicurezza, agente nel verso delle spinte del terreno.

L'azione produrrà un momento a metro lineare pari a  $M_{r_{dy}} = F_{dy} \times H/B$ . B rappresenta la larghezza della sezione di incastro resistente considerando una diffusione a 45° dell'azione di urto. Per muro di altezza 3.2m, B è pari a 9.8m. Per muri di altezza fino a 2.5 si considera una base B pari a 7.80m. Per muro tipo 1 vale  $=75\text{kN} \times 3.95\text{m}/9.8= 30.23$  kNm/m, per muro tipo 2= $75\text{kN} \times 3.75\text{m}/7.80= 36.6$  kNm/m.

## 8.1 COMBINAZIONI SLU

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

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

G2: azioni dovute ai carichi permanenti non strutturali;

P: azioni dovute ai carichi di precompressione;

$Q_{ik}$ : azioni dovute ai sovraccarichi accidentali;

E: azioni dovute ai carichi simili orizzontali e verticali.

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

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \left[ Q_{1k} + \sum_i (\Psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>25 di 91</b>

Carichi	Coef.	Condizione		
	$\gamma_F (\gamma_E)$	EQU	STR (A1)	GEO (A2)
Permanenti	$\gamma_{G,1}$	0.9÷1.1	1.0÷1.3	1.0÷1.0
Perm.non strutturali	$\gamma_{G,2}$	0.0÷1.5	0,0÷1.5	0.0÷1.3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3

**Tabella 1-Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli**

$\gamma_p = 1.00$  (precompressione)

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

Le combinazioni sismiche considerate sono:

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

essendo:

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

## 8.2 COMBINAZIONI SLE

Per la definizione delle azioni di calcolo agli Stati Limite di Esercizio, a partire dalle condizioni di carico elementari, sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- combinazioni caratteristiche rare:  $F_d = G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\Psi_{0i} \cdot Q_{ki})$
- combinazioni quasi permanenti:  $F_d = G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n (\Psi_{2i} \cdot Q_{ki})$

La combinazione di carico rara e quasi permanente sono state utilizzate sia per le verifiche a fessurazione (stato limite di apertura delle fessure) che per le verifiche tensionali allo stato limite di esercizio.

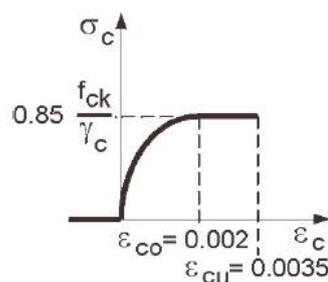
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. PAGINA <b>A 26 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				

## 9 CRITERI DI CALCOLO GEOTECNICO E STRUTTURALE

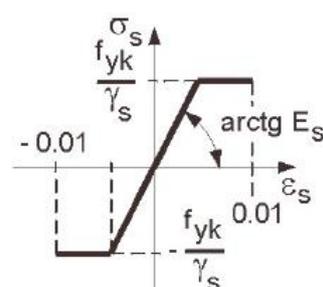
La corretta progettazione di un elemento strutturale deve essere sviluppata considerando tutti gli aspetti dai quali potrebbe dipendere il raggiungimento della crisi (SLU) o che non garantiscano il soddisfacimento di particolari requisiti funzionali (SLE). Appare quindi importante disporre di adeguate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

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

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



Legame costitutivo cls



Legame costitutivo acciaio

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. PAGINA <b>A 27 di 91</b>

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

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

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

In generale, per ogni stato limite deve essere verificata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove  $E_d$  rappresenta l'insieme amplificato delle azioni agenti, ed  $R_d$  l'insieme delle resistenze, queste ultime corrette in funzione della tipologia del metodo di approccio al calcolo eseguito, della geometria del sistema e delle proprietà meccaniche dei materiali e dei terreni in uso.

A seconda dell'approccio perseguito, sarà necessario applicare dei coefficienti di sicurezza o amplificativi, a seconda si tratti del calcolo delle caratteristiche di resistenza o delle azioni agenti.

In particolare, in funzione del tipo di verifica da eseguire, avremo, per le azioni derivanti da carichi gravitazionali, i seguenti coefficienti parziali:

Carichi	Coefficiente parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	$\gamma_{G1}$	0.9÷1.1	1.0÷1.3	1.0
Perm. non strutturali	$\gamma_{G2}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3

**Tabella 2- Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli**

Ai fini delle resistenze, in funzione del tipo di verifica da eseguire, il valore di progetto può ricavarsi in base alle indicazioni sotto riportate.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>28 di 91</b>

Parametro	Parametro di riferimento	Coefficiente parziale $\gamma_M$	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza $f'$	$\tan \gamma'_k$	$\gamma_f$	1.00	1.25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$C_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_g$	1.00	1.00

**Tabella 3-Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Partendo da questi coefficienti, è possibile definire le caratteristiche meccaniche dei terreni in funzione del tipo di approccio. In particolare si ha:

#### Terreno di fondazione

##### *Metodo M1*

Peso per unità di volume totale  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

Coesione  $c' = 0 \text{ kPa}$

Angolo di attrito di calcolo  $\phi' = 30^\circ$

##### *Metodo M2*

Peso per unità di volume  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

Coesione  $c' = 0 \text{ kPa}$

Angolo di attrito interno  $\phi' = 24.79^\circ$

#### Terreno di riporto

##### *Metodo M1*

Peso per unità di volume totale  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

Coesione  $c' = 0 \text{ kPa}$

Angolo di attrito di calcolo  $\phi' = 30^\circ$

Angolo di attrito terra-muro  $\delta = 20^\circ$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. PAGINA <b>A 29 di 91</b>

### Metodo M2

Peso per unità di volume	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
Coesione	$c' = 0 \text{ kPa}$
Angolo di attrito interno	$\phi' = 24.79^\circ$
Angolo di attrito terra-muro	$\delta = 16.53^\circ$

Le verifiche SLU e GEO vengono effettuate con l'Approccio 1, che prevede due combinazioni di coefficienti:

Combinazione 1 (A1+M1+R1)

Combinazione 2 (A2+M2+R2)

La prima viene utilizzata per le verifiche agli stati limite per il dimensionamento strutturale, la seconda per le verifiche agli stati limite per il dimensionamento geotecnico, come specificato al punto C6.5.3.1.1 delle Istruzioni. I coefficienti parziali di sicurezza R3 sono pari a:

Verifica	Coefficiente parziale (R1)	Coefficiente parziale (R2)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$

**Tabella 4-Coefficienti R**

Lo stato limite di ribaltamento non prevede la mobilitazione della resistenza del terreno di fondazione e deve essere trattato come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), adoperando coefficienti parziali del gruppo M2 per il calcolo delle spinte ed il fattore parziale di sicurezza  $R2=1.0$ . Nelle verifiche finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente  $\gamma_R$  non deve essere portato in conto.

Per quanto riguarda le verifiche in condizioni sismiche, esse verranno effettuate considerando, per i diversi stati limite, i coefficienti amplificativi delle azioni (A) di valore unitario, come indicato al punto C7.11.6.2 delle Istruzioni per l'applicazione delle NTC 2008.

Ricapitolando, le verifiche riportate nel seguito della presente saranno effettuate nei confronti dei seguenti stati limite e con gli approcci metodologici di fianco riportati.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>30 di 91</b>

SLU di tipo geotecnico (GEO) – Approccio 1

Collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno

*A2+M2+R2*

Scorrimento sul piano di posa

*A2+M2+R2*

SLU di tipo strutturale (STR) - Approccio 1

Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

*A1+M1+R1*

SLU di equilibrio di corpo rigido (EQU)

Ribaltamento

*EQU+M2+R2*

## 9.1 CRITERIO DI VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DELLA FONDAZIONE (GEO)

La verifica a carico limite della fondazione dei muri è stata eseguita facendo riferimento alla nota formula trinomia di Terzaghi.

$$q_{lim} = \psi_q \cdot \zeta_q \cdot \xi_q \cdot \alpha_q \cdot \beta_q \cdot N_q \cdot \gamma_1 \cdot D + \psi_c \cdot \zeta_c \cdot \xi_c \cdot \alpha_c \cdot \beta_c \cdot N_c \cdot c + \psi_\gamma \cdot \zeta_\gamma \cdot \xi_\gamma \cdot \alpha_\gamma \cdot \beta_\gamma \cdot N_\gamma \cdot \gamma_2 \cdot \frac{B}{2}$$

in cui:

- $\gamma_1$  è il peso dell'unità di volume del terreno presente al di sopra del piano di posa della fondazione;
- $\gamma_2$  è il peso dell'unità di volume del terreno presente al di sotto del piano di posa della fondazione;
- $D$  è la profondità del piano di posa della fondazione;
- $B$  è la larghezza della fondazione;
- $N_q, N_c, N_\gamma$  sono coefficienti tabellati in funzione dell'angolo di attrito del terreno presente al di sotto del piano di posa;
- $\psi_q, \psi_c, \psi_\gamma$  sono i coefficienti correttivi legati al tipo di rottura (generale o per punzonamento);
- $\zeta_q, \zeta_c, \zeta_\gamma$  sono i coefficienti correttivi di forma; essi dipendono dalla lunghezza  $L$  e dalla larghezza  $B$  della fondazione;
- $\xi_q, \xi_c, \xi_\gamma$  sono i coefficienti correttivi di inclinazione del carico; essi dipendono dalla lunghezza  $L$  e dalla larghezza  $B$  della fondazione, dall'entità dei carichi verticale ed orizzontale agenti, dalla coesione e dall'angolo di attrito del terreno presente al di sotto del piano di posa;
- $\alpha_q, \alpha_c, \alpha_\gamma$  sono i coefficienti correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di posa;
- $\beta_q, \beta_c, \beta_\gamma$  sono i coefficienti correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano campagna.

In particolare, per la determinazione del carico verticale di esercizio, si pone:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>31 di 91</b>

$$q_{es} = \frac{N}{L' \cdot B'}$$

dove:

- N è la risultante delle azioni verticali agenti sulla fondazione nella condizione di carico considerata, comprensivi del peso della platea;
- L' è la lunghezza ridotta della fondazione;
- B' è la larghezza della fondazione.

Per tener conto dell'eccentricità del carico viene considerata, ai fini del calcolo, una fondazione di dimensioni ridotte pari a:

$$L' = L - 2e_L$$

$$B' = B - 2e_B$$

con  $e_L$  ed  $e_B$  eccentricità del carico nelle due direzioni.

## 9.2 CRITERIO DI VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA (GEO)

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

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

dove:

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO MURI		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B.0.002	REV. PAGINA A 32 di 91

### 9.3 CRITERIO DI VERIFICA A RIBALTAMENTO (EQU)

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

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

dove:

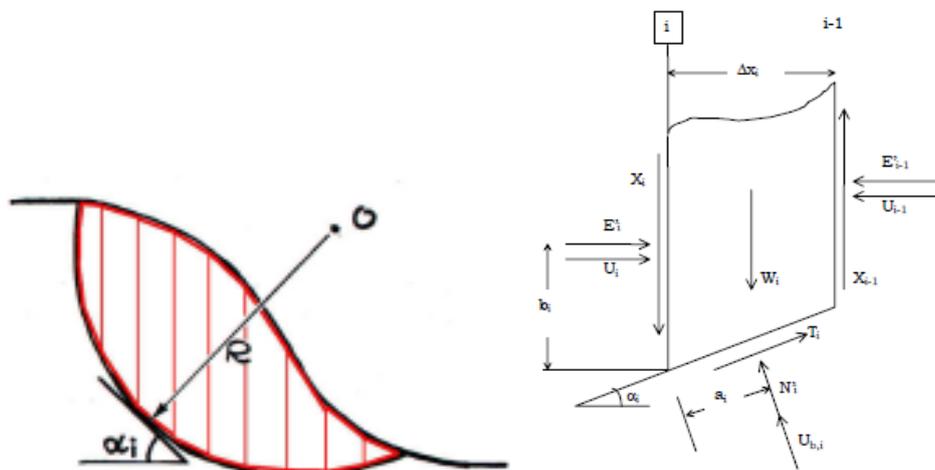
$M_s$  è il momento stabilizzante rispetto al centro di rotazione dovuto al peso del muro;

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

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

### 9.4 CRITERIO DI VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE (GEO)

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



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>33 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

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

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

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

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

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

$$F_h = k_h W$$

$$F_v = k_v W$$

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

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

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

dove:

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>34 di 91</b>

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

Nel caso in esame, pertanto, si ha:

$$\beta_s = 0.28$$

$$k_h = 0.0844$$

$$k_v = 0.0422$$

$$S_s = 1.37$$

$$S_T = 1.00$$

## 9.5 CRITERIO DI VERIFICA A PRESSO(TENSO)FLESSIONE (STR)

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

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

dove:

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

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

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

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

## 9.6 CRITERIO DI VERIFICA A TAGLIO (STR)

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

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>35 di 91</b>

dove:

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

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

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

d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;

b<sub>w</sub> = 1000 mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> è il minimo tra la resistenza a taglio trazione V<sub>Rsd</sub> è la resistenza a taglio compressione V<sub>Rcd</sub>

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

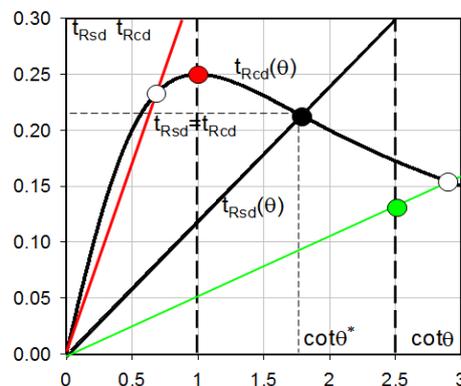
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta)}{(1 + \operatorname{ctg}^2 \theta)}$$

essendo:

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

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

$$1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2.5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$$



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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>36 di 91</b>

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

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

dove:

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

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

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

$a_c$  coefficiente maggiorativo pari a 1 per membrane non compresse

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

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

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

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

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

## 9.7 VERIFICHE SLE

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

### 9.7.1 Verifiche alle tensioni

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>37 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

### Tensioni di compressione del calcestruzzo

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

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

### Tensioni di trazione nell'acciaio

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

Per il caso in esame risulta in particolare:

#### CALCESTRUZZO

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

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

#### ACCIAIO

$\sigma_{\text{s max}} = (0.75 f_{yk}) = 338 \text{ MPa}$  Combinazione di Carico Caratteristica(Rara)

### **9.7.2 Verifica a fessurazione**

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

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>			<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>			PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>38 di 91</b>

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤w <sub>2</sub>	ap. fessure	≤w <sub>3</sub>
		quasi permanente	ap. fessure	≤w <sub>1</sub>	ap. fessure	≤w <sub>2</sub>
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤w <sub>1</sub>	ap. fessure	≤w <sub>2</sub>
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤w <sub>1</sub>
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤w <sub>1</sub>
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤w <sub>1</sub>

**Tabella 5 - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali - Tabella 4.1.IV**

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

**Tabella 6–Descrizione delle condizioni ambientali Tabella 4.1.III**

Risultando:

w<sub>1</sub>= 0.2 mm

w<sub>2</sub>= 0.3 mm

w<sub>3</sub>= 0.4 mm

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

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

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>39 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

## 10 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Le verifiche di tipo Geo sono state effettuate considerando un sovraccarico accidentale di 20kN/m<sup>2</sup>, mentre per le verifiche STR si è tenuto conto dei carichi tandem applicati a ridosso della parete e dell'azione dovuta all'urto.

### 10.1 MURO 1 – VERIFICHE TIPO GEO

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

#### FORZE VERTICALI

		SLE
- Peso del Muro (Pm)		
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m) 0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m) 27.00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m) 0.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m) 43.75
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m) 0.00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m) 70.75
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)		
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma)$	(kN/m) 121.50
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma)$	(kN/m) 0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma) / 2$	(kN/m) 0.00
Sovr =	$q_p \cdot (B4 + B5)$	(kN/m) 0.00
Pt =	Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr	(kN/m) 121.50
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro		
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m) 50
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4 + B5)$	(kN/m) 30

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

		SLE
- Muro (Mm)		
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$	(kNm/m) 0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 \cdot B3)$	(kNm/m) 21.60
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$	(kNm/m) 0.00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m) 76.56
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m) 0.00
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	(kNm/m) 98.16
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro		
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5)$	(kNm/m) 273.38
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m) 0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$	(kNm/m) 0.00
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m) 0.00
Mt =	Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr	(kNm/m) 273.38
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro		
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m) 112.5
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m) 67.5

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>40 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

#### INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

Ps h =	Pm*kh	(kN/m)	6.61
Ps v =	Pm*kv	(kN/m)	3.31

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

Ptsh =	Pt*kh	(kN/m)	11.35
Ptsv =	Pt*kv	(kN/m)	5.68

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

MPs1 h =	kh*Pm1*(H2+H3/3)	(kNm/m)	0.00
MPs2 h =	kh*Pm2*(H2 + H3/2)	(kNm/m)	4.67
MPs3 h =	kh*Pm3*(H2+H3/3)	(kNm/m)	0.00
MPs4 h =	kh*Pm4*(H2/2)	(kNm/m)	1.02
MPs5 h =	-kh*Pm5*(Hd/2)	(kNm/m)	0.00
MPs h =	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	5.69

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

MPs1 v =	kv*Pm1*(B1+2/3*B2)	(kNm/m)	0.00
MPs2 v =	kv*Pm2*(B1+B2+B3/2)	(kNm/m)	1.01
MPs3 v =	kv*Pm3*(B1+B2+B3+B4/3)	(kNm/m)	0.00
MPs4 v =	kv*Pm4*(B/2)	(kNm/m)	3.58
MPs5 v =	kv*Pm5*(B-Bd/2)	(kNm/m)	0.00
MPs v =	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	4.59

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

MPts1 h =	kh*Pt1*(H2 + H3/2)	( kNm/m )	21.00
MPts2 h =	kh*Pt2*(H2 + H3 + H4/3)	( kNm/m )	0.00
MPts3 h =	kh*Pt3*(H2+H3*2/3)	( kNm/m )	0.00
MPts h =	MPts1 + MPts2 + MPts3	( kNm/m )	21.00

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

MPts1 v =	kv*Pt1*((H2 + H3/2) - (B - B5/2)*0.5)	( kNm/m )	12.77
MPts2 v =	kv*Pt2*((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3)*0.5)	( kNm/m )	0.00
MPts3 v =	kv*Pt3*((H2+H3*2/3)-(B1+B2+B3+2/3*B4)*0.5)	( kNm/m )	0.00
MPts v =	MPts1 + MPts2 + MPts3	( kNm/m )	12.77

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	27.40
Sq perm =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m)	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m)	19.03

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	St*cosδ	(kN/m)	25.75
Sqh perm =	Sq perm*cosδ	(kN/m)	0.00
Sqh acc =	Sq acc*cosδ	(kN/m)	17.88

- Componente verticale condizione statica

Stv =	St*senδ	(kN/m)	9.37
Sqv perm =	Sq perm*senδ	(kN/m)	0.00
Sqv acc =	Sq acc*senδ	(kN/m)	6.51

- Spinta passiva sul dente

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

<b>SLE</b>
------------

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>41 di 91</b>

### MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

<b>SLE</b>
------------

MSt1 =	$S_{th} * ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	( kNm/m )	27.46
MSt2 =	$S_{tv} * B$	( kNm/m )	32.80
MSq1 perm=	$S_{qh} \text{ perm} * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	( kNm/m )	0.00
MSq1 acc =	$S_{qh} \text{ acc} * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	( kNm/m )	28.61
MSq2 perm=	$S_{qv} \text{ perm} * B$	( kNm/m )	0.00
MSq2 acc =	$S_{qv} \text{ acc} * B$	( kNm/m )	22.78
MSp =	$\gamma_1 * Hd^3 * k_p / 3 + (2 * c_1 * k_p^{0.5} + \gamma_1 * k_p * H2) * Hd^2 / 2$	( kNm/m )	0.00

### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + m$	( kNm/m )	2.97
Mfext2 =	$(fp + f) * (H3 + H2)$	( kNm/m )	9.50
Mfext3 =	$(vp+v) * (B1 + B2 + B3/2)$	( kNm/m )	0.39

### Spinte e momenti SLU A1

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU	
St =	$0.5 * \gamma * (H2+H3+H4+Hd)^2 * ka$	(kN/m)	27.40	35.62	36.87
Sq perm =	$q * (H2+H3+H4+Hd) * ka$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sq acc =	$q * (H2+H3+H4+Hd) * ka$	(kN/m)	19.03	28.54	34.92

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$S_{th} * \cos \delta$	(kN/m)	25.75	33.47	35.35
Sqh perm =	$S_{qh} \text{ perm} * \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sqh acc =	$S_{qh} \text{ acc} * \cos \delta$	(kN/m)	17.88	26.82	33.48

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$S_{th} * \sin \delta$	(kN/m)	9.37	12.18	10.49
Sqv perm=	$S_{qh} \text{ perm} * \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sqv acc =	$S_{qh} \text{ acc} * \sin \delta$	(kN/m)	6.51	9.76	9.93

- Spinta passiva sul dente

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

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

		SLE	STR/GEO	EQU	
MSt1 =	$S_{th} * ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	( kNm/m )	27.46	35.70	37.71
MSt2 =	$S_{tv} * B$	( kNm/m )	32.80	42.64	36.71
MSq1 perm=	$S_{qh} \text{ perm} * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	( kNm/m )	0.00	0.00	0.00
MSq1 acc =	$S_{qh} \text{ acc} * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	( kNm/m )	28.61	42.91	53.56
MSq2 perm=	$S_{qv} \text{ perm} * B$	( kNm/m )	0.00	0.00	0.00
MSq2 acc =	$S_{qv} \text{ acc} * B$	( kNm/m )	22.78	34.17	34.77
MSp =	$\gamma_1 * Hd^3 * k_p / 3 + (2 * c_1 * k_p^{0.5} + \gamma_1 * k_p * H2) * Hd^2 / 2$	( kNm/m )	0.00	0.00	0.00

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + m$	( kNm/m )	2.97	4.46	3.27
Mfext2 =	$(fp + f) * (H3 + H2)$	( kNm/m )	9.50	14.26	10.45
Mfext3 =	$(vp+v) * (B1 + B2 + B3/2)$	( kNm/m )	0.39	0.00	0.35

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>42 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

### Spinte e momenti SLV A1+

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

	SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m) 27.40	27.40	33.52
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1 + k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as} \cdot Sst1 \text{ stat}$	(kN/m) 7.11	7.11	8.12
Ssq1 perm = $q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as} \cdot$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as} \cdot$	(kN/m) 13.74	13.74	16.58

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 25.75	25.75	32.14
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 6.68	6.68	7.79
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) 12.91	12.91	15.89

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 9.37	9.37	9.54
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 2.43	2.43	2.31
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) 4.70	4.70	4.72

- Spinta passiva sul dente

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

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

- Condizione sismica +

	SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + h_d) / 3 - h_d)$	(kNm/m) 27.46	27.46	34.28
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m) 7.13	7.13	8.31
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m) 32.80	32.80	33.38
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m) 8.51	8.51	8.09
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m) 20.65	20.65	25.43
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m) 16.44	16.44	16.51
MSp = $\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_{ps} / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1 \cdot k_{ps} \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp + ms$	(kNm/m) 2.97
Mfext2 = $(fp + fs) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m) 9.50
Mfext3 = $(vp + vs) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m) 0.39

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>43 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

### Spinte e momenti SLV A1-

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2+H_3+H_4+H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	27.40	27.40	33.52
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-k_v) \cdot (H_2+H_3+H_4+H_d)^2 \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	4.61	4.61	5.07
Ssq1 perm = $q_p \cdot (H_2+H_3+H_4+H_d) \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $q_s \cdot (H_2+H_3+H_4+H_d) \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	13.99	13.99	16.87

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = Sst1 stat * $\cos \delta$	(kN/m)	25.75	25.75	32.14
Sst1h sism = Sst1 sism * $\cos \delta$	(kN/m)	4.33	4.33	4.86
Ssq1h perm = Ssq1 perm * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * $\cos \delta$	(kN/m)	13.15	13.15	16.17

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = Sst1 stat * $\sin \delta$	(kN/m)	9.37	9.37	9.54
Sst1v sism = Sst1 sism * $\sin \delta$	(kN/m)	1.58	1.58	1.44
Ssq1v perm = Ssq1 perm * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * $\sin \delta$	(kN/m)	4.79	4.79	4.80

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1-k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps}^- + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1-k_v) \cdot k_{ps}^- \cdot H_2) \cdot H_d$	(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 * $((H_2+H_3+H_4+H_d)/3-H_d)$	(kNm/m)	27.46	27.46	34.28
MSst1 sism = Sst1h sism * $((H_2+H_3+H_4+H_d)/3-H_d)$	(kNm/m)	4.62	4.62	5.18
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	32.80	32.80	33.38
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	5.52	5.52	5.05
MSsq1 = Ssq1h * $((H_2+H_3+H_4+H_d)/2-H_d)$	(kNm/m)	21.04	21.04	25.87
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	16.75	16.75	16.79
MSp = $\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_{ps}^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1 \cdot k_{ps}^+ \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = mp+ms	(kNm/m)	2.97
Mfext2 = (fp+fs)*(H3 + H2)	(kNm/m)	9.50
Mfext3 = (vp+vs)*(B1 + B2 + B3/2)	(kNm/m)	0.39

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>44 di 91</b>

### Spinte e momenti SLU A2

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

	SLE	STR/GEO	EQU
St = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m) 27.40	33.52	36.87
Sq perm = $q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + Hd) \cdot ka$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sq acc = $q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + Hd) \cdot ka$	(kN/m) 19.03	30.26	34.92

- Componente orizzontale condizione statica

Sth = $St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 25.75	32.14	35.35
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) 17.88	29.01	33.48

- Componente verticale condizione statica

Stv = $St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 9.37	9.54	10.49
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) 6.51	8.61	9.93

- Spinta passiva sul dente

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

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

	SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 = $St \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + Hd) / 3 - Hd)$	(kNm/m) 27.46	34.28	37.71
MSt2 = $St \cdot B$	(kNm/m) 32.80	33.38	36.71
MSq1 perm = $Sq \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + Hd) / 2 - Hd)$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq1 acc = $Sq \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + Hd) / 2 - Hd)$	(kNm/m) 28.61	46.42	53.56
MSq2 perm = $Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq2 acc = $Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 22.78	30.13	34.77
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot \gamma_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H_2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp + m$	(kNm/m) 2.97	3.86	3.27
Mfext2 = $(fp + f) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m) 9.50	12.36	10.45
Mfext3 = $(vp + v) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m) 0.39	0.00	0.35

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>45 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

### Spinte e momenti SLV A2+

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	27.40	33.52	33.52
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1 + k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as}^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	7.11	8.12	8.12
Ssq1 perm = $q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^+$	(kN/m)	13.74	16.58	16.58

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	25.75	32.14	32.14
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	6.68	7.79	7.79
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)	12.91	15.89	15.89

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	9.37	9.54	9.54
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	2.43	2.31	2.31
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)	4.70	4.72	4.72

- Spinta passiva sul dente

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

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

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + h_d) / 3 - h_d)$	(kNm/m)	27.46	34.28	34.28
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	7.13	8.31	8.31
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	32.80	33.38	33.38
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	8.51	8.09	8.09
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	20.65	25.43	25.43
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	16.44	16.51	16.51
MSp = $\gamma_1' \cdot H_d^3 \cdot k_{ps}^+ / 3 + (2 \cdot c_1' \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1' \cdot k_{ps}^+ \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp + ms$	(kNm/m)	2.97
Mfext2 = $(fp + fs) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	9.50
Mfext3 = $(vp + vs) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0.39

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>46 di 91</b>
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					

### Spinte e momenti SLV A2-

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

	SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m) 27.40	33.52	33.52
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1 - k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as} - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m) 4.61	5.07	5.07
Ssq1 perm = $q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}$	(kN/m) 13.99	16.87	16.87

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 25.75	32.14	32.14
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 4.33	4.86	4.86
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) 13.15	16.17	16.17

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 9.37	9.54	9.54
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 1.58	1.44	1.44
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) 4.79	4.80	4.80

- Spinta passiva sul dente

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

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

- Condizione sismica -

	SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - h_d)$	(kNm/m) 27.46	34.28	34.28
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - h_d)$	(kNm/m) 4.62	5.18	5.18
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m) 32.80	33.38	33.38
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m) 5.52	5.05	5.05
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m) 21.04	25.87	25.87
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m) 16.75	16.79	16.79
MSp = $\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_{ps} / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_{ps} \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp + ms$	(kNm/m)	2.97
Mfext2 = $(fp + fs) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	9.50
Mfext3 = $(vp + vs) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0.39

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>47 di 91</b>

### 10.1.1 Verifica GEO a capacità portante della fondazione

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

#### verifica SLU

Risultante forze verticali (N)	Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv} (+ Sovr\ acc)$	210.39	275.39	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)			
$T = S_{th} + S_{qh} + f - S_p$	65.01	65.01	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
$MM = \sum M$	338.13	484.38	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)			
$M = X_c \cdot N - MM$	30.06	-2.44	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

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

$c'1'$	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kPa)
$\phi1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	24.79		(°)
$\gamma_1$	peso unità di volume terreno fondaz.	18.00		(kN/m <sup>3</sup> )
$q_0 = \gamma d' H2'$	sovaccarico stabilizzante	12.60		(kN/m <sup>2</sup> )
$e = M / N$	eccentricità	0.14	-0.01	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	3.21	3.48	(m)

I valori di  $N_c$ ,  $N_q$  e  $N_\gamma$  sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan(\phi))}$	(1 in cond. nd)	10.43		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi)$	(2+π in cond. nd)	20.42		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\phi)$	(0 in cond. nd)	10.56		(-)

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

$i_q = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cot(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.48	0.58	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.42	0.42	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cot(\phi)))^{m+1}$		0.33	0.33	(-)

(fondazione nastriforme  $m = 2$ )

$q_{lim}$	(carico limite unitario)	163.55	177.49	(kN/m <sup>2</sup> )
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

<b>FS carico limite</b>	<b>F = <math>q_{lim} \cdot B^* / N</math></b>	Nmin	<b>2.50</b>	>	<b>1</b>
		Nmax	<b>2.24</b>	>	

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>48 di 91</b>

### verifica SLV +

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (Sovr\ acc)$		218.28	248.28	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		76.75		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		340.08	407.58	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c * N - MM$		41.92	26.92	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

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

$c'1'$	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kN/mq)
$\phi'1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	24.79		(°)
$\gamma_1$	peso unità di volume terreno fondaz.	18.00		(kN/m <sup>3</sup> )
$q_0 = \gamma d * H_2'$	sovraccarico stabilizzante	12.60		(kN/m <sup>2</sup> )
$e = M / N$	eccentricità	0.19	0.11	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	3.12	3.28	(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)	10.43		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi)$	(2+ $\pi$ in cond. nd)	20.42		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan(\phi)$	(0 in cond. nd)	10.56		(-)

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)	0.42	0.48	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.36	0.42	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' \cot(\phi)))^{m+1}$		0.27	0.27	(-)

(fondazione nastriforme  $m = 2$ )

$q_{lim}$	(carico limite unitario)	135.97	147.78	(kN/m <sup>2</sup> )
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

<b>FS carico limite</b>	<b><math>F = q_{lim} * B^* / N</math></b>	Nmin	<b>1.94</b>	>	<b>1</b>
		Nmax	<b>1.95</b>	>	

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>49 di 91</b>

verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)	$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	Nmin 199.54	Nmax 229.54	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)	$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$	74.10		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)	$MM = \sum M$	305.29	372.79	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)	$M = X_c * N - MM$	43.90	28.90	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

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

$c'1'$	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kN/mq)
$\phi'1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	24.79		(°)
$\gamma_1$	peso unità di volume terreno fondaz.	18.00		(kN/m <sup>3</sup> )
$q_0 = \gamma d * H_2'$	sovraccarico stabilizzante	12.60		(kN/m <sup>2</sup> )
$e = M / N$	eccentricità	0.22	0.13	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	3.06	3.25	(m)

I valori di  $N_c$ ,  $N_q$  e  $N_\gamma$  sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi/2) * e^{(\pi * \tan(\phi))}$	(1 in cond. nd)	10.43		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi)$	(2+ $\pi$ in cond. nd)	20.42		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan(\phi)$	(0 in cond. nd)	10.56		(-)

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)	0.40	0.46	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.33	0.40	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' \cot(\phi)))^{m+1}$		0.25	0.25	(-)

(fondazione nastriforme  $m = 2$ )

$q_{lim}$	(carico limite unitario)	124.18	136.96	(kN/m <sup>2</sup> )
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

<b>FS carico limite</b>	<b><math>F = q_{lim} * B^* / N</math></b>	Nmin	<b>1.90</b>	>	1
		Nmax	<b>1.94</b>	>	1

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO MURI		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B.0.002	REV. PAGINA A 50 di 91

### 10.1.2 Verifica GEO a scorrimento sul piano di posa della fondazione

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

#### verifica SLU

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v + St_v + Sq_v \text{ perm} + Sq_v \text{ acc}$		210.39	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{th} + S_{qh} + f$		65.01	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = \text{tg}\phi_1'$		0.46	(-)	
<b>Fs scorr.</b>	<b><math>(N \cdot f + S_p) / T</math></b>	<b>1.49</b>	<b>&gt;</b>	<b>1</b>

#### verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		218.28	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$		76.75	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = \text{tg}\phi_1'$		0.46	(-)	
<b>Fs =</b>	<b><math>(N \cdot f + S_p) / T</math></b>	<b>1.31</b>	<b>&gt;</b>	<b>1</b>

#### verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		199.54	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$		74.10	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = \text{tg}\phi_1'$		0.46	(-)	
<b>Fs =</b>	<b><math>(N \cdot f + S_p) / T</math></b>	<b>1.24</b>	<b>&gt;</b>	<b>1</b>

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>51 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

### 10.1.3 Verifica a ribaltamento EQU

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

#### verifica SLU

Momento stabilizzante (Ms)

$$Ms = Mm + Mt + Mfext3 \quad 334.74 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$Mr = MSt + MSq + Mfext1 + Mfext2 + MSp \quad 33.51 \quad (\text{kNm/m})$$

$$\mathbf{Fs \text{ ribaltamento} \quad Ms / Mr \quad 9.99 \quad > \quad 1}$$

#### verifica SLV+

Momento stabilizzante (Ms)

$$Ms = Mm + Mt + Mfext3 \quad 371.93 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$Mr = MSst + MSsq + Mfext1 + Mfext2 + MSp + MPp + Mptp \quad 31.85 \quad (\text{kNm/m})$$

$$\mathbf{Fr = Ms / Mr \quad 11.68 \quad > \quad 1}$$

#### verifica SLV-

Momento stabilizzante (Ms)

$$Ms = Mm + Mt + Mfext3 \quad 371.93 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$Mr = MSst + MSsq + Mfext1 + Mfext2 + MSp + MPp + Mptp \quad 66.64 \quad (\text{kNm/m})$$

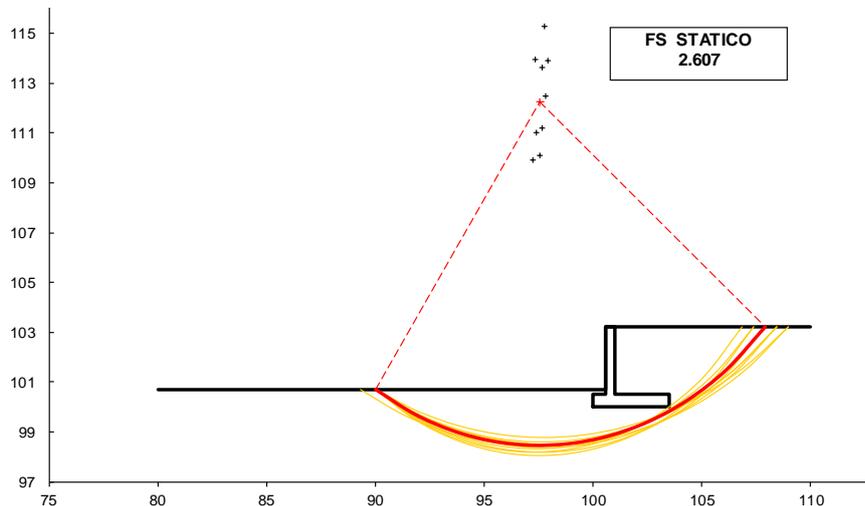
$$\mathbf{Fr = Ms / Mr \quad 5.58 \quad > \quad 1}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>52 di 91</b>

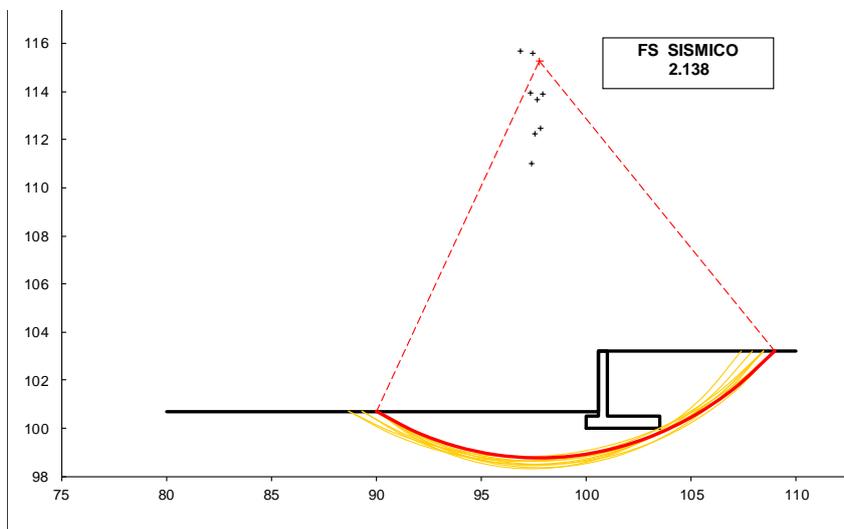
### 10.1.4 Verifica GEO a stabilità globale

Le verifiche effettuate vengono di seguito presentate in forma sintetica. Nelle figure, in alto, è indicato il coefficiente di sicurezza minimo FS che fa riferimento alla superficie di scorrimento critica evidenziata in rosso; il valore FS minimo deve essere confrontato con il coefficiente di sicurezza previsto dalla normativa per la combinazione considerata:  $R2=1.10$ .

#### Verifica in condizioni statiche



#### Verifica in condizioni sismiche



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>53 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

### 10.1.5 Verifiche strutturali

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

#### Spinte e momenti SLU A1

##### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m) 27.40	35.62	36.87
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) 58.09	87.14	106.60

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 25.75	33.47	35.35
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) 54.59	81.88	102.20

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 9.37	12.18	10.49
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) 19.87	29.80	30.33

- Spinta passiva sul dente

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

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

		SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$St \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m) 27.46	35.70	37.71
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m) 32.80	42.64	36.71
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) 87.34	131.01	163.52
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 69.54	104.31	106.14
MSp =	$\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kp/3 + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2/2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

##### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + m$	(kNm/m) 4.45	6.68	4.90
Mfext2 =	$(fp + f) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m) 9.50	14.26	10.45
Mfext3 =	$(vp+v) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m) 4.59	0.00	4.13

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO MURI		IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B.0.002	A	54 di 91

### Spinte e momenti SLV A1+

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	27.40	27.40	33.52
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1 + k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as}^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	7.11	7.11	8.12
Ssq1 perm = $q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^+$	(kN/m)	41.94	41.94	50.61

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = Sst1 stat * $\cos \delta$	(kN/m)	25.75	25.75	32.14
Sst1h sism = Sst1 sism * $\cos \delta$	(kN/m)	6.68	6.68	7.79
Ssq1h perm = Ssq1 perm * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * $\cos \delta$	(kN/m)	39.41	39.41	48.52

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = Sst1 stat * $\sin \delta$	(kN/m)	9.37	9.37	9.54
Sst1v sism = Sst1 sism * $\sin \delta$	(kN/m)	2.43	2.43	2.31
Ssq1v perm = Ssq1 perm * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * $\sin \delta$	(kN/m)	14.34	14.34	14.40

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1 + k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps}^+ + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1 + k_v) \cdot k_{ps}^+ \cdot H_2) \cdot H_d$	(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 * $((H_2 + H_3 + H_4 + h_d) / 3 - h_d)$	(kNm/m)	27.46	27.46	34.28
MSst1 sism = Sst1h sism * $((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	7.13	7.13	8.31
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	32.80	32.80	33.38
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	8.51	8.51	8.09
MSsq1 = Ssq1h * $((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	63.06	63.06	77.63
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	50.21	50.21	50.39
MSp = $\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_{ps}^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1 \cdot k_{ps}^+ \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = mp + ms	(kNm/m)	4.45
Mfext2 = (fp + fs) * (H3 + H2)	(kNm/m)	9.50
Mfext3 = (vp + vs) * (B1 + B2 + B3/2)	(kNm/m)	4.59

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>55 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

### Spinte e momenti SLV A1-

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^{2 \cdot k_a}$	(kN/m)	27.40	27.40	33.52
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1 - k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^{2 \cdot k_a} \cdot s$	(kN/m)	4.61	4.61	5.07
Ssq1 perm = $q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a \cdot s$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a \cdot s$	(kN/m)	42.72	42.72	51.50

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = Sst1 stat * cos δ	(kN/m)	25.75	25.75	32.14
Sst1h sism = Sst1 sism * cos δ	(kN/m)	4.33	4.33	4.86
Ssq1h perm = Ssq1 perm * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * cos δ	(kN/m)	40.14	40.14	49.37

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = Sst1 stat * sen δ	(kN/m)	9.37	9.37	9.54
Sst1v sism = Sst1 sism * sen δ	(kN/m)	1.58	1.58	1.44
Ssq1v perm = Ssq1 perm * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * sen δ	(kN/m)	14.61	14.61	14.65

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps} + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot k_{ps} \cdot H_2) \cdot H_d$	(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 )	27.46	27.46	34.28
MSst1 sism = Sst1h sism * ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)	( kNm/m )	4.62	4.62	5.18
MSst2 stat = Sst1v stat * B	( kNm/m )	32.80	32.80	33.38
MSst2 sism = Sst1v sism * B	( kNm/m )	5.52	5.52	5.05
MSsq1 = Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	( kNm/m )	64.23	64.23	78.99
MSsq2 = Ssq1v * B	( kNm/m )	51.14	51.14	51.27
MSp = $\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_{ps}^3 / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1 \cdot k_{ps} \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	( kNm/m )	0.00	0.00	0.00

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = mp+ms	( kNm/m )	4.45
Mfext2 = (fp+fs)*(H3 + H2)	( kNm/m )	9.50
Mfext3 = (vp+vs)*(B1 +B2 + B3/2)	( kNm/m )	4.59

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>56 di 91</b>

**Reazione del terreno**

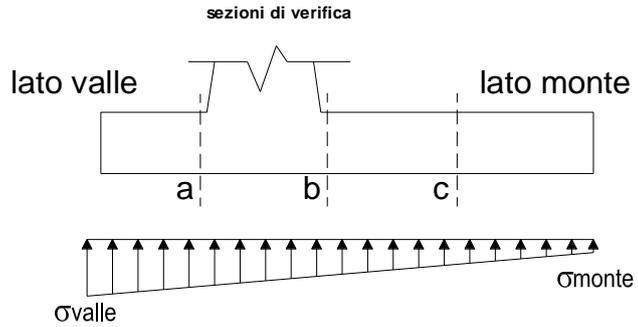
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

$$A = 1.0 \cdot B = 3.50 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 2.04 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N	M	$\sigma_{valle}$	$\sigma_{monte}$
	[kN]	[kNm]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
statico	234.24	79.07	105.65	28.19
	463.21	-35.41	115.00	149.69
sisma+	233.12	61.25	96.60	36.61
	324.71	15.45	100.34	85.21
sisma-	214.57	64.22	92.76	29.85
	306.16	18.43	96.50	78.45



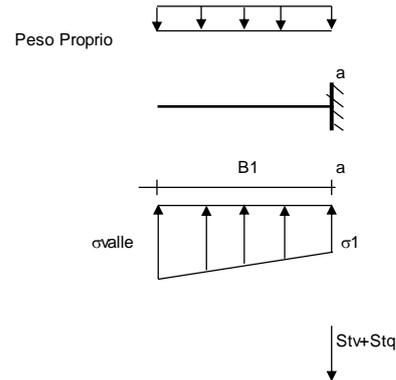
**Mensola Lato Valle**

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

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

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

caso	$\sigma_{valle}$	$\sigma_1$	$M_a$	$V_a$
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]	[kN]
statico	105.65	92.38	15.97	51.91
	115.00	120.95	18.81	63.28
sisma+	96.60	86.32	14.42	49.08
	100.34	97.75	15.66	52.10
sisma-	92.76	81.98	13.91	46.73
	96.50	93.41	14.93	49.74



**Mensola Lato Monte**

PP = 12.50 (kN/m<sup>2</sup>) peso proprio soletta fondazione  
 PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

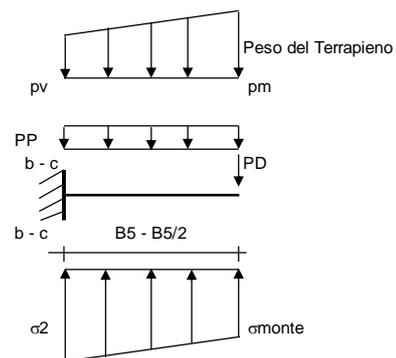
	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	48.60	140.19	85.24	(kN/m <sup>2</sup> )
pvb	48.60	140.19	85.24	(kN/m <sup>2</sup> )
pvc	48.60	140.19	85.24	(kN/m <sup>2</sup> )

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

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

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

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



caso	$\sigma_{monte}$	$\sigma_{2b}$	$M_b$	$V_b$	$\sigma_{2c}$	$M_c$	$V_c$
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]	[kN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]	[kN]
statico	28.19	83.52	-150.16	-55.09	55.86	-70.99	-65.83
	149.69	124.91	-140.15	-80.46	137.30	-58.05	-53.48
sisma+	36.61	79.46	-106.19	-40.95	58.03	-48.47	-46.94
	85.21	96.02	-107.53	-55.37	90.61	-44.63	-44.14
sisma-	29.85	74.79	-105.83	-40.38	52.32	-48.28	-47.01
	78.45	91.34	-96.48	-46.25	84.89	-41.77	-39.93

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>57 di 91</b>

**CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO**

**Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo**

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

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

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

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

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

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

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

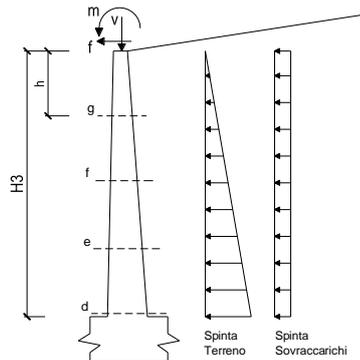
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

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

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

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

$$V_{\text{inerzia}} = \Sigma P m_i \cdot kh$$



0

**condizione statica**

sezione	h [m]	Mt [kNm/m]	Mq [kNm/m]	Mext [kNm/m]	Mtot [kNm/m]	Next [kN/m]	Npp [kN/m]	Ntot [kN/m]
d-d	2.70	21.45	93.27	18.70	133.42	0.00	27.00	27.00
e-e	2.03	9.05	52.46	15.70	77.21	0.00	20.25	20.25
f-f	1.35	2.68	23.32	12.69	38.69	0.00	13.50	13.50
g-g	0.68	0.34	5.83	9.68	15.85	0.00	6.75	6.75

sezione	h [m]	Vt [kN/m]	Vq [kN/m]	Vext [kN/m]	Vtot [kN/m]
d-d	2.70	23.83	69.09	4.46	97.37
e-e	2.03	13.40	51.82	4.46	69.68
f-f	1.35	5.96	34.54	4.46	44.96
g-g	0.68	1.49	17.27	4.46	23.22

**condizione sismica +**

sezione	h [m]	Mt <sub>stat</sub> [kNm/m]	Mt <sub>sism</sub> [kNm/m]	Mq [kNm/m]	Mext [kNm/m]	M <sub>inerzia</sub> [kNm/m]	Mtot [kNm/m]	Next [kN/m]	N <sub>pp+inerzia</sub> [kN/m]	Ntot [kN/m]
d-d	2.70	16.50	4.56	44.89	12.47	3.41	81.82	5.74	28.26	34.00
e-e	2.03	6.96	1.92	25.25	10.46	1.92	46.51	5.74	21.20	26.94
f-f	1.35	2.06	0.57	11.22	8.46	0.85	23.17	5.74	14.13	19.87
g-g	0.68	0.26	0.07	2.81	6.45	0.21	9.80	5.74	7.07	12.81

sezione	h [m]	Vt <sub>stat</sub> [kN/m]	Vt <sub>sism</sub> [kN/m]	Vq [kN/m]	Vext [kN/m]	V <sub>inerzia</sub> [kN/m]	Vtot [kN/m]
d-d	2.70	18.33	5.06	33.25	2.97	2.52	62.14
e-e	2.03	10.31	2.85	24.94	2.97	1.89	42.96
f-f	1.35	4.58	1.27	16.63	2.97	1.26	26.71
g-g	0.68	1.15	0.32	8.31	2.97	0.63	13.38

**condizione sismica -**

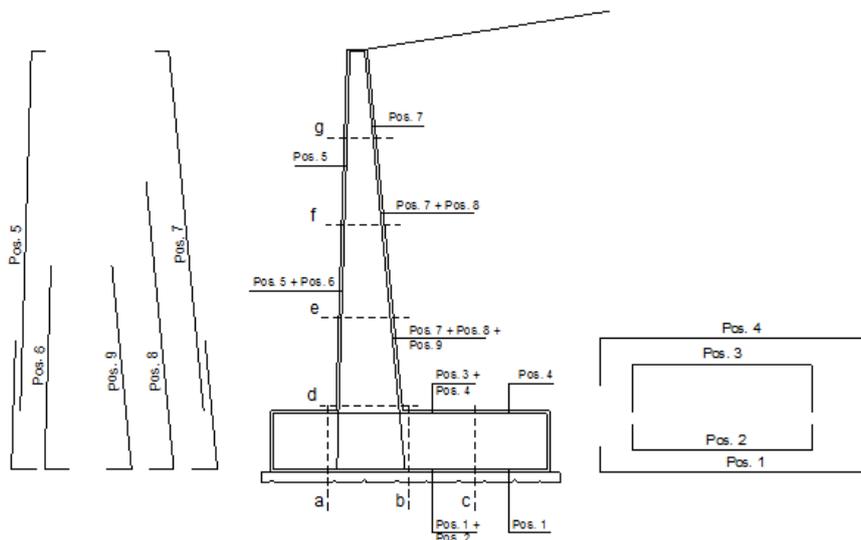
sezione	h [m]	Mt <sub>stat</sub> [kNm/m]	Mt <sub>sism</sub> [kNm/m]	Mq [kNm/m]	Mext [kNm/m]	M <sub>inerzia</sub> [kNm/m]	Mtot [kNm/m]	Next [kN/m]	N <sub>pp+inerzia</sub> [kN/m]	Ntot [kN/m]
d-d	2.70	16.50	2.96	45.73	12.47	3.41	81.05	5.74	25.74	31.48
e-e	2.03	6.96	1.25	25.72	10.46	1.92	46.31	5.74	19.30	25.04
f-f	1.35	2.06	0.37	11.43	8.46	0.85	23.17	5.74	12.87	18.61
g-g	0.68	0.26	0.05	2.86	6.45	0.21	9.83	5.74	6.43	12.17

sezione	h [m]	Vt <sub>stat</sub> [kN/m]	Vt <sub>sism</sub> [kN/m]	Vq [kN/m]	Vext [kN/m]	V <sub>inerzia</sub> [kN/m]	Vtot [kN/m]
d-d	2.70	18.33	3.28	33.87	2.97	2.52	60.98
e-e	2.03	10.31	1.85	25.40	2.97	1.89	42.42
f-f	1.35	4.58	0.82	16.94	2.97	1.26	26.57
g-g	0.68	1.15	0.21	8.47	2.97	0.63	13.42

In definitiva risulta:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>58 di 91</b>

- Armatura longitudinale
  - Posizione 1: 1 registro 5 Ø20
  - Posizione 4: 1 registro 5 Ø20
  - Posizione 5: 1 registro 5 Ø20
  - Posizione 7: 1 registro 5 Ø20
- Armatura trasversale
  - Non necessaria



Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu	
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(kNm)	FS
a - a	18.81	0.00	0.50	15.71	15.71	259.21	<b>13.78</b>
b - b	-150.16	0.00	0.50	15.71	15.71	259.21	<b>1.73</b>
c - c	-70.99	0.00	0.50	15.71	15.71	259.21	<b>3.65</b>
d - d	133.42	27.00	0.40	15.71	15.71	201.65	<b>1.51</b>
e - e	77.21	20.25	0.40	15.71	15.71	200.68	<b>2.60</b>
f - f	38.69	13.50	0.40	15.71	15.71	199.70	<b>5.16</b>
g - g	15.85	6.75	0.40	15.71	15.71	198.72	<b>12.54</b>

Sez.	V <sub>Ed</sub>	h	V <sub>rd</sub>	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V <sub>Rsd</sub>
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)
a - a	63.28	0.50	199.09	8	40	20	21.8	243.41
b - b	80.46	0.50	199.09	8	40	20	21.8	243.41
c - c	65.83	0.50	199.09	8	40	20	21.8	243.41
d - d	97.37	0.40	180.38	8	40	20	21.8	188.09
e - e	69.68	0.40	179.52	8	40	20	21.8	188.09
f - f	44.96	0.40	178.66	8	40	20	21.8	188.09
g - g	23.22	0.40	177.80	8	40	20	21.8	188.09

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>59 di 91</b>

### Verifiche all'urto

Le verifiche all'urto si effettuano considerando la combinazione per azione eccezionali definite nel §2.5.3 della norma. Di seguito le sollecitazioni:

<b>SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO</b>		<b>SLE</b>	
- Spinta totale condizione statica			
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	27.40
Sq perm =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	55.66
- Componente orizzontale condizione statica			
Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	25.75
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	52.30
- Componente verticale condizione statica			
Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	9.37
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	19.04
- Spinta passiva sul dente			
Sp =	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0.00
-Fdy urto		(kN)	75
<b>MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO</b>		<b>SLE</b>	
MSt1 =	$St \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	27.46
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m)	32.80
MSq1 perm =	$Sq \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	0.00
MSq1 acc =	$Sq \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	83.68
MSq2 perm =	$Sq \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)	0.00
MSq2 acc =	$Sq \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)	66.63
MSp =	$\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00
<b>MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE</b>			
Mfext1 =	$m \cdot p + m$	(kNm/m)	4.45
Mfext2 =	$(f_p + f) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	9.50
Mfext3 =	$(v_p + v) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	4.59
-M urto	$Fdy \cdot H / B$	(kNm/m)	30.23

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>GA.01.B.0.002</b>	<b>A</b>	<b>60 di 91</b>

### CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

#### Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

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

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

$$N_{ext} = v$$

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

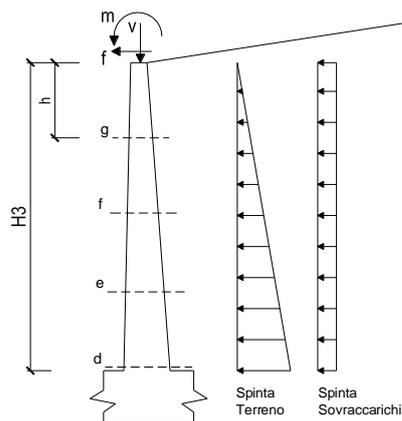
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

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

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

$$V_{ext} = f$$

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



#### 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	2.70	16.50	65.53	13.72	125.97	0.00	27.00	27.00
e-e	2.03	6.96	36.86	11.51	55.33	0.00	20.25	20.25
f-f	1.35	2.06	16.38	9.31	27.75	0.00	13.50	13.50
g-g	0.68	0.26	4.10	7.10	11.45	0.00	6.75	6.75

sezione	h	Vt	Vq	V <sub>ext</sub>	V <sub>tot</sub>
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.70	18.33	48.54	3.27	145.14
e-e	2.03	10.31	36.41	3.27	49.98
f-f	1.35	4.58	24.27	3.27	32.12
g-g	0.68	1.15	12.14	3.27	16.55

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu	
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(kNm)	FS
d - d	125.97	27.00	0.40	15.71	15.71	201.65	<b>1.60</b>
e - e	55.33	20.25	0.40	15.71	15.71	200.68	<b>3.63</b>
f - f	27.75	13.50	0.40	15.71	15.71	199.70	<b>7.20</b>
g - g	11.45	6.75	0.40	15.71	15.71	198.72	<b>17.35</b>

Sez.	V <sub>Ed</sub>	h	V <sub>Rd</sub>	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V <sub>Rsd</sub>
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)
d - d	145.14	0.40	180.38	8	40	20	21.8	188.09
e - e	49.98	0.40	179.52	8	40	20	21.8	188.09
f - f	32.12	0.40	178.66	8	40	20	21.8	188.09
g - g	16.55	0.40	177.80	8	40	20	21.8	188.09

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>61 di 91</b>

## 10.2 MURO 2 – VERIFICHE DI TIPO GEO

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

### FORZE VERTICALI

		<b>SLE</b>
- Peso del Muro (Pm)		
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m) 0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m) 20.00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m) 0.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m) 31.25
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m) 0.00
Pm =	$Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5$	(kN/m) 51.25
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)		
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma)$	(kN/m) 54.00
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma)$	(kN/m) 0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma) / 2$	(kN/m) 0.00
Sovr =	$q_p \cdot (B4 + B5)$	(kN/m) 0.00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m) 54.00
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro		
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m) 30
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4 + B5)$	(kN/m) 18

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

		<b>SLE</b>
- Muro (Mm)		
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$	(kNm/m) 0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 \cdot B3)$	(kNm/m) 16.00
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$	(kNm/m) 0.00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m) 39.06
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m) 0.00
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5$	(kNm/m) 55.06
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro		
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5)$	(kNm/m) 94.50
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m) 0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$	(kNm/m) 0.00
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m) 0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kNm/m) 94.50
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro		
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m) 52.5
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m) 31.5

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>62 di 91</b>

### INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)	4.79
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)	2.39

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

Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)	5.05
Ptsv =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)	2.52

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

MPs1 h=	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 h=	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	2.80
MPs3 h=	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs4 h=	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)	0.73
MPs5 h=	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs h=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	3.53

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

MPs1 v=	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 v=	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0.75
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)	1.82
MPs5 v=	$kv \cdot Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs v=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	2.57

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

MPts1 h=	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	7.57
MPts2 h=	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 h=	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts h=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	7.57

- 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)	4.41
MPts2 v=	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 v=	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2 + H3 \cdot 2/3) - (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts v=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	4.41

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. PAGINA <b>A 63 di 91</b>

### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE
- Spinta totale condizione statica			
St =	$0,5 \cdot \gamma^* (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	16.72
Sq perm =	$q^* (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m)	0.00
Sq acc =	$q^* (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m)	14.87
- Componente orizzontale condizione statica			
Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	15.72
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	13.97
- Componente verticale condizione statica			
Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	5.72
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	5.08
- Spinta passiva sul dente			
Sp =	$\frac{1}{2} \cdot g1 \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma1^* Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c1^* kp^{0.5} + \gamma1^* kp \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00

### MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE
MSt1 =	$Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m)	13.10
MSt2 =	$Stv \cdot B$	(kNm/m)	14.30
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m)	0.00
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m)	17.46
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)	0.00
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)	12.71
MSp =	$\gamma1^* Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c1^* kp^{0.5} + \gamma1^* kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00

### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + m$	(kNm/m)	2.97
Mfext2 =	$(fp + f) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)	7.43
Mfext3 =	$(vp + v) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0.39

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>64 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

### Spinte e momenti SLU A2

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

$$St = 0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$$

$$Sq_{perm} = q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$$

$$Sq_{acc} = q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$$

	SLE	STR/GEO	EQU
(kN/m)	16.72	20.46	22.51
(kN/m)	0.00	0.00	0.00
(kN/m)	14.87	23.64	27.28

- Componente orizzontale condizione statica

$$S_{th} = St \cdot \cos \delta$$

$$S_{qh_{perm}} = Sq_{perm} \cdot \cos \delta$$

$$S_{qh_{acc}} = Sq_{acc} \cdot \cos \delta$$

(kN/m)	15.72	19.61	21.58
(kN/m)	0.00	0.00	0.00
(kN/m)	13.97	22.67	26.15

- Componente verticale condizione statica

$$S_{tv} = St \cdot \sin \delta$$

$$S_{qv_{perm}} = Sq_{perm} \cdot \sin \delta$$

$$S_{qv_{acc}} = Sq_{acc} \cdot \sin \delta$$

(kN/m)	5.72	5.82	6.40
(kN/m)	0.00	0.00	0.00
(kN/m)	5.08	6.73	7.76

- Spinta passiva sul dente

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot \left[ \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d \right]$$

(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--------	------	------	------

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

$$M_{St1} = St \cdot \left( \frac{H_2 + H_3 + H_4 + H_d}{3} - H_d \right)$$

$$M_{St2} = St \cdot v \cdot B$$

$$M_{Sq1_{perm}} = S_{qh_{perm}} \cdot \left( \frac{H_2 + H_3 + H_4 + H_d}{2} - H_d \right)$$

$$M_{Sq1_{acc}} = S_{qh_{acc}} \cdot \left( \frac{H_2 + H_3 + H_4 + H_d}{2} - H_d \right)$$

$$M_{Sq2_{perm}} = S_{qv_{perm}} \cdot B$$

$$M_{Sq2_{acc}} = S_{qv_{acc}} \cdot B$$

$$M_{Sp} = \gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$$

	SLE	STR/GEO	EQU
( kNm/m )	13.10	16.35	17.98
( kNm/m )	14.30	14.55	16.01
( kNm/m )	0.00	0.00	0.00
( kNm/m )	17.46	28.33	32.69
( kNm/m )	0.00	0.00	0.00
( kNm/m )	12.71	16.81	19.40
( kNm/m )	0.00	0.00	0.00

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

$$M_{fext1} = m_p + m$$

$$M_{fext2} = (f_p + f) \cdot (H_3 + H_2)$$

$$M_{fext3} = (v_p + v) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$$

( kNm/m )	2.97	3.86	3.27
( kNm/m )	7.43	9.65	8.17
( kNm/m )	0.39	0.00	0.35

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>65 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

### Spinte e momenti SLV A2+

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	16.72	20.46	20.46
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+k_v) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	4.34	4.96	4.96
Ssq1 perm = $q_p \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $q_s \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	10.73	12.95	12.95

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = Sst1 stat * $\cos \delta$	(kN/m)	15.72	19.61	19.61
Sst1h sism = Sst1 sism * $\cos \delta$	(kN/m)	4.08	4.75	4.75
Ssq1h perm = Ssq1 perm * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * $\cos \delta$	(kN/m)	10.09	12.42	12.42

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = Sst1 stat * $\sin \delta$	(kN/m)	5.72	5.82	5.82
Sst1v sism = Sst1 sism * $\sin \delta$	(kN/m)	1.48	1.41	1.41
Ssq1v perm = Ssq1 perm * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * $\sin \delta$	(kN/m)	3.67	3.68	3.68

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1+k_v) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1+k_v) \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd$	(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 )	13.10	16.35	16.35
MSst1 sism = Sst1h sism * $((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	( kNm/m )	3.40	3.96	3.96
MSst2 stat = Sst1v stat * B	( kNm/m )	14.30	14.55	14.55
MSst2 sism = Sst1v sism * B	( kNm/m )	3.71	3.53	3.53
MSsq1 = Ssq1h * $((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	( kNm/m )	12.61	15.52	15.52
MSsq2 = Ssq1v * B	( kNm/m )	9.18	9.21	9.21
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 )	2.97
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	( kNm/m )	7.43
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	( kNm/m )	0.39

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>66 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

### Spinte e momenti SLV A2-

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	16.72	20.46	20.46
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1 - k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as}^- \cdot Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	2.82	3.09	3.09
Ssq1 perm = $q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	10.93	13.18	13.18

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = Sst1 stat * cos $\delta$	(kN/m)	15.72	19.61	19.61
Sst1h sism = Sst1 sism * cos $\delta$	(kN/m)	2.65	2.97	2.97
Ssq1h perm = Ssq1 perm * cos $\delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * cos $\delta$	(kN/m)	10.27	12.63	12.63

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = Sst1 stat * sen $\delta$	(kN/m)	5.72	5.82	5.82
Sst1v sism = Sst1 sism * sen $\delta$	(kN/m)	0.96	0.88	0.88
Ssq1v perm = Ssq1 perm * sen $\delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * sen $\delta$	(kN/m)	3.74	3.75	3.75

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps}^- + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot k_{ps}^- \cdot H_2) \cdot H_d$	(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 * ((H <sub>2</sub> +H <sub>3</sub> +H <sub>4</sub> +hd)/3-hd)	( kNm/m )	13.10	16.35	16.35
MSst1 sism = Sst1h sism * ((H <sub>2</sub> +H <sub>3</sub> +H <sub>4</sub> +Hd)/3-Hd)	( kNm/m )	2.20	2.47	2.47
MSst2 stat = Sst1v stat * B	( kNm/m )	14.30	14.55	14.55
MSst2 sism = Sst1v sism * B	( kNm/m )	2.41	2.20	2.20
MSsq1 = Ssq1h * ((H <sub>2</sub> +H <sub>3</sub> +H <sub>4</sub> +Hd)/2-Hd)	( kNm/m )	12.84	15.79	15.79
MSsq2 = Ssq1v * B	( kNm/m )	9.35	9.37	9.37
MSp = $\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_{ps}^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1 \cdot k_{ps}^+ \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	( kNm/m )	0.00	0.00	0.00

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = mp+ms	( kNm/m )	2.97
Mfext2 = (fp+fs)*(H3 + H2)	( kNm/m )	7.43
Mfext3 = (vp+vs)*(B1 +B2 + B3/2)	( kNm/m )	0.39

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>67 di 91</b>

### 10.2.1 Verifica GEO a capacità portante della fondazione

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

#### verifica SLU

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v + St_v + Sq_v (+ Sovr acc)$	117.80	156.80	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$St_h + Sq_h + f + Sp$	46.14	46.14	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	$\Sigma M$	122.74	190.99	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c * N - MM$	24.51	5.01	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

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

c1'	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kPa)
$\phi_1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	24.79		(°)
$\gamma_1$	peso unità di volume terreno fondaz.	18.00		(kN/m <sup>3</sup> )
$q_0 = \gamma d' H_2'$	sovraccarico stabilizzante	12.60		(kN/m <sup>2</sup> )
$e = M / N$	eccentricità	0.21	0.03	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.08	2.44	(m)

I valori di  $N_c$ ,  $N_q$  e  $N_\gamma$  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)	10.43		(-)
$N_c = (N_q - 1) / tg(\phi)$	(2+ $\pi$ in cond. nd)	20.42		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * tg(\phi)$	(0 in cond. nd)	10.56		(-)

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

$i_q = (1 - T / (N + B * c' * cotg(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.37	0.50	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.30	0.30	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' * cotg(\phi)))^{m+1}$		0.23	0.23	(-)

(fondazione nastriforme  $m = 2$ )

$q_{lim}$	(carico limite unitario)	93.21	110.03	(kN/m <sup>2</sup> )
-----------	--------------------------	-------	--------	----------------------

<b>FS carico limite</b>	<b>F = <math>q_{lim} * B^* / N</math></b>	Nmin	<b>1.65</b>	>	<b>1</b>
		Nmax	<b>1.71</b>	>	

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>68 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

### verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (Sovr\ acc)$		121.57	139.57	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)		49.59		(kN/m)
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$				
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)		126.91	158.41	(kNm/m)
$MM = \Sigma M$				
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)		25.06	16.06	(kNm/m)
$M = X_c * N - MM$				

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

Fondazione Nastriforme

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

$c_1'$	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kN/mq)
$\phi_1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	24.79		(°)
$\gamma_1$	peso unità di volume terreno fondaz.	18.00		(kN/m <sup>3</sup> )
$q_0 = \gamma d' H_2'$	sovraccarico stabilizzante	12.60		(kN/m <sup>2</sup> )
$e = M / N$	eccentricità	0.21	0.12	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.09	2.27	(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)	10.43		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi')$	(2+ $\pi$ in cond. nd)	20.42		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan(\phi')$	(0 in cond. nd)	10.56		(-)

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)	0.35	0.42	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.28	0.35	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' \cot(\phi)))^{m+1}$		0.21	0.21	(-)

(fondazione nastriforme  $m = 2$ )

$q_{lim}$	(carico limite unitario)	87.26	99.41	(kN/m <sup>2</sup> )
-----------	--------------------------	-------	-------	----------------------

<b>FS carico limite</b>	<b><math>F = q_{lim} * B^* / N</math></b>	Nmin	<b>1.50</b>	>	<b>1</b>
		Nmax	<b>1.62</b>	>	

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>69 di 91</b>

### verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)	Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	111.27	129.27	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)	48.02		(kN/m)
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$			
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)	112.99	144.49	(kNm/m)
$MM = \sum M$			
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)	26.10	17.10	(kNm/m)
$M = X_c * N - MM$			

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

Fondazione Nastriforme

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

$c'1'$	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kN/mq)
$\phi'1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	24.79		(°)
$\gamma_1$	peso unità di volume terreno fondaz.	18.00		(kN/m <sup>3</sup> )
$q_0 = \gamma d * H_2'$	sovraccarico stabilizzante	12.60		(kN/m <sup>2</sup> )
$e = M / N$	eccentricità	0.23	0.13	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.03	2.24	(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)	10.43		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi)$	(2+ $\pi$ in cond. nd)	20.42		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan(\phi)$	(0 in cond. nd)	10.56		(-)

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)	0.32	0.40	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.25	0.33	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' \cot(\phi)))^{m+1}$		0.18	0.18	(-)

(fondazione nastriforme  $m = 2$ )

$q_{lim}$	(carico limite unitario)	77.92	90.95	(kN/m <sup>2</sup> )
-----------	--------------------------	-------	-------	----------------------

<b>FS carico limite</b>	<b><math>F = q_{lim} * B^* / N</math></b>	Nmin	<b>1.42</b>	>	1
		Nmax	<b>1.57</b>	>	1

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO MURI		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B.0.002	REV. A	PAGINA 70 di 91

### 10.2.2 Verifica GEO a scorrimento sul piano di posa della fondazione

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

#### verifica SLU

Risultante forze verticali (N)				
N	=	$P_m + P_t + v + Stv + Sqv_{perm} + Sqv_{acc}$	117.80	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T	=	$S_{th} + S_{qh} + f$	46.14	(kN/m)
Coefficiente di attrito alla base (f)				
f	=	$tg\phi_1'$	0.46	(-)
<b>Fs scorr.</b>		<b><math>(N \cdot f + Sp) / T</math></b>	<b>1.18</b>	<b>&gt;</b> <b>1</b>

#### verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)				
N	=	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	121.57	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T	=	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$	49.59	(kN/m)
Coefficiente di attrito alla base (f)				
f	=	$tg\phi_1'$	0.46	(-)
<b>Fs =</b>		<b><math>(N \cdot f + Sp) / T</math></b>	<b>1.13</b>	<b>&gt;</b> <b>1</b>

#### verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)				
N	=	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	111.27	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T	=	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$	48.02	(kN/m)
Coefficiente di attrito alla base (f)				
f	=	$tg\phi_1'$	0.46	(-)
<b>Fs =</b>		<b><math>(N \cdot f + Sp) / T</math></b>	<b>1.07</b>	<b>&gt;</b> <b>1</b>

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. PAGINA <b>A 71 di 91</b>

### 10.2.3 Verifica a ribaltamento EQU

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

#### verifica SLU

Momento stabilizzante (Ms)

$$Ms = Mm + Mt + Mfext3 \quad 134.96 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$Mr = MSt + MSq + Mfext1 + Mfext2 + MSP \quad 26.70 \quad (\text{kNm/m})$$

$$\mathbf{Fs \text{ ribaltamento} \quad Ms / Mr \quad 5.05 \quad > \quad 1}$$

#### verifica SLV+

Momento stabilizzante (Ms)

$$Ms = Mm + Mt + Mfext3 \quad 149.95 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$Mr = MSst + MSsq + Mfext1 + Mfext2 + MSP + MPs + Mpts \quad 23.05 \quad (\text{kNm/m})$$

$$\mathbf{Fr = Ms / Mr \quad 6.51 \quad > \quad 1}$$

#### verifica SLV-

Momento stabilizzante (Ms)

$$Ms = Mm + Mt + Mfext3 \quad 149.95 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$Mr = MSst + MSsq + Mfext1 + Mfext2 + MSP + MPs + Mpts \quad 36.97 \quad (\text{kNm/m})$$

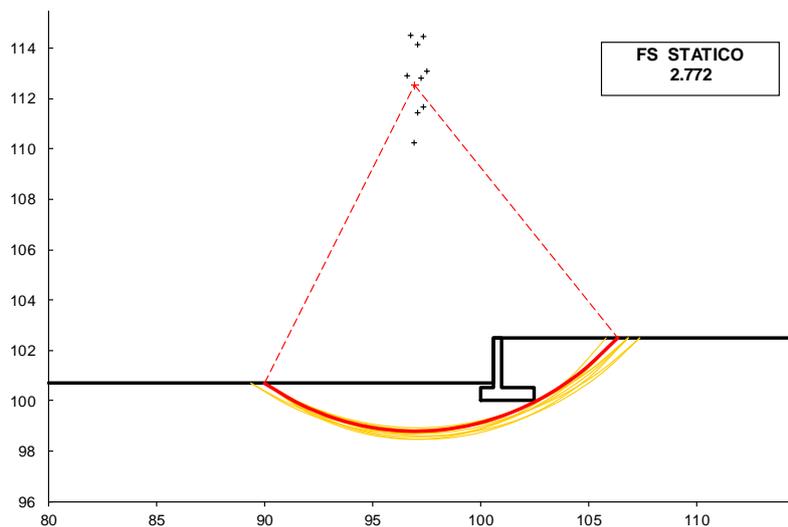
$$\mathbf{Fr = Ms / Mr \quad 4.06 \quad > \quad 1}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>72 di 91</b>

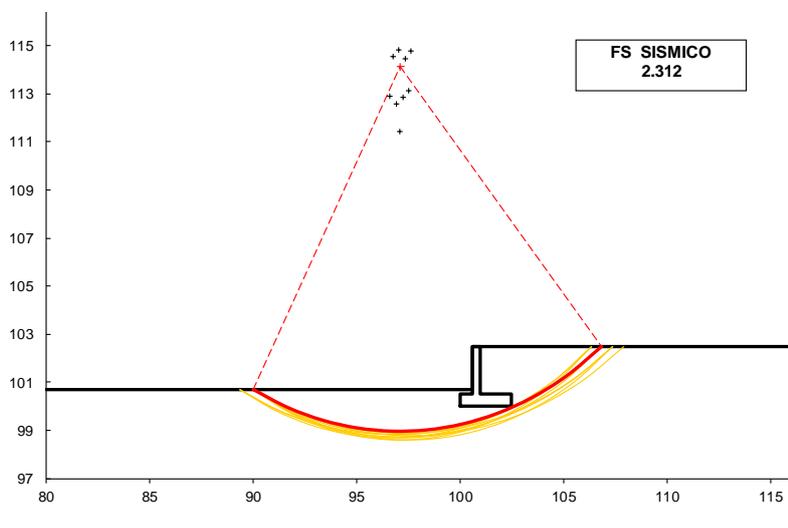
### 10.2.4 Verifica GEO a stabilità globale

Le verifiche effettuate vengono di seguito presentate in forma sintetica. Nelle figure, in alto, è indicato il coefficiente di sicurezza minimo FS che fa riferimento alla superficie di scorrimento critica evidenziata in rosso; il valore FS minimo deve essere confrontato con il coefficiente di sicurezza previsto dalla normativa per la combinazione considerata:  $R2=1.10$ .

#### Verifica in condizioni statiche



#### Verifica in condizioni sismiche



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. PAGINA <b>A 73 di 91</b>

### 10.2.5 Verifiche strutturali

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

#### Spinte e momenti SLU A1

##### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

$$St = 0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$$

$$Sq \text{ perm} = q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$$

$$Sq \text{ acc} = q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$$

- Componente orizzontale condizione statica

$$Sth = St \cdot \cos \delta$$

$$Sqh \text{ perm} = Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$$

$$Sqh \text{ acc} = Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$$

- Componente verticale condizione statica

$$Stv = St \cdot \sin \delta$$

$$Sqv \text{ perm} = Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$$

$$Sqv \text{ acc} = Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$$

- Spinta passiva sul dente

$$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot Hd^2 \cdot \left[ \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd \right]$$

	SLE	STR/GEO	EQU
St (kN/m)	16.72	21.74	22.51
Sq perm (kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sq acc (kN/m)	49.43	74.14	90.71
Sth (kN/m)	15.72	20.43	21.58
Sqh perm (kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sqh acc (kN/m)	46.45	69.67	86.96
Stv (kN/m)	5.72	7.44	6.40
Sqv perm (kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sqv acc (kN/m)	16.91	25.36	25.80
Sp (kN/m)	0.00	0.00	0.00

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

$$MSt1 = St \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$$

$$MSt2 = St \cdot B$$

$$MSq1 \text{ perm} = Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$$

$$MSq1 \text{ acc} = Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$$

$$MSq2 \text{ perm} = Sqv \text{ perm} \cdot B$$

$$MSq2 \text{ acc} = Sqv \text{ acc} \cdot B$$

$$MSp = \gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$$

	SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 (kNm/m)	13.10	17.02	17.98
MSt2 (kNm/m)	14.30	18.59	16.01
MSq1 perm (kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSq1 acc (kNm/m)	58.06	87.09	108.70
MSq2 perm (kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSq2 acc (kNm/m)	42.26	63.40	64.51
MSp (kNm/m)	0.00	0.00	0.00
Mfext1 (kNm/m)	4.45	6.68	4.90
Mfext2 (kNm/m)	7.43	11.14	8.17
Mfext3 (kNm/m)	4.59	0.00	4.13

##### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

$$Mfext1 = mp + m$$

$$Mfext2 = (fp + f) \cdot (H3 + H2)$$

$$Mfext3 = (vp + v) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>74 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

### Spinte e momenti SLV A1+

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	16.72	16.72	20.46
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1 + k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as}^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	4.34	4.34	4.96
Ssq1 perm = $q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^+$	(kN/m)	35.69	35.69	43.06

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = Sst1 stat * cos $\delta$	(kN/m)	15.72	15.72	19.61
Sst1h sism = Sst1 sism * cos $\delta$	(kN/m)	4.08	4.08	4.75
Ssq1h perm = Ssq1 perm * cos $\delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * cos $\delta$	(kN/m)	33.53	33.53	41.28

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = Sst1 stat * sen $\delta$	(kN/m)	5.72	5.72	5.82
Sst1v sism = Sst1 sism * sen $\delta$	(kN/m)	1.48	1.48	1.41
Ssq1v perm = Ssq1 perm * sen $\delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * sen $\delta$	(kN/m)	12.21	12.21	12.25

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1 + k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps}^+ + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1 + k_v) \cdot k_{ps}^+ \cdot H_2) \cdot H_d$	(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 * ((H <sub>2</sub> +H <sub>3</sub> +H <sub>4</sub> +h <sub>d</sub> )/3-h <sub>d</sub> )	( kNm/m )	13.10	13.10	16.35
MSst1 sism = Sst1h sism * ((H <sub>2</sub> +H <sub>3</sub> +H <sub>4</sub> +H <sub>d</sub> )/3-H <sub>d</sub> )	( kNm/m )	3.40	3.40	3.96
MSst2 stat = Sst1v stat * B	( kNm/m )	14.30	14.30	14.55
MSst2 sism = Sst1v sism * B	( kNm/m )	3.71	3.71	3.53
MSsq1 = Ssq1h * ((H <sub>2</sub> +H <sub>3</sub> +H <sub>4</sub> +H <sub>d</sub> )/2-H <sub>d</sub> )	( kNm/m )	41.92	41.92	51.60
MSsq2 = Ssq1v * B	( kNm/m )	30.51	30.51	30.63
MSp = $\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_{ps}^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1 \cdot k_{ps}^+ \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	( kNm/m )	0.00	0.00	0.00

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = mp+ms	( kNm/m )	4.45
Mfext2 = (fp+fs)*(H3 + H2)	( kNm/m )	7.43
Mfext3 = (vp+vs)*(B1 +B2 + B3/2)	( kNm/m )	4.59

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>75 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

### Spinte e momenti SLV A1-

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^{2 \cdot k_a}$	(kN/m)	16.72	16.72	20.46
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1 - k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^{2 \cdot k_a} \cdot s$	(kN/m)	2.82	2.82	3.09
Ssq1 perm = $q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}$	(kN/m)	36.35	36.35	43.82

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = Sst1 stat * cos $\delta$	(kN/m)	15.72	15.72	19.61
Sst1h sism = Sst1 sism * cos $\delta$	(kN/m)	2.65	2.65	2.97
Ssq1h perm = Ssq1 perm * cos $\delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * cos $\delta$	(kN/m)	34.16	34.16	42.01

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = Sst1 stat * sen $\delta$	(kN/m)	5.72	5.72	5.82
Sst1v sism = Sst1 sism * sen $\delta$	(kN/m)	0.96	0.96	0.88
Ssq1v perm = Ssq1 perm * sen $\delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * sen $\delta$	(kN/m)	12.43	12.43	12.46

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps} + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot k_{ps} \cdot H_2) \cdot H_d$	(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 * ((H <sub>2</sub> +H <sub>3</sub> +H <sub>4</sub> +hd)/3-hd)	( kNm/m )	13.10	13.10	16.35
MSst1 sism = Sst1h sism * ((H <sub>2</sub> +H <sub>3</sub> +H <sub>4</sub> +Hd)/3-Hd)	( kNm/m )	2.20	2.20	2.47
MSst2 stat = Sst1v stat * B	( kNm/m )	14.30	14.30	14.55
MSst2 sism = Sst1v sism * B	( kNm/m )	2.41	2.41	2.20
MSsq1 = Ssq1h * ((H <sub>2</sub> +H <sub>3</sub> +H <sub>4</sub> +Hd)/2-Hd)	( kNm/m )	42.69	42.69	52.51
MSsq2 = Ssq1v * B	( kNm/m )	31.08	31.08	31.16
MSp = $\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_{ps}^3 / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1 \cdot k_{ps} \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	( kNm/m )	0.00	0.00	0.00

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = mp+ms	( kNm/m )	4.45
Mfext2 = (fp+fs)*(H3 + H2)	( kNm/m )	7.43
Mfext3 = (vp+vs)*(B1 +B2 + B3/2)	( kNm/m )	4.59

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>76 di 91</b>

**Reazione del terreno**

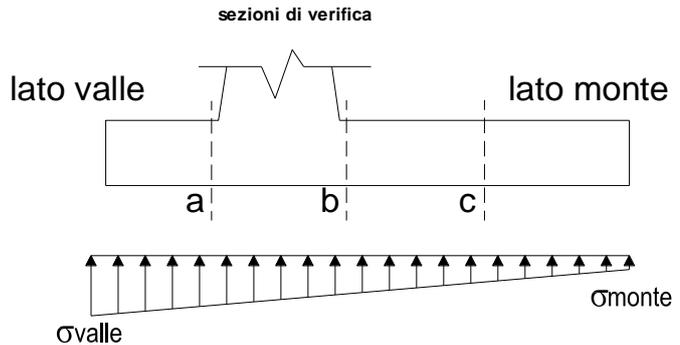
$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$

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

$A = 1.0 \cdot B = 2.50 \text{ (m}^2\text{)}$

$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.04 \text{ (m}^3\text{)}$

caso	N	M	$\sigma_{valle}$	$\sigma_{monte}$
	[kN]	[kNm]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
statico	138.04	62.93	115.89	0.00
	287.67	-11.88	103.66	126.47
sisma+	135.32	40.87	93.36	14.89
	195.17	10.94	88.57	67.56
sisma-	125.19	42.50	90.88	9.27
	185.04	12.58	86.09	61.94



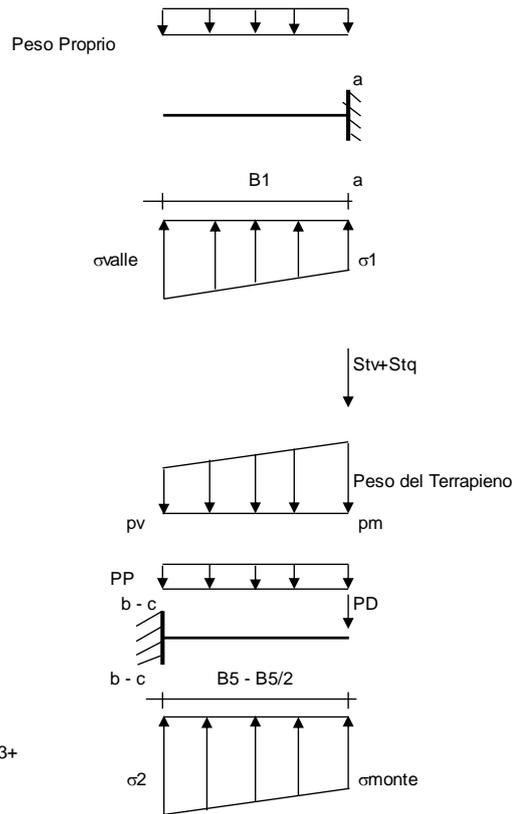
**Mensola Lato Valle**

Peso Proprio. PP = 12.50 (kN/m)

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

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

caso	$\sigma_{valle}$	$\sigma_1$	$M_a$	$V_a$
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]	[kN]
statico	115.89	86.70	16.86	53.28
	103.66	109.14	16.74	56.34
sisma+	93.36	74.53	13.32	46.28
	88.57	83.53	13.39	44.79
sisma-	90.88	71.29	13.04	44.72
	86.09	80.29	12.90	43.22



**Mensola Lato Monte**

PP = 12.50 (kN/m<sup>2</sup>) peso proprio soletta fondazione  
 PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	= 36.00	135.75	75.90	(kN/m <sup>2</sup> )
pvb	= 36.00	135.75	75.90	(kN/m <sup>2</sup> )
pvc	= 36.00	135.75	75.90	(kN/m <sup>2</sup> )

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

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

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

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>77 di 91</b>

### Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

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

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

$$N_{ext} = v$$

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

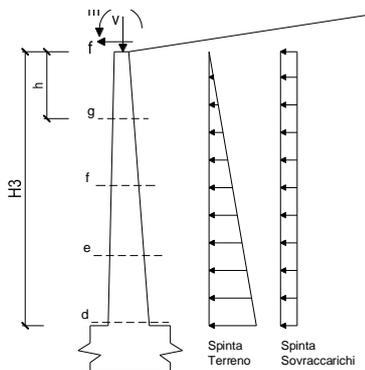
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

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

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

$$V_{ext} = f$$

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



30

### condizione statica

sezione	h [m]	M <sub>t</sub> [kNm/m]	M <sub>q</sub> [kNm/m]	M <sub>ext</sub> [kNm/m]	M <sub>tot</sub> [kNm/m]	N <sub>ext</sub> [kN/m]	N <sub>pp</sub> [kN/m]	N <sub>tot</sub> [kN/m]
d-d	2.00	8.72	55.74	15.59	110.04	0.00	20.00	20.00
e-e	1.50	3.68	31.35	13.36	48.39	0.00	15.00	15.00
f-f	1.00	1.09	13.93	11.13	26.15	0.00	10.00	10.00
g-g	0.50	0.14	3.48	8.90	12.52	0.00	5.00	5.00

sezione	h [m]	V <sub>t</sub> [kN/m]	V <sub>q</sub> [kN/m]	V <sub>ext</sub> [kN/m]	V <sub>tot</sub> [kN/m]
d-d	2.00	13.08	55.74	4.46	73.27
e-e	1.50	7.35	41.80	4.46	53.61
f-f	1.00	3.27	27.87	4.46	35.59
g-g	0.50	0.82	13.93	4.46	19.21

### condizione sismica +

sezione	h [m]	M <sub>t stat</sub> [kNm/m]	M <sub>t sism</sub> [kNm/m]	M <sub>q</sub> [kNm/m]	M <sub>ext</sub> [kNm/m]	M <sub>inerzia</sub> [kNm/m]	M <sub>tot</sub> [kNm/m]	N <sub>ext</sub> [kN/m]	N <sub>pp+inerzia</sub> [kN/m]	N <sub>tot</sub> [kN/m]
d-d	2.00	6.71	1.85	26.83	10.39	1.87	47.64	5.74	20.93	26.67
e-e	1.50	2.83	0.78	15.09	8.91	1.05	28.66	5.74	15.70	21.44
f-f	1.00	0.84	0.23	6.71	7.42	0.47	15.66	5.74	10.47	16.21
g-g	0.50	0.10	0.03	1.68	5.94	0.12	7.86	5.74	5.23	10.97

sezione	h [m]	V <sub>t stat</sub> [kN/m]	V <sub>t sism</sub> [kN/m]	V <sub>q</sub> [kN/m]	V <sub>ext</sub> [kN/m]	V <sub>inerzia</sub> [kN/m]	V <sub>tot</sub> [kN/m]
d-d	2.00	10.06	2.78	26.83	2.97	1.87	44.50
e-e	1.50	5.66	1.56	20.12	2.97	1.40	31.71
f-f	1.00	2.51	0.69	13.41	2.97	0.93	20.53
g-g	0.50	0.63	0.17	6.71	2.97	0.47	10.95

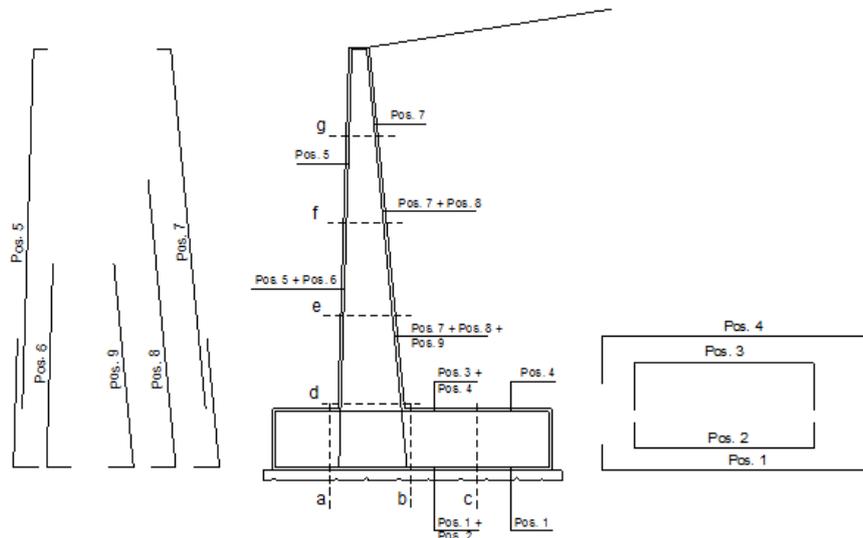
### condizione sismica -

sezione	h [m]	M <sub>t stat</sub> [kNm/m]	M <sub>t sism</sub> [kNm/m]	M <sub>q</sub> [kNm/m]	M <sub>ext</sub> [kNm/m]	M <sub>inerzia</sub> [kNm/m]	M <sub>tot</sub> [kNm/m]	N <sub>ext</sub> [kN/m]	N <sub>pp+inerzia</sub> [kN/m]	N <sub>tot</sub> [kN/m]
d-d	2.00	6.71	1.20	27.32	10.39	1.87	47.49	5.74	19.07	24.81
e-e	1.50	2.83	0.51	15.37	8.91	1.05	28.66	5.74	14.30	20.04
f-f	1.00	0.84	0.15	6.83	7.42	0.47	15.71	5.74	9.53	15.27
g-g	0.50	0.10	0.02	1.71	5.94	0.12	7.88	5.74	4.77	10.51

sezione	h [m]	V <sub>t stat</sub> [kN/m]	V <sub>t sism</sub> [kN/m]	V <sub>q</sub> [kN/m]	V <sub>ext</sub> [kN/m]	V <sub>inerzia</sub> [kN/m]	V <sub>tot</sub> [kN/m]
d-d	2.00	10.06	1.80	27.32	2.97	1.87	44.02
e-e	1.50	5.66	1.01	20.49	2.97	1.40	31.54
f-f	1.00	2.51	0.45	13.66	2.97	0.93	20.53
g-g	0.50	0.63	0.11	6.83	2.97	0.47	11.01

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>78 di 91</b>

- Armatura longitudinale  
 Posizione 1: 1 registro 5 Ø20  
 Posizione 4: 1 registro 5 Ø20  
 Posizione 5: 1 registro 5 Ø20  
 Posizione 7: 1 registro 5 Ø20
- Armatura trasversale  
 Non necessaria



Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu	
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(kNm)	FS
a - a	16.86	0.00	0.50	15.71	15.71	259.21	<b>15.38</b>
b - b	-82.34	0.00	0.50	15.71	15.71	259.21	<b>3.15</b>
c - c	-36.19	0.00	0.50	15.71	15.71	259.21	<b>7.16</b>
d - d	110.04	20.00	0.40	15.71	15.71	200.64	<b>1.82</b>
e - e	48.39	15.00	0.40	15.71	15.71	199.92	<b>4.13</b>
f - f	26.15	10.00	0.40	15.71	15.71	199.19	<b>7.62</b>
g - g	12.52	5.00	0.40	15.71	15.71	198.47	<b>15.85</b>

Sez.	V <sub>Ed</sub>	h	V <sub>rd</sub>	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V <sub>Rsd</sub>
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)
a - a	56.34	0.50	199.09	8	40	20	21.8	243.41
b - b	75.73	0.50	199.09	8	40	20	21.8	243.41
c - c	59.44	0.50	199.09	8	40	20	21.8	243.41
d - d	73.27	0.40	179.49	8	40	20	21.8	188.09
e - e	53.61	0.40	178.85	8	40	20	21.8	188.09
f - f	35.59	0.40	178.21	8	40	20	21.8	188.09
g - g	19.21	0.40	177.57	8	40	20	21.8	188.09

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>79 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

### Verifiche all'urto

Le verifiche all'urto si effettuano considerando la combinazione per azione eccezionali definite nel §2.5.3 della norma. Di seguito le sollecitazioni:

#### **SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO**

- Spinta totale condizione statica		<b>SLE</b>
St = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	16.72
Sq perm = $q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	0.00
Sq acc = $q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	49.43
- Componente orizzontale condizione statica		
Sth = $St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	15.72
Sqh perm = $Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00
Sqh acc = $Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	46.45
- Componente verticale condizione statica		
Stv = $St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	5.72
Sqv perm = $Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00
Sqv acc = $Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	16.91
- Spinta passiva sul dente		
Sp = $\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H_d^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0.00
-Fdy urto	(kN)	75

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

		<b>SLE</b>
MSt1 = $Sth \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	13.10
MSt2 = $Stv \cdot B$	(kNm/m)	14.30
MSq1 perm = $Sqh \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	0.00
MSq1 acc = $Sqh \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	58.06
MSq2 perm = $Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)	0.00
MSq2 acc = $Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)	42.26
MSp = $\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00

#### **MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE**

Mfext1 = $mp + m$	(kNm/m)	4.45
Mfext2 = $(fp + f) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	7.43
Mfext3 = $(vp + v) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	4.59
-M urto = $Fdy \cdot H / B$	(kNm/m)	30.23

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>80 di 91</b>

### CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

#### Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

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

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

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

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

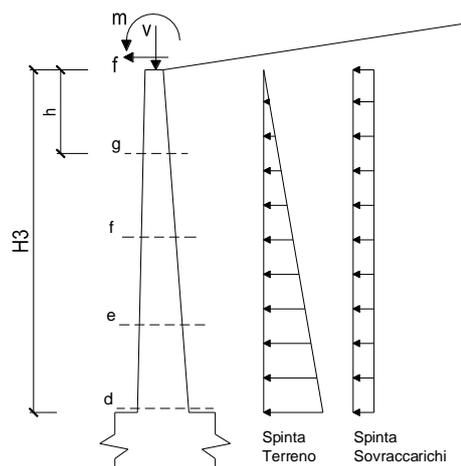
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{\text{orizz.}}} \cdot \gamma^*(1 \pm kv) \cdot h^2$$

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

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

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

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



#### 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	6.71	37.16	10.39	84.48	0.00	20.00	20.00
e-e	1.50	2.83	20.90	8.91	32.64	0.00	15.00	15.00
f-f	1.00	0.84	9.29	7.42	17.55	0.00	10.00	10.00
g-g	0.50	0.10	2.32	5.94	8.36	0.00	5.00	5.00

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	10.06	37.16	2.97	125.19
e-e	1.50	5.66	27.87	2.97	36.50
f-f	1.00	2.51	18.58	2.97	24.06
g-g	0.50	0.63	9.29	2.97	12.89

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu	
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(kNm)	FS
d - d	84.48	20.00	0.40	15.71	15.71	200.64	<b>2.37</b>
e - e	32.64	15.00	0.40	15.71	15.71	199.92	<b>6.13</b>
f - f	17.55	10.00	0.40	15.71	15.71	199.19	<b>11.35</b>
g - g	8.36	5.00	0.40	15.71	15.71	198.47	<b>23.73</b>

Sez.	V <sub>Ed</sub>	h	V <sub>rd</sub>	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V <sub>Rsd</sub>
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)
d - d	125.19	0.40	179.49	8	40	20	21.8	188.09
e - e	36.50	0.40	178.85	8	40	20	21.8	188.09
f - f	24.06	0.40	178.21	8	40	20	21.8	188.09
g - g	12.89	0.40	177.57	8	40	20	21.8	188.09

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>81 di 91</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

## 11 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

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

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

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

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

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

### Calcestruzzo

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

### Acciaio

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO MURI		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B.0.002	REV. PAGINA A 82 di 91

## 11.1 MURO 1

### 11.1.1 Verifiche a fessurazione

#### Reazione del terreno

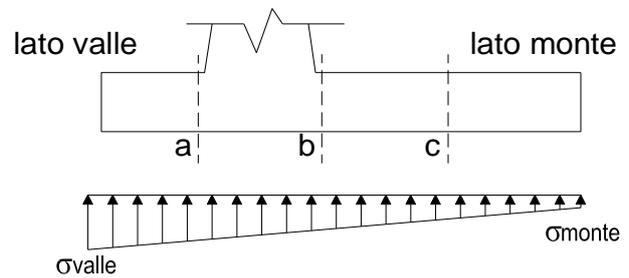
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

$$A = 1.0 \cdot B = 3.50 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 2.04 \quad (m^3)$$

caso	N	M	$\sigma_{valle}$	$\sigma_{monte}$
	[kN]	[kNm]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
Rara	227.23	47.94	88.41	41.44
	379.88	-28.38	94.64	122.44

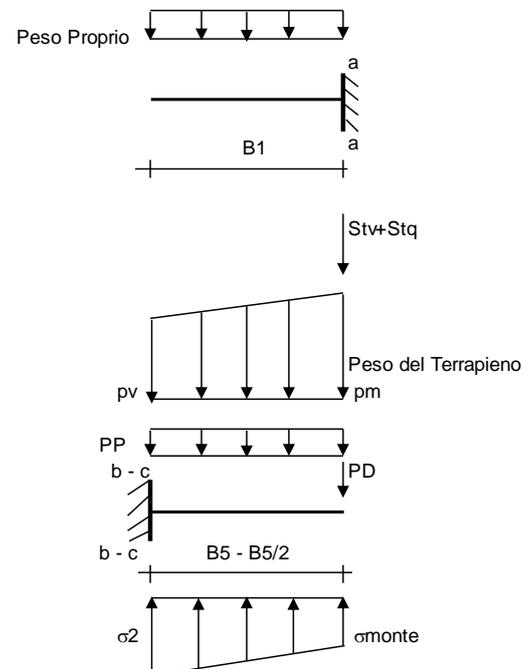


#### Mensola Lato Valle

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

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

caso	$\sigma_{valle}$	$\sigma_1$	Ma
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]
Rara	88.41	80.35	13.18
	94.64	99.40	15.07



#### 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	48.60	109.66		85.24	(kN/m <sup>2</sup> )
pvb	48.60	109.66		85.24	(kN/m <sup>2</sup> )
pvc	48.60	109.66		85.24	(kN/m <sup>2</sup> )

$$Mb = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 - PD \cdot (B^2 - Bd / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

$$Mc = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (B/2)^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B/2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (B/2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B/2) - PD \cdot (B/2 - Bd / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

caso	$\sigma_{monte}$	$\sigma_2b$	Mb	$\sigma_2c$	Mc
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]
Rara	41.44	74.99	-99.59	58.21	-47.54
	122.44	102.58	-92.92	112.51	-38.92

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>83 di 91</b>

### CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

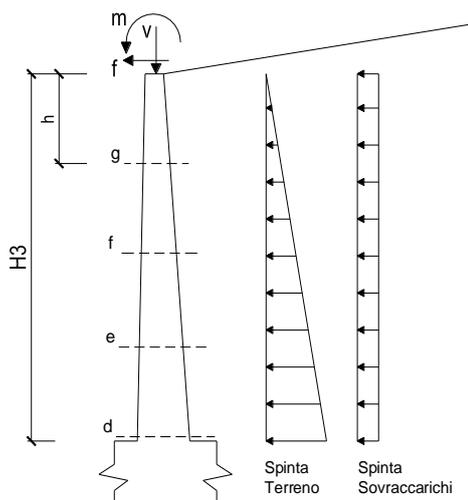
#### Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

$$N_{ext} = v$$



#### condizione Rara

sezione	h	Mt	Mq	Mext	Mtot	Next	Npp	Ntot
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.70	16.50	62.18	12.47	91.15	5.74	27.00	32.74
e-e	2.03	6.96	34.98	10.46	52.40	5.74	20.25	25.99
f-f	1.35	2.06	15.55	8.46	26.07	5.74	13.50	19.24
g-g	0.68	0.26	3.89	6.45	10.60	5.74	6.75	12.49

Sez.	M	N	h	Af	A'f	$\sigma_c$	$\sigma_f$	wk	wamm
(-)	(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	14.78	0.00	0.50	15.71	15.71	0.55	23.60	0.030	0.200
b - b	-96.49	0.00	0.50	15.71	15.71	3.57	154.12	0.198	0.200
c - c	-46.04	0.00	0.50	15.71	15.71	1.70	73.55	0.094	0.200
d - d	88.54	32.74	0.40	15.71	15.71	5.14	178.87	0.197	0.200
e - e	50.93	25.99	0.40	15.71	15.71	2.96	100.61	0.110	0.200
f - f	25.42	19.24	0.40	15.71	15.71	1.48	48.15	0.052	0.200
g - g	10.44	12.49	0.40	15.71	15.71	0.61	18.23	0.020	0.200

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>84 di 91</b>

### 11.1.2 Verifica alle tensioni

#### CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

##### Reazione del terreno

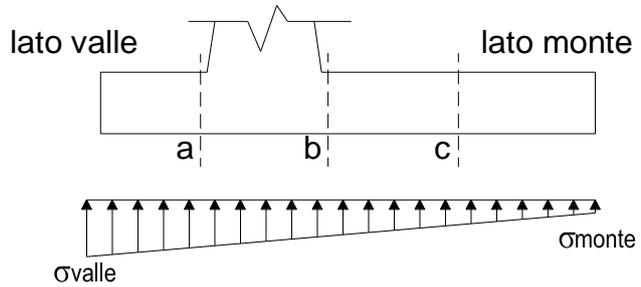
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

$$A = 1.0 \cdot B = 3.50 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 2.04 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{valle}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{monte}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
statico	226.40	45.74	87.09	42.28
	372.65	-27.39	93.06	119.88

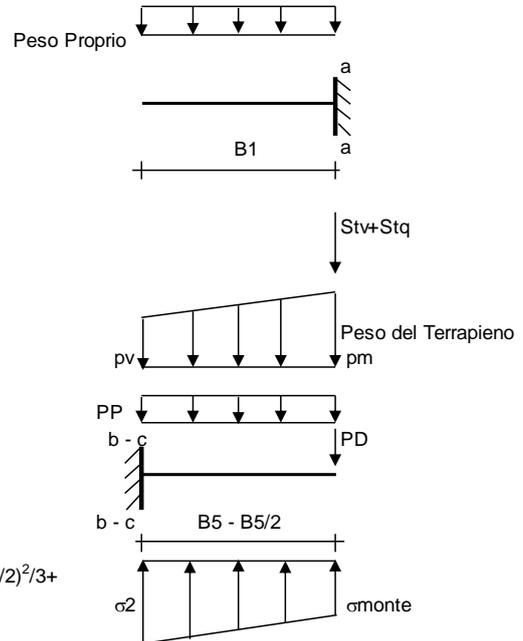


##### Mensola Lato Valle

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

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

caso	$\sigma_{valle}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$M_a$ [kNm]
statico	87.09	79.41	12.96
	93.06	97.66	14.78



##### Mensola Lato Monte

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

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

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	48.60	107.10	83.70	(kN/m <sup>2</sup> )
pvb	48.60	107.10	83.70	(kN/m <sup>2</sup> )
pvc	48.60	107.10	83.70	(kN/m <sup>2</sup> )

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

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

caso	$\sigma_{monte}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{2b}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$M_b$ [kNm]	$\sigma_{2c}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$M_c$ [kNm]
statico	42.28	74.29	-96.49	58.28	-46.04
	119.88	100.72	-90.09	110.30	-37.78

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA		
				IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B.0.002	A	85 di 91		

### CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

#### Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

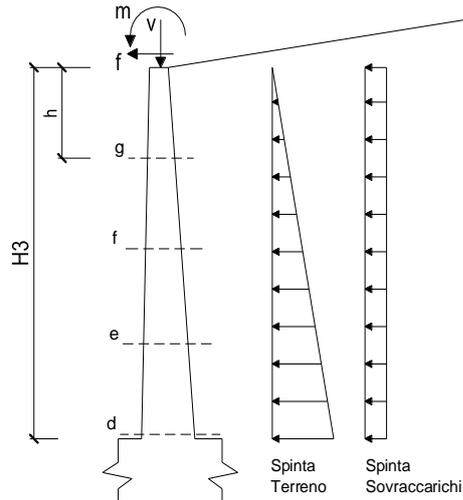
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{\text{orizz.}}} \cdot q \cdot h^2$$

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

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

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

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



#### 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	2.70	16.50	59.57	12.47	88.54	0.00	27.00	27.00
e-e	2.03	6.96	33.51	10.46	50.93	0.00	20.25	20.25
f-f	1.35	2.06	14.89	8.46	25.42	0.00	13.50	13.50
g-g	0.68	0.26	3.72	6.45	10.44	0.00	6.75	6.75

#### Condizione Statica

Sez.	M	N	h	A <sub>f</sub>	A' <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )
a - a	14.78	0.00	0.50	15.71	15.71	0.55	23.60
b - b	-96.49	0.00	0.50	15.71	15.71	3.57	154.12
c - c	-46.04	0.00	0.50	15.71	15.71	1.70	73.55
d - d	88.54	27.00	0.40	15.71	15.71	5.05	177.47
e - e	50.93	20.25	0.40	15.71	15.71	2.91	100.61
f - f	25.42	13.50	0.40	15.71	15.71	1.45	49.14
g - g	10.44	6.75	0.40	15.71	15.71	0.60	19.80

La verifica tensionale nella combinazione di carico Quasi Permanente per il calcestruzzo risulta automaticamente soddisfatta, in quanto la tensione in combinazione di carico Rara risulta inferiore al limite inerente alla combinazione di carico Quasi Permanente ( $0.40f_{ck}=12.80$  MPa). La verifica risulta, pertanto, certamente soddisfatta secondo entrambe le combinazioni.

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO MURI		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B.0.002	REV. A	PAGINA 86 di 91

## 11.2 MURO 2

### 11.2.1 Verifiche a fessurazione

#### Reazione del terreno

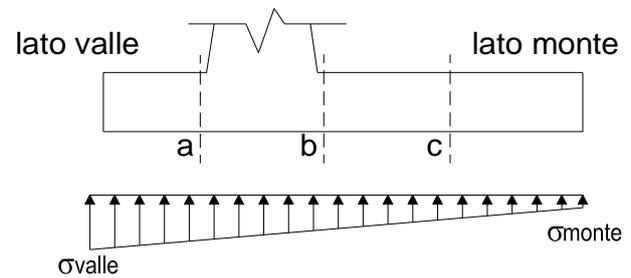
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

$$A = 1.0 \cdot B = 2.50 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.04 \quad (m^3)$$

caso	N	M	$\sigma_{valle}$	$\sigma_{monte}$
	[kN]	[kNm]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
Rara	133.62	39.33	91.20	15.69
	233.37	-10.54	83.22	103.47

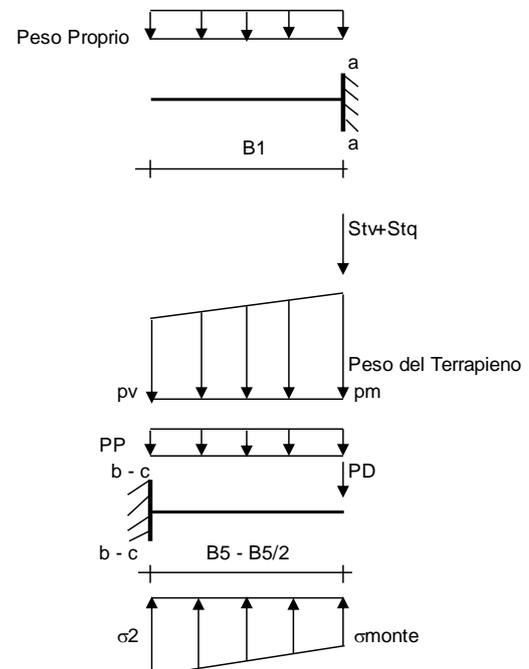


#### Mensola Lato Valle

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

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

caso	$\sigma_{valle}$	$\sigma_1$	Ma
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]
Rara	91.20	73.08	13.08
	83.22	88.08	13.02



#### 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	= 36.00	102.50	75.90	(kN/m <sup>2</sup> )	
pvb	= 36.00	102.50	75.90	(kN/m <sup>2</sup> )	
pvc	= 36.00	102.50	75.90	(kN/m <sup>2</sup> )	

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

$$Mc = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (B/2)^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B/2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (B/2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B/2) - PD \cdot (B/2 - Bd / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

caso	$\sigma_{monte}$	$\sigma_2b$	Mb	$\sigma_2c$	Mc
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]
Rara	15.69	61.00	-53.86	38.34	-24.07
	103.47	91.32	-51.47	97.39	-20.78

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>87 di 91</b>

### CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

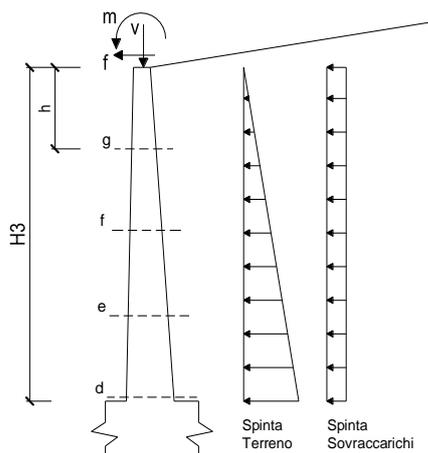
#### Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

$$N_{ext} = v$$



#### condizione Rara

sezione	h	M <sub>t</sub>	M <sub>q</sub>	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	6.71	37.16	10.39	54.25	5.74	20.00	25.74
e-e	1.50	2.83	20.90	8.91	32.64	5.74	15.00	20.74
f-f	1.00	0.84	9.29	7.42	17.55	5.74	10.00	15.74
g-g	0.50	0.10	2.32	5.94	8.36	5.74	5.00	10.74

#### condizione Rara

Sez.	M	N	h	A <sub>f</sub>	A <sub>f'</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	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	13.08	0.00	0.50	15.71	15.71	0.48	20.89	0.027	0.200
b - b	-53.86	0.00	0.50	15.71	15.71	1.99	86.03	0.110	0.200
c - c	-24.07	0.00	0.50	15.71	15.71	0.89	38.45	0.049	0.200
d - d	54.25	25.74	0.40	15.71	15.71	3.10	105.86	0.116	0.200
e - e	32.64	20.74	0.40	15.71	15.71	1.87	62.03	0.068	0.200
f - f	17.55	15.74	0.40	15.71	15.71	1.01	31.93	0.035	0.200
g - g	8.36	10.74	0.40	15.71	15.71	0.48	14.22	0.015	0.200

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>88 di 91</b>

## 11.2.2 Verifica alle tensioni

### CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

#### Reazione del terreno

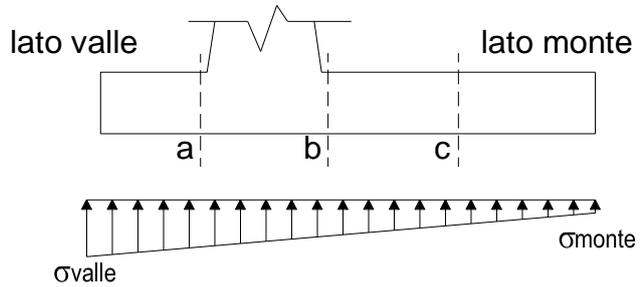
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

$$A = 1.0 \cdot B = 2.50 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.04 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{valle}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{monte}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
statico	133.62	39.33	91.20	15.69
	233.37	-10.54	83.22	103.47

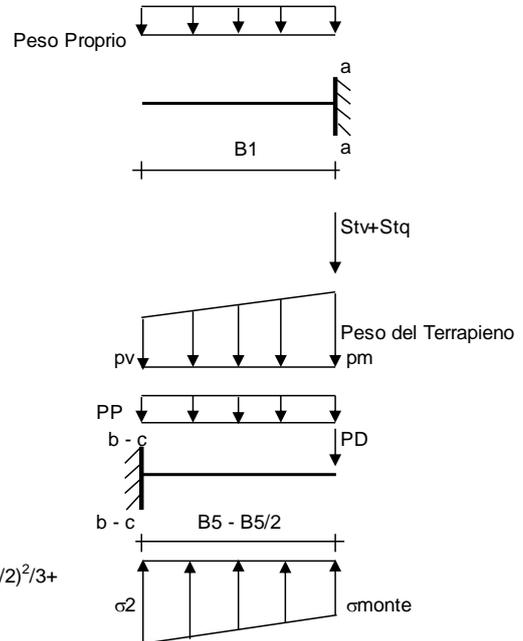


#### Mensola Lato Valle

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

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

caso	$\sigma_{valle}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$M_a$ [kNm]
statico	91.20	73.08	13.08
	83.22	88.08	13.02



#### Mensola Lato Monte

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

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

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	36.00	102.50	75.90	(kN/m <sup>2</sup> )
pvb	36.00	102.50	75.90	(kN/m <sup>2</sup> )
pvc	36.00	102.50	75.90	(kN/m <sup>2</sup> )

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

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

caso	$\sigma_{monte}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$M_b$ [kNm]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$M_c$ [kNm]
statico	15.69	61.00	-53.86	38.34	-24.07
	103.47	91.32	-51.47	97.39	-20.78

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA		
				IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B.0.002	A	89 di 91		

### CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

#### Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

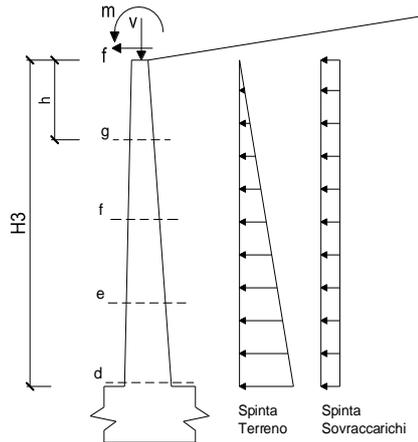
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

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

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

$$N_{ext} = v$$

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



#### condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M <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	6.71	37.16	10.39	54.25	0.00	20.00	20.00
e-e	1.50	2.83	20.90	8.91	32.64	0.00	15.00	15.00
f-f	1.00	0.84	9.29	7.42	17.55	0.00	10.00	10.00
g-g	0.50	0.10	2.32	5.94	8.36	0.00	5.00	5.00

#### Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )
a - a	13.08	0.00	0.50	15.71	15.71	0.48	20.89
b - b	-53.86	0.00	0.50	15.71	15.71	1.99	86.03
c - c	-24.07	0.00	0.50	15.71	15.71	0.89	38.45
d - d	54.25	20.00	0.40	15.71	15.71	3.10	107.66
e - e	32.64	15.00	0.40	15.71	15.71	1.87	63.83
f - f	17.55	10.00	0.40	15.71	15.71	1.01	33.71
g - g	8.36	5.00	0.40	15.71	15.71	0.48	15.99

La verifica tensionale nella combinazione di carico Quasi Permanente per il calcestruzzo risulta automaticamente soddisfatta, in quanto la tensione in combinazione di carico Rara risulta inferiore al limite inerente alla combinazione di carico Quasi Permanente ( $0.40f_{ck}=12.80 \text{ MPa}$ ). La verifica risulta, pertanto, certamente soddisfatta secondo entrambe le combinazioni.

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>90 di 91</b>

## 12 VALUTAZIONE INCIDENZA ARMATURE

Viene di seguito riportato il prospetto del foglio di calcolo per la valutazione delle incidenze computata per un metro di sviluppo longitudinale della struttura, avendo infine incrementato il quantitativo di armatura da calcolo del 30% per tener conto di sovrapposizioni, ridondanza d'angolo, sfridi ecc..:

### 12.1 MURO 1

ELEMENTI	dimensioni [m]		volume [mc]	Armatura	volume [mc]
Fondazione	Base	3.5	1.75	φ20	0.0107
	Altezza	0.5		φ14	0.0052
Parete	Base	0.4	1.28	φ20	0.0099
	Altezza	3.2		φ14	0.0049
tot			<b>3.03</b>	tot	<b>0.0308</b>
				kg acciaio	<b>242.24</b>

Elementi	Armatura trasv.	L staffa [m]	volume [mc]
Fondazione	20φ8	0.42	0.0004
Parete	40φ8	0.32	0.0006
tot			<b>0.0011</b>
kg acciaio			<b>8.37</b>

Volume cls (mc) per estensione di 1 ml della struttura	kg acciaio in 1 ml (incrementando del 30%-sovrapposizioni)	incidenza (kg acc/mc cls)
<b>3.03</b>	325.8	<b>107.53</b>

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.01.B.0.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>91 di 91</b>

## 12.2 MURO 2

ELEMENTI	dimensioni [m]		volume [mc]	Armatura	volume [mc]
Fondazione	Base	2.5	1.25	φ20	0.0076
	Altezza	0.5		φ14	0.0025
Parete	Base	0.4	1	φ20	0.0077
	Altezza	2.5		φ14	0.0025
tot			<b>2.25</b>	tot	<b>0.0203</b>
				kg acciaio	<b>159.16</b>

Elementi	Armatura trasv.	L staffa [m]	volume [mc]
Fondazione	15φ8	0.42	0.0003
Parete	30φ8	0.32	0.0005
tot			<b>0.0008</b>
kg acciaio			<b>6.28</b>

Volume cls (mc) per estensione di 1 ml della struttura	kg acciaio in 1 ml (incrementando del 30%-sovrapposizioni)	incidenza (kg acc/mc cls)
<b>2.25</b>	215.07	<b>95.59</b>