

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

RI – RILEVATI

RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49

RELAZIONE DI CALCOLO

| | |
|-------------------------------------|--|
| 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 | E | Z | Z | C | L | R | I | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | A | - |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|------|-------------|------------|----------|------------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| A | EMISSIONE | S. CHECCHI | 14/06/18 | PINTI | 15/06/18 | D'ANGELO | 15/06/18 | COPPA | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 30/06/18 |

File: IF1M.0.0.E.ZZ.CL.RI.02.0.0.001.A.doc

n. Elab.:

| | | | | | | | |
|---|------------------------------------|---|-----------------|----------|--------------|------|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 2 di 68 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | PREMESSA..... | 4 |
| 2 | DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA..... | 6 |
| 3 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 8 |
| 4 | CARATTERISTICHE DEI MATERIALI..... | 9 |
| 4.1 | CALCESTRUZZO | 9 |
| 4.1.1 | <i>Strutture di elevazione e fondazioni.....</i> | 9 |
| 4.2 | ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE | 10 |
| 4.3 | COPRIFERRI MINIMI..... | 10 |
| 5 | CARATTERISTICHE GEOTECNICHE..... | 11 |
| 6 | ELABORATI DI RIFERIMENTO..... | 12 |
| 7 | CRITERI DI VERIFICA | 13 |
| 7.1 | VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO..... | 13 |
| 7.1.1 | <i>Verifica a fessurazione</i> | 13 |
| 7.1.2 | <i>Verifica delle tensioni in esercizio.....</i> | 14 |
| 7.2 | VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI | 15 |
| 7.2.1 | <i>Sollecitazioni flettenti</i> | 15 |
| 7.2.2 | <i>Sollecitazioni taglianti</i> | 15 |
| 7.3 | VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE | 17 |
| 7.3.1 | <i>Verifiche allo scorrimento</i> | 17 |
| 7.3.2 | <i>Verifiche a Ribaltamento</i> | 18 |
| 7.3.3 | <i>Verifica di Capacità Portante (Carico Limite)</i> | 18 |
| 7.4 | VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE | 21 |

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 3 di 68 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 7.4.1 | VERIFICHE IN FASE SISMICA..... | 23 |
| 7.4.2 | VERIFICHE STRUTTURALI..... | 26 |
| 8 | CRITERI DI CALCOLO SPINTE DEL TERRENO E DEI SOVRACCARICHI .. | 27 |
| 8.1 | FASE STATICA | 27 |
| 8.2 | FASE SISMICA | 28 |
| 9 | ANALISI DEI CARICHI..... | 31 |
| 9.1 | PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI G1 | 31 |
| 9.2 | SOVRACCARICHI TRAFFICO FERROVIARIO..... | 31 |
| 10 | AZIONE SISMICA DI VERIFICA | 36 |
| 11 | COMBINAZIONI DI CARICO..... | 42 |
| 12 | ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE..... | 55 |
| 12.1 | VERIFICHE MURO TIPO F (HMAX=6.00 M) | 55 |
| 12.2 | VERIFICHE MURO TIPO G (HMAX=6.60 M) | 61 |
| 13 | INCIDENZE..... | 67 |
| 14 | INDICE DELLE FIGURE | 68 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 4 di 68 |

1 PREMESSA

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche strutturali del muro di sostegno previsto tra le opere minori relative al progetto esecutivo della variante linea ferroviaria Napoli Cannello, itinerario Napoli-Bari.

In particolare, le opere in questione riguardano i muri di sostegno adottati per il tratto compreso tra le progressive 6+075.78 e 6+192.49, e presentano le principali caratteristiche geometriche riassunte nella tabella seguente (per maggiori dettagli ed una descrizione più completa delle opere si rimanda agli elaborati grafici di progetto):

| TIPOLOGIA | H _{param} [m] | S _{param} [m] | L _{fond} [m] | S _{fond} [m] |
|-----------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| F | 5.8÷6 | 0.50÷0.95 | 5.00 | 1.10 |
| G | 6÷6.95 | 0.50÷1.05 | 5.60 | 1.20 |

Tabella 1 – Caratteristiche geometriche muri di sostegno

Di seguito si riportano delle immagini rappresentative delle due tipologie di muri in oggetto:

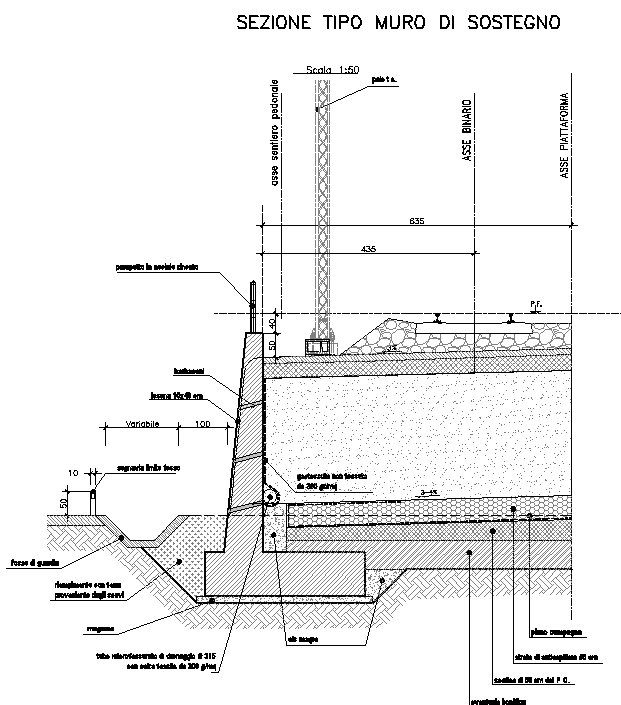


Figura 1: Sezione tipologica

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 5 di 68 |

Si riporta di seguito un inquadramento generale delle opere di sostegno di cui sopra:

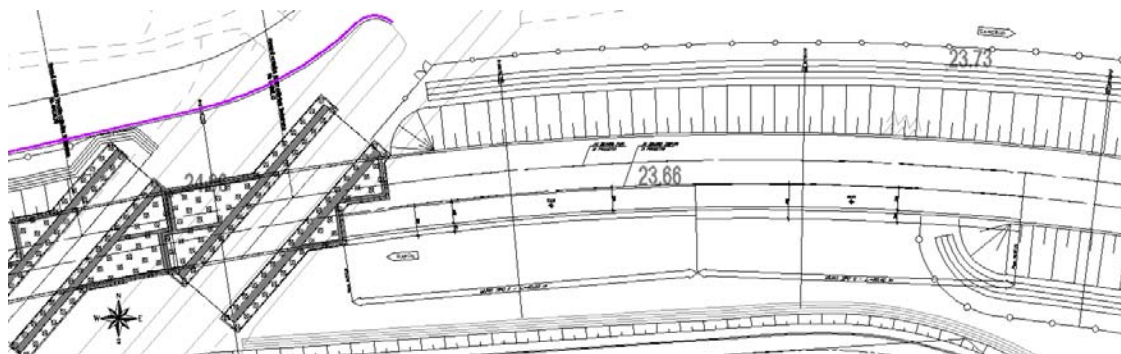


Figura 2 – Pianta

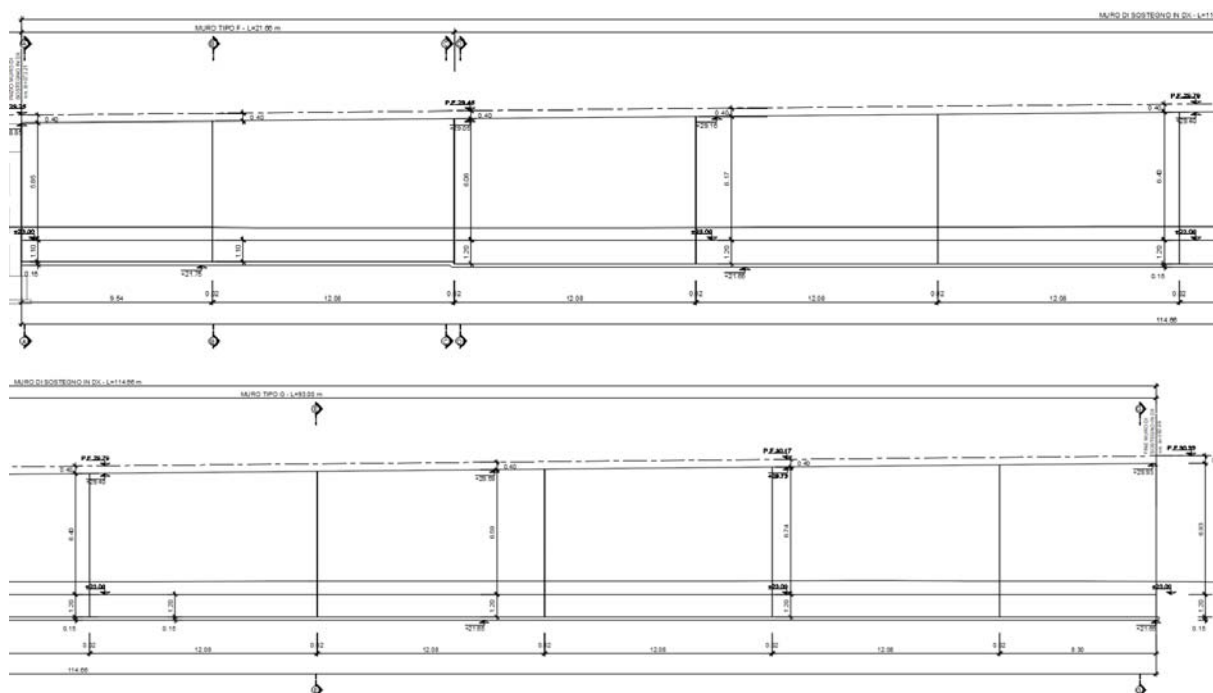


Figura 3 – Profilo longitudinale

L'analisi delle opere viene effettuata con riferimento ad una fascia di larghezza pari a 1.0 m. Il modello di calcolo è realizzato mediante il software commerciale MAX 10.10 distribuito da Aztec Informatica.

Le strutture sono state progettate coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente, "Norme Tecniche per le Costruzioni"- DM 14.1.2008 e Circolare n .617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni".

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| 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 RI02 - MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 6 di 68 |

2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Le opere strutturali consistono nella realizzazione di un muro lato binario dispari di lunghezza complessiva di 114.6m e di altezza variabile tra le sezioni del muro tipo F, di altezza massima 6.00m e del tipo G, di altezza massima 7.00m.

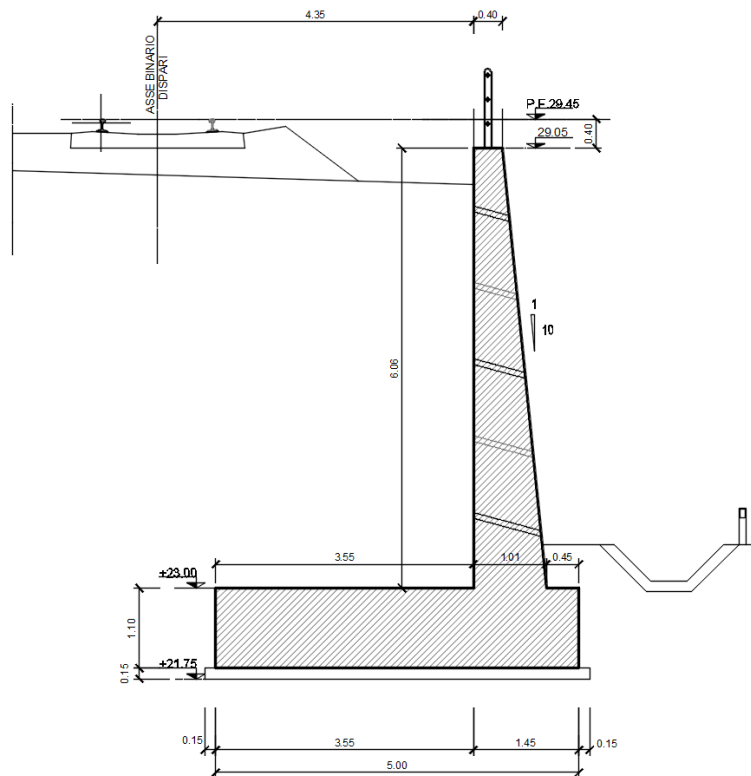


Figura 4: Sezione trasversale tipo F

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| 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 RI02 - MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 7 di 68 |

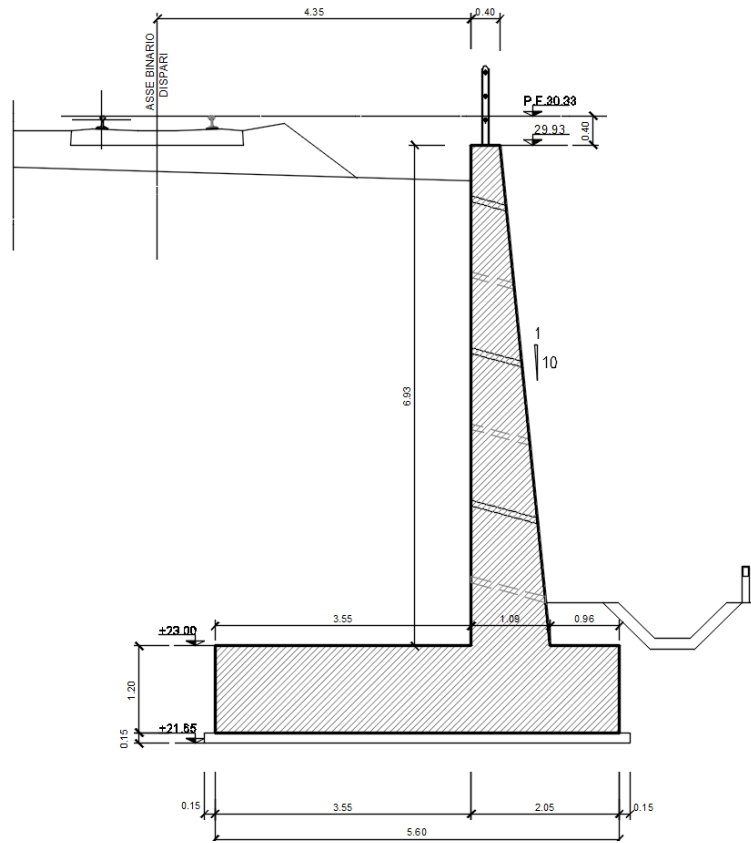


Figura 5: Sezione trasversale tipo G

| | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|--------------------------|--|--|--|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 8 di 68 | | | | |

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

L'analisi dell'opera e le verifiche degli elementi strutturali sono state condotte in accordo con le vigenti disposizioni legislative e in particolare con le seguenti norme e circolari:

- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare M.LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al Decreto Ministeriale del 14/01/2008".

Si è tenuto inoltre conto dei seguenti documenti:

- UNI EN 1990 – Aprile 2006: Eurocodice: Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1 – Agosto 2004: Eurocodice 1 – Parte 1-1: Azioni in generale – Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi variabili.
- UNI EN 1991-1-4 – Luglio 2005: Eurocodice 1. Azioni sulle strutture. Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1992-1-1 – Novembre 2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1992-2 – Gennaio 2006: Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi.
- UNI-EN 1997-1 – Febbraio 2005: Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali.
- UNI-EN 1998-1 – Marzo 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI-EN 1998-5 – Gennaio 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Legge 5-1-1971 n° 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64.: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- UNI EN 206-1-2001: Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- RFI DTC SI MA IFS 001 A – Dicembre 2016: Manuale di progettazione delle opere civili.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---------------------------|-----------|-------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 9 di 68 |

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali impiegati, ricavate con riferimento alle indicazioni contenute D.M.14 gennaio 2008. Le classi di esposizione dei calcestruzzi sono coerenti con la UNI EN 206-1-2001.

4.1 CALCESTRUZZO

4.1.1 Strutture di elevazione e fondazioni

Per il getto in opera del muro di sostegno si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC3

C32/40 $f_{ck} \geq 32$ MPa $R_{ck} \geq 40$ MPa

Classe minima di consistenza: S4-S5

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

| | | | |
|--|--|-----------|-------------------|
| Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni | R_{ck} | 40 | N/mm ² |
| Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni | $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$ | 33.20 | N/mm ² |
| Valore medio della resistenza cilindrica | $f_{cm} = f_{ck} + 8$ | 41.20 | N/mm ² |
| Resistenza di calcolo breve durata | $f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$ | 22.13 | N/mm ² |
| Resistenza di calcolo lunga durata | $f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$ | 18.81 | N/mm ² |
| Resistenza media a trazione assiale | $f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60] | 3.10 | N/mm ² |
| Resistenza caratteristica a trazione | $f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$ | 2.17 | N/mm ² |
| Resistenza media a trazione per flessione | $f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$ | 3.72 | N/mm ² |
| Resistenza di calcolo a trazione | $f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$ | 1.45 | N/mm ² |
| Modulo di Young | $E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$ | 33643 | N/mm ² |

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 10 di 68 |

4.2 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE

| | |
|--|-----------------------|
| Classe acciaio per armature ordinarie | B450C |
| Tensione di snervamento caratteristica | $f_{yk} \geq 450$ MPa |
| Tensione caratteristica di rottura | $f_t \geq 540$ MPa |
| Modulo di elasticità | $E_a = 210000$ MPa |

4.3 COPRIFERRI MINIMI

Si riportano di seguito i copriferri minimi per le strutture in calcestruzzo armato:

| | |
|-------------------------|--------|
| Strutture di elevazione | 4.0 cm |
| Strutture di fondazione | 4.0 cm |

| | | | | | | | |
|--|---|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 11 di 68 |

5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

In corrispondenza dell'opera in esame, la successione stratigrafica è quella di seguito rappresentata, riferita nello specifico alle progressive dalla pk 6+070.50 alla pk. 6+187.70:

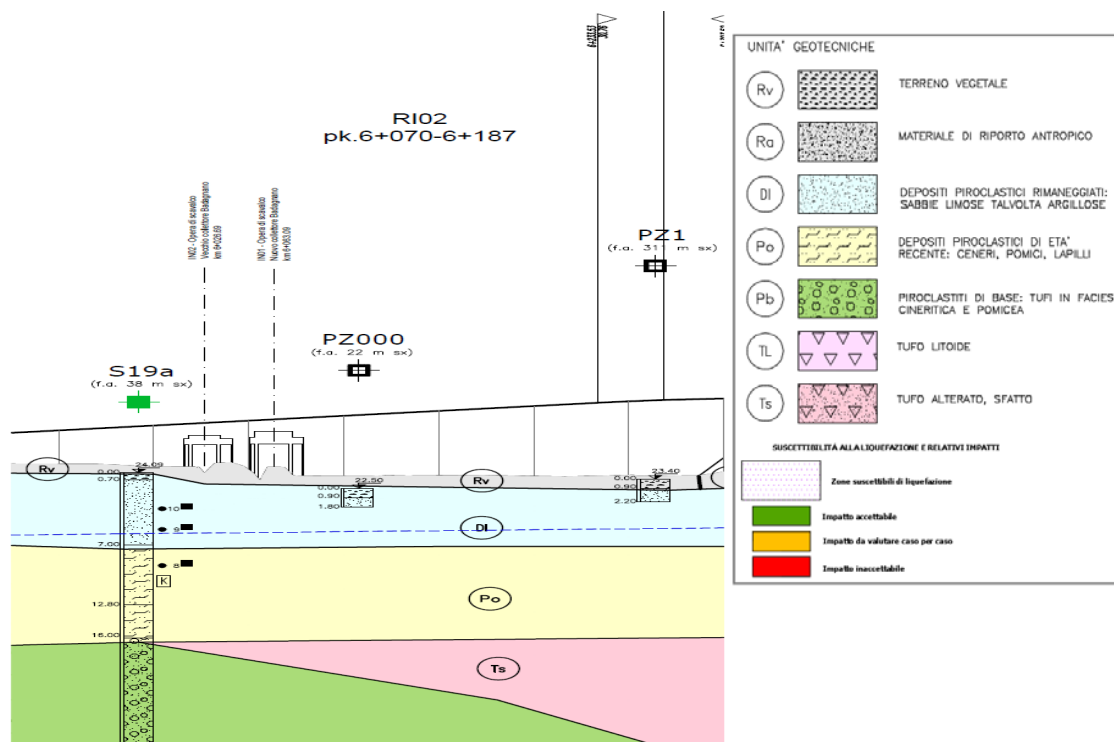


Figura 3 - Stralcio profilo geotecnico

In considerazione della quota di posa del piano di fondazione dell'opera, l'opera risulta situata in corrispondenza del litotipo "DI". Nel seguito si riportano i parametri ritenuti significativi ai fini delle Analisi

| TIPOLOGIA | γ [kN/m ³] | c [MPa] | ϕ [°] |
|--|----------------------------------|------------|---------------|
| Rinfianco: Riporto antropico dei rilevati | 20 | 0 | 38 |
| Base: Piroclastiti rimaneggiate sabbioso limose (DI) | 16 | 0 | 30 |

Tabella 3 – Caratteristiche meccaniche dei terreni

Il regime delle spinta presenti sull'opera non è influenzato dalla falda.

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 12 di 68 |

6 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Si riportano appresso l'elenco di elaborati grafici di riferimento:

| | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| IF1M.0.0.E.ZZ.LA.RI.02.0.0.001.A | Pianta e profilo longitudinale |
| IF1M.0.0.E.ZZ.BB.RI.02.0.0.001.A | Carpenteria e dettagli |
| IF1M.0.0.E.ZZ.P9.RI.02.0.0.001.A | Pianta scavi |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. | Mandante: ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | | |
| PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. | Mandante: 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 13 di 68 |

7 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di sicurezza sono state effettuate sulla base dei criteri definiti nelle vigenti norme tecniche - “Norme tecniche per le costruzioni”- DM 14.1.2008 -, tenendo inoltre conto delle integrazioni riportate nel “Manuale di progettazione delle opere civili” - RFI DTC SI MA IFS 001 A .

In particolare vengono effettuate le verifiche agli stati limite di servizio ed allo stato limite ultimo. Le combinazioni di carico considerate ai fini delle verifiche sono quelle indicate nei successivi paragrafi.

Si espongono di seguito i criteri di verifica adottati per le verifiche degli elementi strutturali.

7.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

7.1.1 Verifica a fessurazione

Le verifiche a fessurazione sono eseguite adottando i criteri definiti nel paragrafo 4.1.2.2.4.5 del DM 14.1.2008, tenendo inoltre conto delle ulteriori prescrizioni riportate nel “Manuale di progettazione delle opere civili”.

Con riferimento alle classi di esposizione delle varie parti della struttura (si veda il paragrafo relativo alle caratteristiche dei materiali impiegati), alle corrispondenti condizioni ambientali ed alla sensibilità delle armature alla corrosione (armature sensibili per gli acciai da precompresso; poco sensibili per gli acciai ordinari), si individua lo stato limite di fessurazione per assicurare la funzionalità e la durata delle strutture, in accordo con il DM 14.1.2008:

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

Tabella 1: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione - Tabella 4.1.IV del DM 14.1.2008

Nella Tabella sopra riportata, $w_1=0.2\text{mm}$, $w_2=0.3\text{mm}$; $w_3=0.4\text{mm}$.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 14 di 68 |

Più restrittivi risultano i limiti di apertura delle fessure riportati nel “Manuale di progettazione delle opere civili”. L’apertura convenzionale delle fessure, calcolata con la combinazione caratteristica (rara) per gli SLE, deve risultare:

- a) $\delta_f \leq w_1$ per strutture in condizioni ambientali aggressive e 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;
- b) $\delta_f \leq w_2$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.1.2008.

Si assume pertanto per tutti gli elementi strutturali analizzati nel presente documento:

- **Stato limite di fessurazione: $w_d \leq w_1 = 0.2$ mm - combinazione di carico rara**

In accordo con la vigente normativa, il valore di calcolo di apertura delle fessure w_d è dato da:

$$w_d = 1,7 w_m$$

dove w_m rappresenta l’ampiezza media delle fessure calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d’armatura ε_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

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

Per il calcolo di ε_{sm} e Δ_{sm} vanno utilizzati i criteri consolidati riportati nella letteratura tecnica.

7.1.2 Verifica delle tensioni in esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si verifica che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti, di seguito riportati.

Le prescrizioni riportate di seguito fanno riferimento al par. 2.5.1.8.3.2.1 del “Manuale di progettazione delle opere civili”.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo σ_c , deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c < 0,55 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica (rara)}$$

| | | | | | | |
|---|---|---|--|---------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 15 di 68 |

$\sigma_c < 0,40 f_{ck}$ per combinazione quasi permanente.

Per l'acciaio ordinario, la tensione massima σ_s per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0,75 f_{yk}$$

dove f_{yk} per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio.

7.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

7.2.1 Sollecitazioni flettenti

La verifica di resistenza (SLU) è stata condotta attraverso il calcolo dei domini di interazione N-M, ovvero il luogo dei punti rappresentativi di sollecitazioni che portano in crisi la sezione di verifica secondo i criteri di resistenza da normativa.

Nel calcolo dei domini sono state mantenute le consuete ipotesi, tra cui:

- conservazione delle sezioni piane;
- legame costitutivo del calcestruzzo parabolo-rettangolo non reagente a trazione, con plateau ad una deformazione pari a 0.002 e a rottura pari a 0.0035 ($\sigma_{max} = 0.85 \times 0.83 \times R_{ck} / 1.5$);
- legame costitutivo dell'armatura d'acciaio elastico-perfettamente plastico con deformazione limite di rottura a 0.01 ($\sigma_{max} = f_{yk} / 1.15$)

7.2.2 Sollecitazioni taglianti

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi sprovvisti di specifica armatura è stata calcolata sulla base della resistenza a trazione del calcestruzzo.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con:

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

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

| | | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 16 di 68 | |

e dove:

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \times d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

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

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" è stata calcolata con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" è stata calcolata con:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

In cui:

d è l'altezza utile della sezione;

b_w è la larghezza minima della sezione;

| | | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 17 di 68 | |

- σ_{cp} è la tensione media di compressione della sezione;
- A_{sw} è l'area dell'armatura trasversale;
- S è interasse tra due armature trasversali consecutive;
- θ è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
- f_{cd} è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f_{cd}=0.5f_{cd}$);
- α è un coefficiente maggiorativo, pari ad 1 per membrature non compresse.

7.3 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE

7.3.1 Verifiche allo scorrimento

La verifica allo scorrimento sul piano di posa della Fondazione è condotta rispetto alle combinazioni di SLU del gruppo A2-M2-R2 in condizione statica e 1-M2-R2 in condizione sismica; in particolare è stato verificato il rispetto della seguente condizione:

$$F_s = (c'xB + N_x \tan \mu)/H > 1.0$$

Dove:

N = Risultante delle azioni ortogonali al piano di scorrimento

H = Risultante delle azioni parallele al piano di scorrimento

c' = coesione efficace, posta generalmente pari a zero, salvo particolari condizioni che ne consentano di tenerne conto.

B = Dimensione della Fondazione sul piano di scorrimento.

μ = Coefficiente di attrito fondazione - terreno , posto pari a 0.6φ

| | | | | | | | |
|---|---|--|----------|--------------|------|----------|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 18 di 68 | |

7.3.2 Verifiche a Ribaltamento

La verifica al ribaltamento rispetto al vertice esterno della fondazione è viene trattata secondo la normativa come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), utilizzando i relativi coefficienti sulle azioni di cui alla tabella 2.6.I delle NTC, adoperando i coefficienti parziali del gruppo (M2) per il calcolo delle spinte, .

Nella fattispecie, per ciascuna delle combinazioni di Verifica allo SLU statico e sismico rispetto alle quali è prescritta la verifica al ribaltamento, è stata verificata il rispetto della seguente condizione:

$$FS = \frac{M_{STA}}{M_{RIB}} \geq F_{s_{\min}}$$

essendo

M_{RIB} = Risultante momenti ribaltanti

M_{STA} = Risultante momenti stabilizzanti

7.3.3 Verifica di Capacità Portante (Carico Limite)

Per la valutazione dell carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di Brinch-Hansen di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

c Coesione

ca Adesione lungo la base della fondazione ($ca \leq c$)

V Azione tagliante

φ Angolo d'attrito

δ Angolo di attrito terreno fondazione

γ Peso specifico del terreno

K_p Coefficiente di spinta passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$

| | | | | | | | |
|---|---|---|----------------|---------------------------|-----------|--------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 19 di 68 | |

- B Larghezza della fondazione
- L Lunghezza della fondazione
- D Profondità del piano di posa della fondazione
- η inclinazione piano posa della fondazione
- P Pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione
- qult Carico ultimo della fondazione

Risulta:

Caso generale

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo $\varphi = 0$

$$q_{ult} = 5.14 \cdot c \cdot (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

in cui d_c , d_q e d_γ sono i fattori di profondità, s_c , s_q e s_γ sono i fattori di forma, i_c , i_q e i_γ sono i fattori di inclinazione del carico, b_c , b_q e b_γ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa e g_c , g_q e g_γ sono fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori N_c , N_q , N_γ sono espressi come:

$$N_q = K_p e^{\pi \cdot \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \varphi$$

| | | | | | | |
|---|--|--|----------|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 20 di 68 |

Fattori di forma

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

Fattori di profondità

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

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

Fattori inclinazione del carico

Indicando con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con A_f l'area efficace della fondazione ottenuta come $A_f = B' \times L'$ (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B, L e all'eccentricità del carico e_B , e_L dalle relazioni $B' = B - 2e_B$ $L' = L - 2e_L$) con η l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ($\eta=0$ per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

| per $\phi = 0$ | per $\phi > 0$ | |
|---|---|---|
| $i_c = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$ | $i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$ | |
| | $i_q = \left(1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$ | |
| | Per $\eta = 0$ | $i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$ |
| | Per $\eta > 0$ | $i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ)H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$ |

| | | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|-------------------|-----------------|---------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 21 di 68 |

Fattori inclinazione del piano di posa della fondazione

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

Fattori di inclinazione del terreno

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

Per poter applicare la formula di Hansen devono risultare verificate le seguenti condizioni:

$$H < V \operatorname{tg}(\delta) + A_f c_a$$

$$\beta \leq \phi$$

$$i_q, i_\gamma > 0$$

$$\beta + \eta \leq 90^\circ$$

7.4 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Il punto 6.8 delle NTC e relativa circolare applicativa, tratta l'argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 "Verifiche di Sicurezza (SLU)" viene prescritto quanto di seguito:

Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 1-Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. PAGINA A 22 di 68 |

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

| CARICHI | EFFETTO | Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E) | EQU | (A1) STR | (A2) GEO |
|---|-------------|---|-----|-------------|-------------|
| Permanenti | Favorevole | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevole | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Permanenti non strutturali ⁽¹⁾ | Favorevole | γ_{G2} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Qi} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| PARAMETRO | GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE | COEFFICIENTE PARZIALE γ_M | (M1) | (M2) |
|--|---|--|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \phi'_k$ | $\gamma_{\phi'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Coesione efficace | c'_k | $\gamma_{c'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | c_{uk} | γ_{cu} | 1,0 | 1,4 |
| Peso dell'unità di volume | γ | γ_γ | 1,0 | 1,0 |

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

| Coefficiente | R2 |
|--------------|-----|
| γ_R | 1.1 |

Secondo la normativa quindi i parametri di resistenza del terreno devono essere abbattuti a mezzo dei coefficienti parziali M2, risultando pertanto

$$c'_d = c' / 1.25;$$

$$\phi'_d = \arctan (1 / 1.25 \cdot \tan \phi').$$

Il coefficiente di sicurezza F_s minimo da garantire in questo caso è pari ad 1.1 (γ_R).

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 23 di 68 |

7.4.1 VERIFICHE IN FASE SISMICA

Per ciò che concerne le verifiche in condizioni sismiche, la normativa fornisce al punto 7.11.3.5 indicazioni circa le azioni aggiuntive da considerare nell'ambito delle verifiche di Stabilità di Pendii in occasione di eventi sismici; nella fattispecie, si specifica che L'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici, di riferimento per le analisi esposte nel seguito del documento, 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. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tali forze possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \times W \quad (\text{azione sismica orizzontale})$$

$$F_v = k_v \times W \quad (\text{azione sismica verticale})$$

risultando:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.3)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.4)$$

con:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, come da indicazioni Tab 7.11.1 ;

| | | | | | | | |
|---|--|---|---|----------------------------------|------------------|---------------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 24 di 68 | |

Tabella 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

| | Categoria di sottosuolo | |
|-------------------------|-------------------------|------------|
| | A | B, C, D, E |
| | β_s | β_s |
| $0.2 < a_g(g) \leq 0.4$ | 0,30 | 0,28 |
| $0.1 < a_g(g) \leq 0.2$ | 0,27 | 0,24 |
| $a_g(g) \leq 0,1$ | 0,20 | 0,20 |

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g \text{ (accelerazione massima attesa al sito)}$$

S_S : coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_T : coefficiente di amplificazione topografica

Relativamente alla combinazione degli effetti sismici con le altre azioni e relative verifiche di sicurezza. ancora la circolare 617 , per il caso dei **Pendii Naturali**, specificano al punto C 7.11.3.5 “Stabilità dei Pendii” viene specificato che le verifiche di sicurezza devono essere effettuate utilizzando i valori caratteristici delle proprietà meccaniche dei terreni; nei metodi pseudostatici la condizione di stato limite ultimo viene riferita al cinematiso di collasso critico, caratterizzato dal più basso valore del coefficiente di sicurezza, FS, definito come rapporto tra resistenza al taglio disponibile e sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento (effettiva o potenziale)

In definitiva, per le verifiche sismiche si è ritenuto accettabile un coefficiente di sicurezza unitario

Per quanto riguarda invece il caso dei Fronti di Scavo e Rilevati, al punto 7.11.4 “Fronti di Scavo e Rilevati”, si specifica che Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali. Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni impiegando i coefficienti parziali di cui al § 7..11.1

| | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|-------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. PAGINA A 25 di 68 |

7.11.1 REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, definita al Cap. 3, le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1.

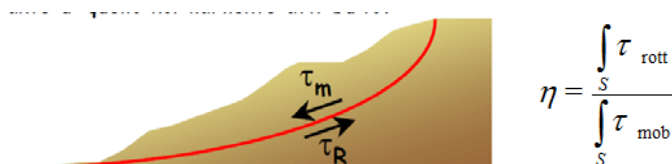
Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

La circolare applicativa n617 specifica ulteriormente al C7.11.4 che, Le verifiche pseudostatiche di sicurezza dei fronti di scavo e dei rilevati si eseguono con la combinazione di coefficienti parziali di cui al § 6.8.2: (A2+M2+R2), utilizzando valori unitari per i coefficienti parziali A2 come specificato al § 7.11.1.

In definitiva, per il caso dei Fronti di Scavo e Rilevati, anche in fase sismica, il coefficiente di sicurezza minimo prescritto dalla Normativa è pari ad R2=1.1 (γ_R).

Per la analisi di stabilità globale presentate nel seguito del presente documento, si è fatto riferimento ai metodi dell'equilibrio limite, messi a punto da diversi autori tra cui, Fellenius, Bishop, Janbu, Morgenstern-Price, ecc.

In generale, ciascuno metodo va alla ricerca del potenziali superfici di scivolamento, generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione b, interessati da azioni taglianti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

Nel caso in esame, è stata utilizzato in particolare il metodo di Bishop, di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

| | | | | | | | |
|---|---|--|----------------|---------------------------|-----------|--------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 26 di 68 | |

Il coefficiente di sicurezza si esprime mediante la relazione:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{b_i c_i + W_i \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

con

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha_i \operatorname{tg} \phi_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

dove n è il numero delle strisce considerate, bi ed ci sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i-esima rispetto all'orizzontale, Wi è il peso della striscia i-esima e ci e φi sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η.

Quindi essa va risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

7.4.2 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali sono state condotte con i criteri già specificati al precedente paragrafo.

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 27 di 68 |

8 CRITERI DI CALCOLO SPINTE DEL TERRENO E DEI SOVRACCARICHI

La spinta del terrapieno e degli eventuali carichi presenti sul piano limite dello stesso è valutata in condizione di equilibrio limite attivo, distinguendo tra i due casi di fase statica e fase sismica.

Nel seguito si riportano le relative formulazioni.

8.1 FASE STATICA

In fase statica, le spinte esercitate dal terrapieno e dagli eventuali carichi presenti su di esso sono state valutate con il metodo di Culmann. Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo).

Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea. I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 28 di 68 |

- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);

- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima. La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno. Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb. Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z. Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

8.2 FASE SISMICA

Per la valutazione del coefficiente di spinta in fase sismica K_{as} si utilizza la trattazione di Mononobe-Okabe, secondo cui, la spinta complessiva in fase sismica esercitata da un terrapieno è fornita dalla seguente relazione:

$$S' = 1/2 * \gamma_t (1 \pm K_v) * K_{as} H^2$$

con punto di applicazione ad H/3 dal piano di posa della fondazione dell'opera.

In fase sismica agirà pertanto una sovrappinta sismica sull'opera pari a $S' - S$

Per la valutazione del coefficiente di spinta K_{as} , avviene con le medesime formulazione valide per la fase statica, prevedendo però, come suggerito in letteratura, i seguenti valori corretti di θ ed ε :

$\theta = \theta_{stat} + \theta^*$ inclinazione fittizia del paramento interno rispetto alla verticale

$\varepsilon = \varepsilon_{stat} + \theta^*$ angolo di inclinazione fittizio del piano limite del terrapieno

| | | | | | | |
|---|---|--|----------------|---------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 29 di 68 |

essendo θ^* l'angolo di rotazione addizionale definito al precedente paragrafo valutato come di seguito indicato::

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

Per il caso in specie risulta in particolare:

Sisma V+ (Incremento dei Pesi)

$$\theta 1^* = \arctg Kh/(1+Kv) = 0,057 \text{ rad} = 3.274^\circ$$

Sisma V- (Decremento dei Pesi)

$$\theta 2^* = \arctg Kh/(1- Kv) = 0,061 \text{ rad} = 3.472^\circ$$

Analogamente , per la valutazione della spinta totale in fase sismica degli eventuali carichi Q presenti sul piano limite, si utilizza la seguente formulazione:

S'Q = Q*(1±Kv) *Kas*H applicata a quota H/2 dal piano di posa della fondazione dell'opera.

In fase sismica agirà pertanto una sovraspinta sismica sull'opera pari a S'Q - SQ

Per tener conto infine effetti idrodinamici (spinta della falda in fase sismica) si fa ricorso al Metodo di Westergaard (Westergaard, 1931) secondo cui la pressione idrodinamica su una parete viene calcolata come in particoalre come segue:

$$p_w = \frac{7}{8} a_x \gamma_w \sqrt{z_w H}$$

essendo :

H è l'altezza del livello di falda rispetto a fondo scavo

| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | <p align="center">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p align="center">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</p> | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|----------|
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.02.00.001</td> <td>A</td> <td>30 di 68</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 30 di 68 |
| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | | | | | | | | |
| IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 30 di 68 | | | | | | | | |

z_w è la profondità del punto considerato dalla superficie libera della falda

a_x accelerazione relativa di progetto

| | | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|-------------------|-----------------|---------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 31 di 68 |

9 ANALISI DEI CARICHI

Si considerano sulla struttura le azioni elementari elencate di seguito:

Per il calcolo dell'azione eccezionale del sisma si rimanda alla successiva analisi sismica della struttura.

9.1 PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI G1

I pesi propri strutturali sono calcolati in automatico dal programma di calcolo strutturale sulla base delle caratteristiche dei materiali utilizzati. Il peso specifico del calcestruzzo è assunto pari a 25kN/m^3 .

Inoltre si è tenuto in conto implicitamente del peso del ballast andando a disporre il terreno a monte del muro alla stessa quota della testa del muro stesso, considerando quindi una configurazione di carico più gravosa di quella effettiva.

Le azioni risultanti sono valutati in automatico dal software di calcolo utilizzato, in funzione delle geometrie di progetto.

9.2 SOVRACCARICHI TRAFFICO FERROVIARIO

Trattandosi di opere di sostegno poste a margine della sede Ferroviaria, per la valutazione dell'entità dei carichi variabili da considerare nel calcolo, si fa riferimento al modello di carico LM71 definito dalle S.T.I. è definito nella norma EN 1991-2:2003/AC:2010 di cui allo schema seguente:.

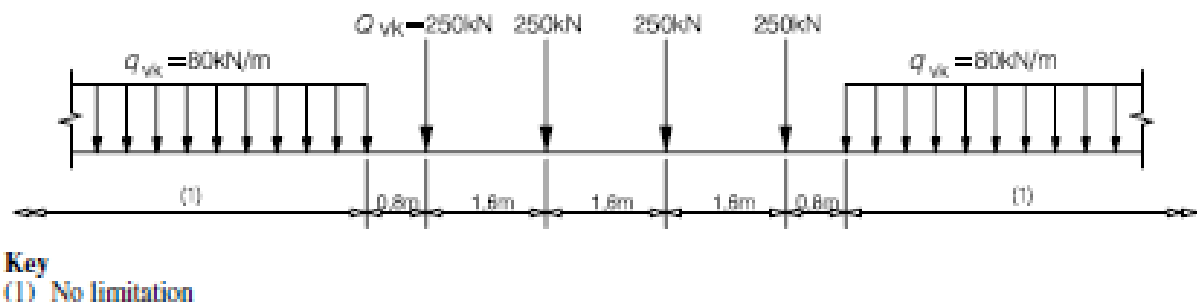


Figura 3 – LM71

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 32 di 68 |

Il carico equivalente per le opere in terra si ricava dalla ripartizione trasversale e longitudinale dei carichi per effetto delle traverse e del ballast previsti dalla stessa norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

Considerando pertanto i 4 carichi assiali da 250 kN e la relativa distribuzione longitudinale, il carico verticale equivalente a metro lineare agente alla quota della piattaforma ferroviaria (convenzionalmente a 70 cm dal piano del ferro) risulta pari a:

$$p = \frac{4 \times 250}{4 \times 1.60}$$

ovvero:

$$p = 156 \text{ KN/m}$$

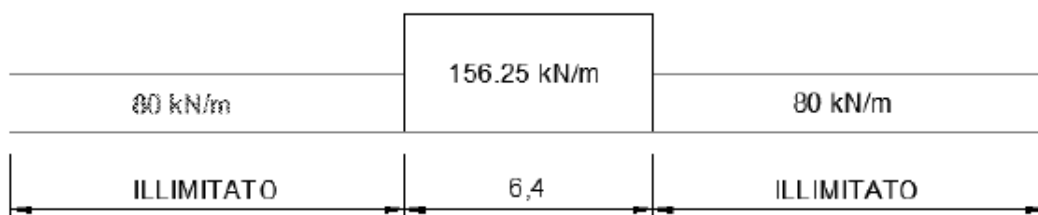


Figura 3 – Schema di carico quota pf

Considerando la distribuzione trasversale dei carichi su una larghezza di 3.0 m (a 0.70 m dal piano del ferro) secondo quanto previsto da EN 1991 – 2:2003/AC:2010, si ricava il carico equivalente di superficie agente alla quota della piattaforma ferroviaria su un'area complessiva di dimensioni 3,0mx6.40m :

$$p' = 156.25/3 = 52.08 \text{ KN /mq}$$

| | | | | | | | |
|--|---|---|---------------------------------|------------------------------|---|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 33 di 68 |

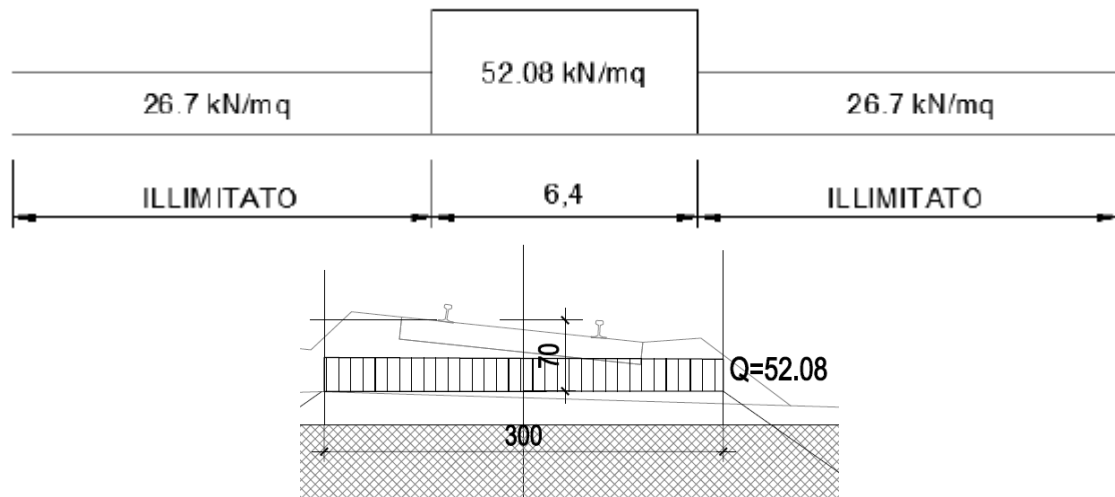


Figura 3 – Schema di carico per effetto della diffusione

A tali carichi si deve applicare il coefficiente α relativo alle categorie S.T.I. come indicato nella tabella 11 di seguito riportata:

Tabella 11

Fattore alfa (α) per la progettazione di strutture nuove

| Tipo di traffico | Valore minimo del fattore alfa (α) |
|------------------|---|
| P1, P2, P3, P4 | 1,0 |
| P5 | 0,91 |
| P6 | 0,83 |
| P1520 | Punto in sospenso |
| P1600 | 1,1 |
| F1, F2, F3 | 1,0 |
| F4 | 0,91 |
| F1520 | Punto in sospenso |
| F1600 | 1,1 |

| | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|----------|-----------------|--------------|-------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. PAGINA |
| | | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A 34 di 68 |

L'intervento sulla tratta in esame si inquadra come "ristrutturazione di una linea convenzionale a traffico misto" i cui parametri di prestazione, secondo la STI Infrastruttura, sono:

| Parametri di prestazioni per il traffico passeggeri | | | | | |
|---|----|---------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Codice traffico | di | Sagoma limite | Carico per asse [t] | Velocità della linea (km/h) | Lunghezza utile del marciapiede [m] |
| P4 | | GB | 22,5 | 120-200 | 200-400 |
| Parametri di prestazioni per il traffico merci | | | | | |
| Codice traffico | di | Sagoma limite | Carico per asse [t] | Velocità della linea (km/h) | Lunghezza del treno [m] |
| F2 | | GB | 22,5 | 100-120 | 600-1050 |

Il corrispondente valore del coefficiente α è pari ad 1.0 per cui, alle opere in esame, si applicano i seguenti carichi equivalenti a quota piattaforma (-0.70m da p.f.) e su una larghezza trasversale di 3.00m.

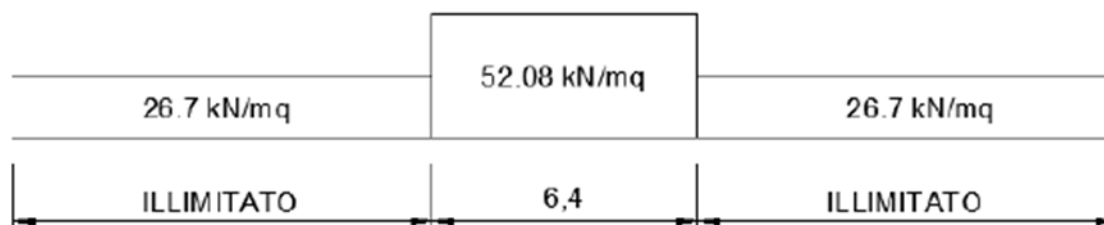


Figura 3 – Schema di carico per effetto della diffusione considerando α

| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A. | <p style="text-align: center;">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p style="text-align: center;">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</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|----------|
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.02.00.001</td> <td>A</td> <td>35 di 68</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 35 di 68 |
| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | | | | | | | | |
| IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 35 di 68 | | | | | | | | |

Sulla scorta dell'entità e della distribuzione del sovraccarico accidentale agente a quota piattaforma ferroviaria, sono stati quindi valutati i corrispondenti valori delle azioni accidentali da considerare nei riguardi della verifica dei muro di sostegno adottati per il tratto di muro in oggetto.

$$p' = 52.08 \text{ KN /mq}$$

| | | | | | | |
|---|--|---|----------|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 36 di 68 |

10 AZIONE SISMICA DI VERIFICA

L'analisi in condizione sismica è eseguita con il metodo pseudo-statico, definendo l'azione sismica mediante una forza statica equivalente pari al prodotto delle masse per il coefficiente sismico. Ammettendo che il terreno di riporto sia ben costipato, si ipotizza che l'opera si muova insieme al terreno (§ 7.9.5.6.2 NTC). Di conseguenza il fattore di struttura q è posto pari ad 1 e per l'opera in esame, considerata non dissipativa, non si applicano i particolari costruttivi inerenti la duttilità degli elementi.

Il coefficiente sismico orizzontale risulterebbe, in accordo con il DM 14.1.2008, pari a:

$$k_h = \beta_m a_g \cdot S$$

tuttavia, conformemente con quanto prescritto nel "Manuale di progettazione delle opere civili" - RFI DTC SI MA IFS 001 A, è necessario sostituire la precedente espressione con quella più restrittiva riportata di seguito:

$$k_h = \beta_m a_g \cdot S$$

in cui:

a_g è la massima accelerazione dello spettro orizzontale elastico del sito, calcolata per il 10% di probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R assegnato;

S è il coefficiente di sottosuolo pari al prodotto del coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s e del coefficiente di amplificazione topografica ST (§ 3.2.3 delle NTC).

β_m assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II del DM 14.1.2008, riportata di seguito.

| | Categoria di sottosuolo | |
|-------------------------|-------------------------|------------|
| | A | B, C, D, E |
| | β_m | β_m |
| $0,2 < a_g(g) \leq 0,4$ | 0,31 | 0,31 |
| $0,1 < a_g(g) \leq 0,2$ | 0,29 | 0,24 |
| $a_g(g) \leq 0,1$ | 0,20 | 0,18 |

Tabella 2: Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 37 di 68 |

Classificazione dei terreni

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, deve essere basata su studi specifici di risposta sismica locale esistenti nell'area di intervento. In mancanza di tali studi la normativa prevede la classificazione, riportata nella tabella seguente, basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_{s30} , ovvero sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica (per terreni prevalentemente granulari), ovvero sulla coesione non drenata media c_u (per terreni prevalentemente coesivi).

| Categoria di suolo di fondazione | Descrizione |
|----------------------------------|--|
| Cat. A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m. |
| Cat. B | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina) |
| Cat. C | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina) |
| Cat. D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina) |
| Cat. E | Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s) |
| Cat. S1 | Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche. |
| Cat. S2 | Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti. |

Si considera una **categoria C** di suolo di fondazione.

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 38 di 68 |

Vita Nominale

La vita nominale di un'opera strutturale (V_N), è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella.

| TIPI DI COSTRUZIONE | Vita Nominale (VN) |
|---|--------------------|
| Opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del DM14/1/2008 a velocità convenzionale $V < 250$ Km/h | 50 |
| Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h | 75 |
| Altre opere nuove a velocità $V > 250$ Km/h | 100 |
| Opere di grandi dimensioni: ponti e viadotti con campate di luce maggiore di 150 m | ≥ 100 |

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale $V_N = 75$ anni.

Classi D'uso

Il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 prevede quattro categorie di classi d'uso riportate nel seguito:

| |
|---|
| Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. |
| Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe III o in Classe IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. |
| Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. |
| Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade", e di tipo quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti o reti ferroviarie di |

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 39 di 68 |

importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per l'opera in oggetto si considera una **Classe d'uso III**

Amplificazione topografica

Per poter tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella seguente tabella.

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento | S_T |
|-----------------------|---|-------|
| T1 | - | 1 |
| T2 | In corrispondenza della sommità del pendio | 1.2 |
| T3 | In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ | 1.2 |
| T4 | In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $i > 30^\circ$ | 1.4 |

Nel caso in esame $S_T = 1$

Amplificazione stratigrafica

I due coefficienti prima definiti, S_s e C_c , dipendono dalla categoria del sottosuolo come mostrato nel prospetto seguente.

Per i terreni di categoria A, entrambi i coefficienti sono pari a 1, mentre per le altre categorie i due coefficienti sono pari a:

| | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|-------------------|--------------------|---------------------------|-----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A |
| | | | | PAGINA 40 di 68 | | |

| Categoria sottosuolo | S_s | C_c |
|----------------------|---|------------------------------|
| A | 1,00 | 1,00 |
| B | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$ |
| C | $1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$ | $1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$ |
| D | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$ |
| E | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$ | $1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$ |

Nel caso in esame (categoria di sottosuolo C) allo SLV risulta:

$$S_s = 1.38$$

$$C_c = 1.48$$

Parametri sismici

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_c^* [s] |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 68 | 0.072 | 2.345 | 0.324 |
| SLD | 113 | 0.092 | 2.351 | 0.335 |
| SLV | 1068 | 0.218 | 2.470 | 0.357 |
| SLC | 2193 | 0.269 | 2.560 | 0.359 |

Tabella 3: Valutazione dei parametri a_g , F_o e T_c^* per i periodi di ritorno associati a ciascuno stato limite

Nel caso in specie si ha:

$$a_g/g = 0,218$$

$$\beta_m = 0,31$$

$$K_h = 0,093$$

| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|----------|
| <u>Mandante:</u> ASTALDI 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 | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.02.00.001</td> <td>A</td> <td>41 di 68</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 41 di 68 |
| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | | | | | | | | |
| IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 41 di 68 | | | | | | | | |

e quindi:

In fase sismica verranno pertanto applicate a tutti carichi fissi le seguenti forze d'inerzia:

$$F_h = K_h * W_i \quad (\text{Forza d'inerzia legata alla componente orizzontale del sisma})$$

$$F_v = \pm 0.5 K_h * W_i \quad (\text{Forza d'inerzia legata alla componente verticale del sisma})$$

essendo W_i il peso dell'elemento in esame.

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 42 di 68 |

11 COMBINAZIONI DI CARICO

Nel seguito del presente paragrafo si riporta una disamina riguardante i casi di calcolo e corrispondenti combinazioni di Verifica prescritti dalla DM 14.01.08 in merito alle diverse verifiche da effettuare nei riguardi della stabilità e resistenza di un muro di sostegno:

Nel caso in esame, le azioni elementari previste sull'opera, sono le seguenti:

- Pesi Propri
- Spinte del terrapieno
- Sovraccarichi accidentali
- Azione sismica

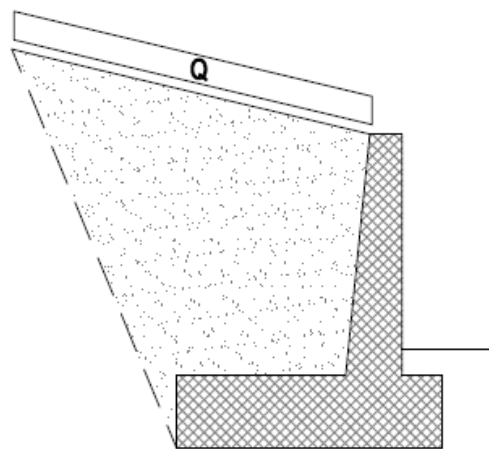


Figura 3 – Schema tipo muri di sostegno oggetto di dimensionamento.

Nei riguardi del dimensionamento, si ritiene pertanto significativo analizzare i seguenti casi di calcolo:

Caso 1 (Statica) : Peso Proprio + Spinte del Terrapieno

Caso 2 (Statica) : Peso Proprio + Spinte del Terrapieno + Sovraccarichi acc.

Caso 3 (Sisma H V+) : Peso Proprio + Spinte del Terrapieno + Sisma H + Sisma V+

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 43 di 68 |

Caso 4 (Sisma H V+) : Peso Proprio + Spinte del Terrapieno + Sovraccarichi acc. + Sisma H + Sisma V+

Essendo :

- Sisma H + : azione sismica orizzontale verso valle

Sisma V+/V- : componente sismica verticale positiva (incremento dei pesi) / negativa (incremento dei pesi)

Ai **4** Casi di Calcolo citati, corrispondono secondo quanto prescritto al punto 6.5.3.1.1 delle NTC 08 con riferimento ai coefficienti parziali da applicare alle Azioni ed ai parametri caratteristici dei terreni in funzione dello Stato limite di verifica (di cui alle Tabelle 6.2.I e 6.2.II della già citata norma, di seguito riportate per chiarezza espositiva) un totale di 20 Combinazioni di Calcolo, avendo previsto di utilizzare per il caso in esame, l'Approccio di verifica 1, che in relazione ad esigenze prettamente di calcolo legate al tipo di Software utilizzato, si traducono in un totale di **33 Combinazioni di Calcolo**, per la necessità di duplicare il casi di verifica A2-M2 al fine di effettuare in apposito modulo dedicato le Verifiche di Stabilità Globale:

Normativa

N.T.C. 2008

Simbologia adottata

| | |
|---------------------|---|
| γ_{Gsfav} | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti |
| γ_{Gfav} | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti |
| γ_{Qsfav} | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili |
| γ_{Qfav} | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili |
| $\gamma_{tan\phi'}$ | Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato |
| $\gamma_{c'}$ | Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata |
| γ_{cu} | Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata |
| γ_{qu} | Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo |
| γ_{γ} | Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce |

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

| | | | | | | |
|---|--|---|----------|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 44 di 68 |

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| <i>Carichi</i> | <i>Effetto</i> | | <i>EQU</i> | <i>A1</i> | <i>A2</i> |
|----------------|----------------|------------------|------------|-----------|-----------|
| Permanenti | Favorevole | γ_{Gfav} | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{Gsfav} | 1,10 | 1,30 | 1,00 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Qfav} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Variabili | Sfavorevole | γ_{Qsfav} | 1,50 | 1,50 | 1,30 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| <i>Parametri</i> | | <i>M1</i> | <i>M2</i> |
|--------------------------------------|----------------------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito | $\gamma_{\tan\phi'}$ | 1,00 | 1,25 |
| Coesione efficace | $\gamma_{c'}$ | 1,00 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | γ_{cu} | 1,00 | 1,40 |
| Resistenza a compressione uniassiale | γ_{qu} | 1,00 | 1,60 |
| Peso dell'unità di volume | γ_{γ} | 1,00 | 1,00 |

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| <i>Carichi</i> | <i>Effetto</i> | | <i>EQU</i> | <i>A1</i> | <i>A2</i> |
|----------------|----------------|------------------|------------|-----------|-----------|
| Permanenti | Favorevole | γ_{Gfav} | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{Gsfav} | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Qfav} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Variabili | Sfavorevole | γ_{Qsfav} | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| <i>Parametri</i> | | <i>M1</i> | <i>M2</i> |
|---------------------------------|----------------------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito | $\gamma_{\tan\phi'}$ | 1,00 | 1,25 |
| Coesione efficace | $\gamma_{c'}$ | 1,00 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | γ_{cu} | 1,00 | 1,40 |

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 45 di 68 |

| | | | |
|--------------------------------------|-------------------|------|------|
| Resistenza a compressione uniassiale | γ_{qu} | 1,00 | 1,60 |
| Peso dell'unità di volume | γ_{γ} | 1,00 | 1,00 |

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

| <i>Verifica</i> | <i>Coefficienti parziali</i> | | |
|------------------------------------|------------------------------|------|------|
| | R1 | R2 | R3 |
| Capacità portante della fondazione | 1,00 | 1,00 | 1,40 |
| Scorrimento | 1,00 | 1,00 | 1,10 |
| Resistenza del terreno a valle | 1,00 | 1,00 | 1,40 |
| Stabilità globale | | 1,10 | |

| | | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|-------------------|-----------------|---------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 46 di 68 |

| Comb n° | Caso | Sisma orizzontale | Sisma verticale | Peso muro / terrapieno |
|---------|-------|-------------------|--------------------|------------------------|
| 1 | A1-M1 | Assente | -- | FAV - FAV |
| 2 | A1-M1 | Assente | -- | SFAV - SFAV |
| 3 | A1-M1 | Assente | -- | FAV - SFAV |
| 4 | A1-M1 | Assente | -- | SFAV - FAV |
| 5 | A2-M2 | Assente | -- | SFAV - SFAV |
| 6 | EQU | Assente | -- | FAV - FAV |
| 7 | STAB | Assente | -- | SFAV - SFAV |
| 8 | A1-M1 | Assente | -- | SFAV - FAV |
| 9 | A1-M1 | Assente | -- | FAV - FAV |
| 10 | A1-M1 | Assente | -- | SFAV - SFAV |
| 11 | A1-M1 | Assente | -- | FAV - SFAV |
| 12 | A2-M2 | Assente | -- | SFAV - SFAV |
| 13 | EQU | Assente | -- | FAV - FAV |
| 14 | STAB | Assente | -- | SFAV - SFAV |
| 15 | A1-M1 | Presente | Verticale positivo | SFAV - SFAV |
| 16 | A1-M1 | Presente | Verticale negativo | SFAV - SFAV |
| 17 | A2-M2 | Presente | Verticale positivo | SFAV - SFAV |
| 18 | A2-M2 | Presente | Verticale negativo | SFAV - SFAV |
| 19 | EQU | Presente | Verticale positivo | FAV - FAV |
| 20 | EQU | Presente | Verticale negativo | FAV - FAV |
| 21 | STAB | Presente | Verticale positivo | SFAV - SFAV |
| 22 | STAB | Presente | Verticale negativo | SFAV - SFAV |
| 23 | A1-M1 | Presente | Verticale positivo | FAV - FAV |
| 24 | A1-M1 | Presente | Verticale negativo | SFAV - SFAV |
| 25 | A2-M2 | Presente | Verticale positivo | SFAV - SFAV |
| 26 | A2-M2 | Presente | Verticale negativo | SFAV - SFAV |
| 27 | EQU | Presente | Verticale negativo | FAV - FAV |
| 28 | EQU | Presente | Verticale positivo | FAV - FAV |
| 29 | STAB | Presente | Verticale positivo | SFAV - SFAV |
| 30 | STAB | Presente | Verticale negativo | SFAV - SFAV |
| 31 | SLEQ | Assente | -- | SFAV - SFAV |
| 32 | SLEF | Assente | -- | SFAV - SFAV |
| 33 | SLER | Assente | -- | SFAV - SFAV |

Tabella riepilogativa delle combinazioni di carico.

Fermo restando le espressioni generali delle combinazioni di Verifica prescritte alla prg 2.5.3 del DM 14.01.08, a cui si rimanda per maggiori dettagli, per tutte le combinazioni “SISMICHE”, i valori dei coefficienti parziali sulle azioni (A1-A2) sono **posti unitari**, mentre riguardo i coefficienti di

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 47 di 68 |

combinazione Ψ delle azioni accidentali, nel caso in esame quelli legati al sovraccarico ferroviario, è stato posto :

$\Psi_0 = 1$ (Combinazioni di SLU e SLE)

$\Psi_2 = 0.2$ (Combinazioni SIMICHE)

Riguardo il valore di Ψ_2 , si è fatto riferimento in particolare a quanto specificato al prg 1.8.3 nel documento “*Specifica per la progettazione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 21-12-11* “

In definitiva, si riporta un dettaglio dei coefficiente parziale e di combinazione considerate per le diverse azioni presenti in ciascuna delle combinazioni di Calcolo esaminate.

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

γ Coefficiente parziale dell'azione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|--|------------|----------|--------|-----------------|
|--|------------|----------|--------|-----------------|

| | | | | | | |
|---|--|--|----------|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 48 di 68 |

| | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|
| Peso proprio muro | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Peso proprio terrapieno | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | FAV | 0.90 | 1.00 | 0.90 |
| Peso proprio terrapieno | FAV | 0.90 | 1.00 | 0.90 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.10 | 1.00 | 1.10 |

Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|--|------------|----------|--------|-----------------|
|--|------------|----------|--------|-----------------|

| | | | | | | |
|---|--|---|----------|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 49 di 68 |

| | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Peso proprio terrapieno | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| LM71 | SFAV | 1.50 | 1.00 | 1.50 |

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| LM71 | SFAV | 1.50 | 1.00 | 1.50 |

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| LM71 | SFAV | 1.50 | 1.00 | 1.50 |

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| LM71 | SFAV | 1.50 | 1.00 | 1.50 |

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

| | | | | | | |
|---|--|---|----------|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 50 di 68 |

| | | | | |
|----------------|------|------|------|------|
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71 | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | FAV | 0.90 | 1.00 | 0.90 |
| Peso proprio terrapieno | FAV | 0.90 | 1.00 | 0.90 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.10 | 1.00 | 1.10 |
| LM71 | SFAV | 1.50 | 1.00 | 1.50 |

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71 | SFAV | 1.30 | 1.00 | 1.30 |

Combinazione n° 15 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

| | | | | | | |
|---|--|---|----------|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| 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 RI02 - MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 51 di 68 |

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 19 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 20 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 21 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 22 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

| | | | | | | |
|---|--|---|----------------|---------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 52 di 68 |

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 23 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71 | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 24 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71 | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 25 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71 | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 26 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

| | | | | | | |
|---|--|---|----------------|---------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 53 di 68 |

| | | | | |
|----------------|------|------|------|------|
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71 | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 27 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71 | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 28 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | FAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71 | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 29 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71 | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 30 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71 | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

| | | | | | | |
|---|--|---|----------|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 54 di 68 |

Combinazione n° 31 - Quasi Permanente (SLE)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71 | SFAV | 1.00 | 0.60 | 0.60 |

Combinazione n° 32 - Frequente (SLE)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71 | SFAV | 1.00 | 0.70 | 0.70 |

Combinazione n° 33 - Rara (SLE)

| | S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71 | SFAV | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

| | | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|-------------------|-----------------|---------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 55 di 68 |

12 ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

Come descritto in precedenza si riportano a seguire le verifiche dei muri tipo F e tipo G per le combinazioni dimensionanti, per i dettagli delle verifiche si rimanda ad allegato di calcolo.

12.1 VERIFICHE MURO TIPO F (HMAX=6.00 M)

Le immagini seguenti illustrano la configurazione geometrica e la stratigrafia dei terreni relative del muro in oggetto.

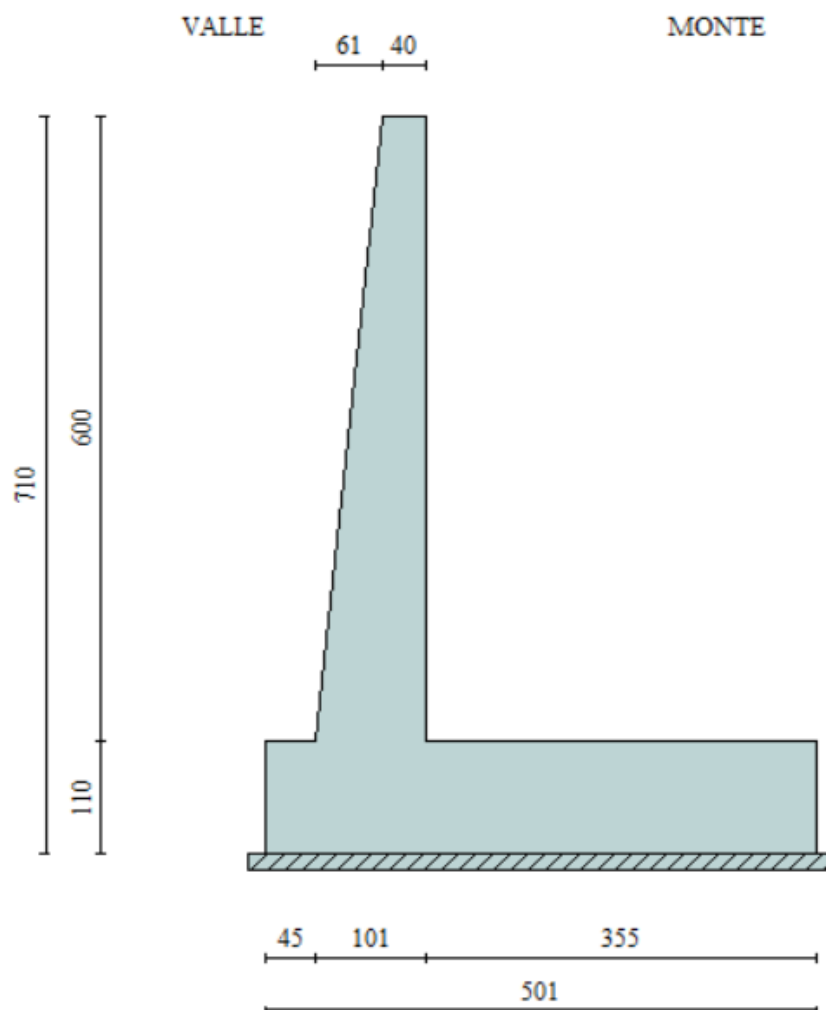


Figura 6: Geometria e dimensioni

| | | | | | | | |
|--|---|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 56 di 68 |

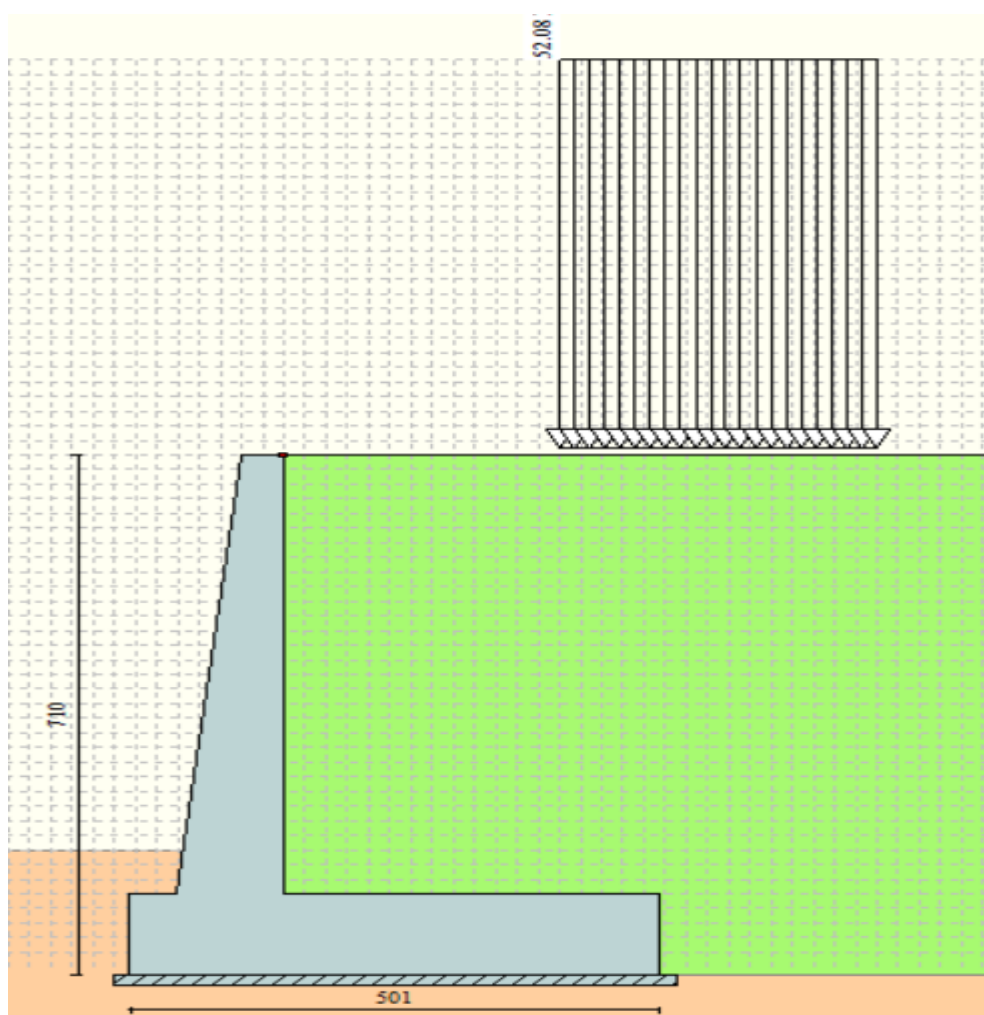


Figura 7: Profilo del terreno

Di seguito sono riassunte le verifiche strutturali e geotecniche effettuate sull'opera in esame. Si riportano i risultati delle combinazioni di carico più gravose per ogni stato limite esaminato.

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. | Mandante: ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. | Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 57 di 68 |

Verifica a stabilità locale

Di seguito si riportano i risultati in termini di coefficienti di sicurezza delle combinazioni previste.

| Comb. | Tipo comb. | Sisma | FS (ribalt) | FS (scorr) | FS (qult) | FS (stab) | Spinta[kN] | Incr. sism.[kN] |
|-------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------------|
| 1 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 2.53 | 9.22 | -- | 141.5553 | 0.0000 |
| 2 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 3.15 | 7.68 | -- | 141.5553 | 0.0000 |
| 3 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 2.93 | 7.94 | -- | 141.5553 | 0.0000 |
| 4 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 2.76 | 8.47 | -- | 141.5553 | 0.0000 |
| 5 | A2-M2 - [1] | -- | -- | 1.98 | 4.46 | -- | 138.2071 | 0.0000 |
| 6 | EQU - [1] | -- | 5.72 | -- | -- | -- | 152.0278 | 0.0000 |
| 7 | STAB - [1] | -- | -- | -- | -- | 1.99 | 138.2071 | 0.0000 |
| 8 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 2.05 | 6.13 | -- | 212.6712 | 0.0000 |
| 9 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 1.90 | 6.48 | -- | 212.6712 | 0.0000 |
| 10 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 2.31 | 5.99 | -- | 212.6712 | 0.0000 |
| 11 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 2.16 | 6.34 | -- | 212.6712 | 0.0000 |
| 12 | A2-M2 - [2] | -- | -- | 1.46 | 3.06 | -- | 208.2453 | 0.0000 |
| 13 | EQU - [2] | -- | 3.10 | -- | -- | -- | 233.5220 | 0.0000 |
| 14 | STAB - [2] | -- | -- | -- | -- | 1.75 | 208.2453 | 0.0000 |
| 15 | A1-M1 - [3] | SismaH + SismaV positivo | -- | 1.78 | 6.76 | -- | 108.8887 | 31.5027 |
| 16 | A1-M1 - [3] | SismaH + SismaV negativo | -- | 1.72 | 7.12 | -- | 108.8887 | 21.7363 |
| 17 | A2-M2 - [3] | SismaH + SismaV positivo | -- | 1.20 | 2.84 | -- | 138.2071 | 36.2103 |
| 18 | A2-M2 - [3] | SismaH + SismaV negativo | -- | 1.17 | 2.98 | -- | 138.2071 | 23.7826 |
| 19 | EQU - [3] | SismaH + SismaV positivo | 3.78 | -- | -- | -- | 138.2071 | 36.2103 |
| 20 | EQU - [3] | SismaH + SismaV negativo | 3.28 | -- | -- | -- | 138.2071 | 23.7826 |
| 21 | STAB - [3] | SismaH + SismaV positivo | -- | -- | -- | 1.64 | 138.2071 | 36.2103 |
| 22 | STAB - [3] | SismaH + SismaV negativo | -- | -- | -- | 1.61 | 138.2071 | 23.7826 |
| 23 | A1-M1 - [4] | SismaH + SismaV positivo | -- | 1.53 | 5.17 | -- | 155.4299 | 35.1873 |
| 24 | A1-M1 - [4] | SismaH + SismaV negativo | -- | 1.49 | 5.43 | -- | 155.4299 | 21.1184 |
| 25 | A2-M2 - [4] | SismaH + SismaV positivo | -- | 1.04 | 2.08 | -- | 190.0170 | 38.8882 |
| 26 | A2-M2 - [4] | SismaH + SismaV negativo | -- | 1.02 | 2.17 | -- | 190.0170 | 21.6615 |
| 27 | EQU - [4] | SismaH + SismaV negativo | 2.49 | -- | -- | -- | 190.0170 | 21.6615 |
| 28 | EQU - [4] | SismaH + SismaV positivo | 2.74 | -- | -- | -- | 190.0170 | 38.8882 |
| 29 | STAB - [4] | SismaH + SismaV positivo | -- | -- | -- | 1.53 | 190.0170 | 38.8882 |
| 30 | STAB - [4] | SismaH + SismaV negativo | -- | -- | -- | 1.51 | 190.0170 | 21.6615 |
| 31 | SLEQ - [1] | -- | -- | 2.73 | 8.95 | -- | 135.5004 | 0.0000 |
| 32 | SLEF - [1] | -- | -- | 2.66 | 8.73 | -- | 140.3120 | 0.0000 |
| 33 | SLEF - [1] | -- | -- | 2.46 | 8.09 | -- | 155.4299 | 0.0000 |

Figura 8: Verifica stabilità locale

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. PAGINA A 58 di 68 |

Verifica a stabilità globale

La combinazione di carico più gravosa ai fini della stabilità globale del sistema muro-terreno risulta essere la n°30 (GEO-STAB – Sisma presente) la verifica risulta essere soddisfatta.

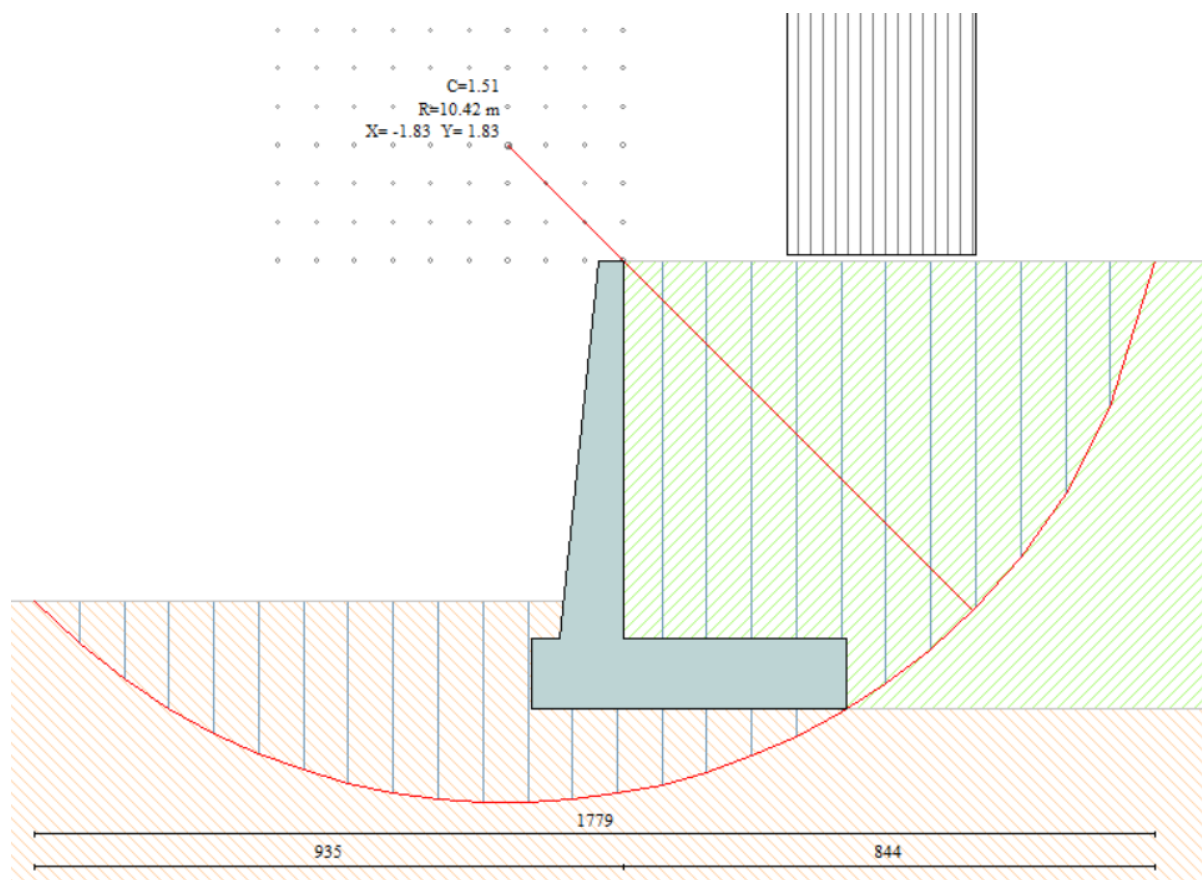


Figura 9: Stabilità globale del sistema terra-muro

| | | | | | | | | |
|--|--|--|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | PROGETTO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 59 di 68 |

Verifiche strutturali

Nelle due immagini seguenti si riportano i diagrammi delle massime sollecitazioni che si ottengono in corrispondenza del paramento murario e della fondazione.

A partire da tali valori saranno poi effettuate le verifiche degli elementi strutturali, considerando ferri di armatura:

| | | |
|------------|------------|----------------|
| Paramento | lato terra | 1 ϕ 24/20 |
| | lato scavo | 1 ϕ 20/20 |
| Fondazione | superiore | 1 ϕ 24/20 |
| | inferiore | 1 ϕ 20/20 |

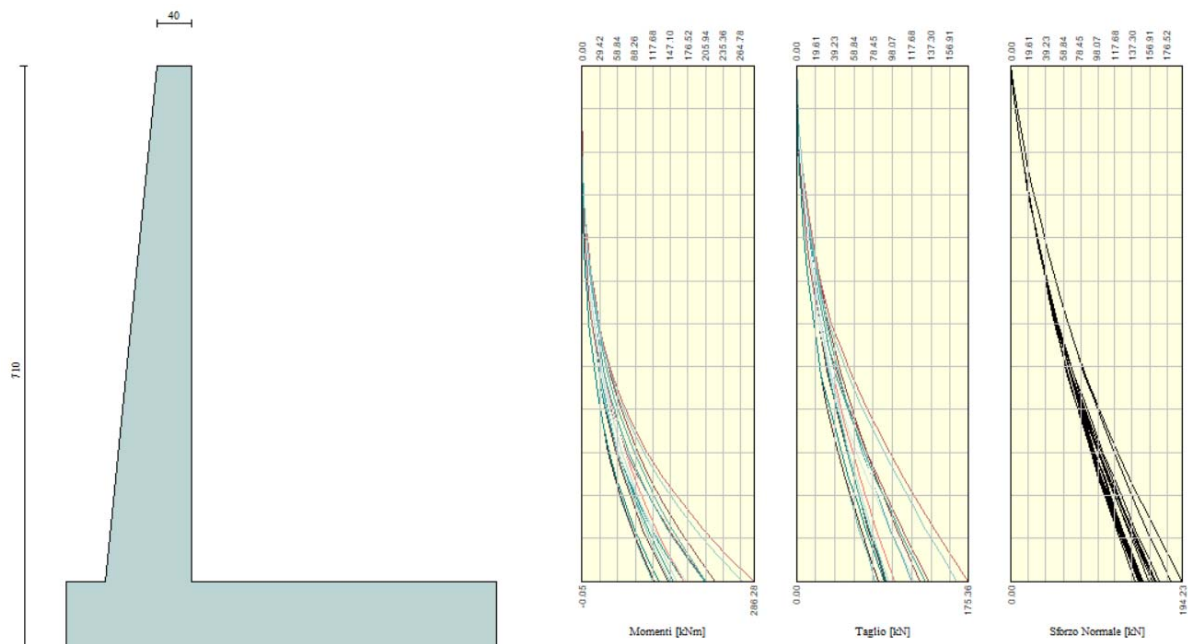


Figura 10: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (involuppo SLU)

| | | | | | | | |
|--|---|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| 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 RI02 - MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 60 di 68 |

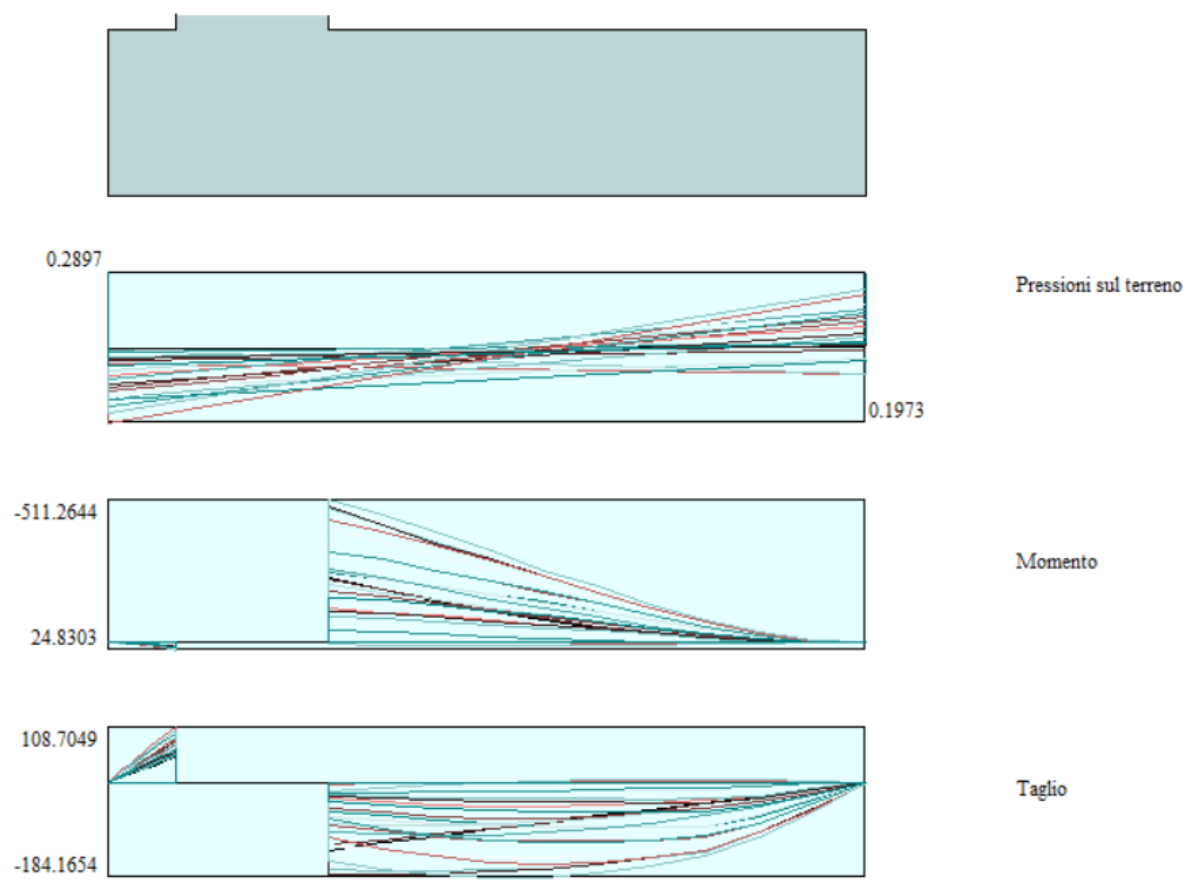


Figura 11: Sollecitazioni agenti in fondazione (involuppo SLU)

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 61 di 68 |

12.2 VERIFICHE MURO TIPO G (HMAX=6.60 M)

Per il muro denominato TIPO G, l'altezza del paramento varia tra i 6,00m e i 6,93m. Nel modello di calcolo si è considerato un muro avente altezza massima del paramento pari al 95% della altezza massima, ovvero: $H_{calcolo} = 0,95 \times 6,93 \approx 6,60m$.

Le immagini seguenti illustrano la configurazione geometrica e la stratigrafia dei terreni relative del muro in oggetto.

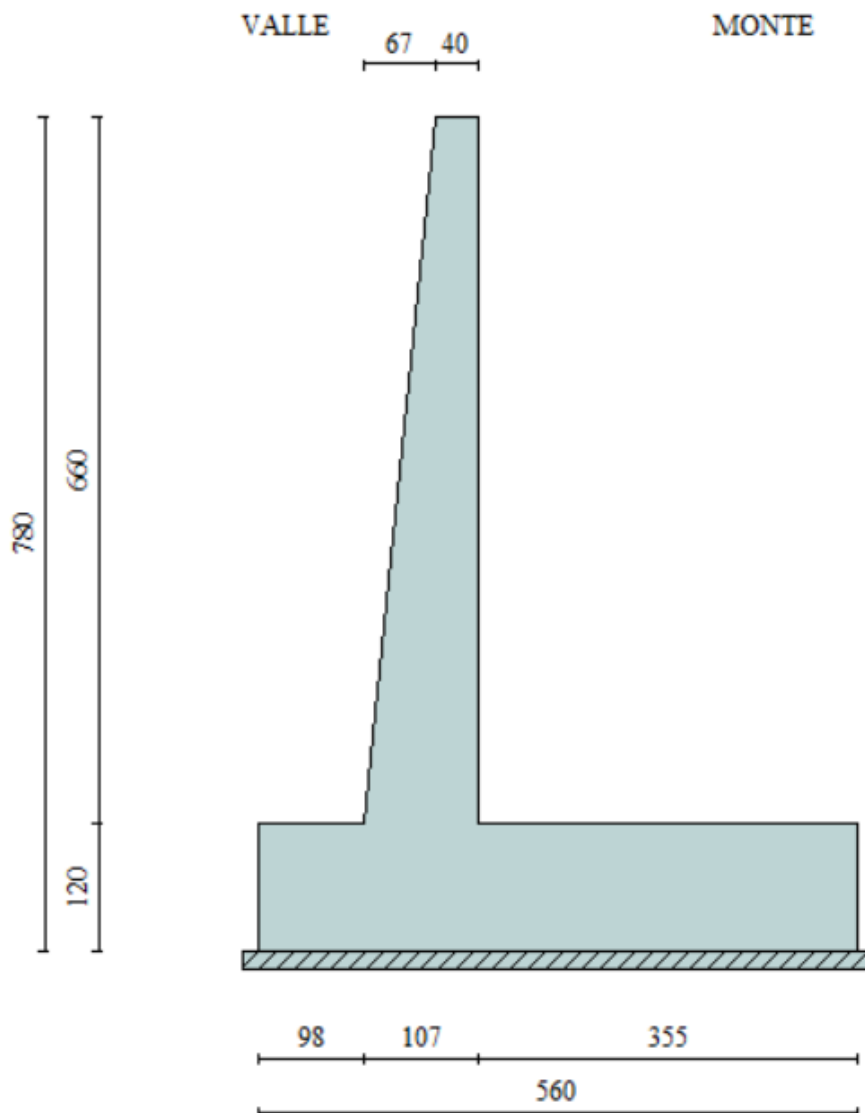


Figura 12: Geometria e dimensioni

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 62 di 68 |

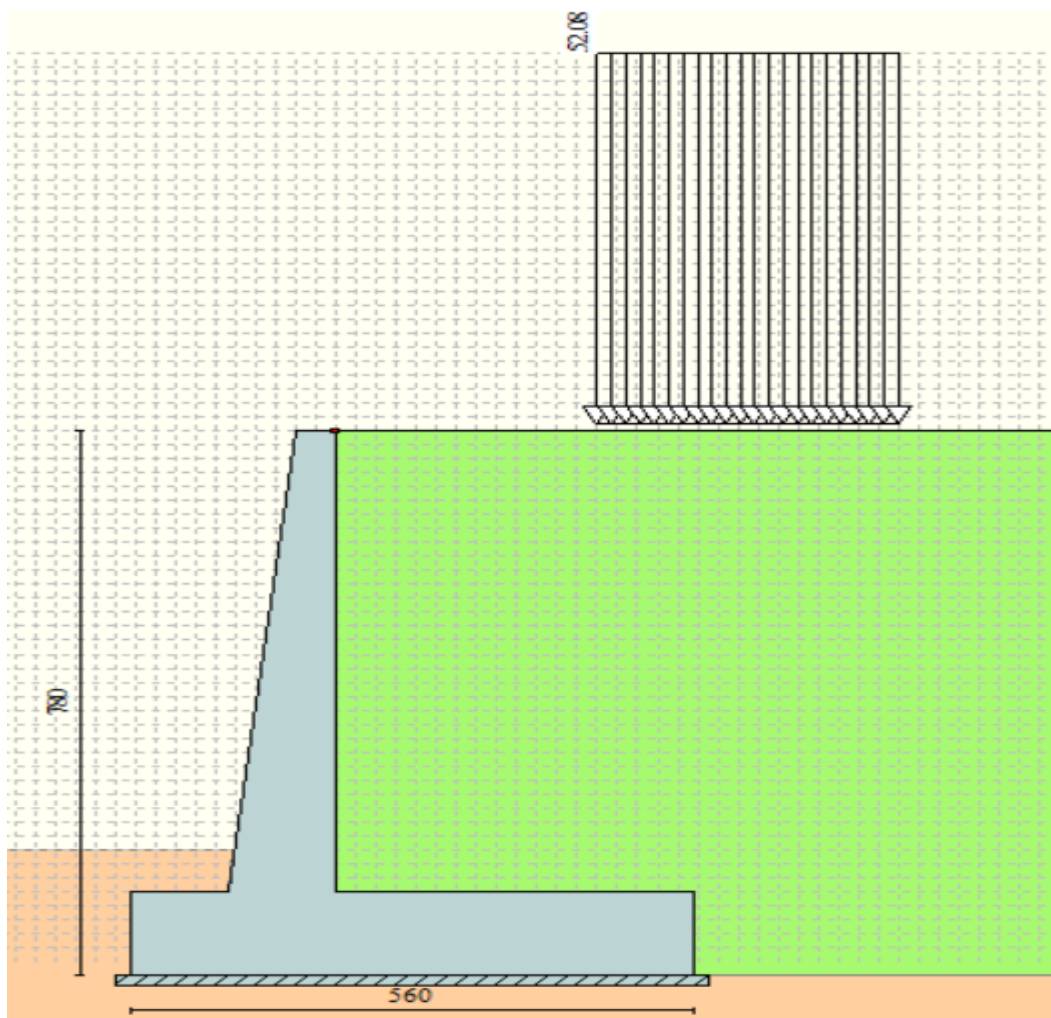


Figura 13: Profilo del terreno

Di seguito sono riassunte le verifiche strutturali e geotecniche effettuate sull'opera in esame. Si riportano i risultati delle combinazioni di carico più gravose per ogni stato limite esaminato.

| | | |
|---|---|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL RI.02.00.001 A 63 di 68 | |

Verifica a stabilità locale

Di seguito si riportano i risultati in termini di coefficienti di sicurezza delle combinazioni previste.

| Comb. | Tipo comb. | Sisma | FS (ribalt) | FS (scorr) | FS (qult) | FS (stab) | Spinta[kN] | Incr. sism.[kN] |
|-------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------------|
| 1 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 2.51 | 9.87 | -- | 170.8868 | 0.0000 |
| 2 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 3.09 | 8.18 | -- | 170.8868 | 0.0000 |
| 3 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 2.87 | 8.48 | -- | 170.8868 | 0.0000 |
| 4 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 2.73 | 9.46 | -- | 170.8868 | 0.0000 |
| 5 | A2-M2 - [1] | -- | -- | 1.96 | 4.96 | -- | 166.8448 | 0.0000 |
| 6 | EQU - [1] | -- | 5.79 | -- | -- | -- | 183.5293 | 0.0000 |
| 7 | STAB - [1] | -- | -- | -- | -- | 1.98 | 166.8448 | 0.0000 |
| 8 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 2.12 | 7.64 | -- | 240.3284 | 0.0000 |
| 9 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 1.97 | 8.11 | -- | 240.3284 | 0.0000 |
| 10 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 2.38 | 7.40 | -- | 240.3284 | 0.0000 |
| 11 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 2.23 | 7.64 | -- | 240.3284 | 0.0000 |
| 12 | A2-M2 - [2] | -- | -- | 1.52 | 3.87 | -- | 234.8710 | 0.0000 |
| 13 | EQU - [2] | -- | 3.33 | -- | -- | -- | 262.5605 | 0.0000 |
| 14 | STAB - [2] | -- | -- | -- | -- | 1.78 | 234.8710 | 0.0000 |
| 15 | A1-M1 - [3] | SismaH + SismaV positivo | -- | 1.79 | 8.20 | -- | 131.4514 | 38.0304 |
| 16 | A1-M1 - [3] | SismaH + SismaV negativo | -- | 1.74 | 8.65 | -- | 131.4514 | 26.2403 |
| 17 | A2-M2 - [3] | SismaH + SismaV positivo | -- | 1.20 | 3.44 | -- | 166.8448 | 43.7133 |
| 18 | A2-M2 - [3] | SismaH + SismaV negativo | -- | 1.17 | 3.62 | -- | 166.8448 | 28.7106 |
| 19 | EQU - [3] | SismaH + SismaV positivo | 3.94 | -- | -- | -- | 166.8448 | 43.7133 |
| 20 | EQU - [3] | SismaH + SismaV negativo | 3.41 | -- | -- | -- | 166.8448 | 28.7106 |
| 21 | STAB - [3] | SismaH + SismaV positivo | -- | -- | -- | 1.64 | 166.8448 | 43.7133 |
| 22 | STAB - [3] | SismaH + SismaV negativo | -- | -- | -- | 1.62 | 166.8448 | 28.7106 |
| 23 | A1-M1 - [4] | SismaH + SismaV positivo | -- | 1.57 | 6.50 | -- | 177.0412 | 41.7487 |
| 24 | A1-M1 - [4] | SismaH + SismaV negativo | -- | 1.54 | 6.85 | -- | 177.0412 | 25.7437 |
| 25 | A2-M2 - [4] | SismaH + SismaV positivo | -- | 1.07 | 2.63 | -- | 217.5247 | 46.4442 |
| 26 | A2-M2 - [4] | SismaH + SismaV negativo | -- | 1.05 | 2.77 | -- | 217.5247 | 26.7467 |
| 27 | EQU - [4] | SismaH + SismaV negativo | 2.65 | -- | -- | -- | 217.5247 | 26.7467 |
| 28 | EQU - [4] | SismaH + SismaV positivo | 2.94 | -- | -- | -- | 217.5247 | 46.4442 |
| 29 | STAB - [4] | SismaH + SismaV positivo | -- | -- | -- | 1.56 | 217.5247 | 46.4442 |
| 30 | STAB - [4] | SismaH + SismaV negativo | -- | -- | -- | 1.54 | 217.5247 | 26.7467 |
| 31 | SLEQ - [1] | -- | -- | 2.78 | 10.13 | -- | 157.7347 | 0.0000 |
| 32 | SLEF - [1] | -- | -- | 2.72 | 10.05 | -- | 162.4231 | 0.0000 |
| 33 | SLEP - [1] | -- | -- | 2.55 | 9.78 | -- | 177.0412 | 0.0000 |

Figura 14: Verifica stabilità locale

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| 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 RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 64 di 68 |

Verifica a stabilità globale

La combinazione di carico più gravosa ai fini della stabilità globale del sistema muro-terreno risulta essere la n°30 (GEO-STAB – Sisma presente) la verifica risulta essere soddisfatta.

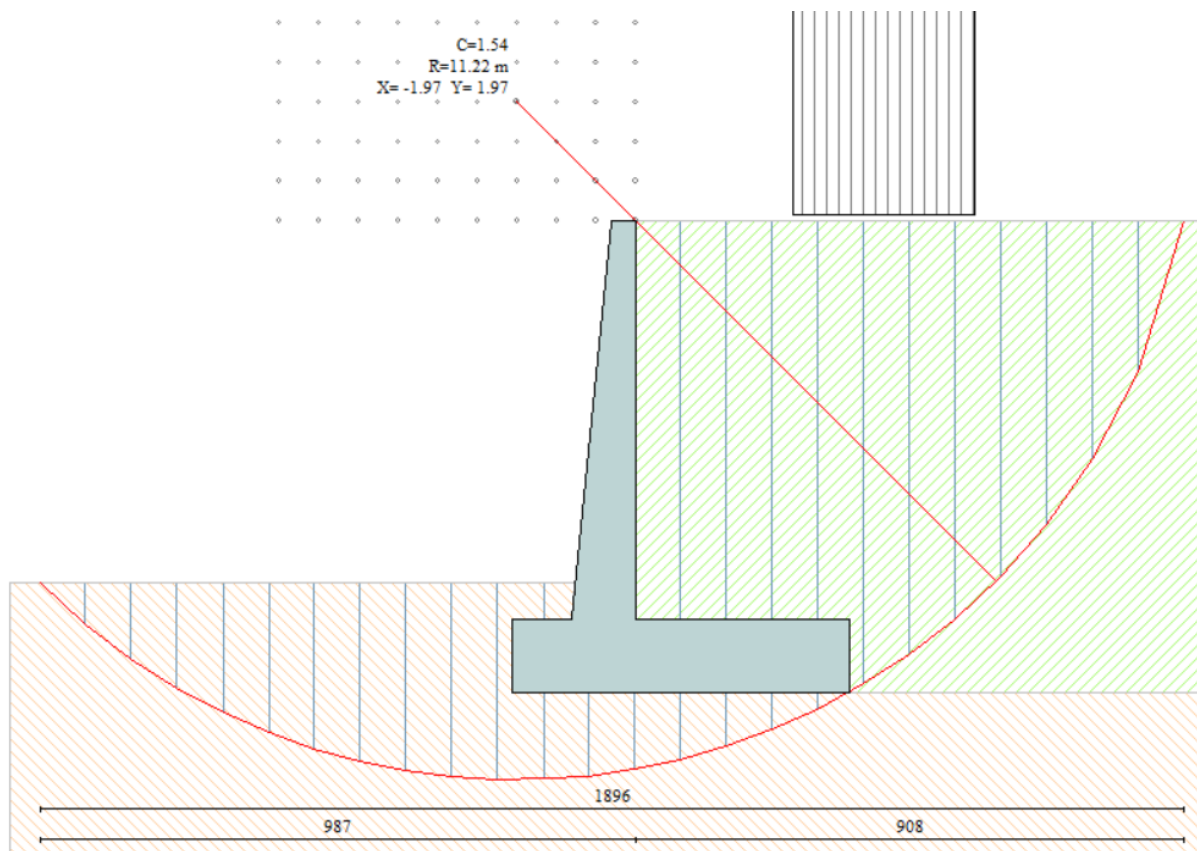


Figura 15: Stabilità globale del sistema terra-muro

| | | | | | | | | |
|--|--|--|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | PROGETTO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 65 di 68 |

Verifiche strutturali

Nelle due immagini seguenti si riportano i diagrammi delle massime sollecitazioni che si ottengono in corrispondenza del paramento murario e della fondazione.

A partire da tali valori saranno poi effettuate le verifiche degli elementi strutturali, considerando ferri di armatura:

| | | |
|------------|------------|----------------|
| Paramento | lato terra | 1 ϕ 24/20 |
| | lato scavo | 1 ϕ 20/20 |
| Fondazione | superiore | 1 ϕ 24/20 |
| | inferiore | 1 ϕ 20/20 |

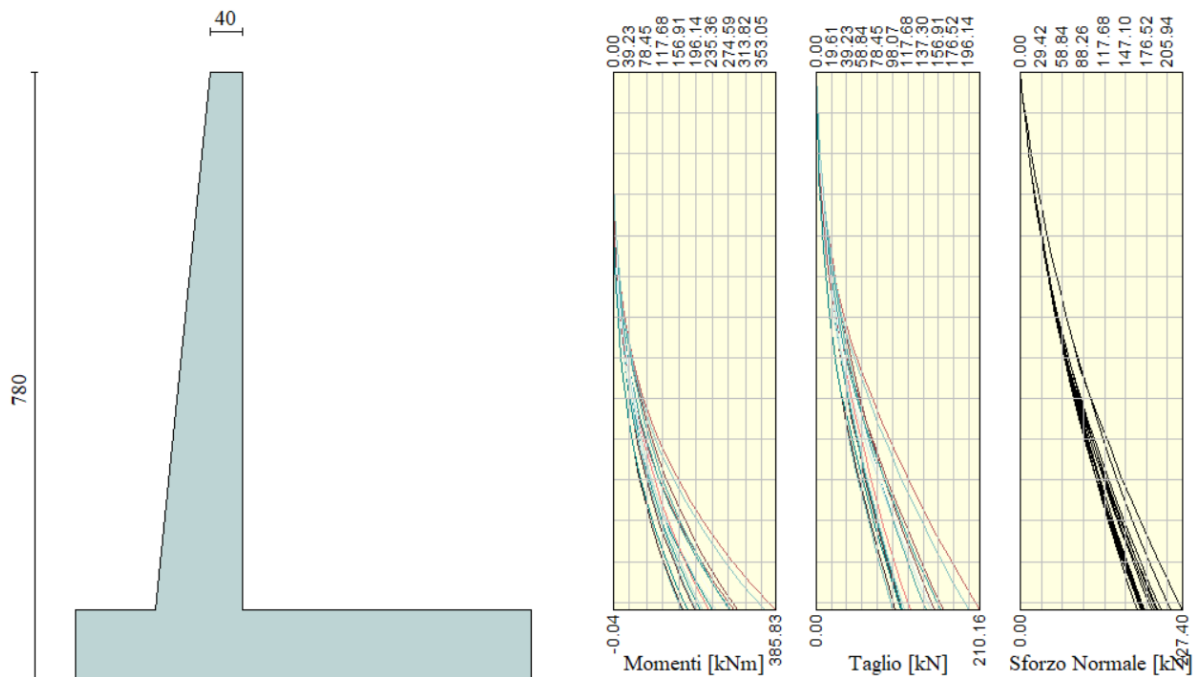


Figura 16: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (involuppo SLU)

| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|----------|--|
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.02.00.001</td> <td>A</td> <td>66 di 68</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 66 di 68 | |
| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | | | | | | | | | |
| IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | RI.02.00.001 | A | 66 di 68 | | | | | | | | | |

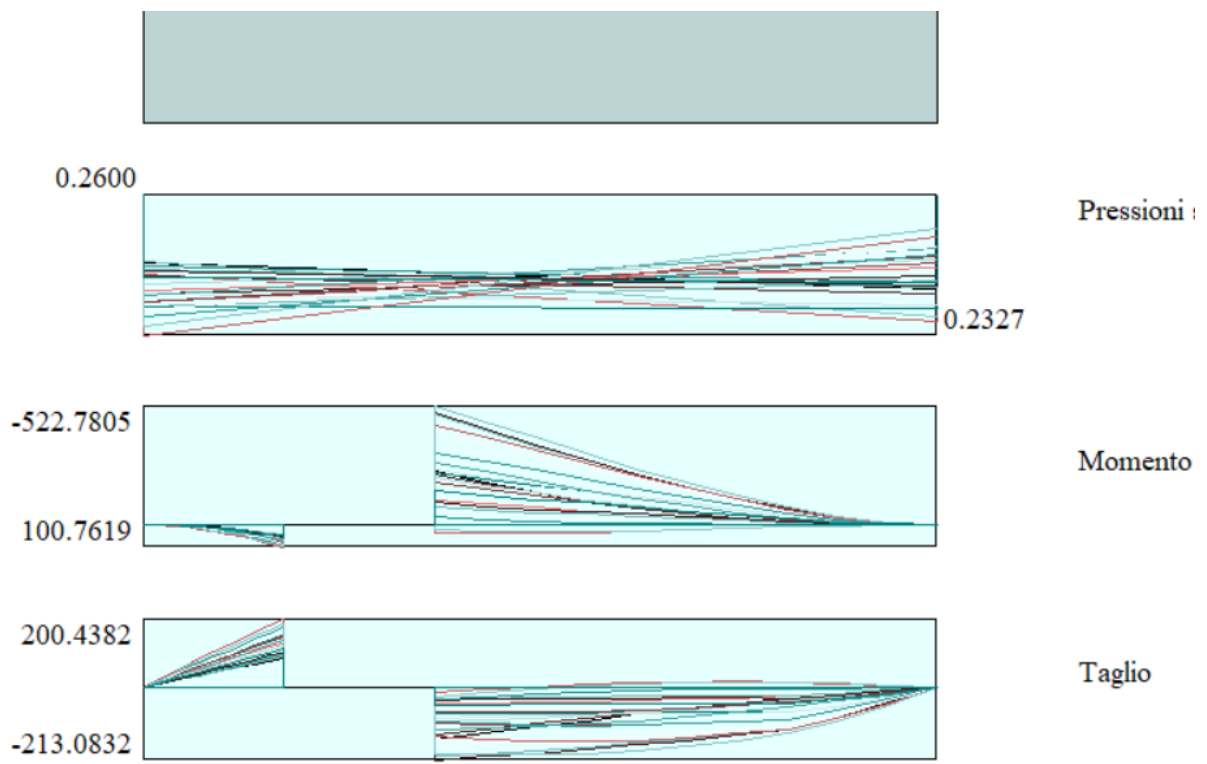


Figura 17: Sollecitazioni agenti in fondazione (involuppo SLU)

| | | | | | | |
|---|---|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 67 di 68 |

13 INCIDENZE

Di seguito si esplicita l'incidenza relativa all'opera di sostegno in esame:

| | Elemento | Spessore [m] | Armatura longitudinale | | | | Armatura trasversale | | | | Spilli | | | | Sommano [kg] | Incidenza di progetto [kg/m ³] |
|-------------------------------|------------|--------------|------------------------|---------------|----|-------------|----------------------|---------------|----|-------------|---------------|----------------|----|-------------|--------------|--|
| | | | Lato | Diametro [mm] | N° | Peso [kg/m] | Lato | Diametro [mm] | N° | Peso [kg/m] | Diametro [mm] | Maglia [cmxcm] | N° | Peso [kg/m] | | |
| MURI DI SOSTEGNO RI.02 TIPO F | Fondazione | 1.10 | LATO A | 16 | 5 | 7.89 | LATO A | 24 | 5 | 17.755 | 10 | 25x50 | 8 | 4.936 | 56.23 | 100 |
| | | | LATO B | 16 | 5 | 7.89 | LATO B | 24 | 5 | 17.755 | | | | | | |
| | Elevazione | 1.00 | LATO A | 16 | 5 | 7.89 | LATO A | 24 | 5 | 17.755 | 10 | 25x50 | 8 | 4.936 | 50.80 | 115 |
| | | | LATO B | 16 | 5 | 7.89 | LATO B | 20 | 5 | 12.33 | | | | | | |
| MURI DI SOSTEGNO RI.02 TIPO G | Fondazione | 1.20 | LATO A | 16 | 5 | 7.89 | LATO A | 24 | 5 | 17.755 | 10 | 25x50 | 8 | 4.936 | 50.80 | 100 |
| | | | LATO B | 16 | 5 | 7.89 | LATO B | 20 | 5 | 12.33 | | | | | | |
| | Elevazione | 1.10 | LATO A | 16 | 5 | 7.89 | LATO A | 24 | 5 | 17.755 | 10 | 25x50 | 8 | 4.936 | 50.80 | 115 |
| | | | LATO B | 16 | 5 | 7.89 | LATO B | 20 | 5 | 12.33 | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | 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 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RI02 – MURO DI SOSTEGNO IN DX TRA PROGR. 6+075.78 E PROGR. 6+192.49 - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO RI.02.00.001 | REV. A | PAGINA 68 di 68 |

14 INDICE DELLE FIGURE

| | |
|--|----|
| Figura 1: Sezione tipologica | 4 |
| Figura 2 – Pianta | 5 |
| Figura 3 – Profilo longitudinale | 5 |
| Figura 4: Sezione trasversale tipo F | 6 |
| Figura 5: Sezione trasversale tipo G | 7 |
| Figura 6: Geometria e dimensioni | 55 |
| Figura 7: Profilo del terreno | 56 |
| Figura 8: Verifica stabilità locale | 57 |
| Figura 9: Stabilità globale del sistema terra-muro | 58 |
| Figura 10: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (inviluppo SLU) | 59 |
| Figura 11: Sollecitazioni agenti in fondazione (inviluppo SLU) | 60 |
| Figura 12: Geometria e dimensioni | 61 |
| Figura 13: Profilo del terreno | 62 |
| Figura 14: Verifica stabilità locale | 63 |
| Figura 15: Stabilità globale del sistema terra-muro | 64 |
| Figura 16: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (inviluppo SLU) | 65 |
| Figura 17: Sollecitazioni agenti in fondazione (inviluppo SLU) | 66 |