

Indice

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | GENERALITA' | 3 |
| 1.1 | UNITÀ DI MISURA | 3 |
| 1.2 | MATERIALI | 4 |
| 2 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 4 |
| 2.1 | SOFTWARE IMPIEGATI | 4 |
| 2.2 | ELABORATI DI RIFERIMENTO | 4 |
| 3 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA D'INTERVENTO 5 | |
| 3.1 | RILIEVO GEOLOGICO DI DETTAGLIO..... | 5 |
| 3.2 | DEFINIZIONE DELLE UNITÀ GEOTECNICHE INTERCETTATE | 11 |
| 4 | DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA | 12 |
| 5 | VERIFICA DELLA GABBIONATA | 16 |
| 5.1 | METODOLOGIA DI CALCOLO | 16 |
| 5.2 | AZIONE SISMICA | 18 |
| 5.3 | SEZIONI DI ANALISI..... | 19 |
| 5.4 | RISULTATI DELLE VERIFICHE SLU/SLV (GEO) | 19 |
| 6 | APPENDICE | 24 |
| 6.1 | SEZIONE A-A' | 24 |

1 GENERALITA'

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici del Progetto Esecutivo (PE) per il Raddoppio dell'itinerario Ferroviario Napoli-Bari nella Tratta Canello-Benevento / II Lotto Funzionale Frasso Telesino – Vitulano.

La relazione in oggetto, in particolare, tratta il dimensionamento e le verifiche geotecniche degli interventi di stabilizzazione della strada NV09, in accordo con quanto prescritto al commento n.51 della relazione di ottemperanza n. 36 “mettere in sicurezza le due aree corrispondenti alla via Vallo Rotondo, interessate da importanti fenomeni franosi di versante”.

A tal proposito, è stato eseguito un rilievo specifico delle due aree in esame finalizzato alla definizione di dettaglio delle criticità.



Figura 1: Perimetrazione delle aree instabili lungo la via Vallo Rotondo.

1.1 UNITÀ DI MISURA

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- lunghezze ⇒ m, mm
- carichi ⇒ kPa, kN/m²
- azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- tensioni ⇒ N/mm²

|  | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| Interventi di messa in sicurezza della NV09 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0900 001</td> <td>A</td> <td>4 di 31</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 4 di 31 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 4 di 31 | | | | | | | | |

1.2 MATERIALI

Gli interventi in oggetto dovranno essere realizzati con materiali aventi le seguenti caratteristiche:

1. Gabbioni h=1m, base=1-1.5m, maglia tipo 6x8cm a doppia torsione, filo d'acciaio trafilato galvanizzato ($\phi=2.7\text{mm}$)
2. Geotessile tipo TERRAM 1000 (o equivalente)
3. Pietrame grezzo di riempimento (>1.5-2 x dimensione maglia)
4. Tubo di drenaggio micro-fessurato in resina (PVC)
5. Rete d'acciaio elettrosaldata in aderenza, maglia esagonale a doppia torsione tipo 8x10cm ($\phi=3.0\text{mm}$, w=1.750kg/m²)
6. Barre di ancoraggio ad aderenza migliorata, acciaio tipo B450C, maglia 2x2m, L=1.5m (intermedi lungo la parete) - 3.0m (in sommità)
7. Canaletta con tegoloni prefabbricati in conglomerato cementizio.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito, si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, adottate come riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto:

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Rif. [2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Rif. [3] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [4] Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere civili: (RFI DTC SI CS SP IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [5] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale (EN 1991-2:2003/AC:2010)

2.1 SOFTWARE IMPIEGATI

Per la redazione del Progetto Esecutivo delle opere in oggetto, è stato impiegato il seguente software di calcolo:

- Mac stars 2000, Rel. 4.0

2.2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Costituiscono parte integrante nel presente documento le tavole che rappresentano gli interventi per la messa in sicurezza della strada NV09:

Tabella 1: Elaborati di riferimento

| | |
|---|---------------------------------|
| Interventi di messa in sicurezza della NV09 - Planimetria e sezioni trasversali | IF26.12.E.ZZ.BZ.NV.09.0.0.002.A |
| Interventi di messa in sicurezza della NV09 - Dettagli costruttivi | IF26.12.E.ZZ.BZ.NV.09.0.0.003.A |

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA D'INTERVENTO

Dal punto di vista geologico le due aree instabili coinvolgono le scarpate dei travertini dell'unità Maddaloni al contatto con le soprastanti vulcanoclastiti del Tufo Grigio Campano.

Dal punto di vista geomorfologico, le scarpate si presentano di altezza variabile da pochi metri a circa 12-15m e sono interessate da locali processi erosivi e gravitativi attivi e quiescenti. L'inventario dei fenomeni franosi d'Italia (IFFI) ed il catasto del PAI dei fiumi Garigliano e Volturno aggiornato al 2017, non evidenziano fenomeni franosi interferenti con la NV09. Tuttavia, gli studi geologici e geomorfologici realizzati durante la fase di progetto esecutivo (PE) hanno evidenziato e perimetrato processi di degradazione attivi lungo l'orlo della scarpata, al contatto tra i travertini di Maddaloni e i depositi vulcanoclastici soprastanti.

Le scarpate presentano una franosità diffusa con locali di crollo e toppling lungo le scarpate di travertino, come evidenziato nel seguente stralcio della carta geomorfologica di progetto (Figura 2).

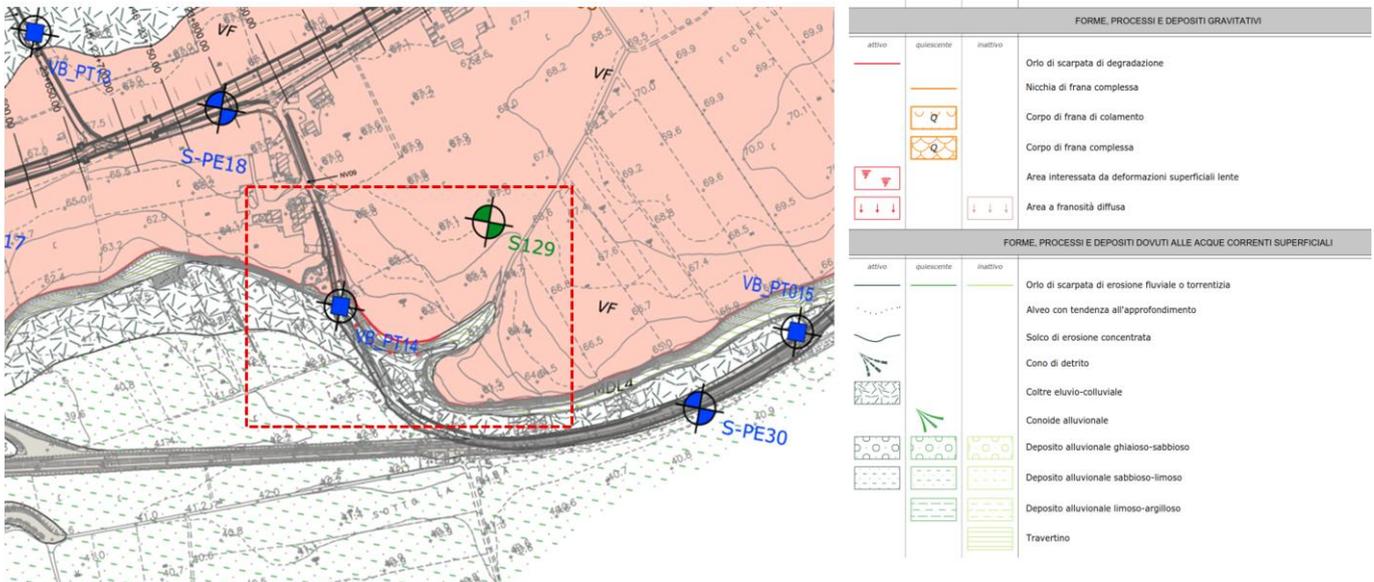


Figura 2: Stralcio della carta geomorfologica di progetto, con l'indicazione delle aree di scarpata interessate da franosità diffusa.

3.1 RILIEVO GEOLOGICO DI DETTAGLIO

Area 1 – Aree interessate da crolli e fenomeni di toppling:

L'area interessata dai fenomeni franosi interessa le scarpate impostate nei travertini dell'unità di Maddaloni (MDL4) che costeggiano la sede della via Vallo Rotondo. Si tratta di modesti fenomeni di crollo dovuto a toppling di piccoli blocchi di travertino, che si manifestano in modo non continuo su tutta la scarpata di monte. Essa presenta un'altezza variabile da 1m a circa 12m procedendo verso valle.

I distacchi avvengono sia nei settori verticali o leggermente strapiombanti, con le superfici di rottura che si sviluppano sui piani orizzontali di strato, sia dai settori apicali della scarpata dove le radici parietali e semi-esposte della vegetazione hanno fratturato il travertino in blocchi di modeste dimensioni (dimensione massima fino a 40-50cm) che risultano ora in equilibrio precario.

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|---------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 6 di 31 |

A protezione della strada sono presenti gabbionate al piede della scarpata che si estendono lungo la via Vallo Rotondo. Gli interventi sono disposti lungo la viabilità sia a fila singola che doppia in funzione dell'altezza della scarpata, ma presentano un tratto scoperto (tra km 0+538.568 e km 0+558.768) della strada NV09, oltre che in corrispondenza dell'intersezione con la viabilità a valle. Le foto a seguire mostrano lo stato dei luoghi e le aree di intervento.



Figura 3: Vista della scarpata verso valle (fig. b) e verso monte (fig. a) dell'area instabile n.1. in evidenza, la doppia fila di gabbionate ed il tratto scoperto dall'intervento di consolidamento in cui affiorano i depositi travertinosi dell'unità di Maddaloni.



Figura 4: Tratto finale (verso valle) dell'area instabile n.1, in corrispondenza con l'intersezione con la viabilità.

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|---------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 7 di 31 |



Figura 5: Affioramento tipo dei travertini dell'Unità di Maddaloni (MDL4). In evidenza le nicchie dei distacchi dei blocchi e le cavità generate dai processi erosivi lungo la scarpata.



Figura 6: Sviluppo dell'apparato radicale all'interno dell'unità di Maddaloni, presente in testa e lungo la scarpata di monte. In evidenza lo sviluppo dell'apparato radicale che penetra lungo le fratture ed i vuoti presenti all'interno dei travertini.

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|---------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 8 di 31 |



Figura 7: Livelli poco consolidati fini limoso sabbioso e localmente limoso argillosi intercalati ai travertini dell'Unità di Maddaloni.

Area- 2 -Scarpata suscettibile a cedimenti

La seconda area instabile si ubica sul lato destro della strada NV09, a lato del ciglio stradale rivolto verso valle. L'area si estende per circa 12m lungo la via ed è caratterizzata da una scarpata di 4 - 5 m di altezza, ad elevata pendenza. Nell'area è presente una coltre superficiale di terreno di riporto che poggia sui travertini dell'unità di Maddaloni sottostanti i cui affioramenti si rilevano coperti da una fitta coltre vegetale.

Nei settori prossimi all'area d'intervento e della via Vallo Rotondo, non sono stati rilevati al momento del rilievo tracce di dissesto in atto o indizi evidenti di lesioni o crepe sia a livello delle strutture di sostegno che dell'abbondante copertura vegetale superficiale. Seppur non in buone condizioni, non sono stati rilevati indizi significativi di lesioni e cedimenti a livello della pavimentazione stradale esistente.

L'elevata pendenza e la natura del materiale di riporto (terreno limoso debolmente argilloso e sabbioso) potrebbe però essere suscettibile a cedimenti nel tempo e determinare fenomeni di erosione della scarpata dovuti al ruscellamento delle acque superficiali.

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|---------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 9 di 31 |



Figura 8: Vista verso monte dell'area instabile n.2 oggetto dello studio di dettaglio.



Figura 9: Parte terminale del muro di contenimento a ridosso del deposito antropico presente a lato della pavimentazione stradale.

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 10 di 31 |



Figura 10: Vista verso valle dell'area instabile n.2 oggetto dello studio di dettaglio. In particolare, si evidenzia l'assenza di lesioni o crepe significative a livello del muro perimetrale esistente e del ciglio della pavimentazione stradale in prossimità del ciglio della scarpata.



Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 11 di 31 |



Figura 11: Vista della scarpata acclive dal ciglio verso valle (terrazzo alluvionale). Si evidenzia l'elevata pendenza della scarpata. Al momento del rilievo della scarpata non sono stati rilevati processi gravitativi e d'erosione attivi a livello della copertura vegetale.

3.2 DEFINIZIONE DELLE UNITÀ GEOTECNICHE INTERCETTATE

Di seguito si elencano le unità geotecniche individuate lungo il tracciato:

- **Coltri eluvio-colluviali – Unità b2:** si tratta di argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore marrone, grigio e bruno-rossastro, a struttura indistinta, con talvolta resti vegetali, sporadici inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone, grigio e giallastro, a struttura indistinta, con abbondanti resti vegetali, sporadici inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate.
- **Tufo grigio campano (Unità geologica TGC):** si tratta di depositi vulcanici di natura prevalentemente sabbioso limosa. In particolare, si evidenzia la presenza di:
 - **Unità TGC2:** Ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, nocciola e giallastro, a struttura indistinta, con diffuse pomice e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-angolose; nella parte bassa della successione è localmente presente un livello di pomice grossolane di colore bianco-rosato, angolose e a struttura indistinta.
- **Unità di Maddaloni (Unità geologica MDL):** si tratta di depositi lacustri con frequenti intercalazioni fluviali e vulcanoclastiche. In particolare si evidenzia:
 - **Unità MDL4:** Travertini litoidi di colore nocciola, avana e giallastro, vacuolari e debolmente stratificati, con resti vegetali, locali gusci di molluschi, inclusi piroclastici e intercalazioni di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio e avana.

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 12 di 31 |

4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA

Per la messa in sicurezza della strada NV09 (lato di monte ed area 1) si sono adottate tre tipologie d'intervento, come dettagliato in Tabella 2 e mostrato in Figura 12.

Tabella 2: Interventi di messa in sicurezza della strada NV09

| | |
|-------------------------------|--|
| Intervento 1 (linea blu) | Regimazione delle acque superficiali con canalette aperte, realizzata con tegoloni prefabbricati in conglomerato cementizio |
| Intervento 2 (linea rossa) | <ul style="list-style-type: none"> a) Riprofilatura della scarpata e disaggio dei blocchi instabili, specialmente in corrispondenza dei settori strapiombanti; b) Posizionamento di una rete d'acciaio elettrosaldata in aderenza, maglia esagonale a doppia torsione tipo 8x10cm ($\phi=3.0\text{mm}$, $w=1.750\text{kg/m}^2$) in modo da trattenere e arginare il distacco di blocchi di modeste dimensioni (<30 cm max) c) Fissaggio della rete con barre di ancoraggio ad aderenza migliorata, acciaio tipo B450C, maglia 2x2m, L=1.5m (intermedi) - 3.0m (in sommità) |
| Intervento 3 (linea verde) | <p>Completamento delle gabbionate a protezione della sede stradale, tramite:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) gabbioni h=1m, base=1-1.5m, maglia tipo 6x8cm a doppia torsione, filo d'acciaio trafilato galvanizzato ($\phi=2.7\text{mm}$) b) Geotessile tipo TERRAM 1000 (o equivalente) c) Pietrame grezzo di riempimento (>1.5-2 x dimensione maglia) d) Tubo di drenaggio microfessurato in resina (PVC) |

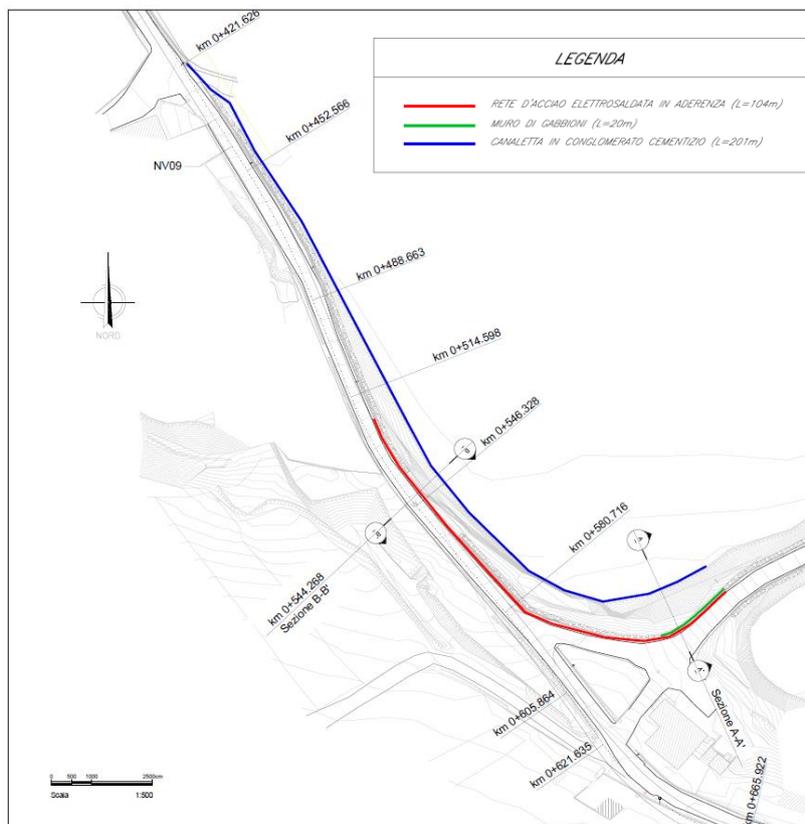


Figura 12: Vista planimetrica degli interventi di messa in sicurezza della strada NV09.

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 13 di 31 |

Gli interventi #1 e #3 saranno localizzati nella zona corrispondente all' intersezione della NV09 con la viabilità a valle (Figura 13). Gli interventi #1 e #2 saranno realizzati lungo tutto il versante (lato monte), Figura 14.

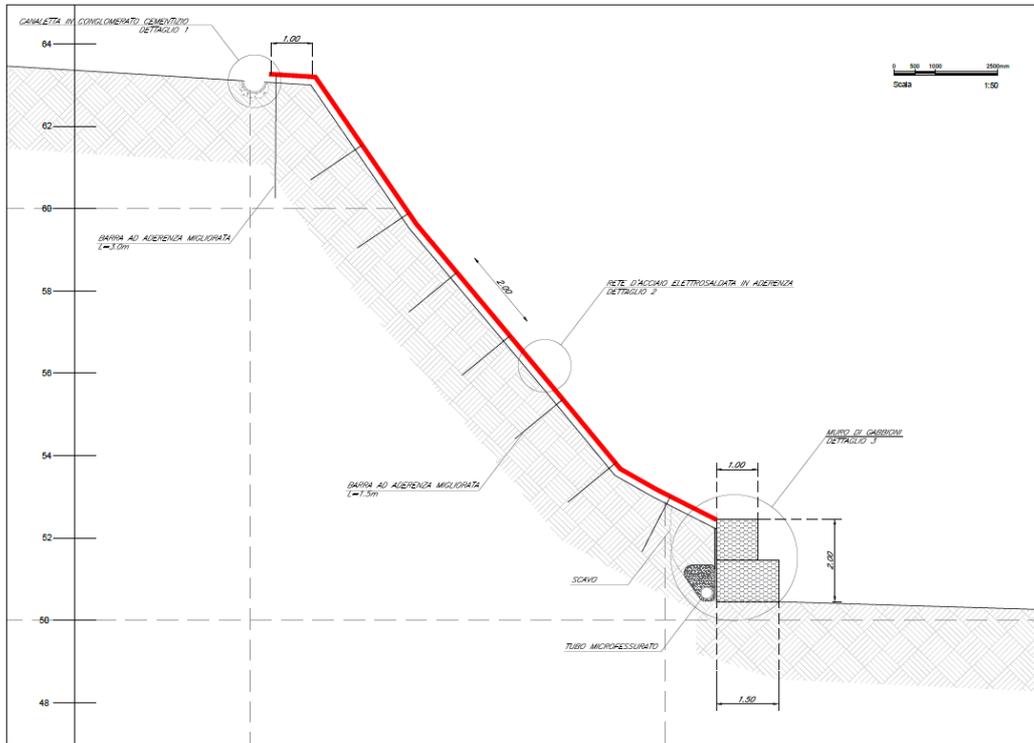


Figura 13: Intervento #1 e #3 – Sezione A-A

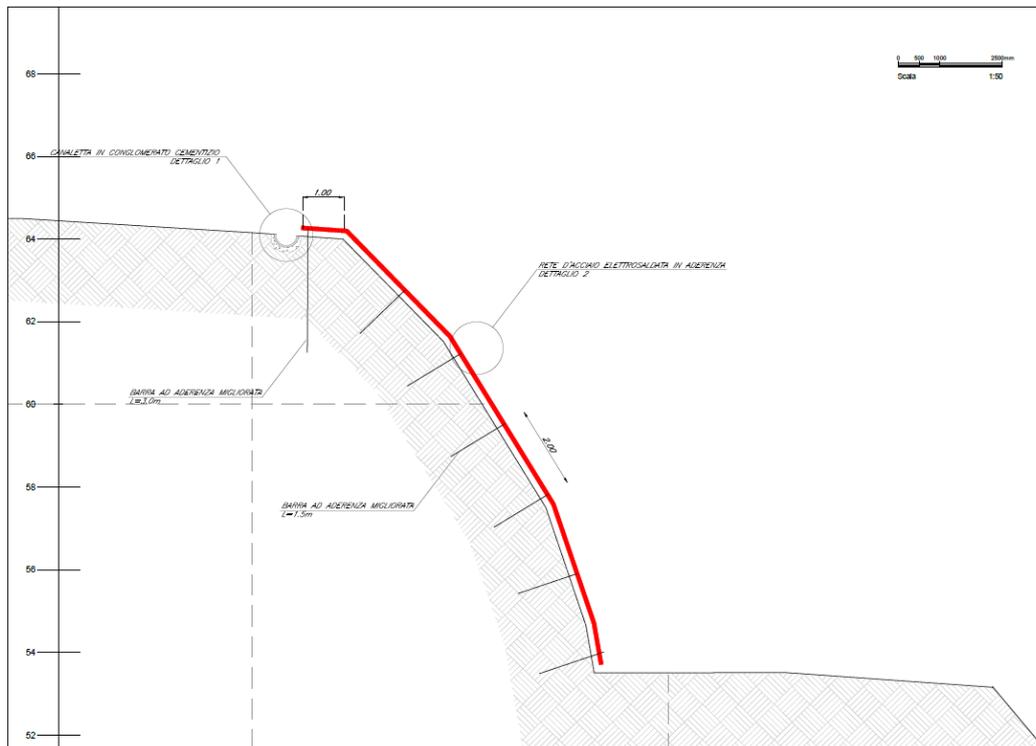


Figura 14: Intervento #1 e #2 – Sezione B-B'

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 14 di 31 |

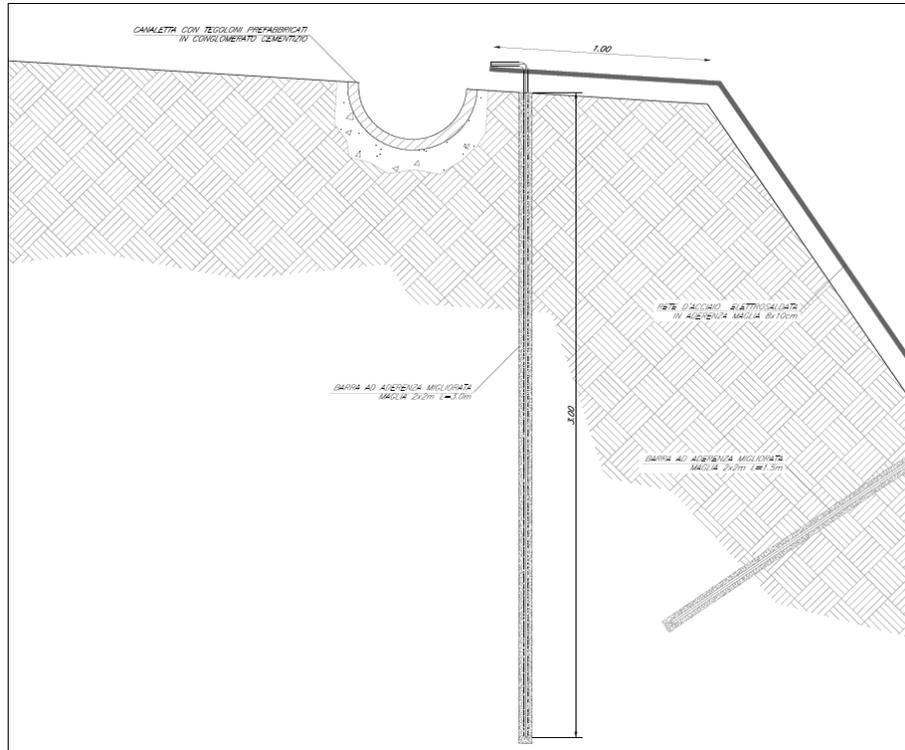


Figura 15: Dettaglio 1 – Canaletta in conglomerato cementizio



Figura 16: Dettaglio 2 – Rete in aderenza – Sezione

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 16 di 31 |

Per quanto concerne l'area instabile n.2 non si sono prescritti interventi di messa in sicurezza, dal momento che la regimazione delle acque superficiali (considerata come unica causa di eventuali fenomeni di instabilità) è già garantita dalle canalette aperte collocate ai lati della nuova sede stradale in progetto.

5 VERIFICA DELLA GABBIONATA

5.1 METODOLOGIA DI CALCOLO

Il dimensionamento del muro in gabbioni è stato condotto utilizzando il programma di calcolo denominato MacStar W (Rel. 4.0), che consente la verifica dell'opera come muro di sostegno monolitico.

In accordo a quanto previsto da normativa di riferimento (NTC08), i muri di sostegno (tra cui rientrano anche questa tipologia di opere) devono essere analizzate con riferimento allo SLU/SLV di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU).

Per gli stati limite ultimi, la verifica di sicurezza è soddisfatta se:

$$R_d \leq E_d$$

ove:

R_d = resistenza di progetto;

E_d = valore di progetto dell'effetto delle azioni.

Nello specifico si sono condotte quattro tipologie di verifica, sia in condizione statica sia sismica:

1. Verifica di stabilità globale

La verifica di stabilità globale fa riferimento ai metodi di stabilità all'equilibrio limite. La porzione di terreno soggetta a rottura viene divisa in conci e per ciascuno di questi si calcolano le forze alle quali sono assoggettati: forze esterne, peso, reazioni alla base e forze di contatto tra concio e concio. Nel codice di calcolo MACSTARS W si utilizzano il metodo semplificato di Bishop (Ved. Figura 19).

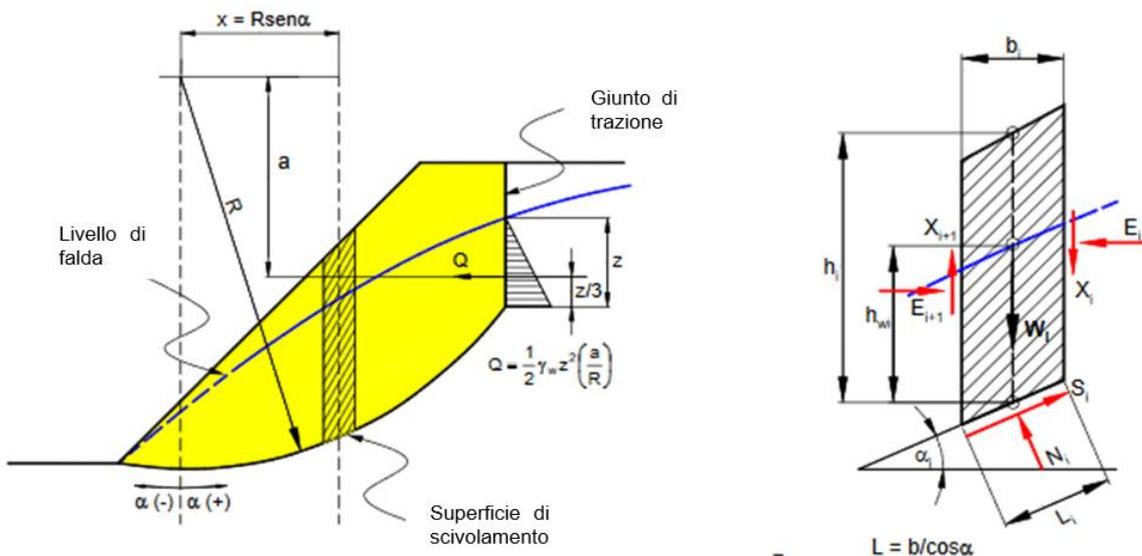


Figura 19: Condizioni di equilibrio (Metodo di Bishop).

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|  | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| Interventi di messa in sicurezza della NV09 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RH</td> <td style="text-align: center;">NV0900 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">17 di 31</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 17 di 31 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 17 di 31 | | | | | | | | |

Il coefficiente di sicurezza FS a rottura lungo la superficie di scorrimento viene definito come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa:

$$FS = \frac{\int_S \tau_{disp}}{\int_S \tau_{mob}}$$

2. Verifica di scorrimento

La verifica a scorrimento accerta la stabilità dell'opera allo scorrimento lungo un piano orizzontale, con parametri di verifica (coesione e angolo di attrito sulla superficie di scorrimento) assunti in funzione del tipo di contatto alla base.

3. Verifica di capacità portante

La verifica di capacità portante accerta la sicurezza nei confronti della rottura del terreno di fondazione. In particolare la pressione ultima dei terreni di fondazione viene calcolata con un metodo generale, che riprende i classici metodi dell'equilibrio limite (Terzaghi, Hansen, Meyerof), e che consente di tenere in conto situazioni stratigrafiche o geometriche complesse.

4. Verifica al ribaltamento

La verifica a ribaltamento accerta la stabilità dell'opera al ribaltamento attorno ad un punto alla base del muro.

In accordo alla normativa di riferimento (NTC08), le verifiche di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno è stata effettuata secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2 (DA1-C2): A2+M2+R2 (tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC08).

Le verifiche a scorrimento e a capacità portante sono state eseguite secondo l'Approccio 2 (DA2): A1+M1+R3 (tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I delle NTC08).

Lo stato limite di ribaltamento non prevede la mobilitazione della resistenza del terreno di fondazione e viene trattato come uno stato limite di equilibrio di un corpo rigido (EQU), usando i coefficienti parziali sulle azioni della tabella 6.2.I (NTC08) e adoperando coefficienti parziali del gruppo (M2): EQU+M2+R1.

Nelle seguenti tabelle si specificano i valori dei coefficienti parziali da attribuire ai carichi nominali, ai materiali geotecnici e alle resistenze:

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.

Figura 20: Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (Tabella 6.2.I – NTC 2008)

| | | | | | | | |
|--|--|--|------------------|----------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| Interventi di messa in sicurezza della NV09 | | COMMESSA IF26 | LOTTO 12 E ZZ | CODIFICA RH | DOCUMENTO NV0900 001 | REV. A | FOGLIO 18 di 31 |

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

| PARAMETRO | GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE | COEFFICIENTE PARZIALE | (M1) | (M2) |
|--|---|-----------------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \phi'_k$ | γ_M γ_ϕ | 1,0 | 1,25 |
| Coesione efficace | c'_k | γ_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 |

Figura 21: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tabella 6.2.II – NTC 2008)

Tab. 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 |

Figura 22: Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo (Tabella 6.8.I – NTC 2008)

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

| VERIFICA | COEFFICIENTE PARZIALE (R1) | COEFFICIENTE PARZIALE (R2) | COEFFICIENTE PARZIALE (R3) |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Capacità portante della fondazione | $\gamma_R = 1,0$ | $\gamma_R = 1,0$ | $\gamma_R = 1,4$ |
| Scorrimento | $\gamma_R = 1,0$ | $\gamma_R = 1,0$ | $\gamma_R = 1,1$ |
| Resistenza del terreno a valle | $\gamma_R = 1,0$ | $\gamma_R = 1,0$ | $\gamma_R = 1,4$ |

Figura 23: Coefficienti parziali per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno (Tabella 6.5.I – NTC 2008)

L'analisi in condizione sismica viene condotta considerando la stessa combinazione adottata in condizione statica statica, ma assumendo coefficienti parziali sulle azioni unitari (§7.11.1 NTC08).

5.2 AZIONE SISMICA

Le analisi di stabilità in condizione sismica sono state eseguite applicando un approccio pseudo-statico. Esso simula l'azione sismica attraverso l'utilizzo di azioni statiche (f_h , f_v) equivalenti a quelle dinamiche, come indicato dalle seguenti relazioni:

$$f_h = \gamma \cdot k_h \quad (\text{forza orizzontale per unità di volume})$$

$$f_v = \gamma \cdot k_v \quad (\text{forza verticale per unità di volume})$$

ove:

γ → peso specifico del volume considerato

In accordo alla normativa di riferimento, la componente orizzontale dell'accelerazione (a_h) è legata all'accelerazione massima al suolo attraverso la seguente relazione:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max}/g$$

$$k_v = \pm k_h/2$$

ove:

$k_{h,v}$ → coefficienti sismici (orizzontale/verticale);

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|  | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| Interventi di messa in sicurezza della NV09 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RH</td> <td style="text-align: center;">NV0900 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">19 di 31</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 19 di 31 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 19 di 31 | | | | | | | | |

β_s → coefficiente di riduzione (funzione dell'accelerazione massima attesa e della categoria del sottosuolo, assunto pari a 0.28 per il caso in esame);

a_{max} → accelerazione massima al suolo = $ag \cdot S_s \cdot S_T$

L'opera in esame ricade nella zona sismica S2 (Amorosi – Solopaca), caratterizzata dai seguenti valori dei coefficienti sismici:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max} / g = 0.28 \cdot 0.40 = 0.011$$

$$k_v = \pm k_h / 2 = \pm 0.056$$

5.3 SEZIONI DI ANALISI

Le analisi sono state condotte sulla sezione più rappresentative dell'area d'intervento, in termini geometrici (massima altezza) e geologici (condizioni stratigrafiche peggiori):

- Sezione A-A' (intersezione della NV09 con la viabilità a valle) - Figura 13.

I parametri geotecnici adottati per ciascun materiale sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 3: Parametri geotecnici (valori caratteristici)

| Unità | Descrizione | VALORI CARATTERISTICI | | | |
|-------|--|-------------------------------|---------------|-----------------|-------------|
| | | γ (kN/m ³) | ϕ'_k (°) | ϕ'_k (rad) | c_k (kPa) |
| b2 | Coltre eluvio colluviale argilloso limosa | 19 | 25 | 0.44 | 5 |
| TGC2 | Ceneri sabbioso limose Formazione tufo grigio campano | 18.5 | 33 | 0.58 | 6 |
| MDL4 | Travertini (unità di Maddaloni) | 20 | 34 | 0.59 | 30 |
| Gabb. | Gabbionata | 17.5 | 40 | 0.70 | 12.5 |

Il livello di falda, risulta troppo basso per interferire con l'opera di sostegno e, dunque, non è stato considerato.

5.4 RISULTATI DELLE VERIFICHE SLU/SLV (GEO)

Di seguito si riportano i risultati delle analisi, con riferimento agli stati limite ultimi statici (SLU) e sismici (SLV) di tipo geotecnico (GEO).

E' importante considerare che i fattori di sicurezza calcolati dal programma (ved. i tabulati dell'Appendice, §6) sono divisi per i coefficienti parziali delle resistenze γ_R richiesti dalla normativa di riferimento (NTC08) per ogni tipologia di verifica ($F_{S_{Mac\ Stars}} = F_S / \gamma_R$). La verifica risulterà soddisfatta, dunque, per $F_{S_{Mac\ Stars}} \geq 1.0$.

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 20 di 31 |

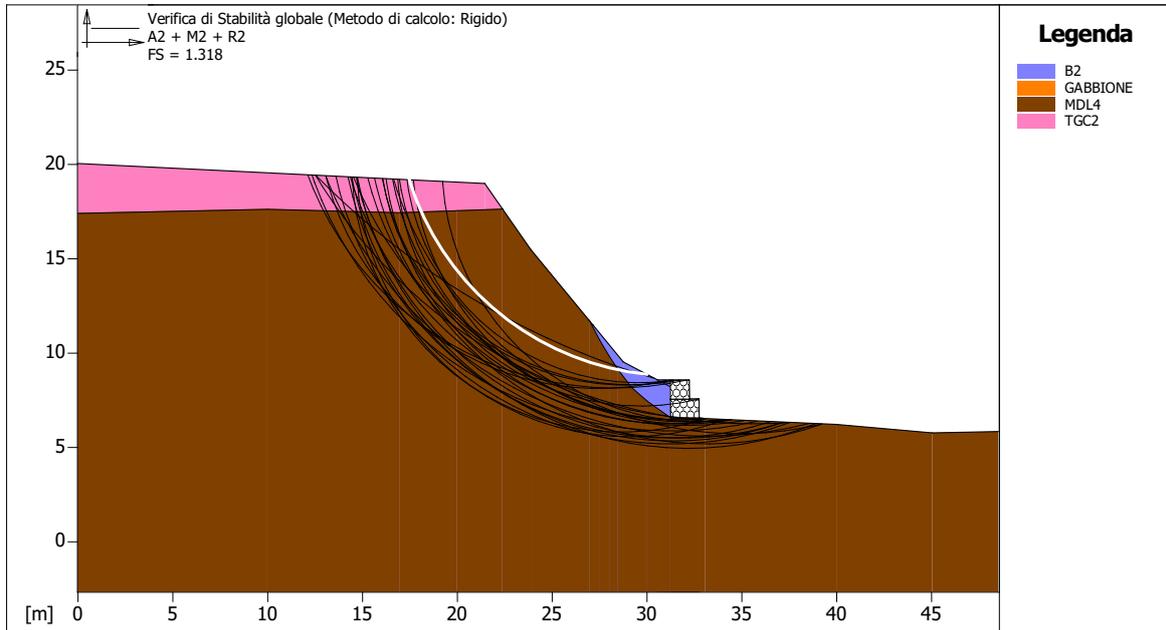


Figura 24: Sezione A-A' – Verifica di stabilità globale – condizione statica – FS=1.318

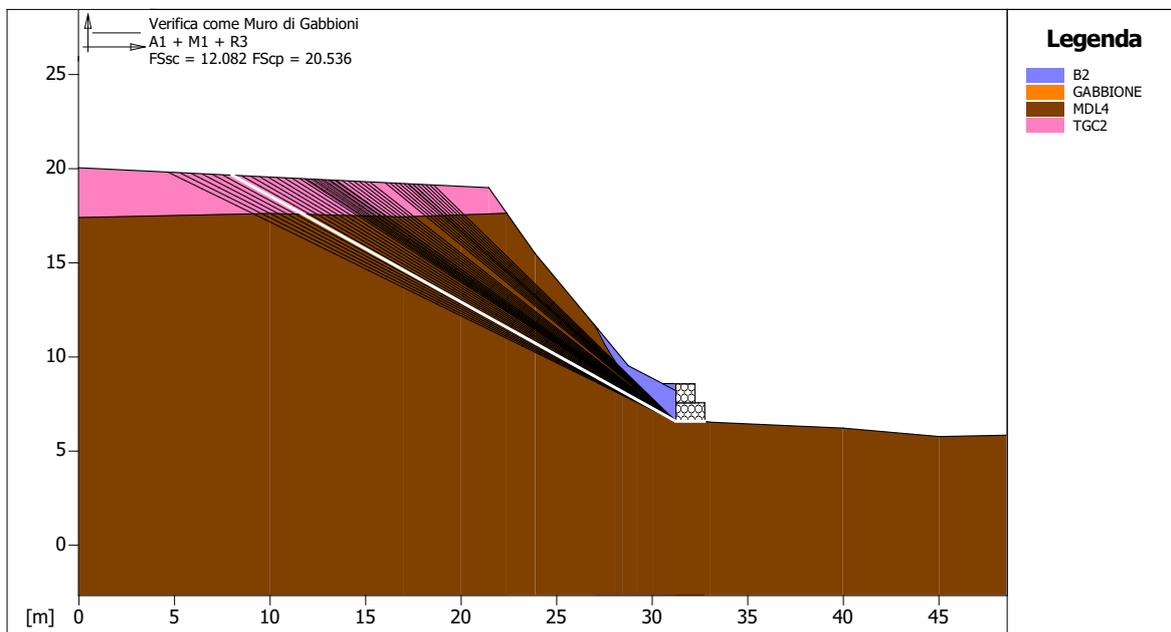


Figura 25: Sezione A-A' – Verifica di scorrimento e capacità portante – condizione statica – FS_{scorrimento}=12.082, FS_{capacità portante}=20.536

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 21 di 31 |

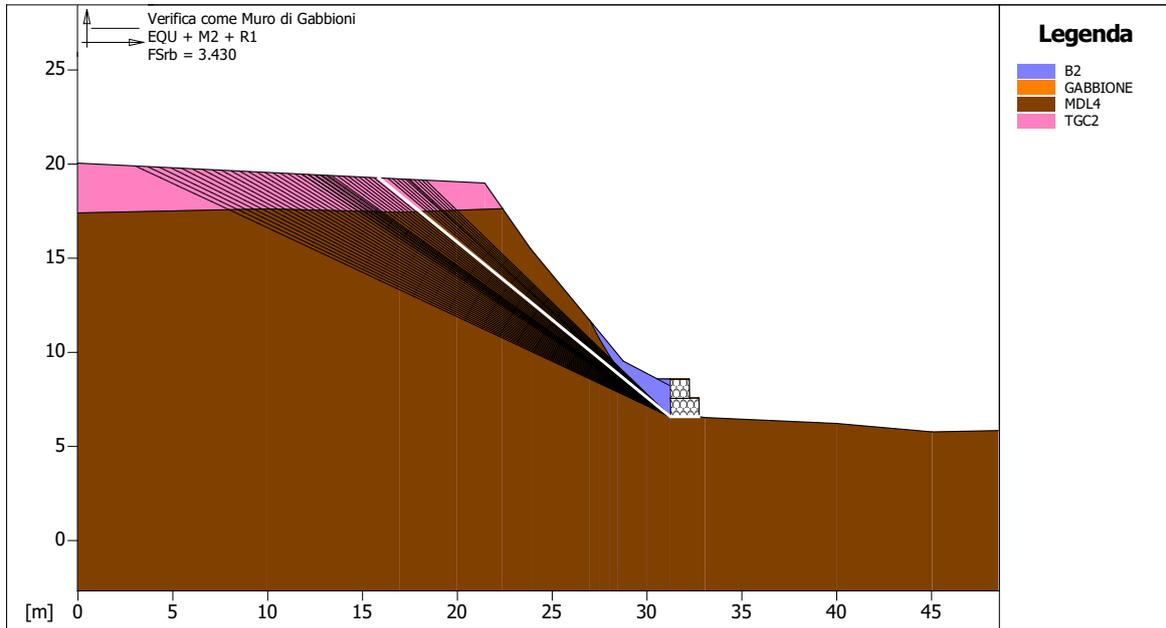


Figura 26: Sezione A-A' – Verifica a ribaltamento – condizione statica – $FS_{ribaltamento}=3.430$

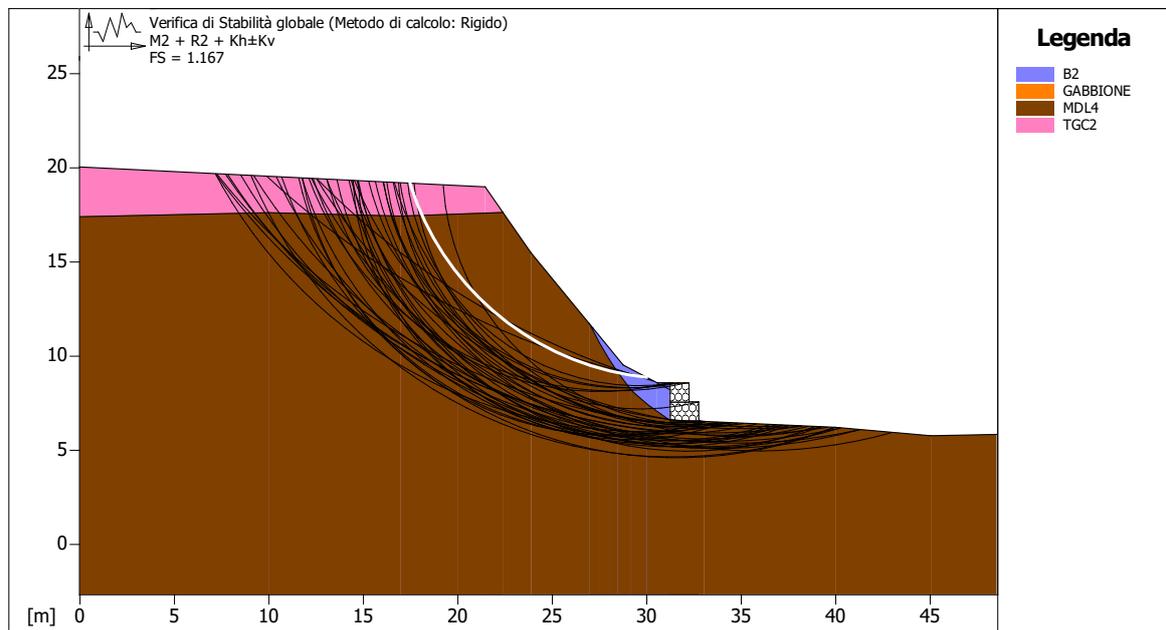


Figura 27: Sezione A-A' – Verifica di stabilità globale – condizione sismica – $FS=1.167$

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 22 di 31 |

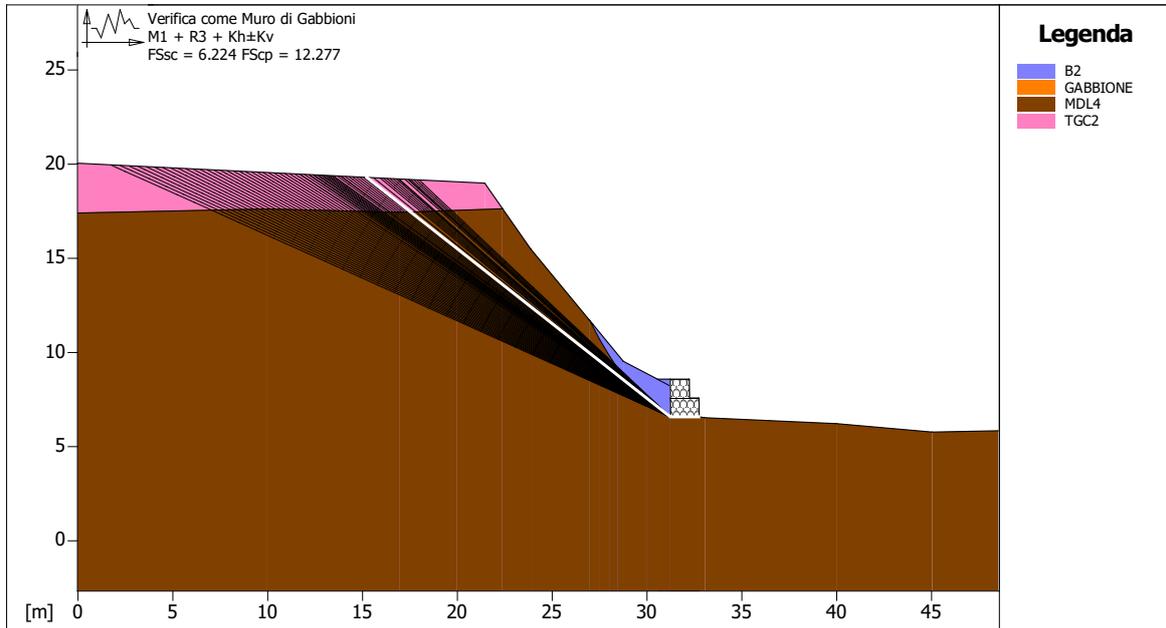


Figura 28: Sezione A-A' – Verifica di scorrimento e capacità portante – condizione sismica – $FS_{scorrimento}=6.224$,
 $FS_{capacità\ portante}=12.277$

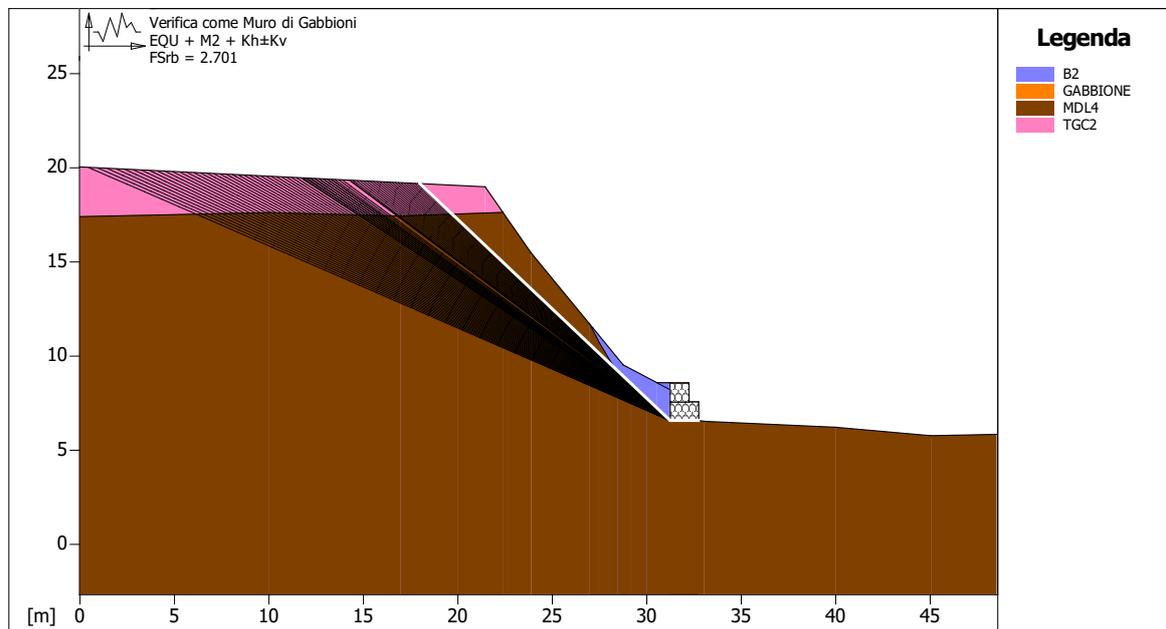


Figura 29: Sezione A-A' – Verifica a ribaltamento – condizione sismica – $FS_{ribaltamento}=2.701$

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|  | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| Interventi di messa in sicurezza della NV09 | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0900 001</td> <td>A</td> <td>23 di 31</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 23 di 31 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 23 di 31 | | | | | | | | |

Nella seguente Tabella 4 si riportano, per ciascuna sezione, i risultati delle analisi del muro di gabbioni:

Tabella 4: Risultati analisi del muro di gabbioni

| Sezione | Verifica | Approccio | FS _{statico} | FS _{sismico} | |
|---------|---------------------------------|-----------|-----------------------|-----------------------|------|
| A-A' | Stabilità globale (SLU/SLV-GEO) | A2+M2+R2 | 1.318 | 1.167 | ≥1.0 |
| | Scorrimento (SLU/SLV-GEO) | A1+M1+R3 | 12.082 | 6.224 | ≥1.0 |
| | Capacità portante (SLU/SLV-GEO) | A1+M1+R3 | 20.536 | 12.277 | ≥1.0 |
| | Ribaltamento (SLU/SLV-EQU) | EQU+M2+R1 | 3.430 | 2.701 | ≥1.0 |

Come si può osservare, i fattori di sicurezza (FS) minimi ottenuti dalle analisi del muro di gabbioni (già fattorizzati per il coefficiente γ_R , come spiegato anteriormente) sono sempre maggiori dell'unità (FS≥1.0). Le verifiche risultano pertanto sempre soddisfatte.

6 APPENDICE

6.1 SEZIONE A-A'

MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls
 Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)
 Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Geodata Engineering Spa

Proposta...: Raddoppio tratta Cancello-Benevento (II Lotto Frasso Telesino-Vitulano)

Sezione...: Sezione A-A' (intersezione della NV09 con la viabilità a valle)

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2008

_Verifiche di sicurezza (SLU)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : B2 Descrizione : Coltre eluvio colluviale argilloso limosa

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 5.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 25.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 19.00

Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 19.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : GABBIONE Descrizione : Gabbione

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 12.50

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 40.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO**

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 25 di 31 |

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 17.50

Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 17.50

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : MDL4 Descrizione : Travertini (Unità Maddaloni)

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 30.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 34.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00

Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : TGC2 Descrizione : Ceneri sabbioso limose

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 6.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 33.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 18.50

Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 18.50

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 26 di 31 |

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: B2

Descrizione:

Terreno : B2

| X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] |
| 26.97 | 11.71 | 27.17 | 11.47 | 28.77 | 9.51 | 31.25 | 8.20 |

Strato: MDL4

Descrizione:

Terreno : MDL4

| X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| [m] |
| 0.00 | 17.40 | 10.00 | 17.62 | 16.98 | 17.44 | 20.00 | 17.55 |
| 22.39 | 17.63 | 23.89 | 15.47 | 26.97 | 11.71 | 27.50 | 10.70 |
| 28.03 | 9.80 | 28.48 | 9.11 | 29.19 | 8.18 | 30.03 | 7.44 |
| 31.25 | 6.56 | 32.75 | 6.56 | 33.07 | 6.51 | 40.00 | 6.20 |
| 45.06 | 5.75 | 48.54 | 5.82 | | | | |

Strato: TGC2

Descrizione:

Terreno : TGC2

| X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] |
| 0.00 | 20.03 | 21.47 | 18.97 | 22.39 | 17.63 | | |

MURI IN GABBIONI

Muro : GABBIONE

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 32.75 Ordinata.....= 6.56

Rotazione muro.....[°].....= 0.00

Materiale riempimento gabbioni.....: GABBIONE

Terreno di riempimento a tergo.....: B2

Terreno di copertura.....: B2

Terreno di fondazione.....: MDL4

| Strato | Lunghezza [m] | Altezza [m] | Distanza [m] | Pu [kN/m ³] |
|--------|---------------|-------------|--------------|-------------------------|
| 1 | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 61.31 |
| 2 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 61.31 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|  | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| Interventi di messa in sicurezza della NV09 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RH</td> <td style="text-align: center;">NV0900 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">27 di 31</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 27 di 31 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 27 di 31 | | | | | | | | |

Gabbioni senza diaframmi

Maglia 10x12

Diametro filo 2,7 [mm]

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

CARICHI

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale.....= 1.08 Verticale= 0.55

VERIFICHE - CONDIZIONE STATICA

Verifica di stabilità globale:

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.318

Intervallo di ricerca delle superfici

| Segmento di partenza, ascisse [m] | | Segmento di arrivo, ascisse [m] | |
|---|---------------|---------------------------------|---------------|
| Primo punto | Secondo punto | Primo punto | Secondo punto |
| 0.00 | 22.00 | 30.00 | 45.00 |
| Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: | | 45 | |
| Numero totale superfici di prova.....: | | 450 | |
| Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: | | 1.00 | |
| Angolo limite orario..... [°].....: | | 0.00 | |
| Angolo limite antiorario..... [°].....: | | 0.00 | |

Fattore

Classe

1.25

Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio

1.25

Coeff. Parziale - Coesione efficace

1.00

Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

1.00

Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO**

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 28 di 31 |

| | |
|------|-------------------------------|
| 1.00 | Fs Rottura Rinforzi |
| 1.00 | Fs Sfilamento Rinforzi |
| 1.10 | Coeff. Parziale R – Stabilità |

Verifica a scorrimento / capacità portante:

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : GABBIONE

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 76.12

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 5.73

Classe scorrimento.....: Coeff. Parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 12.082

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 890.52

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 30.97

Classe pressione.....: Coeff. Parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 20.536

Fondazione equivalente.....[m].....: 1.50

Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.00

Braccio momento.....[m].....: 1.59

Forza normale.....[kN].....: 46.11

Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 30.74

Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 30.74

| Fattore | Classe |
|---------|--|
| 1.00 | Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio |
| 1.00 | Coeff. Parziale - Coesione efficace |
| 1.00 | Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole |
| 1.30 | Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole |
| 1.10 | Coeff. Parziale R - Scorrimento |
| 1.40 | Coeff. Parziale R - Capacità portante |

Verifica a ribaltamento:

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : GABBIONE

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 43.78

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 12.76

Classe momento.....: Coeff. Parziale R - Ribaltamento

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|  | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| Interventi di messa in sicurezza della NV09 | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RH</td> <td style="text-align: center;">NV0900 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">29 di 31</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 29 di 31 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 29 di 31 | | | | | | | | |

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 3.430

| Fattore | Classe |
|---------|--|
| 1.25 | Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio |
| 1.25 | Coeff. Parziale - Coesione efficace |
| 0.90 | Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole |
| 1.10 | Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole |
| 1.00 | Coeff. Parziale R - Ribaltamento |

VERIFICHE – CONDIZIONE SISMICA

Verifica di stabilità globale:

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.167

Intervallo di ricerca delle superfici

| Segmento di partenza, ascisse [m] | | Segmento di arrivo, ascisse [m] | |
|---|---------------|---------------------------------|---------------|
| Primo punto | Secondo punto | Primo punto | Secondo punto |
| 0.00 | 22.00 | 30.00 | 45.00 |
| Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: | | 45 | |
| Numero totale superfici di prova.....: | | 450 | |
| Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: | | 1.00 | |
| Angolo limite orario..... [°].....: | | 0.00 | |
| Angolo limite antiorario..... [°].....: | | 0.00 | |

| Fattore | Classe |
|---------|--|
| 1.00 | Sisma |
| 1.25 | Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio |
| 1.25 | Coeff. Parziale - Coesione efficace |
| 1.00 | Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole |
| 1.00 | Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole |
| 1.00 | Fs Rottura Rinforzi |
| 1.00 | Fs Sfilamento Rinforzi |
| 1.10 | Coeff. Parziale R – Stabilità |

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO**

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 30 di 31 |

Verifica a scorrimento / capacità portante:

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : GABBIONE

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 74.60

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 10.90

Classe scorrimento.....: Coeff. Parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 6.224

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 556.56

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 32.38

Classe pressione.....: Coeff. Parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 12.277

Fondazione equivalente.....[m].....: 1.40

Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.05

Braccio momento.....[m].....: 0.87

Forza normale.....[kN].....: 43.85

Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 35.36

Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 23.11

| Fattore | Classe |
|---------|--|
| 1.00 | Sisma |
| 1.00 | Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio |
| 1.00 | Coeff. Parziale - Coesione efficace |
| 1.00 | Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole |
| 1.00 | Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole |
| 1.10 | Coeff. Parziale R - Scorrimento |
| 1.40 | Coeff. Parziale R - Capacità portante |

Verifica a ribaltamento:

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : GABBIONE

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 44.08

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 16.32

Classe momento.....: Coeff. Parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 2.701

| Fattore | Classe |
|---------|--------|
| 1.00 | Sisma |

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO**

Interventi di messa in sicurezza della NV09

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | RH | NV0900 001 | A | 31 di 31 |

- 1.25 Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
- 1.25 Coeff. Parziale - Coesione efficace
- 1.00 Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
- 1.00 Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
- 1.00 Coeff. Parziale R - Ribaltamento