

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI-BARI.

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.

II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.

1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE.

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265

Relazione di calcolo Scatolare

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IF0H 12 D 11 CL GA0100 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	autorizzato	Data
A	EMISSIONE	M.Piscitelli	Giugno 2017	F.Bavetta	Giugno 2017	F.Cerrone	Giugno 2017	ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Dott. Ing. Fabrizio Ardito Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. 16962 del 7/7/17	

File: IF0H12D11CLGA0100001A.doc

n. Elab.: 1L 136

INDICE

1.	GENERALITA'	4
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	4
1.2	UNITÀ DI MISURA.....	6
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
2.1	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	7
3.	MATERIALI	8
3.1	CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI	8
3.2	CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI (C 32/40)	10
3.3	CALCESTRUZZO PER FONDAZIONE (C 28/35)	11
3.4	CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO/SOTTOFONDAZIONI (C12/15).....	12
3.5	ACCIAIO IN BARRE D'ARMATURA PER C.A. (B450C)	13
4.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	14
4.1	MODELLO GEOTECNICO DI PROGETTO	14
4.2	INTERAZIONE TERRENO-FONDAZIONE	15
5.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	17
5.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO.....	18
5.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	18
5.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA	19
6.	CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI.....	20
6.1	VERIFICHE ALLO SLU	20
6.1.1	<i>Pressoflessione</i>	20
6.1.2	<i>Taglio</i>	21
6.2	VERIFICA SLE.....	23
6.2.1	<i>Verifiche alle tensioni</i>	23
6.2.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	24
7.	CARICO LIMITE DI FONDAZIONI DIRETTE	25
8.	ANALISI DEI CARICHI	27
8.1	PESO PROPRIO (COND. DI CARICO 1).....	27

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	3 di 125

8.2	PERMANENTI (COND. DI CARICO 2).....	28
8.3	SPINTA DEL TERRENO (COND. DI CARICO 3/4)	29
8.4	SPINTA IN PRESENZA DI FALDA (COND. DI CARICO 5)	29
8.5	VARIAZIONI TERMICHE DELLA STRUTTURA (COND. DI CARICO 9)	30
8.6	RITIRO E VISCOSITÀ (COND. DI CARICO 8)	30
8.7	AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO (COND. DI CARICO 10/11)	31
8.8	AZIONI SISMICHE (COND. DI CARICO 6/7).....	34
9.	COMBINAZIONI DI CARICO	36
10.	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	48
11.	RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE	50
11.1	MODELLO DI CALCOLO.....	50
11.2	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO.....	52
11.3	ARMATURE DI PROGETTO.....	54
11.4	VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE.....	54
	11.4.1 Verifiche Allo SLU.....	55
	11.4.2 Verifiche Allo SLE.....	58
11.5	VERIFICHE GEOTECNICHE	62

1. GENERALITA'

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo del Raddoppio dell'Itinerario Ferroviario Napoli-Bari nella Tratta Canello-Benevento/ 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino – Vitulano.

Le Analisi e Verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento alla Galleria artificiale, prevista sull'asse principale del tracciato di progetto, tra le pk 19+396.64 e 19+422.34 (Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265).

1.1 Descrizione dell'opera

La galleria artificiale in esame è costituita da uno scatolare in c.a. di dimensioni interne 10.2m (larghezza)x7.56m (altezza). Lo spessore strutturale per la parte in fondazione è di 1.63m, per il traverso è pari a 1.20m mentre lo spessore dei piedritti è pari ad 1.00m.

Di seguitosi riportano alcune immagini rappresentative della galleria. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento:

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	5 di 125

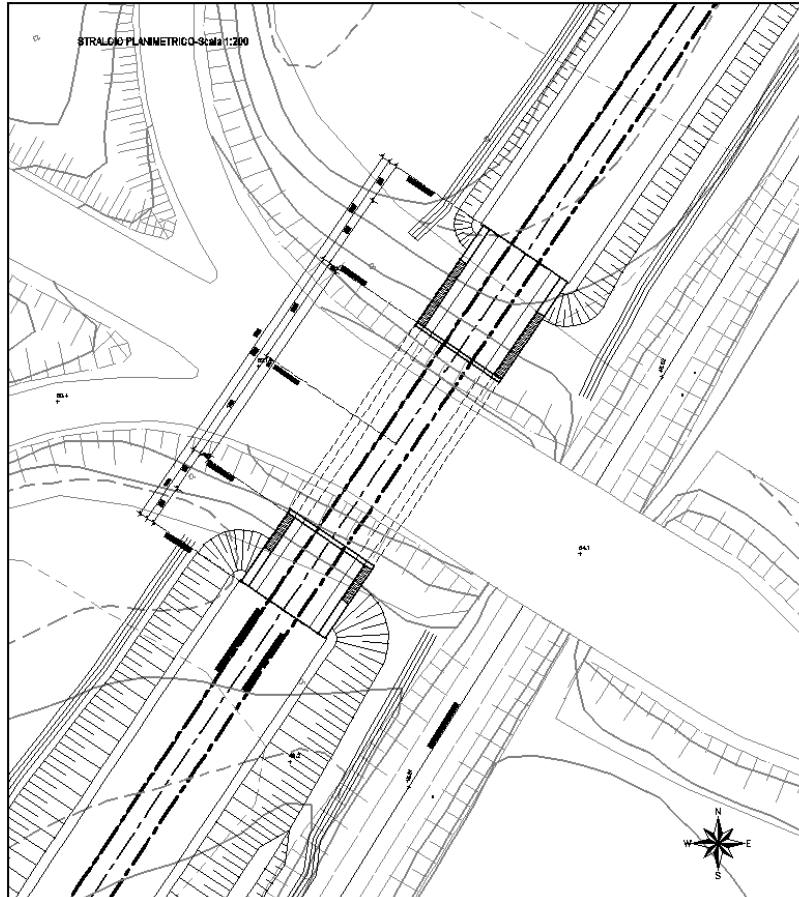


Figura 1 – Inquadramento planimetrico

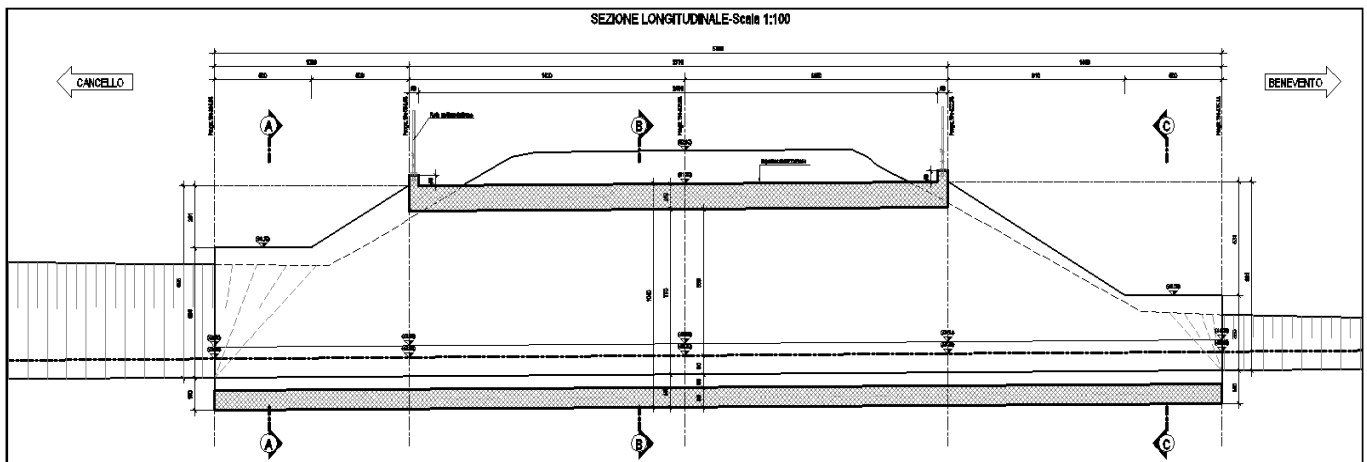


Figura 2 – Sviluppo Longitudinale

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	6 di 125

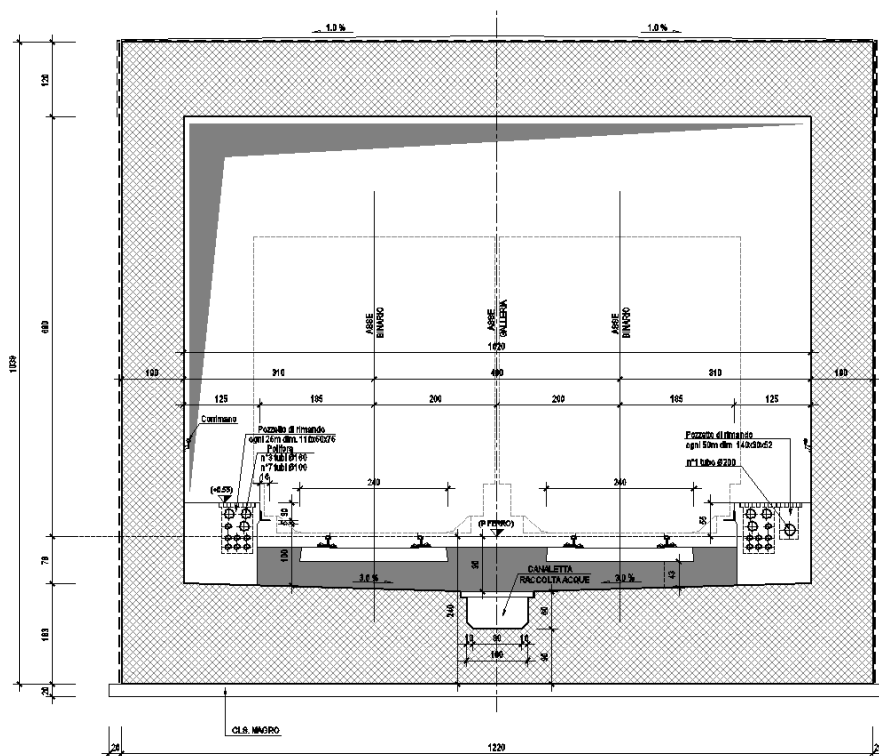


Figura 3 – Sezione trasversale

Nel seguito della presente relazione è affrontato il dimensionamento strutturale e geotecnico della galleria.

1.2 Unità di misura

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze ⇒ m, mm
- per i carichi ⇒ kN, kN/m², kN/m³
- per le azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- per le tensioni ⇒ MPa

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE.												
GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo	<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>IF0H</td> <td>12 D 11</td> <td>CL</td> <td>GA010 0001</td> <td>A</td> <td>7 di 125</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	7 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	7 di 125								

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

- 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: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)
- Rif. [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- Rif. [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [6] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [10] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea
- Rif. [11] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif. [12] UNI 11104: Calcestruzzo : Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

2.1 **Elaborati di riferimento**

Costituiscono parte integrante di quanto esposto nel presente documento, l'insieme degli elaborati di progetto specifici relativi all'opera in esame e riportati in elenco elaborati.

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	8 di 125

3. MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle strutture oggetto di calcolo nell'ambito del presente documento:

3.1 CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI

Con riferimento alle specifiche di cui alla norma UNI EN 206-1-2006, si definiscono di seguito le classe di esposizione del calcestruzzo delle diversi parti della struttura oggetto dei dimensionamenti di cui al presente documento:

- Soletta di Fondazione: XA1;
- Elevazioni: XC4;

Classe esposizione norma UNI 9698	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
2 Corrosione indotta da carbonatazione						
Nota: Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nell'opera o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettono quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera tra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici in contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine). Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti.	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Classe esposizione norma UNI 9698	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
4 a 5 b	XS1	Esposto alle saline marine ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alle battigie o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici orizzontali in edificio dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
6 Attacco chimico**						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	

*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:
- moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione;
- elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.

**) Da parte di acque del terreno e acque fluviali.

Classi di esposizione secondo norma UNI – EN 206-2006

La determinazione delle classi di resistenza dei conglomerati dei conglomerati, di cui ai successivi paragrafi, sono state inoltre determinate tenendo conto delle classi minime stabilite dalla stessa norma UNI-EN 11104, di cui alla successiva tabella:

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	9 di 125

5.

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

UNI 11104:2004

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri			Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico					
		Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti													
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto <i>a/lc</i>	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza ¹⁾	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360			
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 ^{a)}					
Altri requisiti													Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo	È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ^{b)}				

¹⁾ Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.
^{a)} Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.
^{b)} Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – 11104

I copriferri di progetto adottati per le barre di armatura, tengono infine conto inoltre delle prescrizioni di cui alla Tabella C4.1.IV della Circolare n617 del 02-02-09; si è in particolare previsto di adottare i seguenti Copriferri minimi espressi in mm

- Soletta di fondazione ed elevazioni: 40 mm

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	10 di 125

3.2 Calcestruzzo per Elevazioni (C 32/40)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg: - -

$$R_{ck} = 40 \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = 33.2 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 41.2 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Resistenza a trazione assiale:

$$f_{ctm} = 3.10 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = 2.17 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{ctm} = 3.7 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = 2.6 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = 1.5$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$$f_{cd} = 18.8 \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$$f_{ctd} = 1.45 \text{ MPa} \quad (f_{ctk,0,05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$$f_{ctd} = 1.74 \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%

Modulo di elasticità normale :

$$E_{cm} = 33643 \text{ MPa}$$

Modulo di elasticità tangenziale:

$$G_{cm} = 14018 \text{ MPa}$$

Modulo di Poisson:

$$\nu = 0.2$$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

$$\alpha = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$$\eta = 1.00$$

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	11 di 125

$$f_{bd} = \boxed{3.25} \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1,5

Tensioni massime per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{cmax \text{ QP}} = (0,40 f_{ck}) = \boxed{13.28} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{cmax \text{ R}} = (0,55 f_{ck}) = \boxed{18.26} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%

3.3 Calcestruzzo per Fondazione (C 28/35)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = \boxed{35} \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = \boxed{29.1} \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = \boxed{37.1} \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Resistenza a trazione assiale:

$$f_{ctm} = \boxed{2.83} \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = \boxed{1.98} \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{ctfm} = \boxed{3.4} \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = \boxed{2.4} \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = \boxed{1.5}$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$$f_{cd} = \boxed{16.5} \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$$f_{ctd} = \boxed{1.32} \text{ MPa} \quad (f_{ctk,0,05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$$f_{ctd \text{ f}} = \boxed{1.59} \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	12 di 125

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%

Modulo di elasticità normale :

$$E_{cm} = \boxed{32588} \text{ MPa}$$

Modulo di elasticità tangenziale:

$$G_{cm} = \boxed{13578} \text{ MPa}$$

Modulo di Poisson:

$$\nu = \boxed{0.2}$$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

$$\alpha = \boxed{0.00001} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$$\eta = 1.00$$

$$f_{bd} = \boxed{2.98} \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1.5

Tensioni massime per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0,40 f_{ck}) = \boxed{11.62} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{\text{cmax R}} = (0,55 f_{ck}) = \boxed{15.98} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%

3.4 Calcestruzzo magro per Getti di livellamento/sottofondazioni (C12/15)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = \boxed{15} \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = \boxed{12.5} \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 20.5 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Si omettono resistenze e/o tensioni di calcolo, essendo tale conglomerato previsto per parti d'opera senza funzioni strutturali.

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	13 di 125

3.5 Acciaio in barre d'armatura per c.a. (B450C)

Tensione caratteristica di rottura:

$$f_{tk} = \boxed{540} \text{ MPa (frattile al 5\%)}$$

Tensione caratteristica allo snervamento:

$$f_{yk} = \boxed{450} \text{ MPa (frattile al 5\%)}$$

Fattore di sovrarresistenza (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$k = f_{tk} / f_{yk} = \boxed{1.20} \text{ MPa}$$

Allungamento a rottura (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$(A_{gt})_k = \quad \varepsilon_{uk} = \boxed{7.5} \%$$

$$\varepsilon_{ud} = \quad 0,9 \varepsilon_{uk} = \boxed{6.75} \%$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = \mathbf{1.15}$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

Resistenza di calcolo allo SLU:

$$f_{yd} = \boxed{391.3} \text{ MPa } (f_{yk} / \gamma_s)$$

Modulo di elasticità :

$$E_f = \boxed{210000} \text{ MPa}$$

Tensione massima per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{s \max} = (0,75 f_{yk}) = \boxed{360} \text{ MPa} \quad \text{Combinazione di Carico Caratteristica (Rara)}$$

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	14 di 125

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La galleria ricade alle chilometriche 19+396,64 - 19+422,34 del tracciato di progetto dell'Asse Principale, nell'ambito del 1° Lotto Funzionale Frasso-Telese, individuato dalle pk 16+500 – 27+700.

La definizione del modello geotecnico di sottosuolo di riferimento per il dimensionamento delle strutture di fondazione dell'opera, è trattata diffusamente nella specifica sezione dedicata all'opera in esame nell'ambito del seguente documento di progetto:

Relazione generale di linea delle opere all'aperto - Sub lotto 1	I	F	O	H	0	2	D	1	1	R	B	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4.1 modello geotecnico di progetto

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte tenendo conto di quanto risultante nel Profilo Geotecnico dell'opera e della Caratterizzazione dei Litotipi riportata nella Relazione e geotecnica Generale.

Dall'esame di quanto riportato nella relazione geotecnica di riferimento e in relazione alle progressive in esame, emerge che il volume di terreno direttamente interagente con l'opera ha le seguenti proprietà:

Terreno di Fondazione: Unità TGC2 – Cenere sabbiosa, sabbioso-limosa (Tufo grigio campano)

$\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 30\div 37^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$N_{spt} = 10\div 60$	numero di colpi da prova SPT
$D_r = 20\div 80\%$	densità relativa
$V_s = 120\div 300 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 40\div 175 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale (a piccole deformazioni)
$E_o = 100\div 450 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE.					
GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF0H	LOTTO 12 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA010 0001	REV. A	FOGLIO 15 di 125

Il terreno di ricoprimento è invece costituito dal riporto stradale avente le seguenti proprietà:

Terreno di Rinfianco e di Ricoprimento: Terreno da rilevato Stradale

$\gamma_{nat} = 19 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$\nu = 0.20$	coefficiente di Poisson
$E_0 = 300\div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Si fa notare che anche per il terreno di rinfianco sono state assunte le stesse caratteristiche del terreno da rilevato stradale in considerazione del fatto che i terreni in sito presentano proprietà meccaniche paragonabili o in alcuni casi superiori a quest'ultimo.

Riguardo infine il livello di falda, dal profilo geotecnico locale si evince che la superficie piezometrica è situata a circa 8m di profondità rispetto alla quota delle fondazioni dell'opera. Pertanto, il regime di spinta non è influenzato dalla presenza della falda.

4.2 interazione terreno-fondazione

Di seguito sono trattati gli aspetti di natura geotecnica riguardanti l'interazione terreno-struttura relativamente all'opera in esame.

Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

- $s = B \cdot c_f \cdot (q - \sigma_{v0}) \cdot (1 - \nu^2) / E$

dove:

– s = cedimento elastico totale;

- B = lato minore della fondazione;
- ct = coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (L = lato maggiore della fondazione):

$$ct = 0.853 + 0.534 \ln(L / B) \quad \text{rettangolare con } L / B \leq 10$$

$$ct = 2 + 0.0089 (L / B) \quad \text{rettangolare con } L / B > 10$$

- q = pressione media agente sul terreno;
- σ_{v0} = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- ν = coefficiente di Poisson del terreno;
- E = modulo elastico medio del terreno sottostante.

Il valore della costante di sottofondo k_w è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento pertanto, si ottiene:

- $k_w = E / [(1-\nu^2) \cdot B \cdot ct]$

-

Di seguito si riportano, in forma tabellare, i risultati delle valutazioni effettuate per il caso in esame, sulla scorta del valore di progetto di **E** attribuito allo strato di Fondazione, avendo considerato una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaboranti:

E(KN/m²) =	200000
ν =	0.25
B (m) =	12.2
L (m) =	27.7

$$ct = \mathbf{1.29}$$

$$Kw = \mathbf{13546} \text{ KN/m}^3$$

In fase di analisi si assume cautelativamente $k_w=13500 \text{ Kpa/m}$.

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

L'opera in questione rientra in particolare nell'ambito del Progetto di Raddoppio della tratta Ferroviaria Frasso Telesino – Vitulano, che si sviluppa per circa 30Km, da ovest verso est, attraversando il territorio di diverse località tra cui Dugenta/Frasso (BN), Amorosi (BN), Telese(BN), Solopaca(BN), San Lorenzo Maggiore(BN), Ponte(BN), Torrecuso(BN), Vitulano (BN) , Benevento – Località Roseto (BN).

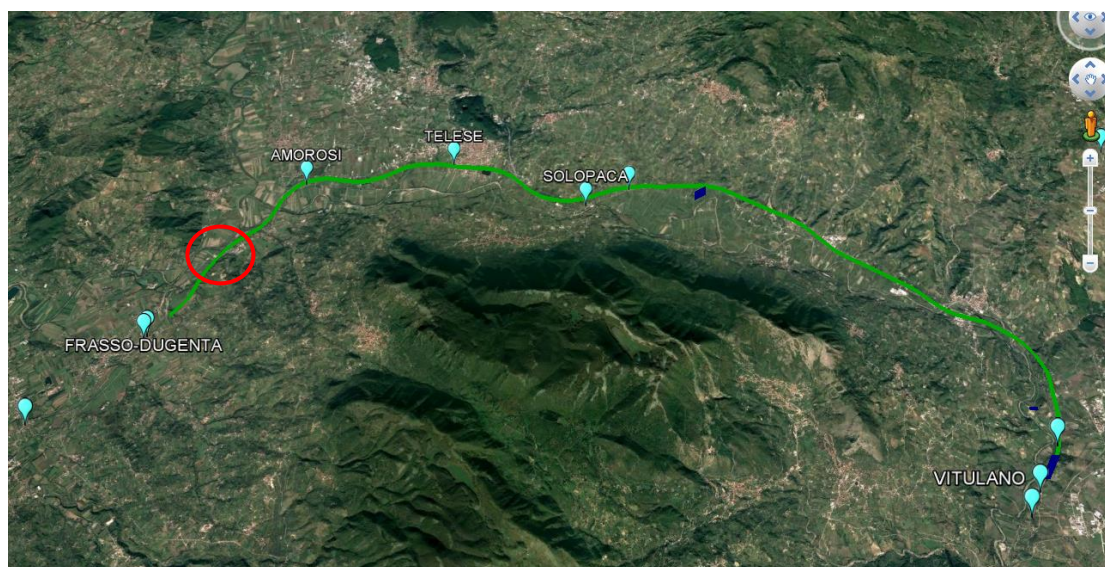


Figura 4 – Configurazione planimetrica tracciato

Nella fattispecie, l'opera ricade tra i comuni di Frasso Dugenta e Amorosi. Nei riguardi della valutazione delle azioni sismiche di progetto, si è fatto riferimento ai parametri di pericolosità sismica del Comune di Amorosi (BN) come esposto nei paragrafi seguenti.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE.</p>												
<p>GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo</p>	<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>IF0H</td> <td>12 D 11</td> <td>CL</td> <td>GA010 0001</td> <td>A</td> <td>18 di 125</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	18 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	18 di 125								

5.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $V_N = 75$ anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_U = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

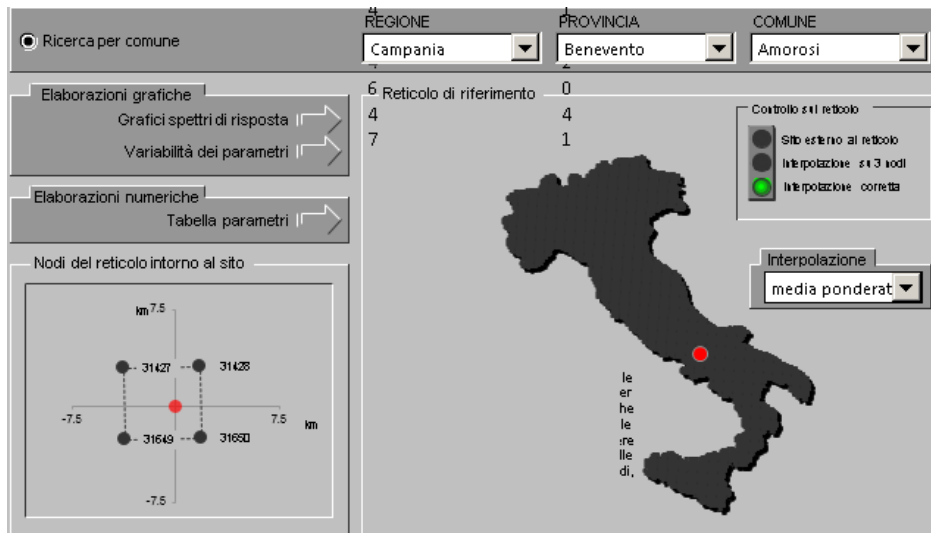
5.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 14-01-2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene per il sito in esame:

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	19 di 125



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.078	2.428	0.324
SLD	113	0.099	2.440	0.340
SLV	1068	0.273	2.352	0.419
SLC	2193	0.357	2.394	0.433

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità sismica Amorosi

5.3 Categoria di sottosuolo e categoria topografica

Le Categoria di Sottosuolo e le Condizioni Topografiche sono valutate come descritte al punto 3.2.2 del DM 14.01.08. Per il caso in esame, come riportato all'interno della relazione geotecnica e di calcolo del lotto in esame (lotto1) (cod. elaborato IF0H02D 11CLGE0001004A), risulta una categoria di sottosuolo di tipo C e una classe Topografica T1.

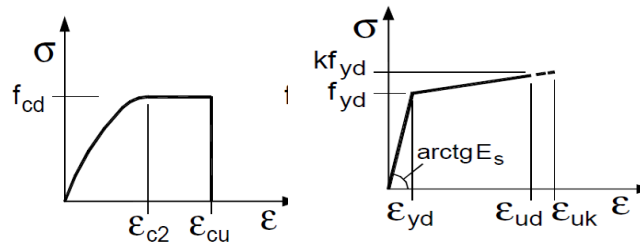
6. CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI

I criteri generali di verifica utilizzati per la valutazione delle capacità resistenti delle sezioni, per la condizione SLU, e per le massime tensioni nei materiali nonché per il controllo della fessurazione, relativamente agli SLE, sono quelli definiti al p.to 4.1.2 del DM 14.01.08.

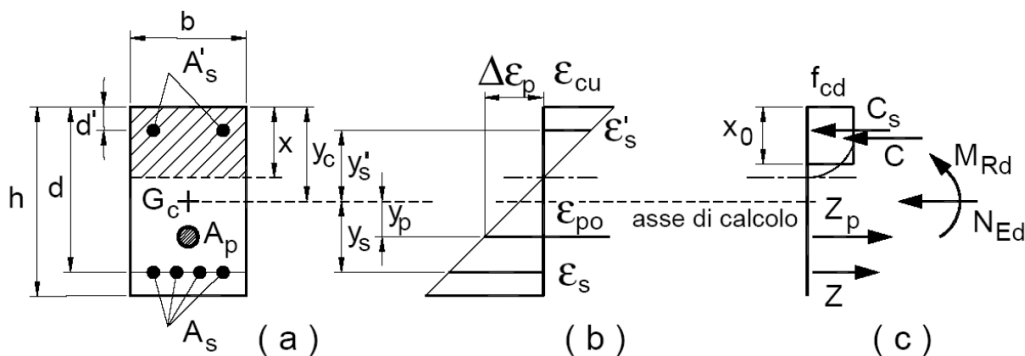
6.1 VERIFICHE ALLO SLU

6.1.1 Pressoflessione

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione, viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC08, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio -



Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione generica sezione -

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

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

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

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

6.1.2 Taglio

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

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

Dove:

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$;
- $\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$
- d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- $b_w = 1000$ mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio V_{Rd} è il minimo tra la resistenza a taglio trazione V_{Rsd} e la resistenza a taglio compressione V_{Rcd}

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

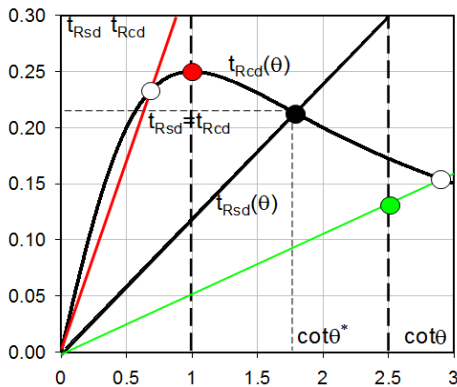
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

Essendo:

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$$

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

$$1 \leq \cot \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21,8^\circ$$



- Se la $\cot \theta^*$ è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la $\cot \theta^*$ è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rsd})$ coincide con il massimo taglio supportato dalle armature trasversali valutabile per una $\cot \theta = 2,5$.
- Se la $\cot \theta^*$ è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd})$ coincide con il massimo taglio supportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una $\cot \theta = 1,0$.

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

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

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

dove

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

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

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

α_c	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp} / f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
		1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
		$2,5(1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

ω_{sw} : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	23 di 125

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

6.2 VERIFICA SLE

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

6.2.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento " Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 30-12-16 ", ovvero:

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

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

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE.</p>												
<p>GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo</p>	<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>IF0H</td> <td>12 D 11</td> <td>CL</td> <td>GA010 0001</td> <td>A</td> <td>24 di 125</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	24 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	24 di 125								

6.2.2 Verifiche a fessurazione

La verifica a fessurazione consiste nel controllo dell'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio i cui valori limite sono stabiliti, nell'ambito del progetto di opere ferroviarie, nel documento RFI DTC SICS MA IFS 001 A – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 30/12/2016*).

In particolare l'apertura convenzionale delle fessure δ_f dovrà rispettare i seguenti limiti:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008 – Tab 4.1.III), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Tabella 4.1.III – DM 14.01.2008

In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si adotta il limite **w1=0,20 mm** sia per le parti in elevazione che per quelle in fondazione, in quanto in entrambi i casi trattasi di strutture a permanente contatto col terreno.

7. CARICO LIMITE DI FONDAZIONI DIRETTE

Per la valutazione del carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di **Meyerhof**, di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

c	Coesione
ca	Adesione lungo la base della fondazione ($ca \leq c$)
θ	Angolo che la retta d'azione del carico forma con la verticale
φ	Angolo d'attrito
δ	Angolo di attrito terreno fondazione
γ	Peso specifico del terreno
Kp	Coefficiente di spinta passiva espresso da $Kp = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$
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

Meyerhof propone per la valutazione di q_{ult} , le seguenti espressioni generali:

Carico verticale

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma$$

Carico inclinato

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot i_c \cdot d_c + q \cdot N_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

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,

In particolare risulta:

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

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \cdot \text{tg} (1.4 \phi)$$

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	26 di 125

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.2\sqrt{K_p} \frac{D}{B}$$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$d_q = d_y = 1$	$d_q = d_y = 1 + 0.1\sqrt{K_p} \frac{D}{B}$

Fattori di forma

$$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B}{L}$$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_q = s_y = 1$	$s_q = s_y = 1 + 0.1K_p \frac{B}{L}$

Fattori inclinazione del carico

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{g}{90}\right)^2$$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$i_y = 0$	$i_y = \left(1 - \frac{g}{\phi}\right)^2$

L'espressione di Meyerhof presuppone pertanto l'orizzontalità del piano di posa, condizione verificata per il caso in esame.

8. ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito si riporta la valutazione dei carichi elementari considerati nel dimensionamento della struttura in esame, riferiti generalmente ad una fascia di struttura di dimensione unitaria.

Le condizioni di carico considerate complessivamente, sono quelle riportate nell'elenco seguente:

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI	
1	Peso Proprio
2	Permanenti
3	Spinta terreno sinistra
4	Spinta terreno destra
5	Spinta Falda
6	Sisma sinistra
7	Sisma destra
8	Ritiro e Viscosità
9	Termica
10	QCEN
11	QLAT

Per quanto riguarda tuttavia le condizioni 5 e 7, proposte di default dal software di calcolo utilizzato, nel caso in esame non assumono significato.

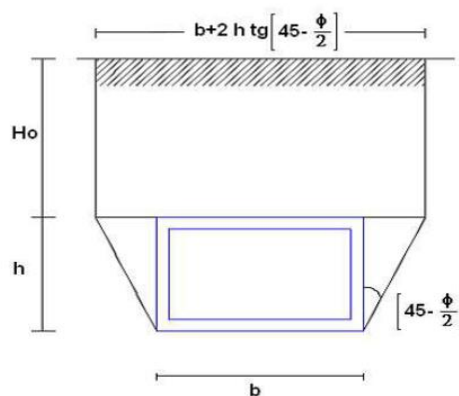
Nel seguito si andranno ad esporre in dettaglio, le valutazioni di calcolo effettuate per ciascuna delle condizioni citate.

8.1 Peso proprio (cond. di carico 1)

Il peso proprio delle strutture è determinato automaticamente dal programma di calcolo, avendo considerato un peso dell'unità di volume del c.a. $\gamma_{cls} = 25 \text{ KN/m}^3$.

8.2 Permanenti (cond. di carico 2)

Per la valutazione del carico permanente in copertura, si è fatto riferimento al metodo di Terzaghi secondo il quale, il il carico sul traverso si manifesta come semplice peso di una massa parabolica o ellittica di distacco.



Più in dettaglio Terzaghi fornisce due espressioni differenti della pressione a seconda della maggiore o minore altezza del ricoprimento, H_0 .

Facendo riferimento ai simboli della figura precedente, ed indicando con C la coesione, con φ l'angolo di attrito e con γ il peso di volume del terreno di ricoprimento, le due espressioni sono le seguenti:

$$p_v = \frac{\gamma B_1 - C}{K \operatorname{tg} \varphi} \left(1 - e^{-K \frac{H_0}{B_1} \operatorname{tg} \varphi} \right)$$

nella quale K è un coefficiente sperimentale, che, secondo misure eseguite dallo stesso **Terzaghi** è circa uguale ad **1**, mentre il coefficiente B_1 , si ricava attraverso la seguente espressione:

$$B_1 = \frac{b}{2} + h \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

nella quale φ è l'angolo di attrito dello strato di rinfianco.

8.3 Spinta del terreno (cond. di carico 3/4)

Per la valutazione delle Spinte del terreno sui piedritti, in considerazione della ridotta capacità deformativa dell'opera, si è assunto che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo. L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume γ , su una parete di altezza H, risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente) :

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_0$$

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione:

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

Dove ϕ rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono:

$$\sigma = \gamma \cdot z \cdot K_0 + p_v \cdot K_0$$

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_0 + p_v \cdot K_0 \cdot H$$

dove p_v è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

8.4 Spinta in presenza di falda (cond. di carico 5)

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento:

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE.					
GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF0H	LOTTO 12 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA010 0001	REV. A	FOGLIO 30 di 125

Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Nel caso in esame, in relazione a quanto specificato al paragrafo 4, il regime di spinta non è influenzato dalla presenza della falda.

8.5 Variazioni termiche della struttura (cond. di carico 9)

Si è tenuto conto di eventuali effetti termici dovuti a variazioni di temperatura sull'opera, applicando sul traverso superiore una variazione termica variabile linearmente da - 2.5°C all'estradosso della soletta superiore, a + 2.5°C all'intradosso della soletta superiore;

8.6 Ritiro e viscosità (cond. di carico 8)

Gli effetti del ritiro del calcestruzzo e della viscosità sono assimilati ad una variazione termica uniforme della soletta superiore.

Nello specifico, si è assunto di modellare la deformazione da ritiro totale comprensiva anche degli effetti da deformazione viscosa, attraverso l'introduzione di un carico termico uniforme nella soletta superiore di -10°C.

8.7 Azioni variabili da traffico (cond. di carico 10/11)

Per la determinazione dei carichi accidentali da traffico da considerare sul piano della pavimentazione, si è fatto riferimento agli schemi di carico stabilità al punto 5.1.3.3.3 del DM 14/01/08 di cui nel seguito:

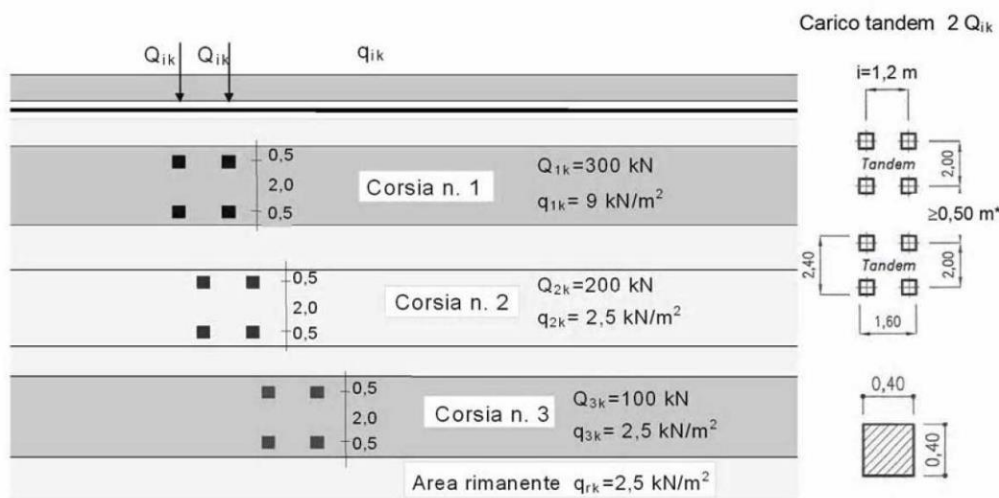


Figura 5 – Schema di carico 1

Lo schema di carico di Normativa, è in particolare costituito dalle seguenti colonne di carico:

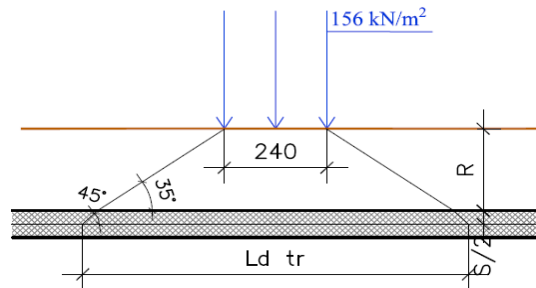
- All. [1] una colonna di carichi (ingombro = 3 m) costituita da un automezzo convenzionale Q_{1k} di 600 kN dotato di 2 assi di 2 ruote ciascuno, distanti 1.20 m in senso longitudinale e con interasse ruote in senso trasversale di 2.00 m; un carico ripartito q_{1k} di 9 kN/m² uniformemente distribuito;
- All. [2] una seconda colonna di carichi (ingombro = 3 m), analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 400 kN di Q_{1k} e 2.5 kN/m² di q_{1k} e posta ad interasse di 3.00 m. da essa;
- All. [3] una terza colonna di carichi (ingombro = 3 m), analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 200 kN di Q_{1k} e 2.5 kN/m² di q_{1k} e posta ad interasse di 3.00 m. da essa;
- All. [4] un carico uniforme $q_{rk} = 2.5$ kN/m² nella zona di carreggiata non impegnata dai carichi precedenti.

Ai fini delle analisi, si è assunto di trasformare i carichi concentrati Q_{1k} , in un carico distribuito equivalente, che, con riferimento alla colonna di carico 1, risulta il seguente:

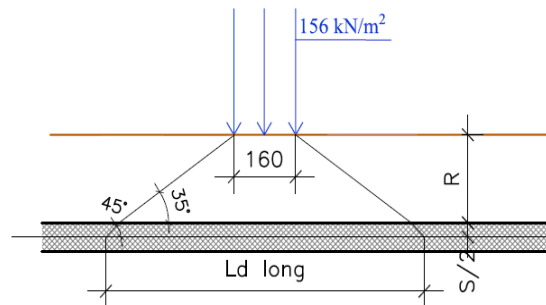
$$Q1k d = 600 / 2.40 \times 1.60 = 156 \text{ KN/m}^2$$

Si è assunto inoltre di diffondere il carico valutato in precedenza fino al piano medio della soletta, secondo quanto riportato negli schemi grafici di figura seguente:

DIFFUSIONE TRASVERSALE CARICHI STRADALI Q1
(Longitudinale all'opera)



DIFFUSIONE LONGITUDINALE CARICHI STRADALI Q1
(Trasversale all'opera)



Schema di diffusione in soletta carichi Q1

In definitiva, sul piano medio della soletta, agirà un carico uniforme distribuito pari a :

SCATOLARE	
Altezza dello strato di terreno di ricoprimento : Hr [m]	1.4
Spessore Traverso : Ss [m]	1.2
Impronta ruota: b [m]	0.4
l _{trasv} [m]	2.4
l _{long} [m]	1.6
L _{trasv} [m]	6.8
L _{long} [m]	6
q'1a [kN/m ²]	14.7

$$L_{trasv} = 2 \cdot Hr + 2 \cdot (Ss / 2) + b + l_{trasv}$$

$$L_{long} = 2 \cdot Hr + 2 \cdot (Hr / 2) + b + l_{long}$$

$$q'1a = 2 \times 300 \text{ KN} / (L_{trasv} \times L_{long})$$

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	33 di 125

Nelle analisi verrà assunto un carico amplificato del 20% per tener conto degli effetti della 2° colonna di carico eventualmente adiacente.

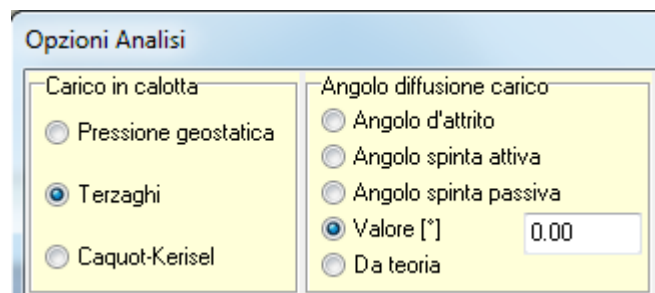
In aggiunta, si è considerato agente sul piano stradale l'ulteriore carico uniforme di **9KN/m²**.

Si fa notare inoltre che per il carico stradale sono state considerate due condizioni di carico:

-una prima condizione di carico (Q_{CEN}) finalizzata alla massimizzazione degli effetti flessionali su traverso ed a testa piedritti;

-una seconda condizione (Q_{LAT}) con finalità di massimizzare gli effetti flessionali in mezzeria piedritto.

Di seguito si riportano gli schemi grafici riferiti alle due condizioni di carico citate, specificando che per comodità di modellazione, i carichi precedentemente determinati sono stati applicati sul piano limite del modello (che li andrà a distribuire ortogonalmente sulla parte di terreno sottostante avendo specificato all'interno del software di calcolo un angolo di diffusione rispetto alla verticale pari a 0°), allo scopo di cogliere in automatico col software anche gli effetti delle spinte orizzontali (qxko).



Opzioni Analisi

Carico in calotta

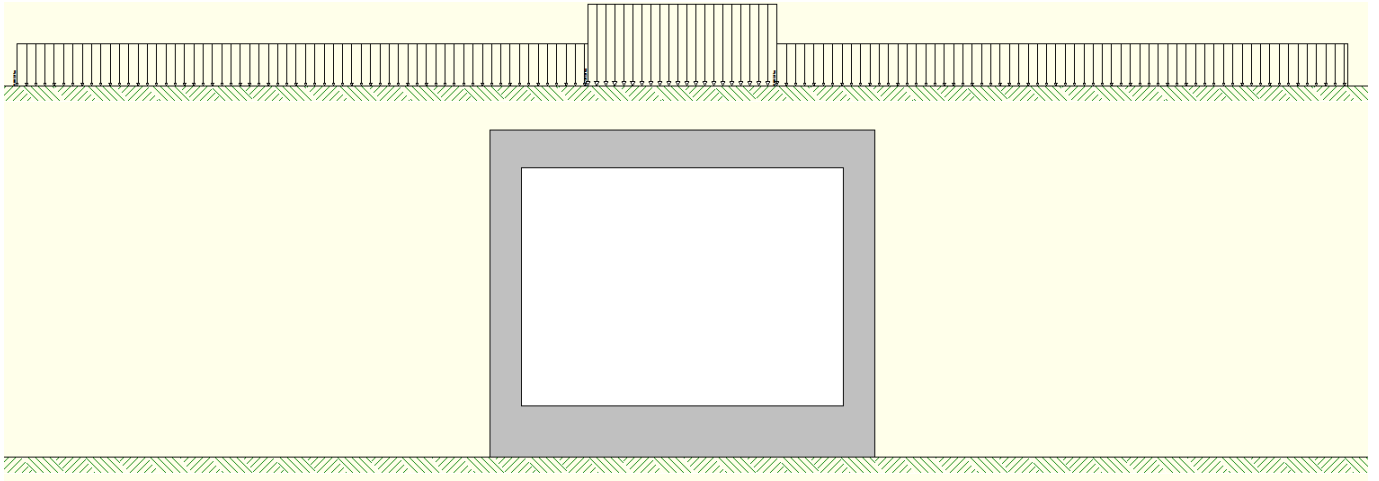
- Pressione geostatica
- Terzaghi
- Caquot-Kerisel

Angolo diffusione carico

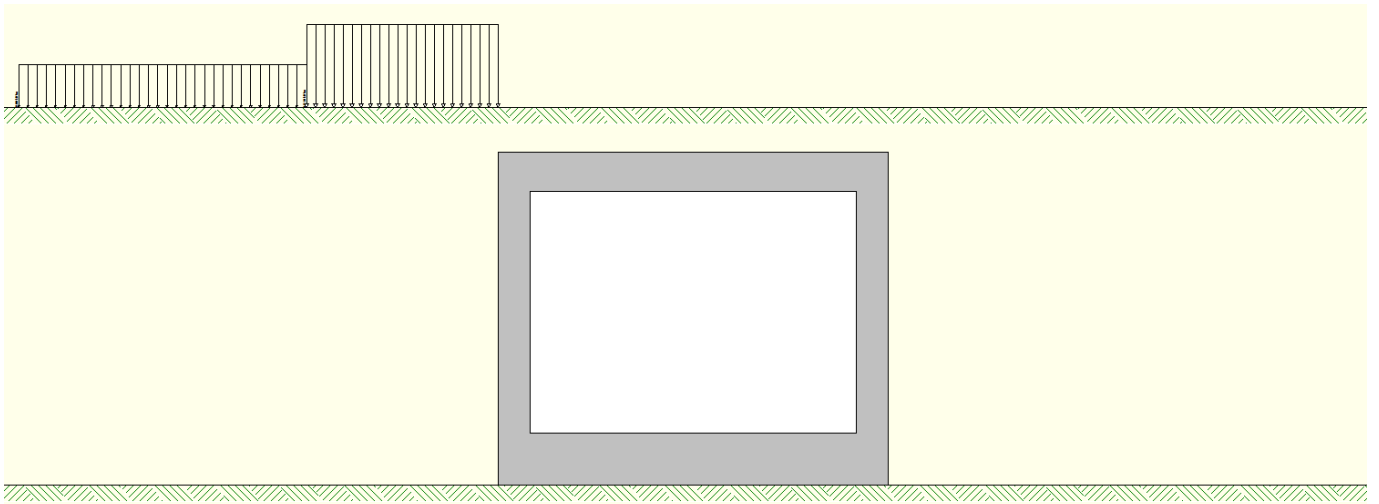
- Angolo d'attrito
- Angolo spinta attiva
- Angolo spinta passiva
- Valore [*]
- Da teoria

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	34 di 125



Condizione di Carico QCEN



Condizione di Carico Q LAT

8.8 Azioni Sismiche (cond. di carico 6/7)

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k .

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	35 di 125

Forze d'inerzia

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h \cdot W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v \cdot W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{max} / g$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

Nel caso specifico, in accordo a quanto già riportato al paragrafo 5 risulta:

ag/g =	0.275
β_m =	1.00
Ss =	1.315
ST =	1.00

Kh =	0.362	coefficiente sismico orizzontale
Kv =	0.181	coefficiente sismico verticale

Spinta sismica terreno

Le spinte del terreno in fase sismica, sono state determinate con la **teoria di Wood**, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinata con la seguente espressione: $\Delta S_E = K_h \cdot \gamma \cdot H^2$

9. COMBINAZIONI DI CARICO

Per la combinazione dei diversi carichi previsti sulla struttura di cui al precedente paragrafo 7, si è fatto riferimento a quanto specificato in merito al prg 2.5.3 del DM 14.01.08, secondo cui le combinazioni di carico da considerare nei riguardi dei diversi stati limite di verifica SLU, SLE e sisma sono le seguenti:

Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	37 di 125

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento q_5	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_5	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T _k	0,6	0,6	0,5

Tabella 5.1.VI- Coefficienti di combinazione ψ delle azioni (da DM 14/01/2008)

In definitiva, con riferimento ai carichi di tipo variabile previsti nel caso in esame, sono stati assunti i seguenti coefficienti di partecipazione Ψ :

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	38 di 125

Carichi stradali (Variabili da traffico)

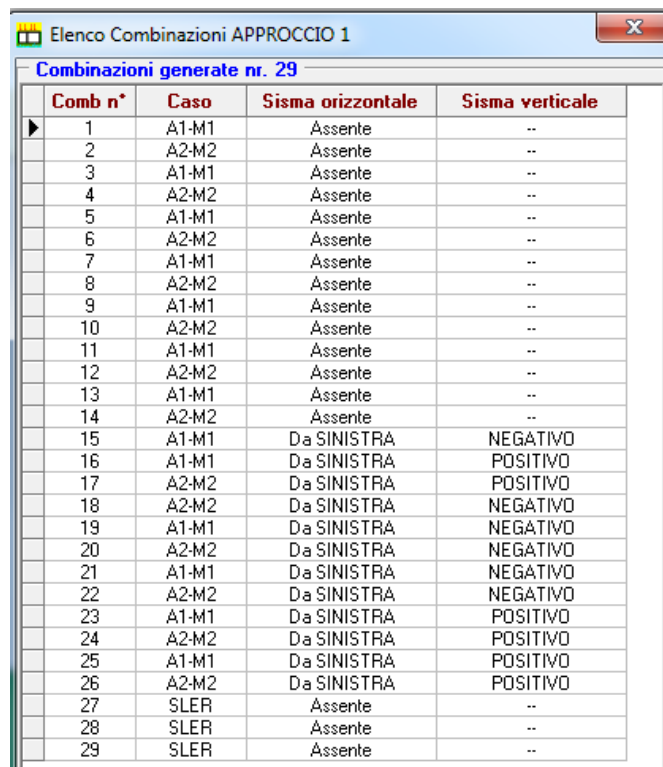
$\Psi_0 = 0.75$ $\Psi_1 = 0.75$ $\Psi_2 = 0.00$ ($\Psi_2 = 0.20$ in combinazioni sismiche)

Azioni Termiche (Term.)

$\Psi_0 = 0.60$ $\Psi_1 = 0.60$ $\Psi_2 = 0.50$

In definitiva, sono state analizzate un totale di **29** Combinazioni di calcolo di cui **14** riferite al **Caso SLU statico (A1-M1 ed A2-M2)**, **12** sismiche (2 A1-M1 + 2 A2-M2) e **3** di **SLE**.

Di seguito si riporta in definitiva un riepilogo delle Combinazioni di Calcolo considerate nelle analisi



Comb n°	Caso	Sisma orizzontale	Sisma verticale
1	A1-M1	Assente	--
2	A2-M2	Assente	--
3	A1-M1	Assente	--
4	A2-M2	Assente	--
5	A1-M1	Assente	--
6	A2-M2	Assente	--
7	A1-M1	Assente	--
8	A2-M2	Assente	--
9	A1-M1	Assente	--
10	A2-M2	Assente	--
11	A1-M1	Assente	--
12	A2-M2	Assente	--
13	A1-M1	Assente	--
14	A2-M2	Assente	--
15	A1-M1	Da SINISTRA	NEGATIVO
16	A1-M1	Da SINISTRA	POSITIVO
17	A2-M2	Da SINISTRA	POSITIVO
18	A2-M2	Da SINISTRA	NEGATIVO
19	A1-M1	Da SINISTRA	NEGATIVO
20	A2-M2	Da SINISTRA	NEGATIVO
21	A1-M1	Da SINISTRA	NEGATIVO
22	A2-M2	Da SINISTRA	NEGATIVO
23	A1-M1	Da SINISTRA	POSITIVO
24	A2-M2	Da SINISTRA	POSITIVO
25	A1-M1	Da SINISTRA	POSITIVO
26	A2-M2	Da SINISTRA	POSITIVO
27	SLE	Assente	--
28	SLE	Assente	--
29	SLE	Assente	--

Si precisa infine che la condizione di Carico **Q STR CEN**, è rappresentativa di una configurazione di carico stradale "simmetrica", (asse carico Q1k coincidente con l'asse del traverso) mentre la condizione di carico **Q STR LAT**, è una condizione emisimmetrica, ovvero con bordo del carico Q1k coincidente con filo esterno pedritto e carico q1k(9 KN/m²) assente in soletta.

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	39 di 125

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Qcentrale	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	40 di 125

Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Qcentrale	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
TERMICO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 6 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86
TERMICO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Qcentrale	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	41 di 125

Combinazione n° 8 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Qlaterale	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 10 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	42 di 125

Combinazione n° 11 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Qlaterale	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
TERMICO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 12 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86
TERMICO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Qlaterale	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	43 di 125

Combinazione n° 14 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	44 di 125

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	45 di 125

Combinazione n° 20 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	46 di 125

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 24 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 25 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 26 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	47 di 125

Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
-------------------	-------------	------	------	------

Combinazione n° 27 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 28 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 29 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE.</p>												
<p>GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo</p>	<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>IF0H</td> <td>12 D 11</td> <td>CL</td> <td>GA010 0001</td> <td>A</td> <td>48 di 125</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	48 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	48 di 125								

10. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Nell'ambito del presente paragrafo si riporta una descrizione delle caratteristiche dei Software utilizzati per l'effettuazione delle Analisi e Verifiche strutturali e geotecniche esposte nel presente documento.

Denominazione ed Estremi di Licenza del Software

Titolo	SCAT - Analisi Strutture Scatolari
Versione	11.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	PROGIN S.P.A.
Licenza	AIU01054U

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfianco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione

L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione). L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);
- Calcolo della spinta del terreno;

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE.					
GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF0H	LOTTO 12 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA010 0001	REV. A	FOGLIO 49 di 125

- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- Progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software impiegati ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore dei software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Le stesse società produttrici hanno verificato l'affidabilità e la robustezza dei codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati sono contenuti in apposita documentazione fornita a corredo dell'acquisto del prodotto, che per brevità espositiva si omette di allegare al presente documento.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni esposte nel documento sono state inoltre sottoposte a controlli dal sottoscritto utente del software.

Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali, che per brevità espositiva si omette dall'allegare al presente documento.

Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

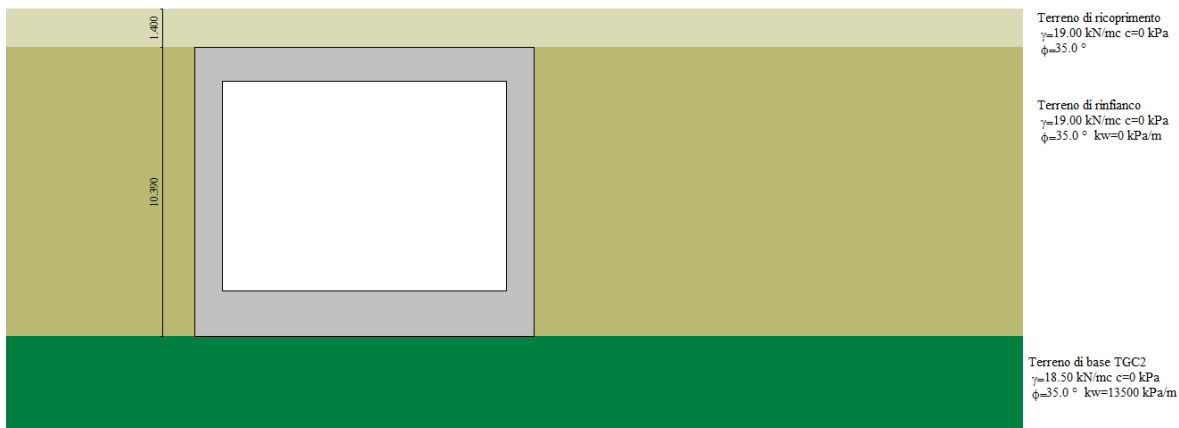
In base a quanto sopra, Il Progettista dichiara pertanto che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, validando conseguentemente i risultati dei calcoli esposti nella presente.

11. RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE

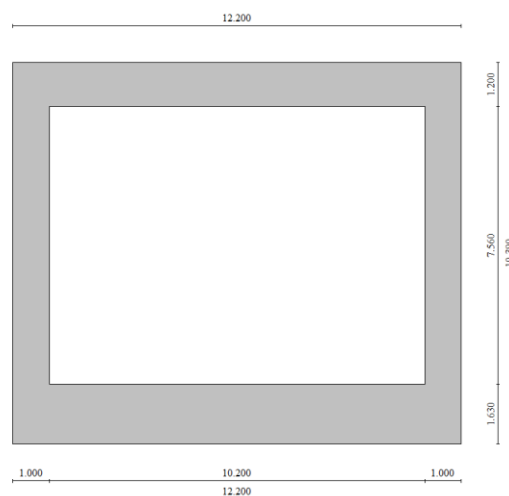
Di seguito di riporta una descrizione della modellazione effettuata mediante ausilio del software di calcolo SCAT v.11 prodotto dalla AZTEC Informativa, con una descrizione del modello strutturale implementato, sollecitazioni di calcolo ottenute e risultati delle verifiche effettuate.

11.1 MODELLO DI CALCOLO

Di seguito di riporta una descrizione del modello geometrico/geotecnico considerato ai fini del dimensionamento:



Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 1/2



Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 2/2

A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

Il terreno di fondazione viene schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa.

A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento, K_e , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura K . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali p .

Indicando con u il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti u

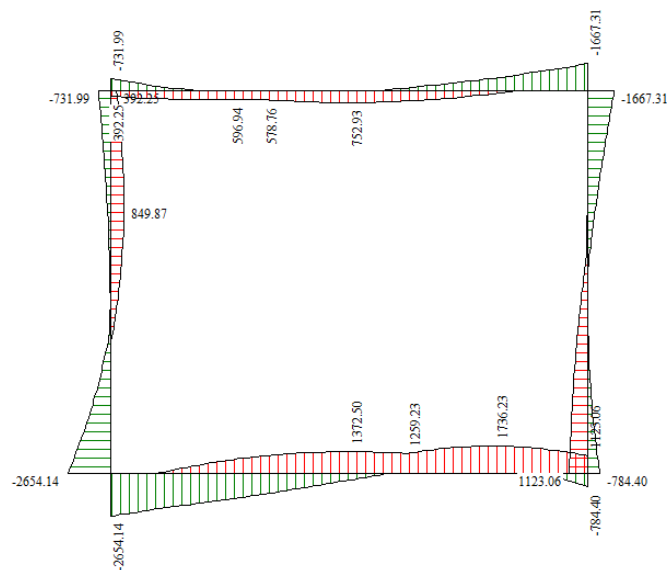
$$u = K^{-1} p$$

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

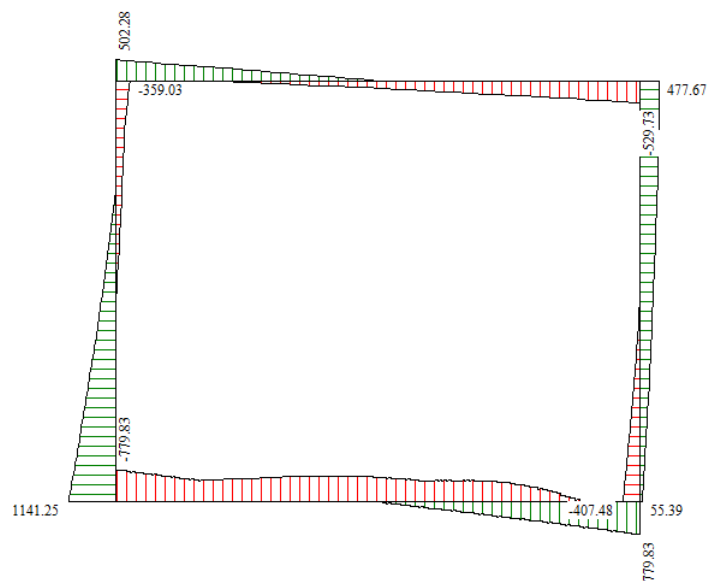
La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

11.2 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

Si riportano, di seguito, i diagrammi di involucro delle caratteristiche delle sollecitazioni di Flessione, Taglio e Sforzo Normale; le unità di misura dei grafici sono i KN e m:



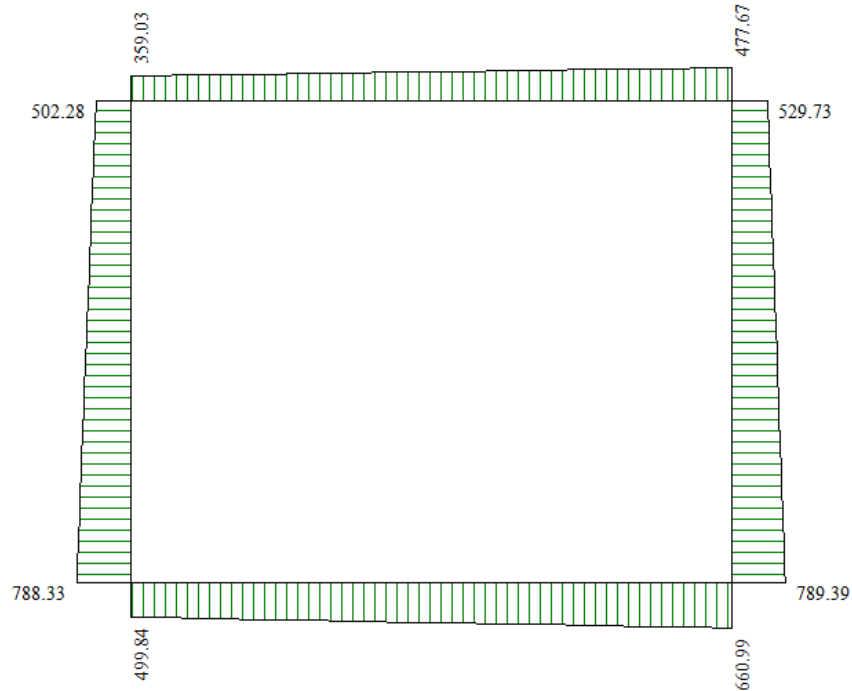
Involucro diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico



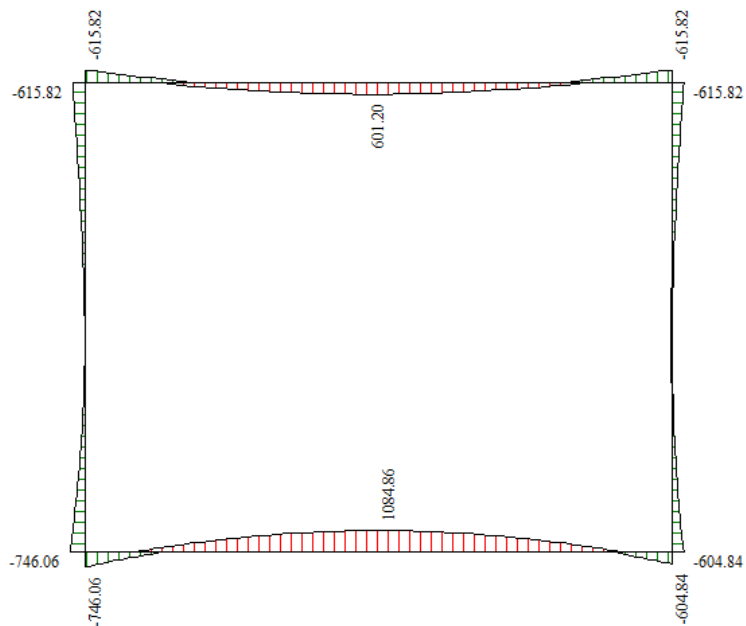
Involucro diagrammi del taglio – SLU statico e sismico

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	53 di 125



Inviluppo diagrammi dello sforzo normale – SLU statico e sismico



Inviluppo diagrammi del momento flettente – SLE

11.3 ARMATURE DI PROGETTO

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative:

Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	Af 1	Af 2	Af t
TRAVERSO	1φ22/10	1φ22/10	1φ14/40x40
PIEDRITTI	1φ24/10+1φ24/20	1φ24/10	1φ14/20x40
FONDAZIONE	1φ24/10	1φ24/10	1φ14/40x40

Af1 : Armatura lato esterno (terreno)

Af2 : Armatura lato interno

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm.

11.4 VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE

Il software esegue in automatico tutte le verifiche strutturali sia allo stato limite ultimo che allo stato limite di esercizio. Per quanto riguarda il taglio il programma prevede sia la verifica per elementi non armati a taglio e sia quella per elementi dotati di apposita armatura a taglio, disponendo tuttavia ferri sagomati resistenti a taglio e non staffe o tiranti. Per questo motivo le verifiche a taglio vengono eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati ad hoc.

I criteri generali di verifica adottati dal Software, sono quelli esposti al paragrafo 8.

Le verifiche cautelativamente vengono effettuate in asse agli elementi strutturali; come origine del riferimento si sceglie lo spigolo inferiore sinistro dello scatolare:

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	55 di 125

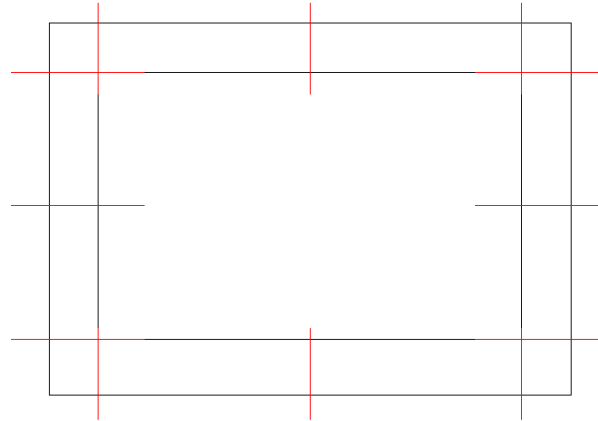


Figura 6 – Sezioni di verifica

11.4.1 Verifiche Allo SLU

Si mostrano, nelle seguenti tabelle, le verifiche SLU nei confronti della pressoflessione. Si riportano per semplicità le verifiche più gravose per la struttura.

Verifiche a pressoflessione

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.6300 m

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.50	0.004524	0.004524	1.19
1.78	0.004524	0.004524	1.19
2.96	0.004524	0.004524	1.46
4.24	0.004524	0.004524	1.93
5.51	0.004524	0.004524	2.52
6.69	0.004524	0.004524	2.17
7.96	0.004524	0.004524	2.01
9.24	0.004524	0.004524	2.03
10.42	0.004524	0.004524	2.05
11.70	0.004524	0.004524	2.07

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	56 di 125

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.2000 m

X	A _n	A _{fs}	CS
0.50	0.003801	0.003801	2.76
1.76	0.003801	0.003801	3.65
2.91	0.003801	0.003801	3.65
4.30	0.003801	0.003801	2.66
5.50	0.003801	0.003801	2.66
6.66	0.003801	0.003801	2.66
7.98	0.003801	0.003801	2.66
9.29	0.003801	0.003801	2.07
10.44	0.003801	0.003801	1.29
11.70	0.003801	0.003801	1.17

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

Y	A _n	A _{fs}	CS
0.82	0.004524	0.006786	1.02
1.81	0.004524	0.006786	1.07
2.81	0.004524	0.006786	1.89
3.81	0.004524	0.006786	4.55
4.80	0.004524	0.006786	2.47
5.80	0.004524	0.006786	2.12
6.80	0.004524	0.006786	2.10
7.80	0.004524	0.006786	2.07
8.79	0.004524	0.006786	2.05
9.79	0.004524	0.006786	2.61

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	57 di 125

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

Y	A _n	A _{fs}	CS
0.82	0.004524	0.004524	1.92
1.81	0.004524	0.004524	1.90
2.81	0.004524	0.004524	2.08
3.81	0.004524	0.004524	2.51
4.80	0.004524	0.004524	3.67
5.80	0.004524	0.004524	8.10
6.80	0.004524	0.004524	3.40
7.80	0.004524	0.004524	1.81
8.79	0.004524	0.004524	1.19
9.79	0.004524	0.004524	1.13

Verifiche a taglio

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate (a filo parete) per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio						
Sezione	V _{Ed}	b	h	V _{Rd}	Verificato	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Fondazione	660	100	163	1338	SI	1 Φ14/40x40
Traverso	480	100	120	974	SI	1 Φ14/40x40
Piedritti	1025	100	100	1609	SI	1 Φ14/40x20

11.4.2 Verifiche Allo SLE

Nel seguente paragrafo si riportano le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure e le verifiche delle alle tensioni per il calcestruzzo e per l'acciaio di armatura.

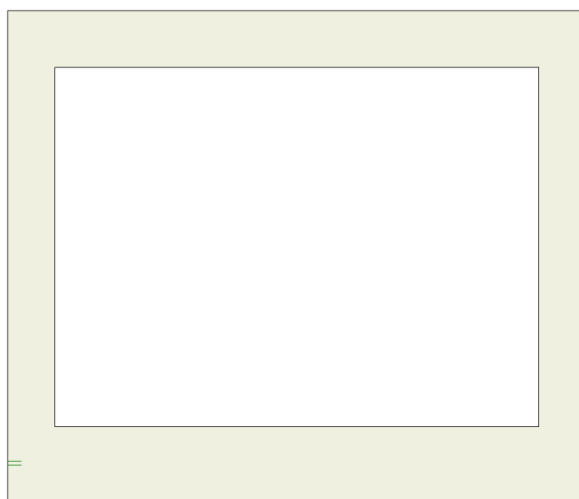
Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
A _{fi}	Area armatura inferiore, espressa in cmq
A _{fs}	Area armatura superiore, espressa in cmq
σ _{fi}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in MPa
σ _{fs}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in MPa
σ _c	Tensione nel calcestruzzo, espresse in MPa
τ _c	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in MPa
A _{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq
N°	<i>Indice sezione</i>
X _i	<i>Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m</i>
M _p	<i>Momento di prima fessurazione positivo, espresse in kNm</i>
M _n	<i>Momento di prima fessurazione negativo, espresse in kNm</i>
w _k	<i>Ampiezza fessure, espresse in mm</i>
w _{lim}	<i>Apertura limite fessure, espresse in mm</i>
s	<i>Distanza media tra le fessure, espresse in mm</i>
ε _{sm}	<i>Deformazione nelle fessure, espresse in [%]</i>

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE.</p>												
<p>GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo</p>	<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>IF0H</td> <td>12 D 11</td> <td>CL</td> <td>GA010 0001</td> <td>A</td> <td>59 di 125</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	59 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	59 di 125								

Verifiche a fessurazione

L'ampiezza delle fessure è sempre al di sotto dei limiti sopra descritti, pertanto le verifiche si possono ritenere soddisfatte. Nella seguente figura vengono riportati lo schema con indicazione delle zone della struttura ove si innesca il processo di fessurazione. Per i relativi valori di ampiezza delle fessure ricavati riferirsi al tabulato in allegato:



Schema con indicazione delle zone fessurate

Verifica delle tensioni

Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle verifiche allo SLE dei limiti tensionali di lavoro nel calcestruzzo e nelle barre di armatura.

Tali tensioni risultano sempre al di sotto dei limiti indicati dalla normativa, pertanto le verifiche si possono ritenere soddisfatte. Vengono riportate le verifiche più gravose.

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.6300 m

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	60 di 125

X	A _{ri}	A _{fs}	σ _c	σ _{ri}	σ _{fs}
0.50	0.004524	0.004524	2165	72878	29832
1.78	0.004524	0.004524	426	6183	4495
2.96	0.004524	0.004524	1749	24144	56874
4.24	0.004524	0.004524	2655	36251	102529
5.51	0.004524	0.004524	3091	42054	124844
6.69	0.004524	0.004524	3091	42054	124844
7.96	0.004524	0.004524	2655	36251	102529
9.24	0.004524	0.004524	1749	24144	56874
10.42	0.004524	0.004524	426	6183	1612
11.70	0.004524	0.004524	1856	59730	25642

Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.2000 m

X	A _{ri}	A _{fs}	σ _c	σ _{ri}	σ _{fs}
0.50	0.003801	0.003801	3147	41367	122070
1.78	0.003801	0.003801	1105	15088	26615
2.95	0.003801	0.003801	1469	45496	19704
4.32	0.003801	0.003801	2519	95140	33204
5.50	0.003801	0.003801	2947	115699	38697
6.74	0.003801	0.003801	2901	113449	38097
7.88	0.003801	0.003801	2409	89870	31790
9.25	0.003801	0.003801	1269	36330	17121
10.42	0.003801	0.003801	1105	15088	26615
11.70	0.003801	0.003801	3147	41367	122070

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	61 di 125

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.82	0.004524	0.006786	4274	57894	85233
1.81	0.004524	0.006786	2532	34904	35845
2.81	0.004524	0.006786	1251	17760	5184
3.81	0.004524	0.006786	622	9113	5378
4.80	0.004524	0.006786	561	6223	8214
5.80	0.004524	0.006786	576	7637	8394
6.80	0.004524	0.006786	886	12662	5437
7.80	0.004524	0.006786	1597	22171	18980
8.79	0.004524	0.006786	2501	34022	46476
9.79	0.004524	0.006786	3526	47370	79539

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.82	0.004524	0.004524	4103	54989	95909
1.81	0.004524	0.004524	2355	32409	34664
2.81	0.004524	0.004524	1149	16393	2793
3.81	0.004524	0.004524	611	8971	6426
4.80	0.004524	0.004524	603	6009	8830
5.80	0.004524	0.004524	517	7502	7619
6.80	0.004524	0.004524	893	12750	3288
7.80	0.004524	0.004524	1717	23594	25981
8.79	0.004524	0.004524	2763	36946	66570
9.79	0.004524	0.004524	3936	51762	115524

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	62 di 125

11.5 VERIFICHE GEOTECNICHE

La verifica a carico limite è stata eseguita in automatico dal software di calcolo attraverso l'utilizzo di della formula di Meyerhof, come già specificato in precedenza; nel seguito si riportano i risultati ottenuti per il caso in esame:

Simbologia adottata

IC Indice della combinazione

N_c, N_q, N_g Fattori di capacità portante

N_c, N_q, N_g Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.

q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [MPa]

Q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m

Q_γ Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m

FS Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ	q_u	Q_u	Q_γ	FS
1	46.12	33.3	37.15	103.93	52.17	58.21	18257	222730.18	1953.58	114.01
2	28.42	16.92	13.82	56.98	24.71	20.18	7814	95325.43	1505.71	63.31
3	46.12	33.3	37.15	103.93	52.17	58.21	18257	222730.18	2108.02	105.66
4	28.42	16.92	13.82	56.98	24.71	20.18	7814	95325.43	1637.27	58.22
5	46.12	33.3	37.15	103.93	52.17	58.21	18257	222730.18	2069.41	107.63
6	28.42	16.92	13.82	56.98	24.71	20.18	7814	95325.43	1604.38	59.42
7	46.12	33.3	37.15	103.93	52.17	58.21	18257	222730.18	2069.41	107.63
8	28.42	16.92	13.82	56.98	24.71	20.18	7814	95325.43	1604.38	59.42
9	46.12	33.3	37.15	60.72	37.9	39.6	12602	153744.27	1953.58	78.7
10	28.42	16.92	13.82	35.8	18.67	13.56	5504	67154.83	1505.71	44.6
11	46.12	33.3	37.15	61.35	38.29	40.69	12897	157348.76	1953.58	80.54
12	28.42	16.92	13.82	36.3	18.93	14.17	5680	69295.58	1505.71	46.02
13	46.12	33.3	37.15	61.35	38.29	40.69	12897	157348.76	1953.58	80.54
14	28.42	16.92	13.82	36.3	18.93	14.17	5680	69295.58	1505.71	46.02
15	46.12	33.3	37.15	16.67	10.41	2.78	504	6146.85	1306.52	4.7
16	46.12	33.3	37.15	23.04	14.38	0.02	1270	15488.99	1744.76	8.88
17	28.42	16.92	13.82	13.77	7.18	0.77	668	8154.75	1747.71	4.67
18	28.42	16.92	13.82	9.97	5.2	3.96	308	3760.63	1309.47	2.87
19	46.12	33.3	37.15	16.5	10.3	2.93	485	5920.33	1283.64	4.61
20	28.42	16.92	13.82	9.87	5.15	4.09	298	3638.67	1286.59	2.83
21	46.12	33.3	37.15	16.1	10.05	3.31	439	5355.12	1283.64	4.17
22	28.42	16.92	13.82	9.61	5.01	4.43	271	3303.41	1286.59	2.57
23	46.12	33.3	37.15	22.95	14.33	0.02	1258	15346.64	1721.88	8.91
24	28.42	16.92	13.82	13.72	7.16	0.8	663	8093.81	1724.83	4.69
25	46.12	33.3	37.15	22.5	14.04	0.06	1196	14587.66	1721.88	8.47
26	28.42	16.92	13.82	13.43	7.01	0.95	634	7738.66	1724.83	4.49

ALLEGATO 1

TABULATI DI CALCOLO GALLERIA SCATOLARE

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	64 di 125

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	10.39	[m]
Larghezza esterna	12.20	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	1.00	[m]
Spessore piedritto destro	1.00	[m]
Spessore fondazione	1.63	[m]
Spessore traverso	1.20	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	1.40	[m]
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00	[°]
Coesione	0	[kPa]

Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	23.33	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	0	[kPa/m]

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	65 di 125

Strato di base

Descrizione	Terreno di base TGC2	
Peso di volume	18.5000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18.5000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	23.33	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	13500	[kPa/m]
Tensione limite	1000	[kPa]

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo Piedritti/Solettone Superiore

R _{ck} calcestruzzo	40000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	33149080	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls tesoro/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

Materiale calcestruzzo Solettone Fondazione

R _{ck} calcestruzzo	35000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	32588000	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls tesoro/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	66 di 125

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (espresse in m) positive verso destra

Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
 F_y componente Y del carico concentrato
 F_x componente X del carico concentrato
M momento

Forze distribuite

X_i, X_f ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
 Y_i, Y_f ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
 V_{ni} componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
 V_{nf} componente normale del carico distribuito nel punto finale
 V_{di} componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
 V_{df} componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
 D_{ie} variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
 D_{di} variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	67 di 125

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (Qcentrale)

Distr	Terreno	$X_i = -15.00$	$X_f = 3.10$	$V_{ni} = 9.00$	$V_{nf} = 9.00$
Distr	Terreno	$X_i = 3.10$	$X_f = 9.10$	$V_{ni} = 17.50$	$V_{nf} = 17.50$
Distr	Terreno	$X_i = 9.10$	$X_f = 27.20$	$V_{ni} = 9.00$	$V_{nf} = 9.00$

Condizione di carico n° 8 (Qlaterale)

Distr	Terreno	$X_i = -15.00$	$X_f = -6.00$	$V_{ni} = 9.00$	$V_{nf} = 9.00$
Distr	Terreno	$X_i = -6.00$	$X_f = 0.00$	$V_{ni} = 17.50$	$V_{nf} = 17.50$

Condizione di carico n° 9 (TERMICO)

Term	Traverso	$D_{ic} = -2.50$	$D_{it} = 2.50$
------	----------	------------------	-----------------

Condizione di carico n° 10 (RITIRO)

Term	Traverso	$D_{ic} = -10.00$	$D_{it} = -10.00$
------	----------	-------------------	-------------------

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_c	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	68 di 125

Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 * k * (100.0 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}] * b_w * d > (v_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 * d * A_{sw} / s * f_{yd} * (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) * \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 * d * b_w * \alpha_c * f_{cd}' * (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b _w	larghezza minima sezione [mm]
σ _{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ _l	rapporto geometrico di armatura
A _{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α _c	coefficiente maggiorativo, funzione di f _{cd} e σ _{cp}

$$f_{cd}' = 0.5 * f_{cd}$$

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

$$v_{min} = 0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$$

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)	0.60 f _{ck}
Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.)	0.45 f _{ck}
Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare)	0.80 f _{yk}

Criteri verifiche a fessurazione:

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	69 di 125

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [m]

Apertura limite fessure w1=0.00010 w2=0.00015 w3=0.00020

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 1

Copriferro sezioni 0.0400 [m]

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	70 di 125

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2008

Simbologia adottata

γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_Q	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_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

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.30	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.50	1.30

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	71 di 125

Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.15
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1.20	1.20

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	γ_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>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	72 di 125

Parametri

		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_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

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Qcentrale	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	73 di 125

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Qcentrale	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
TERMICO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 6 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86
TERMICO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU (Caso A1-M1)

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	74 di 125

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Qcentrale	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 8 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Qlaterale	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 10 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	75 di 125

Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Qlaterale	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
TERMICO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 12 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86
TERMICO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Qlaterale	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	76 di 125

RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
--------	-------------	------	------	------

Combinazione n° 14 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	77 di 125

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	78 di 125

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	79 di 125

Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 24 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 25 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 26 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	80 di 125

Combinazione n° 27 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 28 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 29 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	81 di 125

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (espresse in m) positive verso destra
 Y ordinate (espresse in m) positive verso l'alto
 M momento espresso in kNm
 V taglio espresso in kN
 SN sforzo normale espresso in kN
 u_x spostamento direzione X espresso in m
 u_y spostamento direzione Y espresso in m
 σ_r pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta

Teoria di Terzaghi

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **valore 0.00**

Metodo di calcolo della portanza

Meyerhof

Spinta sui piedritti

a Riposo [combinazione 1]
a Riposo [combinazione 2]
a Riposo [combinazione 3]
a Riposo [combinazione 4]
a Riposo [combinazione 5]
a Riposo [combinazione 6]
a Riposo [combinazione 7]
a Riposo [combinazione 8]
a Riposo [combinazione 9]
a Riposo [combinazione 10]
a Riposo [combinazione 11]

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	82 di 125

- a Riposo [combinazione 12]
- a Riposo [combinazione 13]
- a Riposo [combinazione 14]
- a Riposo [combinazione 15]
- a Riposo [combinazione 16]
- a Riposo [combinazione 17]
- a Riposo [combinazione 18]
- a Riposo [combinazione 19]
- a Riposo [combinazione 20]
- a Riposo [combinazione 21]
- a Riposo [combinazione 22]
- a Riposo [combinazione 23]
- a Riposo [combinazione 24]
- a Riposo [combinazione 25]
- a Riposo [combinazione 26]
- a Riposo [combinazione 27]
- a Riposo [combinazione 28]
- a Riposo [combinazione 29]

Sisma

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
Vita di riferimento	125 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g =$	2.69 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.31
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	83 di 125

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$$k_h = (a_g / g * \beta_m * St * Ss) = 36.00$$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$$k_v = 0.50 * k_h = 18.00$$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$

0.00 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$$k_h = (a_g / g * \beta_m * St * Ss) = 0.00$$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$$k_v = 0.50 * k_h = 0.00$$

Forma diagramma incremento sismico

Rettangolare

Spinta sismica

Wood

Angolo diffusione sovraccarico

0.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.426	0.000
2	0.511	0.000
3	0.426	0.000
4	0.511	0.000
5	0.426	0.000
6	0.511	0.000
7	0.426	0.000
8	0.511	0.000
9	0.426	0.000
10	0.511	0.000
11	0.426	0.000
12	0.511	0.000
13	0.426	0.000

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	84 di 125

14	0.511	0.000
15	0.426	0.991
16	0.426	0.991
17	0.511	1.064
18	0.511	1.064
19	0.426	0.991
20	0.511	1.064
21	0.426	0.991
22	0.511	1.064
23	0.426	0.991
24	0.511	1.064
25	0.426	0.991
26	0.511	1.064
27	0.426	0.000
28	0.426	0.000
29	0.426	0.000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	116
Numero elementi traverso	59
Numero elementi piedritto sinistro	90
Numero elementi piedritto destro	90
Numero molle fondazione	117
Numero molle piedritto sinistro	91
Numero molle piedritto destro	91

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	85 di 125

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 27)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-604.8379	-596.9772	312.6812
1.78	75.6469	-449.4635	312.6812
2.96	536.8580	-320.3888	312.6812
4.24	867.8906	-185.2642	312.6812
5.51	1028.7650	-53.3884	312.6812
6.69	1028.7650	67.3856	312.6812
7.96	867.8906	199.4367	312.6812
9.24	536.8580	334.8903	312.6812
10.42	75.6469	464.3539	312.6812
11.70	-604.8379	596.9772	312.6812

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 27)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-536.0156	383.4466	188.9503
1.76	-102.5107	302.6762	188.9503
2.91	202.2581	229.4598	188.9503
4.30	453.4661	130.3543	188.9503
5.50	557.7495	43.4514	188.9503
6.66	559.3280	-40.7357	188.9503
7.98	443.4859	-135.7857	188.9503
9.29	202.2581	-229.4598	188.9503
10.44	-102.5107	-302.6762	188.9503
11.70	-536.0156	-383.4466	188.9503

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	86 di 125

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 27)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.82	-604.8379	313.0595	603.4868
1.81	-337.2066	225.0271	579.0379
2.81	-153.3346	145.0743	554.5890
3.81	-45.1649	73.2010	530.1401
4.80	-4.6485	9.3708	505.6912
5.80	-23.7884	-46.4242	481.2423
6.80	-94.5399	-94.1397	456.7934
7.80	-208.8457	-133.7756	432.3444
8.79	-358.6716	-165.3926	407.8955
9.79	-536.0156	-188.9503	383.4466

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 27)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.82	-604.8379	-313.0595	603.4868
1.81	-337.2066	-225.0271	579.0379
2.81	-153.3346	-145.0743	554.5890
3.81	-45.1649	-73.2010	530.1401
4.80	-4.6485	-9.3708	505.6912
5.80	-23.7884	46.4242	481.2423
6.80	-94.5399	94.1397	456.7934
7.80	-208.8457	133.7756	432.3444
8.79	-358.6716	165.3926	407.8955
9.79	-536.0156	188.9503	383.4466

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 28)

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	87 di 125

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-746.0597	-569.8394	339.8503
1.78	-86.9014	-444.0145	339.8503
2.96	376.4981	-330.1278	339.8503
4.24	727.4291	-206.8964	339.8503
5.51	920.7411	-82.5116	339.8503
6.69	957.1062	35.0050	339.8503
7.96	837.7825	167.2958	339.8503
9.24	545.7467	306.7978	339.8503
10.42	114.0852	443.3590	339.8503
11.70	-545.8232	586.5269	339.8503

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 28)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-394.4576	355.5150	186.6248
1.76	5.5482	277.5877	186.6248
2.91	283.0554	206.9486	186.6248
4.30	506.6589	113.5226	186.6248
5.50	593.8943	31.8698	186.6248
6.66	584.9653	-47.2314	186.6248
7.98	464.3659	-136.5392	186.6248
9.29	225.8957	-224.8619	186.6248
10.44	-72.1303	-295.5010	186.6248
11.70	-494.7720	-373.4283	186.6248

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 28)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.82	-746.0597	373.7491	575.5552
1.81	-421.1409	279.2318	551.1063

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	88 di 125

2.81	-186.4483	192.7940	526.6574
3.81	-33.9248	114.4358	502.2084
4.80	44.4784	44.1208	477.7595
5.80	56.7585	-18.1591	453.3106
6.80	10.9602	-72.3595	428.8617
7.80	-84.8594	-118.4804	404.4128
8.79	-222.6660	-156.5823	379.9639
9.79	-394.4576	-186.6248	355.5150

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 28)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.82	-545.8232	-306.7739	593.4685
1.81	-283.9830	-219.6983	569.0196
2.81	-104.9479	-140.7022	544.5706
3.81	-0.6610	-69.7857	520.1217
4.80	36.9266	-6.9124	495.6728
5.80	15.8121	47.9259	471.2239
6.80	-55.9597	94.6846	446.7750
7.80	-170.3319	133.3637	422.3261
8.79	-319.2699	164.0240	397.8772
9.79	-494.7720	186.6248	373.4283

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 29)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-511.2532	-578.1190	289.0851
1.78	147.2843	-434.5080	289.0851
2.96	592.9756	-309.3409	289.0851
4.24	912.5341	-178.6890	289.0851
5.51	1067.7281	-51.4218	289.0851
6.69	1067.7281	65.0619	289.0851

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	89 di 125

7.96	912.5341	192.5113	289.0851
9.24	592.9756	323.5071	289.0851
10.42	147.2843	449.0859	289.0851
11.70	-511.2532	578.1190	289.0851

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 29)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-615.8200	364.4716	203.9639
1.76	-204.4963	286.5444	203.9639
2.91	83.2703	215.9053	203.9639
4.30	319.3316	122.4793	203.9639
5.50	417.3151	40.8264	203.9639
6.66	418.7982	-38.2748	203.9639
7.98	309.9543	-127.5826	203.9639
9.29	83.2703	-215.9053	203.9639
10.44	-204.4963	-286.5444	203.9639
11.70	-615.8200	-364.4716	203.9639

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 29)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.82	-511.2532	289.4349	584.5118
1.81	-266.7039	202.3593	560.0629
2.81	-104.9598	123.3632	535.6140
3.81	-17.9638	52.4467	511.1651
4.80	2.3330	-10.4267	486.7162
5.80	-36.0724	-65.2649	462.2673
6.80	-125.1351	-112.0236	437.8184
7.80	-256.7981	-150.7028	413.3694
8.79	-423.0271	-181.3630	388.9205

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	90 di 125

9.79 -615.8200 -203.9639 364.4716

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 29)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.82	-511.2532	-289.4349	584.5118
1.81	-266.7039	-202.3593	560.0629
2.81	-104.9598	-123.3632	535.6140
3.81	-17.9638	-52.4467	511.1651
4.80	2.3330	10.4267	486.7162
5.80	-36.0724	65.2649	462.2673
6.80	-125.1351	112.0236	437.8184
7.80	-256.7981	150.7028	413.3694
8.79	-423.0271	181.3630	388.9205
9.79	-615.8200	203.9639	364.4716

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km 19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	91 di 125

Verifiche combinazioni SLE

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
A_{fi}	Area armatura inferiore, espressa in mq
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in mq
σ_{fi}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in kPa
σ_{fs}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in kPa
σ_c	Tensione nel calcestruzzo, espresse in kPa
τ_c	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in kPa
A_{sv}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in mq

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 27 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.6300 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.50	604.84	312.68	0.004524	0.004524	25714	60250	1862
2	1.78	-75.65	312.68	0.004524	0.004524	669	4644	316
3	2.96	-536.86	312.68	0.004524	0.004524	50427	23019	1661
4	4.24	-867.89	312.68	0.004524	0.004524	98680	35949	2628
5	5.51	-1028.76	312.68	0.004524	0.004524	122336	42128	3091
6	6.69	-1028.76	312.68	0.004524	0.004524	122336	42128	3091
7	7.96	-867.89	312.68	0.004524	0.004524	98680	35949	2628
8	9.24	-536.86	312.68	0.004524	0.004524	50427	23019	1661
9	10.42	-75.65	312.68	0.004524	0.004524	669	4644	316

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	92 di 125

10 11.70 604.84 312.68 0.004524 0.004524 25714 60250 1862

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.50	-596.98	-442	0.000000
2	1.78	-449.46	-333	0.000000
3	2.96	-320.39	-237	0.000000
4	4.24	-185.26	-137	0.000000
5	5.51	-53.39	-40	0.000000
6	6.69	67.39	50	0.000000
7	7.96	199.44	148	0.000000
8	9.24	334.89	248	0.000000
9	10.42	464.35	344	0.000000
10	11.70	596.98	442	0.000000

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 27 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.2000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fl}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fl}	σ_c
1	0.50	-536.02	188.95	0.003801	0.003801	108458	37157	2824
2	1.76	-102.51	188.95	0.003801	0.003801	6814	8031	571
3	2.91	202.26	188.95	0.003801	0.003801	15169	28455	1115
4	4.30	453.47	188.95	0.003801	0.003801	31806	88500	2407
5	5.50	557.75	188.95	0.003801	0.003801	38562	113718	2933
6	6.66	559.33	188.95	0.003801	0.003801	38664	114100	2941
7	7.98	443.49	188.95	0.003801	0.003801	31157	86090	2356
8	9.29	202.26	188.95	0.003801	0.003801	15169	28455	1115

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	93 di 125

9	10.44	-102.51	188.95	0.003801	0.003801	6814	8031	571
10	11.70	-536.02	188.95	0.003801	0.003801	108458	37157	2824

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.50	383.45	389	0.000000
2	1.76	302.68	307	0.000000
3	2.91	229.46	233	0.000000
4	4.30	130.35	132	0.000000
5	5.50	43.45	44	0.000000
6	6.66	-40.74	-41	0.000000
7	7.98	-135.79	-138	0.000000
8	9.29	-229.46	-233	0.000000
9	10.44	-302.68	-307	0.000000
10	11.70	-383.45	-389	0.000000

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 27 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.82	-604.84	603.49	0.004524	0.006786	66475	51073	3746
2	1.81	-337.21	579.04	0.004524	0.006786	25260	31014	2231
3	2.81	-153.33	554.59	0.004524	0.006786	2647	16949	1187
4	3.81	-45.16	530.14	0.004524	0.006786	3858	9915	679
5	4.80	-4.65	505.69	0.004524	0.006786	5844	7165	481
6	5.80	-23.79	481.24	0.004524	0.006786	4471	7974	542
7	6.80	-94.54	456.79	0.004524	0.006786	182	11866	825

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	94 di 125

8	7.80	-208.85	432.34	0.004524	0.006786	12629	19892	1420
9	8.79	-358.67	407.90	0.004524	0.006786	36791	30861	2253
10	9.79	-536.02	383.45	0.004524	0.006786	67252	43374	3212

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.82	313.06	384	0.000000
2	1.81	225.03	276	0.000000
3	2.81	145.07	178	0.000000
4	3.81	73.20	90	0.000000
5	4.80	9.37	11	0.000000
6	5.80	-46.42	-57	0.000000
7	6.80	-94.14	-115	0.000000
8	7.80	-133.78	-164	0.000000
9	8.79	-165.39	-203	0.000000
10	9.79	-188.95	-232	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 27 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{ft}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{ft}	σ_c
1	0.82	-604.84	603.49	0.004524	0.004524	94853	55365	4126
2	1.81	-337.21	579.04	0.004524	0.004524	34379	32924	2390
3	2.81	-153.33	554.59	0.004524	0.004524	3074	17096	1198
4	3.81	-45.16	530.14	0.004524	0.004524	4221	9783	668
5	4.80	-4.65	505.69	0.004524	0.004524	6393	6965	466
6	5.80	-23.79	481.24	0.004524	0.004524	4891	7821	530

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	95 di 125

7	6.80	-94.54	456.79	0.004524	0.004524	201	11859	824
8	7.80	-208.85	432.34	0.004524	0.004524	16675	20863	1500
9	8.79	-358.67	407.90	0.004524	0.004524	52106	33340	2470
10	9.79	-536.02	383.45	0.004524	0.004524	97197	47294	3572

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.82	-313.06	-384	0.000000
2	1.81	-225.03	-276	0.000000
3	2.81	-145.07	-178	0.000000
4	3.81	-73.20	-90	0.000000
5	4.80	-9.37	-11	0.000000
6	5.80	46.42	57	0.000000
7	6.80	94.14	115	0.000000
8	7.80	133.78	164	0.000000
9	8.79	165.39	203	0.000000
10	9.79	188.95	232	0.000000

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 28 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.6300 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fl}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fl}	σ_c
1	0.50	746.06	339.85	0.004524	0.004524	31426	78381	2284
2	1.78	86.90	339.85	0.004524	0.004524	5171	604	353
3	2.96	-376.50	339.85	0.004524	0.004524	25691	16565	1177
4	4.24	-727.43	339.85	0.004524	0.004524	75666	30698	2230
5	5.51	-920.74	339.85	0.004524	0.004524	103943	38203	2791

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	96 di 125

6	6.69	-957.11	339.85	0.004524	0.004524	109281	39605	2896
7	7.96	-837.78	339.85	0.004524	0.004524	91784	34995	2551
8	9.24	-545.75	339.85	0.004524	0.004524	49388	23509	1693
9	10.42	-114.09	339.85	0.004524	0.004524	131	5893	403
10	11.70	545.82	339.85	0.004524	0.004524	23512	49399	1693

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.50	-569.84	-422	0.000000
2	1.78	-444.01	-329	0.000000
3	2.96	-330.13	-244	0.000000
4	4.24	-206.90	-153	0.000000
5	5.51	-82.51	-61	0.000000
6	6.69	35.00	26	0.000000
7	7.96	167.30	124	0.000000
8	9.24	306.80	227	0.000000
9	10.42	443.36	328	0.000000
10	11.70	586.53	434	0.000000

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 28 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.2000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fl}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fl}	σ_c
1	0.50	-394.46	186.62	0.003801	0.003801	74521	27934	2106
2	1.76	5.55	186.62	0.003801	0.003801	2390	1871	161
3	2.91	283.06	186.62	0.003801	0.003801	20603	47781	1536
4	4.30	506.66	186.62	0.003801	0.003801	35227	101617	2674

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	97 di 125

5	5.50	593.89	186.62	0.003801	0.003801	40864	122733	3114
6	6.66	584.97	186.62	0.003801	0.003801	40288	120570	3069
7	7.98	464.37	186.62	0.003801	0.003801	32485	91392	2461
8	9.29	225.90	186.62	0.003801	0.003801	16767	34221	1239
9	10.44	-72.13	186.62	0.003801	0.003801	2254	5833	408
10	11.70	-494.77	186.62	0.003801	0.003801	98742	34457	2614

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.50	355.51	361	0.000000
2	1.76	277.59	282	0.000000
3	2.91	206.95	210	0.000000
4	4.30	113.52	115	0.000000
5	5.50	31.87	32	0.000000
6	6.66	-47.23	-48	0.000000
7	7.98	-136.54	-138	0.000000
8	9.29	-224.86	-228	0.000000
9	10.44	-295.50	-300	0.000000
10	11.70	-373.43	-379	0.000000

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 28 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fl}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fl}	σ_c
1	0.82	-746.06	575.56	0.004524	0.006786	91245	60917	4502
2	1.81	-421.14	551.11	0.004524	0.006786	39551	37019	2690
3	2.81	-186.45	526.66	0.004524	0.006786	6663	19066	1346

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	98 di 125

4	3.81	-33.92	502.21	0.004524	0.006786	4154	8864	605
5	4.80	44.48	477.76	0.004524	0.006786	8272	3854	564
6	5.80	56.76	453.31	0.004524	0.006786	8668	2788	595
7	6.80	10.96	428.86	0.004524	0.006786	5795	5187	388
8	7.80	-84.86	404.41	0.004524	0.006786	90	10577	735
9	8.79	-222.67	379.96	0.004524	0.006786	16784	20457	1472
10	9.79	-394.46	355.51	0.004524	0.006786	45409	32851	2417

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.82	373.75	458	0.000000
2	1.81	279.23	342	0.000000
3	2.81	192.79	236	0.000000
4	3.81	114.44	140	0.000000
5	4.80	44.12	54	0.000000
6	5.80	-18.16	-22	0.000000
7	6.80	-72.36	-89	0.000000
8	7.80	-118.48	-145	0.000000
9	8.79	-156.58	-192	0.000000
10	9.79	-186.62	-229	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 28 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fl}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fl}	σ_c
1	0.82	-545.82	593.47	0.004524	0.004524	81527	50468	3747
2	1.81	-283.98	569.02	0.004524	0.004524	23782	28253	2034

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	99 di 125

3	2.81	-104.95	544.57	0.004524	0.004524	730	13655	948
4	3.81	-0.66	520.12	0.004524	0.004524	6829	6910	461
5	4.80	36.93	495.67	0.004524	0.004524	8821	4273	601
6	5.80	15.81	471.22	0.004524	0.004524	7197	5250	485
7	6.80	-55.96	446.78	0.004524	0.004524	2455	9347	643
8	7.80	-170.33	422.33	0.004524	0.004524	9974	17446	1243
9	8.79	-319.27	397.88	0.004524	0.004524	43591	30002	2213
10	9.79	-494.77	373.43	0.004524	0.004524	87986	43901	3309

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.82	-306.77	-376	0.000000
2	1.81	-219.70	-269	0.000000
3	2.81	-140.70	-172	0.000000
4	3.81	-69.79	-86	0.000000
5	4.80	-6.91	-8	0.000000
6	5.80	47.93	59	0.000000
7	6.80	94.68	116	0.000000
8	7.80	133.36	163	0.000000
9	8.79	164.02	201	0.000000
10	9.79	186.62	229	0.000000

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 29 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.6300 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.50	511.25	289.09	0.004524	0.004524	21876	48770	1580

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	100 di 125

2	1.78	-147.28	289.09	0.004524	0.004524	2508	6701	463
3	2.96	-592.98	289.09	0.004524	0.004524	60609	25102	1821
4	4.24	-912.53	289.09	0.004524	0.004524	107423	37470	2747
5	5.51	-1067.73	289.09	0.004524	0.004524	130286	43404	3192
6	6.69	-1067.73	289.09	0.004524	0.004524	130286	43404	3192
7	7.96	-912.53	289.09	0.004524	0.004524	107423	37470	2747
8	9.24	-592.98	289.09	0.004524	0.004524	60609	25102	1821
9	10.42	-147.28	289.09	0.004524	0.004524	2508	6701	463
10	11.70	511.25	289.09	0.004524	0.004524	21876	48770	1580

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.50	-578.12	-428	0.000000
2	1.78	-434.51	-322	0.000000
3	2.96	-309.34	-229	0.000000
4	4.24	-178.69	-132	0.000000
5	5.51	-51.42	-38	0.000000
6	6.69	65.06	48	0.000000
7	7.96	192.51	142	0.000000
8	9.24	323.51	239	0.000000
9	10.42	449.09	332	0.000000
10	11.70	578.12	428	0.000000

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 29 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.2000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
----	---	---	---	----------	----------	---------------	---------------	------------

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	101 di 125

1	0.50	-615.82	203.96	0.003801	0.003801	126083	42514	3236
2	1.76	-204.50	203.96	0.003801	0.003801	27510	15419	1130
3	2.91	83.27	203.96	0.003801	0.003801	6680	3018	468
4	4.30	319.33	203.96	0.003801	0.003801	23180	54602	1731
5	5.50	417.32	203.96	0.003801	0.003801	29629	78122	2232
6	6.66	418.80	203.96	0.003801	0.003801	29726	78479	2239
7	7.98	309.95	203.96	0.003801	0.003801	22557	52363	1682
8	9.29	83.27	203.96	0.003801	0.003801	6680	3018	468
9	10.44	-204.50	203.96	0.003801	0.003801	27510	15419	1130
10	11.70	-615.82	203.96	0.003801	0.003801	126083	42514	3236

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.50	364.47	370	0.000000
2	1.76	286.54	291	0.000000
3	2.91	215.91	219	0.000000
4	4.30	122.48	124	0.000000
5	5.50	40.83	41	0.000000
6	6.66	-38.27	-39	0.000000
7	7.98	-127.58	-129	0.000000
8	9.29	-215.91	-219	0.000000
9	10.44	-286.54	-291	0.000000
10	11.70	-364.47	-370	0.000000

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 29 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

Verifiche presso-flessione

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	102 di 125

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.82	-511.25	584.51	0.004524	0.006786	52282	44024	3214
2	1.81	-266.70	560.06	0.004524	0.006786	15826	25475	1818
3	2.81	-104.96	535.61	0.004524	0.006786	558	13557	941
4	3.81	-17.96	511.17	0.004524	0.006786	5160	8034	544
5	4.80	2.33	486.72	0.004524	0.006786	6008	6490	434
6	5.80	-36.07	462.27	0.004524	0.006786	3551	8448	577
7	6.80	-125.14	437.82	0.004524	0.006786	2457	13667	958
8	7.80	-256.80	413.37	0.004524	0.006786	20461	23354	1684
9	8.79	-423.03	388.92	0.004524	0.006786	48281	35324	2597
10	9.79	-615.82	364.47	0.004524	0.006786	81629	48800	3631

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.82	289.43	355	0.000000
2	1.81	202.36	248	0.000000
3	2.81	123.36	151	0.000000
4	3.81	52.45	64	0.000000
5	4.80	-10.43	-13	0.000000
6	5.80	-65.26	-80	0.000000
7	6.80	-112.02	-137	0.000000
8	7.80	-150.70	-185	0.000000
9	8.79	-181.36	-222	0.000000
10	9.79	-203.96	-250	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 29 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	103 di 125

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.82	-511.25	584.51	0.004524	0.004524	74021	47553	3523
2	1.81	-266.70	560.06	0.004524	0.004524	20840	26692	1917
3	2.81	-104.96	535.61	0.004524	0.004524	611	13537	940
4	3.81	-17.96	511.17	0.004524	0.004524	5645	7857	530
5	4.80	2.33	486.72	0.004524	0.004524	6572	6285	439
6	5.80	-36.07	462.27	0.004524	0.004524	3884	8327	568
7	6.80	-125.14	437.82	0.004524	0.004524	2874	13810	969
8	7.80	-256.80	413.37	0.004524	0.004524	28082	24880	1812
9	8.79	-423.03	388.92	0.004524	0.004524	69158	38361	2869
10	9.79	-615.82	364.47	0.004524	0.004524	118531	53320	4053

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.82	-289.43	-355	0.000000
2	1.81	-202.36	-248	0.000000
3	2.81	-123.36	-151	0.000000
4	3.81	-52.45	-64	0.000000
5	4.80	10.43	13	0.000000
6	5.80	65.26	80	0.000000
7	6.80	112.02	137	0.000000
8	7.80	150.70	185	0.000000
9	8.79	181.36	222	0.000000
10	9.79	203.96	250	0.000000

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	104 di 125

Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X_i	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M_p	Momento, espresse in kNm
M_n	Momento, espresse in kNm
w_k	Ampiezza fessure, espresse in m
w_{lim}	Apertura limite fessure, espresse in m
s	Distanza media tra le fessure, espresse in m
ϵ_{sm}	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 27 - SLE (Rara)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.50	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	604.84	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
2	1.78	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-75.65	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
3	2.96	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-536.86	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
4	4.24	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-867.89	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
5	5.51	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-1028.76	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
6	6.69	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-1028.76	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
7	7.96	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-867.89	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
8	9.24	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-536.86	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
9	10.42	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-75.65	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
10	11.70	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	604.84	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 27 - SLE (Rara)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.50	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	-536.02	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	105 di 125

2	1.76	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	-102.51	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
3	2.91	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	202.26	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
4	4.30	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	453.47	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
5	5.50	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	557.75	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
6	6.66	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	559.33	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
7	7.97	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	443.49	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
8	9.29	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	202.26	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
9	10.44	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	-102.51	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
10	11.70	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	-536.02	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 27 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.81	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-604.84	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
2	1.81	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-337.21	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
3	2.81	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-153.33	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
4	3.81	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-45.16	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
5	4.80	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-4.65	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
6	5.80	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-23.79	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
7	6.80	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-94.54	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
8	7.80	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-208.85	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
9	8.79	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-358.67	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
10	9.79	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-536.02	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 27 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.81	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-604.84	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
2	1.81	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-337.21	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	106 di 125

3	2.81	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-153.33	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
4	3.81	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-45.16	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
5	4.80	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-4.65	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
6	5.80	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-23.79	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
7	6.80	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-94.54	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
8	7.80	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-208.85	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
9	8.79	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-358.67	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
10	9.79	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-536.02	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 28 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.50	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	746.06	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
2	1.78	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	86.90	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
3	2.96	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-376.50	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
4	4.24	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-727.43	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
5	5.51	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-920.74	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
6	6.69	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-957.11	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
7	7.96	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-837.78	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
8	9.24	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-545.75	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
9	10.42	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-114.09	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
10	11.70	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	545.82	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 28 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.50	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	-394.46	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
2	1.76	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	5.55	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
3	2.91	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	283.06	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	107 di 125

4	4.30	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	506.66	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
5	5.50	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	593.89	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
6	6.66	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	584.97	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
7	7.97	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	464.37	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
8	9.29	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	225.90	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
9	10.44	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	-72.13	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
10	11.70	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	-494.77	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 28 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.81	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-746.06	0.00003	0.0002	0.10290	0.017
2	1.81	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-421.14	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
3	2.81	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-186.45	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
4	3.81	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-33.92	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
5	4.80	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	44.48	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
6	5.80	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	56.76	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
7	6.80	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	10.96	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
8	7.80	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-84.86	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
9	8.79	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-222.67	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
10	9.79	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-394.46	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 28 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.81	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-545.82	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
2	1.81	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-283.98	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
3	2.81	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-104.95	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
4	3.81	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-0.66	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	108 di 125

5	4.80	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	36.93	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
6	5.80	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	15.81	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
7	6.80	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-55.96	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
8	7.80	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-170.33	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
9	8.79	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-319.27	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
10	9.79	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-494.77	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 29 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.50	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	511.25	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
2	1.78	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-147.28	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
3	2.96	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-592.98	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
4	4.24	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-912.53	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
5	5.51	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-1067.73	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
6	6.69	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-1067.73	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
7	7.96	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-912.53	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
8	9.24	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-592.98	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
9	10.42	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	-147.28	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
10	11.70	0.004524	0.004524	1551.29	-1551.29	511.25	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 29 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.50	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	-615.82	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
2	1.76	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	-204.50	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
3	2.91	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	83.27	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
4	4.30	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	319.33	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
5	5.50	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	417.32	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	109 di 125

6	6.66	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	418.80	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
7	7.97	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	309.95	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
8	9.29	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	83.27	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
9	10.44	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	-204.50	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
10	11.70	0.003801	0.003801	851.28	-851.28	-615.82	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 29 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.81	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-511.25	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
2	1.81	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-266.70	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
3	2.81	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-104.96	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
4	3.81	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-17.96	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
5	4.80	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	2.33	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
6	5.80	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-36.07	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
7	6.80	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-125.14	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
8	7.80	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-256.80	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
9	8.79	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-423.03	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
10	9.79	0.004524	0.006786	631.63	-666.16	-615.82	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 29 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.81	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-511.25	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
2	1.81	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-266.70	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
3	2.81	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-104.96	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
4	3.81	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-17.96	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
5	4.80	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	2.33	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
6	5.80	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-36.07	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	110 di 125

7	6.80	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-125.14	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
8	7.80	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-256.80	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
9	8.79	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-423.03	0.00000	0.0002	0.00000	0.000
10	9.79	0.004524	0.004524	621.80	-621.80	-615.82	0.00000	0.0002	0.00000	0.000

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	111 di 125

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.50	-2654.14	-511.25	-779.83	-280.36	289.09	499.84
1.78	-2108.31	147.28	-587.08	-322.45	289.09	518.33
2.96	-1705.06	706.87	-553.72	-281.46	289.09	535.26
4.24	-1216.97	1139.21	-613.01	-162.80	289.09	553.61
5.51	-675.62	1349.31	-618.56	-46.77	289.09	571.95
6.69	-128.63	1349.31	-547.56	87.99	289.09	588.89
7.96	515.14	1450.64	-523.74	260.45	289.09	607.23
9.24	404.88	1727.57	-389.77	437.38	289.09	625.58
10.42	-0.37	1613.40	-15.24	606.51	289.09	642.51
11.70	-784.40	1123.06	523.18	779.83	289.09	660.99

Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.50	-731.99	392.25	99.93	502.28	186.62	359.03
1.76	-204.50	533.71	37.22	396.71	186.62	372.41
2.91	68.77	593.90	-19.62	301.01	186.62	384.55
4.30	247.43	599.00	-88.74	171.04	186.62	399.28
5.50	236.84	735.83	-148.60	57.01	186.62	411.99
6.66	30.38	737.90	-213.50	-31.04	186.62	424.30
7.98	-283.74	585.90	-295.83	-103.47	186.62	438.21
9.29	-684.95	269.40	-379.70	-176.08	186.62	452.15
10.44	-1104.52	-72.13	-451.04	-239.29	186.62	464.28
11.70	-1667.31	-445.52	-529.73	-309.02	186.62	477.67

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	112 di 125

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.82	-2654.14	-511.25	289.43	1141.25	280.36	788.33
1.81	-1618.36	-266.70	202.36	937.66	260.31	756.54
2.81	-802.51	-71.75	123.36	743.77	240.26	724.76
3.81	-187.34	56.77	52.45	559.55	220.21	692.98
4.80	-12.14	443.14	-10.43	384.99	200.17	661.19
5.80	-45.03	717.77	-67.83	226.12	180.12	629.41
6.80	-143.92	841.99	-128.76	80.23	160.07	597.63
7.80	-298.33	817.23	-179.19	-57.58	140.02	565.84
8.79	-497.82	652.41	-232.75	-156.58	119.98	534.06
9.79	-731.99	392.25	-359.03	-186.62	99.93	502.28

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.82	-784.40	1123.06	-407.48	55.39	529.06	789.39
1.81	-436.08	1029.56	-292.84	130.80	504.61	760.54
2.81	-196.83	892.33	-188.71	198.12	480.17	731.69
3.81	-56.19	689.78	-95.23	257.36	455.72	702.84
4.80	-12.14	424.28	-17.02	308.56	431.27	673.99
5.80	-72.55	100.47	45.70	359.80	406.82	645.13
6.80	-420.35	20.70	94.14	403.76	382.37	616.28
7.80	-800.32	-99.75	133.36	438.02	357.92	587.43
8.79	-1213.66	-258.36	164.02	462.68	333.47	558.58
9.79	-1667.31	-445.52	186.62	477.67	309.02	529.73

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	113 di 125

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{\min} [kPa]	σ_{\max} [kPa]
0.50	0	204
1.78	0	198
2.96	0	193
4.24	0	188
5.51	0	186
6.69	0	186
7.96	19	232
9.24	135	314
10.42	138	445
11.70	141	672

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.6300 m

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.50	0.004524	0.004524	1.19
1.78	0.004524	0.004524	1.19
2.96	0.004524	0.004524	1.46
4.24	0.004524	0.004524	1.93

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	114 di 125

5.51	0.004524	0.004524	2.52
6.69	0.004524	0.004524	2.17
7.96	0.004524	0.004524	2.01
9.24	0.004524	0.004524	2.03
10.42	0.004524	0.004524	2.05
11.70	0.004524	0.004524	2.07

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.50	607.60	0.00	6713.95	0.000000
1.78	607.60	0.00	0.00	0.000000
2.96	607.60	0.00	0.00	0.000000
4.24	607.60	0.00	0.00	0.000000
5.51	607.60	0.00	0.00	0.000000
6.69	607.60	0.00	0.00	0.000000
7.96	607.60	0.00	0.00	0.000000
9.24	607.60	0.00	0.00	0.000000
10.42	607.60	0.00	0.00	0.000000
11.70	607.60	0.00	6713.95	0.000000

Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.2000 m

X	A _n	A _{fs}	CS
0.50	0.003801	0.003801	2.76
1.76	0.003801	0.003801	3.65
2.91	0.003801	0.003801	3.65
4.30	0.003801	0.003801	2.66
5.50	0.003801	0.003801	2.66

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	115 di 125

6.66	0.003801	0.003801	2.66
7.98	0.003801	0.003801	2.66
9.29	0.003801	0.003801	2.07
10.44	0.003801	0.003801	1.29
11.70	0.003801	0.003801	1.17

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.50	470.98	0.00	0.00	0.000000
1.76	470.98	0.00	0.00	0.000000
2.91	470.98	0.00	0.00	0.000000
4.30	470.98	0.00	0.00	0.000000
5.50	470.98	0.00	0.00	0.000000
6.66	470.98	0.00	0.00	0.000000
7.98	470.98	0.00	0.00	0.000000
9.29	470.98	0.00	0.00	0.000000
10.44	470.98	0.00	0.00	0.000000
11.70	470.98	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

Y	A _n	A _{fs}	CS
0.82	0.004524	0.006786	1.02
1.81	0.004524	0.006786	1.07
2.81	0.004524	0.006786	1.89
3.81	0.004524	0.006786	4.55
4.80	0.004524	0.006786	2.47
5.80	0.004524	0.006786	2.12

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	116 di 125

6.80	0.004524	0.006786	2.10
7.80	0.004524	0.006786	2.07
8.79	0.004524	0.006786	2.05
9.79	0.004524	0.006786	2.61

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.82	582.59	0.00	0.00	0.000000
1.81	578.02	0.00	0.00	0.000000
2.81	573.44	0.00	0.00	0.000000
3.81	507.70	0.00	0.00	0.000000
4.80	503.12	0.00	0.00	0.000000
5.80	498.54	0.00	0.00	0.000000
6.80	555.13	0.00	0.00	0.000000
7.80	550.56	0.00	0.00	0.000000
8.79	545.98	0.00	0.00	0.000000
9.79	541.40	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

Y	A _n	A _{fs}	CS
0.82	0.004524	0.004524	1.92
1.81	0.004524	0.004524	1.90
2.81	0.004524	0.004524	2.08
3.81	0.004524	0.004524	2.51
4.80	0.004524	0.004524	3.67
5.80	0.004524	0.004524	8.10
6.80	0.004524	0.004524	3.40

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	117 di 125

7.80	0.004524	0.004524	1.81
8.79	0.004524	0.004524	1.19
9.79	0.004524	0.004524	1.13

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.82	521.43	0.00	0.00	0.000000
1.81	516.85	0.00	0.00	0.000000
2.81	512.28	0.00	0.00	0.000000
3.81	507.70	0.00	0.00	0.000000
4.80	503.12	0.00	0.00	0.000000
5.80	498.54	0.00	0.00	0.000000
6.80	493.97	0.00	0.00	0.000000
7.80	489.39	0.00	0.00	0.000000
8.79	484.81	0.00	0.00	0.000000
9.79	480.24	0.00	0.00	0.000000

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.6300 m

X	A _n	A _{fs}	σ _c	σ _n	σ _{fs}
0.50	0.004524	0.004524	2284	78381	31426
1.78	0.004524	0.004524	463	6701	5171
2.96	0.004524	0.004524	1821	25102	60609
4.24	0.004524	0.004524	2747	37470	107423

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	118 di 125

5.51	0.004524	0.004524	3192	43404	130286
6.69	0.004524	0.004524	3192	43404	130286
7.96	0.004524	0.004524	2747	37470	107423
9.24	0.004524	0.004524	1821	25102	60609
10.42	0.004524	0.004524	463	6701	2508
11.70	0.004524	0.004524	1862	60250	25714

X	τ_c	A_{sw}
0.50	-442	0.000000
1.78	-333	0.000000
2.96	-244	0.000000
4.24	-153	0.000000
5.51	-61	0.000000
6.69	50	0.000000
7.96	148	0.000000
9.24	248	0.000000
10.42	344	0.000000
11.70	442	0.000000

Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.2000 m

X	A_{fl}	A_{fs}	σ_c	σ_{fl}	σ_{fs}
0.50	0.003801	0.003801	3236	42514	126083
1.76	0.003801	0.003801	1130	15419	27510
2.91	0.003801	0.003801	1536	47781	20603
4.30	0.003801	0.003801	2674	101617	35227
5.50	0.003801	0.003801	3114	122733	40864

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	119 di 125

6.66	0.003801	0.003801	3069	120570	40288
7.98	0.003801	0.003801	2461	91392	32485
9.29	0.003801	0.003801	1239	34221	16767
10.44	0.003801	0.003801	1130	15419	27510
11.70	0.003801	0.003801	3236	42514	126083

X	τ_c	A_{sw}
0.50	389	0.000000
1.76	307	0.000000
2.91	233	0.000000
4.30	132	0.000000
5.50	44	0.000000
6.66	-48	0.000000
7.98	-138	0.000000
9.29	-233	0.000000
10.44	-307	0.000000
11.70	-389	0.000000

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

Y	A_{fl}	A_{fs}	σ_c	σ_{fl}	σ_{fs}
0.82	0.004524	0.006786	4502	60917	91245
1.81	0.004524	0.006786	2690	37019	39551
2.81	0.004524	0.006786	1346	19066	6663
3.81	0.004524	0.006786	679	9915	5160
4.80	0.004524	0.006786	564	7165	8272
5.80	0.004524	0.006786	595	8448	8668

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	120 di 125

6.80	0.004524	0.006786	958	13667	5795
7.80	0.004524	0.006786	1684	23354	20461
8.79	0.004524	0.006786	2597	35324	48281
9.79	0.004524	0.006786	3631	48800	81629

Y	τ_c	A_{sw}
0.82	458	0.000000
1.81	342	0.000000
2.81	236	0.000000
3.81	140	0.000000
4.80	54	0.000000
5.80	-80	0.000000
6.80	-137	0.000000
7.80	-185	0.000000
8.79	-222	0.000000
9.79	-250	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

Y	A_{fl}	A_{fs}	σ_c	σ_{fl}	σ_{fs}
0.82	0.004524	0.004524	4126	55365	94853
1.81	0.004524	0.004524	2390	32924	34379
2.81	0.004524	0.004524	1198	17096	3074
3.81	0.004524	0.004524	668	9783	6829
4.80	0.004524	0.004524	601	6965	8821
5.80	0.004524	0.004524	568	8327	7197
6.80	0.004524	0.004524	969	13810	2874

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	121 di 125

7.80	0.004524	0.004524	1812	24880	28082
8.79	0.004524	0.004524	2869	38361	69158
9.79	0.004524	0.004524	4053	53320	118531

Y	τ_c	A_{sw}
0.82	-384	0.000000
1.81	-276	0.000000
2.81	-178	0.000000
3.81	-90	0.000000
4.80	13	0.000000
5.80	80	0.000000
6.80	137	0.000000
7.80	185	0.000000
8.79	222	0.000000
9.79	250	0.000000

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	122 di 125

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

<i>IC</i>	Indice della combinazione
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
<i>qu</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]
<i>Q_U</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN/m]
<i>Q_Y</i>	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN/m]
<i>FS</i>	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N _c	N _q	N _γ	N' _c	N' _q	N' _γ	qu	Q _U	Q _Y	FS
1	46.12	33.30	37.15	103.93	52.17	58.21	18257	222730.18	1953.58	114.01
2	28.42	16.92	13.82	56.98	24.71	20.18	7814	95325.43	1505.71	63.31
3	46.12	33.30	37.15	103.93	52.17	58.21	18257	222730.18	2158.51	103.19
4	28.42	16.92	13.82	56.98	24.71	20.18	7814	95325.43	1680.28	56.73
5	46.12	33.30	37.15	103.93	52.17	58.21	18257	222730.18	2107.28	105.70
6	28.42	16.92	13.82	56.98	24.71	20.18	7814	95325.43	1636.64	58.24
7	46.12	33.30	37.15	103.93	52.17	58.21	18257	222730.18	2107.28	105.70
8	28.42	16.92	13.82	56.98	24.71	20.18	7814	95325.43	1636.64	58.24
9	46.12	33.30	37.15	59.58	37.19	37.63	12071	147266.00	1953.58	75.38
10	28.42	16.92	13.82	34.91	18.20	12.47	5192	63347.31	1505.71	42.07
11	46.12	33.30	37.15	60.49	37.75	39.19	12491	152385.60	1953.58	78.00
12	28.42	16.92	13.82	35.62	18.57	13.33	5439	66351.96	1505.71	44.07
13	46.12	33.30	37.15	60.49	37.75	39.19	12491	152385.60	1953.58	78.00
14	28.42	16.92	13.82	35.62	18.57	13.33	5439	66351.96	1505.71	44.07
15	46.12	33.30	37.15	16.79	10.48	2.68	517	6307.34	1314.00	4.80
16	46.12	33.30	37.15	23.14	14.44	0.01	1283	15654.59	1752.24	8.93
17	28.42	16.92	13.82	13.83	7.21	0.75	674	8226.32	1755.19	4.69
18	28.42	16.92	13.82	10.04	5.24	3.87	315	3846.79	1316.95	2.92
19	46.12	33.30	37.15	16.50	10.30	2.93	485	5920.33	1283.64	4.61

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	123 di 125

20	28.42	16.92	13.82	9.87	5.15	4.09	298	3638.67	1286.59	2.83
21	46.12	33.30	37.15	15.92	9.93	3.49	418	5098.99	1283.64	3.97
22	28.42	16.92	13.82	9.50	4.95	4.59	258	3148.91	1286.59	2.45
23	46.12	33.30	37.15	22.95	14.33	0.02	1258	15346.64	1721.88	8.91
24	28.42	16.92	13.82	13.72	7.16	0.80	663	8093.81	1724.83	4.69
25	46.12	33.30	37.15	22.30	13.92	0.09	1168	14249.86	1721.88	8.28
26	28.42	16.92	13.82	13.30	6.94	1.02	621	7580.04	1724.83	4.39

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	124 di 125

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE dal km
19+398.00 al km 19+418.00 - Svincolo S.S. Fondo
Valle Isclero - S.S. n° 265 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 11	CL	GA010 0001	A	125 di 125