

**E 78 GROSSETO - FANO
TRATTO SELCI - LAMA (E 45) - S.STEFANO DI GAIFA
Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest -
Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°)**

PROGETTO DEFINITIVO

AN 245

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Sianelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111 Settore a-b-c</p> <p><i>Ing. Moreno Panfili</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. David Crenca</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Frosinone n. A1762</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GPI INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p> cooprogetti</p> <p> engeko</p> <p> Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p> <p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

OPERE D'ARTE MAGGIORI

Elaborati generali

Galleria Mercatello 2

Relazione di calcolo galleria artificiale

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA	
PROGETTO	LIV.PROG	ANNO	T00GA00OSTRE02B.				
D	D	22	CODICE ELAB. T00GA00OSTRE02			B	-
D							
C							
B	Revisione a seguito istruttoria U.0030221 del 16.01.2023	Febbraio '23	Oliveti	Signorelli	Guiducci		
A	Emissione	Ottobre '22	Oliveti	Signorelli	Guiducci		
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO		

INDICE

1. <u>PREMESSA</u>	3
2. <u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</u>	4
3. <u>CONDIZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE</u>	5
3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO GALLERIA	5
3.2. STRATIGRAFIA DI PROGETTO GALLERIA.....	5
4. <u>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI</u>	6
4.1. CALCESTRUZZO	6
4.2. ACCIAIO	6
4.3. ULTERIORI SPECIFICHE RELATIVE AI MATERIALI	6
4.3.1. CALCESTRUZZI.....	6
5. <u>CARATTERISTICHE GEOMETRICHE GALLERIA</u>	7
6. <u>DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA</u>	11
6.1. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	11
6.2. DEFINIZIONE DELL'ACCELERAZIONE SISMICA DI PROGETTO	11
7. <u>CRITERI DI VERIFICA E CALCOLO</u>	14
7.1. PREMESSA NORMATIVA DI CALCOLO	14
7.2. COMBINAZIONE DELLE AZIONI (CAP. 2.5.3 D.M. 17/01/2018)	14
7.3. COEFFICIENTI DELLE AZIONI AGLI STATI LIMITE.....	16
7.4. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE (SLU).....	16
7.4.1. SLU (STR)	17
7.4.2. CONDIZIONI SISMICHE.....	17
7.5. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE (SLE)	18
7.5.1. VERIFICHE DELLA FESSURAZIONE	18
7.5.2. VERIFICHE DELLE TENSIONI DEI MATERIALI.....	19
8. <u>ANALISI DEI CARICHI</u>	20
8.1. CARICHI PERMANENTI	20
8.2. AZIONE SISMICA.....	24
9. <u>SOFTWARE DI CALCOLO E IPOTESI DI MODELLAZIONE</u>	25
9.1. ALTRI SOFTWARE.....	25
10. <u>CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.</u>	26
10.1. VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMO	26
10.1.1. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE.....	26
10.1.2. VERIFICA A TAGLIO	27

PROGETTAZIONE ATI:

10.2. VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	28
11. <u>RISULTATI DELL'ANALISI</u>.....	29
11.1. DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE AGLI SLU	29
11.2. DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE AGLI SLE	35
12. <u>VERIFICHE GALLERIA</u>.....	45
12.1. VERIFICHE SLU	45
12.1.1. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE.....	46
12.1.2. VERIFICA A TAGLIO	51
12.2. VERIFICA SLE.....	61
12.2.1. VERIFICA DELLE TENSIONI DEI MATERIALI	61
12.2.2. VERIFICA DELLA FESSURAZIONE – SLE FREQUENTE	63
12.2.3. VERIFICA DELLA FESSURAZIONE – SLE QUASI PERMANENTE.....	63
13. <u>CONCLUSIONI</u>.....	64
14. <u>ALLEGATO DI CALCOLO</u>	65
14.1. DATI DI INPUT.....	65
14.2. DATI DI OUTPUT	75

PROGETTAZIONE ATI:

1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo è parte integrante del progetto definitivo “S.G.C. E78 GROSSETO - FANO – Tratto Selci Lama (E/45) - S. Stefano di Gaifa – Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest - Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°)” che si sviluppa interamente all’interno del territorio comunale di Mercatello sul Metauro (PU).

Si riportano a seguire le sezioni rappresentative dei due imbocchi della galleria Mercatello 2.

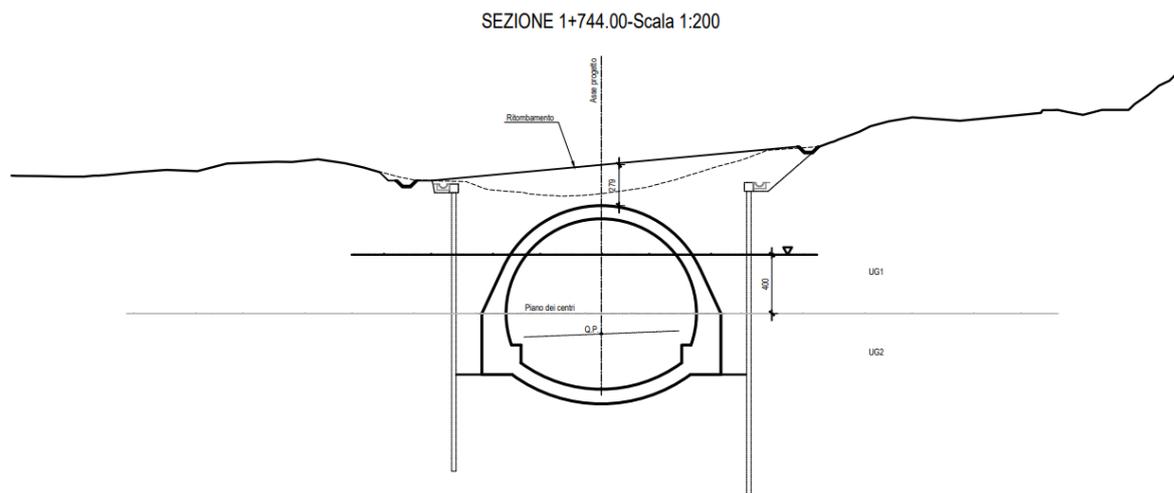


Figura 1-1 Sezione 1 dell'imbocco della galleria - pk 1+744

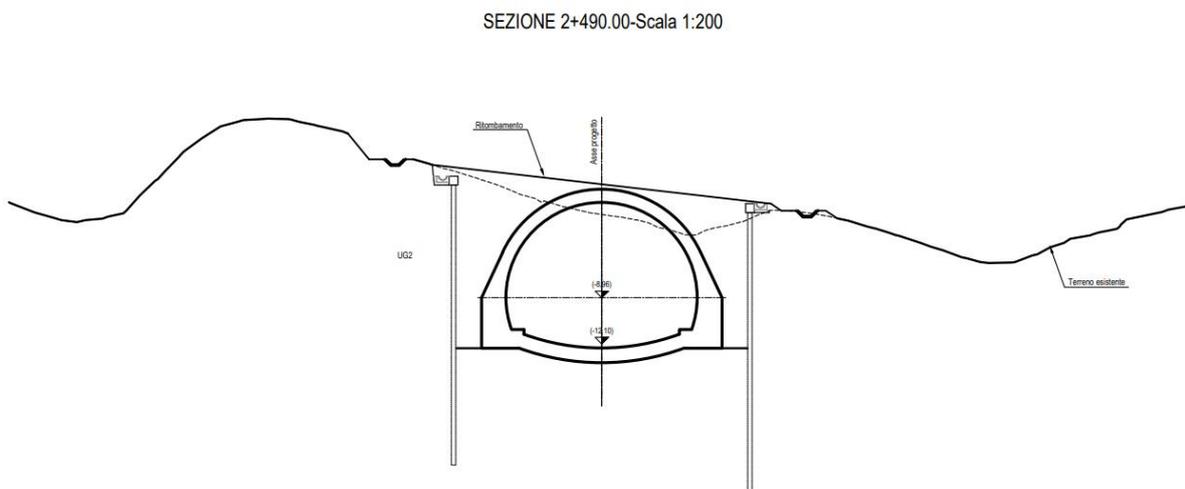


Figura 1-2 Sezione 2 dell'imbocco della galleria - pk 2+490

In tale relazione si riportano le analisi e le verifiche relative all'imbocco alla pk 1+744 il quale, avendo dimensioni maggiori, presentando maggior ricoprimento, asimmetria di spinte e interferenza con la falda, risulta essere il più sollecitato.

Vengono riportate nel seguito le analisi statiche e pseudo-statiche condotte e le relative verifiche, sia agli stati limite ultimi che di esercizio, secondo quanto previsto dalla Normativa vigente.

PROGETTAZIONE ATI:

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018, Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- [2] Circolare del 21/01/2019 n.7, “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.
- [3] UNI EN 1992-1-1 EUROCODICE 2- Progettazione delle strutture in calcestruzzo armato - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- [4] UNI EN 1997-1: EUROCODICE 7 – Progettazione Geotecnica – Parte 1: Regole Generali
- [5] UNI EN 1998-5 EUROCODICE 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5 - Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;

PROGETTAZIONE ATI:

3. CONDIZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE

3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO GALLERIA

Per l'inquadramento geologico e idrogeologico si veda quanto riportato negli specifici elaborati.

3.2. STRATIGRAFIA DI PROGETTO GALLERIA

Di seguito si riportano i valori caratteristici dei terreni presenti in sito, utilizzati per le successive analisi della galleria:

Descrizione	Unità	γ_{sat} [kN/m ³³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	E_{medio} [MPa]
Ritombamento	R	20	35	0	45
Formazione UG1 – coltre detritica	UG1	20	25	5	25
Formazione litoide UG2	UG2	26	48	70	2500

Si riporta nel seguito una sintesi della parametrizzazione geotecnica utilizzata per la definizione del quadro geomeccanico che caratterizza le analisi condotte per le gallerie artificiali oggetto della presente relazione.

- Piedritti (formulazione Boussinesq) $K_h = 654108 \text{ kN/m}^3$
- Arco rovescio (formulazione Galerkin - R=15m) $K_v = 128205 \text{ kN/m}^3$
- Calotta (formulazione Galerkin - R=7.35m) $K_v = 2616 \text{ kN/m}^3$

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

4.1. CALCESTRUZZO

- Calcestruzzo per magrone

Classe di resistenza minima:	C_{min}	C12/15
------------------------------	-----------	--------

- Calcestruzzo per getto: pali, trave di coronamento e ripartizione

Conforme alla norma UNI EN 206-1/UNI11104		
Classe di resistenza minima:	Cmin	C28/35
Classe di esposizione:		XC3
Classe di consistenza:	S	S5
Dimensione massima aggregati [mm]	Dmax	20
Copriferro [mm]	c	40

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo e per la definizione della classe di resistenza di queste ultime in funzione delle condizioni ambientali, si farà riferimento alle indicazioni contenute nelle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104.

4.2. ACCIAIO

- Acciaio per armature ordinarie

Acciaio in barre ad aderenza migliorata tipo B450C controllato in stabilimento		
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	$\geq 450N/mm^2$
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	$\geq 540N/mm^2$

4.3. ULTERIORI SPECIFICHE RELATIVE AI MATERIALI

4.3.1. CALCESTRUZZI

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza al getto ed il diametro massimo dell'aggregato, nonché la classe di esposizione ambientale, di cui alla norma UNI EN 206:2016.

Per le caratteristiche dei calcestruzzi si fa riferimento alle formule indicate di seguito:

- resistenza a compressione cubica: $R_{ck}=35$ MPa
- resistenza a compressione cilindrica: $f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 29.05$ MPa
- resistenza a compressione cilindrica media: $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 37.05$ MPa
- resistenza media a trazione semplice per classi <C50/60: $f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.84$ MPa
- modulo elastico: $E_{cm} = 22.000 \cdot [f_{cm}/ 10]^{0,3} = 32588$ MPa
- coefficiente di Poisson: 0,20

PROGETTAZIONE ATI:

5. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE GALLERIA

L'opera completa presenta le superfici più interne coincidenti con quelle della galleria naturale; a differenza di quest'ultima, il tratto di galleria oggetto di studio presenta dei piedritti con spessore medio pari a circa 1.75m a cui si raccordano l'arco inferiore e superiore. L'arco inferiore si raccorda attraverso una ciabatta di fondazione di sezione rettangolare mentre quello superiore si raccorda al piedritto nel piano dei reni con una sezione a spessore variabile.

Qui di seguito viene riportata la sezione finale.

SEZIONE 1+744.00-Scala 1:200

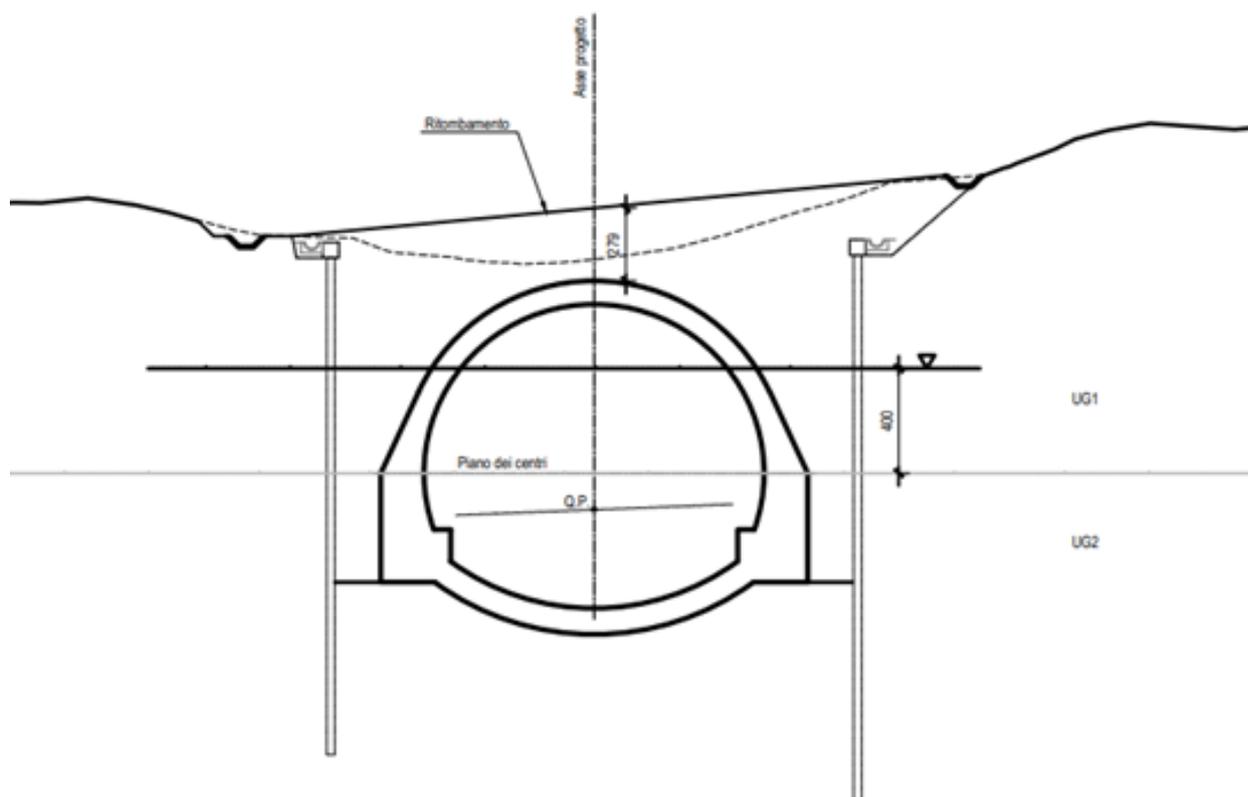


Figura 5-1 Sezione dell'opera in esame

Nell'analisi si considera una sezione di galleria di larghezza unitaria ($B=1$ m) e viene quindi definito un modello della struttura schematizzato con elementi "beam". In funzione della variabilità degli elementi strutturali si sono individuate le seguenti sezioni tipologiche:

- Arco rovescio (1.00 m)
- Arco superiore (0.90 m)
- Reni (0.95 m)
- Piedritti (Var. min=0.95 m; max=2.03 m)

PROGETTAZIONE ATI:

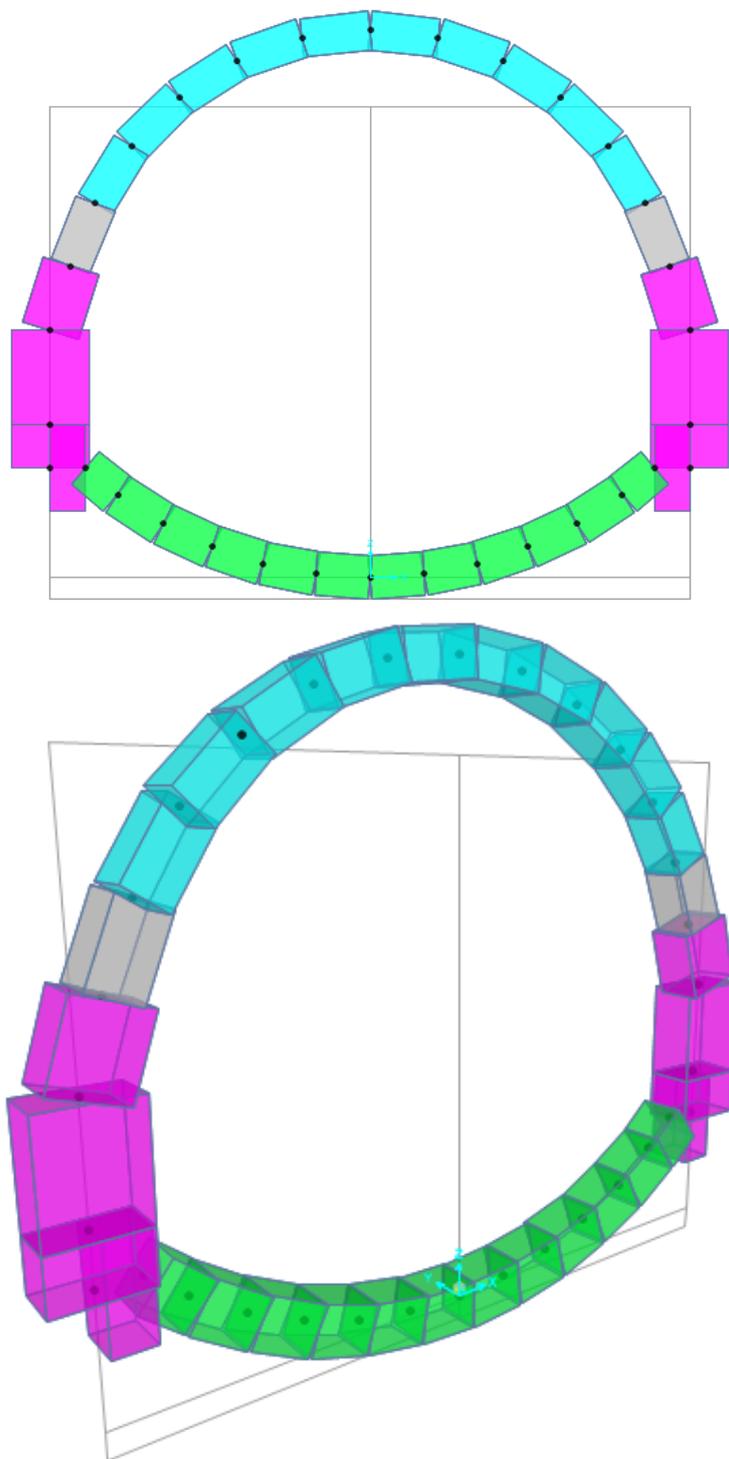


Figura 5-2 Vista estrusa del modello

PROGETTAZIONE ATI:

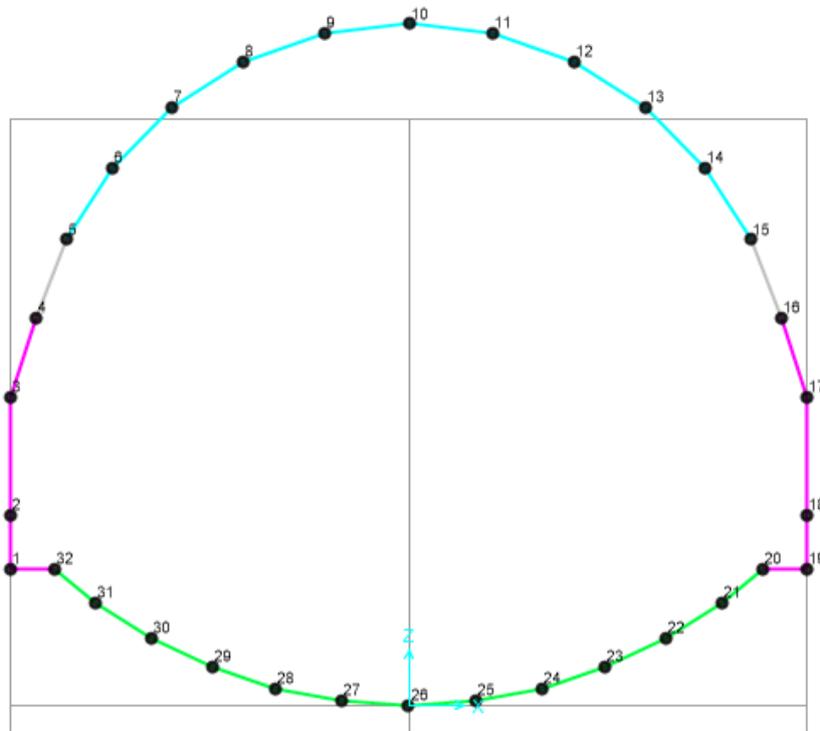


Figura 5-3 Modellazione geometrica galleria – Numerazione nodi

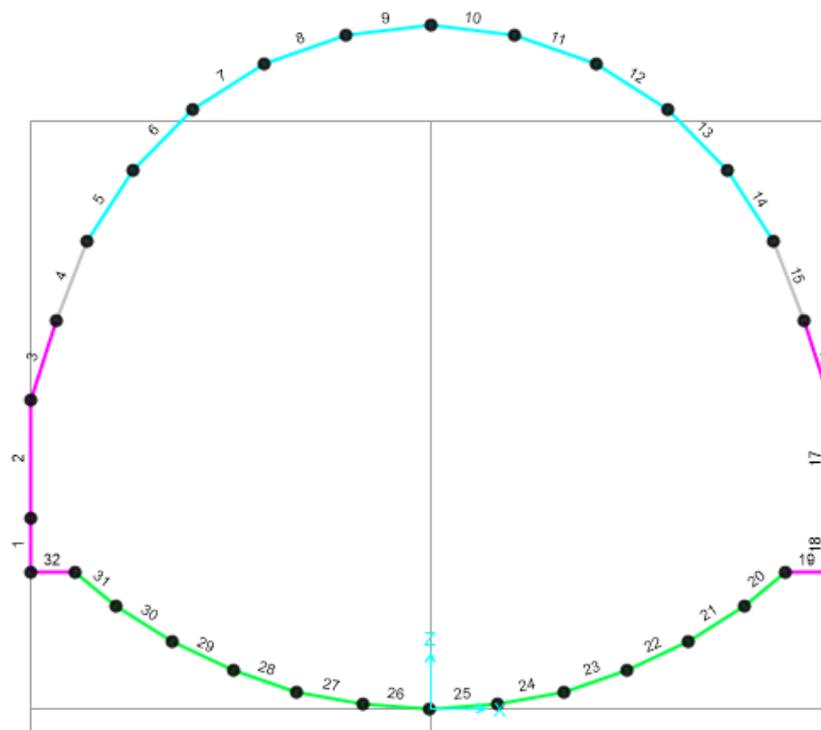


Figura 5-4 Modellazione geometrica galleria – Numerazione aste

PROGETTAZIONE ATI:

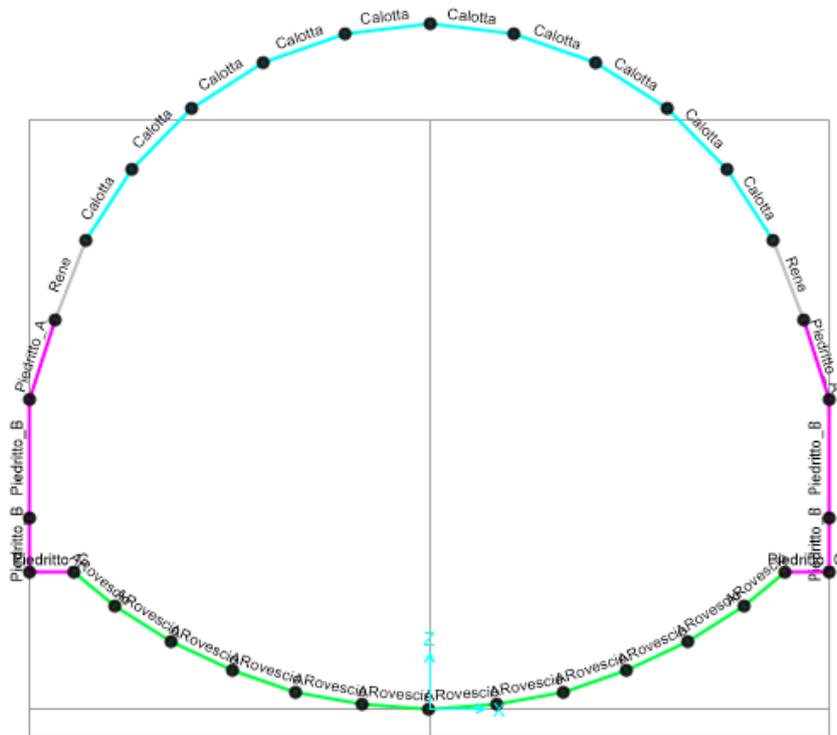


Figura 5-5 Modellazione geometrica galleria – Assegnazione delle sezioni

PROGETTAZIONE ATI:

6. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R .

Ai fini della normativa vigente le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Ai fini delle verifiche strutturali, in accordo con la normativa vigente, si considera lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) e lo Stato Limite di Danno (SLD).

Per la definizione del tempo di ritorno del sisma, è stata considerata una vita nominale della struttura pari a 50 anni e classe d'uso IV ($c_u = 2$), cosicché il periodo di riferimento dell'azione sismica risulta essere:

$$V_R = V_N \cdot c_u = 100 \text{ anni}$$

6.1. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

A livello di categoria di suolo di fondazione si assume un terreno di categoria B: "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti".

Per quanto concerne invece le condizioni topografiche, il sito in oggetto è attribuibile alla Categoria T1: "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$ ".

6.2. DEFINIZIONE DELL'ACCELERAZIONE SISMICA DI PROGETTO

Sulla base di quanto mostrato in precedenza sono riportati i parametri per la definizione dell'azione sismica massima di progetto la quale sarà necessaria per la definizione della forza pseudo-statica sismica.

Vengono qui di seguito riportati i principali parametri, oltre che l'azione sismica presente nella locazione specifica dei manufatti, sia allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita che allo Stato Limite di Danno.

PROGETTAZIONE ATI:

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_d	0,254 g
$F_{0,1}$	2,501
T_C	0,320 s
S_S	1,146
C_C	1,382
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,146
η	1,000
T_B	0,147 s
T_C	0,442 s
T_D	2,615 s

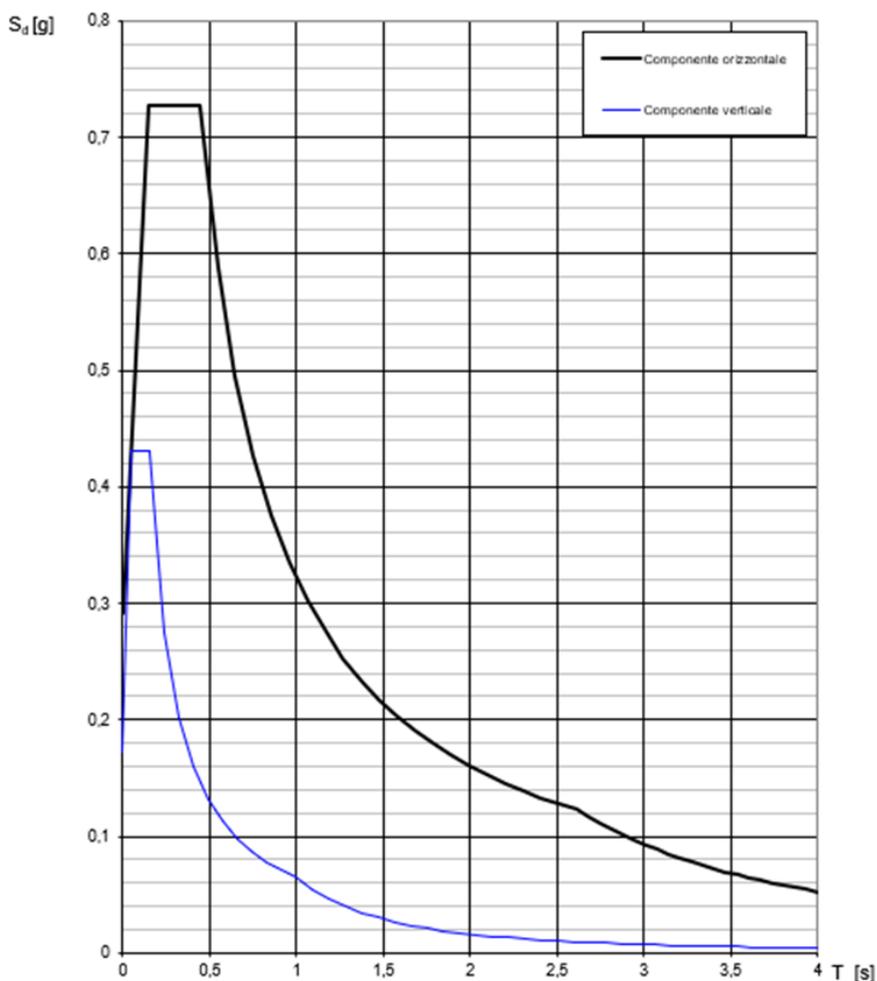


Figura 6-1 Definizione accelerazione sismica SLV

PROGETTAZIONE ATI:

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,112 g
F_p	2,388
T_C	0,290 s
S_S	1,200
C_C	1,409
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,136 s
T_C	0,408 s
T_D	2,046 s

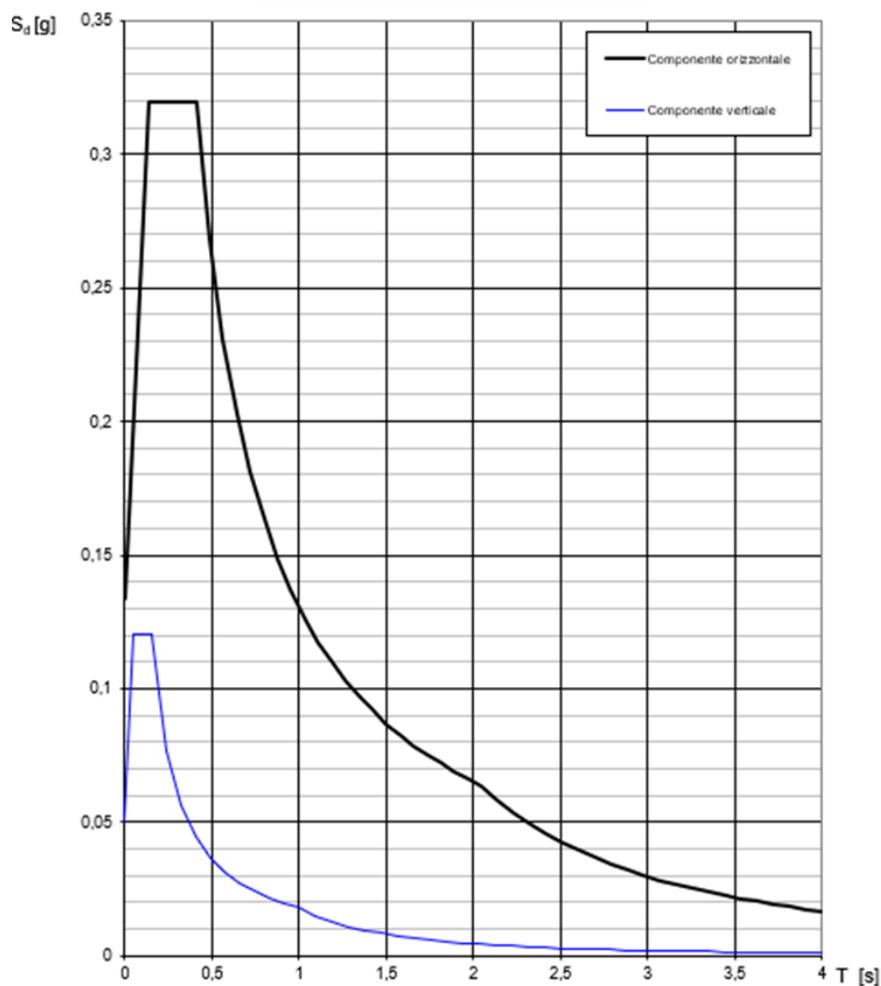


Figura 6-2 Definizione accelerazione sismica SLD

PROGETTAZIONE ATI:

7. CRITERI DI VERIFICA E CALCOLO

7.1. PREMESSA NORMATIVA DI CALCOLO

Le verifiche contenute nel presente documento fanno riferimento a quanto prescritto per i sistemi fondazionali nelle NTC2018 e successiva circolare esplicativa.

Le verifiche strutturali sono eseguite nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU) e degli Stati Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) riferiti allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione.

Gli stati limite di esercizio esaminati per il soddisfacimento delle prestazioni richieste ai manufatti sono:

- danneggiamenti locali che possono ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto (controllo delle tensioni massime e della fessurazione del calcestruzzo con verifiche sezionali);
- eccessive deformazioni che possono limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto (verifica dei rapporti limite deformazione massima o spessore /luce di calcolo).

Per ogni stato limite deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d \quad (\text{eq. 6.2.1 delle NTC2018})$$

dove

E_d valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

R_d valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

7.2. COMBINAZIONE DELLE AZIONI (CAP. 2.5.3 D.M. 17/01/2018)

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

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

PROGETTAZIONE ATI:

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \sqrt{P} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \sqrt{P} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

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

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \sqrt{P} + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

La progettazione e verifica degli elementi strutturali è condotta in conformità alla normativa vigente Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (DM 17/01/2018). Le verifiche tensionali degli elementi strutturali sono eseguite col metodo degli stati limite. Ai fini del dimensionamento e delle verifiche sono stati presi in esame i seguenti approcci di calcolo, secondo quanto specificato in NTC 2018:

SLU approccio 1:

- Combinazione Fondamentale
- Combinazione sismica

SLE:

- Combinazione Rara (SLE-R)
- Combinazione sismica (SLD)
- Combinazione Frequente (SLE-F)
- Combinazione Quasi Permanente (SLE- Q)

Per ognuno degli stati limite sopra definiti si adatteranno le combinazioni di carico definite precedentemente. Si rimanda all'allegato per la definizione delle combinazioni di carico.

7.3. COEFFICIENTI DELLE AZIONI AGLI STATI LIMITE

Per la verifica agli SLU si adottano i valori dei coefficienti parziali della tabella sotto riportata (rif. Tab. 6.2.I delle NTC 2018):

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

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

7.4. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE (SLU)

Per ogni stato limite ultimo SLU deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

Dove E_d è il valore di progetto delle azioni e R_d il valore di progetto della resistenza del sistema.

Effetto delle azioni sono espresse in funzione delle azioni di progetto $E_d = F_k \cdot \gamma_E$, dei parametri di progetto X_k / γ_M e della geometria di progetto. Nella formulazione della resistenza appare esplicitamente il coefficiente γ_R che opera direttamente sulla resistenza.

Combinazioni per analisi statiche SLU							
	Azioni (γ_F)				Proprietà del terreno (γ_M)		
	Permanenti		Variabili		$\tan \varphi'$	c'	c_u
	Sfavorevoli	Favorevoli	Sfavorevoli	Favorevoli			
STR (A1 + M1)	1.30	1.00	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00
GEO (A2 + M2)	1.00	1.00	1.30	0.00	1.25	1.25	1.40

Per i carichi permanenti G_1 e per le spinte G_3 si è considerato $\gamma_G = 1.3$ per le azioni sfavorevoli e $\gamma_G = 1$ per le azioni favorevoli.

Per i carichi permanenti G_2 si è considerato $\gamma_G = 1.5$ per le azioni sfavorevoli e $\gamma_G = 0,8$ per le azioni favorevoli.

Per tutti i carichi variabili sono stati considerati i seguenti coefficienti:

$$\gamma_Q = 1.5$$

$$\psi_0 = 0,75; \psi_1 = 0,75; \psi_2 = 0.$$

Le combinazioni adottate nel modello di calcolo sono riportate negli allegati.

7.4.1. SLU (STR)

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimo per il dimensionamento strutturale (STR) le analisi saranno eseguite facendo riferimento alla Combinazione 1 (A1+M1+R1) in cui le azioni permanenti e variabili sono amplificate mediante i coefficienti parziali del gruppo A1, applicati direttamente sulle sollecitazioni caratteristiche.

In questo caso le verifiche a cui far riferimento sono le seguenti:

- Resistenza a pressoflessione.
- Resistenza a taglio

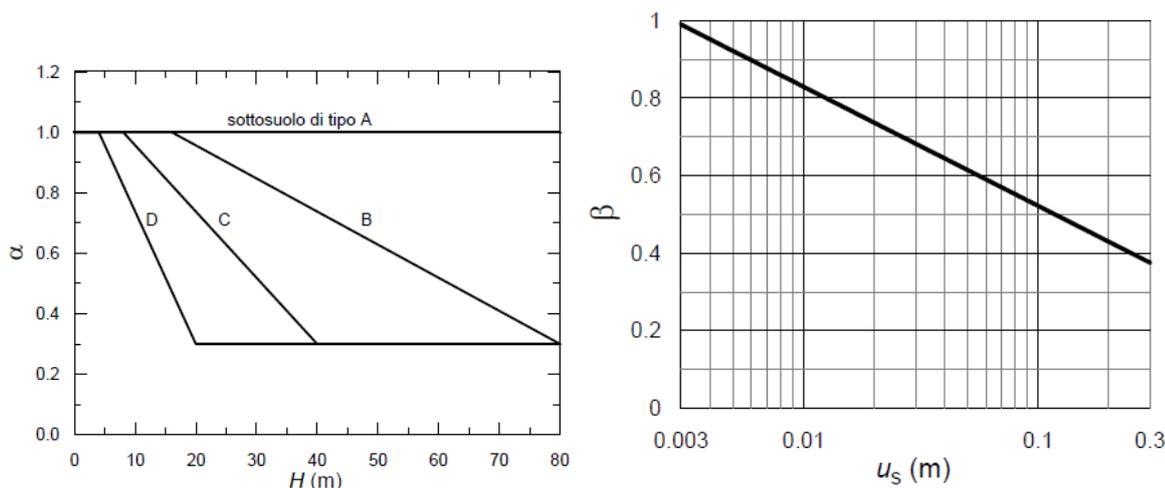
7.4.2. CONDIZIONI SISMICHE

Come prescritto dalle NTC2018 Al Par. 7.11.1, le verifiche si eseguono con coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici e considerando le variazioni della spinta delle terre sulle superfici laterali della galleria.

In accordo con il Capitolo 7.11.6.3.1 delle NTC2018, l'analisi della spinta delle terre in condizioni sismiche può essere effettuata seguendo un metodo pseudo-statico. Questa tipologia di analisi consente di considerare l'azione dinamica indotta dal sisma attraverso una statica equivalente: essa è pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLV) l'accelerazione laterale di progetto può essere calcolata mediante la seguente espressione:

$$k_h = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

Dove il coefficiente α è funzione della deformabilità dei terreni interagenti con la struttura e dell'altezza dell'opera, mentre β dipende dalla capacità della struttura di subire spostamenti. Tali coefficienti possono essere dedotti a partire dalle Figure 7.11.2 e 7.11.3 presenti nelle NTC2018 e di seguito riportate.



PROGETTAZIONE ATI:

Nel caso della galleria, data la notevole rigidezza dell'opera si terrà conto delle forze inerziali derivanti dalla spinta del terreno sono state considerate con una forza pseudo-statica valutata attraverso il noto metodo di Wood; metodo applicabile in quanto si di un'opera rigida completamente vincolata.

7.5. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE (SLE)

Le opere ed i sistemi geotecnici devono essere verificati nei confronti degli stati limite di esercizio. Per ciascuno stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

Dove E_d è sempre il valore di progetto dell'effetto delle azioni e C_d è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni.

7.5.1. VERIFICHE DELLA FESSURAZIONE

Per gli Stati Limite di Esercizio occorre verificare che l'ampiezza delle fessure w_k , per gli elementi con armature lente, sia al di sotto del valore limite fissato per le classi di esposizione in oggetto. In particolare, per condizioni ambientali ordinarie e armatura poco sensibile, devono essere rispettati i seguenti limiti:

- Combinazione di carico frequente: $w_k \leq w_3 = 0.4mm$;
- Combinazione di carico quasi permanente: $w_k \leq w_2 = 0.3mm$;

Tali limiti sono forniti dalla tabella successiva:

Tab. 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

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_k	Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

7.5.2. VERIFICHE DELLE TENSIONI DEI MATERIALI

Allo Stato Limite di Danno (SLD) è necessario invece verificare, sia la resistenza come indicato dalle NTC18 per strutture con classe d'uso IV, anche che la struttura rimanga prevalentemente elastica come da definizione di SLD. Per fare questo viene eseguita una verifica tensionale e in particolare che le tensioni siano comprese entro certi limiti:

- $\sigma_c \leq 0.6 \cdot f_{ck} = 17.43 \text{ MPa}$
- $\sigma_s \leq 0.8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

Allo Stato Limite di Esercizio in riferimento alla combinazione "Rara" (caratteristica) è necessario verificare che le tensioni siano comprese entro i seguenti limiti:

- $\sigma_c \leq 0.6 \cdot f_{ck} = 17.43 \text{ MPa}$
- $\sigma_s \leq 0.8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

Allo Stato Limite di Esercizio in riferimento alla combinazione "Quasi Permanente" è necessario verificare che le tensioni siano comprese entro i seguenti limiti:

- $\sigma_c \leq 0.45 \cdot f_{ck} = 13.07 \text{ MPa}$
- $\sigma_s \leq 0.8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

8. ANALISI DEI CARICHI

Si considerano i seguenti carichi nel calcolo delle sollecitazioni agenti sulle paratie:

- Carichi permanenti G_1 :
 - Peso proprio delle strutture (valutato direttamente dal software, che moltiplica la densità volumetrica del materiale per l'area della sezione). Il peso ad unità di volume del calcestruzzo è pari a $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$.
- Carichi permanenti G_2 :
 - Peso proprio del terreno;
 - I carichi permanenti in galleria (riempimento, peso della sovrastruttura stradale e dei profili redirettivi, compreso il magrone a tergo). In particolare, si è assunto un peso medio ad unità di volume pari a 20 kN/m^3 .
- Carichi permanenti G_3 :
 - Spinta delle terre;
 - Spinte idrauliche;
- Carichi variabili Q :
 - Sovraccarico da traffico all'interno della galleria stimato come 20 kPa uniformemente distribuito;
- Azione del sisma E :
 - Componente inerziale della spinta delle terre;

Poiché il modello di calcolo utilizzato schematizza una striscia di opera profonda 1.0 m (sviluppo in direzione longitudinale) nel seguito i carichi e le sollecitazioni si intendono riferiti a detta striscia unitaria.

8.1. CARICHI PERMANENTI

Le pressioni nel terreno sono determinate sulla base dei pesi specifici delle stratigrafie relative al manufatto.

Le pressioni totali ed efficaci sono riferite al livello di falda posto in evidenza nel capitolo 3 e calcolate sia per il caso simmetrico che asimmetrico.

La spinta delle terre viene valutata a partire dallo stato di sforzo verticale con le seguenti formulazioni:

- Spinta del terreno a riposo: formula di Jacky

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

- Spinta attiva e passiva: Il calcolo può essere condotto con varie formulazioni come Coulomb o Rankine e viene valutato direttamente dal software di calcolo per le varie fasi di cantiere. Il coefficiente di spinta passiva K_p viene valutata automaticamente dal software attraverso la reazione delle molle poste nel contorno dell'opera.

PROGETTAZIONE ATI:

$$K_A = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) = \tan^2(\beta)$$

L'angolo di attrito tra il muro e il terreno viene posto pari a $\delta = 0 \cdot \phi'$ s
Di seguito si riportano i valori ottenuti:

$K_0=0.43$

Frame	Nodo	distanza estradosso [m] dal piano dei centri	altezza ricoprimento [m] dal piano campagna	profondità falda [m] dal piano campagna	σ'_v [kPa]	σ'_{h, K_0} [kPa]
3	3	0,00	9,38	5,38	148,36	63,26
	4	1,60	7,85	5,45	133,44	56,90
4	4	1,60	7,85	5,45	133,44	56,90
	5	3,11	6,41	5,51	119,40	50,92
5	5	3,11	6,41	5,51	119,40	50,92
	6	4,53	5,07	0,00	101,42	43,25
6	6	4,53	5,07	0,00	101,42	43,25
	7	5,71	3,99	0,00	79,86	34,06
7	7	5,71	3,99	0,00	79,86	34,06
	8	6,61	3,23	0,00	64,60	27,55
8	8	6,61	3,23	0,00	64,60	27,55
	9	7,16	2,82	0,00	56,43	24,06
9	9	7,16	2,82	0,00	56,43	24,06
	10	7,35	2,79	0,00	55,75	23,77
10	10	7,35	2,79	0,00	55,75	23,77
	11	7,16	3,13	0,00	62,61	26,70
11	11	7,16	3,13	0,00	62,61	26,70
	12	6,61	3,83	0,00	76,65	32,69
12	12	6,61	3,83	0,00	76,65	32,69
	13	5,71	4,86	0,00	97,16	41,43
13	13	5,71	4,86	0,00	97,16	41,43
	14	4,53	6,15	0,00	123,08	52,48
14	14	4,53	6,15	0,00	123,08	52,48
	15	3,11	7,65	6,76	144,32	61,54
15	15	3,11	7,65	6,76	144,32	61,54
	16	1,60	9,23	6,83	160,97	68,64
16	16	1,60	9,23	6,83	160,97	68,64
	17	0,00	10,90	6,90	178,68	76,19
17	17	0,00	10,90	6,90	0,00	0,00
	18	-2,16	13,06	6,90	0,00	0,00

Figura 8-1 Spinte terre

Frame	Nodo	distanza estradosso [m] dal piano dei centri	altezza ricoprimento [m] dal piano campagna	profondità falda [m] dal piano campagna	u [kPa]
1	1	-4,18	13,56	5,38	80
	2	-2,16	11,54	5,38	60
2	2	-2,16	11,54	5,38	60
	3	0,00	9,38	5,38	39
3	3	0,00	9,38	5,38	39
	4	1,60	7,85	5,45	24
4	4	1,60	7,85	5,45	24
	5	3,11	6,41	5,51	9
5	5	3,11	6,41	5,51	9
	6	4,53	5,07	0,00	0
14	14	4,53	6,15	0,00	0
	15	3,11	7,65	6,76	9
15	15	3,11	7,65	6,76	9
	16	1,60	9,23	6,83	24
16	16	1,60	9,23	6,83	24
	17	0,00	10,90	6,90	39
17	17	0,00	10,90	6,90	39
	18	-2,16	13,06	6,90	60
18	18	-2,16	13,06	6,90	60
	19	-4,18	15,07	6,90	80
19	19	-4,18	15,07	6,90	80
	20	-4,18	15,07	6,89	80
20	20	-4,18	15,07	6,89	80
	21	-4,18	15,07	6,89	80
21	21	-4,18	15,07	6,89	80
	22	-4,88	15,48	6,60	87
22	22	-4,88	15,48	6,60	87
	23	-5,44	15,93	6,49	93
23	23	-5,44	15,93	6,49	93
	24	-5,84	16,22	6,38	97
24	24	-5,84	16,22	6,38	97
	25	-6,09	16,35	6,26	99
25	25	-6,09	16,35	6,26	99
	26	-6,17	16,31	6,14	100
26	26	-6,17	16,31	6,14	100
	27	-6,09	16,11	6,02	99
27	27	-6,09	16,11	6,02	99
	28	-5,84	15,74	5,90	97
28	28	-5,84	15,74	5,90	97
	29	-5,44	15,22	5,78	93

PROGETTAZIONE ATI:

29	29	-5,44	15,22	5,78	93
	30	-4,88	14,55	5,67	87
30	30	-4,88	14,55	5,67	87
	31	-4,18	13,56	5,38	80
31	31	-4,18	13,56	5,38	80
	32	-4,18	13,56	5,38	80
32	32	-4,18	13,56	5,38	80
	1	-4,18	13,56	5,38	80

Figura 8-2 Spinte idrauliche

PROGETTAZIONE ATI:

8.2. AZIONE SISMICA

Nel caso in esame, data la notevole rigidezza dell'opera si terrà conto delle forze inerziali derivanti dalla spinta del terreno sono state considerate con una forza pseudo-statica valutata attraverso il noto metodo di Wood; metodo applicabile in quanto si di un'opera rigida completamente vincolata. La spinta ΔP_d agente sulla galleria è pertanto così definita:

$$\Delta P_d = (a_g / g) \times S \times \gamma_t \times H^2$$

$a_g/g \times S = k_h$ (coefficiente sismico da applicare alla massa di terreno)

$\gamma_t = 20.0 \text{ kN/m}^3$ (peso specifico del terreno)

$H = 14.00 \text{ m}$ (altezza dell'opera)

SLV:

$$\Delta P_{d,SLV} = 81.50 \text{ kN/m}$$

SLD:

$$\Delta P_{d,SLD} = 37.63 \text{ kN/m}$$

PROGETTAZIONE ATI:

9. SOFTWARE DI CALCOLO E IPOTESI DI MODELLAZIONE

I calcoli progettuali sono stati svolti con l'ausilio del codice di calcolo **SAP2000**.

La simulazione avviene analizzando il problema piano XZ (considerando una profondità unitaria in direzione Y), dove i gradi di libertà attivi sono lo spostamento laterale, verticale e la rotazione attorno all'asse Y. In tale codice la schematizzazione dell'interazione tra galleria e terreno avviene considerando:

- La galleria come una serie di elementi il cui comportamento è caratterizzato dalla rigidità flessionale EJ e dalla rigidità assiale EA;
- Il terreno come una serie di molle di tipo elastiche a comportamento bi-lineare distribuito lungo lo sviluppo dell'elemento.

Il comportamento bi-lineare consiste nel modellare le molle con un comportamento elastico a compressione, con rigidità pari a quella stimata in precedenza, e a trazione rigidità e resistenza uguale a zero.

Questo modello numerico consente una simulazione del comportamento del terreno adeguata agli scopi progettuali. In particolare, permetterà di stimare l'interazione completa tra terreno e struttura in maniera accettabile e con un onere di calcolo relativamente basso.

Il difetto di questo approccio è la necessità di dover risolvere un problema non-lineare per ogni combinazione di calcolo stimata. Tuttavia, dato il basso numero di carichi e combinazioni presenti questo problema passa in secondo piano.

9.1. ALTRI SOFTWARE

Le verifiche delle sezioni in c.a. sono state eseguite con l'ausilio del freeware "VcaSlu" distribuito dal Prof. Piero Gelfi dell'Università di Brescia e attraverso fogli Excel opportunamente predisposti.

PROGETTAZIONE ATI:

10. CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

Per le sezioni in cemento armato si effettuano:

- Verifiche per gli Stati Limite Ultimi a presso-flessione ed a taglio;
- Verifiche per gli Stati Limite di Esercizio per la fessurazione.

10.1. VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMO

10.1.1. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

La verifica alle sollecitazioni che provocano tensioni normali (sforzo normale, flessione semplice e flessione composta) è stata fatta con uno specifico programma in cui, inserendo le caratteristiche geometriche della sezione, delle armature e delle sollecitazioni desunte dai precitati tabulati di calcolo, si ottiene, per i materiali ipotizzati, il momento resistente che dovrà risultare maggiore del momento agente.

Con riferimento alla sezione pressoinflessa retta, la capacità, in termini di resistenza e duttilità, si determina in base alle ipotesi di calcolo e ai modelli $\sigma - \varepsilon$:

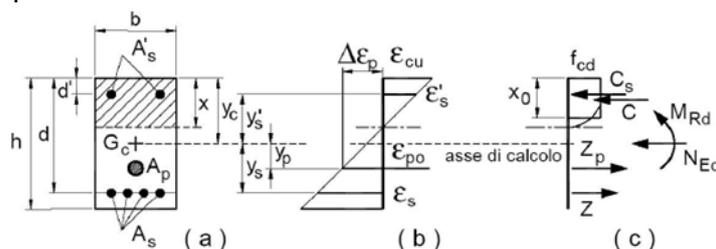


Figura 10-1 Schema verifica a pressoflessione

Le verifiche a flessione vengono condotte confrontando le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando il corrispondente fattore di sicurezza (FS) come rapporto tra la sollecitazione resistente e la massima agente.

$$FS = \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} \geq 1$$

Le verifiche a pressoflessione, invece, vengono condotte definendo un dominio di interazione N-M funzione delle caratteristiche meccaniche, geometriche e dal quantitativo d'armatura della sezione: per ogni combinazione si valuta che la coppia (N_{Ed}, M_{Ed}) agente risulti interna a tale dominio.

In particolare, per quanto concerne quest'ultima, si fa riferimento alle 4 combinazioni più gravose: le due con sforzo assiale minima (max compressione) e massima (max trazione o min compressione) e le due con momento minimo e massimo.

10.1.2. VERIFICA A TAGLIO

Per la verifica di resistenza agli SLU, con riferimento alle sollecitazioni taglianti, deve risultare:

$$FS = \frac{V_{Rd}}{V_{Ed}} \geq 1$$

Per il valore resistente si fa riferimento ai seguenti valori qui di seguito riportati, tenendo conto di sezioni armate o non armate a taglio:

- $V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$
resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio;
- $V_{Rd,s} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg(\alpha) + ctg(\theta)) \cdot \sin \alpha$, valore di progetto della forza di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento delle armature;
- $V_{Rd,max} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot f'_{cd} \cdot \frac{ctg(\alpha) + ctg(\theta)}{1 + ctg^2(\theta)}$, Valore di progetto della massima forza di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$, con d espresso in mm;
- $\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale;
- A_{sl} è l'area dell'armatura tesa;
- b_w è la larghezza minima della sezione in zona tesa;
- $\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0.2 \cdot f_{cd}$ è la tensione media di compressione della sezione;
- A_c è l'area della sezione in calcestruzzo;
- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- A_{sw} è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;
- s è il passo delle staffe;
- f_{yd} è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio
- α è l'inclinazione dell'armatura resistente a taglio rispetto all'asse dell'elemento;
- θ è l'inclinazione della biella di calcestruzzo compressa e deve essere $1 \leq \cot \theta \leq 2.5$

10.2. VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Per gli Stati Limite di Esercizio occorre verificare che l'ampiezza delle fessure w_k , per gli elementi con armature lente, sia al di sotto del valore limite fissato per le classi di esposizione in oggetto.

In particolare, devono essere rispettati i seguenti limiti:

- Combinazione di carico frequente: $w_k \leq w3 = 0.4mm$;
- Combinazione di carico quasi permanente: $w_k \leq w2 = 0.3mm$;

L'ampiezza caratteristica w_k delle lesioni si valuta attraverso l'espressione:

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

Dove:

$s_{r,max}$ è il massimo interasse tra le fessure;

ε_{sm} è il valor medio della deformazione nell'acciaio.

ε_{cm} è il valor medio della deformazione nel calcestruzzo fra le fessure.

La differenza $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ può valutarsi attraverso l'espressione:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - \frac{k_t}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Dove:

σ_s è la tensione nell'acciaio calcolata in sezione parzializzata;

E_s è il modulo elastico dell'acciaio;

$\rho_{p,eff}$ è il rapporto tra l'area dell'armatura tesa e l'area effettiva di calcestruzzo in trazione;

α_e è il rapporto tra il modulo elastico dell'acciaio e quello del calcestruzzo

$k_t=0.4$ (carico di lunga durata).

Detta s la distanza massima tra le barre di armatura, il massimo interasse tra le fessure si può valutare attraverso la seguente espressione:

$$\begin{cases} s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\phi}{\rho_{p,eff}} & \text{se } s \leq 5(c + \phi/2) \\ s_{r,max} = 1.3 * (H - y_n) & \text{se } s > 5(c + \phi/2) \end{cases}$$

Dove:

c è il copriferro (distanza tra bordo del calcestruzzo e l'armatura; assunto uguale a 4cm);

y_n è la distanza dell'asse neutro dal lembo superiore;

ϕ è il diametro delle barre;

H è l'altezza della sezione;

$k_1=0.8$ (per barre ad aderenza migliorata);

$k_2=0.5$ (per flessione);

$k_3=3.4$ (valore consigliato);

$k_4=0.425$ (valore consigliato).

11. RISULTATI DELL'ANALISI

Si riportano nel seguito i risultati per le varie combinazioni nei diversi elementi strutturali. I risultati numerici sono riportati negli allegati.

11.1. DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE AGLI SLU

Nel presente capitolo sono riportati i risultati principali relativi alla distribuzione delle sollecitazioni, in termini di momento flettente, taglio e sforzo assiale per varie combinazioni di calcolo allo Stato Limite ultimo.

Di seguito si riportano i diagrammi delle sollecitazioni:

- SLU/SLV – Momento flettente

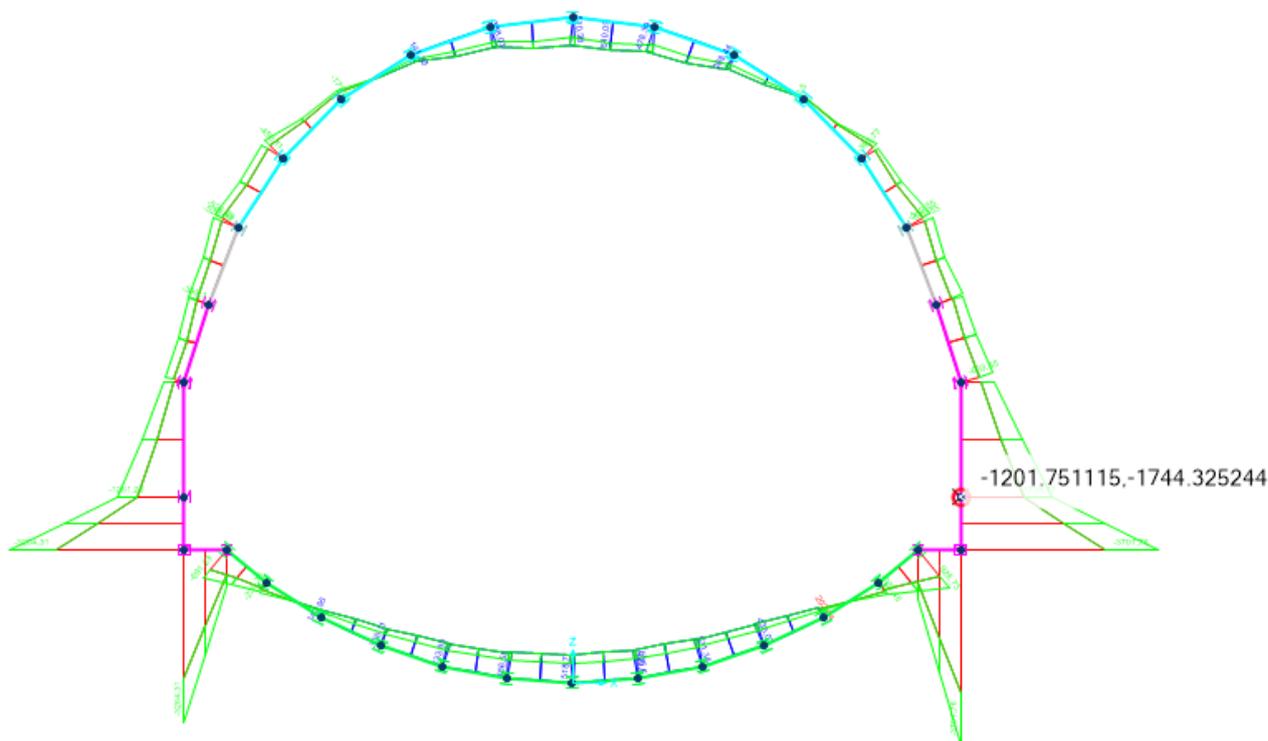


Figura 11-1 Momento flettente - SLU

PROGETTAZIONE ATI:

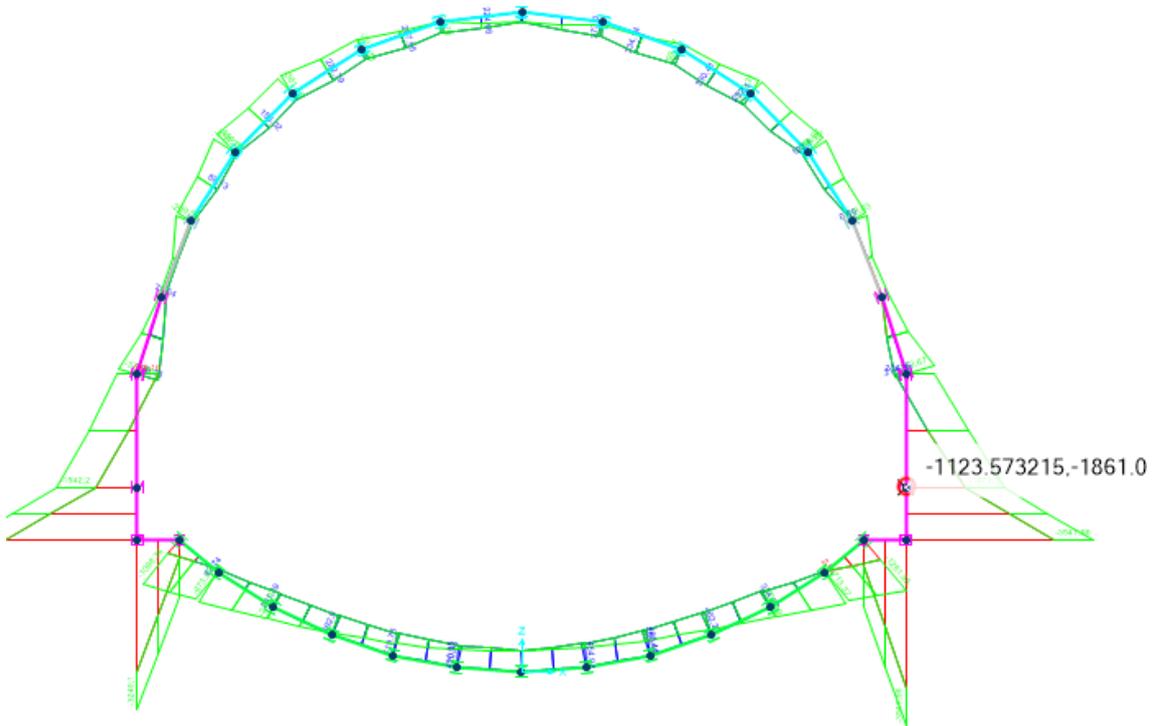


Figura 11-2 Momento flettente - SLV

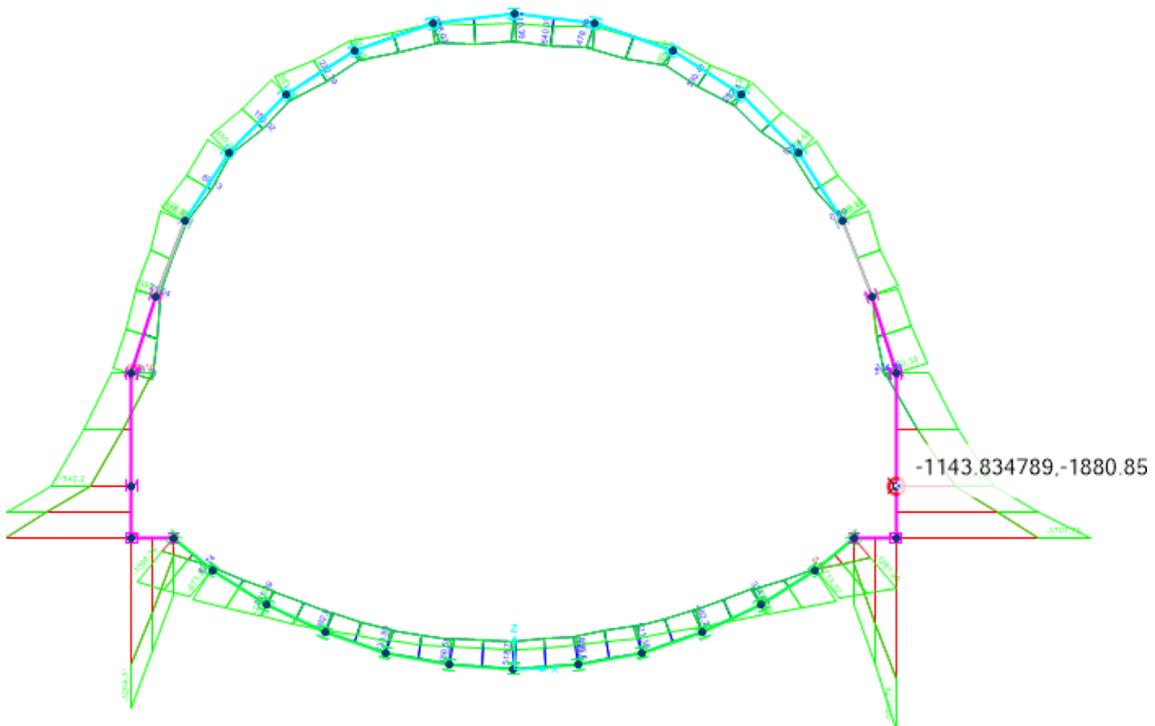


Figura 11-3 Momento flettente - SLU/SLV

PROGETTAZIONE ATI:

- SLU/SLV – Taglio

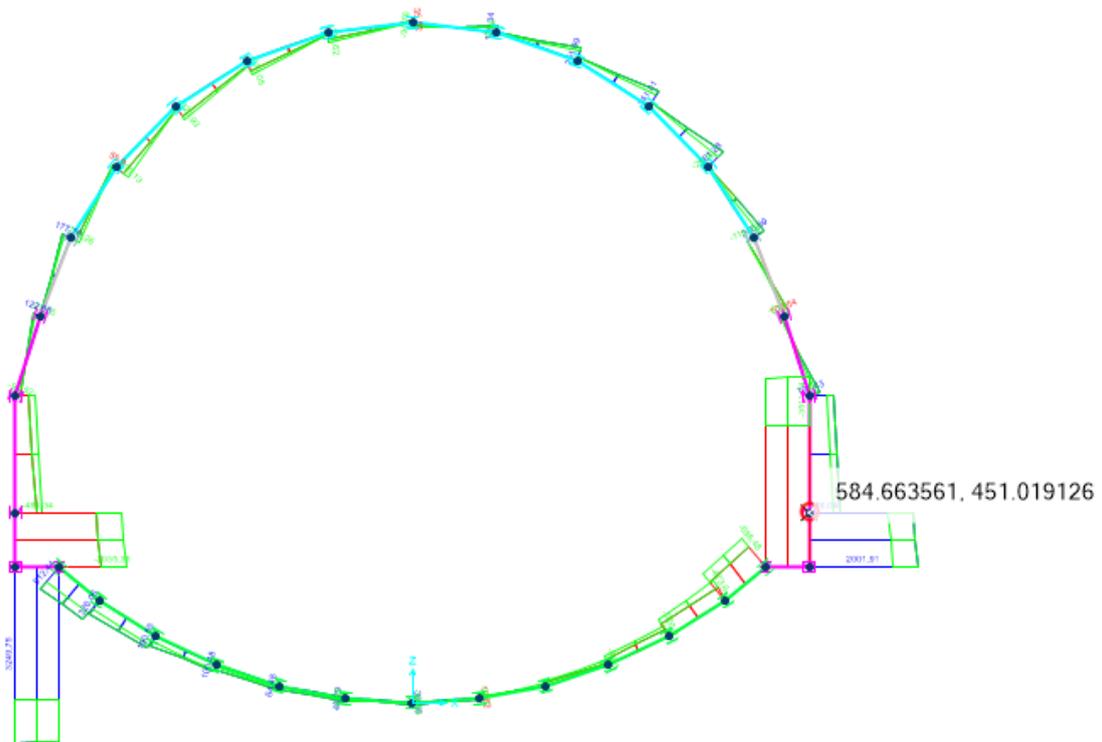


Figura 11-4 Taglio - SLU

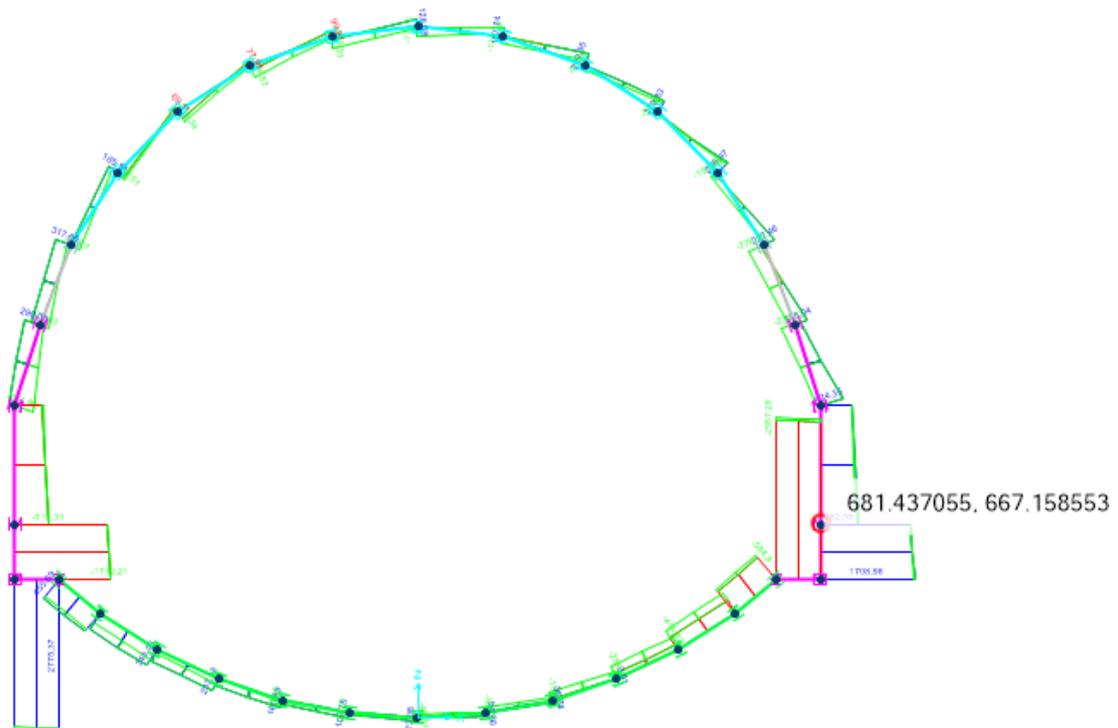


Figura 11-5 Taglio - SLV

PROGETTAZIONE ATI:

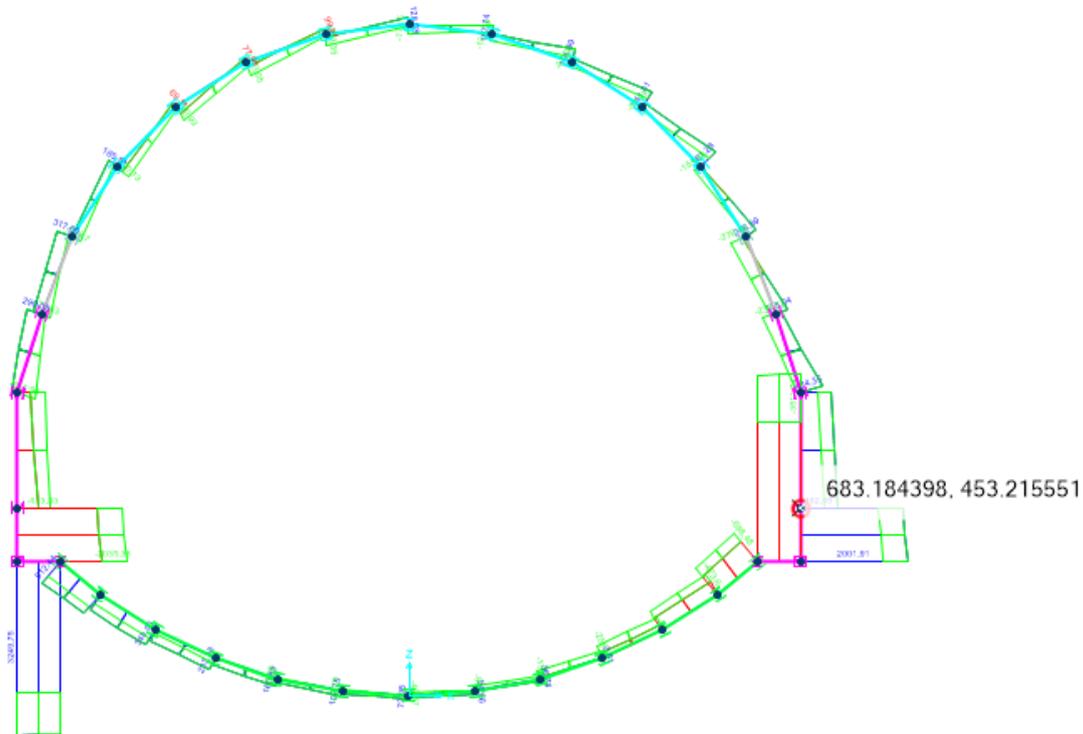


Figura 11-6 Taglio – SLU/SLV

PROGETTAZIONE ATI:

- SLU – Sforzo assiale

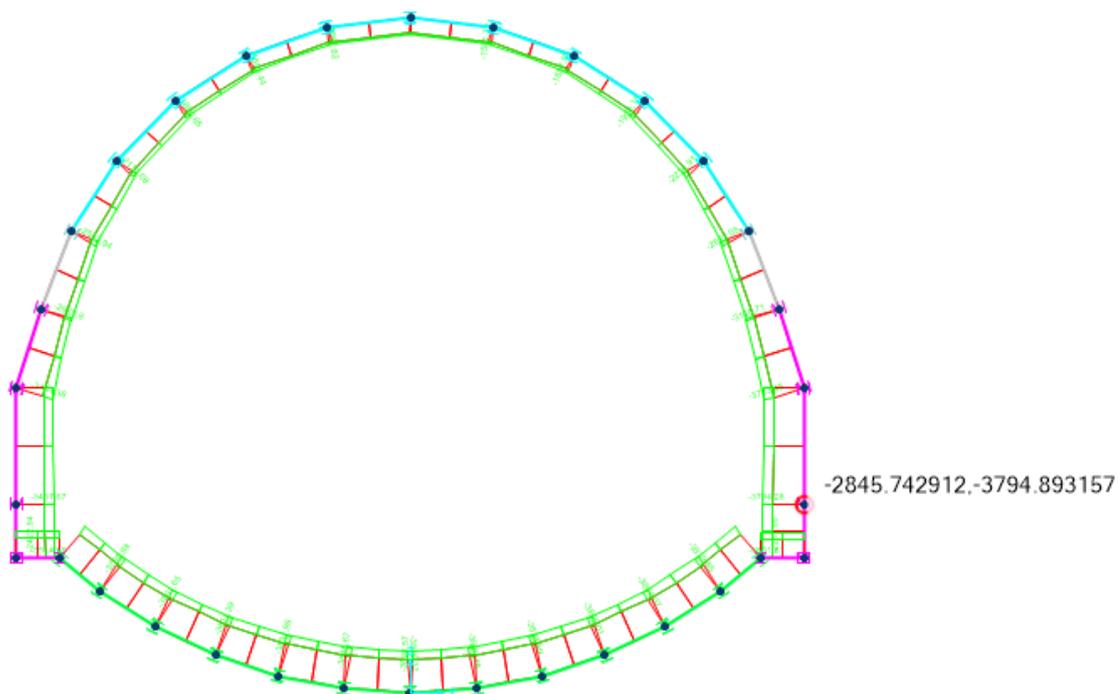


Figura 11-7 Sforzo assiale -SLU

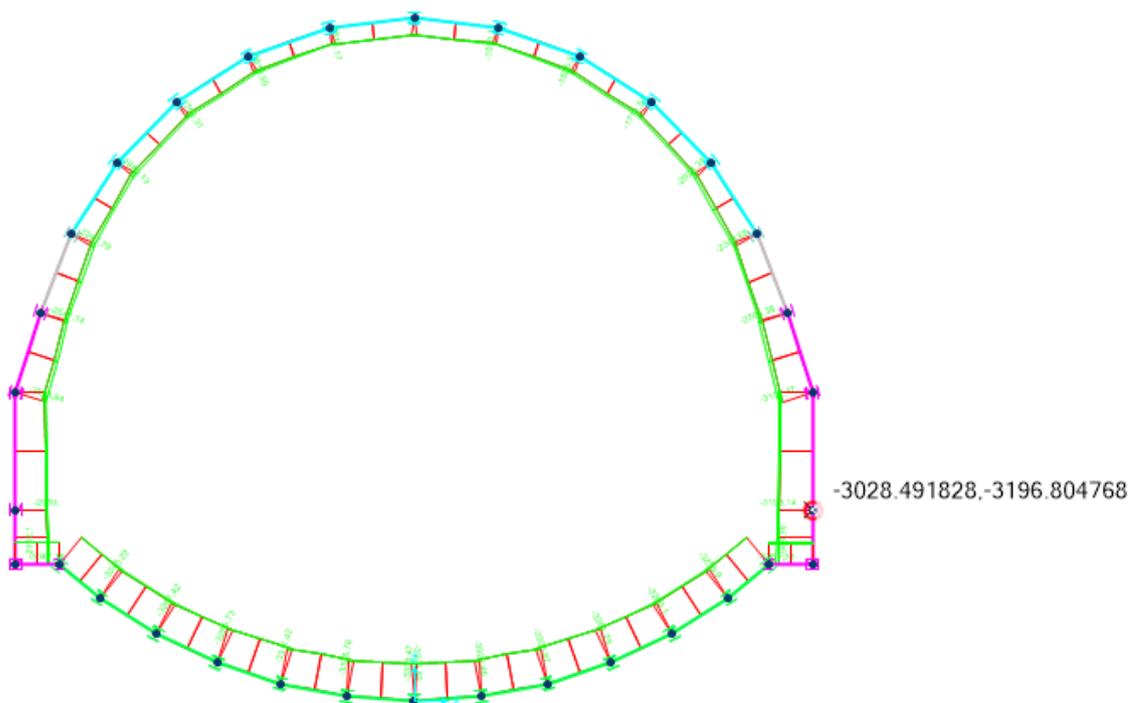


Figura 11-8 Sforzo assiale -SLV

PROGETTAZIONE ATI:

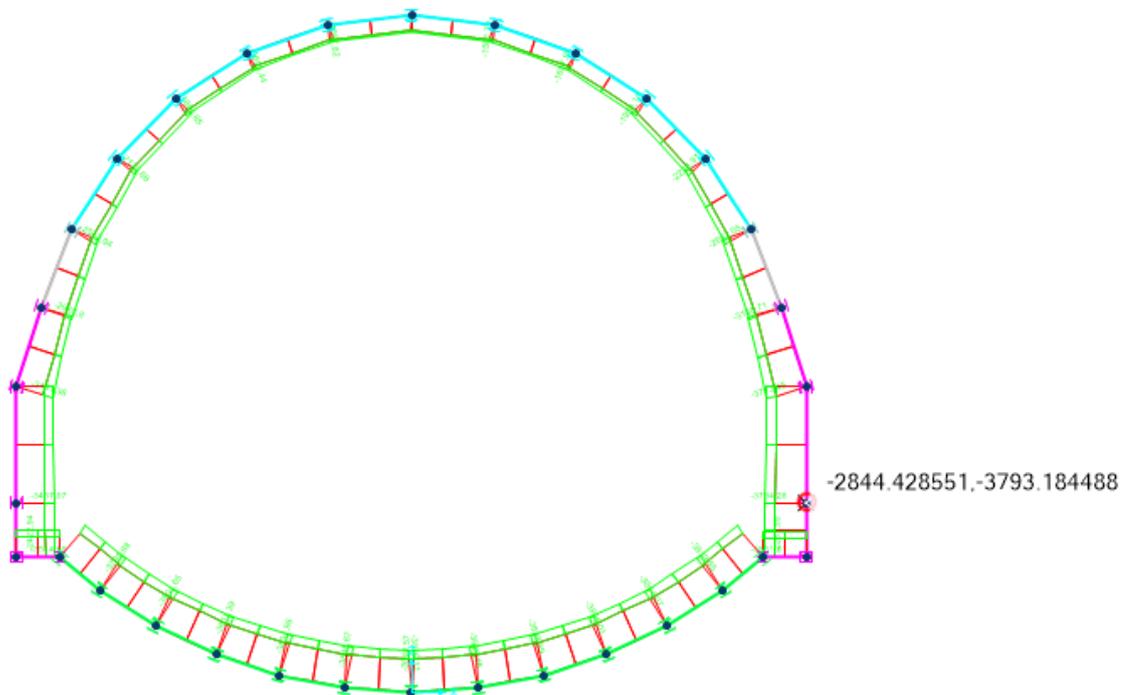


Figura 11-9 Sforzo assiale -SLU/SLV

PROGETTAZIONE ATI:

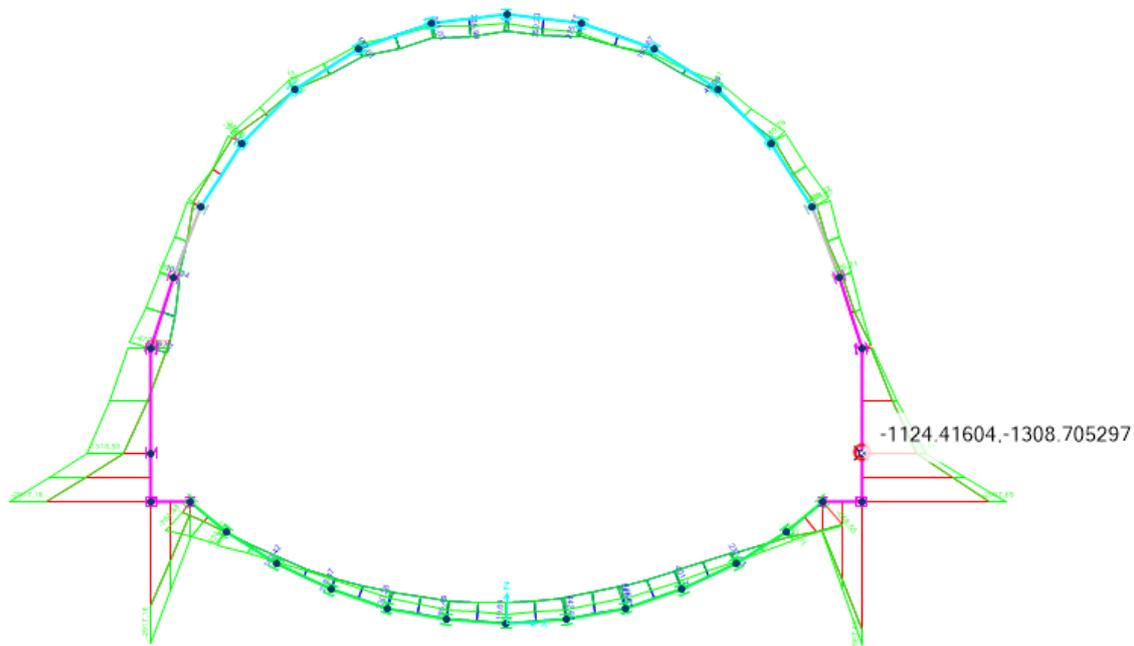


Figura 11-11 Momento flettente – SLD

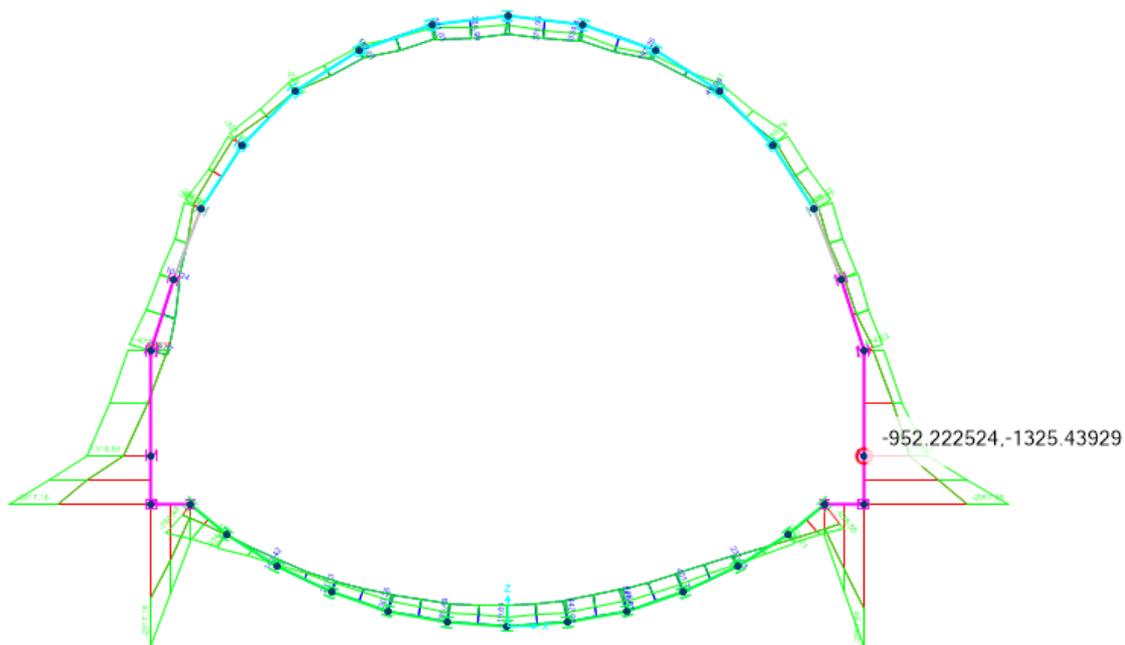


Figura 11-12 Momento flettente – SLE rara/SLD

PROGETTAZIONE ATI:

- SLE- Rara/SLD – Sforzo assiale

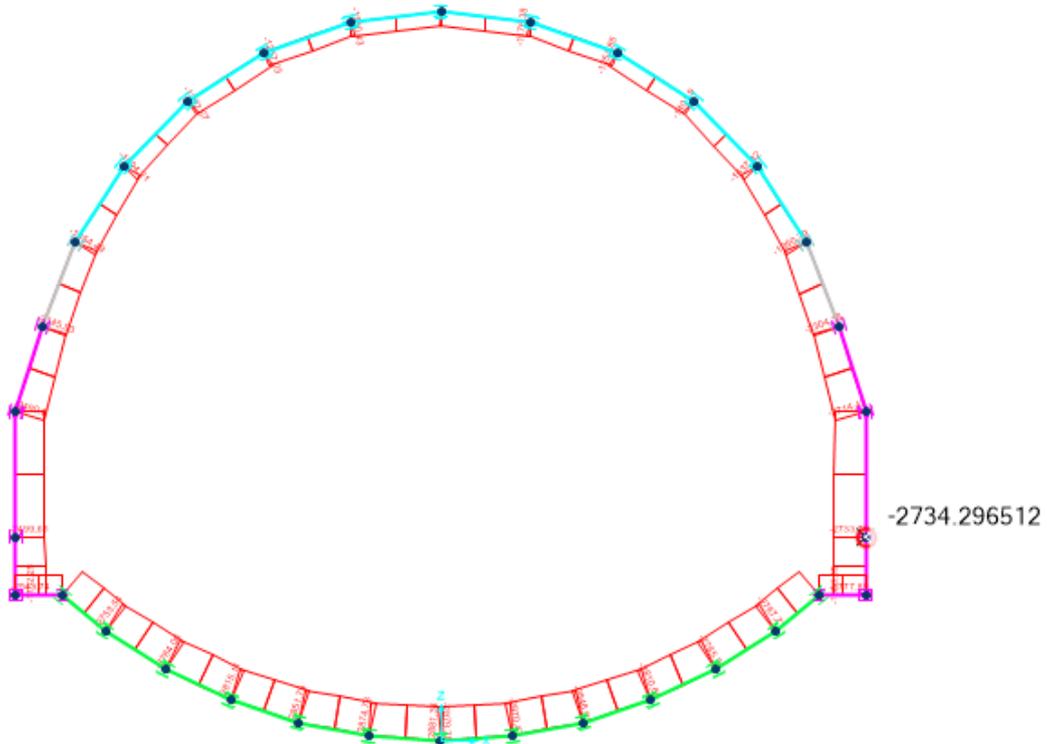


Figura 11-13 Sforzo assiale – SLE rara

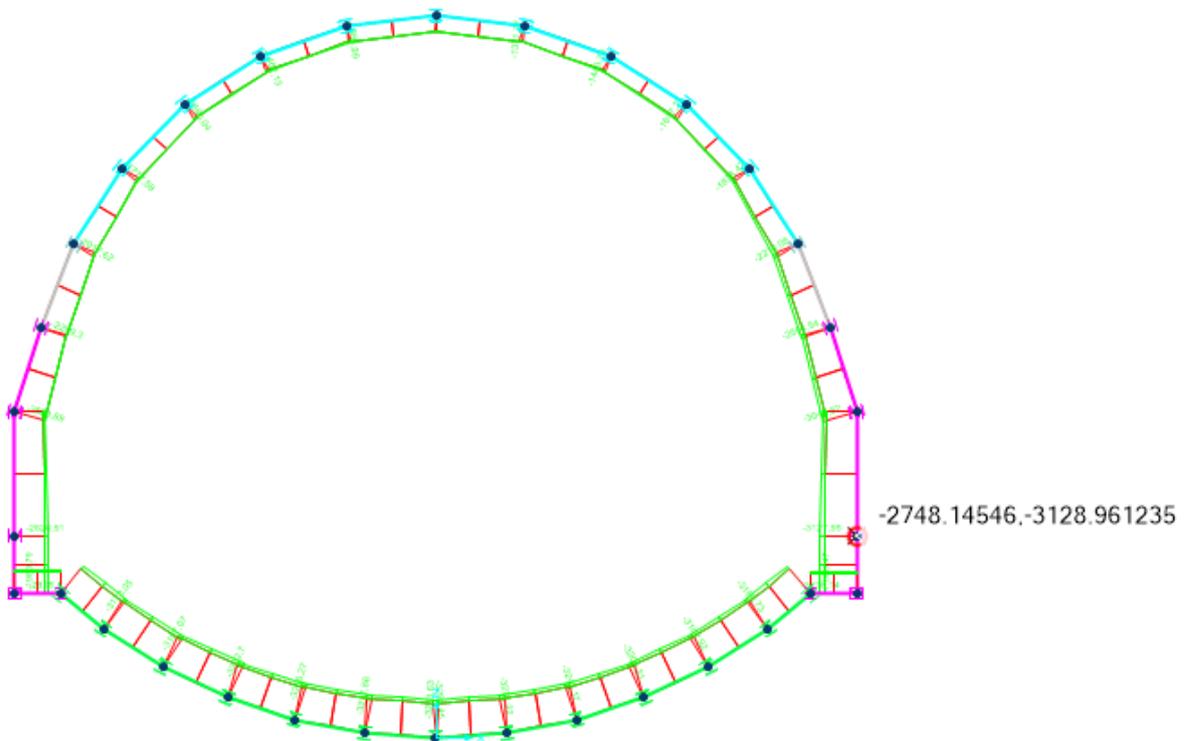


Figura 11-14 Sforzo assiale – SLD

PROGETTAZIONE ATI:

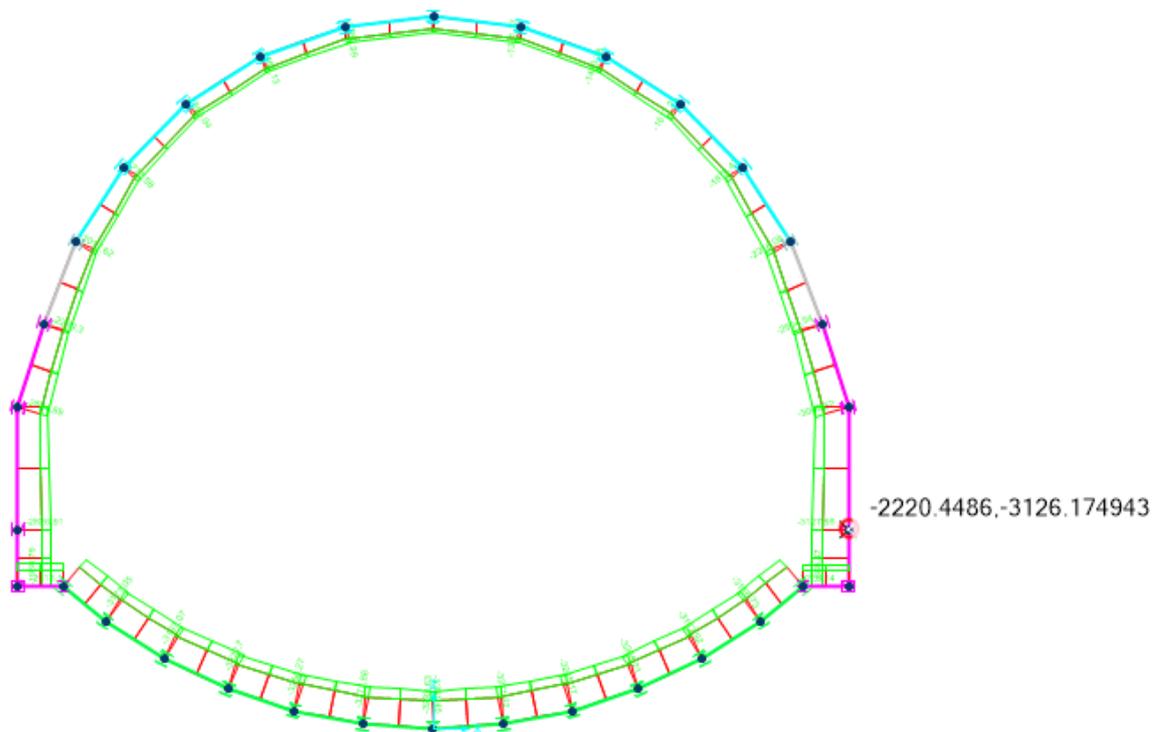


Figura 11-15 Sforzo assiale – SLE/SLD

PROGETTAZIONE ATI:

- SLE- Rara/SLD – spostamento

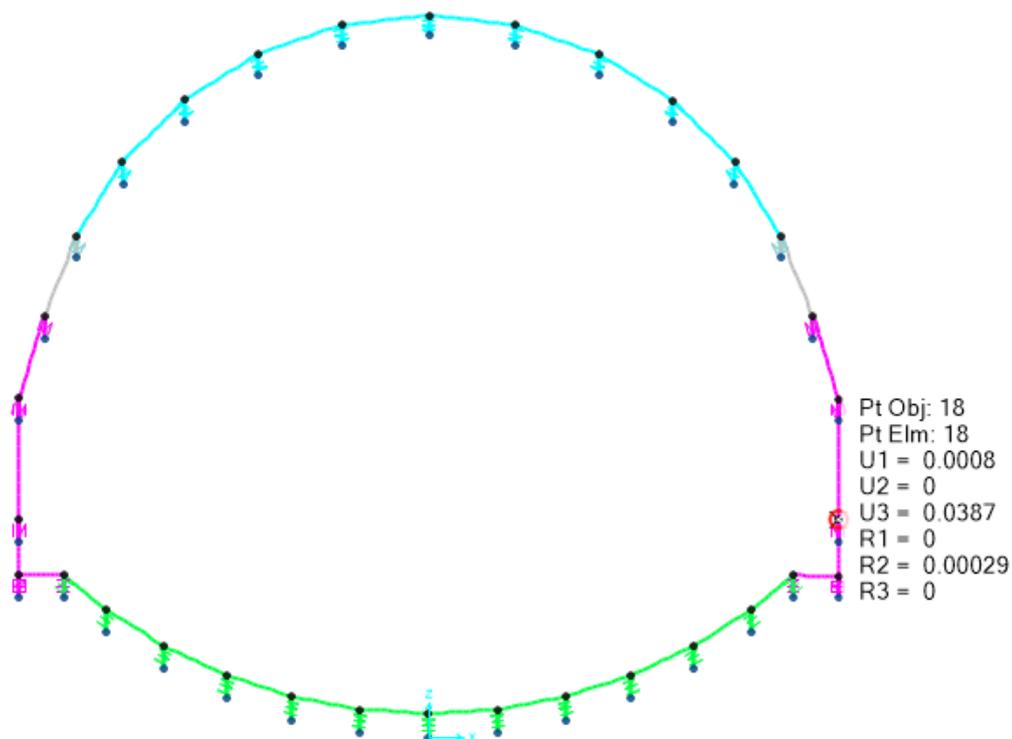


Figura 11-16 Spostamento - SLE Rara

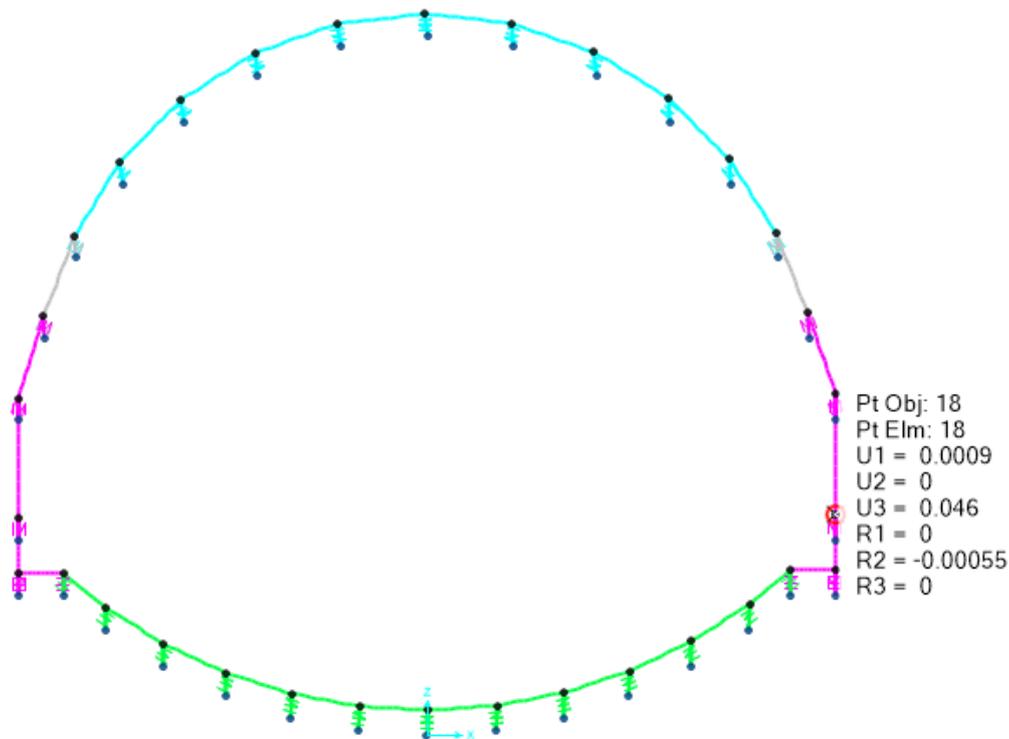


Figura 11-17 Spostamento - SLD

PROGETTAZIONE ATI:

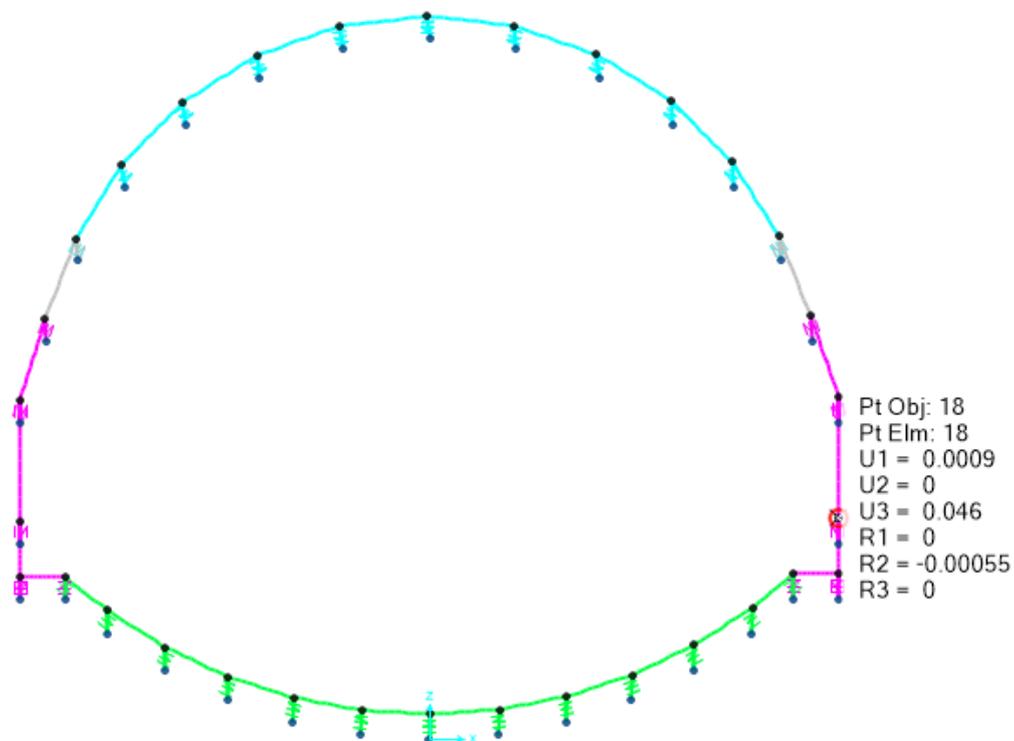


Figura 11-18 Spostamento - SLE/SLD

PROGETTAZIONE ATI:

- SLE- Frequente – Momento flettente

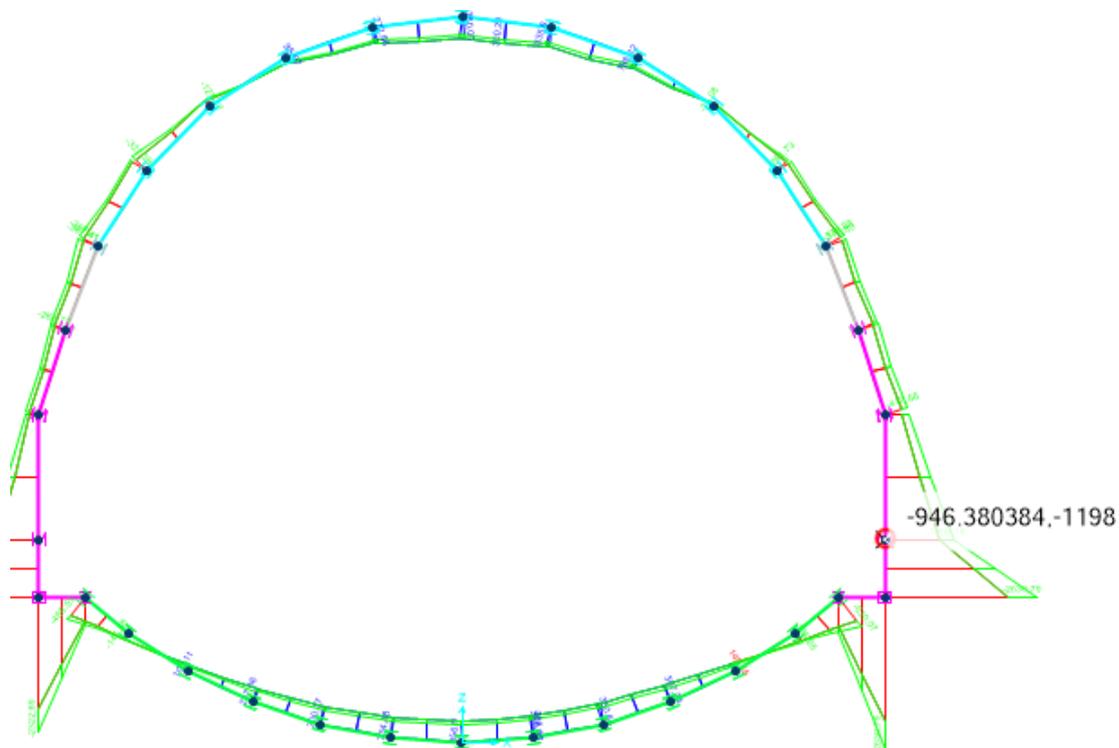


Figura 11-19 Momento flettente – SLE Frequente

- SLE Frequente - Sforzo assiale

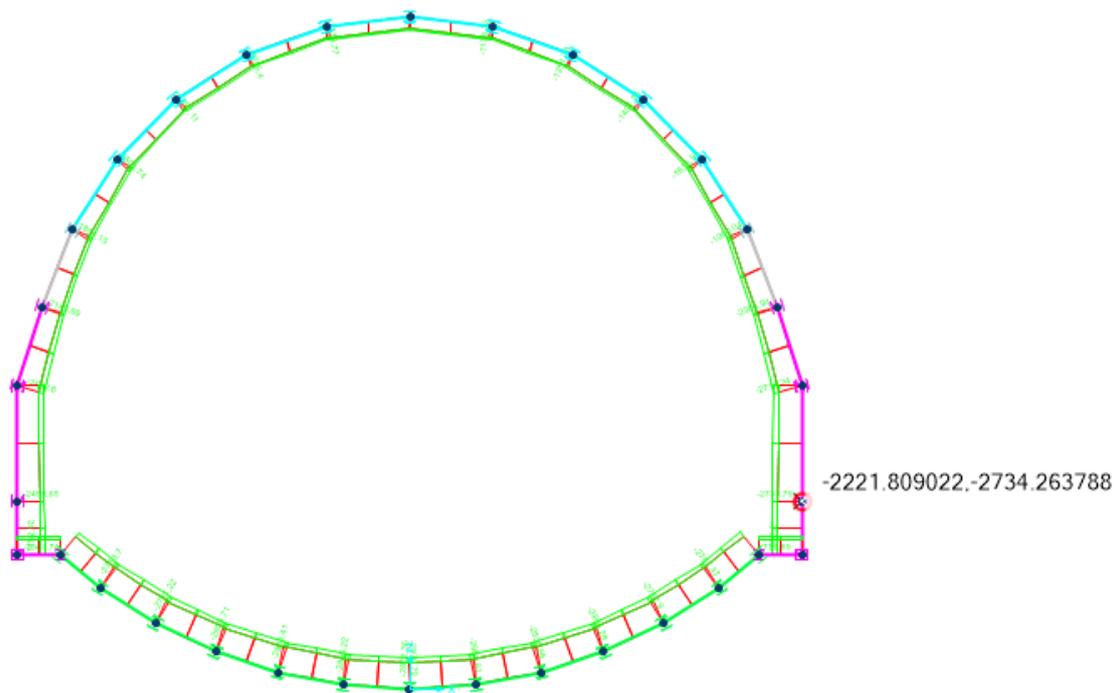


Figura 11-20 Sforzo assiale – SLE Frequente

PROGETTAZIONE ATI:

- SLE- Frequente – Spostamento

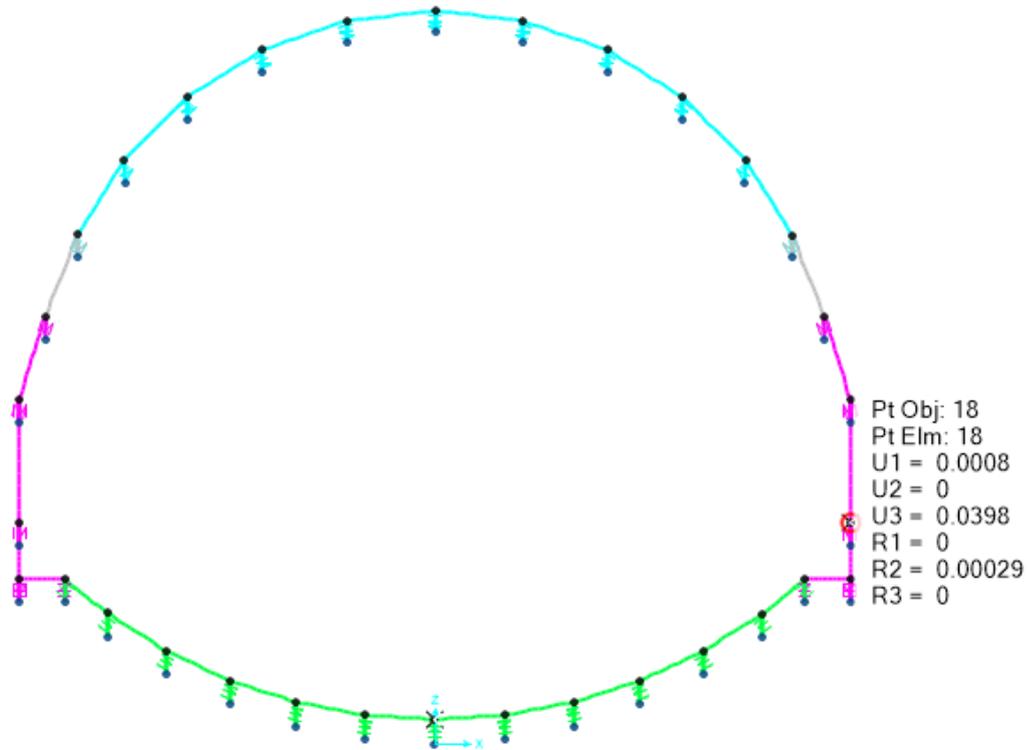


Figura 11-21 Spostamento – SLE Freq

PROGETTAZIONE ATI:

- SLE- Quasi permanente – Momento flettente

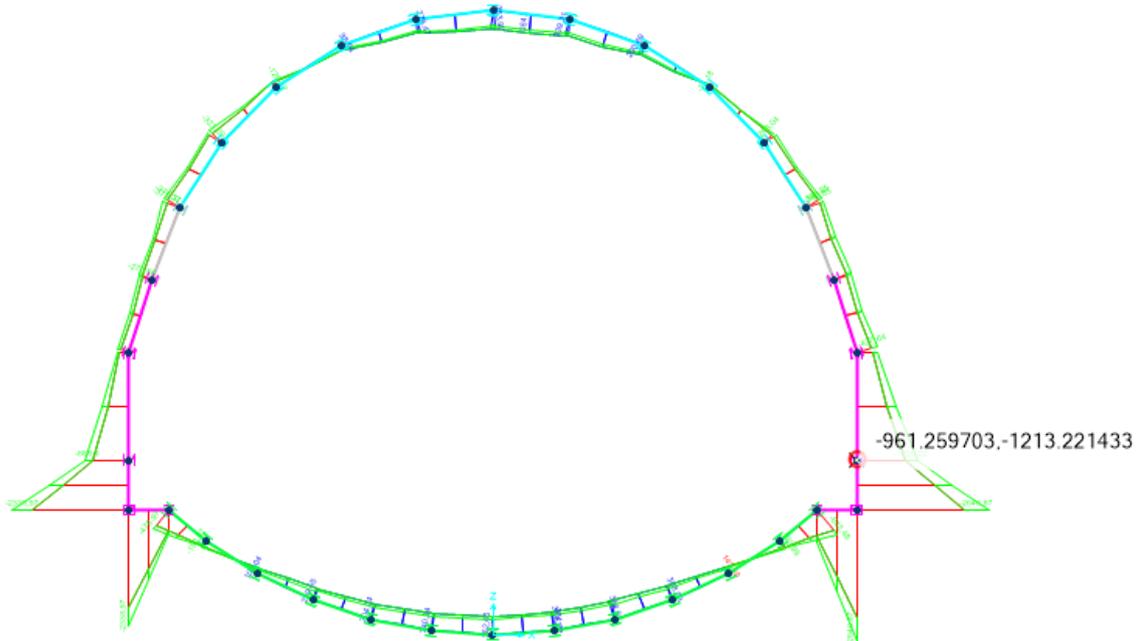


Figura 11-22 Momento – SLE Quasi Permanente

- SLE- Quasi permanente – Sforzo assiale

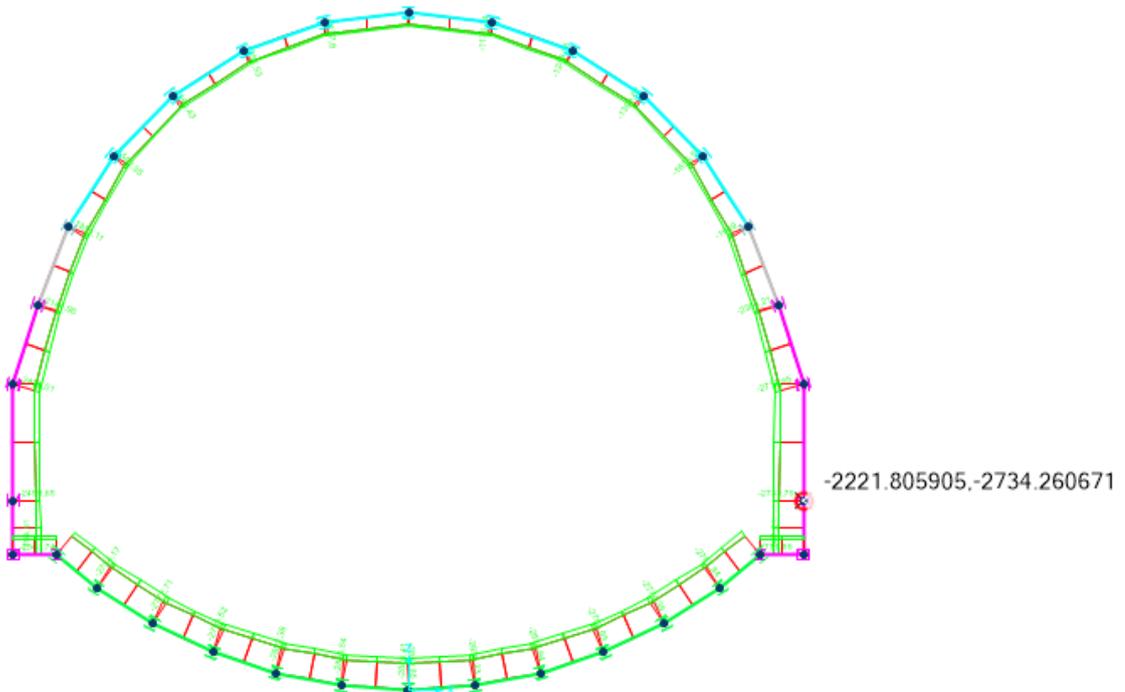


Figura 11-23 Sforzo assiale – SLE Quasi Permanente

PROGETTAZIONE ATI:

- SLE- Quasi permanente – Spostamento

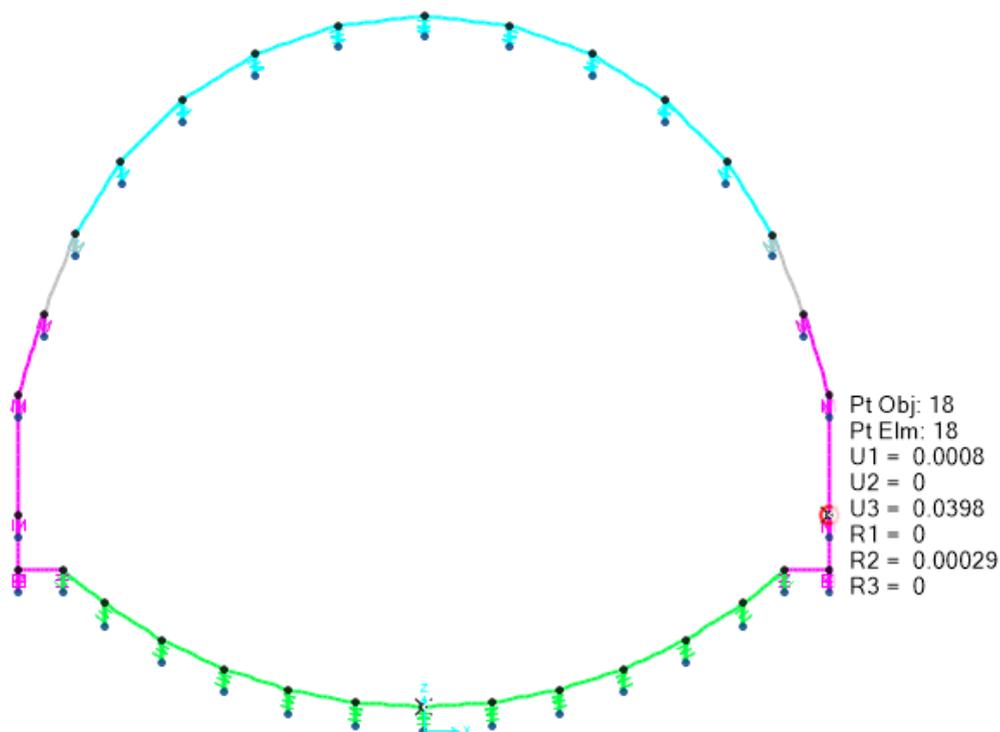


Figura 11-24 Spostamento – SLE Quasi Permanente

PROGETTAZIONE ATI:

12. VERIFICHE GALLERIA

12.1. VERIFICHE SLU

Il momento e il taglio resistente vengono valutati attraverso le formule riportati al capitolo 10.

Di seguito verranno riportate le 4 combinazioni più gravose precedentemente valutate per le 4 sezioni: Arco inferiore, arco superiore, piedritto e reni.

PROGETTAZIONE ATI:

12.1.1. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

SEZ ARCO SUPERIORE h=0.90 m		
b	1000	[mm]
h	900	[mm]
$\Phi_{f,1}$	20	[mm]
$n_{f,1}$	5	[-]
$\Phi_{f,2}$	0	[mm]
$n_{f,2}$	0	[-]
As	1570,80	[mm ²]
M _{max}		
N _{ed}	-1568,14	[kN]
M _{ed}	540,09	[kNm]
M _{min}		
N _{ed}	-2682,05	[kN]
M _{ed}	-540,55	[kNm]
N _{max}		
N _{ed}	-1168,54	[kN]
M _{ed}	303,74	[kNm]
N _{min}		
N _{ed}	-2682,05	[kN]
M _{ed}	-540,55	[kNm]
e _{max}		
N _{ed}	-1978,07	[kN]
M _{ed}	-459,32	[kNm]
e _{min}		
N _{ed}	-1337,63	[kN]
M _{ed}	487,64	[kNm]

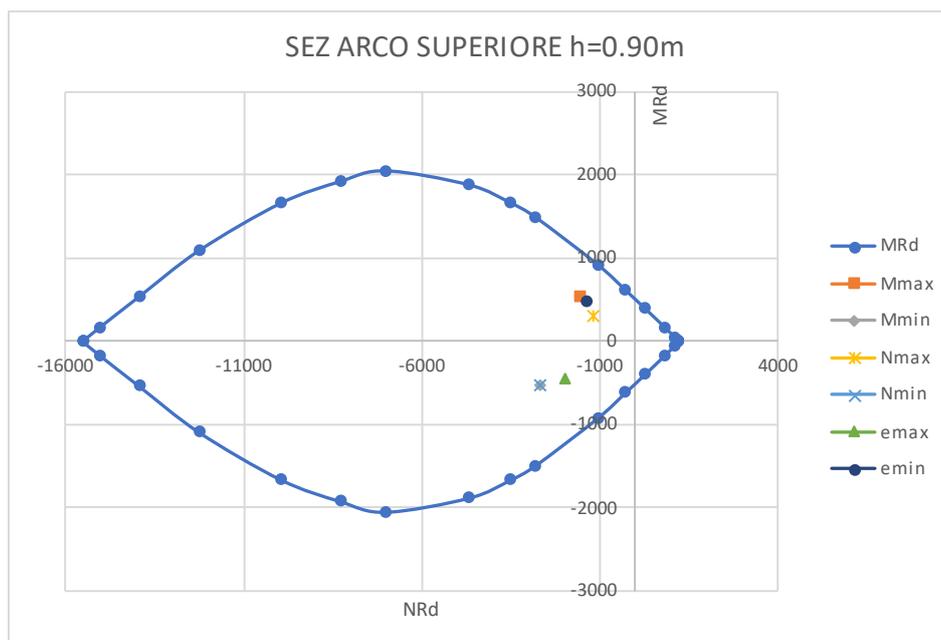


Figura 12-1 Dominio Arco superiore

PROGETTAZIONE ATI:

SEZ RENI h=0.95 m		
b	1000	[mm]
h	950	[mm]
$\Phi_{f,1}$	20	[mm]
$n_{f,1}$	5	[-]
$\Phi_{f,2}$	0	[mm]
$n_{f,2}$	0	[-]
AS	1570,80	[mm ²]
M _{max}		
N _{ed}	-2547,14	[kN]
M _{ed}	75,54	[kNm]
M _{min}		
N _{ed}	-2694,89	[kN]
M _{ed}	-540,55	[kNm]
N _{max}		
N _{ed}	-1623,44	[kN]
M _{ed}	-274,65	[kNm]
N _{min}		
N _{ed}	-3188,71	[kN]
M _{ed}	-527,43	[kNm]
e _{max}		
N _{ed}	-2254,93	[kN]
M _{ed}	-482,95	[kNm]
e _{min}		
N _{ed}	-2547,14	[kN]
M _{ed}	75,54	[kNm]

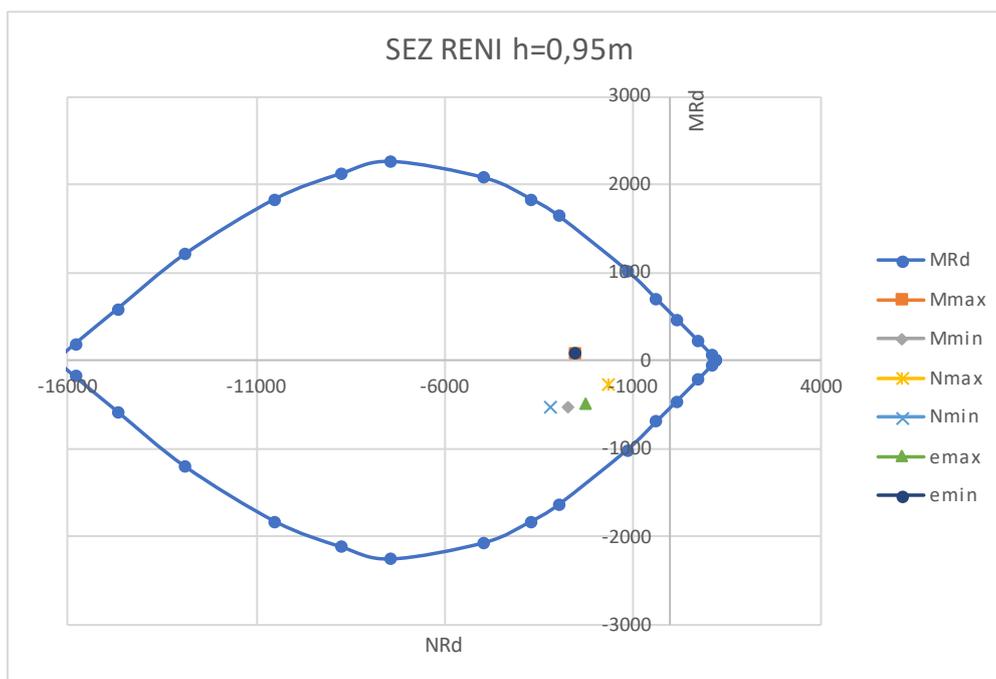


Figura 12-2 Dominio Reni

PROGETTAZIONE ATI:

SEZ PIEDRITTI h=1,35 m		
b	1000	[mm]
h	1350	[mm]
$\Phi_{f,1}$	20	[mm]
$n_{f,1}$	5	[-]
$\Phi_{f,2}$	16	[mm]
$n_{f,2}$	0	[-]
As	1570,80	[mm ²]
N _{max}		
N _{ed}	-1799,43	[kN]
M _{ed}	-164,30	[kNm]

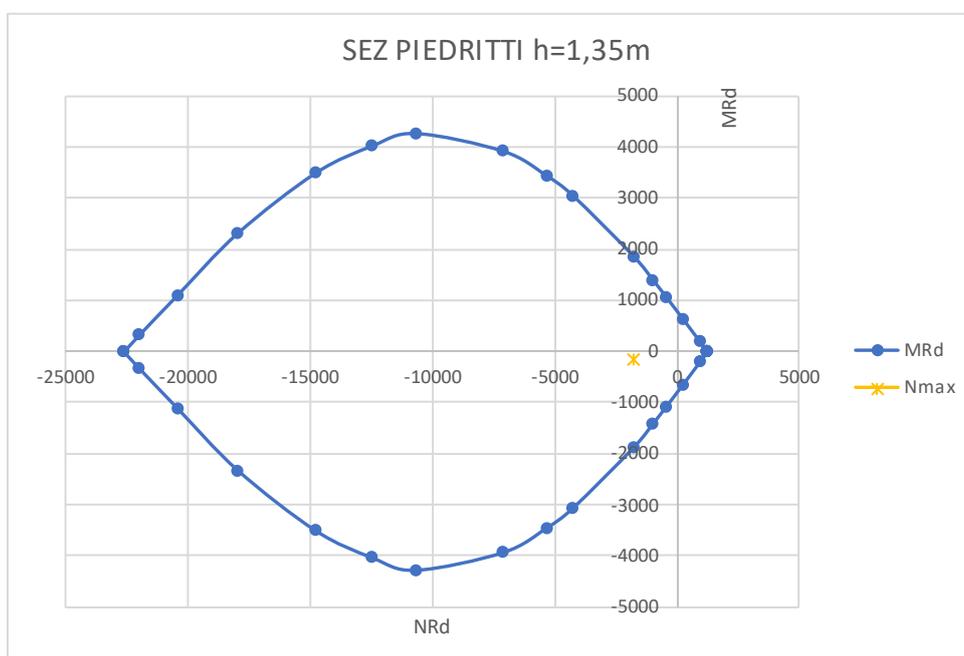


Figura 12-3 Dominio Piedritti – Sezione A

PROGETTAZIONE ATI:

SEZ PIEDRITTI h=1,75 m		
b	1000	[mm]
h	1750	[mm]
$\Phi_{f,1}$	20	[mm]
$n_{f,1}$	5	[-]
$\Phi_{f,2}$	16	[mm]
$n_{f,2}$	5	[-]
As	2576,11	[mm ²]
M _{max}		
N _{ed}	-2770,00	[kN]
M _{ed}	396,16	[kNm]
M _{min}		
N _{ed}	-3024,83	[kN]
M _{ed}	-1873,50	[kNm]
N _{min}		
N _{ed}	-3794,28	[kN]
M _{ed}	-1738,47	[kNm]
e _{max}		
N _{ed}	-3024,83	[kN]
M _{ed}	-1873,50	[kNm]
e _{min}		
N _{ed}	-2770,00	[kN]
M _{ed}	396,16	[kNm]

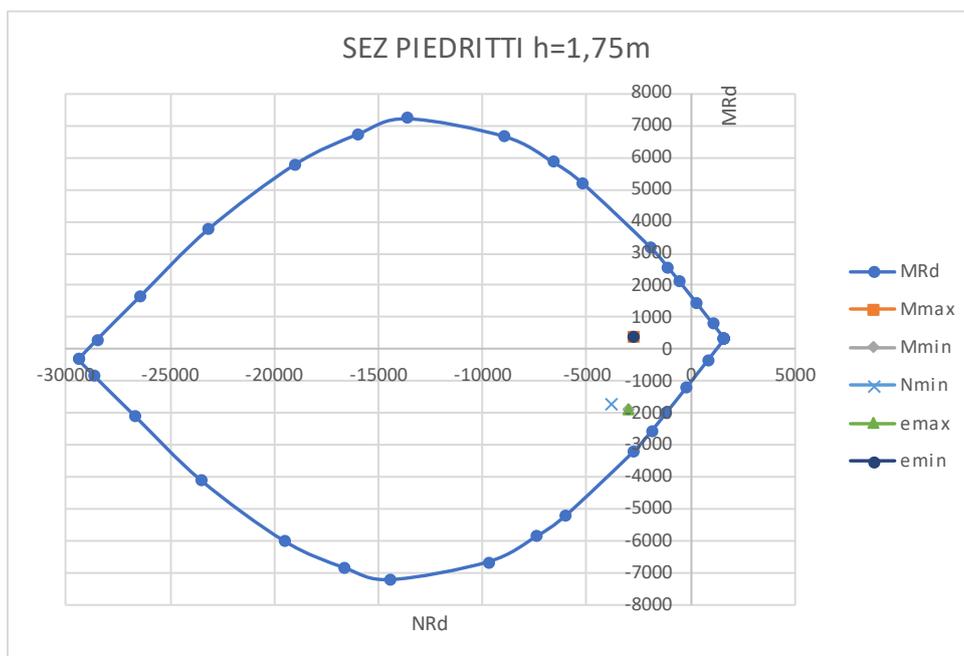


Figura 12-4 Dominio Piedritti – Sezione B

PROGETTAZIONE ATI:

SEZ ARCO ROVESCIO h=1,00 m		
b	1000	[mm]
h	1000	[mm]
$\Phi_{f,1}$	20	[mm]
$n_{f,1}$	5	[-]
$\Phi_{f,2}$	16	[mm]
$n_{f,2}$	0	[-]
AS	1570,80	[mm ²]
M _{max}		
N _{ed}	-3839,46	[kN]
M _{ed}	535,50	[kNm]
M _{min}		
N _{ed}	-3199,61	[kN]
M _{ed}	-713,37	[kNm]
N _{max}		
N _{ed}	-2288,66	[kN]
M _{ed}	-150,47	[kNm]
N _{min}		
N _{ed}	-3848,57	[kN]
M _{ed}	518,70	[kNm]
e _{max}		
N _{ed}	-3199,61	[kN]
M _{ed}	-713,37	[kNm]
e _{min}		
N _{ed}	-3282,61	[kN]
M _{ed}	480,44	[kNm]

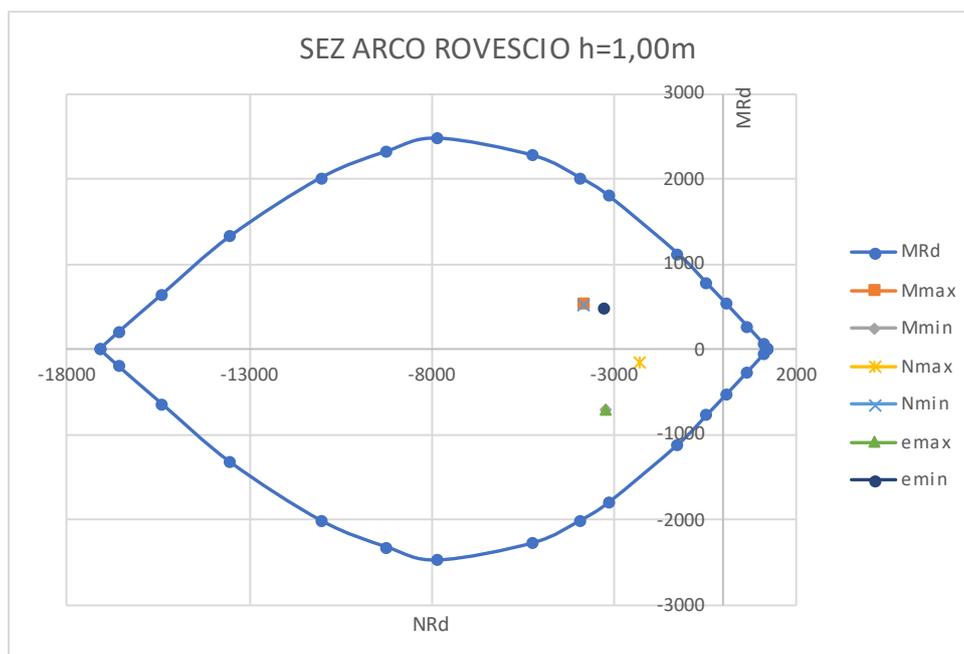


Figura 12-5 Dominio Arco Rovescio

PROGETTAZIONE ATI:

12.1.2. VERIFICA A TAGLIO

Si riportano di seguito le verifiche a taglio:

- Arco superiore

Dati di input:

Geometria

<u>Sezione</u>	Larghezza minima sezione	$b_w =$	1000	mm
	Altezza sezione	$H =$	900	mm
	Copriferro netto	$c =$	40	mm
	Dist. asse armatura long.	$c' =$	50	mm
	Altezza utile sezione	$d =$	850	mm
	Area cls	$A_c =$	9000	cm ²
<u>Arm.Long.</u>	Armatura longitudinale tesa	$A_{sl} =$	15,71	cm ²
<u>Arm.Trasv.</u>	Area ferro staffe	$A_{fst} =$	1,131	cm ²
	n° bracci staffe	$n_b =$	2,5	
	Area arm. trasv.	$A_{sw} =$	2,83	cm ²
	Passo arm. trasv.	$s =$	40	cm
	Ang. incl. arm. trasv. Resp. asse trave	$\alpha =$	90	°
		$\cotg \alpha =$	0,00	
		$\cotg \vartheta =$	2,50	
		$\sin \alpha =$	1,00	

Materiali

<u>Cls</u>	Classe di Resistenza cls		C28/35	
	Res. caratt. cubica a compr. cls	$R_{ck} =$	35,00	MPa
	Res. caratt. cilind. a compr. cls	$f_{ck} =$	29,05	MPa
	Coeff. parziale sicurezza cls	$\gamma_c =$	1,5	
	Res. di progetto cls	$f_{cd} =$	16,46	MPa
	Res. a compr. ridotta ($f' = 0,5 f'_{cd}$)	$f'_{cd} =$	8,23	MPa
<u>Acciaio</u>	Tens. caratt. snerv. acc.	$f_{yk} =$	450,0	MPa
	Coeff. parziale sicurezza acc.	$\gamma_s =$	1,15	
	Res. calcolo acc.	$f_{yd} =$	391,3	MPa

PROGETTAZIONE ATI:

Resistenze di calcolo dell'elemento con armatura a taglio:

Resistenza di calcolo a "taglio trazione"

$$V_{Rsd} = 0,90 * d * A_{sw} / s * f_{yd} * (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \vartheta) * \sin \alpha$$

$$V_{Rsd} = 529,0 \text{ kN}$$

Resistenza di calcolo a "taglio compressione"

$$V_{Rcd} = 0,90 * d * b_w * \alpha_c * f_{cd} * (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \vartheta) / (1 + \text{ctg}^2 \vartheta)$$

$$V_{Rcd} = 2171,2 \text{ kN}$$

	Resistenza a Taglio	$V_{Rd} = 529,0 \text{ kN}$	>	361,3	= V_{Ed}
Verifica	$V_{Rd} \geq V_{Ed}$	Verifica soddisfatta		$V_{Rd}/V_{Ed} = 1,46$	

PROGETTAZIONE ATI:

- Rene

Dati di input:

Geometria

<u>Sezione</u>	Larghezza minima sezione	$b_w =$	1000	mm
	Altezza sezione	$H =$	950	mm
	Copriferro netto	$c =$	40	mm
	Dist. asse armatura long.	$c' =$	50	mm
	Altezza utile sezione	$d =$	900	mm
	Area cls	$A_c =$	9500	cm ²
<u>Arm.Long.</u>	Armatura longitudinale tesa	$A_{sl} =$	15,71	cm ²
<u>Arm.Trasv.</u>	Area ferro staffe	$A_{fst} =$	0,785	cm ²
	n° bracci staffe	$n_b =$	2,5	
	Area arm. trasv.	$A_{sw} =$	1,96	cm ²
	Passo arm. trasv.	$s =$	40	cm
	Ang. incl. arm. trasv. Risp. asse trave	$\alpha =$	90	°
		$\cotg \alpha =$	0,00	
		$\cotg \vartheta =$	2,50	
		$\sin \alpha =$	1,00	

Materiali

<u>Cls</u>	Classe di Resistenza cls		C28/35	
	Res. caratt. cubica a compr. cls	$R_{ck} =$	35,00	MPa
	Res. caratt. cilind. a compr. cls	$f_{ck} =$	29,05	MPa
	Coeff. parziale sicurezza cls	$\gamma_c =$	1,5	
	Res. di progetto cls	$f_{cd} =$	16,46	MPa
	Res. a compr. ridotta ($f' = 0,5 f'_{cd}$)	$f'_{cd} =$	8,23	MPa
<u>Acciaio</u>	Tens. caratt. snerv. acc.	$f_{yk} =$	450,0	MPa
	Coeff. parziale sicurezza acc.	$\gamma_s =$	1,15	
	Res. calcolo acc.	$f_{yd} =$	391,3	MPa

PROGETTAZIONE ATI:

Resistenze di calcolo dell'elemento con armatura a taglio:

Resistenza di calcolo a "taglio trazione"

$$V_{Rsd} = 0,90 * d * A_{sw} / s * f_{yd} * (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \vartheta) * \sin \alpha$$

$$V_{Rsd} = 560,1 \text{ kN}$$

Resistenza di calcolo a "taglio compressione"

$$V_{Rcd} = 0,90 * d * b_w * \alpha_c * f'_{cd} * (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \vartheta) / (1 + \text{ctg}^2 \vartheta)$$

$$V_{Rcd} = 2299,0 \text{ kN}$$

	Resistenza a Taglio	$V_{Rd} = 560,1 \text{ kN}$	>	$317,7 = V_{Ed}$
Verifica	$V_{Rd} \geq V_{Ed}$	Verifica soddisfatta		$V_{Rd}/V_{Ed} = 1,76$

PROGETTAZIONE ATI:

- Piedritto sezione A

Dati di input:

Geometria

<u>Sezione</u>	Larghezza minima sezione	$b_w =$	1000	mm
	Altezza sezione	$H =$	1350	mm
	Copriferro netto	$c =$	40	mm
	Dist. asse armatura long.	$c' =$	50	mm
	Altezza utile sezione	$d =$	1300	mm
	Area cls	$A_c =$	13500	cm ²
<u>Arm.Long.</u>	Armatura longitudinale tesa	$A_{sl} =$	15,71	cm ²
<u>Arm.Trasv.</u>	Area ferro staffe	$A_{fst} =$	1,131	cm ²
	n° bracci staffe	$n_b =$	2,5	
	Area arm. trasv.	$A_{sw} =$	2,83	cm ²
	Passo arm. trasv.	$s =$	40	cm
	Ang. incl. arm. trasv. Risp. asse trave	$\alpha =$	90	°
		$\cotg \alpha =$	0,00	
		$\cotg \vartheta =$	2,50	
		$\sin \alpha =$	1,00	

Materiali

<u>Cls</u>	Classe di Resistenza cls		C28/35	
	Res. caratt. cubica a compr. cls	$R_{ck} =$	35,00	MPa
	Res. caratt. cilind. a compr. cls	$f_{ck} =$	29,05	MPa
	Coeff. parziale sicurezza cls	$\gamma_c =$	1,5	
	Res. di progetto cls	$f_{cd} =$	16,46	MPa
	Res. a compr. ridotta ($f' = 0,5 f'_{cd}$)	$f'_{cd} =$	8,23	MPa
<u>Acciaio</u>	Tens. caratt. snerv. acc.	$f_{yk} =$	450,0	MPa
	Coeff. parziale sicurezza acc.	$\gamma_s =$	1,15	
	Res. calcolo acc.	$f_{yd} =$	391,3	MPa

PROGETTAZIONE ATI:

Resistenze di calcolo dell'elemento con armatura a taglio:

Resistenza di calcolo a "taglio trazione"

$$V_{Rsd} = 0,90 * d * A_{sw} / s * f_{yd} * (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \vartheta) * \sin \alpha$$

$$V_{Rsd} = 809,0 \text{ kN}$$

Resistenza di calcolo a "taglio compressione"

$$V_{Rcd} = 0,90 * d * b_w * \alpha_c * f_{cd} * (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \vartheta) / (1 + \text{ctg}^2 \vartheta)$$

$$V_{Rcd} = 3320,7 \text{ kN}$$

	Resistenza a Taglio	$V_{Rd} = 809,0 \text{ kN}$	>	424,4	= V_{Ed}
Verifica	$V_{Rd} \geq V_{Ed}$	Verifica soddisfatta		$V_{Rd}/V_{Ed} = 1,91$	

PROGETTAZIONE ATI:

- **Piedritto sezione B**

Dati di input:

Geometria

<u>Sezione</u>	Larghezza minima sezione	$b_w =$	1000	mm
	Altezza sezione	$H =$	1750	mm
	Copriferro netto	$c =$	40	mm
	Dist. asse armatura long.	$c' =$	50	mm
	Altezza utile sezione	$d =$	1700	mm
	Area cls	$A_c =$	17500	cm ²
<u>Arm.Long.</u>	Armatura longitudinale tesa	$A_{sl} =$	25,76	cm ²
<u>Arm.Trasv.</u>	Area ferro staffe	$A_{fst} =$	1,131	cm ²
	n° bracci staffe	$n_b =$	2,5	
	Area arm. trasv.	$A_{sw} =$	2,83	cm ²
	Passo arm. trasv.	$s =$	40	cm
	Ang. incl. arm. trasv. Risp. asse trave	$\alpha =$	90	°
		$\cotg \alpha =$	0,00	
		$\cotg \vartheta =$	2,50	
		$\sin \alpha =$	1,00	

Materiali

<u>Cls</u>	Classe di Resistenza cls		C28/35	
	Res. caratt. cubica a compr. cls	$R_{ck} =$	35,00	MPa
	Res. caratt. cilind. a compr. cls	$f_{ck} =$	29,05	MPa
	Coeff. parziale sicurezza cls	$\gamma_c =$	1,5	
	Res. di progetto cls	$f_{cd} =$	16,46	MPa
	Res. a compr. ridotta ($f' = 0,5 f'_{cd}$)	$f'_{cd} =$	8,23	MPa
<u>Acciaio</u>	Tens. caratt. snerv. acc.	$f_{yk} =$	450,0	MPa
	Coeff. parziale sicurezza acc.	$\gamma_s =$	1,15	
	Res. calcolo acc.	$f_{yd} =$	391,3	MPa

PROGETTAZIONE ATI:

Resistenze di calcolo dell'elemento con armatura a taglio:

Resistenza di calcolo a "taglio trazione"

$$V_{Rsd} = 0,90 * d * A_{sw} / s * f_{yd} * (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \vartheta) * \sin \alpha$$

$$V_{Rsd} = 1058,0 \text{ kN}$$

Resistenza di calcolo a "taglio compressione"

$$V_{Rcd} = 0,90 * d * b_w * \alpha_c * f_{cd} * (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \vartheta) / (1 + \text{ctg}^2 \vartheta)$$

$$V_{Rcd} = 4342,5 \text{ kN}$$

Verifica

Resistenza a Taglio

$$V_{Rd} = 1058,0 \text{ kN}$$

>

$$682,6 = V_{Ed}$$

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

Verifica soddisfatta

$$V_{Rd}/V_{Ed} = 1,55$$

- Arco inferiore

Dati di input:

Geometria

<u>Sezione</u>	Larghezza minima sezione	$b_w =$	1000	mm
	Altezza sezione	$H =$	1000	mm
	Copriferro netto	$c =$	40	mm
	Dist. asse armatura long.	$c' =$	50	mm
	Altezza utile sezione	$d =$	950	mm
	Area cls	$A_c =$	10000	cm ²
<u>Arm.Long.</u>	Armatura longitudinale tesa	$A_{sl} =$	15,71	cm ²
<u>Arm.Trasv.</u>	Area ferro staffe	$A_{fst} =$	1,131	cm ²
	n° bracci staffe	$n_b =$	2,5	
	Area arm. trasv.	$A_{sw} =$	2,83	cm ²
	Passo arm. trasv.	$s =$	40	cm
	Ang. incl. arm. trasv. Risp. asse trave	$\alpha =$	90	°
		$\cotg \alpha =$	0,00	
		$\cotg \vartheta =$	2,50	
		$\sin \alpha =$	1,00	

Materiali

<u>Cls</u>	Classe di Resistenza cls		C28/35	
	Res. caratt. cubica a compr. cls	$R_{ck} =$	35,00	MPa
	Res. caratt. cilind. a compr. cls	$f_{ck} =$	29,05	MPa
	Coeff. parziale sicurezza cls	$\gamma_c =$	1,5	
	Res. di progetto cls	$f_{cd} =$	16,46	MPa
	Res. a compr. ridotta ($f' = 0,5 f'_{cd}$)	$f'_{cd} =$	8,23	MPa
<u>Acciaio</u>	Tens. caratt. snerv. acc.	$f_{yk} =$	450,0	MPa
	Coeff. parziale sicurezza acc.	$\gamma_s =$	1,15	
	Res. calcolo acc.	$f_{yd} =$	391,3	MPa

PROGETTAZIONE ATI:

Resistenze di calcolo dell'elemento con armatura a taglio:

Resistenza di calcolo a "taglio trazione"

$$V_{Rsd} = 0,90 * d * A_{sw} / s * f_{yd} * (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \vartheta) * \sin \alpha$$

$$V_{Rsd} = 591,2 \text{ kN}$$

Resistenza di calcolo a "taglio compressione"

$$V_{Rcd} = 0,90 * d * b_w * \alpha_c * f_{cd} * (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \vartheta) / (1 + \text{ctg}^2 \vartheta)$$

$$V_{Rcd} = 2426,7 \text{ kN}$$

Resistenza a Taglio

$$V_{Rd} = 591,2 \text{ kN} > 423,8 = V_{Ed}$$

Criterio Verifica

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

Verifica soddisfatta

$$V_{Rd}/V_{Ed} = 1,40$$

12.2. VERIFICA SLE

12.2.1. VERIFICA DELLE TENSIONI DEI MATERIALI

Nel seguente capitolo verrà riassunta la valutazione degli sforzi della galleria agli SLE e SLD e si verificherà che tali sforzi siano contenuti entro i limiti dettati dalla norma e precedentemente riassunti nei criteri generali di verifica.

La valutazione degli sforzi viene eseguita con l'ausilio di VcaSlu e poi riassunto nelle tabelle successive.

- Combinazione Rara-SLD

SEZ. ARCO ROVESCIO: SLE_Rara/SLD												
	M _{max}		M _{min}		N _{max}		N _{min}		e _{max}		e _{min}	
	M _{Ed}	N _{Ed}										
	KN-m	KN										
	446,61	-3245,17	-409,27	-2216,06	358,69	-1157,47	419,69	-3283,63	-321,94	-1594,21	378,95	-1166,71
σ_c [MPa]	6,37		5,06		4,13		6,23		3,86		4,39	
σ_s [MPa]	0,00		1,60		34,67		0,00		4,69		41,83	

SEZ. RENI: SLE_Rara/SLD												
	M _{max}		M _{min}		N _{max}		N _{min}		e _{max}		e _{min}	
	M _{Ed}	N _{Ed}										
	KN-m	KN										
	107,24	-2289,55	-409,27	-2214,30	-366,09	-1853,36	-276,71	-2594,54	-366,09	-1853,36	107,24	-2289,55
σ_c [MPa]	2,93		4,66		4,06		4,25		4,06		2,93	
σ_s [MPa]	0,00		0,42		2,05		0,00		2,05		0,00	

SEZ. PIEDRITTI A: SLE_Rara/SLD												
	M _{max}		M _{min}		N _{max}		N _{min}		e _{max}		e _{min}	
	M _{Ed}	N _{Ed}										
	KN-m	KN										
	336,37	-2625,23	-473,34	-2684,69	-261,49	-2142,85	-222,41	-3049,52	-473,34	-2684,69	336,37	-2625,23
σ_c [MPa]	2,90		3,35		2,32		2,25		3,35		2,90	
σ_s [MPa]	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	

SEZ. PIEDRITTI B: SLE_Rara/SLD												
	M _{max}		M _{min}		N _{max}		N _{min}		e _{max}		e _{min}	
	M _{Ed}	N _{Ed}										
	KN-m	KN										
	336,37	-2495,21	-1319,56	-3127,95	-232,82	-2405,15	-1319,56	-3127,95	-1318,93	-2826,91	336,37	-2495,21
σ_c [MPa]	2,02		4,27		1,78		4,27		4,27		2,02	
σ_s [MPa]	0,00		11,82		0,00		11,82		11,82		0,00	

SEZ. ARCO ROVESCIO: SLE_Rara/SLD												
	M _{max}		M _{min}		N _{max}		N _{min}		e _{max}		e _{min}	
	M _{Ed}	N _{Ed}										
	KN-m	KN										
	446,61	-3245,17	-334,02	-3127,58	-143,13	-2720,05	419,69	-3283,63	-334,02	-3127,58	446,61	-3241,74
σ_c [MPa]	5,50		4,79		3,37		5,40		4,79		5,50	
σ_s [MPa]	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	

PROGETTAZIONE ATI:

- Combinazione Quasi Permanente

SEZ. ARCO ROVESCIO: SLE_Quasi Permanente												
	M _{max}		M _{min}		N _{max}		N _{min}		e _{max}		e _{min}	
	M _{Ed}	N _{Ed}										
	KN-m	KN										
	384,00	-1164,07	-380,85	-1949,00	363,97	-1154,84	-380,85	-1949,00	-323,69	-1592,35	384,00	-1164,07
σ_c [MPa]	4,45		4,61		4,19		4,61		3,87		4,45	
σ_s [MPa]	44,22		4,00		36,93		4,00		4,99		44,22	

SEZ. RENI: SLE_Quasi Permanente												
	M _{max}		M _{min}		N _{max}		N _{min}		e _{max}		e _{min}	
	M _{Ed}	N _{Ed}										
	KN-m	KN										
	-270,58	-2144,96	-380,85	-1957,01	-371,37	-1852,39	-359,69	-2303,21	-371,37	-1852,39	-270,58	-2144,96
σ_c [MPa]	3,76		4,25		4,09		4,45		4,09		3,76	
σ_s [MPa]	0,00		1,55		2,66		0,00		2,66		0,00	

SEZ. PIEDRITTI A: SLE_Quasi Permanente												
	M _{max}		M _{min}		N _{max}		N _{min}		e _{max}		e _{min}	
	M _{Ed}	N _{Ed}										
	KN-m	KN										
	-227,73	-2312,10	-427,64	-2713,65	-270,58	-2142,06	-427,64	-2713,65	-427,64	-2713,65	-227,73	-2312,10
σ_c [MPa]	2,34		3,23		2,35		3,23		3,23		2,34	
σ_s [MPa]	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	

SEZ. PIEDRITTI B: SLE_Quasi Permanente												
	M _{max}		M _{min}		N _{max}		N _{min}		e _{max}		e _{min}	
	M _{Ed}	N _{Ed}										
	KN-m	KN										
	-245,84	-2405,15	-1220,22	-2733,79	-245,84	-2405,15	-1220,22	-2733,79	-1220,22	-2733,79	-245,84	-2405,15
σ_c [MPa]	1,80		3,90		1,80		3,90		3,90		1,80	
σ_s [MPa]	0,00		13,87		0,00		13,87		13,87		0,00	

SEZ. ARCO ROVESCIO: SLE_Quasi Permanente												
	M _{max}		M _{min}		N _{max}		N _{min}		e _{max}		e _{min}	
	M _{Ed}	N _{Ed}										
	KN-m	KN										
	374,22	-2836,23	-192,99	-2721,61	-152,92	-2719,92	362,66	-2845,41	-192,99	-2721,61	374,22	-2835,93
σ_c [MPa]	4,72		3,64		3,42		4,67		3,64		4,72	
σ_s [MPa]	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	

Tutte le verifiche tensionali risultano soddisfatte.

12.2.2. VERIFICA DELLA FESSURAZIONE – SLE FREQUENTE

La verifica a fessurazione risulta soddisfatta, per tutti gli elementi della galleria, per via indiretta in riferimento ai limiti di tensione nell'acciaio d'armatura definiti nelle Tabelle C4.1.II e C4.1.III della Circolare applicativa delle NTC 2018.

Le massime tensioni dell'acciaio risultano infatti $\sigma_s \ll 160$ MPa per tutti gli elementi.

12.2.3. VERIFICA DELLA FESSURAZIONE – SLE QUASI PERMANENTE

La verifica a fessurazione risulta soddisfatta, per tutti gli elementi della galleria, per via indiretta in riferimento ai limiti di tensione nell'acciaio d'armatura definiti nelle Tabelle C4.1.II e C4.1.III della Circolare applicativa delle NTC 2018.

Le massime tensioni dell'acciaio risultano infatti $\sigma_s \ll 160$ MPa per tutti gli elementi.

13. CONCLUSIONI

Oggetto della presente relazione sono state le analisi per la valutazione della sicurezza delle gallerie artificiali d'imbocco inseriti all'interno del progetto della E78 Grosseto – Fano, Tronco Selci Lama – S. Stefano di Gaifa – Lotto 4.

L'opera è stata studiata e verificata in tutte le combinazioni più sfavorevoli tra quelle presenti nella tratta di progetto; tutte le verifiche risultano soddisfatte secondo quanto previsto dalle NTC18.

PROGETTAZIONE ATI:

14. ALLEGATO DI CALCOLO

14.1. DATI DI INPUT

Table: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF	TransAccSF m/sec2
G1	Load pattern	DEAD	1,	
forza prova	Load pattern	forza prova	1,	
G2_Terreno	Load pattern	G2_Terreno	1,	
G2_ArcRov	Load pattern	G2_ArcRov	1,	
G3_SpTerrK0	Load pattern	G3_SpTerrK0	1,	
G3_SpTerrKA	Load pattern	G3_SpTerrKA	1,	
G3_SpIdro	Load pattern	G3_SpIdro	1,	
Q_TraffSovr	Load pattern	Q_TraffSovr	1,	
Q_TraffSovrK0	Load pattern	Q_TraffSovrK0	1,	
Q_TraffSovrKA	Load pattern	Q_TraffSovrKA	1,	
Q_TraffArcRov	Load pattern	Q_TraffArcRov	1,	
Sisma_SLV+	Load pattern	Sisma_SLV+	1,	
Sisma_SLV+	Accel	Accel UX		-0,254
Sisma_SLV-	Load pattern	Sisma_SLV-	1,	
Sisma_SLV-	Accel	Accel UX		0,254
Sisma_SLD+	Load pattern	Sisma_SLD+	1,	
Sisma_SLD+	Accel	Accel UX		-0,112
Sisma_SLD-	Load pattern	Sisma_SLD-	1,	
Sisma_SLD-	Accel	Accel UX		0,112

Table: Case - Static 2 - Nonlinear Load Application

Case	LoadApp	MonitorDOF	MonitorJt
G1	Full Load	U1	10
forza prova	Full Load	U1	10
G2_Terreno	Full Load	U1	10
G2_ArcRov	Full Load	U1	10
G3_SpTerrK0	Full Load	U1	10
G3_SpTerrKA	Full Load	U1	10
G3_SpIdro	Full Load	U1	10
Q_TraffSovr	Full Load	U1	10
Q_TraffSovrK0	Full Load	U1	10
Q_TraffSovrKA	Full Load	U1	10
Q_TraffArcRov	Full Load	U1	10
Sisma_SLV+	Full Load	U1	10
Sisma_SLV-	Full Load	U1	10
Sisma_SLD+	Full Load	U1	10
Sisma_SLD-	Full Load	U1	10

Table: Combination Definitions, Part 1 of 3

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign
SLU_01	Linear Add	No	NonLin Static	G1	1,3	None
SLU_01			NonLin Static	G2_Terreno	1,5	
SLU_01			NonLin Static	G2_ArcRov	0,8	
SLU_01			NonLin Static	G3_SpTerrK0	1,	
SLU_01			NonLin Static	G3_SpIdro	1,	
SLU_02	Linear Add	No	NonLin Static	G1	1,	None
SLU_02			NonLin Static	G2_Terreno	0,8	
SLU_02			NonLin Static	G2_ArcRov	1,5	
SLU_02			NonLin Static	G3_SpTerrK0	1,3	
SLU_02			NonLin Static	G3_SpIdro	1,3	
SLU_03	Linear Add	No	NonLin Static	G1	1,3	None
SLU_03			NonLin Static	G2_Terreno	1,5	
SLU_03			NonLin Static	G2_ArcRov	0,8	
SLU_03			NonLin Static	G3_SpTerrKA	1,	
SLU_03			NonLin Static	G3_SpIdro	1,	
SLU_04	Linear Add	No	NonLin Static	G1	1,	None
SLU_04			NonLin Static	G2_Terreno	0,8	
SLU_04			NonLin Static	G2_ArcRov	1,5	
SLU_04			NonLin Static	G3_SpTerrKA	1,3	
SLU_04			NonLin Static	G3_SpIdro	1,3	
SLE-F_K0	Linear Add	No	NonLin Static	G1	1,	None
SLE-F_K0			NonLin Static	G2_Terreno	1,	
SLE-F_K0			NonLin Static	G2_ArcRov	1,	
SLE-F_K0			NonLin Static	G3_SpTerrK0	1,	
SLE-F_K0			NonLin Static	G3_SpIdro	1,	
SLE-F_K0			NonLin Static	Q_TraffSovr	0,75	
SLE-F_K0			NonLin Static	Q_TraffSovrK0	0,75	
SLE-F_K0			NonLin Static	Q_TraffArcRov	0,75	
SLE-F_KA	Linear Add	No	NonLin Static	G1	1,	None
SLE-F_KA			NonLin Static	G2_Terreno	1,	
SLE-F_KA			NonLin Static	G2_ArcRov	1,	

PROGETTAZIONE ATI:

GALLERIA MERCATELLO 2: RELAZIONE DI CALCOLO GALLERIA ARTIFICIALE

SLE-F_KA			NonLin	Static	G3_SpTerrKA	1,		
SLE-F_KA			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,		
SLE-F_KA			NonLin	Static	Q_TraffSovr	0,75		
SLE-F_KA			NonLin	Static	Q_TraffSovrKA	0,75		
SLE-F_KA			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	0,75		
SLE-Q_K0	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,		None
SLE-Q_K0			NonLin	Static	G2_Terreno	1,		
SLE-Q_K0			NonLin	Static	G2_ArcRov	1,		
SLE-Q_K0			NonLin	Static	G3_SpTerrK0	1,		
SLE-Q_K0			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,		
SLE-Q_K0			NonLin	Static	Q_TraffSovr	0,		
SLE-Q_K0			NonLin	Static	Q_TraffSovrK0	0,		
SLE-Q_K0			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	0,		
SLE-Q_KA	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,		None
SLE-Q_KA			NonLin	Static	G2_Terreno	1,		
SLE-Q_KA			NonLin	Static	G2_ArcRov	1,		
SLE-Q_KA			NonLin	Static	G3_SpTerrKA	1,		
SLE-Q_KA			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,		
SLE-Q_KA			NonLin	Static	Q_TraffSovr	0,		
SLE-Q_KA			NonLin	Static	Q_TraffSovrKA	0,		
SLE-Q_KA			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	0,		
SLV+_K0	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,		None
SLV+_K0			NonLin	Static	G2_Terreno	1,		
SLV+_K0			NonLin	Static	Sisma_SLV+	1,		
SLV+_K0			NonLin	Static	G2_ArcRov	1,		
SLV+_K0			NonLin	Static	G3_SpTerrK0	1,		
SLV+_K0			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,		
SLV+_K0			NonLin	Static	Q_TraffSovr	0,		
SLV+_K0			NonLin	Static	Q_TraffSovrK0	0,		
SLV+_K0			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	0,		
SLV-_K0	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,		None
SLV-_K0			NonLin	Static	G2_Terreno	1,		
SLV-_K0			NonLin	Static	Sisma_SLV-	1,		
SLV-_K0			NonLin	Static	G2_ArcRov	1,		
SLV-_K0			NonLin	Static	G3_SpTerrK0	1,		
SLV-_K0			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,		
SLV-_K0			NonLin	Static	Q_TraffSovr	0,		
SLV-_K0			NonLin	Static	Q_TraffSovrK0	0,		
SLV-_K0			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	0,		
SLV+_KA	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,		None
SLV+_KA			NonLin	Static	G2_Terreno	1,		
SLV+_KA			NonLin	Static	Sisma_SLV+	1,		
SLV+_KA			NonLin	Static	G2_ArcRov	1,		
SLV+_KA			NonLin	Static	G3_SpTerrKA	1,		
SLV+_KA			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,		
SLV+_KA			NonLin	Static	Q_TraffSovr	0,		
SLV+_KA			NonLin	Static	Q_TraffSovrKA	0,		
SLV+_KA			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	0,		
SLV-_KA	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,		None
SLV-_KA			NonLin	Static	G2_Terreno	1,		
SLV-_KA			NonLin	Static	Sisma_SLV-	1,		
SLV-_KA			NonLin	Static	G2_ArcRov	1,		
SLV-_KA			NonLin	Static	G3_SpTerrKA	1,		
SLV-_KA			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,		
SLV-_KA			NonLin	Static	Q_TraffSovr	0,		
SLV-_KA			NonLin	Static	Q_TraffSovrKA	0,		
SLV-_KA			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	0,		
SLD+_K0	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,		None
SLD+_K0			NonLin	Static	G2_Terreno	1,		
SLD+_K0			NonLin	Static	Sisma_SLD+	1,		
SLD+_K0			NonLin	Static	G2_ArcRov	1,		
SLD+_K0			NonLin	Static	G3_SpTerrK0	1,		
SLD+_K0			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,		
SLD+_K0			NonLin	Static	Q_TraffSovr	0,		
SLD+_K0			NonLin	Static	Q_TraffSovrK0	0,		
SLD+_K0			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	0,		
SLD-_K0	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,		None
SLD-_K0			NonLin	Static	G2_Terreno	1,		
SLD-_K0			NonLin	Static	Sisma_SLD-	1,		
SLD-_K0			NonLin	Static	G2_ArcRov	1,		
SLD-_K0			NonLin	Static	G3_SpTerrK0	1,		
SLD-_K0			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,		
SLD-_K0			NonLin	Static	Q_TraffSovr	0,		
SLD-_K0			NonLin	Static	Q_TraffSovrK0	0,		
SLD-_K0			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	0,		
SLD+_KA	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,		None
SLD+_KA			NonLin	Static	G2_Terreno	1,		
SLD+_KA			NonLin	Static	Sisma_SLD+	1,		
SLD+_KA			NonLin	Static	G2_ArcRov	1,		
SLD+_KA			NonLin	Static	G3_SpTerrKA	1,		
SLD+_KA			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,		
SLD+_KA			NonLin	Static	Q_TraffSovr	0,		
SLD+_KA			NonLin	Static	Q_TraffSovrKA	0,		
SLD+_KA			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	0,		
SLD-_KA	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,		None
SLD-_KA			NonLin	Static	G2_Terreno	1,		
SLD-_KA			NonLin	Static	Sisma_SLD-	1,		
SLD-_KA			NonLin	Static	G2_ArcRov	1,		

PROGETTAZIONE ATI:

SLD_KA			NonLin	Static	G3_SpTerraKA	1,	
SLD_KA			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,	
SLD_KA			NonLin	Static	Q_TraffSovr	0,	
SLD_KA			NonLin	Static	Q_TraffSovrKA	0,	
SLD_KA			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	0,	
SLE-R_K0	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,	None
SLE-R_K0			NonLin	Static	G2_Terreno	1,	
SLE-R_K0			NonLin	Static	G2_ArcRov	1,	
SLE-R_K0			NonLin	Static	G3_SpTerraK0	1,	
SLE-R_K0			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,	
SLE-R_K0			NonLin	Static	Q_TraffSovr	1,	
SLE-R_K0			NonLin	Static	Q_TraffSovrK0	1,	
SLE-R_K0			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	1,	
SLE-R_KA	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,	None
SLE-R_KA			NonLin	Static	G2_Terreno	1,	
SLE-R_KA			NonLin	Static	G2_ArcRov	1,	
SLE-R_KA			NonLin	Static	G3_SpTerraKA	1,	
SLE-R_KA			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,	
SLE-R_KA			NonLin	Static	Q_TraffSovr	1,	
SLE-R_KA			NonLin	Static	Q_TraffSovrKA	1,	
SLE-R_KA			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	1,	
SLE-R_ENV	Envelope	No	Response	Combo	SLE-R_K0	1,	None
SLE-R_ENV			Response	Combo	SLE-R_KA	1,	
SLE-F_ENV	Envelope	No	Response	Combo	SLE-F_K0	1,	None
SLE-F_ENV			Response	Combo	SLE-F_KA	1,	
SLE-Q_ENV	Envelope	No	Response	Combo	SLE-Q_K0	1,	None
SLE-Q_ENV			Response	Combo	SLE-Q_KA	1,	
SLU_05	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,3	None
SLU_05			NonLin	Static	G2_Terreno	1,5	
SLU_05			NonLin	Static	G2_ArcRov	0,8	
SLU_05			NonLin	Static	G3_SpTerraK0	1,	
SLU_05			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,	
SLU_05			NonLin	Static	Q_TraffSovr	1,5	
SLU_05			NonLin	Static	Q_TraffSovrK0	1,	
SLU_05			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	0,	
SLU_06	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,	None
SLU_06			NonLin	Static	G2_Terreno	0,8	
SLU_06			NonLin	Static	G2_ArcRov	1,5	
SLU_06			NonLin	Static	G3_SpTerraK0	1,3	
SLU_06			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,3	
SLU_06			NonLin	Static	Q_TraffSovr	0,	
SLU_06			NonLin	Static	Q_TraffSovrK0	0,	
SLU_06			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	1,5	
SLU_07	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,3	None
SLU_07			NonLin	Static	G2_Terreno	1,5	
SLU_07			NonLin	Static	G2_ArcRov	0,8	
SLU_07			NonLin	Static	G3_SpTerraKA	1,	
SLU_07			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,	
SLU_07			NonLin	Static	Q_TraffSovr	1,5	
SLU_07			NonLin	Static	Q_TraffSovrKA	1,	
SLU_07			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	0,	
SLU_08	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,	None
SLU_08			NonLin	Static	G2_Terreno	0,8	
SLU_08			NonLin	Static	G2_ArcRov	1,5	
SLU_08			NonLin	Static	G3_SpTerraKA	1,3	
SLU_08			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,3	
SLU_08			NonLin	Static	Q_TraffSovr	0,	
SLU_08			NonLin	Static	Q_TraffSovrKA	0,	
SLU_08			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	1,5	
SLU_09	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,3	None
SLU_09			NonLin	Static	G2_Terreno	1,5	
SLU_09			NonLin	Static	G2_ArcRov	0,8	
SLU_09			NonLin	Static	G3_SpTerraK0	1,3	
SLU_09			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,3	
SLU_09			NonLin	Static	Q_TraffSovr	1,5	
SLU_09			NonLin	Static	Q_TraffSovrK0	1,5	
SLU_09			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	0,	
SLU_10	Linear Add	No	NonLin	Static	G1	1,3	None
SLU_10			NonLin	Static	G2_Terreno	1,5	
SLU_10			NonLin	Static	G2_ArcRov	0,8	
SLU_10			NonLin	Static	G3_SpTerraKA	1,3	
SLU_10			NonLin	Static	G3_SpIdro	1,3	
SLU_10			NonLin	Static	Q_TraffSovr	1,5	
SLU_10			NonLin	Static	Q_TraffSovrKA	1,5	
SLU_10			NonLin	Static	Q_TraffArcRov	0,	
SLU_ENV_K0	Envelope	No	Response	Combo	SLU_01	1,	None
SLU_ENV_K0			Response	Combo	SLU_02	1,	
SLU_ENV_K0			Response	Combo	SLU_05	1,	
SLU_ENV_K0			Response	Combo	SLU_06	1,	
SLU_ENV_K0			Response	Combo	SLU_09	1,	
SLU_ENV_KA	Envelope	No	Response	Combo	SLU_03	1,	None
SLU_ENV_KA			Response	Combo	SLU_04	1,	
SLU_ENV_KA			Response	Combo	SLU_07	1,	
SLU_ENV_KA			Response	Combo	SLU_08	1,	
SLU_ENV_KA			Response	Combo	SLU_10	1,	
SLU_ENV_K0+KA	Envelope	No	Response	Combo	SLU_ENV_K0	1,	None
SLU_ENV_K0+KA			Response	Combo	SLU_ENV_KA	1,	
SLV_ENV_K0	Envelope	No	Response	Combo	SLV+_K0	1,	None

PROGETTAZIONE ATI:

GALLERIA MERCATELLO 2: RELAZIONE DI CALCOLO GALLERIA ARTIFICIALE

SLV_ENV_K0			Response	Combo	SLV- K0	1,	
SLV_ENV_KA	Envelope	No	Response	Combo	SLV+ KA	1,	None
SLV_ENV_KA			Response	Combo	SLV- KA	1,	
SLV_ENV_K0+KA	Envelope	No	Response	Combo	SLV_ENV_K0	1,	None
SLV_ENV_K0+KA			Response	Combo	SLV_ENV_KA	1,	
SLD_ENV_K0	Envelope	No	Response	Combo	SLD+ K0	1,	None
SLD_ENV_K0			Response	Combo	SLD- K0	1,	
SLD_ENV_KA	Envelope	No	Response	Combo	SLD+ KA	1,	None
SLD_ENV_KA			Response	Combo	SLD- KA	1,	
SLD_ENV_K0+KA	Envelope	No	Response	Combo	SLD_ENV_K0	1,	None
SLD_ENV_K0+KA			Response	Combo	SLD_ENV_KA	1,	
SLU_SLV_ENV_K0	Envelope	No	Response	Combo	SLU_ENV_K0	1,	None
SLU_SLV_ENV_K0			Response	Combo	SLV_ENV_K0	1,	
SLU_SLV_ENV_KA	Envelope	No	Response	Combo	SLU_ENV_KA	1,	None
SLU_SLV_ENV_KA			Response	Combo	SLV_ENV_KA	1,	
SLU_SLV_ENV_K0+KA	Envelope	No	Response	Combo	SLU_SLV_ENV_K0	1,	None
SLU_SLV_ENV_K0+KA			Response	Combo	SLU_SLV_ENV_KA	1,	
SLE_SLD_ENV_K0	Envelope	No	Response	Combo	SLE-R_ENV	1,	None
SLE_SLD_ENV_K0			Response	Combo	SLD_ENV_K0	1,	
SLE_SLD_ENV_KA	Envelope	No	Response	Combo	SLE-R_ENV	1,	None
SLE_SLD_ENV_KA			Response	Combo	SLD_ENV_KA	1,	
SLE_SLD_ENV_K0+KA	Envelope	No	Response	Combo	SLE-R_ENV	1,	None
SLE_SLD_ENV_K0+KA			Response	Combo	SLD_ENV_K0+KA	1,	

Table: Connectivity - Frame, Part 1 of 2

Frame	JointI	JointJ	IsCurved	Length	CentroidX	CentroidY	CentroidZ
				m	m	m	m
1	1	2	No	1,0079	-7,28004	0,	3,0079
2	2	3	No	2,16	-7,28004	0,	4,59185
3	3	4	No	1,55243	-7,04962	0,	6,41307
4	4	5	No	1,54114	-6,53642	0,	7,87111
5	5	6	No	1,5622	-5,84552	0,	9,25392
6	6	7	No	1,5622	-4,88992	0,	10,47704
7	7	8	No	1,5622	-3,68366	0,	11,45384
8	8	9	No	1,5622	-2,28859	0,	12,13427
9	9	10	No	1,56245	-0,77608	0,	12,48343
10	10	11	No	1,5622	0,77621	0,	12,48343
11	11	12	No	1,5622	2,28859	0,	12,13427
12	12	13	No	1,5622	3,68366	0,	11,45384
13	13	14	No	1,5622	4,88992	0,	10,47704
14	14	15	No	1,5622	5,84552	0,	9,25392
15	15	16	No	1,54114	6,53642	0,	7,87111
16	16	17	No	1,55243	7,04962	0,	6,41307
17	17	18	No	2,16	7,28004	0,	4,59185
18	18	19	No	1,0079	7,28004	0,	3,0079
19	19	20	No	0,7937	6,88319	0,	2,50396
20	20	21	No	0,95568	6,11699	0,	2,20079
21	21	22	No	1,23049	5,231	0,	1,56353
22	22	23	No	1,23049	4,15942	0,	0,96382
23	23	24	No	1,23049	3,02025	0,	0,50529
24	24	25	No	1,23049	1,83201	0,	0,19541
25	25	26	No	1,23049	0,61399	0,	0,03921
26	26	27	No	1,23049	-0,61399	0,	0,03922
27	27	28	No	1,23049	-1,832	0,	0,19544
28	28	29	No	1,23049	-3,02024	0,	0,50535
29	29	30	No	1,23049	-4,1594	0,	0,9639
30	30	31	No	1,23049	-5,23097	0,	1,56364
31	31	32	No	0,95564	-6,11697	0,	2,20084
32	32	1	No	0,7937	-6,88319	0,	2,50396

Table: Frame Loads - Distributed, Part 1 of 3

Frame	LoadPat	CoordSys	Type	Dir	DistType	RelDistA
10	Sisma_SLD-	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
10	Sisma_SLV-	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
10	G2_Terreno	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
10	G3_SpTerrK0	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
11	Sisma_SLD-	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
11	Sisma_SLV-	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
11	G2_Terreno	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
11	G3_SpTerrK0	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
12	Sisma_SLD-	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
12	Sisma_SLV-	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
12	G2_Terreno	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
12	G3_SpTerrK0	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
13	Sisma_SLD-	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
13	Sisma_SLV-	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
13	G2_Terreno	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
13	G3_SpTerrK0	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
14	Sisma_SLD-	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
14	Sisma_SLV-	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
14	G2_Terreno	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
14	G3_SpTerrK0	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
14	G3_SpIdro	Local	Force	Z	RelDist	0,

PROGETTAZIONE ATI:

GALLERIA MERCATELLO 2: RELAZIONE DI CALCOLO GALLERIA ARTIFICIALE

15	Sisma_SLD-	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
15	Sisma_SLV-	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
15	G2_Terreno	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
15	G3_SpTerrK0	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
15	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
16	Sisma_SLD-	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
16	Sisma_SLV-	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
16	G2_Terreno	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
16	G3_SpTerrK0	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
16	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
17	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
18	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
19	G2_ArcRov	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
19	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
9	Sisma_SLD+	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
9	Sisma_SLV+	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
9	G2_Terreno	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
9	G3_SpTerrK0	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
8	Sisma_SLD+	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
8	Sisma_SLV+	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
8	G2_Terreno	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
8	G3_SpTerrK0	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
7	Sisma_SLD+	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
7	Sisma_SLV+	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
7	G2_Terreno	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
7	G3_SpTerrK0	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
6	Sisma_SLD+	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
6	Sisma_SLV+	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
6	G2_Terreno	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
6	G3_SpTerrK0	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
5	Sisma_SLD+	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
5	Sisma_SLV+	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
5	G2_Terreno	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
5	G3_SpTerrK0	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
5	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
4	Sisma_SLD+	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
4	Sisma_SLV+	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
4	G2_Terreno	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
4	G3_SpTerrK0	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
4	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
3	Sisma_SLD+	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
3	Sisma_SLV+	GLOBAL	Force	X Proj	RelDist	0,
3	G2_Terreno	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
3	G3_SpTerrK0	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
3	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
2	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
1	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
32	G2_ArcRov	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
32	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
20	G2_ArcRov	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
20	Q_TraffArcRov	GLOBAL	Force	Z Proj	RelDist	0,
20	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
21	G2_ArcRov	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
21	Q_TraffArcRov	GLOBAL	Force	Z Proj	RelDist	0,
21	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
22	G2_ArcRov	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
22	Q_TraffArcRov	GLOBAL	Force	Z Proj	RelDist	0,
22	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
23	G2_ArcRov	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
23	Q_TraffArcRov	GLOBAL	Force	Z Proj	RelDist	0,
23	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
24	G2_ArcRov	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
24	Q_TraffArcRov	GLOBAL	Force	Z Proj	RelDist	0,
24	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
25	G2_ArcRov	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
25	Q_TraffArcRov	GLOBAL	Force	Z Proj	RelDist	0,
25	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
31	G2_ArcRov	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
31	Q_TraffArcRov	GLOBAL	Force	Z Proj	RelDist	0,
31	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
30	G2_ArcRov	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
30	Q_TraffArcRov	GLOBAL	Force	Z Proj	RelDist	0,
30	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
29	G2_ArcRov	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
29	Q_TraffArcRov	GLOBAL	Force	Z Proj	RelDist	0,
29	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
28	G2_ArcRov	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
28	Q_TraffArcRov	GLOBAL	Force	Z Proj	RelDist	0,
28	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
27	G2_ArcRov	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
27	Q_TraffArcRov	GLOBAL	Force	Z Proj	RelDist	0,
27	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,
26	G2_ArcRov	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0,
26	Q_TraffArcRov	GLOBAL	Force	Z Proj	RelDist	0,
26	G3_SpIdro	Local	Force	2	RelDist	0,

Table: Frame Loads - Distributed, Part 2 of 3

PROGETTAZIONE ATI:

GALLERIA MERCATELLO 2: RELAZIONE DI CALCOLO GALLERIA ARTIFICIALE

Frame	LoadPat	RelDistB	AbsDistA	AbsDistB	FOverLA	FOverLB
			m	m	KN/m	KN/m
10	Sisma_SLD-	1,	0,	1,5622	-37,63	-37,63
10	Sisma_SLV-	1,	0,	1,5622	-81,5	-81,5
10	G2_Terreno	1,	0,	1,5622	-55,75	-62,61
10	G3_SpTerrK0	1,	0,	1,5622	-23,77	-26,7
11	Sisma_SLD-	1,	0,	1,5622	-37,63	-37,63
11	Sisma_SLV-	1,	0,	1,5622	-81,5	-81,5
11	G2_Terreno	1,	0,	1,5622	-62,61	-76,65
11	G3_SpTerrK0	1,	0,	1,5622	-26,7	-32,69
12	Sisma_SLD-	1,	0,	1,5622	-37,63	-37,63
12	Sisma_SLV-	1,	0,	1,5622	-81,5	-81,5
12	G2_Terreno	1,	0,	1,5622	-76,65	-97,16
12	G3_SpTerrK0	1,	0,	1,5622	-32,69	-41,43
13	Sisma_SLD-	1,	0,	1,5622	-37,63	-37,63
13	Sisma_SLV-	1,	0,	1,5622	-81,5	-81,5
13	G2_Terreno	1,	0,	1,5622	-97,16	-123,08
13	G3_SpTerrK0	1,	0,	1,5622	-41,43	-52,48
14	Sisma_SLD-	1,	0,	1,5622	-37,63	-37,63
14	Sisma_SLV-	1,	0,	1,5622	-81,5	-81,5
14	G2_Terreno	1,	0,	1,5622	-123,08	-144,32
14	G3_SpTerrK0	1,	0,	1,5622	-52,48	-61,54
14	G3_SpIdro	1,	0,	1,5622	0,	-9,
15	Sisma_SLD-	1,	0,	1,54114	-37,63	-37,63
15	Sisma_SLV-	1,	0,	1,54114	-81,5	-81,5
15	G2_Terreno	1,	0,	1,54114	-144,32	-160,97
15	G3_SpTerrK0	1,	0,	1,54114	-61,54	-68,64
15	G3_SpIdro	1,	0,	1,54114	-9,	-24,
16	Sisma_SLD-	1,	0,	1,55243	-37,63	-37,63
16	Sisma_SLV-	1,	0,	1,55243	-81,5	-81,5
16	G2_Terreno	1,	0,	1,55243	-160,97	-178,68
16	G3_SpTerrK0	1,	0,	1,55243	-68,64	-76,19
16	G3_SpIdro	1,	0,	1,55243	-24,	-39,
17	G3_SpIdro	1,	0,	2,16	-39,	-60,
18	G3_SpIdro	1,	0,	1,0079	-60,	-80,
19	G2_ArcRov	1,	0,	0,7937	-24,	-24,
19	G3_SpIdro	1,	0,	0,7937	-80,	-80,
9	Sisma_SLD+	1,	0,	1,56245	37,63	37,63
9	Sisma_SLV+	1,	0,	1,56245	81,5	81,5
9	G2_Terreno	1,	0,	1,56245	-56,43	-55,75
9	G3_SpTerrK0	1,	0,	1,56245	-24,06	-23,77
8	Sisma_SLD+	1,	0,	1,5622	37,63	37,63
8	Sisma_SLV+	1,	0,	1,5622	81,5	81,5
8	G2_Terreno	1,	0,	1,5622	-64,6	-56,43
8	G3_SpTerrK0	1,	0,	1,5622	-27,55	-24,06
7	Sisma_SLD+	1,	0,	1,5622	37,63	37,63
7	Sisma_SLV+	1,	0,	1,5622	81,5	81,5
7	G2_Terreno	1,	0,	1,5622	-79,86	-64,6
7	G3_SpTerrK0	1,	0,	1,5622	-34,06	-27,55
6	Sisma_SLD+	1,	0,	1,5622	37,63	37,63
6	Sisma_SLV+	1,	0,	1,5622	81,5	81,5
6	G2_Terreno	1,	0,	1,5622	-101,42	-79,86
6	G3_SpTerrK0	1,	0,	1,5622	-43,25	-34,06
5	Sisma_SLD+	1,	0,	1,5622	37,63	37,63
5	Sisma_SLV+	1,	0,	1,5622	81,5	81,5
5	G2_Terreno	1,	0,	1,5622	-119,4	-101,42
5	G3_SpTerrK0	1,	0,	1,5622	-50,92	-43,25
5	G3_SpIdro	1,	0,	1,5622	-9,	0,
4	Sisma_SLD+	1,	0,	1,54114	37,63	37,63
4	Sisma_SLV+	1,	0,	1,54114	81,5	81,5
4	G2_Terreno	1,	0,	1,54114	-133,44	-119,4
4	G3_SpTerrK0	1,	0,	1,54114	-56,9	-50,92
4	G3_SpIdro	1,	0,	1,54114	-24,	-9,
3	Sisma_SLD+	1,	0,	1,55243	37,63	37,63
3	Sisma_SLV+	1,	0,	1,55243	81,5	81,5
3	G2_Terreno	1,	0,	1,55243	-148,36	-133,44
3	G3_SpTerrK0	1,	0,	1,55243	-63,23	-56,9
3	G3_SpIdro	1,	0,	1,55243	-39,	-24,
2	G3_SpIdro	1,	0,	2,16	-60,	-39,
1	G3_SpIdro	1,	0,	1,0079	-80,	-60,
32	G2_ArcRov	1,	0,	0,7937	-24,	-24,
32	G3_SpIdro	1,	0,	0,7937	-80,	-80,
20	G2_ArcRov	1,	0,	0,95568	-24,	-24,
20	Q_TraffArcRov	1,	0,	0,95568	-20,	-20,
20	G3_SpIdro	1,	0,	0,95568	-80,	-80,
21	G2_ArcRov	1,	0,	1,23049	-54,	-54,
21	Q_TraffArcRov	1,	0,	1,23049	-20,	-20,
21	G3_SpIdro	1,	0,	1,23049	-80,	-87,
22	G2_ArcRov	1,	0,	1,23049	-54,	-54,
22	Q_TraffArcRov	1,	0,	1,23049	-20,	-20,
22	G3_SpIdro	1,	0,	1,23049	-87,	-93,
23	G2_ArcRov	1,	0,	1,23049	-76,	-76,
23	Q_TraffArcRov	1,	0,	1,23049	-20,	-20,
23	G3_SpIdro	1,	0,	1,23049	-93,	-97,
24	G2_ArcRov	1,	0,	1,23049	-76,	-76,
24	Q_TraffArcRov	1,	0,	1,23049	-20,	-20,
24	G3_SpIdro	1,	0,	1,23049	-97,	-99,

PROGETTAZIONE ATI:

GALLERIA MERCATELLO 2: RELAZIONE DI CALCOLO GALLERIA ARTIFICIALE

25	G2_ArcRov	1,	0,	1,23049	-76,	-76,
25	Q_TraffArcRov	1,	0,	1,23049	-20,	-20,
25	G3_SpIdro	1,	0,	1,23049	-99,	-100,
31	G2_ArcRov	1,	0,	0,95564	-24,	-24,
31	Q_TraffArcRov	1,	0,	0,95564	-20,	-20,
31	G3_SpIdro	1,	0,	0,95564	-80,	-80,
30	G2_ArcRov	1,	0,	1,23049	-54,	-54,
30	Q_TraffArcRov	1,	0,	1,23049	-20,	-20,
30	G3_SpIdro	1,	0,	1,23049	-87,	-80,
29	G2_ArcRov	1,	0,	1,23049	-54,	-54,
29	Q_TraffArcRov	1,	0,	1,23049	-20,	-20,
29	G3_SpIdro	1,	0,	1,23049	-93,	-87,
28	G2_ArcRov	1,	0,	1,23049	-76,	-76,
28	Q_TraffArcRov	1,	0,	1,23049	-20,	-20,
28	G3_SpIdro	1,	0,	1,23049	-97,	-93,
27	G2_ArcRov	1,	0,	1,23049	-76,	-76,
27	Q_TraffArcRov	1,	0,	1,23049	-20,	-20,
27	G3_SpIdro	1,	0,	1,23049	-99,	-97,
26	G2_ArcRov	1,	0,	1,23049	-76,	-76,
26	Q_TraffArcRov	1,	0,	1,23049	-20,	-20,
26	G3_SpIdro	1,	0,	1,23049	-100,	-99,

Table: Frame Section Assignments

Frame	SectionType	AutoSelect	AnalSect	DesignSect	MatProp
1	Rectangular	N.A.	Piedritto_B	Piedritto_B	Default
2	Rectangular	N.A.	Piedritto_B	Piedritto_B	Default
3	Rectangular	N.A.	Piedritto_A	Piedritto_A	Default
4	Rectangular	N.A.	Rene	Rene	Default
5	Rectangular	N.A.	Calotta	Calotta	Default
6	Rectangular	N.A.	Calotta	Calotta	Default
7	Rectangular	N.A.	Calotta	Calotta	Default
8	Rectangular	N.A.	Calotta	Calotta	Default
9	Rectangular	N.A.	Calotta	Calotta	Default
10	Rectangular	N.A.	Calotta	Calotta	Default
11	Rectangular	N.A.	Calotta	Calotta	Default
12	Rectangular	N.A.	Calotta	Calotta	Default
13	Rectangular	N.A.	Calotta	Calotta	Default
14	Rectangular	N.A.	Calotta	Calotta	Default
15	Rectangular	N.A.	Rene	Rene	Default
16	Rectangular	N.A.	Piedritto_A	Piedritto_A	Default
17	Rectangular	N.A.	Piedritto_B	Piedritto_B	Default
18	Rectangular	N.A.	Piedritto_B	Piedritto_B	Default
19	Rectangular	N.A.	Piedritto_C	Piedritto_C	Default
20	Rectangular	N.A.	ARovescio	ARovescio	Default
21	Rectangular	N.A.	ARovescio	ARovescio	Default
22	Rectangular	N.A.	ARovescio	ARovescio	Default
23	Rectangular	N.A.	ARovescio	ARovescio	Default
24	Rectangular	N.A.	ARovescio	ARovescio	Default
25	Rectangular	N.A.	ARovescio	ARovescio	Default
26	Rectangular	N.A.	ARovescio	ARovescio	Default
27	Rectangular	N.A.	ARovescio	ARovescio	Default
28	Rectangular	N.A.	ARovescio	ARovescio	Default
29	Rectangular	N.A.	ARovescio	ARovescio	Default
30	Rectangular	N.A.	ARovescio	ARovescio	Default
31	Rectangular	N.A.	ARovescio	ARovescio	Default
32	Rectangular	N.A.	Piedritto_C	Piedritto_C	Default

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 1 of 8

SectionName	Material	Shape	t3	t2	tf	tw
			m	m	m	m
ARovescio	C28/35	Rectangular	1,	1,		
Calotta	C28/35	Rectangular	0,9	1,		
Piedritto_A	C28/35	Rectangular	1,35	1,		
Piedritto_B	C28/35	Rectangular	1,75	1,		
Piedritto_C	C28/35	Rectangular	2,	1,		
Rene	C28/35	Rectangular	0,95	1,		
W18X35	A992Fy50	I/Wide Flange	0,44958	0,1524	0,010795	0,00762

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 2 of 8

SectionName	t2b	tfb	FilletRadius	Area	TorsConst	I33	I22
	m	m	m	m2	m4	m4	m4
ARovescio				1,	0,140833	0,083333	0,083333
Calotta				0,9	0,112752	0,06075	0,075
Piedritto_A				1,35	0,245269	0,205031	0,1125
Piedritto_B				1,75	0,375199	0,446615	0,145833
Piedritto_C				2,	0,45776	0,666667	0,166667
Rene				0,95	0,126355	0,071448	0,079167
W18X35	0,1524	0,010795	0,	0,006645	2,106E-07	0,000212	6,368E-06

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 3 of 8

PROGETTAZIONE ATI:

GALLERIA MERCATELLO 2: RELAZIONE DI CALCOLO GALLERIA ARTIFICIALE

SectionName	I23 m4	AS2 m2	AS3 m2	S33Top m3	S33Bot m3	S22Left m3	S22Right m3
ARovescio	0,	0,833333	0,833333	0,166667	0,166667	0,166667	0,166667
Calotta	0,	0,75	0,75	0,135	0,135	0,15	0,15
Piedritto_A	0,	1,125	1,125	0,30375	0,30375	0,225	0,225
Piedritto_B	0,	1,458333	1,458333	0,510417	0,510417	0,291667	0,291667
Piedritto_C	0,	1,666667	1,666667	0,666667	0,666667	0,333333	0,333333
Rene	0,	0,791667	0,791667	0,150417	0,150417	0,158333	0,158333
W18X35	0,	0,003426	0,002742	0,000944	0,000944	0,000084	0,000084

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 4 of 8

SectionName	Z33 m3	Z22 m3	R33 m	R22 m	CGOffset3 m	CGOffset2 m	EccV2 m
ARovescio	0,25	0,25	0,288675	0,288675	0,	0,	0,
Calotta	0,2025	0,225	0,259808	0,288675	0,	0,	0,
Piedritto_A	0,455625	0,3375	0,389711	0,288675	0,	0,	0,
Piedritto_B	0,765625	0,4375	0,505181	0,288675	0,	0,	0,
Piedritto_C	1,	0,5	0,57735	0,288675	0,	0,	0,
Rene	0,225625	0,2375	0,274241	0,288675	0,	0,	0,
W18X35	0,00109	0,000132	0,178731	0,030957	0,	0,	0,

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 5 of 8

SectionName	EccV3 m	Cw m6	ConcCol	ConcBeam	Color	TotalWt KN	TotalMass KN-s2/m
ARovescio	0,	0,	Yes	No	4259584	355,405	36,24
Calotta	0,	0,	Yes	No	Cyan	351,502	35,84
Piedritto_A	0,	0,	Yes	No	Magenta	104,789	10,69
Piedritto_B	0,	0,	Yes	No	Magenta	277,191	28,27
Piedritto_C	0,	0,	Yes	No	Magenta	79,37	8,09
Rene	0,	0,	Yes	No	Gray4	73,204	7,46
W18X35	0,	0,	No	No	Gray8Dark	0,	0,

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 6 of 8

SectionName	FromFile	AMod	A2Mod	A3Mod	JMod	I2Mod	I3Mod
ARovescio	No	1,	1,	1,	1,	1,	1,
Calotta	No	1,	1,	1,	1,	1,	1,
Piedritto_A	No	1,	1,	1,	1,	1,	1,
Piedritto_B	No	1,	1,	1,	1,	1,	1,
Piedritto_C	No	1,	1,	1,	1,	1,	1,
Rene	No	1,	1,	1,	1,	1,	1,
W18X35	Yes	1,	1,	1,	1,	1,	1,

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 7 of 8

SectionName	MMod	WMod	SectInFile	FileName
ARovescio	1,	1,		
Calotta	1,	1,		
Piedritto_A	1,	1,		
Piedritto_B	1,	1,		
Piedritto_C	1,	1,		
Rene	1,	1,		
W18X35	1,	1,	W18X35 C:\Program Files\Computers and Structures\SAP2000	

24\Sections8.pro

Table: Frame Spring Assignments

Frame	Type	Stiffness KN/m/m	SimpleType	Dir1Type	Dir
10	Simple	2616,	Compression Only	Object Axes	-2
11	Simple	2616,	Compression Only	Object Axes	-2
12	Simple	2616,	Compression Only	Object Axes	-2
13	Simple	2616,	Compression Only	Object Axes	-2
14	Simple	2616,	Compression Only	Object Axes	-2
15	Simple	2616,	Compression Only	Object Axes	-2
16	Simple	2616,	Compression Only	Object Axes	-2
17	Simple	654108,	Compression Only	Object Axes	-2
18	Simple	654108,	Compression Only	Object Axes	-2
19	Simple	128205,	Compression Only	Object Axes	-2
9	Simple	2616,	Compression Only	Object Axes	-2
8	Simple	2616,	Compression Only	Object Axes	-2
7	Simple	2616,	Compression Only	Object Axes	-2
6	Simple	2616,	Compression Only	Object Axes	-2
5	Simple	2616,	Compression Only	Object Axes	-2
4	Simple	2616,	Compression Only	Object Axes	-2
3	Simple	2616,	Compression Only	Object Axes	-2
2	Simple	654108,	Compression Only	Object Axes	-2
1	Simple	654108,	Compression Only	Object Axes	-2

PROGETTAZIONE ATI:

GALLERIA MERCATELLO 2: RELAZIONE DI CALCOLO GALLERIA ARTIFICIALE

32	Simple	128205,	Compression Only	Object Axes	-2
20	Simple	128205,	Compression Only	Object Axes	-2
21	Simple	128205,	Compression Only	Object Axes	-2
22	Simple	128205,	Compression Only	Object Axes	-2
23	Simple	128205,	Compression Only	Object Axes	-2
24	Simple	128205,	Compression Only	Object Axes	-2
25	Simple	128205,	Compression Only	Object Axes	-2
31	Simple	128205,	Compression Only	Object Axes	-2
30	Simple	128205,	Compression Only	Object Axes	-2
29	Simple	128205,	Compression Only	Object Axes	-2
28	Simple	128205,	Compression Only	Object Axes	-2
27	Simple	128205,	Compression Only	Object Axes	-2
26	Simple	128205,	Compression Only	Object Axes	-2

Table: Joint Coordinates, Part 1 of 2

Joint	CoordSys	CoordType	XorR m	Y m	Z m	SpecialJt	GlobalX m
1	GLOBAL	Cartesian	-7,28004	0,	2,50396	No	-7,28004
2	GLOBAL	Cartesian	-7,28004	0,	3,51185	No	-7,28004
3	GLOBAL	Cartesian	-7,28004	0,	5,67185	No	-7,28004
4	GLOBAL	Cartesian	-6,8192	0,	7,1543	No	-6,8192
5	GLOBAL	Cartesian	-6,25365	0,	8,58792	No	-6,25365
6	GLOBAL	Cartesian	-5,4374	0,	9,91992	No	-5,4374
7	GLOBAL	Cartesian	-4,34244	0,	11,03416	No	-4,34244
8	GLOBAL	Cartesian	-3,02489	0,	11,87353	No	-3,02489
9	GLOBAL	Cartesian	-1,55229	0,	12,39501	No	-1,55229
10	GLOBAL	Cartesian	0,00013	0,	12,57185	No	0,00013
11	GLOBAL	Cartesian	1,55229	0,	12,39501	No	1,55229
12	GLOBAL	Cartesian	3,02489	0,	11,87353	No	3,02489
13	GLOBAL	Cartesian	4,34244	0,	11,03416	No	4,34244
14	GLOBAL	Cartesian	5,4374	0,	9,91992	No	5,4374
15	GLOBAL	Cartesian	6,25365	0,	8,58792	No	6,25365
16	GLOBAL	Cartesian	6,8192	0,	7,1543	No	6,8192
17	GLOBAL	Cartesian	7,28004	0,	5,67185	No	7,28004
18	GLOBAL	Cartesian	7,28004	0,	3,51185	No	7,28004
19	GLOBAL	Cartesian	7,28004	0,	2,50396	No	7,28004
20	GLOBAL	Cartesian	6,48634	0,	2,50396	No	6,48634
21	GLOBAL	Cartesian	5,74764	0,	1,89761	No	5,74764
22	GLOBAL	Cartesian	4,71436	0,	1,22946	No	4,71436
23	GLOBAL	Cartesian	3,60448	0,	0,69817	No	3,60448
24	GLOBAL	Cartesian	2,43602	0,	0,3124	No	2,43602
25	GLOBAL	Cartesian	1,22799	0,	0,07841	No	1,22799
26	GLOBAL	Cartesian	0,	0,	0,	No	0,
27	GLOBAL	Cartesian	-1,22799	0,	0,07844	No	-1,22799
28	GLOBAL	Cartesian	-2,43602	0,	0,31245	No	-2,43602
29	GLOBAL	Cartesian	-3,60446	0,	0,69825	No	-3,60446
30	GLOBAL	Cartesian	-4,71434	0,	1,22955	No	-4,71434
31	GLOBAL	Cartesian	-5,7476	0,	1,89773	No	-5,7476
32	GLOBAL	Cartesian	-6,48634	0,	2,50396	No	-6,48634

Table: Link Property Definitions 01 - General, Part 1 of 3

Link	LinkType	Mass KN-s ² /m	Weight KN	RotInert1 KN-m-s ²	RotInert2 KN-m-s ²	RotInert3 KN-m-s ²	DefLength m
LINK1	Linear	0,	0,	0,	0,	0,	1,

Table: Link Property Definitions 01 - General, Part 2 of 3

Link	DefArea m ²	PDM2I	PDM2J	PDM3I	PDM3J	StiffDFact	Color
LINK1	1,	0,	0,	0,	0,	1,	Green

Table: Link Property Definitions 02 - Linear

Link	DOF	Fixed	TransKE KN/m	TransCE KN-s/m
LINK1	U1	No	1,	0,

Table: Load Case Definitions, Part 1 of 3

Case	Type	InitialCond	ModalCase	BaseCase	MassSource	DestypeOpt	DesignType
G1	NonStatic	Zero				Prog Det	Dead
MODAL	LinModal	Zero				Prog Det	Other
forza prova	NonStatic	Zero				Prog Det	Live
G2_Terreno	NonStatic	Zero				Prog Det	Live
G2_ArcRov	NonStatic	Zero				Prog Det	Live
G3_SpTerrK0	NonStatic	Zero				Prog Det	Live
G3_SpTerrKA	NonStatic	Zero				Prog Det	Live
G3_SpIdro	NonStatic	Zero				Prog Det	Live
Q_TraffSovr	NonStatic	Zero				Prog Det	Live
Q_TraffSovrK0	NonStatic	Zero				Prog Det	Live

PROGETTAZIONE ATI:

GALLERIA MERCATELLO 2: RELAZIONE DI CALCOLO GALLERIA ARTIFICIALE

Q_TraffSovrKA	NonStatic	Zero	Prog Det	Live
Q_TraffArcRov	NonStatic	Zero	Prog Det	Live
Sisma_SLV+	NonStatic	G1	Prog Det	Other
Sisma_SLV-	NonStatic	G1	Prog Det	Other
Sisma_SLD+	NonStatic	G1	Prog Det	Other
Sisma_SLD-	NonStatic	Zero	Prog Det	Other

PROGETTAZIONE ATI:

14.2. DATI DI OUTPUT

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m
1	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2543,743	-1475,666	-1,452E-13	0,	-1,375E-13
1	0,50395	SLE-Q_K0	Combination	-2521,696	-1437,87	-1,452E-13	0,	-6,430E-14
1	1,0079	SLE-Q_K0	Combination	-2499,648	-1405,114	-1,452E-13	0,	8,895E-15
2	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2499,648	-354,952	-2,126E-14	0,	-4,488E-14
2	1,08	SLE-Q_K0	Combination	-2452,398	-295,822	-2,126E-14	0,	-2,192E-14
2	2,16	SLE-Q_K0	Combination	-2405,148	-248,032	-2,126E-14	0,	1,040E-15
3	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2490,012	-65,354	0,	0,	0,
3	0,77621	SLE-Q_K0	Combination	-2312,098	17,315	0,	0,	0,
3	1,55243	SLE-Q_K0	Combination	-2142,06	91,714	0,	0,	0,
4	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2144,961	-7,891	0,	0,	0,
4	0,77057	SLE-Q_K0	Combination	-1995,086	66,837	0,	0,	0,
4	1,54114	SLE-Q_K0	Combination	-1852,387	132,955	0,	0,	0,
5	0,	SLE-Q_K0	Combination	-1853,107	-110,416	0,	0,	0,
5	0,7811	SLE-Q_K0	Combination	-1728,96	-29,066	0,	0,	0,
5	1,5622	SLE-Q_K0	Combination	-1613,355	43,535	0,	0,	0,
6	0,	SLE-Q_K0	Combination	-1592,347	-212,092	0,	0,	0,
6	0,7811	SLE-Q_K0	Combination	-1503,496	-124,778	0,	0,	0,
6	1,5622	SLE-Q_K0	Combination	-1423,21	-45,882	0,	0,	0,
7	0,	SLE-Q_K0	Combination	-1390,434	-229,188	0,	0,	0,
7	0,7811	SLE-Q_K0	Combination	-1335,464	-142,904	0,	0,	0,
7	1,5622	SLE-Q_K0	Combination	-1285,063	-63,79	0,	0,	0,
8	0,	SLE-Q_K0	Combination	-1254,528	-195,45	0,	0,	0,
8	0,7811	SLE-Q_K0	Combination	-1225,395	-113,18	0,	0,	0,
8	1,5622	SLE-Q_K0	Combination	-1197,781	-35,202	0,	0,	0,
9	0,	SLE-Q_K0	Combination	-1177,795	-135,695	0,	0,	0,
9	0,78123	SLE-Q_K0	Combination	-1168,71	-55,942	0,	0,	0,
9	1,56245	SLE-Q_K0	Combination	-1159,668	23,435	0,	0,	0,
10	0,	SLE-Q_K0	Combination	-1154,836	-65,858	0,	0,	0,
10	0,7811	SLE-Q_K0	Combination	-1164,074	15,218	0,	0,	0,
10	1,5622	SLE-Q_K0	Combination	-1173,744	100,092	0,	0,	0,
11	0,	SLE-Q_K0	Combination	-1185,822	1,43	0,	0,	0,
11	0,7811	SLE-Q_K0	Combination	-1216,281	87,443	0,	0,	0,
11	1,5622	SLE-Q_K0	Combination	-1249,351	180,829	0,	0,	0,
12	0,	SLE-Q_K0	Combination	-1276,729	50,706	0,	0,	0,
12	0,7811	SLE-Q_K0	Combination	-1335,129	142,376	0,	0,	0,
12	1,5622	SLE-Q_K0	Combination	-1399,668	243,681	0,	0,	0,
13	0,	SLE-Q_K0	Combination	-1435,467	57,923	0,	0,	0,
13	0,7811	SLE-Q_K0	Combination	-1530,363	151,177	0,	0,	0,
13	1,5622	SLE-Q_K0	Combination	-1635,558	254,551	0,	0,	0,
14	0,	SLE-Q_K0	Combination	-1665,009	-11,886	0,	0,	0,
14	0,7811	SLE-Q_K0	Combination	-1801,961	73,796	0,	0,	0,
14	1,5622	SLE-Q_K0	Combination	-1949,004	169,177	0,	0,	0,
15	0,	SLE-Q_K0	Combination	-1957,01	-91,688	0,	0,	0,
15	0,77057	SLE-Q_K0	Combination	-2125,853	-15,257	0,	0,	0,
15	1,54114	SLE-Q_K0	Combination	-2303,208	70,312	0,	0,	0,
16	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2304,507	-41,36	0,	0,	0,
16	0,77621	SLE-Q_K0	Combination	-2504,396	42,319	0,	0,	0,
16	1,55243	SLE-Q_K0	Combination	-2713,647	134,729	0,	0,	0,
17	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2639,292	317,255	0,	0,	0,
17	1,08	SLE-Q_K0	Combination	-2686,542	365,045	0,	0,	0,
17	2,16	SLE-Q_K0	Combination	-2733,792	424,175	0,	0,	0,
18	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2733,792	1381,875	0,	0,	0,
18	0,50395	SLE-Q_K0	Combination	-2755,839	1414,631	0,	0,	0,
18	1,0079	SLE-Q_K0	Combination	-2777,887	1452,427	0,	0,	0,
19	0,	SLE-Q_K0	Combination	-1661,208	-2527,756	-2,640E-13	0,	-1,561E-13
19	0,39685	SLE-Q_K0	Combination	-1661,208	-2525,375	-2,676E-13	0,	-5,058E-14
19	0,7937	SLE-Q_K0	Combination	-1661,208	-2522,994	-2,712E-13	0,	5,634E-14
20	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2738,127	-490,472	-5,538E-14	0,	-7,794E-14
20	0,47784	SLE-Q_K0	Combination	-2752,982	-470,342	-5,760E-14	0,	-5,094E-14
20	0,95568	SLE-Q_K0	Combination	-2767,838	-450,213	-5,982E-14	0,	-2,289E-14
21	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2721,606	-286,54	-2,889E-14	0,	-2,235E-14
21	0,61524	SLE-Q_K0	Combination	-2747,998	-277,059	-3,389E-14	0,	-3,033E-15
21	1,23049	SLE-Q_K0	Combination	-2774,39	-265,424	-3,889E-14	0,	1,936E-14
22	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2747,114	-142,115	-1,070E-14	0,	1,945E-14
22	0,61524	SLE-Q_K0	Combination	-2768,1	-131,506	-1,607E-14	0,	2,769E-14
22	1,23049	SLE-Q_K0	Combination	-2789,085	-119,052	-2,144E-14	0,	3,923E-14
23	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2777,674	-44,533	1,650E-15	0,	3,930E-14
23	0,61524	SLE-Q_K0	Combination	-2797,156	-45,707	-5,576E-15	0,	4,051E-14
23	1,23049	SLE-Q_K0	Combination	-2816,637	-45,65	-1,280E-14	0,	4,616E-14
24	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2812,599	-6,643	6,544E-15	0,	4,620E-14
24	0,61524	SLE-Q_K0	Combination	-2824,415	-7,662	-9,275E-16	0,	4,448E-14
24	1,23049	SLE-Q_K0	Combination	-2836,232	-8,067	-8,399E-15	0,	4,734E-14
25	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2835,929	10,295	8,744E-15	0,	4,737E-14
25	0,61524	SLE-Q_K0	Combination	-2839,888	9,344	1,150E-15	0,	4,432E-14
25	1,23049	SLE-Q_K0	Combination	-2843,848	8,701	-6,445E-15	0,	4,595E-14
26	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2845,413	18,915	9,827E-15	0,	4,595E-14
26	0,61524	SLE-Q_K0	Combination	-2841,452	18,273	2,232E-15	0,	4,224E-14
26	1,23049	SLE-Q_K0	Combination	-2837,491	17,322	-5,362E-15	0,	4,320E-14
27	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2840,545	29,76	1,106E-14	0,	4,318E-14
27	0,61524	SLE-Q_K0	Combination	-2828,727	29,356	3,584E-15	0,	3,868E-14
27	1,23049	SLE-Q_K0	Combination	-2816,909	28,337	-3,887E-15	0,	3,877E-14

PROGETTAZIONE ATI:

GALLERIA MERCATELLO 2: RELAZIONE DI CALCOLO GALLERIA ARTIFICIALE

28	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2822,38	52,721	1,367E-14	0,	3,873E-14
28	0,61524	SLE-Q_K0	Combination	-2802,898	52,778	6,442E-15	0,	3,254E-14
28	1,23049	SLE-Q_K0	Combination	-2783,415	51,605	-7,844E-16	0,	3,080E-14
29	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2793,517	97,979	1,886E-14	0,	3,073E-14
29	0,61524	SLE-Q_K0	Combination	-2772,531	110,433	1,349E-14	0,	2,078E-14
29	1,23049	SLE-Q_K0	Combination	-2751,544	121,043	8,123E-15	0,	1,413E-14
30	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2772,706	197,554	3,058E-14	0,	1,404E-14
30	0,61524	SLE-Q_K0	Combination	-2746,313	209,189	2,558E-14	0,	-3,240E-15
30	1,23049	SLE-Q_K0	Combination	-2719,92	218,671	2,058E-14	0,	-1,744E-14
31	0,	SLE-Q_K0	Combination	-2754,171	321,055	4,400E-14	0,	-1,798E-14
31	0,47782	SLE-Q_K0	Combination	-2739,319	341,181	4,178E-14	0,	-3,848E-14
31	0,95564	SLE-Q_K0	Combination	-2724,466	361,308	3,957E-14	0,	-5,791E-14
32	0,	SLE-Q_K0	Combination	-1754,91	2341,079	2,520E-13	0,	5,591E-14
32	0,39685	SLE-Q_K0	Combination	-1754,91	2343,46	2,484E-13	0,	-4,337E-14
32	0,7937	SLE-Q_K0	Combination	-1754,91	2345,842	2,448E-13	0,	-1,412E-13

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
1	0,	SLE-Q_K0	-2338,9656	1-1	0,
1	0,50395	SLE-Q_K0	-1605,0425	1-1	0,50395
1	1,0079	SLE-Q_K0	-888,8968	1-1	1,0079
2	0,	SLE-Q_K0	-888,8968	2-1	0,
2	1,08	SLE-Q_K0	-538,5002	2-1	1,08
2	2,16	SLE-Q_K0	-245,8403	2-1	2,16
3	0,	SLE-Q_K0	-245,8403	3-1	0,
3	0,77621	SLE-Q_K0	-227,7307	3-1	0,77621
3	1,55243	SLE-Q_K0	-270,5803	3-1	1,55243
4	0,	SLE-Q_K0	-270,5803	4-1	0,
4	0,77057	SLE-Q_K0	-293,8442	4-1	0,77057
4	1,54114	SLE-Q_K0	-371,374	4-1	1,54114
5	0,	SLE-Q_K0	-371,374	5-1	0,
5	0,7811	SLE-Q_K0	-317,4687	5-1	0,7811
5	1,5622	SLE-Q_K0	-323,6892	5-1	1,5622
6	0,	SLE-Q_K0	-323,6892	6-1	0,
6	0,7811	SLE-Q_K0	-192,6723	6-1	0,7811
6	1,5622	SLE-Q_K0	-126,5689	6-1	1,5622
7	0,	SLE-Q_K0	-126,5689	7-1	0,
7	0,7811	SLE-Q_K0	18,2852	7-1	0,7811
7	1,5622	SLE-Q_K0	98,5427	7-1	1,5622
8	0,	SLE-Q_K0	98,5427	8-1	0,
8	0,7811	SLE-Q_K0	218,7993	8-1	0,7811
8	1,5622	SLE-Q_K0	276,4708	8-1	1,5622
9	0,	SLE-Q_K0	276,4708	9-1	0,
9	0,78123	SLE-Q_K0	351,302	9-1	0,78123
9	1,56245	SLE-Q_K0	363,9748	9-1	1,56245
10	0,	SLE-Q_K0	363,9748	10-1	0,
10	0,7811	SLE-Q_K0	383,9997	10-1	0,7811
10	1,5622	SLE-Q_K0	339,2128	10-1	1,5622
11	0,	SLE-Q_K0	339,2128	11-1	0,
11	0,7811	SLE-Q_K0	304,9835	11-1	0,7811
11	1,5622	SLE-Q_K0	200,6897	11-1	1,5622
12	0,	SLE-Q_K0	200,6897	12-1	0,
12	0,7811	SLE-Q_K0	125,9086	12-1	0,7811
12	1,5622	SLE-Q_K0	-24,2391	12-1	1,5622
13	0,	SLE-Q_K0	-24,2391	13-1	0,
13	0,7811	SLE-Q_K0	-105,2445	13-1	0,7811
13	1,5622	SLE-Q_K0	-263,0433	13-1	1,5622
14	0,	SLE-Q_K0	-263,0433	14-1	0,
14	0,7811	SLE-Q_K0	-286,591	14-1	0,7811
14	1,5622	SLE-Q_K0	-380,8531	14-1	1,5622
15	0,	SLE-Q_K0	-380,8531	15-1	0,
15	0,77057	SLE-Q_K0	-339,0619	15-1	0,77057
15	1,54114	SLE-Q_K0	-359,6869	15-1	1,54114
16	0,	SLE-Q_K0	-359,6869	16-1	0,
16	0,77621	SLE-Q_K0	-359,4941	16-1	0,77621
16	1,55243	SLE-Q_K0	-427,6428	16-1	1,55243
17	0,	SLE-Q_K0	-427,6428	17-1	0,
17	1,08	SLE-Q_K0	-795,0641	17-1	1,08
17	2,16	SLE-Q_K0	-1220,222	17-1	2,16
18	0,	SLE-Q_K0	-1220,222	18-1	0,
18	0,50395	SLE-Q_K0	-1924,6564	18-1	0,50395
18	1,0079	SLE-Q_K0	-2646,8683	18-1	1,0079
19	0,	SLE-Q_K0	-2646,8683	19-1	0,
19	0,39685	SLE-Q_K0	-1644,2039	19-1	0,39685
19	0,7937	SLE-Q_K0	-642,4845	19-1	0,7937
20	0,	SLE-Q_K0	-642,4845	20-1	0,
20	0,47784	SLE-Q_K0	-412,9258	20-1	0,47784
20	0,95568	SLE-Q_K0	-192,9857	20-1	0,95568
21	0,	SLE-Q_K0	-192,9857	21-1	0,
21	0,61524	SLE-Q_K0	-19,4997	21-1	0,61524
21	1,23049	SLE-Q_K0	147,4903	21-1	1,23049
22	0,	SLE-Q_K0	147,4903	22-1	0,
22	0,61524	SLE-Q_K0	231,7569	22-1	0,61524
22	1,23049	SLE-Q_K0	308,9288	22-1	1,23049
23	0,	SLE-Q_K0	308,9288	23-1	0,

PROGETTAZIONE ATI:

GALLERIA MERCATELLO 2: RELAZIONE DI CALCOLO GALLERIA ARTIFICIALE

23	0,61524	SLE-Q_K0	336,7516	23-1	0,61524
23	1,23049	SLE-Q_K0	364,9182	23-1	1,23049
24	0,	SLE-Q_K0	364,9182	24-1	0,
24	0,61524	SLE-Q_K0	369,3504	24-1	0,61524
24	1,23049	SLE-Q_K0	374,2204	24-1	1,23049
25	0,	SLE-Q_K0	374,2204	25-1	0,
25	0,61524	SLE-Q_K0	368,1949	25-1	0,61524
25	1,23049	SLE-Q_K0	362,6595	25-1	1,23049
26	0,	SLE-Q_K0	362,6595	26-1	0,
26	0,61524	SLE-Q_K0	351,2038	26-1	0,61524
26	1,23049	SLE-Q_K0	340,2381	26-1	1,23049
27	0,	SLE-Q_K0	340,2381	27-1	0,
27	0,61524	SLE-Q_K0	322,0211	27-1	0,61524
27	1,23049	SLE-Q_K0	304,242	27-1	1,23049
28	0,	SLE-Q_K0	304,242	28-1	0,
28	0,61524	SLE-Q_K0	271,725	28-1	0,61524
28	1,23049	SLE-Q_K0	239,5515	28-1	1,23049
29	0,	SLE-Q_K0	239,5515	29-1	0,
29	0,61524	SLE-Q_K0	175,3447	29-1	0,61524
29	1,23049	SLE-Q_K0	104,0429	29-1	1,23049
30	0,	SLE-Q_K0	104,0429	30-1	0,
30	0,61524	SLE-Q_K0	-21,1905	30-1	0,61524
30	1,23049	SLE-Q_K0	-152,9203	30-1	1,23049
31	0,	SLE-Q_K0	-152,9203	31-1	0,
31	0,47782	SLE-Q_K0	-311,1352	31-1	0,47782
31	0,95564	SLE-Q_K0	-478,9669	31-1	0,95564
32	0,	SLE-Q_K0	-478,9669	32-1	0,
32	0,39685	SLE-Q_K0	-1408,4938	32-1	0,39685
32	0,7937	SLE-Q_K0	-2338,9656	32-1	0,7937

PROGETTAZIONE ATI: