Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben

Opera finanziata con la partecipazione dell'Unione Europea attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee

Ausbau Eisenbahnachse München-Verona

BRENNER BASISTUNNEL

Ausführungsplanung

Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona

GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

Progettazione esecutiva

D0700: Baulos Mauls 2-3	**D0700: Lotto Mules 2-3**
Projekteinheit Gesamtbauwerke Teil 1	**WBS** Opere generali Parte 1
Dokumentenart Statische Berechnung	**Tipo Documento** Calcolo statico
Titel Statische Berechnung CT1/CT2a-T4	**Titolo** Relazione di calcolo CT1/CT2a-T4

RTI 4P Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P
c/o Pro Iter S.r.l., Via G.B. Sammartini 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026787911, Fax: +39 0287152612

Generalplaner / Responsabile integrazioni prestazioni specialistiche
Ing. Enrico Maria Pizzarotti
Ord. Ingg. Milano N° A 29470

Mandataria	*Mandante*	*Mandante*	*Mandante*
PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	PÖYRY	pini swiss engineers	PASQUALI-RAUSA ENGINEERING S.r.l./G.m.b.H.
Fachplaner / il progettista specialista Ing. Enrico Maria Pizzarotti *Ord. Ingg. Milano N° A 29470*	*Fachplaner / il progettista specialista*	*Fachplaner / il progettista specialista*	*Fachplaner / il progettista specialista*

	Datum / Data	Name / Nome	Gesellschaft / Società
Bearbeitet / Elaborato	30.01.2015	Moja	Pro Iter
Geprüft / Verificato	30.01.2015	Rivoltini	Pro Iter

Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE

Name / Nome
R. Zurlo

Name / Nome
K. Bergmeister

Projekt-kilometer / Chilometro progetto	von / da 32.0+88 bis / a 54.0+15 bei / al	Projekt-kilometer / Chilometro opera	von / da 46.7+69 bis / a 54.0+15 bei / al	Status Dokument / Stato documento	Massstab / Scala -

Staat Stato	Los Lotto	Einheit Unità	Nummer Numero	Dokumentenart Tipo Documento	Vertrag Contratto	Nummer Codice	Revision Revisione
02	H61	OP	090	KST	D0700	21051	21

Bearbeitungsstand
Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Modifiche	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
21	Abgabe für Ausschreibung / Emissione per appalto	Rivoltini	30.01.2015
20	Überarbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.14	Rivoltini	04.12.2014
11	Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren / Completamento progetto e recepimento istruttoria	Rivoltini	09.10.2014
10	Endabgabe / Consegna definitiva	Rivoltini	31.07.2014

1 EINFÜHRUNG

Der vorliegende Bericht beinhaltet die Bemessung der Außen- und Innenschalen der Querstollen Typ 1, welche zwischen den Kilometrierungen Km 46+769 und 54.0+15 (Oströhre) konventionell vorgetrieben werden.

Wie aus folgende zusammenfassende Tabelle hervorgeht, sind die innerhalb dieser Strecke realisierten Querstollen 18, von denen 3 (47/3, 48/1 und 48/4) bereits innerhalb des Baulos Mauls I ausgehoben wurden. Insbesondere ist der 48/4 mit einem breiteren Ausbruchquerschnitt als den des Standardquerstollens vorgetrieben und die Endform wird durch den Bau eines Tagbautunnels gegeben sein. Außerdem wird der 49/1, obwohl Stollen des Typs 1, mit einem breiten Querschnitt vorgetrieben um den Durchgang des TBM-Kopfes bei der Baustellenphase zu ermöglichen.

Der gleiche verwendete Querschnitt für den Ausbruch der Querstollen des Typs 1 wird auch für die Strecken der Stollen CT2 47/1 mit reduziertem Querschnitt (CT2a) genutzt.

1 INTRODUZIONE

La seguente relazione riporta il dimensionamento dei rivestimenti, di prima fase e definitivi, dei cunicoli trasversali tipo 1, scavati in tradizionale tra le progr. Km 46+769 e 54.0+15 (Canna Est).

Come si evince dalla seguente tabella riassuntiva, i cunicoli trasversali realizzati all'interno di questa tratta sono 18, di cui 3 (47/3, 48/1 e 48/4) sono già stati scavati all'interno del lotto Mules I. Di questi, il 48/4, in particolare, è stato scavato con una sezione più larga del cunicolo trasversale standard e la configurazione definitiva verrà raggiunta realizzando una galleria artificiale. Inoltre, il 49/1, pur essendo un cunicolo tipo 1, verrà scavato con una sezione larga per permettere il passaggio della testa della TBM in fase di cantiere.

La medesima sezione utilizzata per lo scavo dei cunicoli trasversali tipo 1 è utilizzata anche per le tratte del cunicoli CT2 47/1 a sezione ridotta (CT2a).

CT1	Progr. Est [km]	GL Est	GL Ovest
47/1 (CT2)	47+000	T	T
47/2	47+267	E-T	E-T
47/3	47+601		
48/1	47+934		
48/2	48+267		
48/4	48+909		
49/1	49+229	MA	MAT
49/2	49+590		MA
49/3	49+795		
50/1	50+000		
50/2	50+333		
50/3	50+667		
51/3	51+667		
52/1	52+000		
52/3	52+667	DA	
53/1	53+000	D	DA
53/2	53+333		D
53/4	53+667		

Tabelle 1: Synoptische Tafel der Stollen CT1-CT2a

Tabella 1: Quadro sinottico dei cunicoli CT1-CT2a

Für alle neuen Stollen sieht der vorgesehene Querschnitt für den Aushub in Klasse II (CT1-T2), mit einer maximalen Ausbruchbreite und -höhe (inkl. 5 cm Extraaushub) von jeweils 5.82 m und 5.32 m, radiale Nietungen vor, welche aus Superswellex Pm16, Länge 3.0 m, Querabstand 1.8 m und Längsabstand 1.5 m bestehen. Die Nietung ist auf 90° an der Kappe erstreckt. Im Höchstabstand von 4.5 m (3 Abschläge) von der Ortsbrust ist die Ausführung einer 10 cm (nominal) dicke Spritzbetonschicht der Festigkeitsklasse C30/37, als Abschluss der 5 cm Spritzbeton die vor dem Nietungseinsatz angebracht wurden, vorgesehen.

Per tutti i cunicoli di nuova realizzazione, la sezione prevista per affrontare lo scavo in classe II (CT1-T2), avente una larghezza e un'altezza massima di scavo (compresi 5 cm di extrascavo) rispettivamente di 5.82 m e 5.32 m, prevede chiodature radiali costituite da Superswellex Pm16, lunghezza 3.0 m, con passo trasversale 1.8 m e longitudinale 1.5 m. La chiodatura è estesa su 90° in calotta. Ad una distanza massima di 4.5 m (3 sfondi) dal fronte è prevista la realizzazione di uno strato di 10 cm (nominali) di betoncino proiettato, classe di resistenza C30/37, a completamento dei 5 cm di betoncino messi in opera prima dell'installazione dei chiodi.

Die Innenschale besteht aus Beton der Festigkeitsklasse C30/37 mit variable Stärke von 35 cm in Nähe der Kappe bis zu 41 cm an der Sohlplatte. Diese Stärken sind als nominal zu verstehen, sie entsprechen also 30 und 35 cm mindestens ohne Bau- und Trassierungstoleranz, respektive an Kappe und an Sohlplatte.

Bei den Ausbruchstrecken in Klasse III (Ausbruchquerschnitt CT1-T3) werden die Erstreckung der Nietung an der Kappe von 90° auf 120° (5+6 Nieten) und die Reduzierung der maximalen Bereichslänge von 4.5 auf 3 m, mit unveränderte Erhaltung der anderen Geometrien, vorgesehen.

Bei den Strecken in Klasse II, mit Überdeckungen über 1000m wird ein verstärkter Ausbruchsquerschnitt (CT1-TRb) mit Nietungen des Typs Pm16, Länge 3.0 m, auch an den Widerlagern vorgesehen und Bereiche von maximaler Länge eines Abschlags (1.5 m) geplant. Dieser Ausbruchsquerschnitt ermöglicht es mögliche Rockburst-Phänomene zu begrenzen. Die Geometrien der Schalen ändern sich nicht im Vergleich zu CT1-T2 und CT1-T3.

Um mögliche Bereiche mit einer höheren Veränderungsstufe des Gebirges anzugehen, wird auch ein Ausbruchsquerschnitt in Klasse IV (CT1-T4) vorgesehen, mit einer maximalen Ausbruchbreite und -höhe (inkl. 5 cm Extraaushub) von jeweils 6.22 m und 6.44 m. Der Ausbruchsquerschnitt sieht eine Innenschale vor, welche aus nominalen 25cm Spritzbeton der Festigkeitsklasse C30/37 bestehet, mit Lehrgerüste HEB120 Abstand 0.75 - 1.5 m bewehrt, sowie eine eventuelle Befestigung des Hohlraumumrisses mit Superswellex Pm24 oder Bohrschrauben R38N, Querabstand 0.75 m und Längsabstand 3 m. Es ist außerdem die Möglichkeit der Ausführung von Ortsbrustkonsolidierungen mittels 12 Bohrschrauben R38N, 9 m lang, mit Mindestüberlappung von 3 m, vorgesehen.

Die Innenschale dieser Strecke erweist eine nominale Stärke jeweils an der Kappe und am Gegengewölbe von 40 und 108 cm, welche ohne Toleranzen 35 und 102cm entsprechen. Nur CT2-a auf Höhe des BP47/1 erweist Nominalstärken von 45 und 135 cm jeweils an Kappe und Gegengewölbe.

Gegenstand dieses Berichts ist die Bemessung der Ausbruchquerschnitte CT1-T4 Ausbruchquerschnitte des Querstollens Typ 2 mit reduziertem Querschnitt (CT2-a).

Es wird klargestellt, dass die in diesem Bericht aufgezeigte Querstollenbemessung, vor der Verfügbarkeit der Ergebnisse des Erkundungsstollenausbruchs, in der Strecke unter dem BP47/1, durchgeführt wurde. Der Ausbruch hat ein sich Hinausziehen der geomechanischen Bedingungen, welche die Maulstaler Verwerfung charakterisieren (Gebirge FVM-S-PS und FVM-S-B), hervorgehoben, wobei die vorherige Grenze zwischen tektonisierte Zone der besagten Verwerfung und den

Il rivestimento definitivo è costituito da calcestruzzo C30/37 con spessore variabile da 35 cm in corrispondenza della calotta fino a 41 cm in platea. Tali spessori sono da intendersi come spessori nominali che, al netto delle tolleranze di costruzione e di tracciamento, si traducono in 30 e 35 cm minimi, rispettivamente in calotta e platea.

Nelle tratte di scavo in classe III (sezione CT1-T3) si prevede di estendere la chiodatura in calotta da 90° a 120° (5+6 chiodi) e di ridurre la lunghezza massima dei campi da 4.5 a 3 m, mantenendo invariate tutte le altre geometrie.

Nelle tratte in classe II con coperture maggiori di 1000m è prevista una sezione di scavo (CT1-TRb) rinforzata con chiodature tipo Pm16, lunghezza 3.0 m, anche sui piedritti e con campi di lunghezza massima pari ad uno sfondo (1.5 m). Tale sezione consente di limitare i possibili fenomeni di rockburst. Le geometrie dei rivestimenti non variano rispetto alla CT1-T2 e CT1-T3.

Per affrontare possibili zone con una maggior livello di alterazione dell'ammasso è prevista anche una sezione di scavo in classe IV (CT1-T4), avente una larghezza e un'altezza massima (compresi 10 cm di extrascavo) rispettivamente di 6.22 m e 6.44 m. La sezione prevede un rivestimento di prima fase costituito da 25cm nominali di betoncino proiettato C30/37 armato con centine HEB120 a passo 0.75 - 1.5 m ed un eventuale consolidamento del contorno del cavo mediante Superswellex Pm24 o autoperforanti R38N, passo trasversale 0.75 m e longitudinale 3 m. E' inoltre prevista la possibilità di realizzare dei consolidamenti del fronte mediante 12 autoperforanti R38N lunghi 9 m con sovrapposizione minima di 3 m.

Il rivestimento definitivo di questa tratta presenta una spessore nominale di 40 e 108 cm rispettivamente in calotta e arco rovescio che, al netto delle tolleranze, si traducono in spessori minimi di 35 e 102cm. Solo il CT2-a in corrispondenza del BP 47/1 presenta spessori nominali di 45 e 135 cm rispettivamente in calotta e arco rovescio.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento delle sezioni CT1-T4 e della rispettiva sezione del cunicolo trasversale tipo 2 a sezione ridotta (CT2-a).

Si precisa che il dimensionamento dei cunicoli trasversali, riportato nella presente relazione, è stato condotto prima che fossero rese disponibili le risultanze dello scavo del Cunicolo Esplorativo nella tratta sottostante il BP47/1. Lo scavo ha messo in evidenza un protrarsi delle condizioni geomeccaniche caratterizzanti la zona della faglia della val di Mules (ammassi FVM-S-PS e FVM-S-B), spostando verso nord il precedente limite tra la zona tettonizzata della suddetta faglia e i parascisti (GA-BCA-GS-10g/GA-BCA-A-10g). La nuova caratterizzazione geomeccanica interessa il cunicolo trasversale 47/1 che, sulla

Paraschiefern (GA-BCA-GS-10g/GA-BCA-A-10g) weiter nach Norden verschoben wird. Die neue geomechanische Charakterisierung betrifft den Querstollen 47/1, welcher, aufgrund der oben genannten Ergebnissen, sich innerhalb von Gebirgen (FVM-S-PS und FVM-S-B) mit schlechteren geomechanischen Eigenschaften als die vorhergesehenen befinden wird. In einer nachfolgenden Planungsphase wurden daher ergänzende Berechnungen durchgeführt, welche, aufgezeigt in Kapitel 5.3, den Wirkungsgrad der für den Ausbruchquerschnitt CT2-a-T4 vorgesehenen Maßnahmen auch im Inneren der von der Maulstaler Verwerfung charakterisierten Gebirgen (FVM-S-PS und FVM-S-B) bewiesen.

Zur Schalenbemessung von CT1-T2, CT1-T3, CT1-TRb wird auf den entsprechenden Bericht verwiesen.

base delle sopracitate risultanze, si ritroverà all'interno di ammassi (FVM-S-PS e FVM-S-B), con caratteristiche geomeccaniche peggiori rispetto a quelle previste.

In una fase successiva della progettazione sono state pertanto sviluppate delle analisi integrative, riportate al paragrafi 5.3 che hanno confermato l'efficacia degli interventi previsti per la sezione di scavo CT2-a-T4 anche all'interno degli ammassi caratterizzanti la faglia della val di Mules (FVM-S-PS e FVM-S-B).

Per il dimensionamento dei rivestimenti della CT1-T2, CT1-T3, CT1-TRb si rimanda alla relazione specifica.

2 MATERIALIEN

2.1 SPRITZBETON

Für die Bemessung der Außenschale wird ein Spritzeton der Festigkeitsklasse C30/37 mit folgenden Eigenschaften angenommen:

$$E_{cm} = 32000 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 30.71 \text{ MPa}$$

Wobei:

- E_{cm} = Mittelwert Sekantenmodul
- f_{ck} = charakteristische Druckfestigkeit des Spritzbetons nach 28 Tagen

2.2 LEHRGERÜSTE

Die metallischen Lehrgerüste bestehen aus Stahl S355 mit folgenden Eigenschaften:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$$

Wobei:

- E_s = Elastizitätsmodul
- N_y = Ermüdungslast

2.3 ANKER

Es wird der Einsatz von Anker des Typs Superswellex Pm24 und Bohrschrauben R38N mit folgenden Eigenschaften vorgesehen:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

$$N_y = 200 \text{ kN (Pm24)}$$

$$N_y = 200 \text{ kN (R38N)}$$

Wobei:

- E_s = Elastizitätsmodul
- N_y = Ermüdungslast

2.4 BETON

Für die Bemessung der Innenschale wird ein Beton der Festigkeitsklasse C30/37 mit folgenden Eigenschaften berücksichtigt:

2 MATERIALI

2.1 BETONCINO PROIETTATO

Per il dimensionamento del rivestimento di prima fase in betoncino proiettato si considera un calcestruzzo classe di resistenza C30/37 con le seguenti caratteristiche:

Dove:

- E_{cm} è il valore medio del modulo elastico secante
- f_{ck} è la resistenza caratteristica a compressione del betoncino proiettato a 28 giorni

2.2 CENTINE

Le centine metalliche sono realizzate con acciaio S355 aventi le seguenti caratteristiche:

Dove:

- E_s è il modulo elastico
- f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento

2.3 ANCORAGGI

Si prevede l'utilizzo di ancoraggi tipo Superswellex Pm24 e autoperforanti R38N aventi le seguenti caratteristiche:

Dove:

- E_s è il modulo elastico
- N_y e il carico di snervamento

2.4 CALCESTRUZZO

Per il dimensionamento del rivestimento definitivo si considera un calcestruzzo con classe di resistenza C30/37 con le seguenti caratteristiche:

E_{cm} = 32000 MPa

f_{ck} = 30.71 MPa

Wobei:

- Ecm = Mittelwert Elastizitätsmodul
- fck = charakteristische Druckfestigkeit des Betons nach 28 Tagen

Dove:

- E_{cm} è il valore medio del modulo elastico
- f_{ck} è la resistenza a compressione caratteristica del calcestruzzo dopo 28 giorni

2.5 BEWEHRUNGSSTAHL

Für die Bemessung der Außenschale ist Stahl des Typs B450C heranzuziehen:

2.5 ACCIAIO DA ARMATURA

Per il dimensionamento dell'anello si utilizza l'acciaio tipo B450C:

E_s = 210000 MPa

f_{yk} = 450 MN/m²

wobei:

- E_s = Elastizitätsmodul
- f_{yk} = charakteristischer Wert der Streckgrenze des Stahlbetons

dove:

- E_s è il modulo elastico
- f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento acciaio per cemento armato

3 GEOTECHNISCHES MODELL

3.1 GEOLOGIE UND GEOMECHANIK

Gemäß den geomechanischen und Detailplanungsprofilen [3][4][5][6][7][8][9][10], durchqueren die Haupttunnel 11 geomechanisch homogene Zonen, mit variablen Überdeckungen, die von 255 m bis 1320 m reichen.

3 MODELLO GEOTECNICO

3.1 GEOLOGIA E GEOMECCANICA

In accordo con i profili geomeccanici e progettuali di dettaglio [3][4][5][6][7][8][9][10] i cunicoli trasversali sono ubicati in 11 zone geomeccanicamente omogenee con coperture variabili da 255 m a 1320 m.

CT1	Progr. Est [km]	Zone number	Rock mass name	H [m]
47/1 (CT2)	47+000	-	BCA-GS-10g	590
47/2	47+267	-	FMV-C-Q	430
47/3	47+601	19	TM-T-TM	500
48/1	47+934	20	TM-T-T1	500
48/2	48+267	-	GB-DZ-GA1	700
48/4	48+909	-	Gb-G-GA10	1100
49/1	49+229	26	GB-G-GA-1	1270
49/2	49+590	26	GB-G-GA-1	1270
49/3	49+795	26	GB-G-GA-1	1230
50/1	50+000	26	GB-G-GA-1	1200
50/2	50+333	27	GB-G-GA-2	1250
50/3	50+667	28	GB-G-GA-3	1320
51/3	51+667	29	GB-G-GA-4	1115
52/1	52+000	30	GB-G-GA-5	1050
52/3	52+667	31	GB-G-GA-6	810
53/1	53+000	31	GB-G-GA-6	700
53/2	53+333	31	GB-G-GA-6	490
53/4	53+667	31	GB-G-GA-6	255

Tabelle 2: Geomechanische homogene Zonen

Tabella 2: Zone geomeccaniche omogenee

Wie zuvor angedeutet, haben die Ergebnisse des Erkundungsstollenausbruchs hervorgehoben, dass das Gebirge, benannt BCA-GS-10g, auf Höhe des BP47/1 nicht vorhanden ist, sondern dass weiterhin die Maulstaler Verwerfung mit den FVM-S-PS und FVM-S-B benannten Gebirgen vorkommt, welche durch das Vorhandensein von Glimmerschiefer und Kataklasit charakterisiert sind.

Folgende Tabellen zeigen die geomechanischen Grundparameter, die jede geomechanisch homogene Zone bestimmt

Come precedentemente accennato, le risultanze dello scavo del Cunicolo Esplorativo hanno evidenziato che in corrispondenza del BP47/1 non è presente l'ammasso denominato BCA-GS-10g, ma permane la presenza della faglia della Val di Mules con gli ammassi denominati FVM-S-PS e FVM-S-B, caratterizzati dalla presenza di micascisti e cataclasite.

Le seguenti tabelle riportano i parametri geomeccanci caratteristici di base che caratterizzano ciascuna zona geomeccanicamente omogenea.

Zone number	Rock mass name	Class	GSI	σ_{ci}	mi	Ei	γ
		[-]	[-]	[MPa]	[-]	[MPa]	[KN/m^3]
-	BCA-GS-10g	III	50	72.5	15.5	50550	27.3
-	FMV-C-Q	III	60	50	20	15000	27
19	TM-T-TM	III	40	45	25	20000	27
20	TM-T-T1	II	62	44.5	17	31000	26.8
		III	42	44.5	17	31000	26.8
-	GB-DZ-GA1	III	45	55	30	22500	26
26	GB-G-GA-1	I	85	105.5	22	30950	26.7
		II	65	105.5	22	30950	26.7
		III	45	105.5	22	30950	26.7
27	GB-G-GA-2	III	54	80	20	25500	26.7
28	GB-G-GA-3	I	86	117.5	22	26450	26.7
		II	66	117.5	22	26450	26.7
		III	46	117.5	22	26450	26.7
29	GB-G-GA-4	II	59	81	20	26500	26.7
		III	39	81	20	26500	26.7
30	GB-G-GA-5	I	87	108	22	27000	26.7
		II	67	108	22	27000	26.7
		III	47	108	22	27000	26.7
31	GB-G-GA-6	II	66	108	22	27000	26.7
		III	46	108	22	27000	26.7

Tabelle 3: Charakterisierung des Gebirges jeder homogenen Zone

Tabella 3: Caratterizzazione degli ammassi di ciascuna zona omogenea

Zone number	Rock mass name	Class	GSI	σ_{ci}	mi	Ei	γ
		[-]	[-]	[MPa]	[-]	[MPa]	[KN/m^3]
19bis	FVM-S-PS	IV	52	5	20	30000	27
	FVM-S-B	IV	42	25	23	25000	27

Tabelle 4: Charakterisierung der Gebirge auf Höhe des BP47/1

Tabella 4: Caratterizzazione degli ammassi in corrispondenza del BP47/1

Wobei:

- γ = spezifisches Gewicht des Gebirges
- σci = einaxialen Druckfestigkeit der Gesteinsmatrix
- mi = Krümmungsparameter aus triaxialem Druckversuch des Gebirgsmaterial
- Ei = Verformungsmodul der Gesteinsmatrix
- GSI = *Geological Strength Index*

Die typischen Verformungs- und Festigkeitsparameter jeder Strecke wurden gemäß dem Bruchkriterium nach Hoek & Brown [28] berechnet, welches und im geomechanischem Hauptbericht [1] näher beschrieben wird.

Dove:

- γ è il peso di volume naturale dell'ammasso roccioso.
- σ_{ci} è la resistenza a compressione monoassiale di matrice.
- m_i è un parametro di curvatura dell'inviluppo di rottura triassiale del materiale roccia.
- E_i è il modulo di deformazione di matrice.
- GSI è il *Geological Strength Index.*

I parametri di deformabilità e di resistenza caratteristici di ciascuna tratta sono stati calcolati in accordo al principio di linearizzazione dell'inviluppo di rottura proposto da Hoek & Brown [28] e esplicitato nella relazione geomeccanica generale [1].

Zone number	Rock mass name	Class	Zone max overburden	γ	ϕ_{picco}	ϕ_{res}	c_{picco}	c_{res}	E_{rm}	ψ
		[-]	[m]	[kN/m^3]	[°]	[°]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[°]
-	BCA-GS-10g	III	590	27.3	41.6	33.9	2.3	1.5	15528	5.2
-	FMV-C-Q	III	430	27.0	46.3	36.3	2.1	1.2	7800	8.7
19	TM-T-TM	III	500	27.0	40.4	35.1	1.7	1.2	3193	5.0
20	TM-T-T1	II	500	27.0	43.4	32.9	2.2	1.2	17525	8.7
		III		27.0	37.6	31.8	1.6	1.1	5672	4.7
-	GB-DZ-GA1	III	700	26.0	42.6	36.4	2.5	1.8	5032	5.3
26	GB-G-GA-1	I	1270	26.7	50.9	34.7	9.3	3.2	28678	12.7
		II		26.7	45.9	34.7	5.9	3.2	19552	10.1
		III		26.7	40.2	33.9	4.3	3.0	6922	5.0
27	GB-G-GA-2	III	1250	26.7	40.0	31.6	4.3	2.7	9866	6.0
28	GB-G-GA-3	I	1320	26.7	51.6	35.2	10.4	3.4	24705	12.9
		II		26.7	46.7	35.3	6.5	3.4	17274	10.5
		III		26.7	41.1	34.5	4.7	3.2	6316	5.1
29	GB-G-GA-4	II	1115	26.7	42.4	32.7	4.4	2.6	13178	7.7
		III		26.7	36.6	31.5	3.2	2.3	3951	4.6
30	GB-G-GA-5	I	1050	26.7	52.7	36.3	9.3	2.8	25404	13.2
		II		26.7	48.1	36.4	5.6	2.8	18196	11.1
		III		26.7	42.5	35.6	4.0	2.7	6878	5.3
31	GB-G-GA-6	II	810	26.7	49.7	38.4	4.7	2.4	17633	11.2
		III		26.7	44.2	37.5	3.3	2.3	6447	5.5

Tabelle 5: typische Parameter der Gebirges in den unterschiedlichen Zonen und Klassen

Tabella 5: Parametri caratteristici dell'ammasso nelle diverse zone e classi

Zone number	Rock mass name	Class	Zone max overburden	γ	ϕ_{picco}	ϕ_{res}	c_{picco}	c_{res}	E_{rm}	ψ
		[-]	[m]	[kN/m^3]	[°]	[°]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[°]
19bis	FVM-S-PS	IV	590	27.0	23.8	18.0	0.9	0.6	10374	3.3
	FVM-S-B	IV	590	27.0	34.3	29.0	1.5	1.1	4574	4.3

Tabelle 6: typische Parameter des Gebirges auf Höhe des BP47/1

Tabella 6: Parametri caratteristici dell'ammasso in corrispondenza del BP47/1

Wobei:

- Φ_{picco} = Reibungswinkel am Peak
- Φres = Restreibungswinkel
- cpicco = Kohäsion am Peak
- c_{res} = Restkohäsion
- E_{rm} = Gebirgsmodul
- ψ = Dilatanz

Dove:

- Φ_{picco} è la resistenza al taglio di picco.
- Φ_{res} è la resistenza al taglio residua.
- c_{picco} è la coesione di picco.
- c_{res} è la coesione residua.
- E_{rm} è il modulo d'ammasso.
- ψ è la dilatanza.

4 GEBIRGSVERHALTEN

Die Ermittlung der Gebirgslast, sowie die Ermittlung der Lastableitung von der Außen- auf die Innenschale erfolgt in Abhängigkeit des Gebirgsverhaltens:

- Bei druckhaftem Gebirgsverhalten werden die Gebirgslasten durch die numerische Modellierung der Interaktion zwischen Gebirge und Ausbau ermittelt.
- Bei trennflächendominiertem Gebirgsverhalten ermitteln sich die Gebirgslasten in erster Linie aus der Bruchkörperanalyse.

Zur Einschätzung des Gebirgsverhaltens und zur Differenzierung zwischen den beiden Gebirgsverhalten ist das Kennlinienverfahren anzuwenden.

4.1 ABSCHÄTZUNG DES GEBIRGSVERHALTEN

Zur Abschätzung des Gebirgsverhalten wurde das Kennlinienverfahren eingesetzt.

Beim Kennlinienverfahren wird das wechselseitige Verhältnis, zwischen radialem Druck auf den Umriss des Hohlraums p und radiale Verschiebung u_r (späterhin Konvergenz) auf den Umriss selbst, bestimmt.

Diese Linien wurden hier durch ein elastisch-plastisch bildendes Modell, mit softening und nicht-assoziiertem Fluss des Gebirgsmaterials, laut Mohr-Coulomb, in ihrer von Ribacchi vorgeschlagenen Formulierung [24], trassiert.

Die analysierten Kurven, zur Ermittlung des Verhalten Gebirge-Ausgrabung, sind:

- Radialer Druck - Konvergenz
- Konvergenz - Ortsbrustabstand
- Radialer Druck - Ausdehnung der Plastischen Zone über das Ausbruchprofil hinaus
- Ortsbrustabstand - Ausdehnung der Plastischen Zone über das Ausbruchprofil hinaus
- Ortsbrustabstand - fiktive Ausbruchkräfte (die fiktiven Ausbruchkräfte sind die radialen Drucke, welche prozentuell zum ursprünglichen lithostatischem Druck ausgedrückt werden; durch Anwendung dieser auf die Wände eines zylinderförmigen Hohlraums von unendlicher Länge, werden dieselben radialen Konvergenzen u_r erreichet, die man in einem reellen Hohlraum hat).

Die Kurve "Konvergenz- Ortsbrustabstand" ist durch eine vereinfachte analytische Prozedur ermittelt worden die folgende Relationen benutzt (siehe Nguyen, Minh et al. und [25]):

4 COMPORTAMENTO DELLA ROCCIA

Il calcolo del carico dell'ammasso e il calcolo del trasferimento del carico dal rivestimento esterno al rivestimento definitivo dipendono dal comportamento dell'ammasso:

- In caso di comportamenti dell'ammasso di tipo spingente, i carichi si calcolano tramite modellazione numerica dell'interazione fra ammasso e rivestimento;
- In caso di ammasso altamente fratturato, i carichi si calcolano mediante l'analisi dei blocchi potenzialmente instabili.

Per la valutazione del comportamento dell'ammasso e per la differenziazione tra i due comportamenti si utilizza il metodo delle curve caratteristiche.

4.1 VALUTAZIONE DEL COMPORTAMENTO DELLA ROCCIA

Il metodo utilizzato per la valutazione del comportamento dell'ammasso è il metodo delle linee caratteristiche.

Nelle Linee Caratteristiche viene definito il legame reciproco tra pressione radiale sul contorno del cavo p e spostamento radiale u_r (detto nel seguito convergenza) sul contorno stesso.

In questa sede tali linee sono state tracciate assumendo un modello costitutivo elasto-plastico con softening e flusso non associato del materiale roccia secondo Mohr-Coulomb, nella loro formulazione proposta da Ribacchi [24].

Le curve analizzate per la determinazione del comportamento dell'ammasso roccioso allo scavo sono:

- Pressione Radiale – Convergenza.
- Convergenza – Distanza dal Fronte.
- Pressione Radiale – Estensione della Fascia Plastica oltre il profilo di scavo.
- Distanza dal fronte – Estensione della Fascia Plastica oltre il profilo di scavo.
- Distanza dal Fronte – Forze Fittizie di Scavo (le forze fittizie di scavo sono le pressioni radiali, espresse in percentuale sulla pressione litostatica originaria, che, applicate alle pareti di una cavità cilindrica di lunghezza infinita, consentono di ottenere le stesse convergenze radiali u_r che si hanno nella cavità reale).

La curva "Convergenza – Distanza dal fronte" è stata ricavata attraverso un procedimento analitico semplificato che sfrutta le seguenti relazioni (si vedano Nguyen, Minh et al. e [25]):

$$u_f = 0.3 \cdot u_{inf}$$

$$\frac{c(x)}{c_{inf}} = 1 - \left[\frac{1}{1 + x/(0.84 \cdot R_{inf})}\right]^2$$

wobei:

- u_f = Ortsbrustkonvergenz
- u_{inf} = absolute Konvergenz ins Unendliche
- $c(x) = c_r$ = relative Konvergenz
- c_{inf} = relative Konvergenz ins Unendliche
- x = Ortsbrustabstand
- R_{inf} = plastischer Gesamtradius (ins Unendliche)

Die Kurven "Ortsbrustabstand - fiktive Aushebungskräfte" und "Ortsbrustabstand - plastischer Streifen" sind per Herausarbeitung von den andren dreien entnommen worden.

In Tabella 7 ist ein Kriterium [26] [27] zur Abschätzung der Ortsbrust in Abhängigkeit der Berechnungsergebnisse aus dem Gebirgskennlinienverfahren dient (Konvergenz an der Ortsbrust und Ausdehnung der plastischen Zone an der Ortsbrust).

dove:

- u_f è la convergenza al fronte
- u_{inf} è la convergenza assoluta all'infinito
- $c(x) = c_r$ è la convergenza relativa
- c_{inf} è la convergenza relativa all'infinito
- x è la distanza dal fronte
- R_{inf} è il raggio plastico totale (all'infinito)

Per quanto riguarda le curve "Distanza dal fronte – Forze Fittizie di scavo" e "Distanza dal fronte - Fascia Plastica", esse sono derivate dalle altre tre per estrapolazione.

In Tabella 7 si riporta un criterio [26] [27] per stimare il comportamento del fronte di scavo in funzione dei risultati delle analisi con le linee caratteristiche (convergenza al fronte e estensione della fascia plastica al fronte).

Fronte stabile Stabile Ortsbrust	Fronte stabile a breve termine Kurzzeitig stabile Ortsbrust	Tendenza all'instabilità del fronte Instabilitätsneigung der Ortsbrust	Fronte instabile Instabile Ortsbrust
$c_f < 1\% R_{scavo}$	$1\% R_{scavo} < c_f < 2\% R_{scavo}$	$2\% R_{scavo} < c_f < 3\% R_{scavo}$	$c_f > 3\% Rscavo$
$F_{pl\,f} << R_{scavo}$	$F_{pl\,f} < R_{scavo}$	$F_{pl\,f} \geq Rscavo$	$F_{pl\,f} >> Rscavo$

Tabelle 7: vorgeschlagene Stabilitätskriterien in [26] [27]; c_f = Ortsbrustkonvergenz; F_{pf} = Umfang des plastischen Streifens an der Ortsbrust; $R_{scavo} = r_{eq}$ = entsprechender Ausbruchsradius.

Tabella 7: Criteri di stabilità proposti in[26] [27]; c_f = convergenza al fronte; F_{pf} = estensione della fascia plastica al fronte; $R_{scavo} = r_{eq}$ = raggio equivalente di scavo.

Die ausgeführten Berechnungen mit dem Kennlinienverfahren berücksichtigen einen Ausbruchradius von 2.90 m. Es wurden auch die Kennlinien der bereits vorgetriebenen Stollen ausgeführt, um das Gebirgsverhalten und demzufolge die erwartete Last auf die neugeplanten Innenschalen auszuwerten.

In Folge ist die Tabelle mit den Hauptergebnissen aufgezeigt:

Le analisi con le Linee Caratteristiche sono state eseguite considerando un raggio di scavo equivalente di 2.90 m. Sono state fatte anche le Linee Caratteristiche dei cunicoli già scavati per valutare il comportamento dell'ammasso e conseguentemente il carico atteso sui rivestimenti definitivi di nuova progettazione

Di seguito è riportata una tabella con i principali risultati:

Zone number	Rock mass name	Class	Zone max overburden	c_f	c_a	c_r	F_{plf}	F_{pla}	c_f/R	F_{plf}/R	c_r/R	F_{pla}/R
		[-]	[m]	[cm]	[cm]	[cm]	[m]	[m]	[%]	[%]	[%]	[%]
-	BCA-GS-10g	III	590	0.25	0.82	0.58	0.00	1.39	0.09%	0.00	0.20%	0.48
-	FMV-C-Q	III	430	0.29	0.97	0.68	0.00	0.86	0.10%	0.00	0.23%	0.30
19	TM-T-TM	III	500	0.98	3.26	2.28	0.00	1.42	0.34%	0.00	0.79%	0.49
20	TM-T-T1	II	500	0.20	0.66	0.46	0.00	1.34	0.07%	0.00	0.16%	0.46
		III		0.72	2.39	1.67	0.16	2.05	0.25%	0.06	0.58%	0.71
-	GB-DZ-GA1	III	700	0.75	2.50	1.75	0.00	1.15	0.26%	0.00	0.60%	0.40
26	GB-G-GA-1	I	1270	0.19	0.62	0.43	0.00	0.37	0.06%	0.00	0.15%	0.13
		II		0.38	1.26	0.88	0.00	0.99	0.13%	0.00	0.30%	0.34
		III		1.22	4.07	2.85	0.00	1.55	0.42%	0.00	0.98%	0.53
27	GB-G-GA-2	III	1250	1.01	3.36	2.36	0.08	1.85	0.35%	0.03	0.81%	0.64
28	GB-G-GA-3	I	1320	0.20	0.67	0.47	0.00	0.24	0.07%	0.00	0.16%	0.08
		II		0.42	1.41	0.98	0.00	0.89	0.15%	0.00	0.34%	0.31
		III		1.32	4.39	3.07	0.00	1.42	0.45%	0.00	1.06%	0.49
29	GB-G-GA-4	II	1115	0.60	1.99	1.40	0.00	1.47	0.21%	0.00	0.48%	0.51
		III		2.38	7.94	5.56	0.26	2.22	0.82%	0.09	1.92%	0.76
30	GB-G-GA-5	I	1050	0.13	0.43	0.30	0.00	0.02	0.04%	0.00	0.10%	0.01
		II		0.29	0.96	0.67	0.00	0.71	0.10%	0.00	0.23%	0.25
		III		0.87	2.92	2.04	0.00	1.20	0.30%	0.00	0.70%	0.41
31	GB-G-GA-6	II	810	0.20	0.67	0.47	0.00	0.50	0.07%	0.00	0.16%	0.17
		III		0.63	2.11	1.48	0.00	0.94	0.22%	0.00	0.51%	0.33

Tabelle 8: Zusammenfassung der Ergebnisse des Kennlinienverfahrens

Tabella 8: Sintesi dei risultati delle linee caratteristiche

Zone number	Rock mass name	Class	Zone max overburden	c_f	c_a	c_r	F_{plf}	F_{pla}	c_f/R	F_{plf}/R	c_r/R	F_{pla}/R
		[-]	[m]	[cm]	[cm]	[cm]	[m]	[m]	[%]	[%]	[%]	[%]
19bis	FVM-S-PS	IV	590	6.71	22.36	15.65	8.76	17.48	2.31%	302.20%	5.40%	602.90%
	FVM-S-B	IV	590	1.46	4.86	3.40	0.72	3.02	0.50%	24.94%	1.17%	104.12%

Tabelle 9: Ergebnisse der Kennlinien auf Höhe des BP47/1

Tabella 9: Risultati delle linee caratteristiche in corrispondenza del BP47/1

Die durchgeführten Berechnungen heben keine Verformungs- und Stabilitätsproblematik hervor; das erwartete Verhalten des Ausbruchs ist substantiell des elastischen Typs, und die Ortsbrust erweist sich als stabil, bei substantieller Erhaltung der maximalen Festigkeitsmerkmale des durchdrungenen Materials.

Nur bei Zone 29 in Klasse III heben die durchgeführten Nachweise ein Zuwachs, jedenfalls unter dem Ausbruchradius, der plastischen Zone hervor und der Konvergenzen; die relative Konvergenz ist in Höhe von 5.5 cm.

Die Parameter dieser letzten Strecke wurden für die Prüfung des Ausbruchquerschnitts CT1-T4 als repräsentativ betrachtet.

Die Parameter der neuen geomechanischen Charakterisierung auf Höhe des BP47/1 erweisen, insbesondere im FVM-S-PS benannten Gebirge, höhere Konvergenzen und plastische Zonen als die, welche durch die Parameter der Zone 29 erhalten wurden. Ergänzend zu den mit den Parametern der Zone 29 (Gebirge GB-G-GA4) durchgeführten Berechnungen, werden daher im Kapitel 5.3 einige Bemerkungen betreffend die

Le analisi effettuate non evidenziano alcuna problematica deformativa e di stabilità; il comportamento del cavo atteso è di tipo sostanzialmente elastico, e il fronte si presenta stabile, conservando sostanzialmente le caratteristiche di massima resistenza del materiale attraversato.

Solo in corrispondenza della zona 29 in classe III le verifiche condotte evidenziano un incremento della fascia plastica, comunque inferiore del raggio di scavo, ed un incremento delle convergenze; la convergenza relativa è dell'ordine dei 5.5 cm.

I parametri di quest'ultima tratta sono stati considerati rappresentativi per la verifica della sezione di scavo CT1-T4.

I parametri della nuova caratterizzazione geomeccanica in corrispondenza del BP47/1 mostrano convergenze e fasce plastiche superiori rispetto a quelle ottenute con i parametri della zona 29, in particolare nell'ammasso denominato FVM-S-PS. Ad integrazione delle analisi svolte con i parametri della zona 29 (ammasso GB-G-GA4), nel paragrafo 5.3 vengono

Zuverlässigkeit der vorgesehenen Maßnahmen für den Ausbruchquerschnitt CT2-a-T4 (BP47/1) aufgezeigt.

pertanto riportate alcune considerazioni in merito all'affidabilità degli interventi previsti per la sezione CT2-a-T4 (BP47/1).

5 AUSSENSCHALE

5.1 ANALYSE DER AUSBRUCHPHASEN

Aus dem Kennlinienverfahren geht hervor, dass die Zone 29 in Klasse III, welche all Bezug zur Bemessung des Ausbruchquerschnitts CT1-T4 gilt, Konvergenzen bzgl. dem Gebirge von 5.5 cm sowie die Bildung einer plastischen Zone von 2m erweist.

Das Ausbruchverhalten und die Gebirgslastanalyse auf den Schalen, auch den Innenschalen, wurden mit dem Finite-Diffrenzen-Programm FLAC durchgeführt. Dieses ermöglicht Lastentwicklung und das spannungs-verformende Verhalten des Gebirges während der einzelnen Bauphasen zu verfolgen.

Modellierung im ebenen Verformungszustand, d.h.:

- Die Definition des geotechnischen Bezug Models das ein Querschnitt zur Tunnelachse darstellt;
- Die Definition des Spannungs-Verformungs-Verhaltens und der Festigkeit des Gebirges ist vom Ausbruch abhängig;
- Die Definition des Spannungszustands im Gebirge, vor dem Tunnelvortrieb ist erforderlich;
- Die einzelnen Ausbruchphasen sowie die entsprechende Ausbruchsicherung werden modelliert.

5.1.1 Der Berechnungskodex

Die Zahlanalysen wurden mit Hilfe des Berechnungsprogramms FLAC 7.0 (Fast Lagrangian Analysis of Continua) durchgeführt, ein Berechnungskodex zur Analyse der Ebenen Probleme, die das mechanische Verhalten von kontinuierlichen Media (Böden, Gebirge) und interagierende Strukturen betrifft. Die Berechnungen wurden entwickelt um das Verhalten des Hohlraums zu analysieren und die Angemessenheit der vorgesehenen Schalen zu kontrollieren

Die Analysenmethode zu den Finite-Differenzen besteht in der Diskretisierung der Differentialgleichungen, die das zu überprüfende physische Problem regieren, indem man den Ableitungen ein Verhältnis innerhalb Finite-Werten substituiert. So gehen Differentialgleichungen in algebraische Gleichungen über, die dann in weiteren Berechnungsschritten zu lösen sind. Der Berechnungsalgorithmus folgt einem ausdrücklichen Lagrange-Schema zur direkten Zeitintegrierung, welches eine leichte (und sehr schnelle) Bearbeitung der nichtlinearen Systeme, mit hohen Verformungen, mit sehr fortgeschrittenen Einsturz- und Instabilitätslagen zulässt. Die Diskretisierung wird durchgeführt indem ein Teil des berücksichtigten Kontinuums mit einem Raster, aus quadratischen Maschen bei denen die

5 RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE

5.1 ANALISI DELLE FASI DI SCAVO

Dall'analisi delle linee caratteristiche, la zona 29 in classe III, presa di riferimento per il dimensionamento della sezione CT1-T4, mostra convergenze relative dell'ammasso dell'ordine di 5.5 cm e la formazione di una fascia plastica di 2m.

Il comportamento allo scavo e l'analisi del carico d'ammasso sui rivestimenti, anche definitivi, è stato condotto mediante il programma alle differenze finite FLAC. Quest'ultimo consente di seguire la storia di carico e il comportamento tensio-deformativo dell'ammasso roccioso durante tutte gli step per la realizzazione dell'opera.

Le analisi, condotte nell'ipotesi di deformazioni piane, comportano:

- La definizione del modello geotecnico di riferimento che rappresenta una sezione trasversale all'asse della galleria;
- La definizione delle leggi sforzo-deformazione e di resistenza dell'ammasso roccioso interessato dagli scavi;
- La definizione dello stato tensionale presente nell'ammasso prima dello scavo della galleria;
- La simulazione delle fasi di scavo e di messa in opera dei sostegni.

5.1.1 Il codice di calcolo

Le analisi numeriche sono svolte utilizzando il programma di calcolo numerico FLAC 7.0 (Fast Lagrangian Analysis of Continua), codice di calcolo per l'analisi di problemi piani riguardanti il comportamento meccanico di mezzi continui (terreni, rocce) e di strutture interagenti. Le analisi sono sviluppate per analizzare il comportamento del cavo e verificare l'adeguatezza dei rivestimenti previsti.

Il metodo di analisi alle differenze finite consiste nella discretizzazione delle equazioni differenziali che governano il problema fisico in esame sostituendo alle derivate un rapporto tra termini finiti. In tal modo le equazioni differenziali si trasformano in equazioni algebriche da risolversi in passi successivi di calcolo. L'algoritmo di calcolo segue uno schema lagrangiano "esplicito" per integrazione diretta nel tempo, in grado di lavorare agevolmente (e molto velocemente) per sistemi non lineari, con grandi deformazioni, con stati di collasso molto avanzati e in condizioni di instabilità. La discretizzazione viene operata sovrapponendo alla porzione di continuo considerata una griglia, a maglie quadrilatere, in cui in corrispondenza dei nodi sono definite le grandezze in gioco. A ciascuna zona si assegnano le proprietà fisiche e meccaniche

Spielgrößen an den Knoten festgelegt sind, überlagert wird. Jeder Zone werden die physischen und mechanischen Eigenschaften zugeordnet die dessen Verhalten bei der Berechnung charakterisieren. Die Scheitel jeder Zone bilden die Rasterknoten, an dessen Koordinaten die Lagrange-Formulierung, zur Analyse des Kontinuums, ausgerichtet ist. Die erste Ableitung einer Funktion, hinsichtlich einer unabhängigen Variablen, kann mit einem Verhältnis zwischen der von der Funktion erlittenen Differenz beim Wechsel von einem Knoten zum angrenzenden, und der entsprechenden Differenz der unabhängigen Variablen ersetzt werden. Für jeden Rasterknoten schätzt man die Masse m, die Resultante der externen Kräfte F_e (Gravitation, externe Lasten, usw.), die Resultante der internen Kräfte F_i ,welche per Integrierung der Kräfte in den vom selben Knoten verbundenen Zonen berechnet werden, und die aus dem Gleichgewicht gebrachten Kraft, die auf den Knoten wirkt F_u (unbalance force $F_u = F_e – F_i$). Um das System im Gleichgewicht zu halten muss die nichtbalancierte Kraft gleich null sein. Im Allgemeinen endet der iterative Prozess wenn die nichtbalancierte Kraft an einen niedrigeren Wert als den der festgelegten Toleranz gelangt.

5.1.2 Analysierte Ausbruchquerschnitte

Zur Bemessung des Ausbruchquerschnitts CT1-T4 wurden der Ausbruchquerschnitt mit der höchsten Überdeckung (H=1115 m) in der homogenen Strecke 29 (GB-G-GA-4) und die Gebirgsparameter in Klasse III (Tabella 5) berücksichtigt.

5.1.3 Bildendes Gebirgsmodell

Das Gebirge ist als ein kontinuierlich elastisch-plastisches Medium modelliert worden mit einem Festigkeitskriterium des Typs Mohr-Coulomb mit softening und nicht assoziiertem Fließgesetz. Insbesondere sind die elastischen (Verformungsmodul und Poisson-Beiwert), elastisch-plastischen (Reibungswinkel und Peak- und Restkohäsion) und physischen (Dichte) Eigencharakteristika der vom Ausbruch betroffenen Felsen festgelegt worden.

5.1.4 Modellgeometrie und Anfangsspannungslage

Aufgrund der Symmetrie der zu untersuchenden Problemstellung, erstreckt sich das Berechnungsmodell über eine Breite von 100 m ab den Grenzen der Hohlräume und über eine Höhe von 200 m, von denen 100 m unter und 100 m über der Schienenoberkante liegen. Durch die gewählten Modellabmessungen kann davon ausgegangen werden, dass eventuelle Randeinflüsse vernachlässigbar werden. Das Gebirge wurde mittels zweidimensionaler, quadratischer Elemente mit Abmessungen von ca. 200x200 cm diskretisiert. In der Nähe des Tunnels wird die Mesh verdichtet und die Elemente erreichen Abmessungen von ca. 50x50 cm.

che ne caratterizzeranno il comportamento nell'analisi. I vertici di ogni zona costituiscono i nodi della griglia, alle cui coordinate è riferita la formulazione Lagrangiana adottata per l'analisi del continuo. La derivata prima di una funzione, rispetto ad una variabile indipendente, si può sostituire con il rapporto tra la variazione subita dalla funzione nel passare da un nodo ad uno contiguo e la corrispondente variazione della variabile indipendente. Per ogni nodo della griglia si valuta la massa m, la risultante delle forze esterne F_e (gravità, carichi esterni, ecc.), la risultante delle forze interne F_i, calcolata per integrazione degli sforzi nelle zone collegate da uno stesso nodo, e la forza sbilanciata agente sul nodo F_u (unbalance force $F_u = F_e – F_i$); affinché il sistema sia in equilibrio la forza sbilanciata deve essere nulla. In genere, il processo iterativo termina quando la forza sbilanciata arriva ad un valore minore di una tolleranza prestabilita.

5.1.2 Sezioni analizzate

Per il dimensionamento della sezione CT1-T4 si è considerata la sezione con la massima copertura (H=1115 m) nella tratta omogenea 29 (GB-G-GA-4) e i parametri d'ammasso in classe III (Tabella 5).

5.1.3 Modello costitutivo dell'ammasso

L'ammasso è stato modellato come un mezzo continuo elasto-plastico avente criterio di resistenza di tipo Mohr-Coulomb con softening e legge di flusso non associata. In particolare sono state assegnate le caratteristiche elastiche (modulo di deformazione e coefficiente di Poisson), elasto-plastiche (angolo di resistenza al taglio e coesione, di picco e residui) e fisiche (densità) proprie delle rocce interessate dallo scavo.

5.1.4 Geometria del modello e stato tensionale iniziale

Il modello di calcolo, in virtù della simmetria del problema, si estende per 100 m in larghezza e 200 m in altezza, di cui 100 m al di sotto del piano del ferro e 100 m al di sopra di quest'ultimo. Tali limiti sono sufficienti per ritenere trascurabili gli effetti di bordo. L'ammasso è stato discretizzato mediante elementi bidimensionali quadrati di dimensioni pari a circa 200x200 cm, infitti in prossimità della galleria, dove assumono dimensioni pari a circa 50x50 cm.

Le condizioni di vincolo al contorno del modello prevedono spostamenti impediti in entrambe le direzioni lungo il boundary inferiore e spostamenti impediti in direzione orizzontale lungo i boundary verticali. Sul boundary superiore è applicata una

Die gewählten Auflagerbedingungen verhindern Verschiebung in beide Richtungen am unteren Modellrand und blockieren Verschiebungen in horizontaler Richtung an den vertikalen Modelrändern. Am oberen Modellrand wurde ein Druck aufgebracht, welcher der vorhandenen Bodenauflast (von Tunnel bis Geländeoberkante) entspricht.

Der Tunnel hat eine maximale Ausbruchbreite und -höhe (inkl. 10 cm Extraaushub) von jeweils 6.22 m und 6.44 m.

Die Kraftlage vor Ort ist gemäß folgenden Verhältnissen ausgewertet worden:

pressione pari al peso del terreno presente in sito fino alla quota del piano campagna.

La galleria ha una larghezza e un'altezza massima di scavo (compresi 10 cm di extrascavo) rispettivamente di 6.22 m e 6.44 m.

Lo stato di sforzo in sito è stato valutato secondo le seguenti relazioni:

$$\sigma_y = \gamma \cdot z$$

$$\sigma_x = K_0 \cdot \sigma_z$$

Wobei:

- Z = Abstand des allgemeinen Elements von der Geländeoberkante
- K_0 = Beiwert des waagrechten Schubs das gleich 0.75 angenommen ist.

Dove

- Z rappresenta la distanza del generico elemento dal piano campagna
- K_0 è il coefficiente di spinta orizzontale, assunto pari ad 0.75.

5.1.5 Eigenschaften der Außenschale

Folgende Tabelle stellt die Eigenschaften der Außenschale des analysierten Ausbruchquerschnitts da:

5.1.5 Caratteristiche dei rivestimenti di prima fase

La seguente tabella riporta le caratteristiche dei rivestimenti di prima fase della sezione analizzata:

	Betoncino		Armatura I fase	
	Sp. nominale	Sp. Minimo	Tipo	Passo
	[cm]	[cm]	[-]	[m]
CT1-T4	25	20	HEB120	1.5 - 0.75

Tabelle 10: Eigenschaften der Außenschale CT1-T4

Tabella 10: Caratteristiche rivestimenti di prima fase CT1-T4

Bei der Modellierung der Außenschale wurde dem Spritzbeton ein elastisches Modul von 15GPa angewandt, um die Reifezeit des Betons im Verhältnis zum Ortsbrustabstand zu erfassen.

Nella modellazione del rivestimento di prima fase al betoncino proiettato è stato assegnato un modulo elastico di 15GPa per considerare il tempo di maturazione del cls in funzione della distanze dal fronte.

5.1.6 Laststufe

Nach einer ersten Phase der Modellinitialisierung, zur Berechnung des Ausgangsgleichgewichts, wird die Tunnelausbruch mittels Trägheits-Kräften des Ausbruchs simuliert (späterhin TKA). Der Prozentsatz dieser Kräfte an der Ortsbrust (24%) und vor Errichtung der Außenschale wurde aufgrund der Ergebnisse des Kennlinienverfahrens bestimmt.

5.1.6 Step di carico

Dopo una prima fase di inizializzazione del modello, necessaria per calcolare l'equilibrio iniziale, lo scavo della galleria viene simulato mediante l'utilizzo delle Forze Fittizie di Scavo, di seguito denominate FFS. La percentuale di tali forze al fronte (24%) e prima del rivestimento di prima fase è definita sulla base dei risultati delle Linee Caratteristiche.

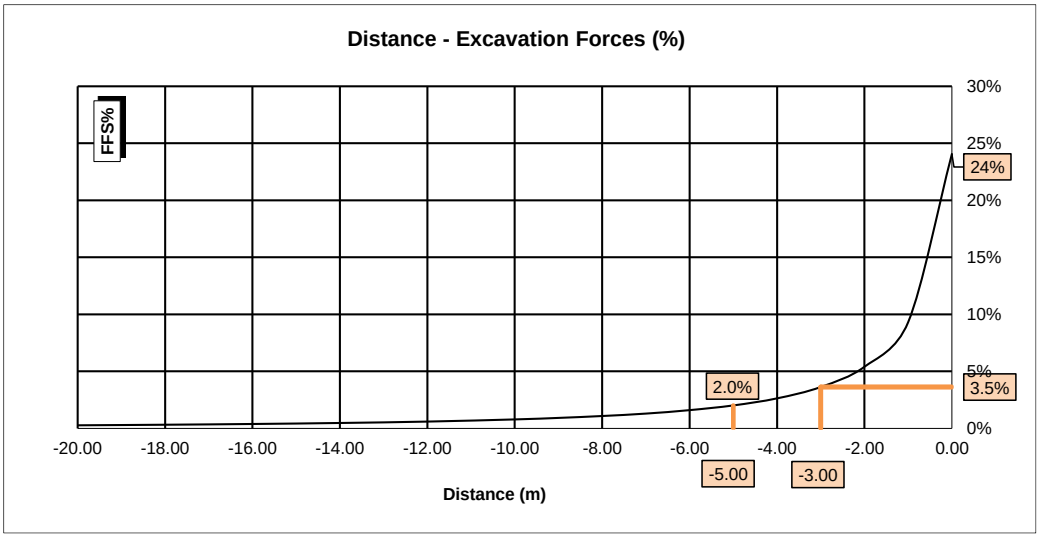


Abbildung 1: TKA an der Ortsbrust und bei Einsetzung der Nietungen

Figura 1: FFS al fronte e all'installazione delle chiodature

Nachfolgend sind die Berechnungsstufen zusammengefasst:

1) Geostatische Ausgangslage mit Bestimmung der Geometrie, der Umgebungslagen, der Stratigraphie und der geostatischen Ausgangsspannungen;

2) Annullierung der Zonen innerhalb der Ausbruchs und Reduktion der TKA bis zum Wert den sie an der Ortsbrust einnehmen (TKA =24%);

3) Reduktion der TKA bis zum Wert den sie bei der Einsetzung der Außenschale einnehmen. Die Berechnung bei nicht gestützter Hohlraumbedingung hat eine relative untere Konvergenz am Extraaushub erwiesen. Vorsichtshalber hat man beschlossen der Außenschale einen variablen Prozentsatz der TKA von 2 bis 3.5% der lithostatischen Ausgangslast anzuwenden. Daher sind zwei Modelle erzeugt worden, einer mit TKA=3.5% und einer mit TKA=2%.

4) Einführung des numerischen Außenstützenmodells HEB120, Abstand 0.75 und 1.5m jeweils an 3.5% und 2% der TKA und Annullierung der TKA (TKA=0%).

5) Entfernung der Außenschale und Simulation der Langzeitkonfiguration mit der Einsetzung der Innenschale. Diese ist mit der Bewehrungsmatte verbunden mittels ein Schnittstellenelement, mit normaler dem Gebirge entsprechende Steifigkeit, und tangentiale Steifigkeit gleich Null. Dieses Schnittstellenelement ermöglicht die Wirkung der Abdichtungsschicht zwischen den zwei Schalen zu berücksichtigen, indem es die tangentialen Spannungen annulliert, darüber hinaus erlaubt es die Drucke, welche auf der Innenschale wirken, zu schätzen.

Di seguito sono riassunti gli step di calcolo:

1) Condizione geostatica iniziale con definizione della geometria, delle condizioni al contorno, della stratigrafia e delle tensioni geostatiche iniziali;

2) Annullamento delle zone all'interno dello scavo e riduzione delle forze FFS, fino al valore che assumono al fronte (FFS=24%);

3) Riduzione delle FFS fino al valore che assumono nel momento dell'installazione del rivestimento di I fase. Le analisi in condizioni di cavità non sostenuta hanno confermato una convergenza relativa inferiore all'extrascavo. Cautelativamente, si è deciso di assegnare al rivestimento di prima fase una percentuale delle FFS variabile dal 2 al 3.5% del carico litostatico iniziale. Sono stati pertanto fatti due modelli, uno con FFS=3.5% e uno con FFS=2%.

4) Introduzione nel modello numerico dei sostegni di I fase, HEB120 a passo 0.75 e 1.5 m rispettivamente al 3.5% e al 2% delle FFS e annullamento delle FFS (FFS=0%).

5) Rimozione del rivestimento di prima fase e simulazione della configurazione a lungo termine con l'installazione del rivestimento definitivo. Quest'ultimo è collegato alla mesh mediante un elemento interfaccia avente rigidezza normale pari a quella dell'ammasso e rigidezza tangenziale nulla. Quest'ultimo elemento, oltre a consentire di valutare le pressioni che agiscono sul rivestimento definitivo, consente di considerare l'effetto del pacchetto di impermeabilizzazione presente tra i due rivestimenti, annullando le tensioni tangenziali.

5.1.7 Nachweisverfahren

Gemäß den NTC 2000 sind die aus dem FDM Modell entnommenen Wirkungen auf die Außenschale um γ_G = 1,30 erhöht und die Widerstände des strukturellen Querschnitts um γ_c = 1,50 reduziert, d.h. γ_s = 1,15.

Die Nachweise ergeben sich als zufriedenstellend wenn folgende Ungleichung verifiziert ist:

Hierbei ist:

- R_d = Bemessungswert Widerstand
- E_d = Bemessungswert Einwirkung

5.1.8 Ergebnisse

Die in Anhang 3 aufgezeigten Berechnungen bestätigen tatsächlich die in Tabella 8 dargestellten Ergebnisse des Kennlinienverfahrens. Die relative Konvergenz bei der Kappe wird, dank der Schalenwirkung, von 5.6 cm auf 3.15 cm reduziert, während die absolute Konvergenz von 7.9 cm auf 5.8 cm sinkt.

Die Plastizität ist in Höhe von 2.0 m.

Der vom Gebirge ausgeübter Druck auf die Innenschale, bei Verfall der Nietungen, ist in Höhe von 500 kPa.

5.2 ANALYSE DER ORTBRUSTSTABILITÄT

5.2.1 Nachweisverfahren

Zur Durchführung der Stabilitätsberechnungen der Ortsbrust werden die charakteristischen Werte der geotechnischen Parameter angewandt und mit folgenden Faktoren reduziert:

Parameter / Parametri	Symbol / Simbolo	Faktor / Fattore
Effektiver Reibungsw inkel / Angolo di attrito effettivo[a]	$\gamma_{\varphi'}$	1.25
effektive Kohäsion / Coesione effettiva	$\gamma_{c'}$	1.25
undrainierte Scherfestigkeit / Resistenza a taglio non drenata	γ_{cu}	1.4
einaxiale Druckfestigkeit / Resistenza a compressione monoassiale	γ_{qu}	1.6
Wichte / Peso specifico	γ_{γ}	1
[a] Dieser Faktor w ird auf tan φ' angew endet / valore applicato alla tangente dell'angolo		

Tabelle 11: Teilsicherheitsfaktoren Ortsbrustnachweis

5.2.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse des Kennlinienverfahrens schließen Instabilitätsphänomene der Ortsbrust für die Gebirge in Klasse II und III aus.

5.1.7 Procedura di verifica

In conformità alle NTC 2008 le azioni ricavate dal modello FDM sul rivestimento di prima fase sono aumentate di γ_G = 1,30 e le resistenze della sezione strutturale sono ridotte di γ_c = 1,50 ovvero γ_s = 1,15.

Le verifiche risultano soddisfatte se è verificata la seguente disuguaglianza:

$$E_d \leq R_d$$

Dove:

- R_d = Valore della resistenza di progetto
- E_d = Valore di progetto dell'effetto delle azioni

5.1.8 Risultati

Le analisi riportate nell'allegato 2 confermano di fatto i risultati delle Linee Caratteristiche esposti in Tabella 8. La convergenza relativa in calotta, grazie all'effetto del rivestimento si riduce da 5.6 cm a 3.15 cm mentre la convergenza assoluta si riduce da 7.9 cm a 5.8 cm.

Le plasticizzazioni sono dell'ordine di 2.0 m.

La pressione esercitata dall'ammasso sul rivestimento definitivo, al decadimento delle chiodature, è dell'ordine dei 500 kPa.

5.2 ANALISI DELLA STABILITÀ DEL FRONTE

5.2.1 Procedura di verifica

Per l'esecuzione dei calcoli di stabilità del fronte vengono applicati i valori caratteristici dei parametri geotecnici ridotti con i seguenti fattori:

Tabella 11: Fattori parziali di sicurezza per la verifica di stabilità del fronte di scavo

5.2.3 Risultati

I risultati delle linee caratteristiche escludono fenomeni di instabilità del fronte di scavo per gli ammassi in classe II e III.

Verifiche più approfondite sono state eseguite per il BP47/1, come illustrato nel prossimo paragrafo.

Eingehendere Überprüfungen, wie im nachfolgenden Kapitel dargestellt, wurden für den BP47/1 durchgeführt.

5.3 VERHALTENSÜBERPRÜFUNG ZUM AUSBRUCH UND BEMESSUNG DES AUSBRUCHQUERSCHNITTS CT2-A (BP47/1) DES GEBIRGES FVM-S-PS

Aus dem Kennlinienverfahren, erweist das Gebirge FVM-S-PS eine Ortsbrustinstabilitätstendenz, mit Konvergenzen an der Ortsbrust in einer Größenordnung von 2.3% des Ausbruchsradius.

Die Vereinbarkeitsüberprüfung der Maßnahmen sowohl die der Gebirgskonsolidierung als auch die der Stützung, welche für den Ausbruchquerschnitt CT2-a-T4 (in den vorhergehenden Kapiteln bemessen) des BP47/1 mit den geomechanischen Parametern des Gebirge FVM-S-PS vorgesehen sind, wurde mittels den Modellen der Finite Differenzen durchgeführt. Insbesondere wurden zwei axialsymmetrische Modelle entwickelt, die in der Lage sind Folgendes nachzubilden:

- Die Kennlinien des nicht gestützten Hohlraums (Radialdruck - Konvergenz)
- Die Kurve Konvergenz- Ortsbrustabstand

Diese Modelle, im Gegensatz zu den in Kapitel 4.1 und Anhang 1 aufgezeigten Kennlinien, erlauben es den Wirkungsgrad der Verfestigungseingriffe zu bewerten. Insbesondere wurden diese Eingriffe durch Übertragung einer Kohäsionserhöhung auf das betroffene Bodenvolumen schematisiert.

5.3.1 Der Berechnungskodex

Die Zahlanalysen sind mit Hilfe des Rechnungsprogramms FLAC 7.0 (Fast Lagrangian Analysis of Continua) durchgeführt, ein Berechnungskodex zur Analyse der Ebenen Probleme die das mechanische Verhalten von kontinuierlichen Media (Böden, Gebirge) und interagierende Strukturen betrifft, wie in Kapitel 5.1.1 beschrieben wird.

5.3.2 Bildendes Gebirgsmodell

Das Gebirge ist als ein kontinuierlich elastisch-plastisches Medium modelliert worden mit einem Festigkeitskriterium des Typs Mohr-Coulomb mit softening und nicht assoziiertem Fließgesetz. Insbesondere sind die elastischen (Verformungsmodul und Poisson-Beiwert), elastisch-plastischen (Reibungswinkel und Peak- und Restkohäsion) und physischen (Dichte) Eigencharakteristika der von der Aushebung betroffenen Felsen festgelegt worden.

5.3 VERIFICA DEL COMPORTAMENTO ALLO SCAVO E DIMENSIONAMETO DELLA SEZIONE CT2-A (BP 47/1) NELL'AMMASSO FVM-S-PS

Dall'analisi delle linee caratteristiche, l'ammasso FVM-S-PS mostra una tendenza all'instabilità del fronte di scavo, con convergenze al fronte dell'ordine del 2.3% del raggio di scavo.

La verifica della compatibilità degli interventi, sia di consolidamento dell'ammasso che di sostegno, previsti per la sezione CT2-a-T4 (dimensionati nei paragrafi precedenti) del BP 47/1 con i parametri geomeccanici dell'ammasso FVM-S-PS, è stata condotta mediante modelli alle differenze finite. In particolare, sono stati elaborati due modelli assialsimmetrici in grado di riprodurre:

- La linea caratteristica della cavità non sostenuta (Pressione radiale - Convergenza)
- La curva Convergenza - Distanza dal fronte

Questi modelli, a differenza delle linee caratteristiche riportate al capitolo 4.1 e in Appendice 1 consentono di valutare l'efficacia degli interventi di consolidamento. In particolare, tali interventi sono stati schematizzati assegnando al volume di terreno interessato un incremento di coesione.

5.3.1 Il codice di calcolo

Le analisi numeriche sono svolte utilizzando il programma di calcolo numerico FLAC 7.0 (Fast Lagrangian Analysis of Continua), codice di calcolo per l'analisi di problemi piani riguardanti il comportamento meccanico di mezzi continui (terreni, rocce) e di strutture interagenti, come descritto al paragrafo 5.1.1.

5.3.2 Modello costitutivo dell'ammasso

L'ammasso è stato modellato come un mezzo continuo elasto-plastico avente criterio di resistenza di tipo Mohr-Coulomb con softening e legge di flusso non associata. In particolare sono state assegnate le caratteristiche elastiche (modulo di deformazione e coefficiente di Poisson), elasto-plastiche (angolo di resistenza al taglio e coesione, di picco e residui) e fisiche (densità) proprie delle rocce interessate dallo scavo.

γ	ϕ_{picco}	ϕ_{res}	c_{picco}	c_{res}	$E_{rm\ (GSI\ picco)}$	ψ
[kN/m^3]	[°]	[°]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[°]
27.0	23.8	18.0	0.932	0.597	10374	3.3

Tabelle 12: Charakteristische Bruchparameter des Gebirge FVM-S-PS Tabella 12: Parametri di rottura caratteristici dell'ammasso FVM-S-PS

5.3.3 Schematisierung der Konsolidierung

Wie zuvor angedeutet, wurden die Konsolidierungen durch Übertragung einer Kohäsionserhöhung Δc auf die betroffenen Zonen schematisiert. Diese Kohäsionserhöhung wurde laut folgendes Verhältnis gewertet:

$$\sigma_3 = \frac{N_y}{A_{inf} \cdot \gamma_s}$$

$$\Delta c = \frac{\sigma_3 \cdot \sqrt{k_p}}{2}$$

wobei:

- σ_3 = Confinementdruck
- N_y = Ermüdungswiderstand der Bohrschrauben
- A_{inf} = Einflussfläche jeder Bohrschraube
- γ_s = Sicherheitskoeffizient (1.15)
- K_p = passiver Druckkoeffizient

Angesichts der Eingriffseigenschaften des Ausbruchquerschnitts CT2-a-T4

- Radialnietungen mit Superswellex Pm24 mit quadratischem Raster 1.5 x 1.5 m;
- Nr. 12 Bohrschrauben R38N an der Ortsbrust,

ergeben sich folgende Parameter:

Contorno				Fronte				
σ_3	Δc	c_{picco}	c_{res}	n. inclusi	σ_3	Δc	c_{picco}	c_{res}
[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
0.077	0.059	0.991	0.656	12	0.169	0.130	1.062	0.727

Tabelle 13: angewandte Parameter für die an Rand und Ortsbrust konsolidierten Zonen

5.3.4 Modell zur Festlegung der Kurve Konvergenz-Ortsbrustabstand

Das benutzte Modell (Figura 2) ist 100 m x 150 m groß; die Wirkung der Überdeckung (590 m) wurde mittels einen lithostatischen Druck entlang der Gitterrostoberfläche schematisiert. Die Maße der Elemente variieren von 25 x 50 cm im Ausbruchbereich bis 2 x 0.5 m im äußersten Bereich; die oberen und unteren Ränder sind in Längsrichtung mittels Wagen gebunden worden.

Die Präsenz der Ortsbrust- und Randkonsolidierungen wurde durch Übertragung der im vorhergehenden Kapitel festgelegten Kohäsionen auf die vor der Abbaufront vorgelagerten Bereiche, auf eine der Mindestüberlappung der Stäbe entsprechenden

5.3.3 Schematizzazione dei consolidamenti

Come precedentemente accennato, i consolidamenti sono stati schematizzati assegnando un incremento di coesione Δc alle zone interessate. Tale incremento è stato valutato secondo la seguente relazione:

dove:

- σ_3 = Pressione di confinamento
- N_y = Resistenza allo snervamento degli autoperforanti
- A_{inf} = Area di influenza di ciascun autoperforante
- γ_s = coefficiente di sicurezza (1.15)
- K_p = coefficiente di spinta passiva

Considerando le caratteristiche degli interventi della sezione CT2-a-T4:

- Chiodature radiali costituite da Superswellex Pm24 a maglia quadrata 1.5 x 1.5 m;
- n°12 autoperforanti R38N sul fronte.

si ricavano i seguenti parametri:

Tabella 13: Parametri adottati per le zone consolidate sul contorno e sul fronte.

5.3.4 Modello per la determinazione della curva Convergenza - Distanza dal fronte

Il modello utilizzato (Figura 2) ha dimensioni di 100 m x 150 m; l'effetto della copertura (590 m) è stato schematizzato mediante una pressione litostatica lungo la superficie della griglia. Gli elementi hanno dimensioni variabili da 25 x 50 cm nell'area di scavo a 2 x 0.5 m nell'area più esterna; i boundary superiori e inferiori sono stati vincolati in direzione longitudinale mediante dei carrelli.

La presenza dei consolidamenti al fronte e al contorno è stata modellata assegnando alle zone antistanti il fronte di scavo, per una lunghezza pari alla sovrapposizione minima delle barre (3m), e sul contorno, per una larghezza di 4.5m, le coesioni

Länge (3 m), und am Rand auf eine Breite von 4.5 m, modelliert. Folgende Abbildung stellt diese Zonen dar.

definite al paragrafo precedente. La seguente figura rappresenta tali zone.

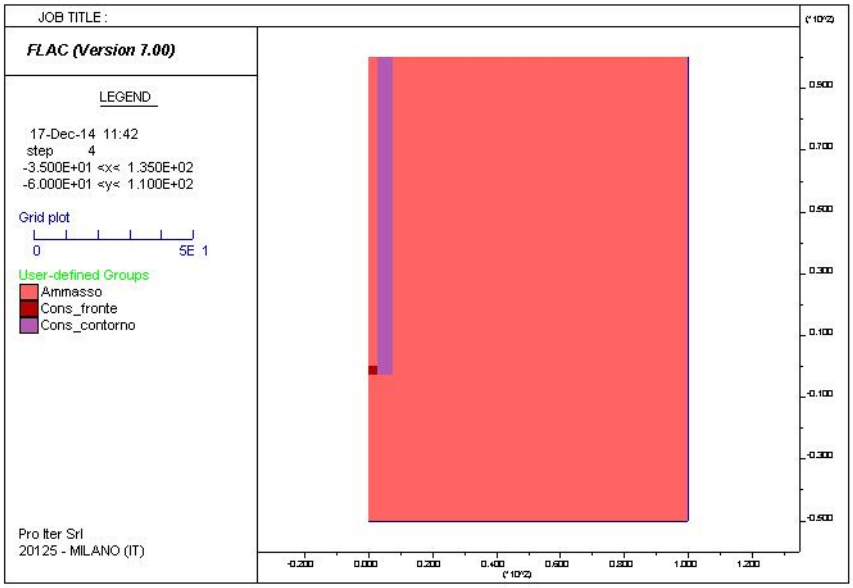


Abbildung 2: Berechnungsmodell

Figura 2: Modello di calcolo

Der Tunnelausbruch wurde durch Annullierung der dem Ausbruch entsprechenden Zonen, und durch Anwendung eines äquivalenten Drucks auf den Rand simuliert. Dieser Druck, ausgehend vom geostatischen Druck, wurde stufenweise bis zu dessen kompletten Annullierung reduziert.

Einst die Konvergenz erreicht, wurden die Verschiebungen in Richtung x aller Konten am Ausbruchrand registriert, wobei die Kurve Konvergenz - Ortsbrustabstand entnommen wurde.

Lo scavo della galleria è stato simulato annullando le zone corrispondenti allo scavo e applicando sul contorno una pressione equivalente. Tale pressione, a partire dalla pressione geostatica, è stata ridotta per step fino al suo completo annullamento.

Raggiunta la convergenza sono stati registrati gli spostamenti in direzione x di tutti i nodi sul contorno dello scavo, ricavando così la curva Convergenza - Distanza dal fronte.

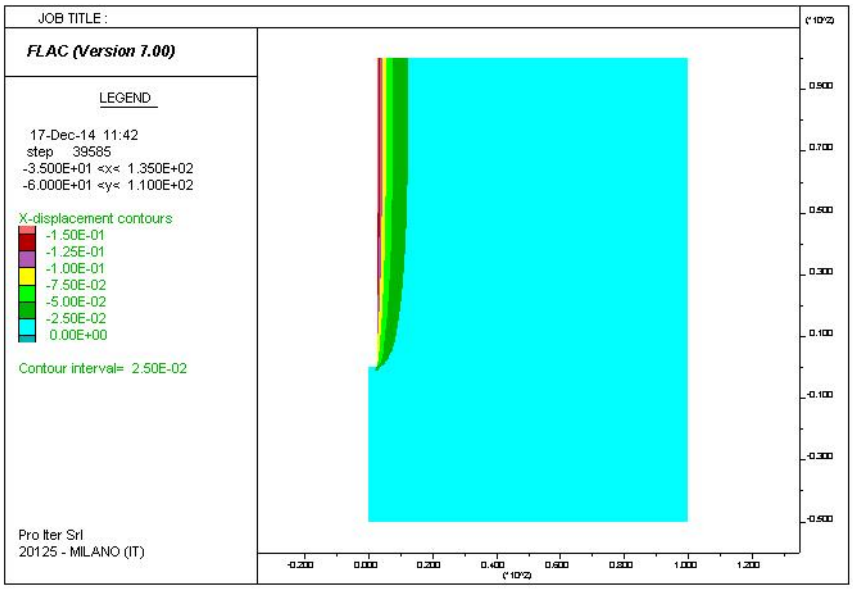


Abbildung 3: horizontale Verschiebung - Modell mit Konsolidierungen

Figura 3: Spostamenti in direzione orizzontale

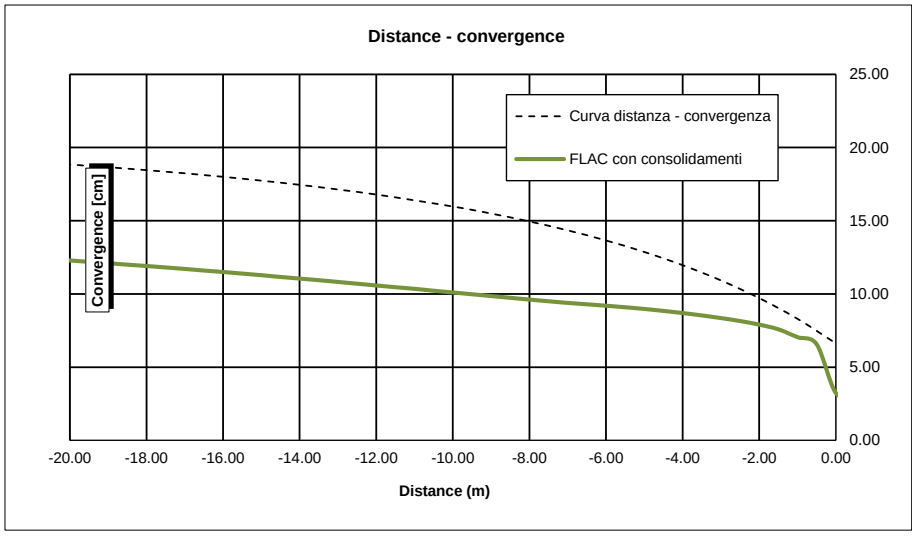


Abbildung 4: Kurve Konvergenz - Ortsbrustabstand

Figura 4: Curva Convergenza - Distanza dal fronte

Aus dem Vergleich der zwei Kurven kann beobachtet werden, wie die vorgesehenen Konsolidierungen die Konvergenzen merklich reduzieren. Die Ortsbrustkonvergenz, insbesondere, reduziert sich auf 3.2 cm, was ungefähr 1% des Ausbruchradius entspricht, wobei die Sicherheit der Ausbruchsphase gewährleistet wird.

Dal confronto delle due curve si può osservare come i consolidamenti previsti riducono sensibilmente le convergenze. La convergenza al fronte, in particolare, si riduce a 3.2 cm, pari a circa l'1% del raggio di scavo, garantendo la sicurezza in fase di scavo.

5.3.5 Modell zur Festlegung der Kurve Radialdruck - Konvergenz

Das benutzte Modell (Abbildung 5) ist 100 m x 1 m groß; die Wirkung der Überdeckung (590 m) wurde mittels einen lithostatischen Druck entlang der rechten Rands schematisiert. Die Maße der Elemente sind von 25 x 33 cm im konsolidierten Bereich, dagegen wurde das Gebirge mit 1 x 0.33 m großen

5.3.5 Modello per la determinazione della curva Pressione radiale - Convergenza

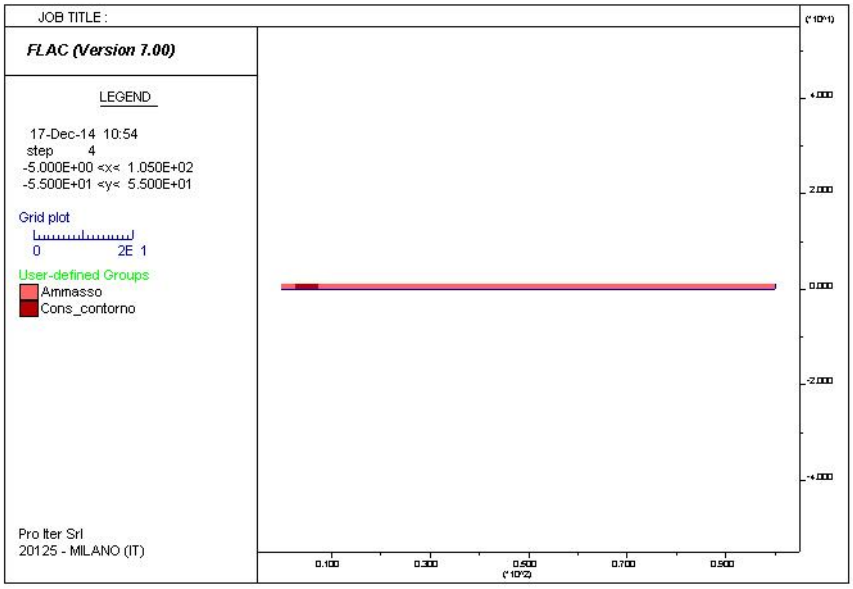
Il modello utilizzato (Figura 5) ha dimensioni di 100 m x 1 m; l'effetto della copertura (590 m) è stato schematizzato mediante una pressione litostatica lungo il boundary di destra. Gli elementi hanno dimensioni di 25 x 33 cm nell'area di scavo e nell'area consolidata mentre l'ammasso è stato

Elementen schematisiert; die oberen und unteren Ränder sind in Längsrichtung mittels Wagen gebunden worden.

Die Präsenz der Radialnietungen wurde durch Übertragung der in Kapitel 5.3.3 bestimmten Kohäsionen, auf den Hohlraumrand, auf eine Breite von 4.5 m, modelliert. Folgende Abbildung stellt diese Zonen dar.

schematizzato con elementi di dimensioni 1 x 0.33 m; i boundary superiori e inferiori sono stati vincolati in direzione longitudinale mediante dei carrelli.

La presenza delle chiodature radiali è stata modellata assegnando alle zone sul contorno del cavo, per una larghezza di 4.5m, le coesioni definite al paragrafo 5.3.3 La seguente figura rappresenta tali zone.



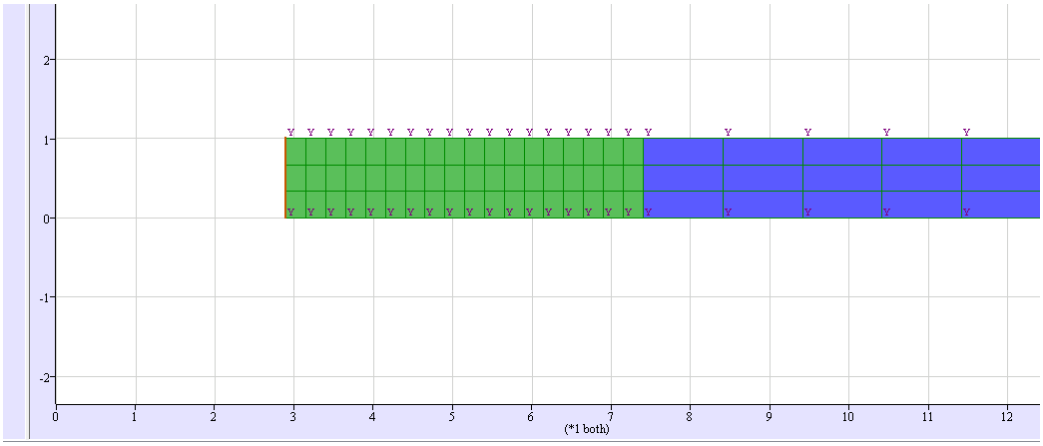


Abbildung 5: Berechnungsmodell

Figura 5: Modello di calcolo

Der Tunnelausbruch wurde durch Annullierung der dem Ausbruch entsprechenden Zonen (x zwischen 0 und 2.90 m), und durch Anwendung eines äquivalenten Drucks auf den Ausbruchrand simuliert. Dieser Druck, ausgehend vom geostatischen Druck, wurde stufenweise bis zu dessen kompletten Annullierung reduziert.

An jeder Entladungsstufe wurde die entsprechende Verschiebung in Richtung x registriert, wobei die Kurve Radialdruck -Konvergenz entnommen wurde.

Lo scavo della galleria è stato simulato annullando le zone corrispondenti allo scavo (x compreso tra 0 e 2.90m) e applicando sul contorno dello scavo una pressione equivalente. Tale pressione, a partire dalla pressione geostatica, è stata ridotta per step fino al suo completo annullamento.

Ad ogni step di scarico si è registrato il corrispondente spostamento in direzione x, ricavando così la curva Pressione radiale - Convergenza.

Dasselbe Modell wurde auch zur Rückverfolgung der analytischen Kurve von Ribacchi ohne Konsolidierungen genutzt.

Il medesimo modello è stato utilizzato anche per ripercorrere la curva analitica di Ribacchi in assenza di consolidamenti.

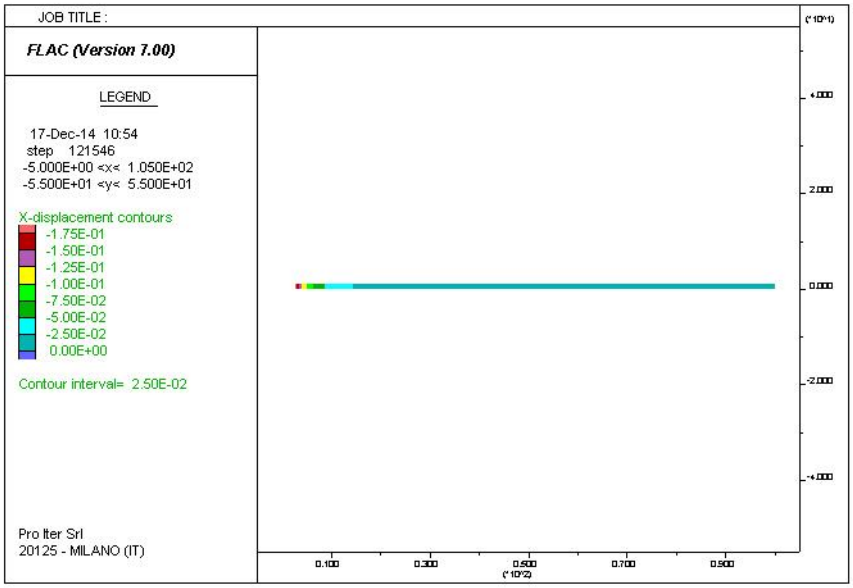


Abbildung 6: Horizontale Verschiebungen - Modell mit Konsolidierungen

Figura 6: Spostamenti in direzione orizzontale - Modello con consolidamenti

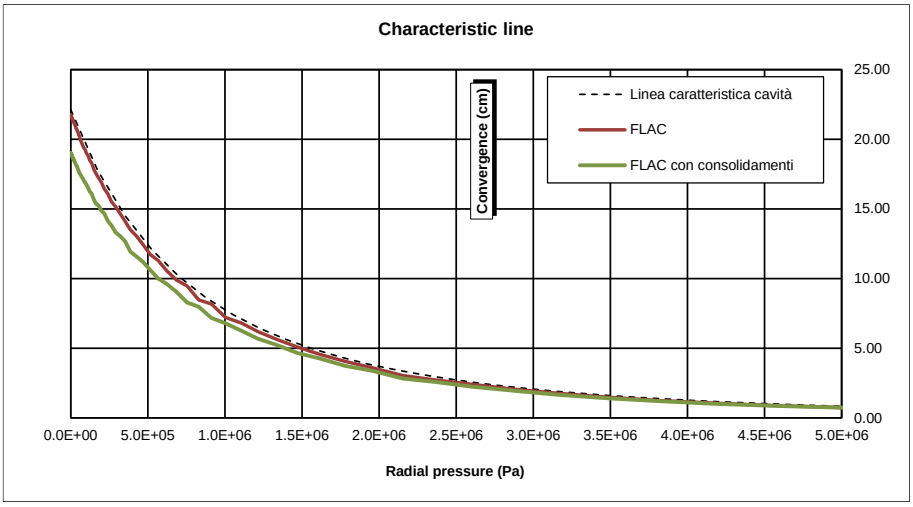


Abbildung 7: Radialdruck - Konvergenz Kurve

Figura 7: Curva Pressione radiale - Convergenza

Aus dem Vergleich der zwei Kurven kann beobachtet werden, dass

- die aus der FLAC Analyse ohne Konsolidierungen entnommene Kurve bildet mit gute Näherung die theoretische Kurve nach.
- die Radialnietungen reduzieren leicht die Konvergenzen.

Dal confronto delle due curve si può osservare che:

- La curva ricavata dall'analisi FLAC in assenza di consolidamenti riproduce con ottima approssimazione la curva teorica.
- Le chiodature radiali sul contorno riducono leggermente le convergenze.

5.3.6 Bemessung der Außenschale

Die Außenschale wurde durch Überlappung der Außenschalenkennlinie auf die Hohlraumkennlinie bemessen.

In Anbetracht einer Schalenbemessung mit dem Kennlinienverfahren, wenn man mit k die elastische Schalensteifigkeit kennzeichnet, wird der elastische Teil der charakteristischen Schalenkurve mittels folgendem Verhältnis ermittelt:

in dem:

- P = auf die Schale wirkender Außendruck;
- k = Schalensteifigkeit;
- u = radiale Verformung oder Verschiebung am Hohlraumrand.

Wenn die Schale aus zwei unterschiedlichen Stützsystemen besteht (z.B. Spritzbeton und Lehrgerüste), empfiehlt die Literatur die Gesamtsteifigkeit des Systems als Summe der einzelnen Steifigkeiten jeder Komponente zu berechnen.

Daher wurden die Steifigkeiten der Schalenkomponente durch die Verwendung folgende Formeln (mit Annahme der kreisförmigen Spritzbetonschale). Für den Spritzbeton wurde dieses Verhältnis genutzt:

wobei:

- E_c = Elastizitätsmodul des Betons;
- ν_c = Poisson-Modul des Betons;
- R_i = Ausbruchradius;
- s_c = Stärke des Spritzbetonrings;

hingegen wurde für die Lehrgerüste dieser Ausdruck genutzt:

bei dem:

- k_s = Steifigkeit der Lehrgerüste;
- R_s = entsprechender Radius des Lehrgerüsts;

5.3.6 Dimensionamento dei rivestimenti di prima fase

Il rivestimento di prima fase è stato dimensionato sovrapponendo alla linea caratteristica della cavità, la linea caratteristiche del rivestimento di prima fase.

Nell'ottica di un dimensionamento dei rivestimenti con il metodo delle linee caratteristiche, se si indica con k la rigidezza elastica del rivestimento, la parte elastica della curva caratteristica del rivestimento è individuata dalla seguente relazione:

$$P = k \cdot u$$

in cui:

- P è la pressione esterna agente sul rivestimento;
- k è la rigidezza del rivestimento;
- u è la deformazione o spostamento radiale al contorno della cavità.

Quando il rivestimento è costituito da due sistemi distinti di sostegno (ad esempio, calcestruzzo proiettato e centine), la letteratura suggerisce di calcolare la rigidezza complessiva dell'intero sistema come somma delle singole rigidezze di ciascun componente.

Si sono dunque calcolate le rigidezze dei componenti del rivestimento, attraverso l'impiego delle seguenti formule (con l'ipotesi di forma circolare del rivestimento in calcestruzzo proiettato). Per il calcestruzzo proiettato si è utilizzata la relazione:

$$k_c = \frac{E_c \cdot \left(R_i^2 - (R_i - s_c)^2\right)}{(1 + \nu_c) \cdot R_i \cdot \left((1 - 2\nu_c) \cdot R_i^2 + (R_i - s_c)^2\right)}$$

dove:

- E_c è il modulo elastico del calcestruzzo;
- ν_c è il modulo di Poisson del calcestruzzo;
- R_i è il raggio di scavo;
- s_c è lo spessore dell'anello di calcestruzzo proiettato;

mentre per le centine si è utilizzata l'espressione:

$$\frac{1}{k_s} = \frac{S \cdot R_s^2}{E_s \cdot A_s}$$

nella quale:

- k_s è la rigidezza delle centine;
- R_s è il raggio equivalente della centina;

- S = Zwischenabstand der Lehrgerüste;
- A_s = Querschnittswiderstandsfläche des Lehrgerüsts;
- E_s = Young-Modul des Lehrgerüsts.

Die von den zwei Strukturen angebotenen maximalen Confinementdrücke wurden mit folgenden Verhältnissen berechnet:

- S è la spaziatura delle centine;
- A_s è l'area della sezione resistente della centina;
- E_s è il modulo di Young della centina.

Le pressioni massime di confinamento offerte dalle due strutture sono state calcolate con le seguenti relazioni:

$$P_{sc\,max} = \frac{1}{2} \cdot f_{cd} \cdot \left(1 - \frac{(R_i - s_c)^2}{R_i^2}\right)$$

$$P_{ss\,max} = \frac{f_{sd} \cdot A_s}{S \cdot R_s}$$

in dem:

- f_{cd} = Planwiderstand des Spritzbetons;
- R_i = entsprechender Ausbruchradius;
- s_c = Schalenstärke;
- A_s =Querschnittsfläche des Lehrgerüsts;
- f_{sd} = Planwiderstand des Stahls;
- S = Längszwischenabstand der Lehrgerüste;
- R_s = entsprechender Radius des Lehrgerüsts.

in cui:

- f_{cd} resistenza di progetto del cls proiettato;
- R_i raggio equivalente di scavo;
- s_c spessore del rivestimento;
- A_s area della sezione trasversale della centina;
- f_{sd} resistenza di progetto dell'acciaio;
- S interasse longitudinale delle centine;
- R_s è il raggio equivalente della centina.

Es wurde außerdem angenommen, dass dieses die kurzfristigen Widerstände seien:

Si è inoltre assunto che le resistenze a breve termine siano:

$$f_{cd} = 0.83 \cdot\ 0.8 \cdot \frac{R_{ck}}{1.5 \cdot 1.3}$$

$$f_{sd} = \frac{f_{yk}}{1.15 \cdot 1.3}$$

Den Widerständen wurde auch der Koeffizient 1.3 angewandt, um die Normkoeffizienten auf den Belastungen zu berücksichtigen, die hier nicht verstärkt wurden.

Alle resistenze è stata applicato anche il coefficiente 1.3 per tener in conto dei coefficienti di Normativa sulle sollecitazioni, qui non amplificate.

Nach der Steifigkeitsermittlung der zwei Komponente wurden in getrennter Weise die zwei erlaubten Höchstverformungen berechnet, als ob jeder Eingriff allein arbeiten würde:

Dopo aver individuato le rigidezze dei due componenti sono state calcolate, in maniera distinta, le due deformazioni massime consentite, come se ciascun intervento agisse da solo:

$$U_{max} = \frac{P_{max}}{k}$$

in dem:

- U_{max} = Höchstkonvergenz;
- P_{max} = maximaler auf der Schale wirkender Druckwert;
- K = Steifigkeit des einzelnen Schalenelements.

in cui:

- U_{max} è la massima convergenza;
- P_{max} il massimo valore di pressione agente sul rivestimento;

Zwischen den zwei Höchstkonvergenzen wurde die kleinere gewählt, weil, wenn sie zusammen wirken, die Stütze mit dem tieferen u_r Wert den von den zwei Schalen höchst aushaltbaren Druck ermittelt. So wurde der Höchstdruck, der auf die Gesamtschale wirken kann, berechnet (d.h. angesichts der Summe der zwei Steifigkeiten).

- k è la rigidezza del singolo elemento del rivestimento.

Tra le due convergenze massime si è scelta la minore, perché il sostegno con il valore di u_r inferiore individua la massima pressione sostenibile dai due rivestimenti quando essi agiscono insieme. In tal modo è stata calcolata la massima pressione che può agire sul rivestimento complessivo (considerato, cioè, sommando le due rigidezze):

$$P_{max} = U_{max} \cdot (k_c + \ k_s)$$

Es wird allerdings beobachtet, dass die Struktursteifigkeiten, die durch Anwendung der oben beschriebenen Formeln entstehen (welche für geschlossene Kreisgeometrien gelten), extrem hoch sind, und nicht die "Verhaltensbeiwerte berücksichtigen, welche folgende Wirkungen erfassten:

- Kombinationsspiele zwischen Gebirge und Struktur;
- zeitversetzte Entwicklung der Spritzbetonwiderstände im Vergleich zur Anbringung mit folgende fortbestehende Erhöhung des Elastizitätsmoduls;
- Fehlen der sofortigen Schließung des Rings mit Gegengewölbe.

Aus diesem Grund wurde auch eine konventionelle Schalensteifigkeit bestimmt, in der Annahme, dass der Höchstdruck, welcher von der Schale ausgeht, bei einer Konvergenz von 1% des Ausbruchradius erreicht sein würde.

Si osserva tuttavia che la rigidezza della struttura derivata dall'applicazione delle formule sopra esposte (valide per geometrie circolari chiuse) sono estremamente elevate e non tengono conto di "coefficienti di comportamento" che considerino gli effetti di:

- giochi di accoppiamento tra ammasso e struttura;
- sviluppo differito delle resistenze del calcestruzzo proiettato rispetto alla messa in opera e conseguente progressivo aumento nel tempo del modulo elastico;
- mancanza di chiusura immediata dell'anello con arco rovescio.

Per tale motivo è stata definita anche una rigidezza convenzionale del rivestimento ipotizzando che la pressione massima fornita da quest'ultimo venga raggiunta in corrispondenza di una convergenza pari all'1% del raggio di scavo.

Folgende Tabelle zeigt die Berechnungen der oben genannten Größen, mit Schätzung einer Mindeststärke der Außenschale, Festigkeitsklasse C30/C37, von 20 cm, bewehrt mit HEB120, Abstand 1.5 m.

La seguente tabella riporta il calcolo delle sopracitate grandezze considerando uno spessore minimo del rivestimento di prima fase C30/37 pari a 20 cm armato con HEB120 a passo 1.5 m.

R_c	S_c	R_s	A_s		S	K_c	K_s	$P_{sc\,max}$	$P_{ss\,max}$	$U_{max\,c}$	$U_{max\,s}$	U_{max}	P_{max}	K_c+K_s
[m]	[m]	[m]	[-]	[m^2]	[m]	[MPa/m]	[MPa/m]	[MPa]	[MPa]	[m]	[m]	[m]	[MPa]	[MPa/m]
2.80	0.20	2.80	HEB120	0.0034	1.50	954.0	59.6	0.868	0.192	0.0009	0.003	0.0009	0.92	1013.6

Tabelle 14: Charakteristika der Außenschale CT1-a-T4

Tabella 14: Caratteristiche rivestimenti di prima fase CT1-a-T4

In Folge werden die Diagramme mit der Überlappung der Außenschalenkennlinie aufgezeigt.

Di seguito sono riportati i grafici con la sovrapposizione della linea caratteristica del rivestimento di prima fase.

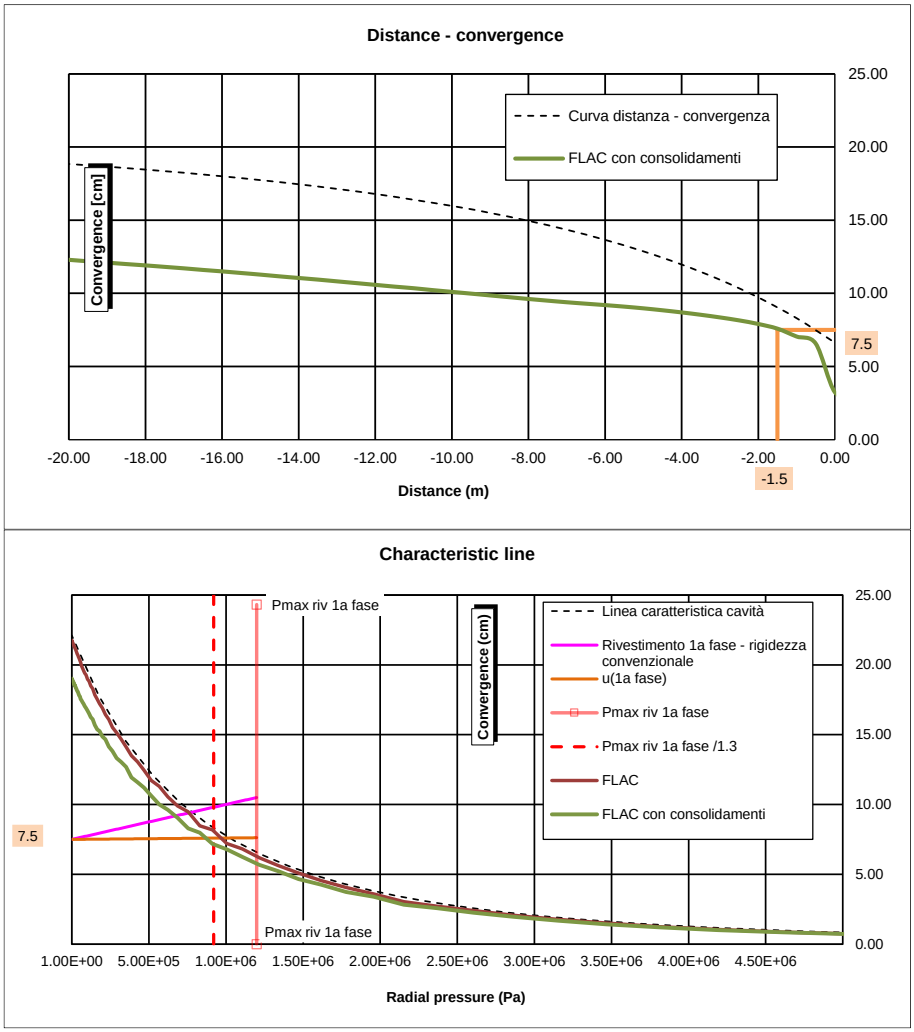


Abbildung 8: Überlappung Kennlinie des Hohlraums und der Schale CT2-a-T4

Figura 8: Sovrapposizione linea caratteristica della cavità e del rivestimento CT2-a-T4

Aus der Ergebnisanalyse entnimmt man, dass:

- der Höchstdruck auf die Außenschale, angesichts der reellen Schalensteifigkeit und der Kennlinie des nicht gestützten Hohlraums, würde vom der Außenschale selbst nur ohne Berücksichtigung des Koeffizienten auf Lasten 1.3 ($P_{Max/1.3}$=920kPa < P_{Ed}=1000kPa < P_{Max}=1200kPa) ertragbar sein.
- Unter Berücksichtigung des Beitrags der Radialnietungen, reduziert sich die Last auf die Schale auf ca. 850kPa; dieser Werte liegt unter dem von der Schale ertragbaren Grenzlastwert, auch durch den Koeffizienten auf Lasten 1.3 multipliziertem ertragbaren Grenzlastwert.

  (P_{Ed}=850kPa < $P_{Max/1.3}$=920kPa).
- Unter Berücksichtigung der "Verhaltensbeiwerte" zwischen Gebirge und Struktur, reduziert sich die Last weiter bis auf 650kPa.

  (P_{Ed}=650kPa < $P_{Max/1.3}$ = 920kPa)

Dall'analisi dei risultati si evince che;

- La pressione massima sul rivestimento di prima fase, considerando la rigidezza reale del rivestimento e la linea caratteristica della cavità non sostenuta sarebbe sopportabile dal rivestimento stesso solo senza considerare il coefficiente sui carichi 1.3 ($P_{Max/1.3}$=920kPa < P_{Ed}=1000kPa < P_{Max}=1200kPa).
- Considerando il contributo delle chiodature radiali, il carico sul rivestimento si riduce a circa 850kPa, valore inferiore al carico limite sopportabile dal rivestimento, anche fattorizzato del coefficiente sui carichi 1.3

  (P_{Ed}=850kPa < $P_{Max/1.3}$=920kPa).
- Considerando i "coefficienti di comportamento" tra ammasso e rivestimento, il carico si riduce ulteriormente, fino a 650kPa.

  (P_{Ed}=650kPa < $P_{Max/1.3}$=920kPa).

In Anbetracht der oben genannten Bemerkungen, ist die für den Ausbruchquerschnitt CT1-a-T4 vorgesehene Schale im Stande die Hohlraumstabilität im FVM-S-PS Gebirge zu gewährleisten. Es wird außerdem beobachtet, dass die relative Konvergenz zwischen Ortsbrust und Außenschale unter der Extraaushubgröße (10 cm) liegt.

In Anbetracht der Gebirgslastübertragung von der Außenschale auf die Innenschale ist die zur Bemessung der Innenschale CT1 (Kapitel 6) angewandte Last von 500 kPa auch für den Ausbruchquerschnitt CT2-a-T4 des BP47/1 repräsentativ.

Alla luce delle sopracitate considerazioni, il rivestimento previsto per la sezione CT1-a-T4 è in grado di garantire la stabilità del cavo nell'ammasso FVM-S-PS. Si osserva inoltre che la convergenza relativa tra il fronte e l'installazione del rivestimento di prima fase è inferiore all'exstrascavo (10 cm).

Considerando il trasferimento del carico d'ammasso dal rivestimento di prima fase al rivestimento definitivo, il carico adottato per il dimensionamento del rivestimento interno dei CT1 (capitolo 6), pari a 500 kPa, è rappresentativo anche della sezione CT2-a-T4 del BP47/1.

6 INNENSCHALE

6.1 STABWERKSMODELLE

Die Beanspruchungen der Innenschale wurden durch den Kodex SAP2000© (basiert auf die Finite-Elemente-Methode) mit den Stabwerksmodellen berechnet.

Die FEM Berechnung wird mit folgenden Kriterien durchgeführt.

Es wird ein Tunnelquader mit einheitliche Tiefe (1m) berücksichtigt und es wird, mittels ebenen Finite-Elemente des Typs Träger (beam), ein Strukturmodell festgelegt. Die Tunnelschale ist durch Elemente mit einer Länge unter 0.5 m schematisiert, welche die reellen Stärken des erfassten strukturellen Elements erweisen (Kappe, Widerlager, Gegenbogen/Grundplatte).

Die strukturelle Steifigkeit der Trägerelemente wird mit $E'_c \times I_y$ des nicht gerissenen Querschnitts berechnet Das Trägheitsmoment I_g wird angesichts der Ausbruchquerschnittachse aus Beton berechnet, indem das Vorkommen des Stahls, wo dieser vorhanden ist, übergangen wird. Das elastische Modul E'_c bei ebene Verformungslage ist:

6 RIVESTIMENTO DEFINITIVO

6.1 METODO DELLE REAZIONI IPERSTATICHE

Le sollecitazioni nel rivestimento definitivo sono state calcolate tramite il codice SAP2000© (basato sul Metodo degli Elementi Finiti) con il metodo delle reazioni iperstatiche.

L'analisi FEM è svolta secondo i seguenti criteri.

Si considera un concio di galleria di profondità unitaria (1m) e si definisce un modello della struttura mediante elementi finiti piani di tipo trave (beam). Il rivestimento della galleria è schematizzato con elementi di lunghezza inferiore a 0.5 m aventi gli spessori reali dell'elemento strutturale considerato (calotta, piedritto, arco rovescio/platea).

La rigidezza strutturale degli elementi trave è calcolata come $E'_c \times I_g$. Il momento d'inerzia I_g è calcolato rispetto all'asse della sezione in calcestruzzo trascurando la presenza dell'acciaio ove presente. Il modulo elastico E'_c, in condizioni di deformazioni piane, vale:

$$E'_c = \frac{E_c}{1-\nu^2}$$

wobei:

- E_c = Modul der Betonelastizität;
- v = Poisson Verhältnis (0.2);

Zur Modellierung des unbewehrten Betons wird ein formendes Modell des elastisch-linearen Materials verwendet. Infolge des Verlusts an Querschnittssteifigkeit, welcher durch die Öffnung von Spalten dort wo die Betonzugfestigkeit überwunden wird (Bildung von plastischen Scharnieren), verursacht ist, wird , laut Absatz 12.5 des EC2, die Neuverteilung der Belastungen erwogen. Die Modellierung der plastischen Scharniere erfolgt durch den Einsatz von Torsionsfedern dessen Steifigkeit mit der Pöttler-Methode [32][33] iterativ berechnet wird.

dove:

- E_c = modulo di elasticità del calcestruzzo;
- v = rapporto di Poisson (0.2);

Per la modellazione del calcestruzzo non armato si utilizza un modello costitutivo del materiale elastico-lineare. Viene presa in considerazione la ridistribuzione delle sollecitazioni in seguito alla perdita di rigidezza sezionale causata dall'apertura di fessure laddove venga superata la resistenza a trazione del calcestruzzo (formazione di cerniere plastiche), in accordo con il paragrafo 12.5 dell'EC2. La modellazione delle cerniere plastiche avviene mediante l'inserimento di molle torsionali la cui rigidezza è calcolata iterativamente mediante il metodo di Pöttler [32][33].

6.2 MODELLIERUNG DER BETTUNG

Die Zusammenwirkung Boden-Struktur wird mittels Einsatz von Link Elementen simuliert, die in Höhe der Modellknoten gesetzt werden und die, nur bei Komprimierung, in der Lage sind der Struktur eine Reaktion zu übertragen die dem Annäherungsdruck Boden-Struktur entspricht.

Die Steifigkeit der Pleuel wird angesichts des Reaktionsmoduls des Bodens k und der Schnittstelle bestimmt.

6.2 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

L'interazione terreno-struttura viene simulata mediante l'utilizzo di elementi link, posti in corrispondenza dei nodi del modello, e in grado di trasmettere alla struttura, solo se compressi, una reazione pari alla pressione di contatto terreno-struttura.

La rigidezza delle bielle è determinata tenendo conto del modulo di reazione del terreno k e dell'interfaccia.

Die erste wird gemäß den späterhin beschriebenen Verhältnissen bestimmt, respektive für gekrümmte und gradlinige Oberflächen. Die zweite ist, den Eigenschaften des Abdichtungsstreifens zufolge, mit 60'000kN/m³ angenommen worden. Letztere hat eine Verschiebungswertigkeit unter 0.5cm. Wenn diese Verschiebungen überwunden sind, wird die Schnittstellensteifigkeit die des Gebirges.

Die tangentiale Steifigkeit ist übergangen worden.

La prima è definita secondo le relazioni di seguito descritte, rispettivamente per superfici curve e rettilinee. La seconda è stata assunta pari a 60'000kN/m³ in virtù delle caratteristiche del pacchetto di impermeabilizzazione. Quest'ultima ha valenza per spostamenti inferiori a 0.5cm. Superati tali spostamenti, la rigidezza dell'interfaccia diventa quella dell'ammasso.

La rigidezza tangenziale è stata trascurata.

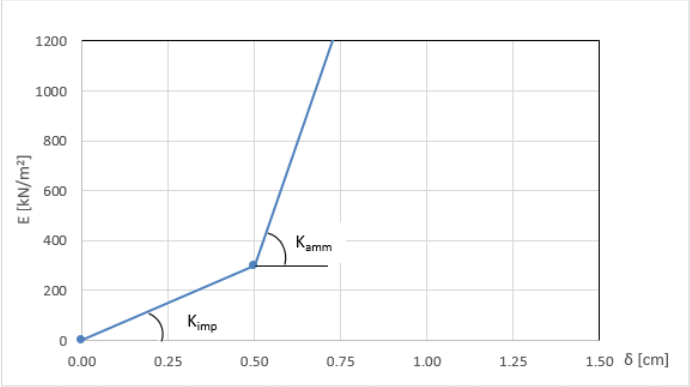


Abbildung 9: Schematisierung der Schnittstelle

Figura 9: Schematizzazione dell'interfaccia

6.2.1 Modellierung der Bettung

Zur Bestimmung der radialen Bettung der Innenschale im Gebirge/Boden wird das Elastizitätsmoduls E, der Poisson Koeffizient v des Gebirges, sowie der entsprechende Innenschalenradius R des Tunnels berücksichtigt:

6.2.1 Rigidezza radiale

Per la definizione della rigidezza del letto di molle radiali in materiale sciolto, si tiene conto del modulo elastico E, del coefficiente di Poisson v dell'ammasso roccioso e del raggio interno R della galleria.

$$K_R = E \times \frac{(1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\times\nu)\times R} = \frac{E_S}{R}$$

Wobei:

- K_R = Steifigkeit der radialen Bettung Innenschale – Gebirge [MN/m³]
- E = Elastizitätsmodul des Gebirges
- ES = Steifemodul des Gebirges
- v = Poisson Beiwert des Gebirges
- R = Tunnelradius - Systemlinie

Dove:

- K_R = rigidezza del letto di molle radiali a contatto con l'anello interno [MN/m³]
- E = modulo elastico dell'ammasso roccioso
- E_S = modulo edometrico dell'ammasso roccioso
- v = coeff. di Poisson dell'ammasso roccioso
- R = raggio della galleria – linea di riferimento

6.2.2 Federkonstanten Auflagerbereich/Sohle

Die Stütze der Konstruktion mit Sohlplatte bzw. offener Sohle wird durch Federn mit zugehöriger Steifigkeit abhängig von der Einflussbreite „b" der einzelnen Feder modelliert. Die Federkonstanten werden wie folgt berechnet:

Federkonstante cv – vertikal

- $c_v = E_{Geb.} \cdot 0{,}5 \cdot b$

6.2.2 Costante della molla nelle zone di appoggio / fondo

L'appoggio della costruzione con platea oppure con fondo aperto viene modellato con molla con rigidezza relativa all'area di influenza della singola molla "b". La constante della molla si calcola come segue:

Constante della molla cv – verticale

- $cv = E_{Geb.} \cdot 0{,}5 \cdot b$

Federkonstante c_h – horizontal

- $c_h = 0{,}5 \cdot c_v$

6.3 LASTENANALYSE

Folgende Kürzel werden für die Einwirkungen benutzt:

- G = ständige Einwirkungen
- Q = vorübergehende Einwirkungen
- A = außergewöhnliche Einwirkungen (z.B. Brand, Anprall, Explosion)
- E = Erdbeben

6.3.1 Eigengewicht G1

Das für die Berechnung des Eigengewichts benutzte Volumen basiert auf den Planmaßen der Konstruktion.

Das spezifische Eigengewicht des Betons ist mit γ = 25kN/m3 zu berücksichtigen.

6.3.2 Betonauffüllung über dem Sohlgewölbe G3

Das für die Berechnung des Eigengewichts verwendete Volumen basiert auf den Planmaßen der Konstruktion.

Das spezifische Gewicht des unbewehrten Betons wird mit $\gamma_{c,na}$ = 24 kN/m^3 angenommen.

Das spezifische Gewicht des Stahlbetons wird mit $\gamma_{c,ar}$ = 25 kN/m^3 angenommen.

Im behandelten Ausbruchquerschnitt ist keine Betonauffüllung vorhanden.

6.3.3 Wasserdruck G4

Der Wasserdruck ist nicht berücksichtigt worden da der Ausbruchquerschnitt dräniert ist.

6.3.4 Gebirgslast G5

Die Gebirgslast entspricht der Last welche auf die Innenschale bei kompletten Verfall der TKA (letzte Stufe der FDM-Analyse) wirkt. Bei den Berechnungen mit Anwendung der Außenschale an 2% der Aushub-TKA beträgt die Last auf die Innenschale ca. 500kPa.

6.3.5 Kriechen und Schwinden des Betons G6

Das Schwindmaß des Betons wird gemäß NTC 2008 Kap. 11.2.10.6 ermittelt.

Die Kriechzahl φ wird gemäß NTC 2008 Kap. 11.2.10.7 ermittelt.

Die Kriechzahl φ wird gemäß dem NTC 2008 Kap. 11.2.10.7 unter Berücksichtigung des Spannungszustandes aus einer Einwirkungskombination ständiger Lasten (G1 (Eigengewicht) + G2 (Oberleitung) + G5 (Gebirge)) ermittelt.

Constante della molla c_h – orizzontale

- $c_h = 0{,}5 \cdot c_v$

6.3 ANALISI DEI CARICHI

Per le azioni si utilizzano le seguenti abbreviazioni:

G = Azioni permanenti

Q = Azioni variabili

A = Azioni eccezionali (per es. incendio, urto, esplosione)

E = Azioni sismiche

6.3.1 Peso proprio G1

Il volume utilizzato per il calcolo del peso proprio si basa sulle dimensioni effettive della struttura.

Il peso specifico del calcestruzzo viene assunto pari γ= 25kN/m^3.

6.3.2 Riempimento in cls al di sopra dell'arco rovescio G3

Il volume utilizzato per il calcolo del peso proprio si basa sulle dimensioni effettive della struttura.

Il peso specifico del calcestruzzo non armato viene assunto pari a $\gamma_{c,na}$ = 24kN/m^3.

Il peso specifico del calcestruzzo armato viene assunto pari a $\gamma_{c,ar}$ = 25kN/m^3

Nella sezione in oggetto non è presente un riempimento in cls.

6.3.3 Pressione idraulica G4

Il carico idraulico non è stato considerato in quanto la sezione è drenata.

6.3.4 Carico dell'ammasso G5

Il carico d'ammasso è pari al carico che agisce sul rivestimento definitivo al completo decadimento delle FFS (ultimo step delle analisi FDM). Nelle analisi con l'applicazione del rivestimento di prima fase al 2% delle FFS di scavo il carico sul rivestimento definitivo è di circa 500kPa.

6.3.5 Viscosità e ritiro del calcestruzzo G6

La deformazione dovuta al ritiro del calcestruzzo si calcola in base al paragrafo 11.2.10.6 delle NTC 2008.

Il valore di viscosità φ si calcola secondo le NTC 2008, capitolo 11.2.10.7.

Il coefficiente di viscosità φ si calcola ai sensi delle NTC 2008 par. 11.2.10.7, considerando la condizione tensionale derivante dalla combinazione di azioni permanenti (G1 (peso proprio) + G2 (catenaria) + G5 (Carico dell'ammasso)).

Kriechen und Schwinden des Betons bewirkt eine Längenänderung Δl. Diese Längenänderung (Endschwindmaß) liegt, in Form einer gleichmäßigen Temperaturabkühlung, der Rechnung zu Grunde.

Für alle Querschnitte die höher als 25 cm und aus Beton der Festigkeitsklasse C30/37 sind, ergibt sich eine Durchschnittsverformung per autogenes zeitlich unendliches Schwinden von 0.27‰. Bei der Dimensionierung wurde das von der Norm vorgeschriebene 50% des Schwindens übernommen, was durch eine gleichmäßige Temperaturabkühlung von -13.4 C° simulierbar ist. Diese Abkühlung muss, z.B., mittels Einsatz eines funktionstüchtigen Superverflüssigungsmittels (Typ MasterGlenium von BASF), nicht-kalkhaltigen Zuschlagstoffen und Zugabe eines Expansionsmittels (Typ MasterLife SRA100 von BASF) bewirkt werden. Das angewendete System muss auf der Baustelle zuvor mit Proben geprüft werden.

Bei der Modellierung der Innenschale, insbesondere bezüglich NTC08 Kapitel 4.1.1.1, verfährt man mit einer gleichmäßigen Temperaturabkühlung von -6.7° C an den GZT und von -8.9°C an den GZG.

6.3.6 Temperatur Q1

Zur Dimensionierung der Innenschalen berücksichtigt man Temperatureinwirkungen, die sich aus den Linearisierungen der von der Regelplanung am Eingang und 3 km davon entfernten vorgeschlagenen Temperatureinwirkungen ergeben.

Viscosità e ritiro del calcestruzzo comportano un cambiamento in lunghezza Δl (valore finale del ritiro), su cui deve essere basato il calcolo, in forma di diminuzione uniforme della temperatura.

Per tutte le sezioni con altezza maggiore di 25 cm e calcestruzzo con classe di resistenza C30/37 risulta una deformazione media per ritiro autogeno a tempo infinito pari a 0.27‰. Nel dimensionamento si è assunto il 50% del ritiro imposto dalla Normativa, simulabile mediante l'applicazione di un abbassamento uniforme della temperatura di -13.4 C°. Tale riduzione dovrà essere ottenuta, ad esempio, mediante l'utilizzo di un superfluidificante performante (tipo MasterGlenium della BASF), di inerti non calcarei e tramite l'aggiunta di un espansivo (tipo MasterLife SRA100 della BASF). Il sistema adottato dovrà essere verificato con prove preventive in cantiere.

Nella modellazione del rivestimento definitivo, con particolare riferimento al paragrafo 4.1.1.1 dell'NTC08, si procede applicando un abbassamento uniforme della temperatura di -6.7° C agli SLU e di -8.9°C agli SLE.

6.3.6 Temperatura Q1

Per il dimensionamento dei rivestimenti definitivi si considerano azioni termiche ricavate dalle linearizzazione delle azioni termiche proposte dalla progettazioni di sistema all'imbocco e a 3 km da quest'ultimo.

Abstand Portal / Distanza dall'imbocco [km]	< 3,0		3,0 - 10,0	
Temperaturgradient / gradiente della temperatura ΔT [°C]	5		2	
ΔTeff [°C]	Winter / inverno	Sommer / estate	Winter / inverno	Sommer / estate
	-16	16	-10	10

Tabelle 15: Temperatureinwirkung

Tabella 15: Variazione termica

In einer Entfernung von 2 km vom Eingang entnimmt man:

- eine gleichmäßige Veränderung der Temperatur von ±12°C

- ein Gradient der Temperatur ΔT, Temperaturunterschied zwischen interne und externe Schalenoberfläche von 3°C.

Die aufgrund der Temperatur entstehenden Belastungen beim Bau der Innenschalen werden übergangen.

Die aufgrund der Temperatur ausgehenden Einwirkungen in Folge eines Brands sind Gegenstand des Kapitels 6.3.9.

6.3.7 Erdbebeneinwirkung E1

Im Gegensatz zu den anderen Lastkombinationen stellt die Erdbebenlast ein wenig beeinflussenden Zustand da und wird deshalb nicht berücksichtigt.

In Anhang 3 werden auf alle Fälle, zur Darstellung der weiten Sicherheitsgrenze, die widerstandsfähigen Bereiche und die

A 2 km dall'imbocco si ricava:

- una variazione uniforme di temperatura di ±12°C

- un gradiente della temperatura ΔT, differenza di temperatura tra le superfici interna ed esterna del rivestimento, pari a 3°C.

Le sollecitazioni derivanti dalla temperatura durante la costruzione dell'anello vengono trascurate.

Le azioni derivanti dalle alte temperatura a seguito di incendio sono oggetto del paragrafo 6.3.9.

6.3.7 Azione sismica E1

Il carico sismico rappresenta una condizione poco influente rispetto alle altre combinazioni di carico e pertanto non viene considerata.

Nell'allegato 3 vengono comunque riportati i domini resistenti e i punti immagine dello state tensionale nei rivestimenti nelle

darstellenden Punkte des Schalenspannungszustands bei den Kombinationen GZT13 und GZT14 (Tabella 16) aufgezeigt.

6.3.8 Aufprall A2

Die Last des Aufpralls wird nur in den Verzweigungskavernen und den Portalen berücksichtigt. Im vorliegenden Bereich wird sie daher nicht berücksichtigt.

6.3.9 Brand A3

Wie im spezifischen Bericht [11] beschrieben, werden die Querstollen nicht durch die Kurve Temperatur/Zeitraum RWS der UNI 11076 überprüft, wie es für alle Haupttunnels gemacht wurde, weil diese Kurve einem Brand entspricht der eine Hitze von einigen MW erreicht, welche für diese Bauwerke unrealistisch ist.

Hier begrenzt man sich mit der Beobachtung, dass, einvernehmlich mit der Tabelle D.6.3 des M.D. 16.02.2007 "Klassifizierung der Feuerbeständigkeit der Bauprodukte und -elemente für Bauwerke", ausreichende Bedingungen zur Gewährleistung der REI 120 Klasse sind:

- Stärke 's' der Strukturelemente größer als 160mm;
- Betondeckung 'a' (Achsenabstand der Bewehrung von der ausgesetzten Oberfläche) größer als 35mm.

Beide Voraussetzungen sind zufriedenstellend.

6.4 EINWIRKUNGSKOMBINATIONEN

Die zu untersuchenden Einwirkungskombinationen müssen gemäß NTC 2008 mit den entsprechenden Kombinationsbeiwerten ψ berücksichtigt werden.

Die maßgebenden Einwirkungskombinationen für die Dimensionierung der Innenschale sind nachfolgend aufgezeigt:

Tabelle 16: Einwirkungskombinationen (in rosa die GZT-Kombinationen und in weiß die GZG-Kombinationen)

combinazioni SLU13 e SLU14 (Tabella 16) per mostrare l'ampio margine di sicurezza.

6.3.8 Urto A2

Il carico da urto è da considerare solo nelle caverne di diramazione e ai portali. Nella zona in oggetto non è pertanto considerato.

6.3.9 Incendio A3

Come descritto nella relazione specifica [11], i cunicoli trasversali non vengono verificati secondo la curva Temperatura/Tempo RWS delle UNI 11076, come fatto per tutte le opere principali, in quanto tale curva è relativa ad un incendio che sviluppa un potenza termica dell'ordine di alcune centina di MW, irrealistica per le opere in oggetto.

In questa sede ci si limita ad osservare che in accordo alla tabella D.6.3 del D.M. 16.02.2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione" condizioni sufficienti affinché la classe di resistenza REI 120 sia garantita sono:

- spessore 's' degli elementi strutturali maggiore di 160mm;
- copriferro 'a' (distanza dell'asse delle armature dalla superficie esposta) maggiore di 35mm.

Entrambi i requisiti sono soddisfatti.

6.4 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni delle azioni da analizzare devono essere considerate in conformità alle NTC 2008, con i relativi coefficienti di combinazione ψ.

Le combinazioni delle azioni rilevanti per il dimensionamento dell'anello sono di seguito riportate:

		ständing / permanenti						vorubergehend / variabili		außergewöhnlich / eccezionali		
	Lastfall / Caso di carico	Eigengewicht	Sohibeton	Wasserdruck	Gebirgslast ohne Auftrieb	Kriechen und Schwinden	Quell-druck	Temperatur (Sommer)	Temperatur (Winter)	Erdbeben	Anprall	Brand
	Einwirkungskombination /Combinazioni	Peso proprio	Carichi permanenti sull'arco rovescio	Carico idraulico	Carichi della roccia in condizioni asciutte	Ritiro e rilassamento	Swelling-Squeezing	Temperatura (Estate)	Temperatura (inverno)	Sisma	Impatto	Fuoco
		G1	G3	G4	G5	G6	G7	Q1	Q1	E1	A2	A3
druckentlastet / sistema drenato	1	1.35						1.50				
		1.00						1.00				
	2	1.35				1.00			1.50			
		1.00				1.00			1.00			
	5	1.35	1.00	1.35	1.35			1.50				
		1.00	1.00	1.00	1.00			1.00				
	6	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00			1.50			
		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			1.00			
	13	1.00	1.00	1.00	1.00			0.60		1.00		
	14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			0.60	1.00		

Tabella 16: Combinazioni di carico (in rosa le combinazioni SLU e in bianco le combinazioni SLE)

6.5 NACHWEISE

Für den Nachweis des Grenzzustandes und der Grenzgebrauchstauglichkeit der Innenschale wurden die Wirkungskombinationen gemäß Vorgaben des NTC2008, Kap. 2.5.3 berücksichtigt.

6.5.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

6.5.1.1 Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen

Die zu berücksichtigenden Teilsicherheitsfaktoren variieren abhängig von Kombinationen und Art der Einwirkungen. Gemäß NTC2008 werden folgende Teilsicherheitsfaktoren für ständige, vorübergehende und außergewöhnliche Bemessungssituationen berücksichtigt:

$\gamma_{Gj,inf\ günstig/favorevole}$ = 1,00 / 1,00 / 1,00

$\gamma_{Gj,sup\ ungünstig/sfavorevole}$ = 1,35 / 1,20 / 1,00

$\gamma_{Q,1,sup}$ / $\gamma_{Q,i,sup\ günstig/favorevole}$ = 0,00 / 0,00 / 0,00

$\gamma_{Q,1,sup}$ / $\gamma_{Q,i,sup\ ungünstig/sfavorevole}$ = 1,50 / 1,30 / 1,00

Angesichts der Einwirkungen aus dem Schwinden für die Überprüfung im Grenzzustand der Tragfähigkeit, wurde gemäß EC2, Teil 1, Kap. 2.4.2.1, der Teilsicherheitsbeiwert Y_{SH} = 1,0 berücksichtigt.

6.5.1.2 Kombinationsbeiwerte Einwirkungen

Gemäß EN 1990 bzw.NTC2008 müssen folgende Kombinationsbeiwerte benutzt werden:

Einwirkung /	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Druck / Sog infolge Zugfahrt A1 / Pressione aerodinamica A1	0,8	0,5	0,0
Temperatur Q1 / Forze termiche Q1	0,6	0,6	0,5

Tabelle 17: Kombinationsbeiwerte

6.5.1.3 Einwirkungskombinationen

Die zu untersuchenden Einwirkungskombinationen müssen gemäß NTC 2008 mit den entsprechenden Kombinationsbeiwerten ψ zu berücksichtigt werden.

Die für die Dimensionierung der Innenschale entsprechenden maßgebenden Einwirkungskombinationen sind abhängig von den in-situ vorherrschenden Randbedingungen auszuwählen.

6.5.1.4 Teilsicherheitsfaktoren der Widerstände

Die Teilsicherheitsfaktoren der Widerstände bei einer ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation sind, wie mit BBT SE vereinbart, wie folgt zu betrachten, unter Berücksichtigung einer Bauwerklebensdauer von 200 Jahren:

Stahlbeton

6.5 VERIFICHE

Per la verifica allo stato limite ultimo ed allo stato limite di esercizio dell'anello sono state considerate le combinazioni delle azioni in conformità delle prescrizioni del paragrafo 2.5.3 delle NTC2008.

6.5.1 Stati Limite Ultimi (SLU)

6.5.1.1 Coefficienti parziali di sicurezza per le azioni

I coefficienti parziali di sicurezza da considerare variano in funzione delle combinazioni e del tipo di azioni. In conformità alle NTC2008, per le situazioni di dimensionamento standard, temporanee ed eccezionali sono da considerarsi i seguenti coefficienti parziali di sicurezza:

Considerando le azioni derivanti dal ritiro, per la verifica allo stato limite ultimo, si è considerato, in conformità all'EC2, parte 1, paragrafo 2.4.2.1 il coefficiente parziale di sicurezza Y_{SH} = 1,0.

6.5.1.2 Coefficienti di combinazione delle azioni

In conformità alla EN 1990 ovvero alla NTC2008 devono essere utilizzati i seguenti coefficienti di combinazione:

Tabella 17: Coefficienti di combinazione

6.5.1.3 Combinazione delle azioni

Le combinazioni delle azioni da analizzare devono essere considerate in conformità alle NTC 2008, con i relativi coefficienti di combinazione ψ.

Le combinazioni delle azioni rilevanti per il dimensionamento dell'anello devono essere scelte in funzione delle effettive condizioni al contorno in situ.

6.5.1.4 Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze

I coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze in fase permanente e temporanea vanno considerati, come concordato con BBT SE, come segue tenendo conto della vita utile dell'opera di 200 anni:

Calcestruzzo armato

- Teilsicherheitsbeiwert für den Betonwiderstand Y_c = 1,60
- Minderungsbeiwert zur Berücksichtigung der Langzeitwirkung der Betondruckfestigkeit: α_{cc} = 0,85
- Teilsicherheitsbeiwert für Stahlwiderstand Y_s = 1,20

Unbewehrter Beton

- Teilsicherheitsbeiwert für den Betonwiderstand Y_c = 1,60
- Minderungsbeiwert zur Berücksichtigung der Langzeitwirkung - der Betondruck- bzw. Zugfestigkeit: α_{cc} = 0,80

Für die Überprüfungen der außergewöhnlichen Bemessungssituation müssen die Teilsicherheitsfaktoren mit Y_c = 1,20 und Y_s = 1,00 berücksichtigt werden. Der Minderungsbeiwert der Betondruckfestigkeit α bleibt unverändert.

6.5.1.5 Überprüfung auf Beulspannung

Die Bemessung des Stahlbetons erfolgt gemäß den Vorgaben des NTC2008, Kap. 4.1.2.1.2.

Bei den unbewehrten überwiegend komprimierten Ausbruchquerschnitten erfolgt die Überprüfung auf Beulspannung, gemäß dem N.T.C. 2008, durch die Überprüfung folgender Ungleichung:

- Coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza del calcestruzzo γ_c = 1,60
- Coefficiente riduttivo della resistenza a compressione del calcestruzzo di lunga durata: α_{cc} = 0,85
- Coefficiente parziale di sicurezza γ_s per la resistenza dell'acciaio Y_s = 1,20

Calcestruzzo non armato

- Coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza del calcestruzzo Y_c = 1,60
- Coefficiente riduttivo della resistenza a compressione e a trazione del calcestruzzo di lunga durata: α_{cc} = 0,80

Per le verifiche nella situazione di dimensionamento eccezionale i fattori parziali di sicurezza devono essere considerati con Y_c = 1,20 e Y_s = 1,00. Il coefficiente di riduzione della resistenza a compressione del calcestruzzo α resta invariato.

6.5.1.5 Verifica a pressoflessione

Per il calcestruzzo armato il calcolo segue le indicazioni delle NTC2008, par. 4.1.2.1.2.

Nelle sezioni non armate prevalentemente compresse, la verifica a pressoflessione è condotta, in accordo con le N.T.C. 2008, verificando la seguente disuguaglianza:

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} = f_{cd} \cdot b \cdot x$$

$$\text{Con } x = h - 2 \cdot e = h - 2 \cdot \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}}$$

Wobei:

- N_{Ed} , M_{Ed} = Planungsbelastungen;
- b = Breite des Bezugausbruchquerschnitts (1m);
- h = Höhe des Ausbruchquerschnitts;
- x = Höhe des reagierenden Ausbruchquerschnitts.

Bei den unbewehrten Ausbruchquerschnitten mit hoher Exzentrizität, bei denen die oben ausgeführte Prüfung offenbar nicht befriedigt ist, berücksichtigt man, gemäß EC2 ($12.3.1), die Betonzugfestigkeit bis zum Planungswert fctd. Die Prüfung ergibt sich als zufriedenstellend wenn:

Dove:

- N_{Ed} , M_{Ed} sono le sollecitazioni di progetto;
- b è la larghezza della sezione di riferimento (1m);
- h è l'altezza della sezione;
- x è l'altezza della sezione reagente.

Nelle sezioni non armate con un'elevata eccentricità, in cui la verifica sopra esposta non è ovviamente soddisfatta, in accordo con l'EC2 ($12.3.1) si considera la resistenza a trazione del calcestruzzo fino al valore di progetto f_{ctd}. La verifica risulta soddisfatta se:

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{J} \cdot (h/2) \leq \begin{cases} f_{cd} \\ f_{ctd} \end{cases}$$

Wobei:

- J = Trägheitsmoment des Ausbruchquerschnitts.

Dove:

- J è il momento d'inerzia della sezione

6.5.1.6 Querkraftüberprüfung

Die Bemessung des Stahlbetons erfolgt gemäß den Vorgaben des NTC2008, Kap. 4.1.2.1.2.3.

Der Nachweis bei der unbewehrten Innenschale erfolgt gemäß des NTC2008, bei Prüfung folgender Ungleichung:

6.5.1.6 Verifica a taglio

Per il calcestruzzo armato il calcolo segue le indicazioni delle NTC2008, par. 4.1.2.1.3.

Per il rivestimento interno non armato si seguono le NTC 2008, verificando la seguente disuguaglianza:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} = f_{cvd} \cdot \frac{b \cdot x}{1.5}$$

$$f_{cvd} = \sqrt{f_{ctd}^2 + \sigma_c \cdot f_{ctd}} \quad \text{per} \quad \sigma_c \leq \sigma_{c\lim}$$

$$f_{cvd} = \sqrt{f_{ctd}^2 + \sigma_c \cdot f_{ctd} - \delta^2/4} \quad \text{per} \quad \sigma_c > \sigma_{c\lim}$$

$$\delta = \sigma_c - \sigma_{c\lim}$$

$$\sigma_{c\lim} = f_{cd} - 2 \cdot \sqrt{f_{ctd}^2 + f_{cd} \cdot f_{ctd}}$$

Bei den überwiegend komprimierten Ausbruchquerschnitten wird die Durchschnittsbelastung der Komprimierung σ_c als Durchschnitt der Komprimierungen im reagierenden Ausbruchquerschnittsteil ‘x’ berechnet:

Nelle sezioni prevalentemente compresse, lo sforzo medio di compressione σ_c è calcolato come media delle compressioni nella porzione di sezione reagente ‘x’:

$$\sigma_c = \frac{N_{Ed}}{x} = \frac{N_{Ed}}{h - 2 \cdot e}$$

In den Ausbruchquerschnitten mit hoher Exzentrizität, konsequenterweise zur Annahme die Betonzugfestigkeit bis auf den Wert f_{ctd} zu erfassen, wird der Querkraftwiderstand des Ausbruchquerschnitts ausgewertet, indem der ganze Ausbruchquerschnitt als reagierend (x=h) betrachtet wird, und die Spannung σ_c als Durchschnittsspannung des ganzen Querschnitts, sowohl komprimiert als auch gespannt, gewertet wird.

Nelle sezioni con un’elevata eccentricità, coerentemente con l’assunzione di considerare la resistenza a trazione del calcestruzzo fino al valore di f_{ctd}, la resistenza a taglio della sezione viene valutata considerando reagente l’intera sezione (x=h) e valutando la tensione σ_c come tensione media nell’intera sezione, sia compressa che tesa.

$$\sigma_c = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}$$

6.5.2 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

6.5.2.1 Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen

Bei der Überprüfung des Grenzzustands der Gebrauchstauglichkeit müssen die charakteristischen Einwirkungen mit deren Kombinationen berücksichtigt werden.

6.5.2.2 Kombinationsbeiwerte der Einwirkungen

In Tabelle 17 befinden sich die bei Einwirkungskombinationen zu berücksichtigenden Beiwerten. Die Kombinationsbeiwerte werden gemäß Tabelle 17 berücksichtigt.

6.5.2.3 Einwirkungskombinationen

Die zu untersuchenden Einwirkungskombinationen müssen, gemäß NTC 2008, mit den entsprechenden Kombinationsbeiwerten ψ berücksichtigt werden.

6.5.2.4 Teilsicherheitsfaktoren der Widerstände

Für die Überprüfung des Grenzzustands der Gebrauchstauglichkeit werden die charakteristischen Werte der Widerstände berücksichtigt.

6.5.2.5 Berechnung der Verformungen

Die Ermittlung der Systemverformung erfolgt im GZG unter Berücksichtigung der Kombinationsregeln mit den charakteristischen Einwirkungen sowie den entsprechenden Kombinationsbeiwerten.

6.5.2.6 Begrenzung der Rissbreiten

Unter Berücksichtigung der NTC2008, wird im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit die maximale Rissweite w_{kal} für die maßgebenden Einwirkungskombinationen, unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsfaktoren und Minderungsfaktoren ψ laut Tabelle 16 nachgewiesen. Die zulässige Rissbreite für Normalbeton ohne besondere Stärkeanforderung oder bei Abdichtungsvorkommen wird auf $w_{kal} \leq 0{,}3$ mm begrenzt.

Bei besonderer Anforderung an Stärke der Betoninnenschale oder bei aggressiven oder sehr aggressiven Umgebungsbedingungen wird die maximale Rissweite auf $w_{kal} \leq 0{,}2$ mm begrenzt.

6.6 BAULICHE DURCHBILDUNG

6.6.1 Expositionsklasse und Mindestbetondeckung

Gemäß UNI 11104 und UNI EN 206-1:2006, wird bei Expositionsklasse XC3/XA1 die Anwendung von Beton der Festigkeitsklasse C30/37, hingegen bei Expositionsklasse XC4/XA2 Beton der Festigkeitsklasse C32/40 vorgesehen.

6.5.2 Stati Limite Esercizio (SLE)

6.5.2.1 Coefficienti parziali di sicurezza delle azioni

Nella verifica agli stati limite di esercizio devono essere considerate le azioni caratteristiche con le loro combinazioni.

6.5.2.2 Coefficienti di combinazione delle azioni

In Tabella 16 si trovano i coefficienti da considerare nelle combinazioni delle azioni. I coefficienti di combinazione sono da considerare come in Tabella 17.

6.5.2.3 Combinazioni delle azioni

Le combinazioni delle azioni da analizzare devono essere considerate in conformità alle NTC 2008, con i relativi coefficienti di combinazione ψ.

6.5.2.4 Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze

Per la verifica agli stati limite di esercizio si devono considerare i valori caratteristici delle resistenze.

6.5.2.5 Calcolo delle deformazioni

Il calcolo delle deformazioni del sistema si esegue allo SLE in considerazione delle regole di combinazione con i carichi caratteristici e dei relativi coefficienti di combinazione.

6.5.2.6 Limitazione dello spessore delle fessure

In considerazione delle NTC2008, si controlla allo SLE lo spessore massimo delle fessure w_{kal} per le combinazioni di carico rilevanti, in considerazione dei fattori parziali di sicurezza e dei coefficienti di riduzione ψ secondo Tabella 16. La larghezza delle fessure ammessa per il cls normale senza particolari requisiti di spessore o in presenza di impermeabilizzazione è limitata a $w_{kal} \leq 0{,}3$ mm.

In caso di particolari requisiti di spessore del rivestimento interno o di condizioni ambientali aggressive o molto aggressive la larghezza massima è limitata a $w_{kal} \leq 0{,}2$ mm.

6.6 STRUTTURA COSTRUTTIVA

6.6.1 Classe di esposizione e copriferro minimo

In accordo alle UNI 11104 e alle UNI EN 206-1:2006, in classe di esposizione XC3/XA1 è previsto l'utilizzo di calcestruzzo C30/37 mentre in classe di esposizione XC4/XA2 è previsto l'utilizzo di calcestruzzo C32/40.

Il calcolo del copriferro minimo al fine di garantire una vita utile dell'opera >100anni è condotto in accordo alle N.T.C. 2008:

Die Berechnung der Mindestbetondeckung zur Gewährleistung der Bauwerklebensdauer >100 Jahren ist gemäß N.T.C. 2008 durchgeführt:

	XC3	XC4
Festigkeitsklasse	30/37	32/40
Umweltbedingungen	Normal	Aggressiv
C_{min} [mm]	20	30
Nutzbare Lebenszeit > 100 Jahre [mm]	+10	+10
Bauliche Toleranz [mm]	+10	+10
C_{nom} [mm]	40	50

Tabelle 18: Mindestbetondeckung

Zur Einheitlichkeit ist eine Betondeckung von 5 cm entlang der ganzen Entwicklung der Tunnels vorgesehen.

6.6.2 Mindestbewehrung

Im Fall einer bewehrten Innenschale, wird die Mindestbewehrung im NTC 2008, Punkt 4.1.6.1.1 bestimmt.

Die Querschnittsfläche der Längszugbewehrung darf nicht geringer sein als:

	XC3	XC4
Classe di resistenza	30/37	32/40
Cond. ambientali	Normali	Aggressive
C_{min} [mm]	20	30
Vita utile > 100anni [mm]	+10	+10
Tolleranza costruttiva [mm]	+10	+10
C_{nom} [mm]	40	50

Tabella 18: Copriferro minimo.

Per omogeneità si prevede un copriferro netto di 5 cm lungo tutto lo sviluppo delle gallerie.

6.6.2 Armatura minima

In caso il rivestimento necessiti di armatura il quantitativo minimo di armatura da inserire viene definito al punto 4.1.6.1.1 delle NTC 2008.

L'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a:

$$A_{S,\min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \times b \times d$$

und jedenfalls nicht geringer als 0,0013 × b ×d,

wobei:

- b = mittlere Breite der Zugzone;
- d = Nutzhöhe des Querschnitts;
- f_{ctm} = Mittelwert der Zugfestigkeit des Betons;
- f_{yk} = charakteristische Wert der Streckengrenze des Betonstahls.

e comunque non minore di 0,0013 × b ×d ,

dove:

- b rappresenta la larghezza media della zona tesa;
- d è l'altezza utile della sezione;
- f_{ctm} è il valore medio della resistenza a trazione del calcestruzzo;
- f_{yk} è il valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura ordinaria.

6.7 ERGEBNISSE

Die Überprüfungen an den unbewehrten Ausbruchquerschnitten laut GZT haben die Bildung 1 plastischen Scharniers, welcher durch Überschreitung der Planzugfestigkeit des Betons und die daraus folgende Rissbildung und reduzierte lokale Trägheit des Querschnitts bedingt sind, gezeigt. Das Einfügen dieses plastischen Scharniers im Berechnungsmodell ermöglicht die korrekte Prüfung der Lastverteilung in den untersuchten Querschnitten.

6.7 RISULTATI

Le verifiche svolte sulle sezioni non armate secondo lo SLU mostrano la formazione di 1 cerniera plastica, causata dal superamento della resistenza a trazione di progetto del calcestruzzo con conseguente fessurazione e perdita d'inerzia localizzata della sezione. L'inserimento di tale cerniera nei modelli di calcolo consente di verificare correttamente la ridistribuzione delle sollecitazioni agenti nelle sezioni di verifica. La staticità della struttura è garantita

Die Strukturstatik wird durch die Überprüfung der Anzahl von plastischen Scharnieren (max. 3) und der Rissbreite (<1.0mm) gewährleistet. Die GZG-Überprüfungen zeigen, dass die vorgeschriebenen Dauerhaftigkeitsanforderungen angemessen erfüllt sind.

Die Ergebnisse aus den statischen Berechnungen wurden mittels Vergleich mit vereinfachten Berechnungsmethoden und durch ähnliche Berechnungen an vergleichbaren Bauwerken geprüft. Die erhaltenen Ergebnisse sind daher als akzeptabel und richtig angenommen.

attraverso il controllo del numero di cerniere plastiche che si vengono a formare (massimo 3) e dall'ampiezza (< 1.0mm). Le verifiche svolte allo SLE dimostrano che le esigenze di durabilità prescritte sono opportunamente rispettate

I risultati emersi dall'analisi statica condotta sono stati validati mediante confronto con metodi di calcolo semplificati e attraverso raffronti con altre analisi svolte su opere paragonabili. I risultati ottenuti sono pertanto ritenuti accettabili e corretti.

7 VERZEICHNISSE

7.1 TABELLENVERZEICHNIS

7.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

7 ELENCHI

7.1 ELENCO DELLE TABELLE

7.2 ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI

7.3 ANLAGENVERZEICHNIS

- ANHANG 1 - KENNLINIEN
- ANHANG 2 - FDM-ANALYSE
- ANHANG 3 - FEM-ANALYSE DER INNENSCHALE

7.4 REFERENZDOKUMENTE

7.4.1 Eingangsdokumente

[1] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13018 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke - Technischer Bericht - Allgemeiner geomechanischer Bericht

[2] 02_H61_GD_090_GTB_D0700_21001 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 1 - Geomechanischer Detailbericht

[3] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21002 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 1 - Geomechanisches Prognoseprofil Oströhre (Blatt 1/7)

[4] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21003 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 1 - Geomechanisches Prognoseprofil Oströhre (Blatt 2/7)

[5] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21004 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 1 - Geomechanisches Prognoseprofil Oströhre (Blatt 3/7)

[6] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21005 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 1 - Geomechanisches Prognoseprofil Oströhre (Blatt 4/7)

[7] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21006 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 1 -

7.3 ELENCO APPENDICI

- APPENDICE 1 - LINEE CARATTERISTICHE
- APPENDICE 2 - ANALISI FDM
- APPENDICE 3 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO

7.4 BIBLIOGRAFIA E FONTI

7.4.1 Documenti in ingresso

[1] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13018 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali - Relazione tecnica - Relazione geomeccanica generale

[2] 02_H61_GD_090_GTB_D0700_21001 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 1 - Relazione geomeccanica di dettaglio

[3] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21002 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 1 - Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Galleria principale Est (Tav. 1/7)

[4] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21003 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 1 - Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Galleria principale Est (Tav. 2/7)

[5] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21004 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 1 - Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Galleria principale Est (Tav. 3/7)

[6] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21005 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 1 -

Geomechanisches Prognoseprofil Weströhre (Blatt 1/7)

[8] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21007 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 1 - Geomechanisches Prognoseprofil Weströhre (Blatt 2/7)

[9] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21008 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 1 - Geomechanisches Prognoseprofil Weströhre (Blatt 3/7)

[10] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21009 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 1 - Geomechanisches Prognoseprofil Weströhre (Blatt 4/7)

[11] 02_H61_EG_995_KTB_D0700_15003 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke - Sicherheit gegen Feuereinwirkung

Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Galleria principale Est (Tav. 4/7)

[7] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21006 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 1 - Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Galleria principale Ovest (Tav. 1/7)

[8] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21007 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 1 - Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Galleria principale Ovest (Tav. 2/7)

[9] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21008 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 1 - Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Galleria principale Ovest (Tav. 3/7)

[10] 02_H61_GD_090_GLS_D0700_21009 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 1 - Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Galleria principale Ovest (Tav. 147)

[11] 02_H61_EG_995_KTB_D0700_15003 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali - Sicurezza nei riguardi dell'esposizione al fuoco

7.4.2 Normen und Richtlinien

[12] Technische Konstruktionsnormen 2008 – NTC 2008;

[13] Leitfaden N.617, Vorgehensweise zur Anwendung der "Neue technische Konstruktionsnormen", laut MD 14.Januar 2008

[14] DM 28/10/2005 Sicherheit für Bahntunnel

[15] UNI EN1990:2006 - Eurocodice 0 – Grundlage für Konstruktion und Dokumentation zur nationalen Umsetzung ;

[16] UNI EN 1991-1; Eurocode 1 – Actions on structures – 2010/2011

[17] UNI EN 1992:2005 - Eurocodice 2 – Planung von für Stahlbetonbauwerke und Dokumente zur nationalen Umsetzung;

[18] UNI EN 1997:2005 - Eurocodice 7 – Geotechnik und Dokumente zur nationalen Umsetzung

[19] UNI EN 1992-1-2:2005 „Planung von Stahlbetonbauwerke Teil 1-2: Allgemeinregelung – Brandschutz Strukturplanung“

7.4.2 Normativa

[12] Norme Tecniche delle Costruzioni 2008 – NTC 2008;

[13] Circolare n.617, Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14 gennaio 2008

[14] DM 28/10/2005 , Sicurezza nelle gallerie ferroviarie.

[15] UNI EN1990:2006 - Eurocodice 0 – Basi per la progettazione strutturale e documento di applicazione nazionale3

[16] UNI EN 1991-1; Eurocode 1 – Actions on structures – 2010/2011

[17] UNI EN 1992:2005 - Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo e documento di applicazione nazionale

[18] UNI EN 1997:2005 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica e documento di applicazione nazionale

[19] UNI EN 1992-1-2:2005 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio"

[20] UNI 11076: vom 1. Juli 2003, "Testmodalitäten zur Bewertung des Benehmens der an den Decken von Untertagebauten angebrachten Schutzmaßnahmen in Brandfall".

[21] D.M. 16.02.2007 "Feuerwiderstandsklassifizierung von Erzeugnisse und Bauelemente für Bauwerke"

[22] UNI 11104:2004

[23] UNI EN 206-1:2006

7.4.3 Literatur

[24] Ribacchi R., Riccioni R. – Stato di sforzo e di deformazione intorno ad una galleria circolare. Gallerie e grandi opere sotterranee, 1977.

[25] Nguyen-Minh D., Guo C. – Recent progress in convergence confinement method", Eurock '96, pagg. 855-860.

[26] Gamble J.C. – Durability-plasticity classification of shales. Ph. D. Thesis, University of Illinois, 1971.

[27] Sakurai – Lessons Learned from Field Measurements in Tunneling. Tunneling and Underground Space Technology, 1997.

[28] HOEK E., CARRANZA TORRES C., CORKUM B. – Hoek-Brown failure criterion. 2002

[29] UNWEDGE-rocscience, Underground Wedge Stability Analysis Manual

[30] Wang, J., 1993 - Seismic Design of Tunnels - A Simple State-of-the-Art Design

[31] Hashash, Y., et al., 2001, - Seismic design and analysis of underground structures, Tunnelling and underground space technology 16, (247-293)

[32] Pöttler, R. Die unbewehrte Innenschale im Felstunnelbau - Standsicherheit und Verformung im Rißbereich, Beton und Stahlbetonbau Heft 6, 1993

[33] Pöttler, R. Standsicherheitsnachweis unbewehrter Innenschalen, Bautechnik 67, 1990

[20] UNI 11076 del 1 luglio 2003, "Modalità di prova per la valutazione del comportamento di protettivi applicati a soffitti di opere sotterranee, in condizioni di incendi".

[21] D.M. 16.02.2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione"

[22] UNI 11104:2004

[23] UNI EN 206-1:2006

7.4.3 Letteratura

[24] Ribacchi R., Riccioni R. – Stato di sforzo e di deformazione intorno ad una galleria circolare. Gallerie e grandi opere sotterranee, 1977.

[25] Nguyen-Minh D., Guo C. – Recent progress in convergence confinement method", Eurock '96, pagg. 855-860.

[26] Gamble J.C. – Durability-plasticity classification of shales. Ph. D. Thesis, University of Illinois, 1971.

[27] Sakurai – Lessons Learned from Field Measurements in Tunneling. Tunneling and Underground Space Technology, 1997.

[28] HOEK E., CARRANZA TORRES C., CORKUM B. – Hoek-Brown failure criterion. 2002

[29] UNWEDGE-rocscience, Underground Wedge Stability Analysis Manual

[30] Wang, J., 1993 - Seismic Design of Tunnels - A Simple State-of-the-Art Design

[31] Hashash, Y., et al., 2001, - Seismic design and analysis of underground structures, Tunnelling and underground space technology 16, (247-293)

[32] Pöttler, R. Die unbewehrte Innenschale im Felstunnelbau - Standsicherheit und Verformung im Rißbereich, Beton und Stahlbetonbau Heft 6, 1993

[33] Pöttler, R. Standsicherheitsnachweis unbewehrter Innenschalen, Bautechnik 67, 1990

ANHANG 1 - KENNLINIEN

Aufgezeigt werden in Folge die Kurven:

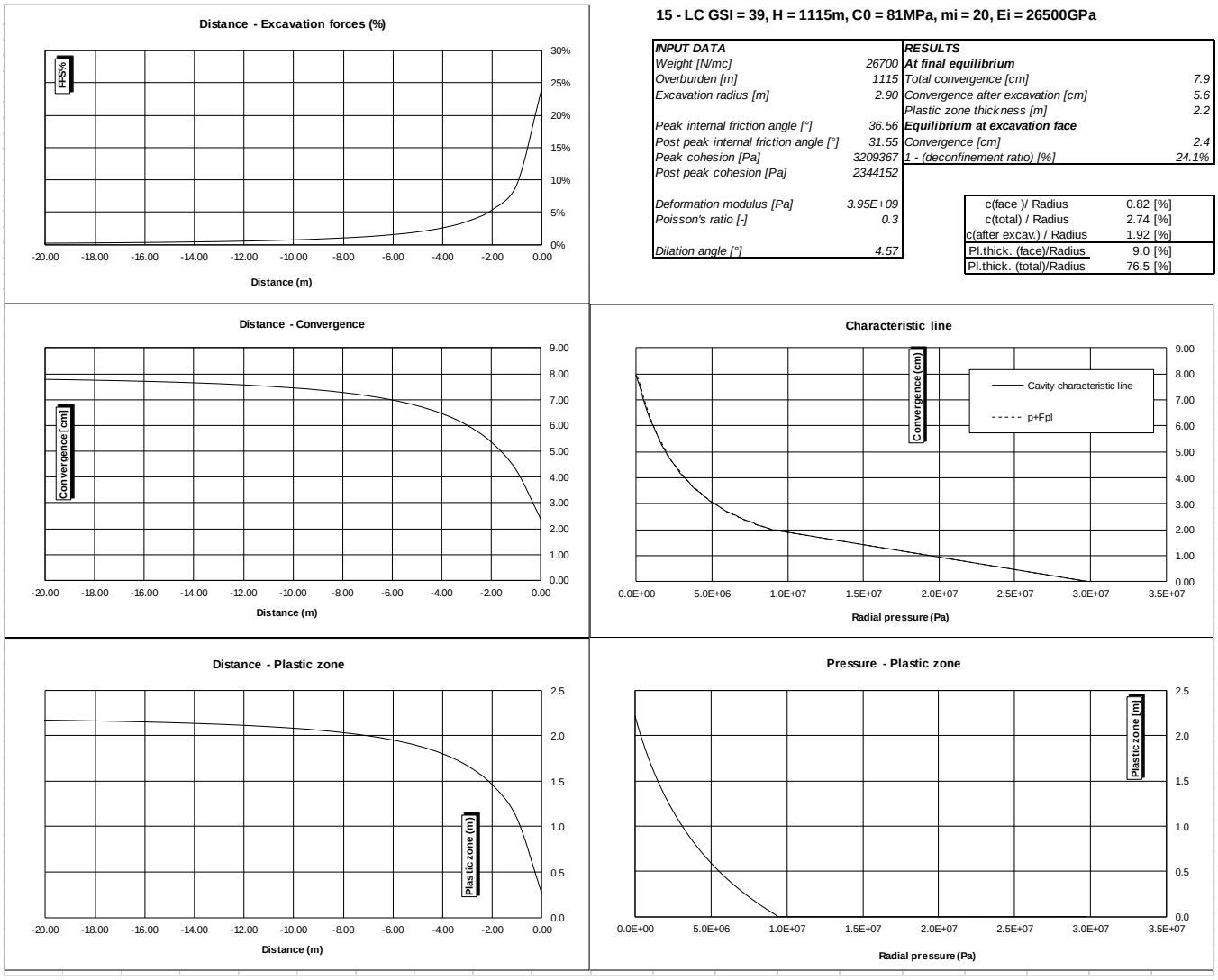
- Radialer Druck – Konvergenz.
- Konvergenz – Ortsbrustabstand.
- Radialer Druck – Ausdehnung der plastischen Zone über den Ausbruchprofil hinaus.
- Ortsbrustabstand – Ausdehnung der plastischen Zone über den Ausbruchprofil hinaus.
- Ortsbrustabstand – Trägheitskräfte der Ausbruchs

Für die gravierende Strecke in Klasse III (Strecke 28).

APPENDICE 1 - LINEE CARATTERISTICHE

Di seguito sono riportate le curve:

- Pressione Radiale – Convergenza.
- Convergenza – Distanza dal Fronte.
- Pressione Radiale – Estensione della Fascia Plastica oltre il profilo di scavo.
- Distanza dal fronte – Estensione della Fascia Plastica oltre il profilo di scavo.
- Distanza dal Fronte – Forze Fittizie di Scavo
- Per la tratta più gravosa in classe III (tratta 28).



15 - LC GSI = 39, H = 1115m, C0 = 81MPa, mi = 20, Ei = 26500GPa

INPUT DATA		*RESULTS*	
Weight [N/mc]	*26700*	***At final equilibrium***	
Overburden [m]	*1115*	*Total convergence [cm]*	*7.9*
Excavation radius [m]	*2.90*	*Convergence after excavation [cm]*	*5.6*
		Plastic zone thickness [m]	*2.2*
Peak internal friction angle [°]	*36.56*	***Equilibrium at excavation face***	
Post peak internal friction angle [°]	*31.55*	*Convergence [cm]*	*2.4*
Peak cohesion [Pa]	*3209367*	*1 - (deconfinement ratio) [%]*	*24.1%*
Post peak cohesion [Pa]	*2344152*		
Deformation modulus [Pa]	*3.95E+09*		
Poisson's ratio [-]	*0.3*		
Dilation angle [°]	*4.57*		

c(face)/ Radius	0.82 [%]
c(total) / Radius	2.74 [%]
c(after excav.) / Radius	1.92 [%]
Pl.thick. (face)/Radius	9.0 [%]
Pl.thick. (total)/Radius	76.5 [%]

Abbildung 1: Zone 29 (GB-G-GA4) - Klasse III

Illustrazione 1: Zona 29 (GB-G-GA4) - Classe III

ANHANG 2 - FDM-ANALYSE

In diesem Anhang sind die wichtigsten Outputs der Finite-Differenzen-Analysen des Ausbruchquerschnitts CT1-T4 dargestellt, welche mit dem Berechnungsprogramm FLAC7.0 durchgeführt wurden.

Modell 1 bezieht sich auf das Modell mit Einsatz von Lehrgerüste HEB120, Abstand 1.5 m auf 2% der TKA; Modell 2 bezieht sich auf das Modell mit Einsatz von Lehrgerüste HEB120, Abstand 0.75 m auf 3.5% der TKA. In folgenden Abbildungen sind die Belastungen in den Lehrgerüsten per einzelnem Lehrgerüst aufgezeigt.

APPENDICE 2 - ANALISI FDM

Nel presente appendice sono riportati i principali output delle analisi alle Differenze Finite della sezione CT1-T4 effettuate con il programma di calcolo FLAC7.0.

Il modello 1 si riferisce al modello con la messa in opera di centine HEB120 a passo 1.5 m al 2% delle FFS; Il modello 2 si riferisce al modello con la messa in opera di centine HEB120 a passo 0.75 m al 3.5% delle FFS. Nelle seguenti illustrazioni, le sollecitazioni nelle centine sono riportate per singola centina

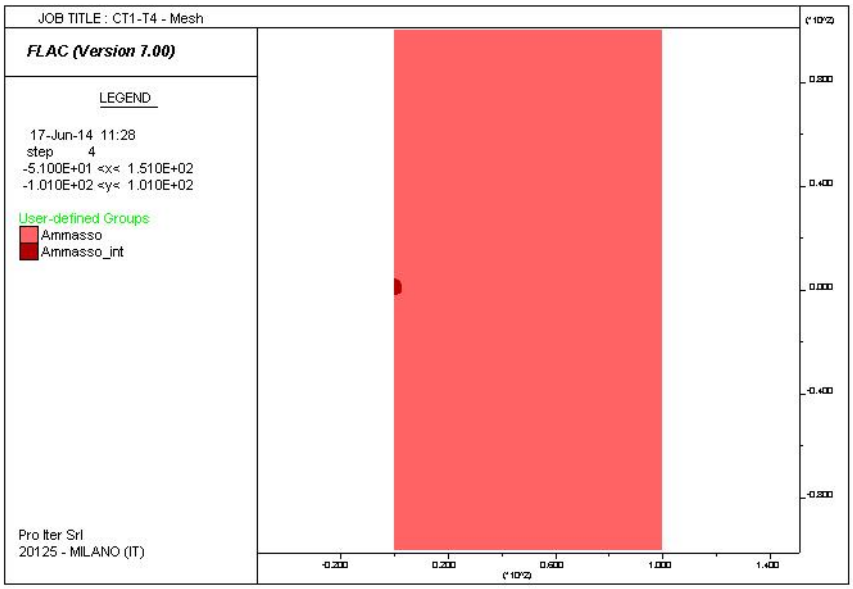


Abbildung 2: CT1-T4 - Modell

Illustrazione 2: CT1-T4 - Modello

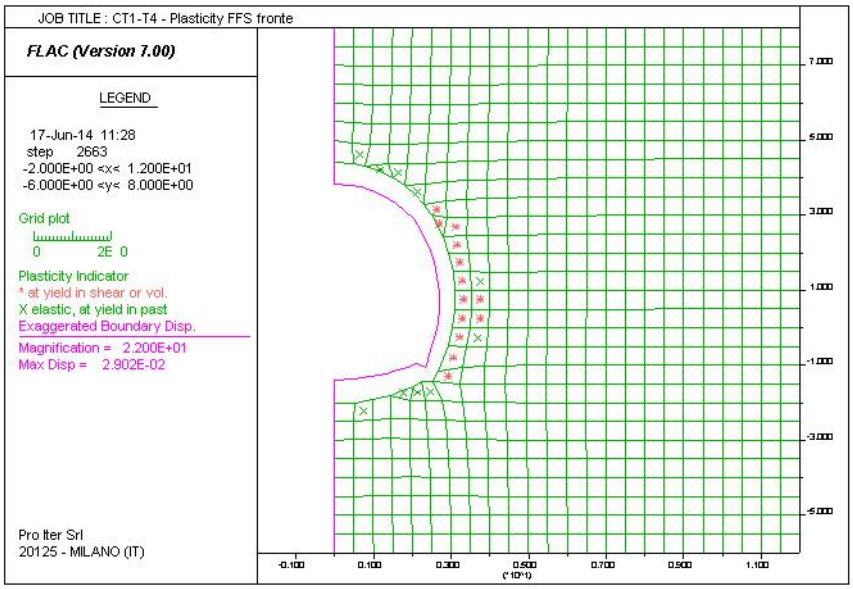


Abbildung 3: CT1-T4 - Ortsbrust Plastizität und Konvergenzen

Illustrazione 3: CT1-T4 - Plasticizzazioni e convergenze al fronte

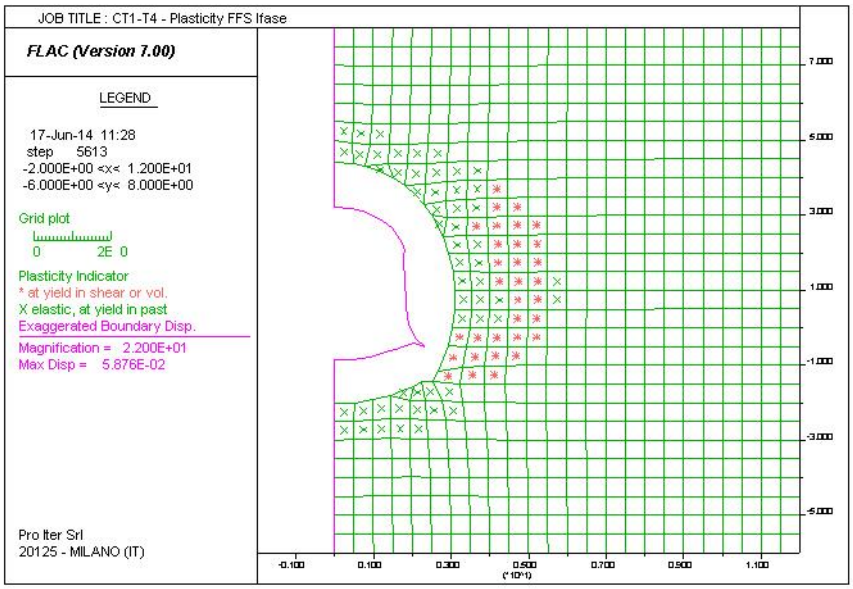


Abbildung 4: CT1-T4 - Modell 1 - Plastizität und Konvergenzen in 5m Entfernung von der Ortsbrust (TKA=2%)

Illustrazione 4: CT1-T4 - Modello 1 - Plasticizzazioni e convergenze a 5m dal fronte (FFS=2%)

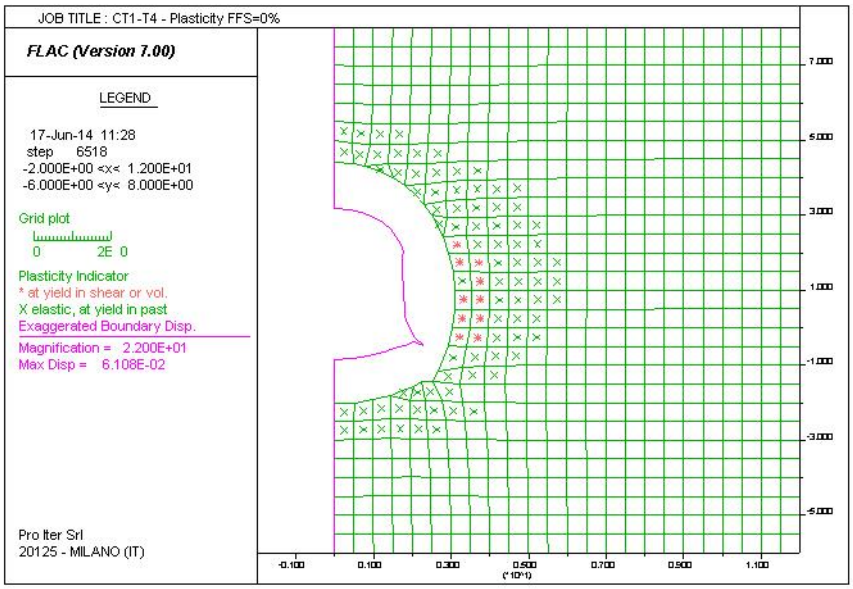


Abbildung 5: CT1-T4 - Modell 1 - Plastizität und Konvergenzen in der Endphase (TKA=0%)

Illustrazione 5: CT1-T4 - Modello 1 - Plasticizzazioni e convergenze in fase definitiva (FFS=0%)

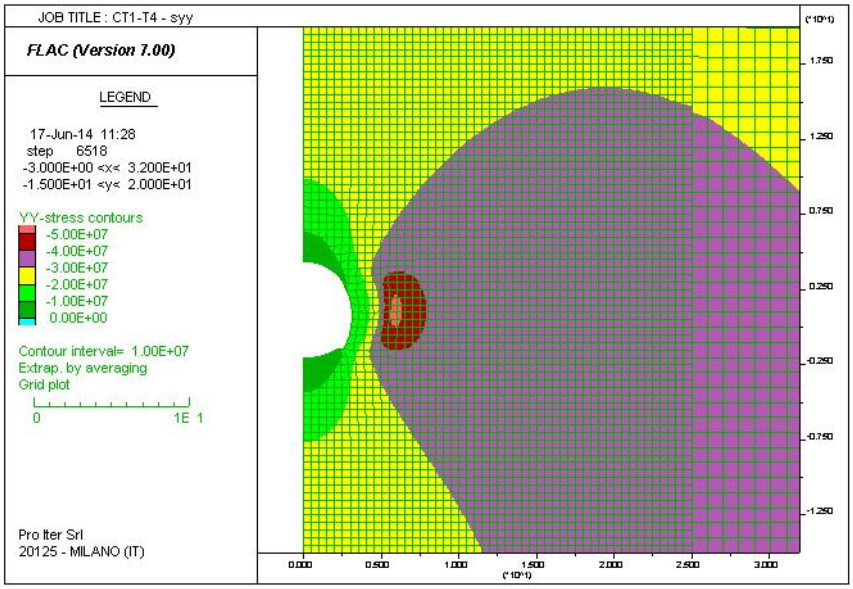


Abbildung 6: CT1-T4 - Modell 1 - Vertikale Kräfte (TKA=0%)

Illustrazione 6: CT1-T4 - Modello 1 - Sforzi verticali (FFS=0%)

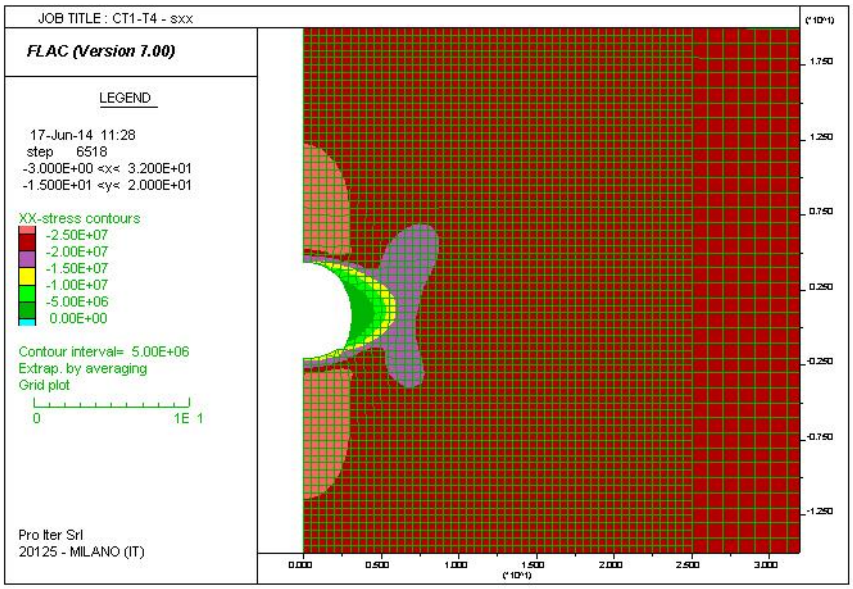


Abbildung 7: CT1-T4 - Modell 1 - Horizontale Kräfte (TKA=0%)

Illustrazione 7: CT1-T4 - Modello 1 - Sforzi orizzontali (FFS=0%)

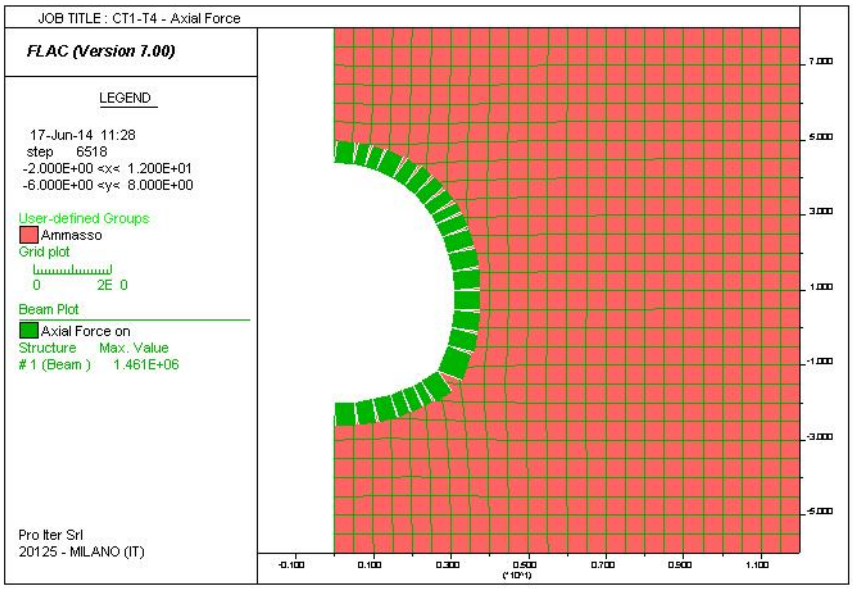


Abbildung 8: CT1-T4 - Modell 1 - Axialwirkung an der Außenschale (TKA=0%)

Illustrazione 8: CT1-T4 - Modello 1 - Azione assiale nel rivestimento di prima fase (FFS=0%)

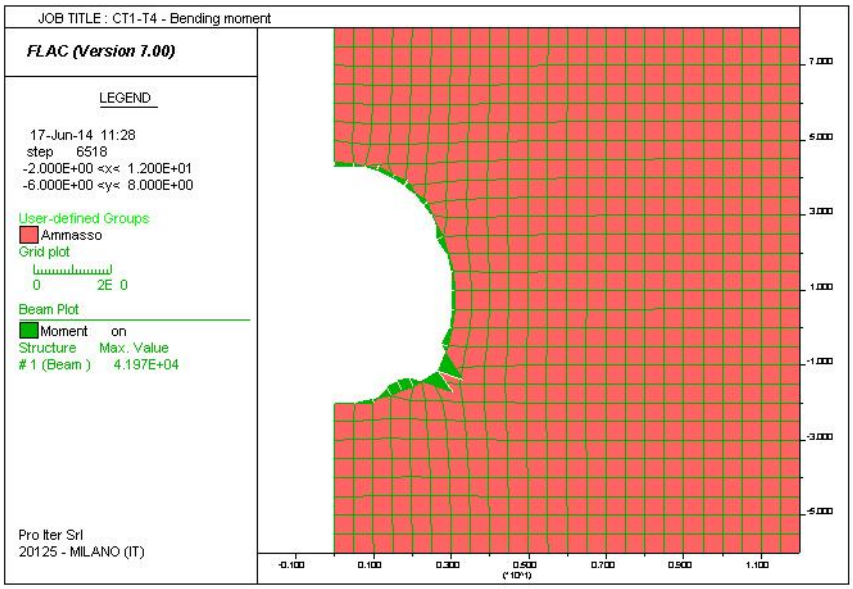


Abbildung 9: CT1-T4 - Modell 1 - Biegungsmoment an der Außenschale (TKA=0%)

Illustrazione 9: CT1-T4 - Modello 1 - Momento flettente nel rivestimento di prima fase (FFS=0%)

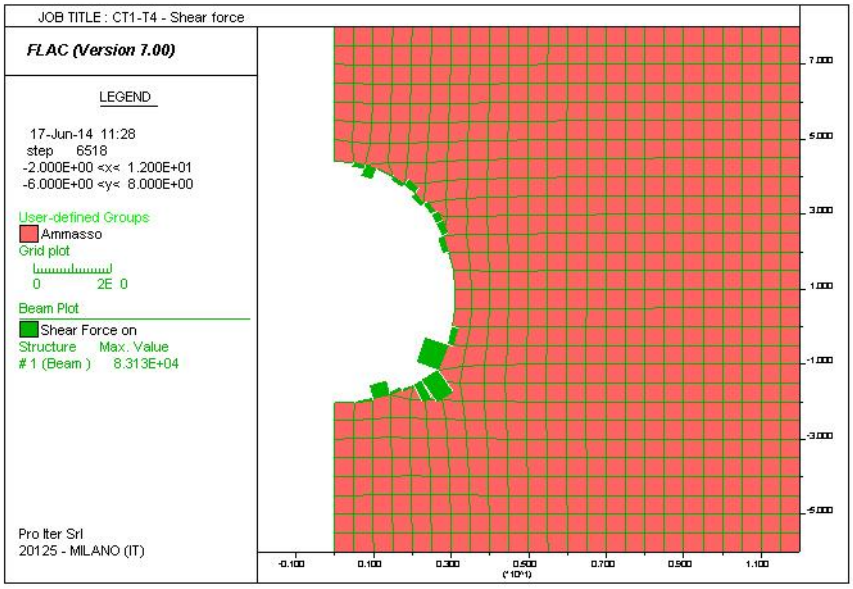


Abbildung 10: CT1-T4 - Modell 1 - Schub an der Außenschale (TKA=0%)

Illustrazione 10: CT1-T4 - Modello 1 - Taglio nel rivestimento di prima fase (FFS=0%)

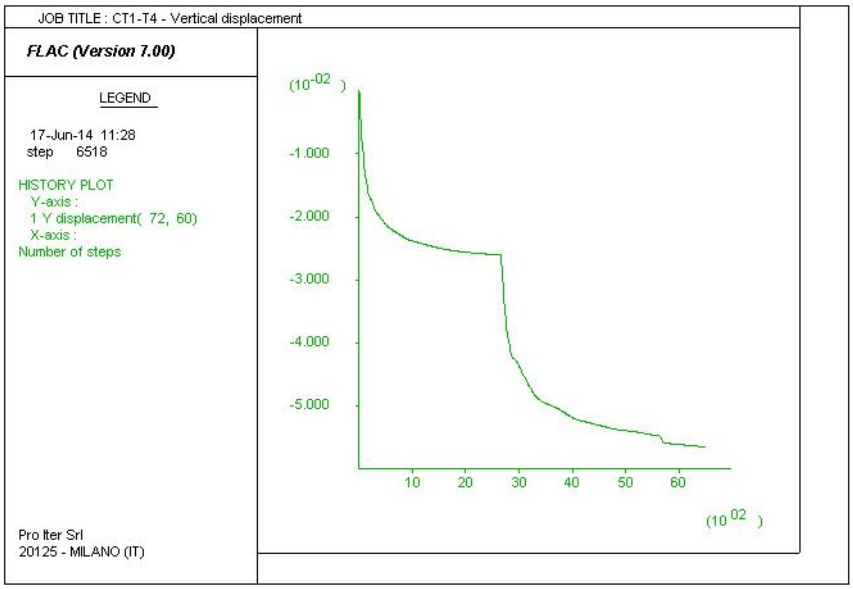


Abbildung 11: CT1-T4 - Modell 1 - Vertikalverschiebung des Kontrollpunkts der Kappe (TKA=0%)

Illustrazione 11: CT1-T4 - Modello 1 - Spostamento verticale del punto di controllo in calotta (FFS=0%)

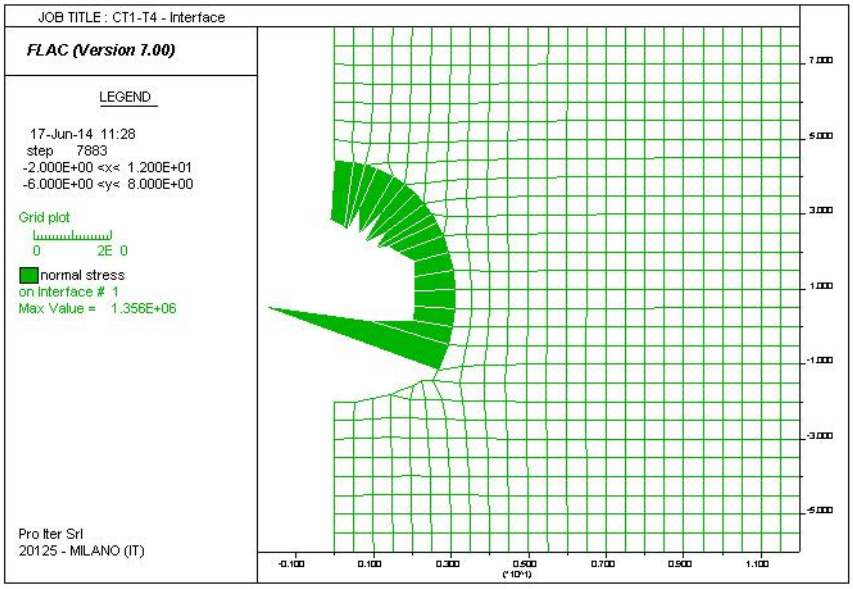


Abbildung 12: CT1-T4 - Modell 1 -Normaldrucke auf die Innenschale

Illustrazione 12: CT1-T4 - Modello 1 -Pressioni normali sul rivestimento definitivo

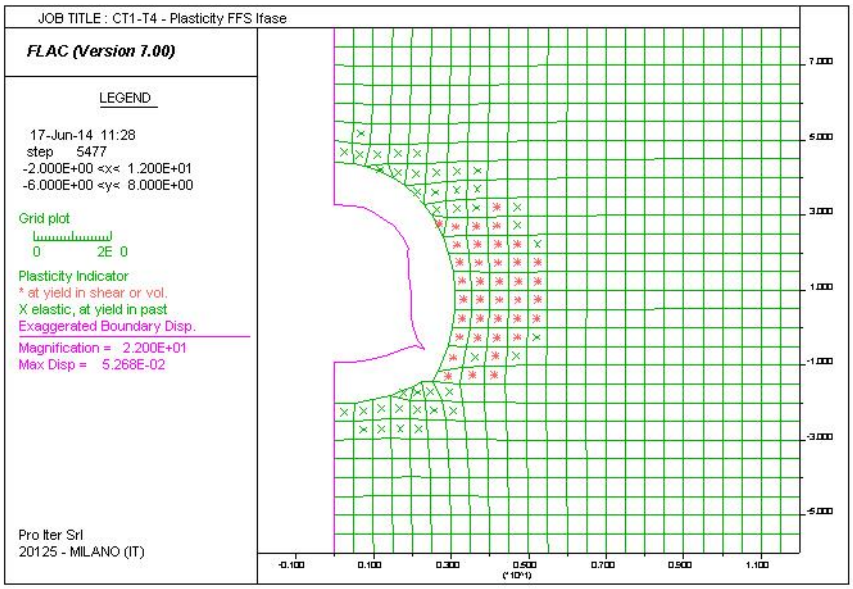


Abbildung 13: CT1-T4 - Modell 2 - Plastizität und Konvergenzen in 3m Entfernung von der Ortsbrust (TKA=3.5%)

Illustrazione 13: CT1-T4 - Modello 2 - Plasticizzazioni e convergenze a 3m dal fronte (FFS=3.5%)

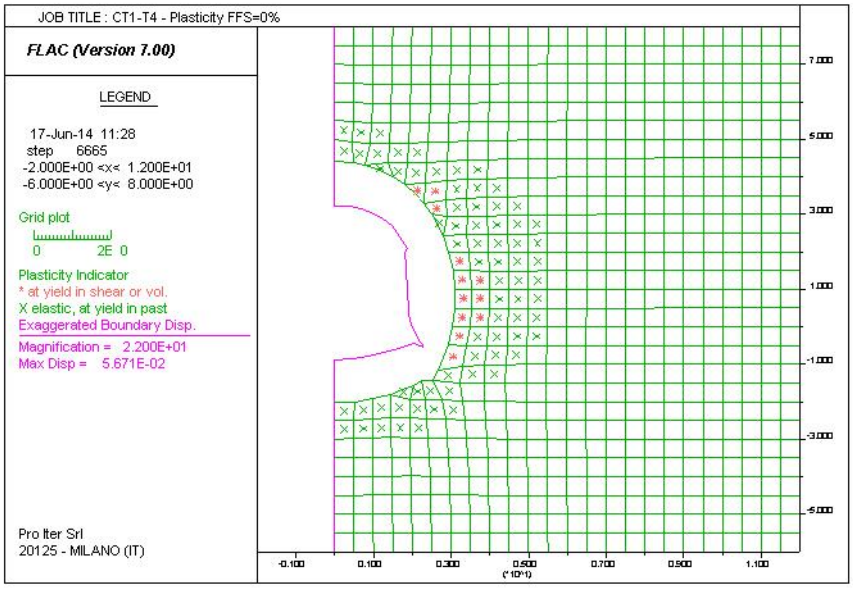


Abbildung 14: CT1-T4 - Modell 2 - Plastizität und Konvergenzen in der Endphase (TKA=0%)

Illustrazione 14: CT1-T4 - Modello 2 - Plasticizzazioni e convergenze in fase definitiva (FFS=0%)

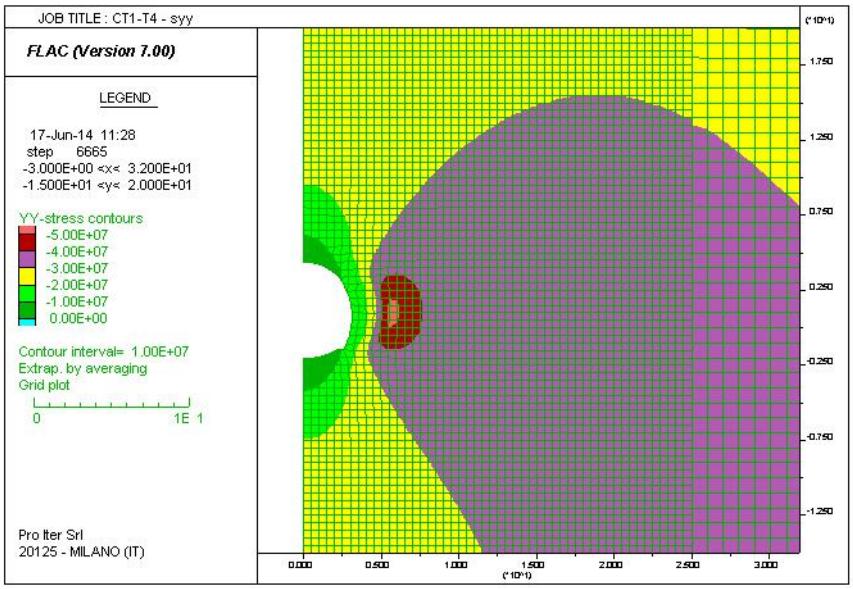


Abbildung 15: CT1-T4 - Modell 2 - Vertikale Kräfte (TKA=0%)

Illustrazione 15: CT1-T4 - Modello 2 - Sforzi verticali (FFS=0%)

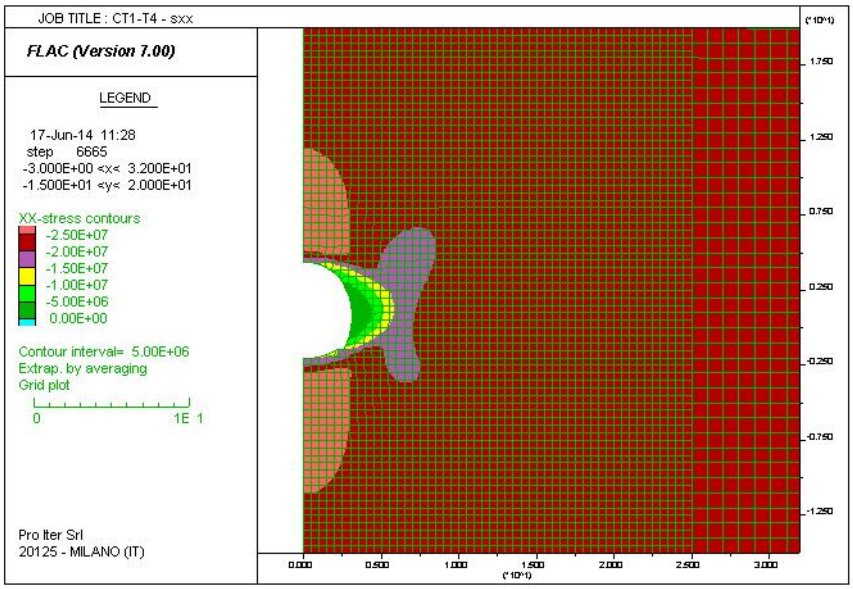


Abbildung 16: CT1-T4 - Modell 2 - Horizontale Kräfte (TKA=0%)

Illustrazione 16: CT1-T4 - Modello 2 - Sforzi orizzontali (FFS=0%)

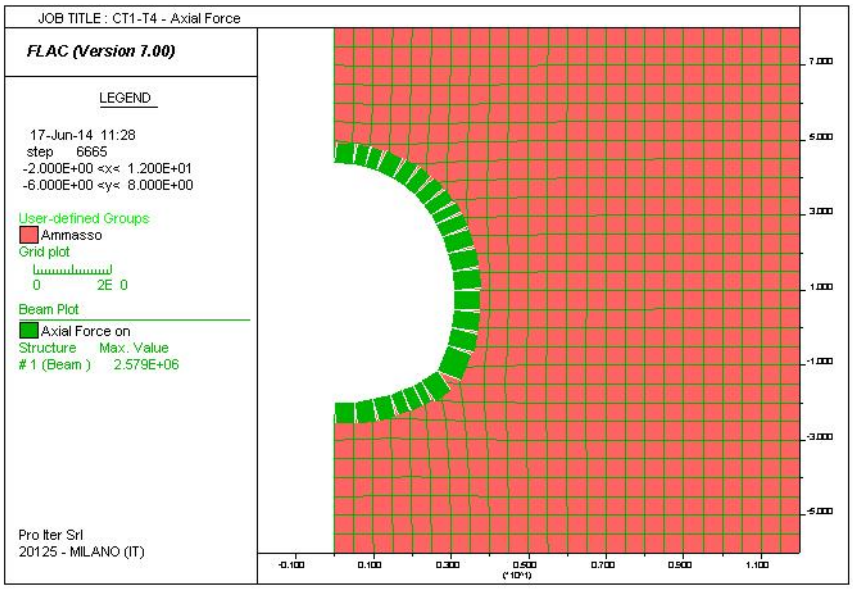


Abbildung 17: CT1-T4 - Modell 2 - Axialwirkung an der Außenschale (TKA=0%)

Illustrazione 17: CT1-T4 - Modello 2 - Azione assiale nel rivestimento di prima fase (FFS=0%)

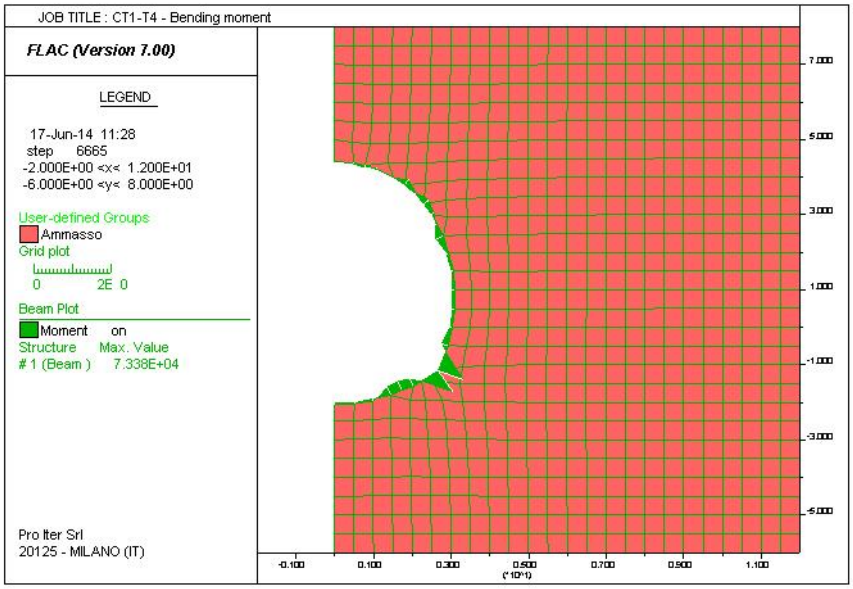


Abbildung 18: CT1-T4 - Modell 2 - Biegungsmoment an der Außenschale (TKA=0%)

Illustrazione 18: CT1-T4 - Modello 2 - Momento flettente nel rivestimento di prima fase (FFS=0%)

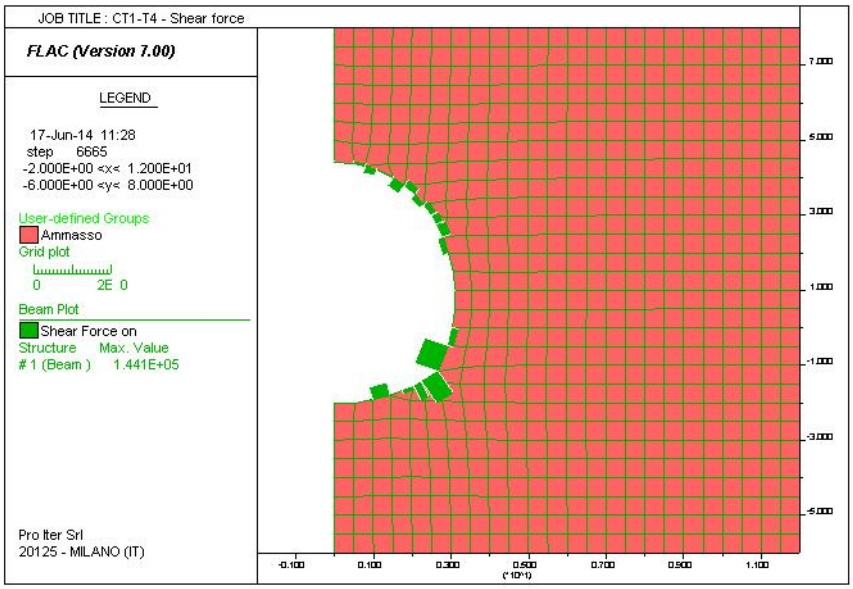


Abbildung 19: CT1-T4 - Modell 2 Schub an der Außenschale (TKA=0%)

Illustrazione 19: CT1-T4 - Modello 2 - Taglio nel rivestimento di prima fase (FFS=0%)

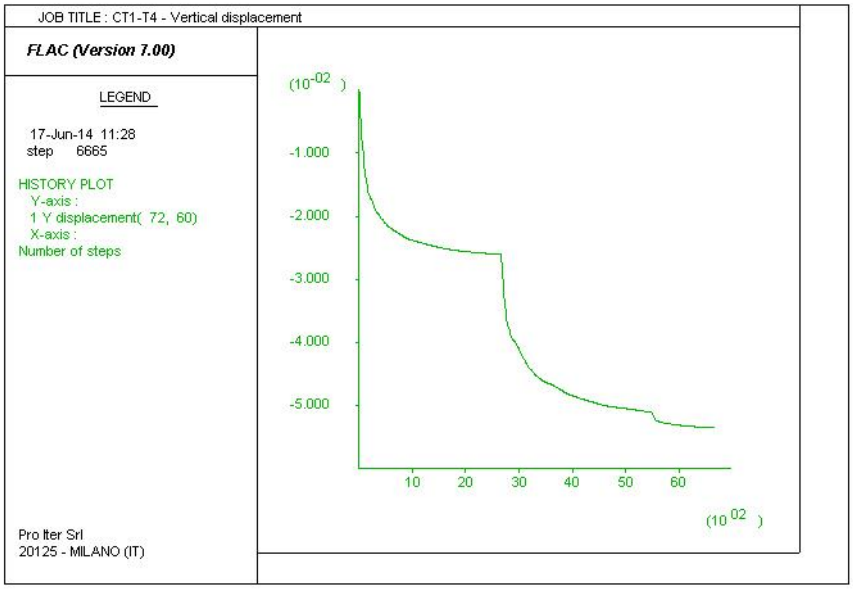


Abbildung 20: CT1-T4 - Modell 2 - Vertikalverschiebung des Kontrollpunkts der Kappe (TKA=0%)

Illustrazione 20: CT1-T4 - Modello 2 - Spostamento verticale del punto di controllo in calotta (FFS=0%)

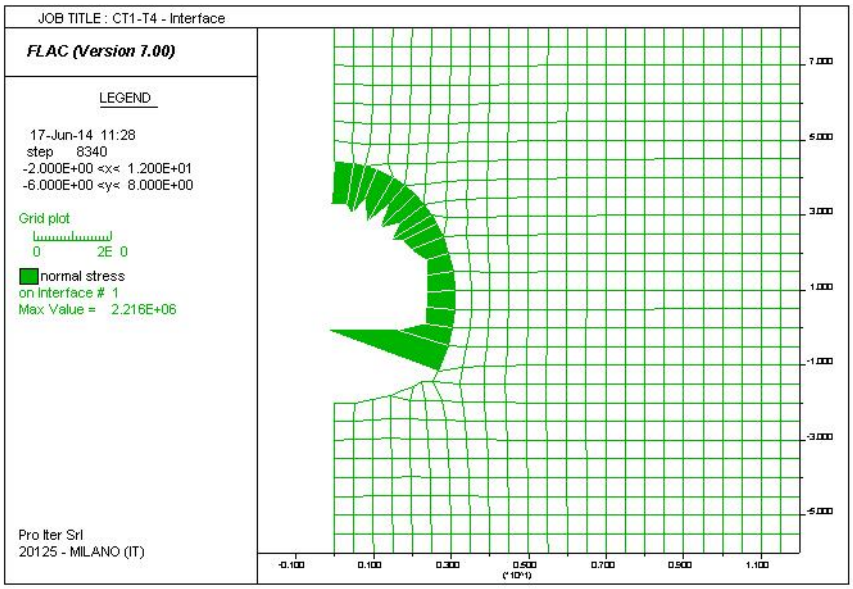


Abbildung 21: CT1-T4 - Modell 2 -Normaldrucke auf die Innenschale

Illustrazione 21: CT1-T4 - Modello 2 -Pressioni normali sul rivestimento definitivo

In folgendem Diagramm ist die Überprüfung der Außenschalen aufgezeigt. Der Bereich und die darstellenden Punkte des Spannungszustandes beziehen sich auf 20 cm Spritzbeton der Festigkeitsklasse C30/37, mit HEB120, Abstand 0.75 m und 1.5 m bewehrt. Die aus dem FDM-Modell erhaltenen Belastungen auf die Außenschale wurden um den Wirkungsbeiwert γ_G = 1.3 erhöht.

Die aus Modell 1 erhaltenen Belastungen wurden mit Lehrgerüste Abstand 1.5 m während die Belastungen aus Modell 2 mit Lehrgerüste Abstand 0.75 m überprüft.

Nel seguente grafico è riportata la verifica dei rivestimenti di prima fase. Il dominio e i punti immagine dello stato tensionale si riferiscono a 20 cm di betoncino proiettato C30/37 armato con HEB120 a passo 0.75 m e 1.5 m. Le sollecitazioni sul rivestimento di prima fase ricavate dal modello FDM sono amplificate per il coefficiente sulle azione γ_G = 1.3.

Le sollecitazioni ricavate dal modello 1 sono verificate con le centine a passo 1.5 m mentre le sollecitazioni ricavate dal Modello 2 con centine a passo 0.75 m.

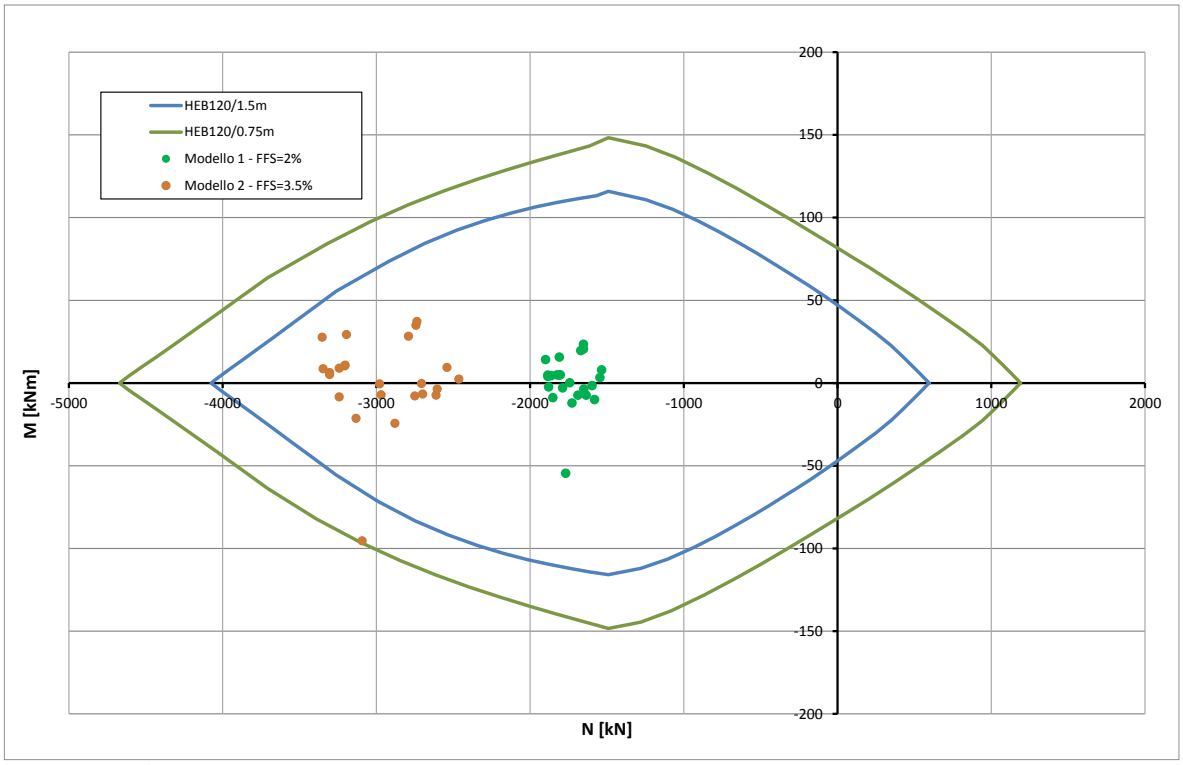


Abbildung 22: CT1-T4 - Überprüfung der Außenschale

Illustrazione 22: CT1-T4 - Verifica rivestimenti di prima fase

ANHANG 3 - FEM-ANALYSE DER INNENSCHALE

Anhang 3 beinhaltet die graphischen Darstellungen der wichtigsten In- und Outputs der Innenschalenanalyse, die mit dem Programm SAP2000 durchgeführt wurden.

APPENDICE 3 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO

L'appendice 3 contiene le rappresentazioni grafiche dei principali input e output dell'analisi del rivestimento definitivo condotte con il programma SAP2000.

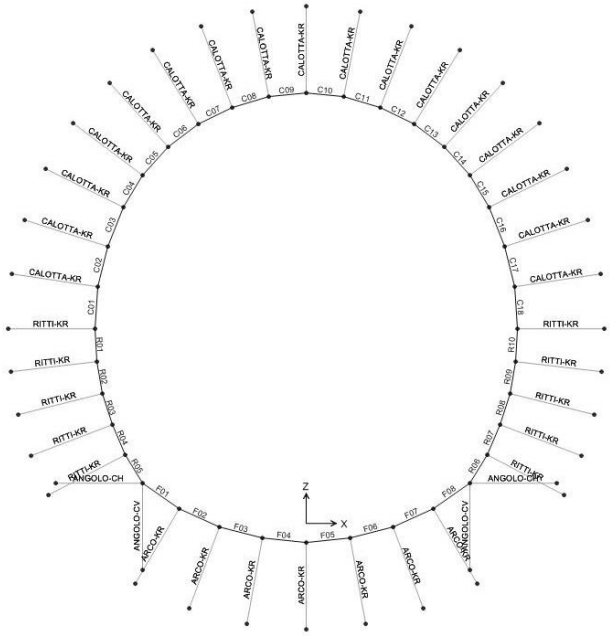


Abbildung 23: Modell CT1-T4

Illustrazione 23: Modello CT1-T4

SectionName	Material	Shape	t3
Text	Text	Text	m
C01	C30/37	Rectangular	0.38
C02	C30/37	Rectangular	0.36
C03	C30/37	Rectangular	0.35
C04	C30/37	Rectangular	0.35
C05	C30/37	Rectangular	0.35
C06	C30/37	Rectangular	0.35
C07	C30/37	Rectangular	0.35
C08	C30/37	Rectangular	0.35
C09	C30/37	Rectangular	0.35
C10	C30/37	Rectangular	0.35
C11	C30/37	Rectangular	0.35
C12	C30/37	Rectangular	0.35
C13	C30/37	Rectangular	0.35
C14	C30/37	Rectangular	0.35
C15	C30/37	Rectangular	0.35
C16	C30/37	Rectangular	0.35
C17	C30/37	Rectangular	0.36
C18	C30/37	Rectangular	0.38

SectionName	Material	Shape	t3
Text	Text	Text	m
F01	C30/37	Rectangular	0.65
F02	C30/37	Rectangular	0.65
F03	C30/37	Rectangular	0.65
F04	C30/37	Rectangular	0.65
F05	C30/37	Rectangular	0.65
F06	C30/37	Rectangular	0.65
F07	C30/37	Rectangular	0.65
F08	C30/37	Rectangular	0.65
R01	C30/37	Rectangular	0.42
R02	C30/37	Rectangular	0.45
R03	C30/37	Rectangular	0.5
R04	C30/37	Rectangular	0.5
R05	C30/37	Rectangular	0.36
R06	C30/37	Rectangular	0.36
R07	C30/37	Rectangular	0.5
R08	C30/37	Rectangular	0.5
R09	C30/37	Rectangular	0.45
R10	C30/37	Rectangular	0.42

Abbildung 24: Stärke der Ausbruchquerschnitte

Illustrazione 24: Spessore delle sezioni

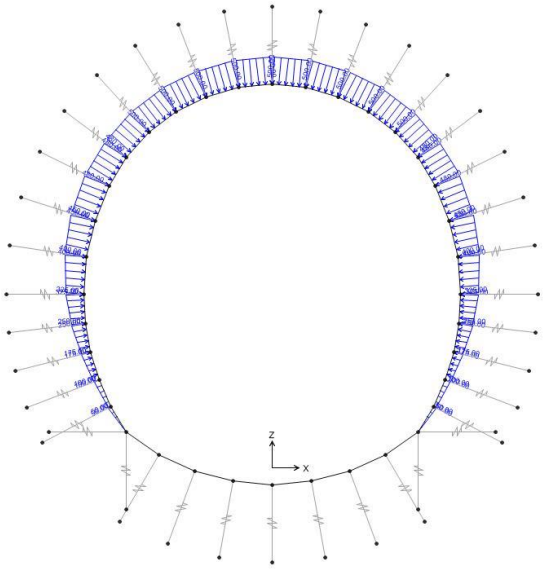


Abbildung 25: Gebirgslast (G5) aus FDM-Analyse

Im Folgenden wird der Belastungsverlauf im Ausbruchquerschnitt bei der gravierendste Kombination GZT06 aufgezeigt.

Illustrazione 25: Carico dell'ammasso (G5) da analisi FDM

Di seguito viene riportato l'andamento delle sollecitazioni nella sezione nella combinazione più gravosa: SLU06.

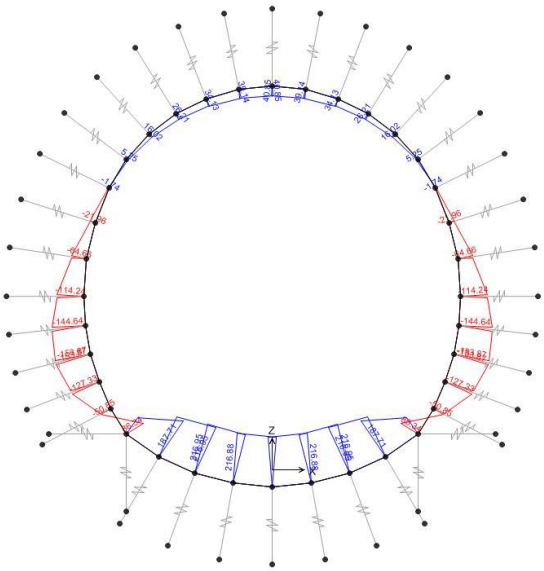


Abbildung 26: GZT06 - Biegungsmoment

Illustrazione 26: SLU06 - Momento flettente

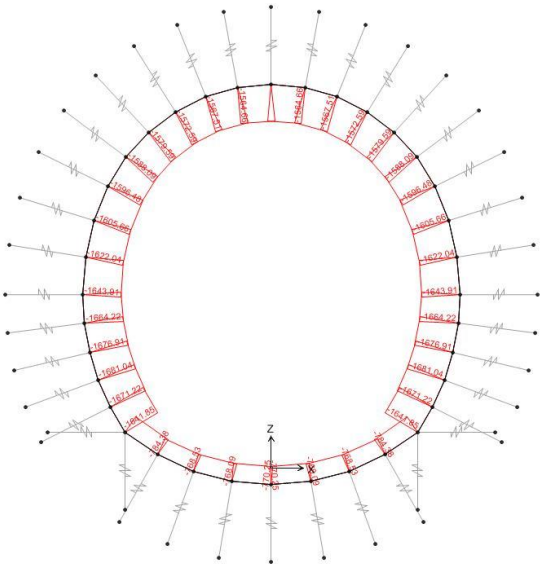


Abbildung 27: GZT06 - Axialwirkung

Illustrazione 27: SLU06 - Azione assiale

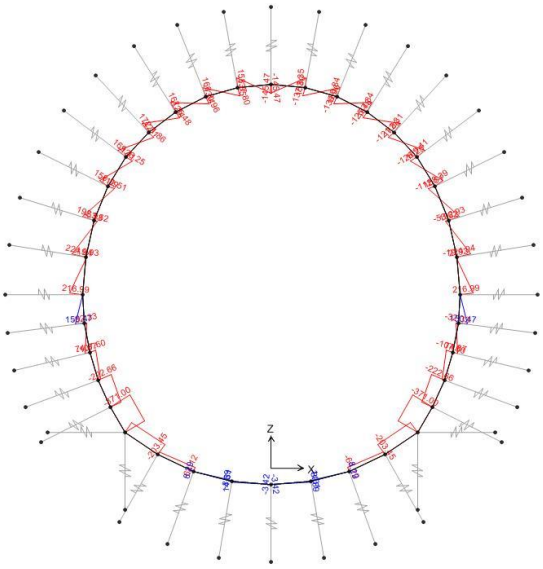


Abbildung 28: GZT06 - Schub

Illustrazione 28: SLU06 - Taglio

In folgenden Tabellen sind GZG- und GZT-Spannungsüberprüfungen der unbewehrten Ausbruchquerschnitte aufgezeigt.

Insbesondere:

Abbildung 29 - GZG Spannungsnachweis mit den vom Modell mit FLAC-Last entnommenen Belastungen

Nelle seguenti tabelle sono riportate le verifiche tensionali agli SLE e agli SLU delle sezioni non armate.

In particolare:

Illustrazione 29 - Verifiche tensionali agli SLE con le sollecitazioni ricavate dal modello con carico da FLAC.

Abbildung 30 - GZT Spannungsnachweis mit den vom Modell mit FLAC-Last entnommenen Belastungen. In dieser Tabelle sind die Kombinationen aufgeführt die ohne Bildung der plastischen Scharniere festgestellt wurden.

Abbildung 31 - GZT Spannungsnachweis mit den vom Modell mit FLAC-Last entnommenen Belastungen. In dieser Tabelle sind die Kombinationen aufgeführt die mit Bildung 1 plastischen Scharniers festgestellt wurden (GZT02).

Illustrazione 30 - Verifiche tensionali agli SLU con le sollecitazioni ricavate dal modello con carico da FLAC. In questa tabella sono riportate le combinazioni che sono verificate senza la formazione di cerniere plastiche.

Illustrazione 31 - Verifiche tensionali agli SLU con le sollecitazioni ricavate dal modello con carico da FLAC. In questa tabella sono riportate le combinazioni che sono state verificate con la formazione di 1 cerniera plastica (SLU02).

TABLE: Element Forces - Frames												Positive le trazioni			
												Estradosso	Intradosso	VERIFICHE SLE	
Frame	OutputCase	StepType	P	V3	V2	T	M3	M2		h	σ_1	σ_2	$\lvert\sigma_{min}\rvert < f_{ck}$	$\sigma_{max} < f_{ck}$
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m		[m]	[MPa]	[MPa]	[-]	[-]
C01	SLE01	Max	-66.84	0.00	5.73	0.00	-15.90	0.00		0.38	0.485	-0.836	OK	OK
C01	SLE01	Max	-71.42	0.00	6.08	0.00	-18.75	0.00		0.38	0.591	-0.967	OK	OK
C02	SLE01	Max	-61.63	0.00	6.02	0.00	-12.75	0.00		0.36	0.419	-0.761	OK	OK
C02	SLE01	Max	-65.87	0.00	7.01	0.00	-15.90	0.00		0.36	0.553	-0.919	OK	OK
C03	SLE01	Max	-56.74	0.00	5.05	0.00	-9.93	0.00		0.35	0.324	-0.648	OK	OK
C03	SLE01	Max	-60.66	0.00	6.63	0.00	-12.75	0.00		0.35	0.451	-0.798	OK	OK
C04	SLE01	Max	-52.60	0.00	4.32	0.00	-7.61	0.00		0.35	0.223	-0.523	OK	OK
C04	SLE01	Max	-55.84	0.00	6.32	0.00	-9.93	0.00		0.35	0.327	-0.646	OK	OK
C05	SLE01	Max	-48.79	0.00	3.77	0.00	-5.42	0.00		0.35	0.126	-0.405	OK	OK
C05	SLE01	Max	-51.61	0.00	6.32	0.00	-7.61	0.00		0.35	0.225	-0.520	OK	OK
C06	SLE01	Max	-45.60	0.00	2.75	0.00	-3.56	0.00		0.35	0.044	-0.305	OK	OK
C06	SLE01	Max	-47.90	0.00	5.78	0.00	-5.42	0.00		0.35	0.129	-0.402	OK	OK
C07	SLE01	Max	-43.19	0.00	1.48	0.00	-2.18	0.00		0.35	-0.017	-0.230	OK	OK
C07	SLE01	Max	-44.89	0.00	4.89	0.00	-3.56	0.00		0.35	0.046	-0.303	OK	OK
C08	SLE01	Max	-41.66	0.00	0.12	0.00	-1.33	0.00		0.35	-0.054	-0.184	OK	OK
C08	SLE01	Max	-42.70	0.00	3.78	0.00	-2.18	0.00		0.35	-0.015	-0.229	OK	OK
C09	SLE01	Max	-41.05	0.00	-1.24	0.00	-1.04	0.00		0.35	-0.066	-0.168	OK	OK
C09	SLE01	Max	-41.41	0.00	2.55	0.00	-1.33	0.00		0.35	-0.053	-0.183	OK	OK
C10	SLE01	Max	-41.05	0.00	-1.24	0.00	-1.04	0.00		0.35	-0.066	-0.168	OK	OK
C10	SLE01	Max	-41.41	0.00	2.55	0.00	-1.33	0.00		0.35	-0.053	-0.183	OK	OK
C11	SLE01	Max	-41.66	0.00	0.12	0.00	-1.33	0.00		0.35	-0.054	-0.184	OK	OK
C11	SLE01	Max	-42.70	0.00	3.78	0.00	-2.18	0.00		0.35	-0.015	-0.229	OK	OK
C12	SLE01	Max	-43.19	0.00	1.48	0.00	-2.18	0.00		0.35	-0.017	-0.230	OK	OK
C12	SLE01	Max	-44.89	0.00	4.89	0.00	-3.56	0.00		0.35	0.046	-0.303	OK	OK
C13	SLE01	Max	-45.60	0.00	2.75	0.00	-3.56	0.00		0.35	0.044	-0.305	OK	OK
C13	SLE01	Max	-47.90	0.00	5.78	0.00	-5.42	0.00		0.35	0.129	-0.402	OK	OK
C14	SLE01	Max	-48.79	0.00	3.77	0.00	-5.42	0.00		0.35	0.126	-0.405	OK	OK
C14	SLE01	Max	-51.61	0.00	6.32	0.00	-7.61	0.00		0.35	0.225	-0.520	OK	OK
C15	SLE01	Max	-52.60	0.00	4.32	0.00	-7.61	0.00		0.35	0.223	-0.523	OK	OK
C15	SLE01	Max	-55.84	0.00	6.32	0.00	-9.93	0.00		0.35	0.327	-0.646	OK	OK
C16	SLE01	Max	-56.74	0.00	5.05	0.00	-9.93	0.00		0.35	0.324	-0.648	OK	OK
C16	SLE01	Max	-60.66	0.00	6.63	0.00	-12.75	0.00		0.35	0.451	-0.798	OK	OK
C17	SLE01	Max	-61.63	0.00	6.02	0.00	-12.75	0.00		0.36	0.419	-0.761	OK	OK
C17	SLE01	Max	-65.87	0.00	7.01	0.00	-15.90	0.00		0.36	0.553	-0.919	OK	OK
C18	SLE01	Max	-66.84	0.00	5.73	0.00	-15.90	0.00		0.38	0.485	-0.836	OK	OK
C18	SLE01	Max	-71.42	0.00	6.08	0.00	-18.75	0.00		0.38	0.591	-0.967	OK	OK
F01	SLE01	Max	-57.22	0.00	-25.60	0.00	-5.23	0.00		0.65	-0.014	-0.162	OK	OK
F01	SLE01	Max	-62.39	0.00	-33.06	0.00	9.71	0.00		0.65	-0.234	0.042	OK	OK
F02	SLE01	Max	-60.50	0.00	11.27	0.00	9.71	0.00		0.65	-0.231	0.045	OK	OK
F02	SLE01	Max	-65.08	0.00	1.35	0.00	6	0.00		0.65	-0.191	-0.009	OK	OK
F03	SLE01	Max	-66.98	0.00	20.59	0.00	6	0.00		0.65	-0.194	-0.012	OK	OK
F03	SLE01	Max	-70.24	0.00	8.29	0.00	-1	0.00		0.65	-0.093	-0.123	OK	OK
F04	SLE01	Max	-72.11	0.00	13.32	0.00	-1	0.00		0.65	-0.096	-0.126	OK	OK
F04	SLE01	Max	-73.29	0.00	-0.25	0.00	-4	0.00		0.65	-0.050	-0.175	OK	OK
F05	SLE01	Max	-72.11	0.00	13.32	0.00	-1	0.00		0.65	-0.096	-0.126	OK	OK
F05	SLE01	Max	-73.29	0.00	-0.25	0.00	-4	0.00		0.65	-0.050	-0.175	OK	OK
F06	SLE01	Max	-66.98	0.00	20.59	0.00	6	0.00		0.65	-0.194	-0.012	OK	OK
F06	SLE01	Max	-70.24	0.00	8.29	0.00	-1	0.00		0.65	-0.093	-0.123	OK	OK
F07	SLE01	Max	-60.50	0.00	11.27	0.00	10	0.00		0.65	-0.231	0.045	OK	OK
F07	SLE01	Max	-65.08	0.00	1.35	0.00	6	0.00		0.65	-0.191	-0.009	OK	OK
F08	SLE01	Max	-57.22	0.00	-25.60	0.00	-5	0.00		0.65	-0.014	-0.162	OK	OK
F08	SLE01	Max	-62.39	0.00	-33.06	0.00	10	0.00		0.65	-0.234	0.042	OK	OK
R01	SLE01	Max	-71.98	0.00	2.92	0.00	-18.75	0.00		0.42	0.466	-0.809	OK	OK
R01	SLE01	Max	-75.93	0.00	2.68	0.00	-19.81	0.00		0.42	0.493	-0.855	OK	OK
R02	SLE01	Max	-76.08	0.00	-0.20	0.00	-19.81	0.00		0.45	0.418	-0.756	OK	OK
R02	SLE01	Max	-80.25	0.00	-0.96	0.00	-19.59	0.00		0.45	0.402	-0.759	OK	OK
R03	SLE01	Max	-79.90	0.00	-4.90	0.00	-19.59	0.00		0.50	0.310	-0.630	OK	OK
R03	SLE01	Max	-84.41	0.00	-6.28	0.00	-17.48	0.00		0.50	0.251	-0.588	OK	OK
R04	SLE01	Max	-83.36	0.00	-11.33	0.00	-17.48	0.00		0.50	0.253	-0.586	OK	OK
R04	SLE01	Max	-87.67	0.00	-13.24	0.00	-12.84	0.00		0.50	0.133	-0.484	OK	OK
R05	SLE01	Max	-85.73	0.00	-19.31	0.00	-13	0.00		0.36	0.357	-0.833	OK	OK
R05	SLE01	Max	-88.65	0.00	-21.04	0.00	-5	0.00		0.36	-0.004	-0.489	OK	OK
R06	SLE01	Max	-85.73	0.00	-19.31	0.00	-13	0.00		0.36	0.357	-0.833	OK	OK
R06	SLE01	Max	-88.65	0.00	-21.04	0.00	-5	0.00		0.36	-0.004	-0.489	OK	OK
R07	SLE01	Max	-83.36	0.00	-11.33	0.00	-17.48	0.00		0.50	0.253	-0.586	OK	OK
R07	SLE01	Max	-87.67	0.00	-13.24	0.00	-12.84	0.00		0.50	0.133	-0.484	OK	OK
R08	SLE01	Max	-79.90	0.00	-4.90	0.00	-19.59	0.00		0.50	0.310	-0.630	OK	OK
R08	SLE01	Max	-84.41	0.00	-6.28	0.00	-17.48	0.00		0.50	0.251	-0.588	OK	OK
R09	SLE01	Max	-76.08	0.00	-0.20	0.00	-19.81	0.00		0.45	0.418	-0.756	OK	OK
R09	SLE01	Max	-80.25	0.00	-0.96	0.00	-19.59	0.00		0.45	0.402	-0.759	OK	OK
R10	SLE01	Max	-71.98	0.00	2.92	0.00	-18.75	0.00		0.42	0.466	-0.809	OK	OK
R10	SLE01	Max	-75.93	0.00	2.68	0.00	-19.81	0.00		0.42	0.493	-0.855	OK	OK
C01	SLE02	Max	-31.33	0.00	0.64	0.00	-5.33	0.00		0.38	0.139	-0.304	OK	OK
C01	SLE02	Max	-35.90	0.00	0.99	0.00	-5.72	0.00		0.38	0.143	-0.332	OK	OK
C02	SLE02	Max	-26.63	0.00	4.38	0.00	-2.97	0.00		0.36	0.064	-0.212	OK	OK
C02	SLE02	Max	-30.87	0.00	5.37	0.00	-5.33	0.00		0.36	0.161	-0.332	OK	OK
C03	SLE02	Max	-21.74	0.00	6.78	0.00	0.68	0.00		0.35	-0.096	-0.029	OK	OK
C03	SLE02	Max	-25.66	0.00	8.35	0.00	-2.97	0.00		0.35	0.072	-0.219	OK	OK
C04	SLE02	Max	-17.04	0.00	8.32	0.00	4.74	0.00		0.35	-0.281	0.183	OK	OK
C04	SLE02	Max	-20.29	0.00	10.32	0.00	0.68	0.00		0.35	-0.091	-0.025	OK	OK
C05	SLE02	Max	-12.40	0.00	8.76	0.00	9.11	0.00		0.35	-0.481	0.411	OK	OK
C05	SLE02	Max	-15.22	0.00	11.32	0.00	4.74	0.00		0.35	-0.276	0.189	OK	OK
C06	SLE02	Max	-8.27	0.00	7.88	0.00	13.19	0.00		0.35	-0.670	0.623	OK	OK
C06	SLE02	Max	-10.57	0.00	10.91	0.00	9.11	0.00		0.35	-0.476	0.416	OK	OK
C07	SLE02	Max	-4.97	0.00	5.89	0.00	16.50	0.00		0.35	-0.822	0.794	OK	OK
C07	SLE02	Max	-6.67	0.00	9.30	0.00	13.19	0.00		0.35	-0.665	0.627	OK	OK
C08	SLE02	Max	-2.75	0.00	3.09	0.00	18.64	0.00		0.35	-0.921	0.905	OK	OK
C08	SLE02	Max	-3.79	0.00	6.75	0.00	16.50	0.00		0.35	-0.819	0.797	OK	OK
C09	SLE02	Max	-1.77	0.00	-0.19	0.00	19.38	0.00		0.35	-0.954	0.944	OK	OK
C09	SLE02	Max	-2.13	0.00	3.60	0.00	18.64	0.00		0.35	-0.919	0.907	OK	OK
C10	SLE02	Max	-1.77	0.00	-0.19	0.00	19.38	0.00		0.35	-0.954	0.944	OK	OK
C10	SLE02	Max	-2.13	0.00	3.60	0.00	18.64	0.00		0.35	-0.919	0.907	OK	OK
C11	SLE02	Max	-2.75	0.00	3.09	0.00	18.64	0.00		0.35	-0.921	0.905	OK	OK
C11	SLE02	Max	-3.79	0.00	6.75	0.00	16.50	0.00		0.35	-0.819	0.797	OK	OK
C12	SLE02	Max	-4.97	0.00	5.89	0.00	16.50	0.00		0.35	-0.822	0.794	OK	OK
C12	SLE02	Max	-6.67	0.00	9.30	0.00	13.19	0.00		0.35	-0.665	0.627	OK	OK
C13	SLE02	Max	-8.27	0.00	7.88	0.00	13.19	0.00		0.35	-0.670	0.623	OK	OK
C13	SLE02	Max	-10.57	0.00	10.91	0.00	9.11	0.00		0.35	-0.476	0.416	OK	OK
C14	SLE02	Max	-12.40	0.00	8.76	0.00	9.11	0.00		0.35	-0.481	0.411	OK	OK
C14	SLE02	Max	-15.22	0.00	11.32	0.00	4.74	0.00		0.35	-0.276	0.189	OK	OK
C15	SLE02	Max	-17.04	0.00	8.32	0.00	4.74	0.00		0.35	-0.281	0.183	OK	OK
C15	SLE02	Max	-20.29	0.00	10.32	0.00	0.68	0.00		0.35	-0.091	-0.025	OK	OK
C16	SLE02	Max	-21.74	0.00	6.78	0.00	0.68	0.00		0.35	-0.096	-0.029	OK	OK
C16	SLE02	Max	-25.66	0.00	8.35	0.00	-2.97	0.00		0.35	0.072	-0.219	OK	OK
C17	SLE02	Max	-26.63	0.00	4.38	0.00	-2.97	0.00		0.36	0.064	-0.212	OK	OK
C17	SLE02	Max	-30.87	0.00	5.37	0.00	-5.33	0.00		0.36	0.161	-0.332	OK	OK
C18	SLE02	Max	-31.33	0.00	0.64	0.00	-5.33	0.00		0.38	0.139	-0.304	OK	OK
C18	SLE02	Max	-35.90	0.00	0.99	0.00	-5.72	0.00		0.38	0.143	-0.332	OK	OK
F01	SLE02	Max	13.67	0.00	16.85	0.00	25	0.00		0.65	-0.328	0.370	OK	OK
F01	SLE02	Max	8.50	0.00	9.38	0.00	18	0.00		0.65	-0.240	0.266	OK	OK
F02	SLE02	Max	6.76	0.00	10.76	0.00	18	0.00		0.65	-0.242	0.263	OK	OK
F02	SLE02	Max	2.18	0.00	0.84	0.00	15	0.00		0.65	-0.206	0.213	OK	OK
F03	SLE02	Max	1.76	0.00	4.03	0.00	15	0.00		0.65	-0.207	0.212	OK	OK
F03	SLE02	Max	-1.50	0.00	-8.26	0.00	16	0.00		0.65	-0.226	0.222	OK	OK
F04	SLE02	Max	-1.23	0.00	5.16	0.00	16	0.00		0.65	-0.226	0.222	OK	OK
F04	SLE02	Max	-2.41	0.00	-8.40	0.00	17	0.00		0.65	-0.239	0.232	OK	OK
F05	SLE02	Max	-1.23	0.00	5.16	0.00	16	0.00		0.65	-0.226	0.222	OK	OK
F05	SLE02	Max	-2.41	0.00	-8.40	0.00	17	0.00		0.65	-0.239	0.232	OK	OK
F06	SLE02	Max	1.76	0.00	4.03	0.00	15	0.00		0.65	-0.207	0.212	OK	OK
F06	SLE02	Max	-1.50	0.00	-8.26	0.00	16	0.00		0.65	-0.226	0.222	OK	OK
F07	SLE02	Max	6.76	0.00	10.76	0.00	18	0.00		0.65	-0.242	0.263	OK	OK
F07	SLE02	Max	2.18	0.00	0.84	0.00	15	0.00		0.65	-0.206	0.213	OK	OK
F08	SLE02	Max	13.67	0.00	16.85	0.00	25	0.00		0.65	-0.328	0.370	OK	OK
F08	SLE02	Max	8.50	0.00	9.38	0.00	18	0.00		0.65	-0.240	0.266	OK	OK
R01	SLE02	Max	-35.71	0.00	-3.86	0.00	-5.72	0.00		0.42	0.110	-0.280	OK	OK
R01	SLE02	Max	-39.66	0.00	-4.09	0.00	-4.22	0.00		0.42	0.049	-0.238	OK	OK
R02	SLE02	Max	-38.90	0.00	-8.76	0.00	-4.22	0.00		0.45	0.039	-0.212	OK	OK
R02	SLE02	Max	-43.07	0.00	-9.51	0.00	-0.78	0.00		0.45	-0.073	-0.119	OK	OK
R03	SLE02	Max	-41.64	0.00	-14.55	0.00	-0.78	0.00		0.50	-0.065	-0.102	OK	OK
R03	SLE02	Max	-46.14	0.00	-15.93	0.00	4.97	0.00		0.50	-0.212	0.027	OK	OK
R04	SLE02	Max	-43.92	0.00	-21.29	0.00	4.97	0.00		0.50	-0.207	0.031	OK	OK
R04	SLE02	Max	-48.23	0.00	-23.21	0.00	13.37	0.00		0.50	-0.417	0.224	OK	OK
R05	SLE02	Max	-45.13	0.00	-28.77	0.00	13	0.00		0.36	-0.744	0.493	OK	OK
R05	SLE02	Max	-48.05	0.00	-30.50	0.00	25	0.00		0.36	-1.270	1.003	OK	OK
R06	SLE02	Max	-45.13	0.00	-28.77	0.00	13	0.00		0.36	-0.744	0.493	OK	OK
R06	SLE02	Max	-48.05	0.00	-30.50	0.00	25	0.00		0.36	-1.270	1.003	OK	OK
R07	SLE02	Max	-43.92	0.00	-21.29	0.00	4.97	0.00		0.50	-0.207	0.031	OK	OK
R07	SLE02	Max	-48.23	0.00	-23.21	0.00	13.37	0.00		0.50	-0.417	0.224	OK	OK
R08	SLE02	Max	-41.64	0.00	-14.55	0.00	-0.78	0.00		0.50	-0.065	-0.102	OK	OK
R08	SLE02	Max	-46.14	0.00	-15.93	0.00	4.97	0.00		0.50	-0.212	0.027	OK	OK
R09	SLE02	Max	-38.90	0.00	-8.76	0.00	-4.22	0.00		0.45	0.039	-0.212	OK	OK
R09	SLE02	Max	-43.07	0.00	-9.51	0.00	-0.78	0.00		0.45	-0.073	-0.119	OK	OK
R10	SLE02	Max	-35.71	0.00	-3.86	0.00	-5.72	0.00		0.42	0.110	-0.280	OK	OK
R10	SLE02	Max	-39.66	0.00	-4.09	0.00	-4.22	0.00		0.42	0.049	-0.238	OK	OK

TABLE: Element Forces - Frames											Positive le trazioni			
											Estradosso	Intradosso		VERIFICHE SLE
Frame	OutputCase	StepType	P	V3	V2	T	M3	M2		h	σ_1	σ_2	$\lvert\sigma_{min}\rvert < f_{ctk}$	$\sigma_{max} < f_{ctk}$
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m		[m]	[MPa]	[MPa]	[-]	[-]
C01	SLE05	Max	-1216.07	0.00	-10.59	0.00	-47.40	0.00		0.38	-1.231	-5.170	OK	OK
C01	SLE05	Max	-1220.65	0.00	164.91	0.00	-86.14	0.00		0.38	0.367	-6.791	OK	OK
C02	SLE05	Max	-1200.33	0.00	-45.42	0.00	-18.52	0.00		0.36	-2.477	-4.192	OK	OK
C02	SLE05	Max	-1204.57	0.00	160.92	0.00	-47.40	0.00		0.36	-1.152	-5.540	OK	OK
C03	SLE05	Max	-1189.76	0.00	-93.94	0.00	-8.67	0.00		0.35	-2.975	-3.824	OK	OK
C03	SLE05	Max	-1193.68	0.00	132.31	0.00	-18.52	0.00		0.35	-2.503	-4.318	OK	OK
C04	SLE05	Max	-1185.36	0.00	-103.23	0.00	-7.72	0.00		0.35	-3.009	-3.765	OK	OK
C04	SLE05	Max	-1188.60	0.00	107.61	0.00	-8.67	0.00		0.35	-2.971	-3.821	OK	OK
C05	SLE05	Max	-1181.25	0.00	-98.70	0.00	-3.41	0.00		0.35	-3.208	-3.542	OK	OK
C05	SLE05	Max	-1184.07	0.00	117.06	0.00	-7.72	0.00		0.35	-3.005	-3.761	OK	OK
C06	SLE05	Max	-1176.90	0.00	-99.82	0.00	1.15	0.00		0.35	-3.419	-3.306	OK	OK
C06	SLE05	Max	-1179.20	0.00	120.77	0.00	-3.41	0.00		0.35	-3.202	-3.536	OK	OK
C07	SLE05	Max	-1173.42	0.00	-102.08	0.00	4.81	0.00		0.35	-3.588	-3.117	OK	OK
C07	SLE05	Max	-1175.13	0.00	118.88	0.00	1.15	0.00		0.35	-3.414	-3.301	OK	OK
C08	SLE05	Max	-1171.08	0.00	-105.19	0.00	7.16	0.00		0.35	-3.697	-2.995	OK	OK
C08	SLE05	Max	-1172.13	0.00	116.02	0.00	4.81	0.00		0.35	-3.584	-3.114	OK	OK
C09	SLE05	Max	-1170.05	0.00	-108.80	0.00	7.98	0.00		0.35	-3.734	-2.952	OK	OK
C09	SLE05	Max	-1170.40	0.00	112.54	0.00	7.16	0.00		0.35	-3.695	-2.993	OK	OK
C10	SLE05	Max	-1170.05	0.00	-108.80	0.00	7.98	0.00		0.35	-3.734	-2.952	OK	OK
C10	SLE05	Max	-1170.40	0.00	112.54	0.00	7.16	0.00		0.35	-3.695	-2.993	OK	OK
C11	SLE05	Max	-1171.08	0.00	-105.19	0.00	7.16	0.00		0.35	-3.697	-2.995	OK	OK
C11	SLE05	Max	-1172.13	0.00	116.02	0.00	4.81	0.00		0.35	-3.584	-3.114	OK	OK
C12	SLE05	Max	-1173.42	0.00	-102.08	0.00	4.81	0.00		0.35	-3.588	-3.117	OK	OK
C12	SLE05	Max	-1175.13	0.00	118.88	0.00	1.15	0.00		0.35	-3.414	-3.301	OK	OK
C13	SLE05	Max	-1176.90	0.00	-99.82	0.00	1.15	0.00		0.35	-3.419	-3.306	OK	OK
C13	SLE05	Max	-1179.20	0.00	120.77	0.00	-3.41	0.00		0.35	-3.202	-3.536	OK	OK
C14	SLE05	Max	-1181.25	0.00	-98.70	0.00	-3.41	0.00		0.35	-3.208	-3.542	OK	OK
C14	SLE05	Max	-1184.07	0.00	117.06	0.00	-7.72	0.00		0.35	-3.005	-3.761	OK	OK
C15	SLE05	Max	-1185.36	0.00	-103.23	0.00	-7.72	0.00		0.35	-3.009	-3.765	OK	OK
C15	SLE05	Max	-1188.60	0.00	107.61	0.00	-8.67	0.00		0.35	-2.971	-3.821	OK	OK
C16	SLE05	Max	-1189.76	0.00	-93.94	0.00	-8.67	0.00		0.35	-2.975	-3.824	OK	OK
C16	SLE05	Max	-1193.68	0.00	132.31	0.00	-18.52	0.00		0.35	-2.503	-4.318	OK	OK
C17	SLE05	Max	-1200.33	0.00	-45.42	0.00	-18.52	0.00		0.36	-2.477	-4.192	OK	OK
C17	SLE05	Max	-1204.57	0.00	160.92	0.00	-47.40	0.00		0.36	-1.152	-5.540	OK	OK
C18	SLE05	Max	-1216.07	0.00	-10.59	0.00	-47.40	0.00		0.38	-1.231	-5.170	OK	OK
C18	SLE05	Max	-1220.65	0.00	164.91	0.00	-86.14	0.00		0.38	0.367	-6.791	OK	OK
F01	SLE05	Max	-648.14	0.00	-180.83	0.00	27	0.00		0.65	-1.377	-0.617	OK	OK
F01	SLE05	Max	-653.30	0.00	-188.29	0.00	121	0.00		0.65	-2.725	0.714	OK	OK
F02	SLE05	Max	-634.09	0.00	-33.38	0.00	121	0.00		0.65	-2.695	0.744	OK	OK
F02	SLE05	Max	-638.67	0.00	-43.31	0.00	141	0.00		0.92	-1.691	0.302	OK	OK
F03	SLE05	Max	-636.70	0.00	20.65	0.00	141	0.00		0.65	-2.976	1.017	OK	OK
F03	SLE05	Max	-639.96	0.00	8.35	0.00	133	0.00		0.65	-2.875	0.906	OK	OK
F04	SLE05	Max	-642.23	0.00	17.80	0.00	133	0.00		0.65	-2.879	0.903	OK	OK
F04	SLE05	Max	-643.41	0.00	4.24	0.00	127	0.00		0.65	-2.800	0.820	OK	OK
F05	SLE05	Max	-642.23	0.00	17.80	0.00	133	0.00		0.65	-2.879	0.903	OK	OK
F05	SLE05	Max	-643.41	0.00	4.24	0.00	127	0.00		0.65	-2.800	0.820	OK	OK
F06	SLE05	Max	-636.70	0.00	20.65	0.00	141	0.00		0.65	-2.976	1.017	OK	OK
F06	SLE05	Max	-639.96	0.00	8.35	0.00	133	0.00		0.65	-2.875	0.906	OK	OK
F07	SLE05	Max	-634.09	0.00	-33.38	0.00	121	0.00		0.65	-2.695	0.744	OK	OK
F07	SLE05	Max	-638.67	0.00	-43.31	0.00	141	0.00		0.92	-1.691	0.302	OK	OK
F08	SLE05	Max	-648.14	0.00	-180.83	0.00	27	0.00		0.65	-1.377	-0.617	OK	OK
F08	SLE05	Max	-653.30	0.00	-188.29	0.00	121	0.00		0.65	-2.725	0.714	OK	OK
R01	SLE05	Max	-1232.66	0.00	13.33	0.00	-86.14	0.00		0.42	-0.005	-5.865	OK	OK
R01	SLE05	Max	-1236.61	0.00	121.55	0.00	-112.47	0.00		0.42	0.881	-6.770	OK	OK
R02	SLE05	Max	-1243.34	0.00	-8.84	0.00	-112.47	0.00		0.45	0.569	-6.095	OK	OK
R02	SLE05	Max	-1247.51	0.00	70.57	0.00	-125.00	0.00		0.45	0.931	-6.476	OK	OK
R03	SLE05	Max	-1248.13	0.00	-60.28	0.00	-125.00	0.00		0.50	0.504	-5.496	OK	OK
R03	SLE05	Max	-1252.64	0.00	-9.79	0.00	-112.67	0.00		0.50	0.199	-5.209	OK	OK
R04	SLE05	Max	-1243.59	0.00	-141.70	0.00	-112.67	0.00		0.50	0.217	-5.191	OK	OK
R04	SLE05	Max	-1247.91	0.00	-115.32	0.00	-64.79	0.00		0.50	-0.941	-4.051	OK	OK
R05	SLE05	Max	-1226.21	0.00	-248.15	0.00	-65	0.00		0.36	-0.407	-6.406	OK	OK
R05	SLE05	Max	-1229.13	0.00	-240.45	0.00	27	0.00		0.36	-4.654	-2.175	OK	OK
R06	SLE05	Max	-1226.21	0.00	-248.15	0.00	-65	0.00		0.36	-0.407	-6.406	OK	OK
R06	SLE05	Max	-1229.13	0.00	-240.45	0.00	27	0.00		0.36	-4.654	-2.175	OK	OK
R07	SLE05	Max	-1243.59	0.00	-141.70	0.00	-112.67	0.00		0.50	0.217	-5.191	OK	OK
R07	SLE05	Max	-1247.91	0.00	-115.32	0.00	-64.79	0.00		0.50	-0.941	-4.051	OK	OK
R08	SLE05	Max	-1248.13	0.00	-60.28	0.00	-125.00	0.00		0.50	0.504	-5.496	OK	OK
R08	SLE05	Max	-1252.64	0.00	-9.79	0.00	-112.67	0.00		0.50	0.199	-5.209	OK	OK
R09	SLE05	Max	-1243.34	0.00	-8.84	0.00	-112.47	0.00		0.45	0.569	-6.095	OK	OK
R09	SLE05	Max	-1247.51	0.00	70.57	0.00	-125.00	0.00		0.45	0.931	-6.476	OK	OK
R10	SLE05	Max	-1232.66	0.00	13.33	0.00	-86.14	0.00		0.42	-0.005	-5.865	OK	OK
R10	SLE05	Max	-1236.61	0.00	121.55	0.00	-112.47	0.00		0.42	0.881	-6.770	OK	OK
C01	SLE06	Max	-1212.72	0.00	-14.62	0.00	-49.57	0.00		0.38	-1.132	-5.251	OK	OK
C01	SLE06	Max	-1217.30	0.00	160.88	0.00	-86.36	0.00		0.38	0.385	-6.792	OK	OK
C02	SLE06	Max	-1196.67	0.00	-37.30	0.00	-16.77	0.00		0.36	-2.548	-4.100	OK	OK
C02	SLE06	Max	-1200.90	0.00	169.04	0.00	-49.57	0.00		0.36	-1.041	-5.631	OK	OK
C03	SLE06	Max	-1184.49	0.00	-81.05	0.00	-0.69	0.00		0.35	-3.351	-3.418	OK	OK
C03	SLE06	Max	-1188.41	0.00	145.20	0.00	-16.77	0.00		0.35	-2.574	-4.217	OK	OK
C04	SLE06	Max	-1177.99	0.00	-91.44	0.00	5.40	0.00		0.35	-3.630	-3.101	OK	OK
C04	SLE06	Max	-1181.24	0.00	119.41	0.00	-0.69	0.00		0.35	-3.341	-3.409	OK	OK
C05	SLE06	Max	-1171.84	0.00	-88.47	0.00	14.16	0.00		0.35	-4.042	-2.655	OK	OK
C05	SLE06	Max	-1174.66	0.00	127.29	0.00	5.40	0.00		0.35	-3.621	-3.092	OK	OK
C06	SLE06	Max	-1165.76	0.00	-91.49	0.00	22.34	0.00		0.35	-4.425	-2.236	OK	OK
C06	SLE06	Max	-1168.06	0.00	129.09	0.00	14.16	0.00		0.35	-4.031	-2.644	OK	OK
C07	SLE06	Max	-1160.94	0.00	-95.93	0.00	28.67	0.00		0.35	-4.721	-1.913	OK	OK
C07	SLE06	Max	-1162.64	0.00	125.03	0.00	22.34	0.00		0.35	-4.416	-2.228	OK	OK
C08	SLE06	Max	-1157.68	0.00	-101.42	0.00	32.67	0.00		0.35	-4.908	-1.708	OK	OK
C08	SLE06	Max	-1158.72	0.00	119.79	0.00	28.67	0.00		0.35	-4.715	-1.906	OK	OK
C09	SLE06	Max	-1156.17	0.00	-107.53	0.00	34.03	0.00		0.35	-4.970	-1.636	OK	OK
C09	SLE06	Max	-1156.52	0.00	113.81	0.00	32.67	0.00		0.35	-4.904	-1.704	OK	OK
C10	SLE06	Max	-1156.17	0.00	-107.53	0.00	34.03	0.00		0.35	-4.970	-1.636	OK	OK
C10	SLE06	Max	-1156.52	0.00	113.81	0.00	32.67	0.00		0.35	-4.904	-1.704	OK	OK
C11	SLE06	Max	-1157.68	0.00	-101.42	0.00	32.67	0.00		0.35	-4.908	-1.708	OK	OK
C11	SLE06	Max	-1158.72	0.00	119.79	0.00	28.67	0.00		0.35	-4.715	-1.906	OK	OK
C12	SLE06	Max	-1160.94	0.00	-95.93	0.00	28.67	0.00		0.35	-4.721	-1.913	OK	OK
C12	SLE06	Max	-1162.64	0.00	125.03	0.00	22.34	0.00		0.35	-4.416	-2.228	OK	OK
C13	SLE06	Max	-1165.76	0.00	-91.49	0.00	22.34	0.00		0.35	-4.425	-2.236	OK	OK
C13	SLE06	Max	-1168.06	0.00	129.09	0.00	14.16	0.00		0.35	-4.031	-2.644	OK	OK
C14	SLE06	Max	-1171.84	0.00	-88.47	0.00	14.16	0.00		0.35	-4.042	-2.655	OK	OK
C14	SLE06	Max	-1174.66	0.00	127.29	0.00	5.40	0.00		0.35	-3.621	-3.092	OK	OK
C15	SLE06	Max	-1177.99	0.00	-91.44	0.00	5.40	0.00		0.35	-3.630	-3.101	OK	OK
C15	SLE06	Max	-1181.24	0.00	119.41	0.00	-0.69	0.00		0.35	-3.341	-3.409	OK	OK
C16	SLE06	Max	-1184.49	0.00	-81.05	0.00	-0.69	0.00		0.35	-3.351	-3.418	OK	OK
C16	SLE06	Max	-1188.41	0.00	145.20	0.00	-16.77	0.00		0.35	-2.574	-4.217	OK	OK
C17	SLE06	Max	-1196.67	0.00	-37.30	0.00	-16.77	0.00		0.36	-2.548	-4.100	OK	OK
C17	SLE06	Max	-1200.90	0.00	169.04	0.00	-49.57	0.00		0.36	-1.041	-5.631	OK	OK
C18	SLE06	Max	-1212.72	0.00	-14.62	0.00	-49.57	0.00		0.38	-1.132	-5.251	OK	OK
C18	SLE06	Max	-1217.30	0.00	160.88	0.00	-86.36	0.00		0.38	0.385	-6.792	OK	OK
F01	SLE06	Max	-569.22	0.00	-140.20	0.00	67	0.00		0.65	-1.824	0.072	OK	OK
F01	SLE06	Max	-574.38	0.00	-147.66	0.00	140	0.00		0.75	-2.262	0.730	OK	OK
F02	SLE06	Max	-558.26	0.00	-38.31	0.00	140	0.00		0.65	-2.851	1.133	OK	OK
F02	SLE06	Max	-562.84	0.00	-48.23	0.00	162	0.00		0.91	-1.795	0.558	OK	OK
F03	SLE06	Max	-559.06	0.00	4.58	0.00	162	0.00		0.65	-3.165	1.445	OK	OK
F03	SLE06	Max	-562.32	0.00	-7.71	0.00	163	0.00		1.00	-1.541	0.416	OK	OK
F04	SLE06	Max	-562.55	0.00	10.33	0.00	163	0.00		0.65	-3.181	1.450	OK	OK
F04	SLE06	Max	-563.72	0.00	-3.23	0.00	161	0.00		0.65	-3.157	1.422	OK	OK
F05	SLE06	Max	-562.55	0.00	10.33	0.00	163	0.00		0.65	-3.181	1.450	OK	OK
F05	SLE06	Max	-563.72	0.00	-3.23	0.00	161	0.00		0.65	-3.157	1.422	OK	OK
F06	SLE06	Max	-559.06	0.00	4.58	0.00	162	0.00		0.65	-3.165	1.445	OK	OK
F06	SLE06	Max	-562.32	0.00	-7.71	0.00	163	0.00		1.00	-1.541	0.416	OK	OK
F07	SLE06	Max	-558.26	0.00	-38.31	0.00	140	0.00		0.65	-2.851	1.133	OK	OK
F07	SLE06	Max	-562.84	0.00	-48.23	0.00	162	0.00		0.91	-1.795	0.558	OK	OK
F08	SLE06	Max	-569.22	0.00	-140.20	0.00	67	0.00		0.65	-1.824	0.072	OK	OK
F08	SLE06	Max	-574.38	0.00	-147.66	0.00	140	0.00		0.75	-2.262	0.730	OK	OK
R01	SLE06	Max	-1228.34	0.00	2.17	0.00	-86.36	0.00		0.42	0.013	-5.862	OK	OK
R01	SLE06	Max	-1232.29	0.00	110.39	0.00	-108.48	0.00		0.42	0.756	-6.624	OK	OK
R02	SLE06	Max	-1237.33	0.00	-25.91	0.00	-108.48	0.00		0.45	0.465	-5.964	OK	OK
R02	SLE06	Max	-1241.51	0.00	53.50	0.00	-114.58	0.00		0.45	0.636	-6.154	OK	OK
R03	SLE06	Max	-1239.79	0.00	-82.31	0.00	-114.58	0.00		0.50	0.270	-5.229	OK	OK
R03	SLE06	Max	-1244.30	0.00	-31.82	0.00	-93.94	0.00		0.50	-0.234	-4.743	OK	OK
R04	SLE06	Max	-1232.37	0.00	-167.98	0.00	-93.94	0.00		0.50	-0.210	-4.719	OK	OK
R04	SLE06	Max	-1236.68	0.00	-141.60	0.00	-36.14	0.00		0.50	-1.606	-3.341	OK	OK
R05	SLE06	Max	-1211.63	0.00	-278.17	0.00	-36	0.00		0.36	-1.692	-5.039	OK	OK
R05	SLE06	Max	-1214.55	0.00	-270.48	0.00	67	0.00		0.36	-6.464	-0.283	OK	OK
R06	SLE06	Max	-1211.63	0.00	-278.17	0.00	-36	0.00		0.36	-1.692	-5.039	OK	OK
R06	SLE06	Max	-1214.55	0.00	-270.48	0.00	67	0.00		0.36	-6.464	-0.283	OK	OK
R07	SLE06	Max	-1232.37	0.00	-167.98	0.00	-93.94	0.00		0.50	-0.210	-4.719	OK	OK
R07	SLE06	Max	-1236.68	0.00	-141.60	0.00	-36.14	0.00		0.50	-1.606	-3.341	OK	OK
R08	SLE06	Max	-1239.79	0.00	-82.31	0.00	-114.58	0.00		0.50	0.270	-5.229	OK	OK
R08	SLE06	Max	-1244.30	0.00	-31.82	0.00	-93.94	0.00		0.50	-0.234	-4.743	OK	OK
R09	SLE06	Max	-1237.33	0.00	-25.91	0.00	-108.48	0.00		0.45	0.465	-5.964	OK	OK
R09	SLE06	Max	-1241.51	0.00	53.50	0.00	-114.58	0.00		0.45	0.636	-6.154	OK	OK
R10	SLE06	Max	-1228.34	0.00	2.17	0.00	-86.36	0.00		0.42	0.013	-5.862	OK	OK
R10	SLE06	Max	-1232.29	0.00	110.39	0.00	-108.48	0.00		0.42	0.756	-6.624	OK	OK

Abbildung 29: Belastungen und Spannungsnachweise der unbewehrten Ausbruchquerschnitte (GZG)

Illustrazione 29: Sollecitazioni e verifiche tensionali delle sezioni non armate (SLE)

									VERIFICA DELLA SEZIONE NON ARMATA CONSIDERANDO $F_{ctd} = 0$											VERIFICA DELLA SEZIONE NON ARMATA CONSIDERANDO IL CALCESTRUZZO REAGENTE A TRAZIONE F_{ctd}										
									Positive le trazioni					Positive le compressioni						Positive le trazioni				Positive le compressioni						
TABLE: Element Forces - Frames									VERIFICA A PRESSOFLESSIONE					VERIFICA A TAGLIO						Estradosso	Intradosso	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE		VERIFICA A TAGLIO (fctd ≠ 0)						
Frame	OutputCase	StepType	P	V3	V2	T	M3	M2	h	e	A_{reag}	N_{Rd} [kN]	Verifica $N_{Ed} < N_{Rd}$	σ_c	σ_{clim}	δ	f_{cvd}	V_{Rd} [kN]	Verifica $V_{Ed} < V_{Rd}$	σ_1	σ_2	$\|\sigma_{min}\| < f_{cd}$	$\sigma_{max} < f_{ctd}$	A	σ_c	σ_{clim}	δ	f_{cvd}	V_{Rd} [kN]	Verifica $V_{Ed} < V_{Rd}$
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	[m]	[m]	[m²]	[kN]	[-]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[kN]	[kN]	[MPa]	[MPa]	[-]	[-]	[m²]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[kN]	[kN]
C01	SLU01	Max	-79.85	0.00	6.96	0.00	-19.07	0.00	0.38	0.239	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.582	-1.002	OK	OK	0.380	0.210	7.14	6.93	1.13	286	OK
C01	SLU01	Max	-86.03	0.00	7.43	0.00	-22.54	0.00	0.38	0.262	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.710	-1.163	OK	OK	0.380	0.226	7.14	6.91	1.14	288	OK
C02	SLU01	Max	-72.93	0.00	7.41	0.00	-15.16	0.00	0.36	0.208	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.499	-0.905	OK	OK	0.360	0.203	7.14	6.94	1.13	270	OK
C02	SLU01	Max	-78.65	0.00	8.74	0.00	-19.07	0.00	0.36	0.242	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.664	-1.101	OK	OK	0.360	0.218	7.14	6.92	1.13	272	OK
C03	SLU01	Max	-66.43	0.00	6.28	0.00	-11.62	0.00	0.35	0.175	0.00	-4	ATTENZIONE	246.07	7.14	-238.93	#NUM!	#NUM!	#NUM!	0.379	-0.759	OK	OK	0.350	0.190	7.14	6.95	1.12	261	OK
C03	SLU01	Max	-71.72	0.00	8.41	0.00	-15.16	0.00	0.35	0.211	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.538	-0.948	OK	OK	0.350	0.205	7.14	6.94	1.13	263	OK
C04	SLU01	Max	-60.91	0.00	5.39	0.00	-8.69	0.00	0.35	0.143	0.06	-994	OK	0.94	7.14	6.20	1.42	332	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C04	SLU01	Max	-65.29	0.00	8.08	0.00	-11.62	0.00	0.35	0.178	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.382	-0.755	OK	OK	0.350	0.187	7.14	6.95	1.12	261	OK
C05	SLU01	Max	-55.85	0.00	4.63	0.00	-5.92	0.00	0.35	0.106	0.14	-2119	OK	0.40	7.14	6.74	1.22	284	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C05	SLU01	Max	-59.66	0.00	8.09	0.00	-8.69	0.00	0.35	0.146	0.06	-902	OK	1.02	7.14	6.12	1.45	339	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C06	SLU01	Max	-51.62	0.00	3.31	0.00	-3.59	0.00	0.35	0.069	0.21	-3241	OK	0.24	7.14	6.90	1.15	267	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C06	SLU01	Max	-54.73	0.00	7.41	0.00	-5.92	0.00	0.35	0.108	0.13	-2053	OK	0.41	7.14	6.73	1.22	284	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C07	SLU01	Max	-48.43	0.00	1.70	0.00	-1.85	0.00	0.35	0.038	0.27	-4203	OK	0.18	7.14	6.96	1.11	260	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C07	SLU01	Max	-50.73	0.00	6.30	0.00	-3.59	0.00	0.35	0.071	0.21	-3203	OK	0.24	7.14	6.90	1.14	267	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C08	SLU01	Max	-46.40	0.00	-0.02	0.00	-0.78	0.00	0.35	0.017	0.32	-4858	OK	0.15	7.14	6.99	1.10	257	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C08	SLU01	Max	-47.81	0.00	4.92	0.00	-1.85	0.00	0.35	0.039	0.27	-4188	OK	0.18	7.14	6.96	1.11	260	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C09	SLU01	Max	-45.61	0.00	-1.73	0.00	-0.42	0.00	0.35	0.009	0.33	-5091	OK	0.14	7.14	7.00	1.10	256	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C09	SLU01	Max	-46.09	0.00	3.38	0.00	-0.78	0.00	0.35	0.017	0.32	-4855	OK	0.15	7.14	6.99	1.10	257	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C10	SLU01	Max	-45.61	0.00	-1.73	0.00	-0.42	0.00	0.35	0.009	0.33	-5091	OK	0.14	7.14	7.00	1.10	256	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C10	SLU01	Max	-46.09	0.00	3.38	0.00	-0.78	0.00	0.35	0.017	0.32	-4855	OK	0.15	7.14	6.99	1.10	257	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C11	SLU01	Max	-46.40	0.00	-0.02	0.00	-0.78	0.00	0.35	0.017	0.32	-4858	OK	0.15	7.14	6.99	1.10	257	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C11	SLU01	Max	-47.81	0.00	4.92	0.00	-1.85	0.00	0.35	0.039	0.27	-4188	OK	0.18	7.14	6.96	1.11	260	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C12	SLU01	Max	-48.43	0.00	1.70	0.00	-1.85	0.00	0.35	0.038	0.27	-4203	OK	0.18	7.14	6.96	1.11	260	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C12	SLU01	Max	-50.73	0.00	6.30	0.00	-3.59	0.00	0.35	0.071	0.21	-3203	OK	0.24	7.14	6.90	1.14	267	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C13	SLU01	Max	-51.62	0.00	3.31	0.00	-3.59	0.00	0.35	0.069	0.21	-3241	OK	0.24	7.14	6.90	1.15	267	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C13	SLU01	Max	-54.73	0.00	7.41	0.00	-5.92	0.00	0.35	0.108	0.13	-2053	OK	0.41	7.14	6.73	1.22	284	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C14	SLU01	Max	-55.85	0.00	4.63	0.00	-5.92	0.00	0.35	0.106	0.14	-2119	OK	0.40	7.14	6.74	1.22	284	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C14	SLU01	Max	-59.66	0.00	8.09	0.00	-8.69	0.00	0.35	0.146	0.06	-902	OK	1.02	7.14	6.12	1.45	339	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C15	SLU01	Max	-60.91	0.00	5.39	0.00	-8.69	0.00	0.35	0.143	0.06	-994	OK	0.94	7.14	6.20	1.42	332	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C15	SLU01	Max	-65.29	0.00	8.08	0.00	-11.62	0.00	0.35	0.178	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.382	-0.755	OK	OK	0.350	0.187	7.14	6.95	1.12	261	OK
C16	SLU01	Max	-66.43	0.00	6.28	0.00	-11.62	0.00	0.35	0.175	0.00	-4	ATTENZIONE	246.07	7.14	-238.93	#NUM!	#NUM!	#NUM!	0.379	-0.759	OK	OK	0.350	0.190	7.14	6.95	1.12	261	OK
C16	SLU01	Max	-71.72	0.00	8.41	0.00	-15.16	0.00	0.35	0.211	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.538	-0.948	OK	OK	0.350	0.205	7.14	6.94	1.13	263	OK
C17	SLU01	Max	-72.93	0.00	7.41	0.00	-15.16	0.00	0.36	0.208	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.499	-0.905	OK	OK	0.360	0.203	7.14	6.94	1.13	270	OK
C17	SLU01	Max	-78.65	0.00	8.74	0.00	-19.07	0.00	0.36	0.242	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.664	-1.101	OK	OK	0.360	0.218	7.14	6.92	1.13	272	OK
C18	SLU01	Max	-79.85	0.00	6.96	0.00	-19.07	0.00	0.38	0.239	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.582	-1.002	OK	OK	0.380	0.210	7.14	6.93	1.13	286	OK
C18	SLU01	Max	-86.03	0.00	7.43	0.00	-22.54	0.00	0.38	0.262	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.710	-1.163	OK	OK	0.380	0.226	7.14	6.91	1.14	288	OK
F01	SLU01	Max	-65.87	0.00	-28.46	0.00	-4.29	0.00	0.65	0.065	0.52	-7982	OK	0.13	7.14	7.01	1.09	473	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F01	SLU01	Max	-72.85	0.00	-38.54	0.00	12.77	0.00	0.65	0.175	0.30	-4598	OK	0.24	7.14	6.90	1.14	496	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	SLU01	Max	-70.76	0.00	14.50	0.00	12.77	0.00	0.65	0.180	0.29	-4439	OK	0.24	7.14	6.90	1.15	496	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	SLU01	Max	-76.94	0.00	1.10	0.00	8.67	0.00	0.65	0.113	0.42	-6522	OK	0.18	7.14	6.96	1.12	484	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F03	SLU01	Max	-79.24	0.00	25.40	0.00	8.67	0.00	0.65	0.109	0.43	-6622	OK	0.18	7.14	6.96	1.12	484	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F03	SLU01	Max	-83.64	0.00	8.81	0.00	-0.16	0.00	0.65	0.002	0.65	-9924	OK	0.13	7.14	7.01	1.09	473	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F04	SLU01	Max	-85.87	0.00	16.86	0.00	-0.16	0.00	0.65	0.002	0.65	-9925	OK	0.13	7.14	7.01	1.09	474	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F04	SLU01	Max	-87.46	0.00	-1.44	0.00	-4.12	0.00	0.65	0.047	0.56	-8534	OK	0.16	7.14	6.98	1.11	479	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F05	SLU01	Max	-85.87	0.00	16.86	0.00	-0.16	0.00	0.65	0.002	0.65	-9925	OK	0.13	7.14	7.01	1.09	474	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F05	SLU01	Max	-87.46	0.00	-1.44	0.00	-4.12	0.00	0.65	0.047	0.56	-8534	OK	0.16	7.14	6.98	1.11	479	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F06	SLU01	Max	-79.24	0.00	25.40	0.00	8.67	0.00	0.65	0.109	0.43	-6622	OK	0.18	7.14	6.96	1.12	484	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F06	SLU01	Max	-83.64	0.00	8.81	0.00	-0.16	0.00	0.65	0.002	0.65	-9924	OK	0.13	7.14	7.01	1.09	473	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F07	SLU01	Max	-70.76	0.00	14.50	0.00	12.77	0.00	0.65	0.180	0.29	-4439	OK	0.24	7.14	6.90	1.15	496	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F07	SLU01	Max	-76.94	0.00	1.10	0.00	8.67	0.00	0.65	0.113	0.42	-6522	OK	0.18	7.14	6.96	1.12	484	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F08	SLU01	Max	-65.87	0.00	-28.46	0.00	-4.29	0.00	0.65	0.065	0.52	-7982	OK	0.13	7.14	7.01	1.09	473	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F08	SLU01	Max	-72.85	0.00	-38.54	0.00	12.77	0.00	0.65	0.175	0.30	-4598	OK	0.24	7.14	6.90	1.14	496	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R01	SLU01	Max	-86.70	0.00	3.40	0.00	-22.54	0.00	0.42	0.260	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.560	-0.973	OK	OK	0.420	0.206	7.14	6.93	1.13	316	OK
R01	SLU01	Max	-92.04	0.00	3.08	0.00	-23.77	0.00	0.42	0.258	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.589	-1.028	OK	OK	0.420	0.219	7.14	6.92	1.13	318	OK
R02	SLU01	Max	-92.19	0.00	-0.65	0.00	-23.77	0.00	0.45	0.258	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.499	-0.909	OK	OK	0.450	0.205	7.14	6.94	1.13	338	OK
R02	SLU01	Max	-97.83	0.00	-1.67	0.00	-23.33	0.00	0.45	0.238	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.474	-0.909	OK	OK	0.450	0.217	7.14	6.92	1.13	340	OK
R03	SLU01	Max	-97.32	0.00	-6.72	0.00	-23.33	0.00	0.50	0.240	0.02	-316	OK	4.73	7.14	2.41	2.43	812	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R03	SLU01	Max	-103.41	0.00	-8.59	0.00	-20.44	0.00	0.50	0.198	0.10	-1607	OK	0.99	7.14	6.15	1.44	481	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R04	SLU01	Max	-102.00	0.00	-15.03	0.00	-20.44	0.00	0.50	0.200	0.10	-1523	OK	1.03	7.14	6.11	1.46	485	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R04	SLU01	Max	-107.82	0.00	-17.61	0.00	-14.29	0.00	0.50	0.133	0.23	-3608	OK	0.46	7.14	6.68	1.24	413	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R05	SLU01	Max	-105.26	0.00	-25.34	0.00	-14.29	0.00	0.36	0.136	0.09	-1359	OK	1.19	7.14	5.95	1.51	363	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R05	SLU01	Max	-109.20	0.00	-27.68	0.00	-4.29	0.00	0.36	0.039	0.28	-4322	OK	0.39	7.14	6.75	1.21	290	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R06	SLU01	Max	-105.26	0.00	-25.34	0.00	-14.29	0.00	0.36	0.136	0.09	-1359	OK	1.19	7.14	5.95	1.51	363	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R06	SLU01	Max	-109.20	0.00	-27.68	0.00	-4.29	0.00	0.36	0.039	0.28	-4322	OK	0.39	7.14	6.75	1.21	290	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R07	SLU01	Max	-102.00	0.00	-15.03	0.00	-20.44	0.00	0.50	0.200	0.10	-1523	OK	1.03	7.14	6.11	1.46	485	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R07	SLU01	Max	-107.82	0.00	-17.61	0.00	-14.29	0.00	0.50	0.133	0.23	-3608	OK	0.46	7.14	6.68	1.24	413	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R08	SLU01	Max	-97.32	0.00	-6.72	0.00	-23.33	0.00	0.50	0.240	0.02	-316	OK	4.73	7.14	2.41	2.43	812	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R08	SLU01	Max	-103.41	0.00	-8.59	0.00	-20.44	0.00	0.50	0.198	0.10	-1607	OK	0.99	7.14	6.15	1.44	481	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R09	SLU01	Max	-92.19	0.00	-0.65	0.00	-23.77	0.00	0.45	0.258	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.499	-0.909	OK	OK	0.450	0.205	7.14	6.94	1.13	338	OK
R09	SLU01	Max	-97.83	0.00	-1.67	0.00	-23.33	0.00	0.45	0.238	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.474	-0.909	OK	OK	0.450	0.217	7.14	6.92	1.13	340	OK
R10	SLU01	Max	-86.70	0.00	3.40	0.00	-22.54	0.00	0.42	0.260	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.560	-0.973	OK	OK	0.420	0.206	7.14	6.93	1.13	316	OK
R10	SLU01	Max	-92.04	0.00	3.08	0.00	-23.77	0.00	0.42	0.258	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.589	-1.028	OK	OK	0.420	0.219	7.14	6.92	1.13	318	OK
C01	SLU05	Max	-1641.23	0.00	-15.09	0.00	-63.88	0.00	0.38	0.039	0.30	-4640	OK	5.43	7.14	1.71	2.58	653	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C01	SLU05	Max	-1647.41	0.00	221.83	0.00	-115.80	0.00	0.38	0.070	0.24	-3676	OK	6.88	7.14	0.26	2.85	723	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C02	SLU05	Max	-1620.03	0.00	-61.19	0.00	-24.84	0.00	0.36	0.015	0.33	-5057	OK	4.92	7.14	2.22	2.47	594	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C02	SLU05	Max	-1625.75	0.00	217.36	0.00	-63.88	0.00	0.36	0.039	0.28	-4321	OK	5.78	7.14	1.36	2.65	635	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C03	SLU05	Max	-1605.65	0.00	-125.54	0.00	-10.92	0.00	0.35	0.007	0.34	-5165	OK	4.77	7.14	2.37	2.44	570	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C03	SLU05	Max	-1610.95	0.00	179.90	0.00	-24.84	0.00	0.35	0.015	0.32	-4901	OK	5.05	7.14	2.09	2.50	584	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C04	SLU05	Max	-1599.50	0.00	-138.20	0.00	-9.13	0.00	0.35	0.006	0.34	-5199	OK	4.72	7.14	2.42	2.43	568	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C04	SLU05	Max	-1603.88	0.00	146.44	0.00	-10.92	0.00	0.35	0.007	0.34	-5165	OK	4.77	7.14	2.37	2.44	570	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C05	SLU05	Max	-1593.76	0.00	-132.23	0.00	-2.87	0.00	0.35	0.002	0.35	-5319	OK	4.60	7.14	2.54	2.41	562	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C05	SLU05	Max	-1597.56	0.00	159.04	0.00	-9.13	0.00	0.35	0.006	0.34	-5199	OK	4.72	7.14	2.42	2.43	568	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C06	SLU05	Max	-1587.71	0.00	-133.93	0.00	3.65	0.00	0.35	0.002	0.35	-5304	OK	4.60	7.14	2.54	2.41	562	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C06	SLU05	Max	-1590.81	0.00	163.86	0.00	-2.87	0.00	0.35	0.002	0.35	-5319	OK	4.59	7.14	2.55	2.41	561	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C07	SLU05	Max	-1582.88	0.00	-137.20	0.00	8.85	0.00	0.35	0.006	0.34	-5203	OK	4.67	7.14	2.47	2.42	565	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C07	SLU05	Max	-1585.18	0.00	161.10	0.00	3.65	0.00	0.35	0.002	0.35	-5304	OK	4.59	7.14	2.55	2.41	561	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C08	SLU05	Max	-1579.63	0.00	-141.63	0.00	12.19	0.00	0.35	0.008	0.33	-5137	OK	4.72	7.14	2.42	2.43	568	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C08	SLU05	Max	-1581.04	0.00	157.01	0.00	8.85	0.00	0.35	0.006	0.34	-5202	OK	4.67	7.14	2.47	2.42	565	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C09	SLU05	Max	-1578.19	0.00	-146.76	0.00	13.34	0.00	0.35	0.008	0.33	-5115	OK	4.74	7.14	2.40	2.44	569	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C09	SLU05	Max	-1578.66	0.00	152.06	0.00	12.19	0.00	0.35	0.008	0.33	-5137	OK	4.72	7.14	2.42	2.43	568	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C10	SLU05	Max	-1578.19	0.00	-146.76	0.00	13.34	0.00	0.35	0.008	0.33	-5115	OK	4.74	7.14	2.40	2.44	569	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C10	SLU05	Max	-1578.66	0.00	152.06	0.00	12.19	0.00	0.35	0.008	0.33	-5137	OK	4.72	7.14	2.42	2.43	568	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C11	SLU05	Max	-1579.63	0.00	-141.63	0.00	12.19	0.00	0.35	0.008	0.33	-5137	OK	4.72	7.14	2.42	2.43	568	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C11	SLU05	Max	-1581.04	0.00	157.01	0.00	8.85	0.00	0.35	0.006	0.34	-5202	OK	4.67	7.14	2.47	2.42	565	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C12	SLU05	Max	-1582.88	0.00	-137.20	0.00	8.85	0.00	0.35	0.006	0.34	-5203	OK	4.67	7.14	2.47	2.42	565	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C12	SLU05	Max	-1585.18	0.00	161.10	0.00	3.65	0.00	0.35	0.002	0.35	-5304	OK	4.59	7.14	2.55	2.41	561	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C13	SLU05	Max	-1587.71	0.00	-133.93	0.00	3.65	0.00	0.35	0.002	0.35	-5304	OK	4.60	7.14	2.54	2.41	562	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C13	SLU05	Max	-1590.81	0.00	163.86	0.00	-2.87	0.00	0.35	0.002	0.35	-5319	OK	4.59	7.14	2.55	2.41	561	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C14	SLU05	Max	-1593.76	0.00	-132.23	0.00	-2.87	0.00	0.35	0.002	0.35	-5319	OK	4.60	7.14	2.54	2.41	562	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C14	SLU05	Max	-1597.56	0.00	159.04	0.00	-9.13	0.00	0.35	0.006	0.34	-5199	OK	4.72	7.14	2.42	2.43	568	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C15	SLU05	Max	-1599.50	0.00	-138.20	0.00	-9.13	0.00	0.35	0.006	0.34	-5199	OK	4.72	7.14	2.42	2.43	568	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C15	SLU05	Max	-1603.88	0.00	146.44	0.00	-10.92	0.00	0.35	0.007	0.34	-5165	OK	4.77	7.14	2.37	2.44	570	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C16	SLU05	Max	-1605.65	0.00	-125.54	0.00	-10.92	0.00	0.35	0.007	0.34	-5165	OK	4.77	7.14	2.37	2.44	570	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C16	SLU05	Max	-1610.95	0.00	179.90	0.00	-24.84	0.00	0.35	0.015	0.32	-4901	OK	5.05	7.14	2.09	2.50	584	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C17	SLU05	Max	-1620.03	0.00	-61.19	0.00	-24.84	0.00	0.36	0.015	0.33	-5057	OK	4.92	7.14	2.22	2.47	594	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C17	SLU05	Max	-1625.75	0.00	217.36	0.00	-63.88	0.00	0.36	0.039	0.28	-4321	OK	5.78	7.14	1.36	2.65	635	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C18	SLU05	Max	-1641.23	0.00	-15.09	0.00	-63.88	0.00	0.38	0.039	0.30	-4640	OK	5.43	7.14	1.71	2.58	653	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C18	SLU05	Max	-1647.41	0.00	221.83	0.00	-115.80	0.00	0.38	0.070	0.24	-3676	OK	6.88	7.14	0.26	2.85	723	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F01	SLU05	Max	-866.04	0.00	-239.34	0.00	40.93	0.00	0.65	0.047	0.56	-8529	OK	1.56	7.14	5.58	1.63	707	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F01	SLU05	Max	-873.01	0.00	-249.41	0.00	165.79	0.00	0.65	0.190	0.27	-4149	OK	3.23	7.14	3.91	2.09	908	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	SLU05	Max	-847.45	0.00	-45.45	0.00	165.79	0.00	0.65	0.196	0.26	-3973	OK	3.28	7.14	3.86	2.11	912	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	SLU05	Max	-853.63	0.00	-58.85	0.00	192.34	0.00	0.65	0.225	0.20	-3061	OK	4.28	7.14	2.86	2.34	1013	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F03	SLU05	Max	-850.80	0.00	26.17	0.00	192.34	0.00	0.65	0.226	0.20	-3038	OK	4.30	7.14	2.84	2.34	1015	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F03	SLU05	Max	-855.20	0.00	9.58	0.00	183.13	0.00	0.65	0.214	0.22	-3405	OK	3.86	7.14	3.28	2.24	972	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F04	SLU05	Max	-858.05	0.00	23.23	0.00	183.13	0.00	0.65	0.213	0.22	-3427	OK	3.85	7.14	3.30	2.24	971	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F04	SLU05	Max	-859.63	0.00	4.92	0.00	175.91	0.00	0.65	0.205	0.24	-3697	OK	3.57	7.14	3.57	2.18	943	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F05	SLU05	Max	-858.05	0.00	23.23	0.00	183.13	0.00	0.65	0.213	0.22	-3427	OK	3.85	7.14	3.30	2.24	971	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F05	SLU05	Max	-859.63	0.00	4.92	0.00	175.91	0.00	0.65	0.205	0.24	-3697	OK	3.57	7.14	3.57	2.18	943	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F06	SLU05	Max	-850.80	0.00	26.17	0.00	192.34	0.00	0.65	0.226	0.20	-3038	OK	4.30	7.14	2.84	2.34	1015	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F06	SLU05	Max	-855.20	0.00	9.58	0.00	183.13	0.00	0.65	0.214	0.22	-3405	OK	3.86	7.14	3.28	2.24	972	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F07	SLU05	Max	-847.45	0.00	-45.45	0.00	165.79	0.00	0.65	0.196	0.26	-3973	OK	3.28	7.14	3.86	2.11	912	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F07	SLU05	Max	-853.63	0.00	-58.85	0.00	192.34	0.00	0.65	0.225	0.20	-3061	OK	4.28	7.14	2.86	2.34	1013	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F08	SLU05	Max	-866.04	0.00	-239.34	0.00	40.93	0.00	0.65	0.047	0.56	-8529	OK	1.56	7.14	5.58	1.63	707	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F08	SLU05	Max	-873.01	0.00	-249.41	0.00	165.79	0.00	0.65	0.190	0.27	-4149	OK	3.23	7.14	3.91	2.09	908	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R01	SLU05	Max	-1663.48	0.00	16.64	0.00	-115.80	0.00	0.42	0.070	0.28	-4311	OK	5.92	7.14	1.22	2.68	749	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R01	SLU05	Max	-1668.82	0.00	162.73	0.00	-150.83	0.00	0.42	0.090	0.24	-3673	OK	6.98	7.14	0.16	2.87	804	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R02	SLU05	Max	-1677.71	0.00	-13.79	0.00	-150.83	0.00	0.45	0.090	0.27	-4149	OK	6.21	7.14	0.93	2.73	819	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R02	SLU05	Max	-1683.35	0.00	93.41	0.00	-167.05	0.00	0.45	0.099	0.25	-3862	OK	6.69	7.14	0.45	2.82	846	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R03	SLU05	Max	-1683.93	0.00	-83.68	0.00	-167.05	0.00	0.50	0.099	0.30	-4631	OK	5.58	7.14	1.56	2.61	870	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R03	SLU05	Max	-1690.01	0.00	-15.53	0.00	-149.54	0.00	0.50	0.088	0.32	-4960	OK	5.23	7.14	1.91	2.54	846	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R04	SLU05	Max	-1677.50	0.00	-194.03	0.00	-149.54	0.00	0.50	0.089	0.32	-4940	OK	5.21	7.14	1.93	2.54	845	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R04	SLU05	Max	-1683.32	0.00	-158.41	0.00	-83.86	0.00	0.50	0.050	0.40	-6148	OK	4.20	7.14	2.94	2.32	774	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R05	SLU05	Max	-1653.69	0.00	-338.13	0.00	-83.86	0.00	0.36	0.051	0.26	-3970	OK	6.40	7.14	0.74	2.77	664	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R05	SLU05	Max	-1657.63	0.00	-327.74	0.00	40.93	0.00	0.36	0.025	0.31	-4770	OK	5.34	7.14	1.80	2.56	614	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R06	SLU05	Max	-1653.69	0.00	-338.13	0.00	-83.86	0.00	0.36	0.051	0.26	-3970	OK	6.40	7.14	0.74	2.77	664	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R06	SLU05	Max	-1657.63	0.00	-327.74	0.00	40.93	0.00	0.36	0.025	0.31	-4770	OK	5.34	7.14	1.80	2.56	614	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R07	SLU05	Max	-1677.50	0.00	-194.03	0.00	-149.54	0.00	0.50	0.089	0.32	-4940	OK	5.21	7.14	1.93	2.54	845	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R07	SLU05	Max	-1683.32	0.00	-158.41	0.00	-83.86	0.00	0.50	0.050	0.40	-6148	OK	4.20	7.14	2.94	2.32	774	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R08	SLU05	Max	-1683.93	0.00	-83.68	0.00	-167.05	0.00	0.50	0.099	0.30	-4631	OK	5.58	7.14	1.56	2.61	870	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R08	SLU05	Max	-1690.01	0.00	-15.53	0.00	-149.54	0.00	0.50	0.088	0.32	-4960	OK	5.23	7.14	1.91	2.54	846	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R09	SLU05	Max	-1677.71	0.00	-13.79	0.00	-150.83	0.00	0.45	0.090	0.27	-4149	OK	6.21	7.14	0.93	2.73	819	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R09	SLU05	Max	-1683.35	0.00	93.41	0.00	-167.05	0.00	0.45	0.099	0.25	-3862	OK	6.69	7.14	0.45	2.82	846	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R10	SLU05	Max	-1663.48	0.00	16.64	0.00	-115.80	0.00	0.42	0.070	0.28	-4311	OK	5.92	7.14	1.22	2.68	749	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R10	SLU05	Max	-1668.82	0.00	162.73	0.00	-150.83	0.00	0.42	0.090	0.24	-3673	OK	6.98	7.14	0.16	2.87	804	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

VERIFICA DELLA SEZIONE NON ARMATA CONSIDERANDO $F_{ctd} = 0$ — Positive le trazioni: VERIFICA A PRESSOFLESSIONE; Positive le compressioni: VERIFICA A TAGLIO

VERIFICA DELLA SEZIONE NON ARMATA CONSIDERANDO IL CALCESTRUZZO REAGENTE A TRAZIONE F_{ctd} — Positive le trazioni: Estradosso, Intradosso, VERIFICA A PRESSOFLESSIONE; Positive le compressioni: VERIFICA A TAGLIO (fctd ≠ 0)

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	OutputCase	StepType	P	V3	V2	T	M3	M2	h	e	A_{reag}	N_{Rd} [kN]	Verifica $N_{Ed} < N_{Rd}$	σ_c	σ_{clim}	δ	f_{cvd}	V_{Rd} [kN]	Verifica $V_{Ed} < V_{Rd}$	σ_1 (Estradosso)	σ_2 (Intradosso)	$\lvert\sigma_{min}\rvert < f_{cd}$	$\sigma_{max} < f_{ctd}$	A	σ_c	σ_{clim}	δ	f_{cvd}	V_{Rd} [kN]	Verifica $V_{Ed} < V_{Rd}$
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	[m]	[m]	[m²]	[kN]	[-]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[kN]	[kN]	[MPa]	[MPa]	[-]	[-]	[m²]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[kN]	[kN]
C01	SLU06	Max	-1637.73	0.00	-19.93	0.00	-64.66	0.00	0.38	0.039	0.30	-4622	OK	5.44	7.14	1.70	2.58	654	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C01	SLU06	Max	-1643.91	0.00	216.99	0.00	-114.24	0.00	0.38	0.069	0.24	-3701	OK	6.82	7.14	0.32	2.84	720	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C02	SLU06	Max	-1616.32	0.00	-53.62	0.00	-21.96	0.00	0.36	0.014	0.33	-5111	OK	4.86	7.14	2.28	2.46	591	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C02	SLU06	Max	-1622.04	0.00	224.94	0.00	-64.66	0.00	0.36	0.040	0.28	-4304	OK	5.79	7.14	1.35	2.65	636	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C03	SLU06	Max	-1600.37	0.00	-112.51	0.00	-1.74	0.00	0.35	0.001	0.35	-5341	OK	4.60	7.14	2.54	2.41	562	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C03	SLU06	Max	-1605.66	0.00	192.93	0.00	-21.96	0.00	0.35	0.014	0.32	-4954	OK	4.98	7.14	2.16	2.49	580	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C04	SLU06	Max	-1592.10	0.00	-126.25	0.00	5.25	0.00	0.35	0.003	0.34	-5273	OK	4.64	7.14	2.50	2.42	564	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C04	SLU06	Max	-1596.48	0.00	158.39	0.00	-1.74	0.00	0.35	0.001	0.35	-5341	OK	4.59	7.14	2.55	2.41	561	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C05	SLU06	Max	-1584.28	0.00	-121.86	0.00	16.02	0.00	0.35	0.010	0.33	-5064	OK	4.80	7.14	2.34	2.45	572	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C05	SLU06	Max	-1588.09	0.00	169.41	0.00	5.25	0.00	0.35	0.003	0.34	-5273	OK	4.62	7.14	2.52	2.41	563	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C06	SLU06	Max	-1576.48	0.00	-125.48	0.00	26.21	0.00	0.35	0.017	0.32	-4864	OK	4.98	7.14	2.16	2.49	580	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C06	SLU06	Max	-1579.59	0.00	172.31	0.00	16.02	0.00	0.35	0.010	0.33	-5063	OK	4.79	7.14	2.35	2.45	571	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C07	SLU06	Max	-1570.29	0.00	-130.96	0.00	34.13	0.00	0.35	0.022	0.31	-4707	OK	5.12	7.14	2.02	2.52	587	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C07	SLU06	Max	-1572.59	0.00	167.34	0.00	26.21	0.00	0.35	0.017	0.32	-4862	OK	4.97	7.14	2.17	2.48	580	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C08	SLU06	Max	-1566.10	0.00	-137.80	0.00	39.14	0.00	0.35	0.025	0.30	-4607	OK	5.22	7.14	1.92	2.54	592	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C08	SLU06	Max	-1567.51	0.00	160.84	0.00	34.13	0.00	0.35	0.022	0.31	-4706	OK	5.11	7.14	2.03	2.52	587	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C09	SLU06	Max	-1564.18	0.00	-145.47	0.00	40.85	0.00	0.35	0.026	0.30	-4572	OK	5.25	7.14	1.89	2.54	593	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C09	SLU06	Max	-1564.66	0.00	153.35	0.00	39.14	0.00	0.35	0.025	0.30	-4606	OK	5.22	7.14	1.92	2.54	592	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C10	SLU06	Max	-1564.18	0.00	-145.47	0.00	40.85	0.00	0.35	0.026	0.30	-4572	OK	5.25	7.14	1.89	2.54	593	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C10	SLU06	Max	-1564.66	0.00	153.35	0.00	39.14	0.00	0.35	0.025	0.30	-4606	OK	5.22	7.14	1.92	2.54	592	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C11	SLU06	Max	-1566.10	0.00	-137.80	0.00	39.14	0.00	0.35	0.025	0.30	-4607	OK	5.22	7.14	1.92	2.54	592	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C11	SLU06	Max	-1567.51	0.00	160.84	0.00	34.13	0.00	0.35	0.022	0.31	-4706	OK	5.11	7.14	2.03	2.52	587	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C12	SLU06	Max	-1570.29	0.00	-130.96	0.00	34.13	0.00	0.35	0.022	0.31	-4707	OK	5.12	7.14	2.02	2.52	587	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C12	SLU06	Max	-1572.59	0.00	167.34	0.00	26.21	0.00	0.35	0.017	0.32	-4862	OK	4.97	7.14	2.17	2.48	580	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C13	SLU06	Max	-1576.48	0.00	-125.48	0.00	26.21	0.00	0.35	0.017	0.32	-4864	OK	4.98	7.14	2.16	2.49	580	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C13	SLU06	Max	-1579.59	0.00	172.31	0.00	16.02	0.00	0.35	0.010	0.33	-5063	OK	4.79	7.14	2.35	2.45	571	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C14	SLU06	Max	-1584.28	0.00	-121.86	0.00	16.02	0.00	0.35	0.010	0.33	-5064	OK	4.80	7.14	2.34	2.45	572	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C14	SLU06	Max	-1588.09	0.00	169.41	0.00	5.25	0.00	0.35	0.003	0.34	-5273	OK	4.62	7.14	2.52	2.41	563	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C15	SLU06	Max	-1592.10	0.00	-126.25	0.00	5.25	0.00	0.35	0.003	0.34	-5273	OK	4.64	7.14	2.50	2.42	564	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C15	SLU06	Max	-1596.48	0.00	158.39	0.00	-1.74	0.00	0.35	0.001	0.35	-5341	OK	4.59	7.14	2.55	2.41	561	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C16	SLU06	Max	-1600.37	0.00	-112.51	0.00	-1.74	0.00	0.35	0.001	0.35	-5341	OK	4.60	7.14	2.54	2.41	562	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C16	SLU06	Max	-1605.66	0.00	192.93	0.00	-21.96	0.00	0.35	0.014	0.32	-4954	OK	4.98	7.14	2.16	2.49	580	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C17	SLU06	Max	-1616.32	0.00	-53.62	0.00	-21.96	0.00	0.36	0.014	0.33	-5111	OK	4.86	7.14	2.28	2.46	591	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C17	SLU06	Max	-1622.04	0.00	224.94	0.00	-64.66	0.00	0.36	0.040	0.28	-4304	OK	5.79	7.14	1.35	2.65	636	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C18	SLU06	Max	-1637.73	0.00	-19.93	0.00	-64.66	0.00	0.38	0.039	0.30	-4622	OK	5.44	7.14	1.70	2.58	654	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C18	SLU06	Max	-1643.91	0.00	216.99	0.00	-114.24	0.00	0.38	0.069	0.24	-3701	OK	6.82	7.14	0.32	2.84	720	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F01	SLU06	Max	-777.41	0.00	-193.38	0.00	86.34	0.00	0.65	0.111	0.43	-6570	OK	1.82	7.14	5.32	1.71	742	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F01	SLU06	Max	-784.38	0.00	-203.45	0.00	187.71	0.00	0.65	0.239	0.17	-2632	OK	4.58	7.14	2.56	2.40	1041	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	SLU06	Max	-762.34	0.00	-50.73	0.00	187.71	0.00	0.65	0.246	0.16	-2419	OK	4.84	7.14	2.30	2.46	1065	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	SLU06	Max	-768.53	0.00	-64.12	0.00	216.95	0.00	0.65	0.282	0.09	-1311	OK	9.00	7.14	-1.86	3.08	1333	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F03	SLU06	Max	-763.69	0.00	8.29	0.00	216.95	0.00	0.65	0.284	0.08	-1257	OK	9.33	7.14	-2.19	3.08	1333	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F03	SLU06	Max	-768.09	0.00	-8.31	0.00	216.88	0.00	0.65	0.282	0.09	-1309	OK	9.01	7.14	-1.87	3.08	1333	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F04	SLU06	Max	-768.66	0.00	14.89	0.00	216.88	0.00	0.65	0.282	0.09	-1316	OK	8.97	7.14	-1.83	3.08	1333	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F04	SLU06	Max	-770.25	0.00	-3.42	0.00	213.92	0.00	0.65	0.278	0.09	-1452	OK	8.15	7.14	-1.01	3.03	1314	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F05	SLU06	Max	-768.66	0.00	14.89	0.00	216.88	0.00	0.65	0.282	0.09	-1316	OK	8.97	7.14	-1.83	3.08	1333	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F05	SLU06	Max	-770.25	0.00	-3.42	0.00	213.92	0.00	0.65	0.278	0.09	-1452	OK	8.15	7.14	-1.01	3.03	1314	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F06	SLU06	Max	-763.69	0.00	8.29	0.00	216.95	0.00	0.65	0.284	0.08	-1257	OK	9.33	7.14	-2.19	3.08	1333	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F06	SLU06	Max	-768.09	0.00	-8.31	0.00	216.88	0.00	0.65	0.282	0.09	-1309	OK	9.01	7.14	-1.87	3.08	1333	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F07	SLU06	Max	-762.34	0.00	-50.73	0.00	187.71	0.00	0.65	0.246	0.16	-2419	OK	4.84	7.14	2.30	2.46	1065	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F07	SLU06	Max	-768.53	0.00	-64.12	0.00	216.95	0.00	0.65	0.282	0.09	-1311	OK	9.00	7.14	-1.86	3.08	1333	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F08	SLU06	Max	-777.41	0.00	-193.38	0.00	86.34	0.00	0.65	0.111	0.43	-6570	OK	1.82	7.14	5.32	1.71	742	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F08	SLU06	Max	-784.38	0.00	-203.45	0.00	187.71	0.00	0.65	0.239	0.17	-2632	OK	4.58	7.14	2.56	2.40	1041	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R01	SLU06	Max	-1658.88	0.00	4.37	0.00	-114.24	0.00	0.42	0.069	0.28	-4334	OK	5.88	7.14	1.26	2.67	747	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R01	SLU06	Max	-1664.22	0.00	150.47	0.00	-144.64	0.00	0.42	0.087	0.25	-3780	OK	6.76	7.14	0.38	2.83	793	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R02	SLU06	Max	-1671.27	0.00	-32.33	0.00	-144.64	0.00	0.45	0.087	0.28	-4252	OK	6.04	7.14	1.10	2.70	809	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R02	SLU06	Max	-1676.91	0.00	74.87	0.00	-153.87	0.00	0.45	0.092	0.27	-4092	OK	6.29	7.14	0.85	2.75	824	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R03	SLU06	Max	-1674.95	0.00	-107.60	0.00	-153.87	0.00	0.50	0.092	0.32	-4856	OK	5.30	7.14	1.84	2.55	851	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R03	SLU06	Max	-1681.04	0.00	-39.45	0.00	-127.33	0.00	0.50	0.076	0.35	-5351	OK	4.82	7.14	2.32	2.45	818	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R04	SLU06	Max	-1665.40	0.00	-222.66	0.00	-127.33	0.00	0.50	0.076	0.35	-5330	OK	4.80	7.14	2.34	2.45	817	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R04	SLU06	Max	-1671.22	0.00	-187.05	0.00	-50.85	0.00	0.50	0.030	0.44	-6743	OK	3.81	7.14	3.33	2.23	744	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R05	SLU06	Max	-1637.91	0.00	-371.00	0.00	-50.85	0.00	0.36	0.031	0.30	-4574	OK	5.50	7.14	1.64	2.59	622	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R05	SLU06	Max	-1641.85	0.00	-360.61	0.00	86.34	0.00	0.36	0.053	0.25	-3913	OK	6.44	7.14	0.70	2.77	666	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R06	SLU06	Max	-1637.91	0.00	-371.00	0.00	-50.85	0.00	0.36	0.031	0.30	-4574	OK	5.50	7.14	1.64	2.59	622	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R06	SLU06	Max	-1641.85	0.00	-360.61	0.00	86.34	0.00	0.36	0.053	0.25	-3913	OK	6.44	7.14	0.70	2.77	666	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R07	SLU06	Max	-1665.40	0.00	-222.66	0.00	-127.33	0.00	0.50	0.076	0.35	-5330	OK	4.80	7.14	2.34	2.45	817	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R07	SLU06	Max	-1671.22	0.00	-187.05	0.00	-50.85	0.00	0.50	0.030	0.44	-6743	OK	3.81	7.14	3.33	2.23	744	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R08	SLU06	Max	-1674.95	0.00	-107.60	0.00	-153.87	0.00	0.50	0.092	0.32	-4856	OK	5.30	7.14	1.84	2.55	851	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R08	SLU06	Max	-1681.04	0.00	-39.45	0.00	-127.33	0.00	0.50	0.076	0.35	-5351	OK	4.82	7.14	2.32	2.45	818	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R09	SLU06	Max	-1671.27	0.00	-32.33	0.00	-144.64	0.00	0.45	0.087	0.28	-4252	OK	6.04	7.14	1.10	2.70	809	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R09	SLU06	Max	-1676.91	0.00	74.87	0.00	-153.87	0.00	0.45	0.092	0.27	-4092	OK	6.29	7.14	0.85	2.75	824	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R10	SLU06	Max	-1658.88	0.00	4.37	0.00	-114.24	0.00	0.42	0.069	0.28	-4334	OK	5.88	7.14	1.26	2.67	747	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R10	SLU06	Max	-1664.22	0.00	150.47	0.00	-144.64	0.00	0.42	0.087	0.25	-3780	OK	6.76	7.14	0.38	2.83	793	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C01	SLU13-21	Max	-1219.58	0.00	162.96	0.00	-84.97	0.00	0.38	0.070	0.24	-4927	OK	5.07	9.52	4.45	2.97	753	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C02	SLU13-21	Max	-1199.39	0.00	-45.13	0.00	-18.15	0.00	0.36	0.015	0.33	-6751	OK	3.64	9.52	5.88	2.62	629	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C02	SLU13-21	Max	-1203.62	0.00	161.21	0.00	-47.16	0.00	0.36	0.039	0.28	-5766	OK	4.27	9.52	5.25	2.78	668	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C03	SLU13-21	Max	-1188.55	0.00	-90.83	0.00	-6.79	0.00	0.35	0.006	0.34	-6932	OK	3.51	9.52	6.01	2.59	604	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C03	SLU13-21	Max	-1192.48	0.00	135.43	0.00	-18.15	0.00	0.35	0.015	0.32	-6542	OK	3.73	9.52	5.79	2.65	618	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C04	SLU13-21	Max	-1183.64	0.00	-100.37	0.00	-4.59	0.00	0.35	0.004	0.34	-7007	OK	3.46	9.52	6.06	2.58	601	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C04	SLU13-21	Max	-1186.89	0.00	110.48	0.00	-6.79	0.00	0.35	0.006	0.34	-6931	OK	3.51	9.52	6.01	2.59	604	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C05	SLU13-21	Max	-1179.04	0.00	-96.19	0.00	0.81	0.00	0.35	0.001	0.35	-7138	OK	3.38	9.52	6.14	2.56	596	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C05	SLU13-21	Max	-1181.86	0.00	119.57	0.00	-4.59	0.00	0.35	0.004	0.34	-7007	OK	3.45	9.52	6.07	2.57	601	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C06	SLU13-21	Max	-1174.26	0.00	-97.76	0.00	6.26	0.00	0.35	0.005	0.34	-6947	OK	3.46	9.52	6.06	2.58	601	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C06	SLU13-21	Max	-1176.56	0.00	122.82	0.00	0.81	0.00	0.35	0.001	0.35	-7138	OK	3.37	9.52	6.15	2.55	596	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C07	SLU13-21	Max	-1170.46	0.00	-100.56	0.00	10.58	0.00	0.35	0.009	0.33	-6796	OK	3.53	9.52	5.99	2.59	605	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C07	SLU13-21	Max	-1172.16	0.00	120.40	0.00	6.26	0.00	0.35	0.005	0.34	-6947	OK	3.45	9.52	6.07	2.57	601	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C08	SLU13-21	Max	-1167.88	0.00	-104.25	0.00	13.34	0.00	0.35	0.011	0.33	-6698	OK	3.57	9.52	5.95	2.61	608	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C08	SLU13-21	Max	-1168.93	0.00	116.96	0.00	10.58	0.00	0.35	0.009	0.33	-6795	OK	3.52	9.52	6.00	2.59	605	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C09	SLU13-21	Max	-1166.73	0.00	-108.49	0.00	14.29	0.00	0.35	0.012	0.33	-6664	OK	3.58	9.52	5.94	2.61	609	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C09	SLU13-21	Max	-1167.08	0.00	112.86	0.00	13.34	0.00	0.35	0.011	0.33	-6698	OK	3.57	9.52	5.95	2.60	608	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C10	SLU13-21	Max	-1166.73	0.00	-108.49	0.00	14.29	0.00	0.35	0.012	0.33	-6664	OK	3.58	9.52	5.94	2.61	609	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C10	SLU13-21	Max	-1167.08	0.00	112.86	0.00	13.34	0.00	0.35	0.011	0.33	-6698	OK	3.57	9.52	5.95	2.60	608	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C11	SLU13-21	Max	-1167.88	0.00	-104.25	0.00	13.34	0.00	0.35	0.011	0.33	-6698	OK	3.57	9.52	5.95	2.61	608	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C11	SLU13-21	Max	-1168.93	0.00	116.96	0.00	10.58	0.00	0.35	0.009	0.33	-6795	OK	3.52	9.52	6.00	2.59	605	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C12	SLU13-21	Max	-1170.46	0.00	-100.56	0.00	10.58	0.00	0.35	0.009	0.33	-6796	OK	3.53	9.52	5.99	2.59	605	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C12	SLU13-21	Max	-1172.16	0.00	120.40	0.00	6.26	0.00	0.35	0.005	0.34	-6947	OK	3.45	9.52	6.07	2.57	601	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C13	SLU13-21	Max	-1174.26	0.00	-97.76	0.00	6.26	0.00	0.35	0.005	0.34	-6947	OK	3.46	9.52	6.06	2.58	601	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C13	SLU13-21	Max	-1176.56	0.00	122.82	0.00	0.81	0.00	0.35	0.001	0.35	-7138	OK	3.37	9.52	6.15	2.55	596	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C14	SLU13-21	Max	-1179.04	0.00	-96.19	0.00	0.81	0.00	0.35	0.001	0.35	-7138	OK	3.38	9.52	6.14	2.56	596	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C14	SLU13-21	Max	-1181.86	0.00	119.57	0.00	-4.59	0.00	0.35	0.004	0.34	-7007	OK	3.45	9.52	6.07	2.57	601	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C15	SLU13-21	Max	-1183.64	0.00	-100.37	0.00	-4.59	0.00	0.35	0.004	0.34	-7007	OK	3.46	9.52	6.06	2.58	601	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C15	SLU13-21	Max	-1186.89	0.00	110.48	0.00	-6.79	0.00	0.35	0.006	0.34	-6931	OK	3.51	9.52	6.01	2.59	604	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C16	SLU13-21	Max	-1188.55	0.00	-90.83	0.00	-6.79	0.00	0.35	0.006	0.34	-6932	OK	3.51	9.52	6.01	2.59	604	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C16	SLU13-21	Max	-1192.48	0.00	135.43	0.00	-18.15	0.00	0.35	0.015	0.32	-6542	OK	3.73	9.52	5.79	2.65	618	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C17	SLU13-21	Max	-1199.39	0.00	-45.13	0.00	-18.15	0.00	0.36	0.015	0.33	-6751	OK	3.64	9.52	5.88	2.62	629	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C17	SLU13-21	Max	-1203.62	0.00	161.21	0.00	-47.16	0.00	0.36	0.039	0.28	-5766	OK	4.27	9.52	5.25	2.78	668	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C18	SLU13-21	Max	-1215.00	0.00	-12.54	0.00	-47.16	0.00	0.38	0.039	0.30	-6190	OK	4.02	9.52	5.50	2.72	689	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C18	SLU13-21	Max	-1219.58	0.00	162.96	0.00	-84.97	0.00	0.38	0.070	0.24	-4927	OK	5.07	9.52	4.45	2.97	753	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F01	SLU13-21	Max	-626.32	0.00	-169.17	0.00	38.46	0.00	0.65	0.061	0.53	-10793	OK	1.19	9.52	8.33	1.88	813	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F01	SLU13-21	Max	-631.49	0.00	-176.63	0.00	126.80	0.00	0.65	0.201	0.25	-5086	OK	2.54	9.52	6.98	2.32	1005	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	SLU13-21	Max	-613.20	0.00	-34.32	0.00	126.80	0.00	0.65	0.207	0.24	-4840	OK	2.59	9.52	6.93	2.33	1011	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	SLU13-21	Max	-617.78	0.00	-44.24	0.00	146.80	0.00	0.65	0.238	0.17	-3578	OK	3.54	9.52	5.98	2.60	1125	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F03	SLU13-21	Max	-615.38	0.00	16.50	0.00	146.80	0.00	0.65	0.239	0.17	-3540	OK	3.56	9.52	5.96	2.60	1128	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F03	SLU13-21	Max	-618.64	0.00	4.21	0.00	141.45	0.00	0.65	0.229	0.19	-3946	OK	3.21	9.52	6.31	2.51	1087	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F04	SLU13-21	Max	-620.38	0.00	15.84	0.00	141.45	0.00	0.65	0.228	0.19	-3972	OK	3.20	9.52	6.32	2.51	1086	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F04	SLU13-21	Max	-621.55	0.00	2.28	0.00	136.80	0.00	0.65	0.220	0.21	-4296	OK	2.96	9.52	6.56	2.44	1057	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F05	SLU13-21	Max	-620.38	0.00	15.84	0.00	141.45	0.00	0.65	0.228	0.19	-3972	OK	3.20	9.52	6.32	2.51	1086	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F05	SLU13-21	Max	-621.55	0.00	2.28	0.00	136.80	0.00	0.65	0.220	0.21	-4296	OK	2.96	9.52	6.56	2.44	1057	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F06	SLU13-21	Max	-615.38	0.00	16.50	0.00	146.80	0.00	0.65	0.239	0.17	-3540	OK	3.56	9.52	5.96	2.60	1128	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F06	SLU13-21	Max	-618.64	0.00	4.21	0.00	141.45	0.00	0.65	0.229	0.19	-3946	OK	3.21	9.52	6.31	2.51	1087	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F07	SLU13-21	Max	-613.20	0.00	-34.32	0.00	126.80	0.00	0.65	0.207	0.24	-4840	OK	2.59	9.52	6.93	2.33	1011	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F07	SLU13-21	Max	-617.78	0.00	-44.24	0.00	146.80	0.00	0.65	0.238	0.17	-3578	OK	3.54	9.52	5.98	2.60	1125	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F08	SLU13-21	Max	-626.32	0.00	-169.17	0.00	38.46	0.00	0.65	0.061	0.53	-10793	OK	1.19	9.52	8.33	1.88	813	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F08	SLU13-21	Max	-631.49	0.00	-176.63	0.00	126.80	0.00	0.65	0.201	0.25	-5086	OK	2.54	9.52	6.98	2.32	1005	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R01	SLU13-21	Max	-1231.24	0.00	10.01	0.00	-84.97	0.00	0.42	0.069	0.28	-5773	OK	4.37	9.52	5.15	2.81	786	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R01	SLU13-21	Max	-1235.19	0.00	118.23	0.00	-110.04	0.00	0.42	0.089	0.24	-4951	OK	5.11	9.52	4.41	2.98	835	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R02	SLU13-21	Max	-1241.45	0.00	-13.38	0.00	-110.04	0.00	0.45	0.089	0.27	-5584	OK	4.55	9.52	4.97	2.85	856	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R02	SLU13-21	Max	-1245.63	0.00	66.02	0.00	-120.86	0.00	0.45	0.097	0.26	-5240	OK	4.87	9.52	4.65	2.93	878	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R03	SLU13-21	Max	-1245.63	0.00	-65.93	0.00	-120.86	0.00	0.50	0.097	0.31	-6264	OK	4.07	9.52	5.45	2.73	911	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R03	SLU13-21	Max	-1250.14	0.00	-15.44	0.00	-106.40	0.00	0.50	0.085	0.33	-6752	OK	3.79	9.52	5.73	2.66	888	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R04	SLU13-21	Max	-1240.36	0.00	-148.38	0.00	-106.40	0.00	0.50	0.086	0.33	-6724	OK	3.78	9.52	5.74	2.66	886	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R04	SLU13-21	Max	-1244.67	0.00	-122.00	0.00	-55.99	0.00	0.50	0.045	0.41	-8395	OK	3.04	9.52	6.48	2.46	820	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R05	SLU13-21	Max	-1222.12	0.00	-255.80	0.00	-55.99	0.00	0.36	0.046	0.27	-5494	OK	4.55	9.52	4.97	2.85	685	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R05	SLU13-21	Max	-1225.04	0.00	-248.11	0.00	38.46	0.00	0.36	0.031	0.30	-6085	OK	4.12	9.52	5.40	2.75	659	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R06	SLU13-21	Max	-1222.12	0.00	-255.80	0.00	-55.99	0.00	0.36	0.046	0.27	-5494	OK	4.55	9.52	4.97	2.85	685	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R06	SLU13-21	Max	-1225.04	0.00	-248.11	0.00	38.46	0.00	0.36	0.031	0.30	-6085	OK	4.12	9.52	5.40	2.75	659	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R07	SLU13-21	Max	-1240.36	0.00	-148.38	0.00	-106.40	0.00	0.50	0.086	0.33	-6724	OK	3.78	9.52	5.74	2.66	886	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R07	SLU13-21	Max	-1244.67	0.00	-122.00	0.00	-55.99	0.00	0.50	0.045	0.41	-8395	OK	3.04	9.52	6.48	2.46	820	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R08	SLU13-21	Max	-1245.63	0.00	-65.93	0.00	-120.86	0.00	0.50	0.097	0.31	-6264	OK	4.07	9.52	5.45	2.73	911	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R08	SLU13-21	Max	-1250.14	0.00	-15.44	0.00	-106.40	0.00	0.50	0.085	0.33	-6752	OK	3.79	9.52	5.73	2.66	888	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R09	SLU13-21	Max	-1241.45	0.00	-13.38	0.00	-110.04	0.00	0.45	0.089	0.27	-5584	OK	4.55	9.52	4.97	2.85	856	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R09	SLU13-21	Max	-1245.63	0.00	66.02	0.00	-120.86	0.00	0.45	0.097	0.26	-5240	OK	4.87	9.52	4.65	2.93	878	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R10	SLU13-21	Max	-1231.24	0.00	10.01	0.00	-84.97	0.00	0.42	0.069	0.28	-5773	OK	4.37	9.52	5.15	2.81	786	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R10	SLU13-21	Max	-1235.19	0.00	118.23	0.00	-110.04	0.00	0.42	0.089	0.24	-4951	OK	5.11	9.52	4.41	2.98	835	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLE: Element Forces - Frames									VERIFICA DELLA SEZIONE NON ARMATA CONSIDERANDO $F_{ctd} = 0$											VERIFICA DELLA SEZIONE NON ARMATA CONSIDERANDO IL CALCESTRUZZO REAGENTE A TRAZIONE F_{ctd}										
									Positive le trazioni					Positive le compressioni						Positive le trazioni				Positive le compressioni						
									VERIFICA A PRESSOFLESSIONE					VERIFICA A TAGLIO						Estradosso	Intradosso	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE		VERIFICA A TAGLIO (fctd ≠ 0)						
Frame	OutputCase	StepType	P	V3	V2	T	M3	M2	h	e	A_{reag}	N_{Rd} [kN]	Verifica $N_{Ed} < N_{Rd}$	σ_c	σ_{clim}	δ	f_{cvd}	V_{Rd} [kN]	Verifica $V_{Ed} < V_{Rd}$	σ_1	σ_2	$\|\sigma_{min}\| < f_{cd}$	$\sigma_{max} < f_{ctd}$	A	σ_c	σ_{clim}	δ	f_{cvd}	V_{Rd} [kN]	Verifica $V_{Ed} < V_{Rd}$
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	[m]	[m]	[m²]	[kN]	[-]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[kN]	[kN]	[MPa]	[MPa]	[-]	[-]	[m²]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[kN]	[kN]
C01	SLU14	Max	-1213.28	0.00	-14.10	0.00	-49.49	0.00	0.38	0.041	0.30	-6110	OK	4.07	9.52	5.45	2.73	692	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C01	SLU14	Max	-1217.85	0.00	161.41	0.00	-86.54	0.00	0.38	0.071	0.24	-4870	OK	5.12	9.52	4.40	2.99	756	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C02	SLU14	Max	-1197.41	0.00	-40.24	0.00	-18.12	0.00	0.36	0.015	0.33	-6751	OK	3.63	9.52	5.89	2.62	629	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C02	SLU14	Max	-1201.64	0.00	166.10	0.00	-49.49	0.00	0.36	0.041	0.28	-5684	OK	4.33	9.52	5.19	2.80	671	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C03	SLU14	Max	-1185.67	0.00	-83.84	0.00	-3.38	0.00	0.35	0.003	0.34	-7049	OK	3.44	9.52	6.08	2.57	600	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C03	SLU14	Max	-1189.59	0.00	142.41	0.00	-18.12	0.00	0.35	0.015	0.32	-6542	OK	3.72	9.52	5.80	2.65	617	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C04	SLU14	Max	-1179.62	0.00	-93.98	0.00	1.60	0.00	0.35	0.001	0.35	-7110	OK	3.40	9.52	6.12	2.56	597	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C04	SLU14	Max	-1182.87	0.00	116.87	0.00	-3.38	0.00	0.35	0.003	0.34	-7049	OK	3.44	9.52	6.08	2.57	600	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C05	SLU14	Max	-1173.91	0.00	-90.66	0.00	9.41	0.00	0.35	0.008	0.33	-6838	OK	3.51	9.52	6.01	2.59	604	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C05	SLU14	Max	-1176.73	0.00	125.10	0.00	1.60	0.00	0.35	0.001	0.35	-7110	OK	3.39	9.52	6.13	2.56	597	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C06	SLU14	Max	-1168.20	0.00	-93.27	0.00	16.82	0.00	0.35	0.014	0.32	-6576	OK	3.64	9.52	5.88	2.62	612	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C06	SLU14	Max	-1170.50	0.00	127.32	0.00	9.41	0.00	0.35	0.008	0.33	-6837	OK	3.51	9.52	6.01	2.59	604	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C07	SLU14	Max	-1163.67	0.00	-97.24	0.00	22.58	0.00	0.35	0.019	0.31	-6371	OK	3.74	9.52	5.78	2.65	618	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C07	SLU14	Max	-1165.37	0.00	123.72	0.00	16.82	0.00	0.35	0.014	0.32	-6575	OK	3.63	9.52	5.89	2.62	611	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C08	SLU14	Max	-1160.60	0.00	-102.22	0.00	26.23	0.00	0.35	0.023	0.30	-6240	OK	3.81	9.52	5.71	2.67	622	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C08	SLU14	Max	-1161.64	0.00	118.99	0.00	22.58	0.00	0.35	0.019	0.31	-6370	OK	3.73	9.52	5.79	2.65	618	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C09	SLU14	Max	-1159.19	0.00	-107.80	0.00	27.48	0.00	0.35	0.024	0.30	-6195	OK	3.83	9.52	5.69	2.67	624	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C09	SLU14	Max	-1159.54	0.00	113.54	0.00	26.23	0.00	0.35	0.023	0.30	-6240	OK	3.80	9.52	5.72	2.67	622	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C10	SLU14	Max	-1159.19	0.00	-107.80	0.00	27.48	0.00	0.35	0.024	0.30	-6195	OK	3.83	9.52	5.69	2.67	624	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C10	SLU14	Max	-1159.54	0.00	113.54	0.00	26.23	0.00	0.35	0.023	0.30	-6240	OK	3.80	9.52	5.72	2.67	622	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C11	SLU14	Max	-1160.60	0.00	-102.22	0.00	26.23	0.00	0.35	0.023	0.30	-6240	OK	3.81	9.52	5.71	2.67	622	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C11	SLU14	Max	-1161.64	0.00	118.99	0.00	22.58	0.00	0.35	0.019	0.31	-6370	OK	3.73	9.52	5.79	2.65	618	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C12	SLU14	Max	-1163.67	0.00	-97.24	0.00	22.58	0.00	0.35	0.019	0.31	-6371	OK	3.74	9.52	5.78	2.65	618	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C12	SLU14	Max	-1165.37	0.00	123.72	0.00	16.82	0.00	0.35	0.014	0.32	-6575	OK	3.63	9.52	5.89	2.62	611	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C13	SLU14	Max	-1168.20	0.00	-93.27	0.00	16.82	0.00	0.35	0.014	0.32	-6576	OK	3.64	9.52	5.88	2.62	612	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C13	SLU14	Max	-1170.50	0.00	127.32	0.00	9.41	0.00	0.35	0.008	0.33	-6837	OK	3.51	9.52	6.01	2.59	604	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C14	SLU14	Max	-1173.91	0.00	-90.66	0.00	9.41	0.00	0.35	0.008	0.33	-6838	OK	3.51	9.52	6.01	2.59	604	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C14	SLU14	Max	-1176.73	0.00	125.10	0.00	1.60	0.00	0.35	0.001	0.35	-7110	OK	3.39	9.52	6.13	2.56	597	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C15	SLU14	Max	-1179.62	0.00	-93.98	0.00	1.60	0.00	0.35	0.001	0.35	-7110	OK	3.40	9.52	6.12	2.56	597	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C15	SLU14	Max	-1182.87	0.00	116.87	0.00	-3.38	0.00	0.35	0.003	0.34	-7049	OK	3.44	9.52	6.08	2.57	600	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C16	SLU14	Max	-1185.67	0.00	-83.84	0.00	-3.38	0.00	0.35	0.003	0.34	-7049	OK	3.44	9.52	6.08	2.57	600	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C16	SLU14	Max	-1189.59	0.00	142.41	0.00	-18.12	0.00	0.35	0.015	0.32	-6542	OK	3.72	9.52	5.80	2.65	617	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C17	SLU14	Max	-1197.41	0.00	-40.24	0.00	-18.12	0.00	0.36	0.015	0.33	-6751	OK	3.63	9.52	5.89	2.62	629	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C17	SLU14	Max	-1201.64	0.00	166.10	0.00	-49.49	0.00	0.36	0.041	0.28	-5684	OK	4.33	9.52	5.19	2.80	671	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C18	SLU14	Max	-1213.28	0.00	-14.10	0.00	-49.49	0.00	0.38	0.041	0.30	-6110	OK	4.07	9.52	5.45	2.73	692	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C18	SLU14	Max	-1217.85	0.00	161.41	0.00	-86.54	0.00	0.38	0.071	0.24	-4870	OK	5.12	9.52	4.40	2.99	756	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F01	SLU14	Max	-589.67	0.00	-151.51	0.00	56.00	0.00	0.65	0.095	0.46	-9419	OK	1.28	9.52	8.24	1.91	827	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F01	SLU14	Max	-594.84	0.00	-158.98	0.00	135.31	0.00	0.65	0.227	0.20	-3993	OK	3.05	9.52	6.47	2.46	1068	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	SLU14	Max	-577.86	0.00	-36.89	0.00	135.31	0.00	0.65	0.234	0.18	-3719	OK	3.18	9.52	6.34	2.50	1084	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	SLU14	Max	-582.44	0.00	-46.81	0.00	156.62	0.00	0.65	0.269	0.11	-2297	OK	5.19	9.52	4.33	3.00	1301	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F03	SLU14	Max	-579.17	0.00	9.11	0.00	156.62	0.00	0.65	0.270	0.11	-2234	OK	5.31	9.52	4.21	3.03	1312	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F03	SLU14	Max	-582.43	0.00	-3.19	0.00	155.05	0.00	0.65	0.266	0.12	-2407	OK	4.95	9.52	4.57	2.95	1277	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F04	SLU14	Max	-583.23	0.00	12.43	0.00	155.05	0.00	0.65	0.266	0.12	-2422	OK	4.93	9.52	4.59	2.94	1275	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F04	SLU14	Max	-584.41	0.00	-1.13	0.00	152.15	0.00	0.65	0.260	0.13	-2647	OK	4.52	9.52	5.00	2.84	1232	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F05	SLU14	Max	-583.23	0.00	12.43	0.00	155.05	0.00	0.65	0.266	0.12	-2422	OK	4.93	9.52	4.59	2.94	1275	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F05	SLU14	Max	-584.41	0.00	-1.13	0.00	152.15	0.00	0.65	0.260	0.13	-2647	OK	4.52	9.52	5.00	2.84	1232	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F06	SLU14	Max	-579.17	0.00	9.11	0.00	156.62	0.00	0.65	0.270	0.11	-2234	OK	5.31	9.52	4.21	3.03	1312	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F06	SLU14	Max	-582.43	0.00	-3.19	0.00	155.05	0.00	0.65	0.266	0.12	-2407	OK	4.95	9.52	4.57	2.95	1277	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F07	SLU14	Max	-577.86	0.00	-36.89	0.00	135.31	0.00	0.65	0.234	0.18	-3719	OK	3.18	9.52	6.34	2.50	1084	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F07	SLU14	Max	-582.44	0.00	-46.81	0.00	156.62	0.00	0.65	0.269	0.11	-2297	OK	5.19	9.52	4.33	3.00	1301	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F08	SLU14	Max	-589.67	0.00	-151.51	0.00	56.00	0.00	0.65	0.095	0.46	-9419	OK	1.28	9.52	8.24	1.91	827	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F08	SLU14	Max	-594.84	0.00	-158.98	0.00	135.31	0.00	0.65	0.227	0.20	-3993	OK	3.05	9.52	6.47	2.46	1068	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R01	SLU14	Max	-1229.09	0.00	4.77	0.00	-86.54	0.00	0.42	0.070	0.28	-5716	OK	4.40	9.52	5.12	2.82	788	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R01	SLU14	Max	-1233.04	0.00	112.99	0.00	-109.64	0.00	0.42	0.089	0.24	-4958	OK	5.09	9.52	4.43	2.98	834	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R02	SLU14	Max	-1238.50	0.00	-21.57	0.00	-109.64	0.00	0.45	0.089	0.27	-5588	OK	4.54	9.52	4.98	2.85	855	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R02	SLU14	Max	-1242.67	0.00	57.84	0.00	-117.37	0.00	0.45	0.094	0.26	-5346	OK	4.76	9.52	4.76	2.90	870	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R03	SLU14	Max	-1241.56	0.00	-76.49	0.00	-117.37	0.00	0.50	0.095	0.31	-6366	OK	3.99	9.52	5.53	2.71	905	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R03	SLU14	Max	-1246.07	0.00	-26.01	0.00	-98.93	0.00	0.50	0.079	0.34	-6986	OK	3.65	9.52	5.87	2.63	876	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R04	SLU14	Max	-1234.91	0.00	-160.90	0.00	-98.93	0.00	0.50	0.080	0.34	-6956	OK	3.63	9.52	5.89	2.62	874	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R04	SLU14	Max	-1239.22	0.00	-134.52	0.00	-43.80	0.00	0.50	0.035	0.43	-8789	OK	2.89	9.52	6.63	2.42	806	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R05	SLU14	Max	-1215.08	0.00	-269.97	0.00	-43.80	0.00	0.36	0.036	0.29	-5894	OK	4.22	9.52	5.30	2.77	665	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R05	SLU14	Max	-1218.00	0.00	-262.28	0.00	56.00	0.00	0.36	0.046	0.27	-5488	OK	4.54	9.52	4.98	2.85	684	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R06	SLU14	Max	-1215.08	0.00	-269.97	0.00	-43.80	0.00	0.36	0.036	0.29	-5894	OK	4.22	9.52	5.30	2.77	665	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R06	SLU14	Max	-1218.00	0.00	-262.28	0.00	56.00	0.00	0.36	0.046	0.27	-5488	OK	4.54	9.52	4.98	2.85	684	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R07	SLU14	Max	-1234.91	0.00	-160.90	0.00	-98.93	0.00	0.50	0.080	0.34	-6956	OK	3.63	9.52	5.89	2.62	874	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R07	SLU14	Max	-1239.22	0.00	-134.52	0.00	-43.80	0.00	0.50	0.035	0.43	-8789	OK	2.89	9.52	6.63	2.42	806	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R08	SLU14	Max	-1241.56	0.00	-76.49	0.00	-117.37	0.00	0.50	0.095	0.31	-6366	OK	3.99	9.52	5.53	2.71	905	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R08	SLU14	Max	-1246.07	0.00	-26.01	0.00	-98.93	0.00	0.50	0.079	0.34	-6986	OK	3.65	9.52	5.87	2.63	876	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R09	SLU14	Max	-1238.50	0.00	-21.57	0.00	-109.64	0.00	0.45	0.089	0.27	-5588	OK	4.54	9.52	4.98	2.85	855	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R09	SLU14	Max	-1242.67	0.00	57.84	0.00	-117.37	0.00	0.45	0.094	0.26	-5346	OK	4.76	9.52	4.76	2.90	870	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R10	SLU14	Max	-1229.09	0.00	4.77	0.00	-86.54	0.00	0.42	0.070	0.28	-5716	OK	4.40	9.52	5.12	2.82	788	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R10	SLU14	Max	-1233.04	0.00	112.99	0.00	-109.64	0.00	0.42	0.089	0.24	-4958	OK	5.09	9.52	4.43	2.98	834	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Abbildung 30: Belastungen und Beul Spannungs- und Schubnachweis der unbewehrten Ausbruchquerschnitte (GZT)

Illustrazione 30: Sollecitazioni e verifica a pressoflessione e taglio delle sezioni non armate (SLU)

TABLE: Element Forces - Frames									VERIFICA DELLA SEZIONE NON ARMATA CONSIDERANDO $F_{ctd} = 0$											VERIFICA DELLA SEZIONE NON ARMATA CONSIDERANDO IL CALCESTRUZZO REAGENTE A TRAZIONE F_{ctd}										
									Positive le trazioni					Positive le compressioni						Positive le trazioni				Positive le compressioni						
									VERIFICA A PRESSOFLESSIONE					VERIFICA A TAGLIO						Estradosso	Intradosso	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE		VERIFICA A TAGLIO (fctd ≠ 0)						
Frame	OutputCase	StepType	P	V3	V2	T	M3	M2	h	e	A_{reag}	N_{Rd} [kN]	Verifica $N_{Ed} < N_{Rd}$	σ_c	σ_{clim}	δ	f_{cvd}	V_{Rd} [kN]	Verifica $V_{Ed} < V_{Rd}$	σ_1	σ_2	$\|\sigma_{min}\| < f_{cd}$	$\sigma_{max} < f_{ctd}$	A	σ_c	σ_{clim}	δ	f_{cvd}	V_{Rd} [kN]	Verifica $V_{Ed} < V_{Rd}$
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	[m]	[m]	[m²]	[kN]	[-]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[kN]	[kN]	[MPa]	[MPa]	[-]	[-]	[m²]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[kN]	[kN]
C01	SLU02	Max	-43.01	0.00	-0.02	0.00	-23.93	0.00	0.38	0.556	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.881	-1.107	OK	OK	0.380	0.113	7.14	7.03	1.08	275	OK
C01	SLU02	Max	-49.19	0.00	0.45	0.00	-24.03	0.00	0.38	0.488	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.869	-1.128	OK	OK	0.380	0.129	7.14	7.01	1.09	277	OK
C02	SLU02	Max	-37.03	0.00	2.11	0.00	-22.58	0.00	0.36	0.610	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.943	-1.148	OK	OK	0.360	0.103	7.14	7.04	1.08	259	OK
C02	SLU02	Max	-42.75	0.00	3.44	0.00	-23.93	0.00	0.36	0.560	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.989	-1.226	OK	OK	0.360	0.119	7.14	7.02	1.09	261	OK
C03	SLU02	Max	-30.99	0.00	5.59	0.00	-19.37	0.00	0.35	0.625	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.860	-1.037	OK	OK	0.350	0.089	7.14	7.05	1.07	250	OK
C03	SLU02	Max	-36.28	0.00	7.72	0.00	-22.58	0.00	0.35	0.622	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	1.003	-1.210	OK	OK	0.350	0.104	7.14	7.04	1.08	252	OK
C04	SLU02	Max	-25.22	0.00	8.04	0.00	-15.29	0.00	0.35	0.606	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.677	-0.821	OK	OK	0.350	0.072	7.14	7.07	1.07	249	OK
C04	SLU02	Max	-29.60	0.00	10.73	0.00	-19.37	0.00	0.35	0.654	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.864	-1.033	OK	OK	0.350	0.085	7.14	7.06	1.07	250	OK
C05	SLU02	Max	-19.50	0.00	9.10	0.00	-10.58	0.00	0.35	0.542	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.462	-0.574	OK	OK	0.350	0.056	7.14	7.08	1.06	247	OK
C05	SLU02	Max	-23.31	0.00	12.55	0.00	-15.29	0.00	0.35	0.656	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.682	-0.815	OK	OK	0.350	0.067	7.14	7.07	1.06	248	OK
C06	SLU02	Max	-14.39	0.00	8.44	0.00	-6.02	0.00	0.35	0.418	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.254	-0.336	OK	OK	0.350	0.041	7.14	7.10	1.05	245	OK
C06	SLU02	Max	-17.49	0.00	12.54	0.00	-10.58	0.00	0.35	0.605	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.468	-0.568	OK	OK	0.350	0.050	7.14	7.09	1.05	246	OK
C07	SLU02	Max	-10.28	0.00	6.35	0.00	-2.25	0.00	0.35	0.219	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.081	-0.140	OK	OK	0.350	0.029	7.14	7.11	1.04	244	OK
C07	SLU02	Max	-12.58	0.00	10.95	0.00	-6.02	0.00	0.35	0.478	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.259	-0.331	OK	OK	0.350	0.036	7.14	7.10	1.05	244	OK
C08	SLU02	Max	-7.53	0.00	3.20	0.00	0.21	0.00	0.35	0.028	0.29	-4501	OK	0.03	7.14	7.11	1.04	243	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C08	SLU02	Max	-8.94	0.00	8.14	0.00	-2.25	0.00	0.35	0.252	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.085	-0.136	OK	OK	0.350	0.026	7.14	7.11	1.04	243	OK
C09	SLU02	Max	-6.33	0.00	-0.59	0.00	1.07	0.00	0.35	0.169	0.01	-179	OK	0.54	7.14	6.60	1.27	297	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C09	SLU02	Max	-6.81	0.00	4.53	0.00	0.21	0.00	0.35	0.031	0.29	-4409	OK	0.02	7.14	7.12	1.04	243	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C10	SLU02	Max	-6.33	0.00	-0.59	0.00	1.07	0.00	0.35	0.169	0.01	-179	OK	0.54	7.14	6.60	1.27	297	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C10	SLU02	Max	-6.81	0.00	4.53	0.00	0.21	0.00	0.35	0.031	0.29	-4409	OK	0.02	7.14	7.12	1.04	243	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C11	SLU02	Max	-7.53	0.00	3.20	0.00	0.21	0.00	0.35	0.028	0.29	-4501	OK	0.03	7.14	7.11	1.04	243	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C11	SLU02	Max	-8.94	0.00	8.14	0.00	-2.25	0.00	0.35	0.252	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.085	-0.136	OK	OK	0.350	0.026	7.14	7.11	1.04	243	OK
C12	SLU02	Max	-10.28	0.00	6.35	0.00	-2.25	0.00	0.35	0.219	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.081	-0.140	OK	OK	0.350	0.029	7.14	7.11	1.04	244	OK
C12	SLU02	Max	-12.58	0.00	10.95	0.00	-6.02	0.00	0.35	0.478	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.259	-0.331	OK	OK	0.350	0.036	7.14	7.10	1.05	244	OK
C13	SLU02	Max	-14.39	0.00	8.44	0.00	-6.02	0.00	0.35	0.418	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.254	-0.336	OK	OK	0.350	0.041	7.14	7.10	1.05	245	OK
C13	SLU02	Max	-17.49	0.00	12.54	0.00	-10.58	0.00	0.35	0.605	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.468	-0.568	OK	OK	0.350	0.050	7.14	7.09	1.05	246	OK
C14	SLU02	Max	-19.50	0.00	9.10	0.00	-10.58	0.00	0.35	0.542	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.462	-0.574	OK	OK	0.350	0.056	7.14	7.08	1.06	247	OK
C14	SLU02	Max	-23.31	0.00	12.55	0.00	-15.29	0.00	0.35	0.656	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.682	-0.815	OK	OK	0.350	0.067	7.14	7.07	1.06	248	OK
C15	SLU02	Max	-25.22	0.00	8.04	0.00	-15.29	0.00	0.35	0.606	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.677	-0.821	OK	OK	0.350	0.072	7.14	7.07	1.07	249	OK
C15	SLU02	Max	-29.60	0.00	10.73	0.00	-19.37	0.00	0.35	0.654	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.864	-1.033	OK	OK	0.350	0.085	7.14	7.06	1.07	250	OK
C16	SLU02	Max	-30.99	0.00	5.59	0.00	-19.37	0.00	0.35	0.625	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.860	-1.037	OK	OK	0.350	0.089	7.14	7.05	1.07	250	OK
C16	SLU02	Max	-36.28	0.00	7.72	0.00	-22.58	0.00	0.35	0.622	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	1.003	-1.210	OK	OK	0.350	0.104	7.14	7.04	1.08	252	OK
C17	SLU02	Max	-37.03	0.00	2.11	0.00	-22.58	0.00	0.36	0.610	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.943	-1.148	OK	OK	0.360	0.103	7.14	7.04	1.08	259	OK
C17	SLU02	Max	-42.75	0.00	3.44	0.00	-23.93	0.00	0.36	0.560	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.989	-1.226	OK	OK	0.360	0.119	7.14	7.02	1.09	261	OK
C18	SLU02	Max	-43.01	0.00	-0.02	0.00	-23.93	0.00	0.38	0.556	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.881	-1.107	OK	OK	0.380	0.113	7.14	7.03	1.08	275	OK
C18	SLU02	Max	-49.19	0.00	0.45	0.00	-24.03	0.00	0.38	0.488	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.869	-1.128	OK	OK	0.380	0.129	7.14	7.01	1.09	277	OK
F01	SLU02	Max	-1.38	0.00	11.02	0.00	3.90	0.00	0.65	2.836	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	-0.058	0.053	OK	OK	0.650	0.002	7.14	7.14	1.03	447	OK
F01	SLU02	Max	-8.35	0.00	0.95	0.00	0.77	0.00	0.65	0.093	0.46	-7138	OK	0.02	7.14	7.12	1.04	450	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	SLU02	Max	-8.39	0.00	-0.50	0.00	0.77	0.00	0.65	0.092	0.47	-7151	OK	0.02	7.14	7.12	1.04	450	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	SLU02	Max	-14.57	0.00	-13.90	0.00	4.34	0.00	0.65	0.298	0.05	-828	OK	0.27	7.14	6.87	1.16	501	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F03	SLU02	Max	-13.02	0.00	-3.94	0.00	4.34	0.00	0.65	0.333	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	-0.082	0.042	OK	OK	0.650	0.020	7.14	7.12	1.04	451	OK
F03	SLU02	Max	-17.42	0.00	-20.53	0.00	10.52	0.00	0.65	0.604	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	-0.176	0.123	OK	OK	0.650	0.027	7.14	7.11	1.04	452	OK
F04	SLU02	Max	-15.98	0.00	3.82	0.00	10.52	0.00	0.65	0.658	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	-0.174	0.125	OK	OK	0.650	0.025	7.14	7.12	1.04	451	OK
F04	SLU02	Max	-17.56	0.00	-14.49	0.00	13.22	0.00	0.65	0.753	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	-0.215	0.161	OK	OK	0.650	0.027	7.14	7.11	1.04	452	OK
F05	SLU02	Max	-15.98	0.00	3.82	0.00	10.52	0.00	0.65	0.658	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	-0.174	0.125	OK	OK	0.650	0.025	7.14	7.12	1.04	451	OK
F05	SLU02	Max	-17.56	0.00	-14.49	0.00	13.22	0.00	0.65	0.753	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	-0.215	0.161	OK	OK	0.650	0.027	7.14	7.11	1.04	452	OK
F06	SLU02	Max	-13.02	0.00	-3.94	0.00	4.34	0.00	0.65	0.333	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	-0.082	0.042	OK	OK	0.650	0.020	7.14	7.12	1.04	451	OK
F06	SLU02	Max	-17.42	0.00	-20.53	0.00	10.52	0.00	0.65	0.604	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	-0.176	0.123	OK	OK	0.650	0.027	7.14	7.11	1.04	452	OK
F07	SLU02	Max	-8.39	0.00	-0.50	0.00	0.77	0.00	0.65	0.092	0.47	-7151	OK	0.02	7.14	7.12	1.04	450	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F07	SLU02	Max	-14.57	0.00	-13.90	0.00	4.34	0.00	0.65	0.298	0.05	-828	OK	0.27	7.14	6.87	1.16	501	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F08	SLU02	Max	-1.38	0.00	11.02	0.00	3.90	0.00	0.65	2.836	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	-0.058	0.053	OK	OK	0.650	0.002	7.14	7.14	1.03	447	OK
F08	SLU02	Max	-8.35	0.00	0.95	0.00	0.77	0.00	0.65	0.093	0.46	-7138	OK	0.02	7.14	7.12	1.04	450	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R01	SLU02	Max	-49.01	0.00	-2.73	0.00	-24.03	0.00	0.42	0.490	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.701	-0.934	OK	OK	0.420	0.117	7.14	7.02	1.09	304	OK
R01	SLU02	Max	-54.35	0.00	-3.05	0.00	-22.94	0.00	0.42	0.422	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.651	-0.910	OK	OK	0.420	0.129	7.14	7.01	1.09	306	OK
R02	SLU02	Max	-53.80	0.00	-6.07	0.00	-22.94	0.00	0.45	0.426	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.560	-0.799	OK	OK	0.450	0.120	7.14	7.02	1.09	326	OK
R02	SLU02	Max	-59.44	0.00	-7.09	0.00	-20.46	0.00	0.45	0.344	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.474	-0.738	OK	OK	0.450	0.132	7.14	7.01	1.09	328	OK
R03	SLU02	Max	-58.33	0.00	-11.46	0.00	-20.46	0.00	0.50	0.351	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.374	-0.608	OK	OK	0.500	0.117	7.14	7.02	1.09	362	OK
R03	SLU02	Max	-64.42	0.00	-13.33	0.00	-15.78	0.00	0.50	0.245	0.01	-154	OK	6.41	7.14	0.73	2.77	923	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R04	SLU02	Max	-62.45	0.00	-19.59	0.00	-15.78	0.00	0.50	0.253	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.254	-0.504	OK	OK	0.500	0.125	7.14	7.02	1.09	363	OK
R04	SLU02	Max	-68.27	0.00	-22.17	0.00	-7.90	0.00	0.50	0.116	0.27	-4122	OK	0.25	7.14	6.89	1.15	383	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R05	SLU02	Max	-65.15	0.00	-30.13	0.00	-7.90	0.00	0.36	0.121	0.12	-1802	OK	0.56	7.14	6.58	1.28	307	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R05	SLU02	Max	-69.09	0.00	-32.47	0.00	3.90	0.00	0.36	0.057	0.25	-3792	OK	0.28	7.14	6.86	1.16	279	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R06	SLU02	Max	-65.15	0.00	-30.13	0.00	-7.90	0.00	0.36	0.121	0.12	-1802	OK	0.56	7.14	6.58	1.28	307	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R06	SLU02	Max	-69.09	0.00	-32.47	0.00	3.90	0.00	0.36	0.057	0.25	-3792	OK	0.28	7.14	6.86	1.16	279	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R07	SLU02	Max	-62.45	0.00	-19.59	0.00	-15.78	0.00	0.50	0.253	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.254	-0.504	OK	OK	0.500	0.125	7.14	7.02	1.09	363	OK
R07	SLU02	Max	-68.27	0.00	-22.17	0.00	-7.90	0.00	0.50	0.116	0.27	-4122	OK	0.25	7.14	6.89	1.15	383	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R08	SLU02	Max	-58.33	0.00	-11.46	0.00	-20.46	0.00	0.50	0.351	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.374	-0.608	OK	OK	0.500	0.117	7.14	7.02	1.09	362	OK
R08	SLU02	Max	-64.42	0.00	-13.33	0.00	-15.78	0.00	0.50	0.245	0.01	-154	OK	6.41	7.14	0.73	2.77	923	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R09	SLU02	Max	-53.80	0.00	-6.07	0.00	-22.94	0.00	0.45	0.426	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.560	-0.799	OK	OK	0.450	0.120	7.14	7.02	1.09	326	OK
R09	SLU02	Max	-59.44	0.00	-7.09	0.00	-20.46	0.00	0.45	0.344	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.474	-0.738	OK	OK	0.450	0.132	7.14	7.01	1.09	328	OK
R10	SLU02	Max	-49.01	0.00	-2.73	0.00	-24.03	0.00	0.42	0.490	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.701	-0.934	OK	OK	0.420	0.117	7.14	7.02	1.09	304	OK
R10	SLU02	Max	-54.35	0.00	-3.05	0.00	-22.94	0.00	0.42	0.422	-	-	ATT: e>h/2	-	7.14	-	-	-	ATT: e>h/2	0.651	-0.910	OK	OK	0.420	0.129	7.14	7.01	1.09	306	OK

Abbildung 31: Belastungen und Beul Spannungs- und Schubnachweis der unbewehrten Ausbruchquerschnitte (GZT) - Modell mit 1 plastischen Scharniere

Illustrazione 31: Sollecitazioni e verifica a pressoflessione e taglio delle sezioni non armate (SLU) - Modello con1 cerniera plastica