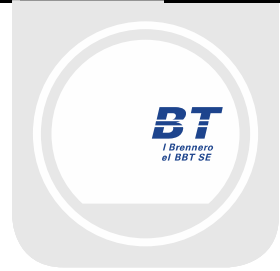




Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben

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

Zugangstunnel Trens

WBS

Galleria di accesso Trens

Dokumentenart

Statische Berechnung

Tipo Documento

Calcolo statico

Titel

Statische Berechnung CB-GA

Titolo

Relazione di calcolo CB-GA



Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P
c/o Pro.Rer S.r.l., Via G.B. Sommariva 5, 20125 Milano, Tel: +39 026779711, Fax: +39 0267112612

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

Mandataria



Mandante



Mandante



Mandante



Fachplaner / il progettista specialista
Ing. Davide Merlini
Ord. Ingg. Como N° 2354 A

Datum / Data

Name / Nome

Gesellschaft / Società

Bearbeitet / Elaborato

30.01.2015

A. Battaglia / M. Falanesca

Pini Swiss

Geprüft / Verificato

30.01.2015

D. Merlini

Pini Swiss



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 0.0+00
bis / a 3.8+06
bei / al 0.0+00

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

080

KST

D0700

22903

21

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
00	Vorläufige Abgabe / Consegna preliminare	A.Battaglia / M. Falanesca	22.05.2014
10	Endgültige Abgabe /Consegna definitiva	A.Battaglia / M. Falanesca	31.07.2014
11	Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren / Completamento progetto e recepimento istruttoria	A.Battaglia / M. Falanesca	09.10.2014
20	Überarbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.14	A.Battaglia / M. Falanesca	04.12.2014
21	Abgabe für Ausschreibung / Emissione per Appalto	A.Battaglia	30.01.2015

1	EINLEITUNG	
1	INTRODUZIONE	7
2	MATERIALKENNWERTE	
2	MATERIALI	9
2.1	SPRITZBETON	
2.1	BETONCINO PROIETTATO	9
2.2	ANKER	
2.2	ANCORAGGI	9
2.3	BETON	
2.3	CALCESTRUZZO.....	9
2.4	BEWEHRUNGSSTAHL	
2.4	ACCIAIO D'ARMATURA	10
3	GEOTECHNISCHES MODELL	
3	MODELLO GEOTECNICO	11
3.2	GEOLOGIE UND GEOMECHANIK	
3.1	GEOLOGIA E GEOMECCANICA.....	11
3.3	TRENNFLÄCHENORIENTIERUNG	
3.2	ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITÀ	12
3.4	TRENNFLÄCHENPARAMETER	
3.3	PARAMETRI DELLE DISCONTINUITÀ	12
4	GEIBIRGSVERHALTEN	
4	COMPORAMENTO DELLA ROCCIA	12
4.1	ABSCHÄTZUNG DES GEBIRGSVERHALTENS	
4.1	VALUTAZIONE DEL COMPORAMENTO DELLA ROCCIA.....	12
5	AUßENSCHALE	
5	RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE	14
5.1	BRUCHKÖRPERANALYSE	
5.1	ANALISI DEI BLOCCHI.....	14
5.1.1	Gebirgslast bei trennflächendominiertem Gebirgsverhalten	
5.1.1	Carichi dell'ammasso altamente fratturato	14
5.1.2	Nachweisverfahren	
5.1.2	Procedura di verifica.....	14
5.1.3	Ergebnisse	
5.1.3	Casi analizzati e risultati	15
5.2	ANALYSE DER STANDSICHERHEIT DER ORTSBRUST	
5.2	ANALISI DELLA STABILITÀ DEL FRONTE	17
5.2.1	Nachweisverfahren	
5.2.1	Procedura di verifica.....	17
5.2.2	Ergebnisse	
5.2.2	Risultati.....	17
6	INNENSCHALE	
6	RIVESTIMENTO DEFINITIVO	18
6.1	STABWERKSMODELLE	
6.1	METODO DELLE REAZIONI IPERSTATICHE	18
6.2	INTERAKTION TRAGWERK - BAUGRUND	
6.2	INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA	18
6.2.1	Modellierung der Bettung	
6.2.1	Rigidezza radiale.....	19

6.2.2	Federkonstanten Auflagerbereich/Sohle	
6.2.2	Costante della molla nelle zone di appoggio / fondo	19
6.3	EINWIRKUNGEN	
6.3	ANALISI DEI CARICHI	20
6.3.1	Eigengewicht G1	
6.3.1	Peso proprio G1	20
6.3.2	Kettenwerk G2	
6.3.2	Catenaria G2	20
6.3.3	Auffüllung mit Beton oberhalb des Sohlgewölbes G3	
6.3.3	Riempimento in cls al di sopra dell'arco rovescio G3	21
6.3.4	Wasserdruck G4	
6.3.4	Pressione idraulica G4	21
6.3.5	Gebirgslast G5	
6.3.5	Carico dell'ammasso G5	21
6.3.6	Kriechen und Schwinden des Betons G6	
6.3.6	Viscosità e ritiro del calcestruzzo G6	21
6.3.7	Temperatur Q1	
6.3.7	Temperatura Q1	22
6.3.8	Erdbebeneinwirkung E1	
6.3.8	Azione sismica E1	22
6.3.9	Druck / Sog infolge Zugfahrt A1	
6.3.9	Pressione aerodinamica A1	22
6.3.10	Anpralllast A2	
6.3.10	Urto A2	23
6.3.11	Brand A3	
6.3.11	Incendio A3	23
6.4	EINWIRKUNGSKOMBINATIONEN	
6.4	COMBINAZIONE DI CARICO	24
6.5	NACHWEISVERFAHREN	
6.5	VERIFICHE	25
6.5.1	Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)	
6.5.1	Stati Limite Ultimi (SLU)	25
6.5.1.1	Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen	
6.5.1.1	Coefficienti parziali di sicurezza per le azioni	25
6.5.1.2	Kombinationsbeiwerte Einwirkungen	
6.5.1.2	Coefficienti di combinazione delle azioni	25
6.5.1.3	Einwirkungskombinationen	
6.5.1.3	Combinazione delle azioni	25
6.5.1.4	Teilsicherheitsfaktoren Widerstand	
6.5.1.4	Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze	25
6.5.1.5	Bemessung auf Biegung und Längskraft	
6.5.1.5	Verifica a pressoflessione	26
6.5.1.6	Bemessung Querkraft	
6.5.1.6	Verifica a taglio	26
6.5.2	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	
6.5.2	Stati Limite Esercizio (SLE)	27
6.5.2.1	Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen	
6.5.2.1	Coefficienti parziali di sicurezza delle azioni	27
6.5.2.2	Kombinationsbeiwerte Einwirkungen	
6.5.2.2	Coefficienti di combinazione delle azioni	27

6.5.2.3	Einwirkungskombinationen	
6.5.2.3	Combinazioni delle azioni.....	27
6.5.2.4	Teilsicherheitsfaktoren Widerstand	
6.5.2.4	Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze	27
6.5.2.5	Ermittlung der Verformungen	
6.5.2.5	Calcolo delle deformazioni	27
6.5.2.6	Begrenzung der Rissbreiten	
6.5.2.6	Limitazione dello spessore delle fessure.....	28
6.6	BAULICHE DURCHBILDUNG	
6.6	STRUTTURA COSTRUTTIVA	28
6.6.1	Expositionsklasse und Mindestdeckungen	
6.6.1	Classe di esposizione e copriferro minimo	28
6.6.2	Mindestbewehrung	
6.6.2	Armatura minima	28
6.7	ERGEBNISSE	
6.7	RISULTATI	30
7	VERZEICHNISSE	
7	ELENCHI.....	31
7.1	TABELLENVERZEICHNIS	
7.1	ELENCO DELLE TABELLE.....	31
7.2	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	
7.2	ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI.....	31
7.3	ANLAGENVERZEICHNIS	
7.3	ELENCO APPENDICI	32
7.4	REFERENZDOKUMENTE	
7.4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	32
7.4.1	Eingangsdokumente	
7.4.1	Documenti in ingresso.....	32
7.4.1.1	Ausführungsprojekt Baulos Muls 2-3	
7.4.1.1	Progetto Esecutivo Lotto Muls 2-3.....	32
7.4.1.2	Technische Projektaufbereitung	
7.4.1.2	Elaborazione tecnica del progetto	32
7.4.1.3	Ausführungsprojekt Erweiterung Baulos Muls 1	
7.4.1.3	Progetto Esecutivo Estensione Lotto Muls 1	33
7.4.2	Normen und Richtlinien	
7.4.2	Normativa.....	33
7.4.3	Literatur	
7.4.3	Letteratura	34
ANHANG 1 - KENNLINIENVERFAHREN		
APPENDICE 1 - CURVE CARATTERISTICHE.....		35
ANHANG 2 - BRUCHKÖRPERANALYSE		
APPENDICE 2 - ANALISI DEI BLOCCHI		36
ANHANG 3 - FEM- ANALYSEN DES INNEAUSBAUS		
APPENDICE 3 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO		55
ANHANG 4 - ZWISCHENDECKE		
APPENDICE 4 – SOLETTA INTERMEDIA		121
1	EINFÜHRUNG	
1	INTRODUZIONE.....	122

2	NORMEN UND RICHTLINIEN	
2	NORMATIVA	122
3	MATERIALIEN	
3	MATERIALI.....	123
3.1	BETON	
3.1	CALCESTRUZZO.....	123
3.2	BEWEHRUNGSSTAHL	
3.2	ACCIAIO DA ARMATURA.....	123
4	BERECHNUNGSMODELL	
4	MODELLO DI CALCOLO	123
4.1	BELASTUNGSANALYSE	
4.1	ANALISI DEI CARICHI.....	123
4.1.1	Eigengewicht G1	
4.1.1	Peso proprio G1	123
4.1.2	Lüftung Q1	
4.1.2	Ventilazione Q1	124
4.1.3	Nutzung Q2	
4.1.3	Utilizzazione Q2	124
4.1.4	Brand A1	
4.1.4	Incendio A1	124
4.1.4.1	Temperatur-Zeitkurve im Tunnelbau [UNI 11076]	
4.1.4.1	Curva della temperatura/tempo per tunnel [UNI 11076]	124
4.1.4.2	4.1.4.2 Koeffizienten zur Bewertung der temperaturbedingten Festigkeitsminderung der Materialien	
4.1.4.2	Coefficienti per la valutazione della diminuzione delle caratteristiche di resistenza dei materiali in funzione della temperatura.....	126
4.2	NACHWEISVERFAHREN	
4.2	VERIFICHE	127
4.2.1	Traggrenzzustände (SLU) und Gebrauchsgrenzzustände (SLE)	
4.2.1	Stati Limite Ultimi (SLU) e Stati Limite di Esercizio (SLE)	127
4.2.1.1	Kombinations- und Teilkoeffizienten der Sicherheit der Wirkungen	
4.2.1.1	Coefficienti di combinazione e parziali di sicurezza per le azioni	127
4.2.1.2	Teilkoeffizienten der Festigkeitssicherheit	
4.2.1.2	Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze	127
4.3	ERGEBNISSE	
4.3	RISULTATI	128
4.3.1	Traggrenzzustände (GZT)	
4.3.1	Sollecitazioni Stati Limite Ultimi (SLU).....	128
4.3.2	Gebrauchsgrenzzustände (GZG)	
4.3.2	Sollecitazioni Stati Limite d'Esercizio (SLE).....	128
4.3.3	Brandzustände (GZT)	
4.3.3	Sollecitazioni incendio (SLU).....	129
4.4	NACHWEISVERFAHREN	
4.4	VERIFICHE	130
4.4.1	Prüfungen der Traggrenzzustände	
4.4.1	Verifiche Stati Limite Ultimi.....	130
4.4.1.1	Prüfung auf Biegung	
4.4.1.1	Verifica a flessione	130

4.4.1.2	Prüfung auf Querkraft	
4.4.1.2	Verifica a taglio	130
4.4.2	Prüfungen der Gebrauchsgrenzzustände	
4.4.2	Verifiche Stati Limite d'Esercizio.....	130
4.4.3	Prüfungen auf Rissbildung	
4.4.3	Verifiche a fessurazione	130
4.4.4	Prüfungen auf Verformung	
4.4.4	Verifica di deformabilità	130
4.4.5	Prüfung auf Ermüdung durch Biegung	
4.4.5	Verifica a fatica a flessione.....	131
4.4.6	Prüfung auf Ermüdung auf Querkraft	
4.4.6	Verifica a fatica a taglio	131
4.4.7	Brandprüfung (GZT)	
4.4.7	Verifica incendio (SLU).....	132
5	VERANKERUNGEN	
5	ANCORAGGI	132
6	AUFLAGERTRÄGER	
6	TRAVE DI APPOGGIO.....	133
7	WANDTRÄGER	
7	TRAVE PARETE	136
	ANLAGE 1	
	ALLEGATO 1	141
	ANLAGE 2	
	ALLEGATO 2	142
	ANLAGE 3	
	ALLEGATO 3	143
	ANLAGE 4	
	ALLEGATO 4	144
	ANLAGE 5	
	ALLEGATO 5	145
	ANLAGE 6	
	ALLEGATO 6	146

1 EINLEITUNG

Das vorliegende Dokument beinhaltet die Erläuterung zur Bemessung der Außen- und Innenschalen des Abzweigungstunnels (CB-GA) zwischen dem Zugangstunnel Trens (progr. 3.7+67) und dem Fensterstollen Mauls (Ausbruch schon fertiggestellt) bei km 1.5+00.0 welcher konventionell vorgetrieben wird.

Der CB-GA entwickelt sich in der geomechanischen Zone 25 im Granitkomplex, mit einer Überlagerung von ca. 1090 m, wie in den geomechanischen Detailprofilen [3] angegeben und in Abbildung 1 dargestellt.

Der Ausbruchsquerschnitt in Klasse II, CB-GA-TRb genannt, hat eine Ausbruchsquerschnittsfläche von 83.92 m², und sieht radiale Anker des Typs Dywidag SNØ28 aus Stahl Dywidag SNØ28, 5.5 m lang, mit Querabstand 1.8 m und Längsabstand 1.5 m, vor. Der Spritzbeton hat eine nominale Stärke von 15 cm.

Die Innenschale ist bewehrt und besteht aus Beton C30/37 mit Mindeststärken, die auf jeden Fall die Bauleranzen berücksichtigen, jeweils 35 und 54 cm an der Kalotte und am der Sohlplatte betragen.

Die statischen Bemessungen der Regelprofile des Zugangstunnels sind in den Berichten 02_H61_OP_080_KST_D0700_22901 (GA T2-T3) e 02_H61_OP_080_KST_D0700_22902 (GA T4/T5) aufgezeigt

1 INTRODUZIONE

La seguente relazione riporta il dimensionamento dei rivestimenti di prima fase e definitivi del camerone di biforcazione (CB-GA) tra la Galleria di accesso di Trens (progr. 3.7+67) e la finestra di accesso di Muls (già terminata di scavare) in corrispondenza della progr. 1.5+00.0, realizzata mediante avanzamento in scavo tradizionale.

La CB-GA si sviluppa all'interno della zona geomeccanica 25 all'interno del complesso dei Graniti con una copertura di circa 1090 m come indicato nei profilo geomeccanico di dettaglio [3] e riportato in Figura 1.

La sezione prevista per affrontare lo scavo in classe II, è denominata CB-GA-TRb, avente sezione di scavo 83.92 m², e prevede chiodature radiali costituite da Ancoraggi tipo Dywidag SNØ28 in acciaio ST670/800, lunghezza 5.5 m, con passo trasversale 1.8 m e longitudinale 1.5 m e uno spessore di betoncino proiettato totale di 15 cm.

Il rivestimento definitivo è armato ed è costituito da calcestruzzo C30/37 con spessori minimi, che tengono conto delle tolleranze in fase di costruzione, pari a 35 e 54 cm rispettivamente in calotta ed in platea di fondazione.

I dimensionamenti statici per i profili tipo per la galleria di accesso sono riportati nei rapporti 02_H61_OP_080_KST_D0700_22901 (GA T2-T3) e 02_H61_OP_080_KST_D0700_22902 (GA T4/T5).

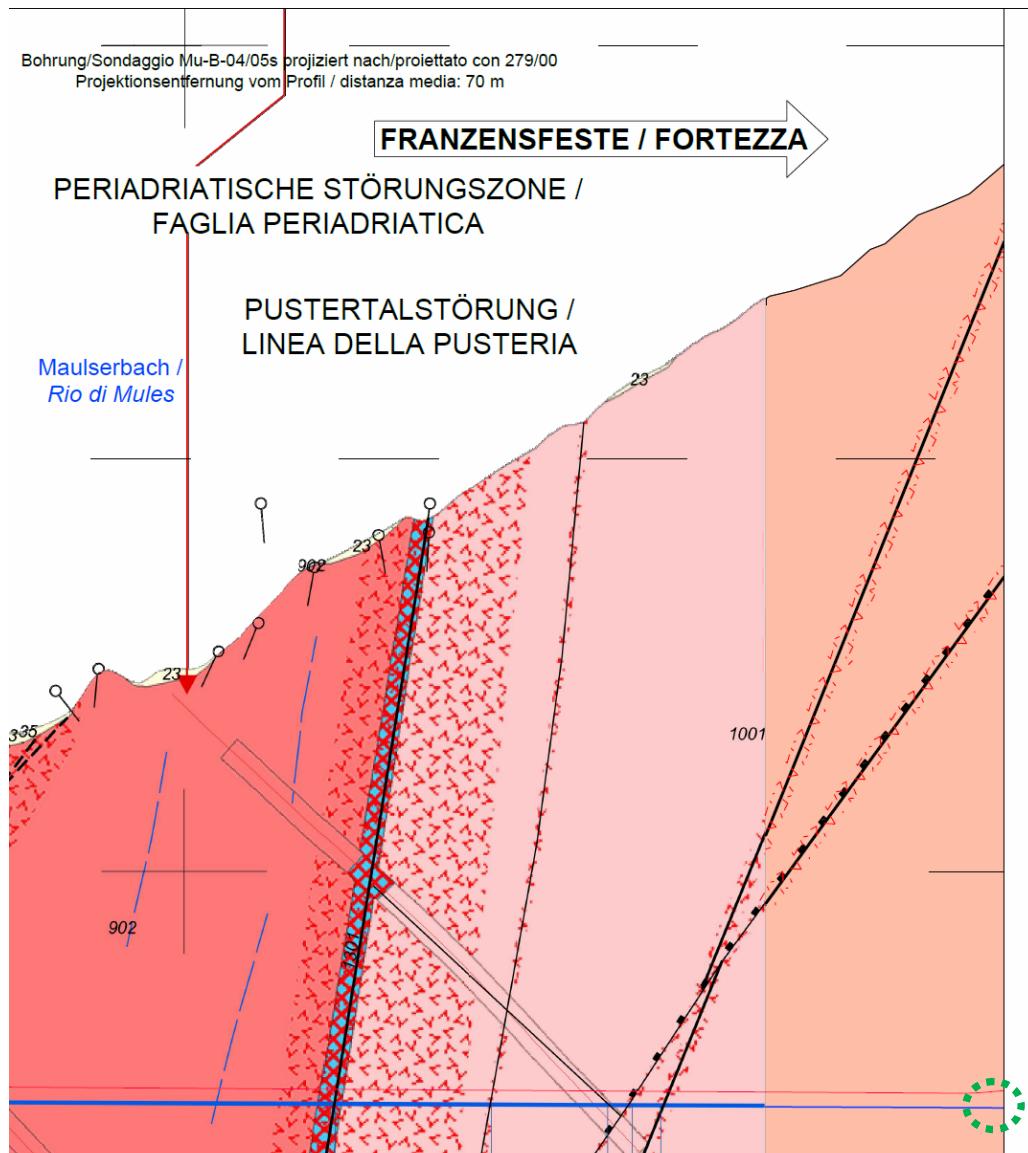


Abbildung 1: Auszug aus dem geomechanischen Längsprofil und des geologischen Lageplans [[3] mit Angabe des Untersuchungsgebietes.

Figura 1: Estratto del profilo geomeccanico longitudinale [3] con indicazione dell'area di studio

2 MATERIALKENNWERTE

2.1 SPRITZBETON

Für die Bemessung der Spritzbetonaußenschale ist in der Regel ein Beton der Festigkeitsklasse C30/37 mit folgenden Eigenschaften zu berücksichtigen:

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

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Hierbei sind:

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

2.2 ANKER

Es wird der Einsatz von Anker des Typs SNØ28 vorgesehen, mit folgenden Eigenschaften:

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

$$N_y = 413 \text{ kN (Dywidag SNØ28)}$$

Wobei:

- E_s = Elastizitätsmodul
- N_y = Streckgrenze des Ankers

2.3 BETON

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

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

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Hierbei sind:

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

2 MATERIALI

2.1 BETONCINO PROIETTATO

Per il dimensionamento del rivestimento di prima fase in betoncino proiettato si considera un calcestruzzo con 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 ANCORAGGI

Si prevede l'utilizzo di ancoraggi tipo Dywidag SNØ28 in acciaio ST670/800 aventi le seguenti caratteristiche:

Dove:

- E_s è il modulo elastico
- N_y è il carico di snervamento del chiodo

2.3 CALCESTRUZZO

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

Dove:

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

2.4 BEWEHRUNGSSTAHL

Folgende Betonstähle sind für die Bemessung der Außenschale heranzuziehen:

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

$$f_{yk} = 450 \text{ MN/m}^2$$

Hierbei ist:

- E_s = Sekantenmodul
- f_{yk} = charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls

2.4 ACCIAIO D'ARMATURA

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

dove:

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

3 GEOTECHNISCHES MODELL

3.2 GEOLOGIE UND GEOMECHANIK

Der CB-GA wird konventionell ausgebrochen und durchörtert entsprechend den geomechanischen Profilen [3] zwischen den Stationierungen 3.8+05 e 3.7+67 ca.. (GA) die geomechanische Zone 25 mit einer Überlagerung von 1100 m.

Zone number	Zone initial pk (approx) [km]	Zone final pk (approx) [km]	Zone lenght [m]	Zone max overburden [m]	Zone min overburden [m]	Rock mass name	Rock mass lenght	
							[%]	[m]
25	48.4	48.9	534	1100	765	GB-G-GA-10	100%	534

Tabelle 1 Homogenbereiche

Die Tabelle 2 zeigt die geomechanischen Grundparameter für die Definition der geomechanisch homogenen Zone und die Wahrscheinlichkeitsverteilung nach Bieniawski ([1], [2]).

Wobei:

- γ = spezifisches Gewicht des Gebirges
- σ_{ci} = einaxiale Druckfestigkeit der Gesteinsmatrix
- m_i = Krümmungsparameter aus triaxialem Druckversuch des Gebirgsmaterial
- E_i = Verformungsmodul der Gesteinsmatrix
- RMR = Rock Mass Rating 1989
- GSI = Geological Strength Index

Zone number	Rock mass name	γ [kN/m ³]	σ_{ci} [MPa]	m_i [-]	E_i [MPa]	RMR	GSI	Classe di scavo RMR
25	GB-G-GA-10	26.7±0.15	115±19	24±4	34±6.1	66±8	70±5	II

Tabelle 2: Bestimmung des Gebirges jeder homogenen Zone und Wahrscheinlichkeitsverteilung der unterschiedlichen Klassen [1], [2]

Die typischen Verformungs- und Festigkeitsparameter jeder Strecke wurden gemäß dem Bruchkriterium nach Hoek & Brown [26] berechnet, welches im allgemeinen geomechanischen Bericht [2] näher beschrieben wird.

Zone number	Rock mass name	Class [-]	Max overburden [m]	γ [kN/m ³]	Φ_{peak} [°]	Φ_{res} [°]	c_{peak} [MPa]	c_{res} [MPa]	E_{rm} [MPa]	Ψ [°]
25	GB-G-GA-10	II	1100	26.7±0.15	48.36	35.89	5.999	2.908	22717	6.23

Tabelle 3: Charakteristische Gebirgsparameter in den verschiedenen Zonen und Klassen

Wobei:

- Φ_{peak}/Φ_{res} Reibungswinkel am Peak / Restreibungswinkel
- c_{peak}/c_{res} Kohäsion am Peak / Restkohäsion
- E_{rm} Gebirgsmodul
- Ψ Dilatanz

3 MODELLO GEOTECNICO

3.1 GEOLOGIA E GEOMECCANICA

La CB-GA è scavata in tradizionale e attraversa, in accordo con i profili geomeccanici e progettuali di dettaglio [3], tra la progressive 3.8+05 e 3.7+67 ca. (GA), la zona geomeccanica 25 con una copertura di ca. 1100 m.

Tabella 1: Zone geomeccaniche omogenee

La Tabella 2 riporta i parametri geomeccanici di base che caratterizzano la zona geomeccanica omogenea e la distribuzione probabilistica delle diverse classi secondo la classificazione di Bieniawski ([1][2]).

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'involuppo di rottura triassiale del materiale roccia.
- E_i è il modulo di deformazione di matrice.
- RMR è il *Rock Mass Rating 1989*.
- GSI è il *Geological Strength Index*.

Tabella 2: Caratterizzazione degli ammassi di ciascuna zona omogenea e distribuzione probabilistica delle diverse classi [1][2]

I parametri di deformabilità e di resistenza caratteristici di ciascuna tratta sono stati calcolati in accordo al principio di linearizzazione dell'involuppo di rottura proposto da Hoek & Brown [26] e esplicitato nella relazione geomeccanica generale [2].

Tabella 3: Parametri caratteristici dell'ammasso nelle diverse zone e classi

Dove:

- Φ_{peak}/Φ_{res} è l'angolo d'attrito di picco/residuo.
- c_{peak}/c_{res} è la coesione di picco/ residua.
- E_{rm} è il modulo d'ammasso.
- ψ è la dilatanza.

3.3 TRENNFLÄCHENORIENTIERUNG

Auf Grund der verfügbaren Daten aus der Regelplanung [7] und den Ortbrustaufnahmen für den GL Ost (km 47.9+94 / 48.8+99), GL West (km 48.1+47.2 / 48.8+99) und den Erkundungstunnel (km 10.9+19 / 11.9+22) wurden die Trennflächen aus Tabelle 4 berücksichtigt.

Rock mass name	ID Joint	Dip direction [°]	Dip [°]	Max Persistence [m]
GB-G-GA-10 (da rilievi al fronte)	K1	80	70	10
	K2	170	85	10
	K3	230	70	10
	K4	170	45	10
	K5	30	85	3
	K6	300	70	3
	K7	130	50	3
	K8	230	35	10
	K9	340	45	10
	K10	350	85	10
	K11	270	60	10
	K12	50	30	10
	K13	90	30	10

Tabelle 4: Lage der Trennflächen für die Berechnung des GA

3.2 ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITÀ

Sulla base dei dati disponibili dalla progettazione di sistema [7] e dai dati disponibili dei rilievi al fronte per la GL Est (pk 47.9+94 / 48.8+99), GL Ovest (pk 48.1+47.2 / 48.8+99) e cunicolo esplorativo (pk 10.9+19 / 11.9+22) sono state considerate le discontinuità riportate in Tabella 4.

Tabella 4: Giacitura delle discontinuità per l'analisi della GA

3.4 TRENNFLÄCHENPARAMETER

Im Falle von ebenen glatten Harnischflächen (Chloritisierung) oder auch bei tonigen Füllungen mit Präsenz von Wasser o.ä. sollten zur Sicherheit die folgenden Scherparameter auf Trennflächen berücksichtigt werden:

- $\Phi_k = 20^\circ$
- $c_k = 0$ MPa

4 GEIBIRGSVERHALTEN

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

- Bei spannungsdominiertem 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 Bruchkörperanalysen.

Zur Einschätzung des Gebirgsverhaltens und zur Unterscheidung der beiden Gebirgsverhalten ist das Kennlinienverfahren anzuwenden.

4.1 ABSCHÄTZUNG DES GEBIRGSVERHALTENS

Zur Abschätzung des Gebirgsverhaltens wurden die Dokumente [1], [2] und [7] berücksichtigt. Für weitere Details verweist man auf den Bericht [2]. In der folgenden Tabelle

3.3 PARAMETRI DELLE DISCONTINUITÀ

Si adottano parametri conservativi per tenere in considerazione eventuali condizioni sfavorevoli delle discontinuità (superfici planari e lisce, riempimenti argillosi e presenza d'acqua, ecc.):

- $\Phi_k = 20^\circ$
- $c_k = 0$ MPa

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.

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

Per la valutazione del comportamento dell'ammasso roccioso in esame sono stati presi in considerazione i documenti [1], [2] e [7]. Rimandando al Rapporto [2] per maggiori dettagli, si

werden die aus dem Gebirgskennlinienverfahren riporta nella tabella seguente i risultati ottenuti dalle linee resultierenden Ergebnisse aufgezeigt. caratteristiche.

Zone number	Rock mass name	Class [-]	C _f [cm]	C _a [cm]	C _r [cm]	F _{plf} [m]	F _{pla} [m]	c _r /R [%]	F _{plf} /R [-]	c _r /R [%]	F _{pla} /R [-]
25	GB-G-GA-10	II	0.40	1.30	0.90	0.00	1.30	0.08	0.00	0.26	0.24

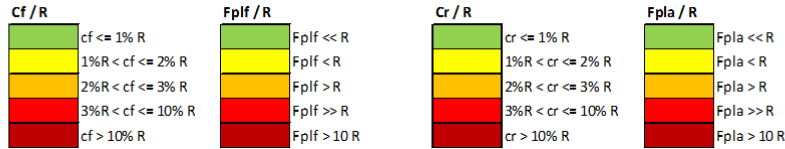


Tabelle 5: Ergebnisse Kennlinienverfahren. cf = Ortsbrustkonvergenz, ca = absolute Konvergenz am natürlichen Gleichgewicht, cr = relative Konvergenz am natürlichen Gleichgewicht, Fplf = plastische Zone an der Ortsbrust, Fpla = plastische Zone Gleichgewicht, R = Ausbruchradius (mit 5.17m angenommen).

Tabella 5: Risultati del metodo delle Linee Caratteristiche. cf = convergenza al fronte, ca = convergenza assoluta all'equilibrio naturale, cr = convergenza relativa all'equilibrio naturale, Fplf = fascia plastica al fronte, Fpla = fascia plastica all'equilibrio naturale, R = raggio di scavo (assunto pari a 5.17m).

Innerhalb der Tabelle 6 sind die Angaben aus den Methoden laut Jehtwa, Bhasin, Hoek und Panet, betreffend die Bewertung des Risikos bei großen Verformungen des Gebirges (squeezing) und der Instabilität der Ortsbrust, zusammen mit den Methoden von Tao Zhen-Yu und Hoek betreffend das Risiko des Bergschlages (rock burst) zusammengefasst.

All'interno della Tabella 6 sono riassunte le indicazioni ottenute dai metodi di Jehtwa, Bhasin, Hoek e Panet per quanto riguarda la valutazione del rischio di elevate deformazioni dell'ammasso (squeezing) e di instabilità del fronte, insieme a quelle ottenute dai metodi di Tao Zhen-Yu e Hoek per il rischio di rottura fragile (rock burst).

Zone number	Rock mass name	Class [-]	Zone max overburden	Empirical methods						
				Squeezing and face stability				Rock burst		
				Jehtwa	Bhasin	Hoek	Panet		Tao Zhen-Yu	Hoek
25	GB-G-GA-10	II	1100	NS	NS	FP	Face behaviour: E	Face condition: S	MRB	SSp

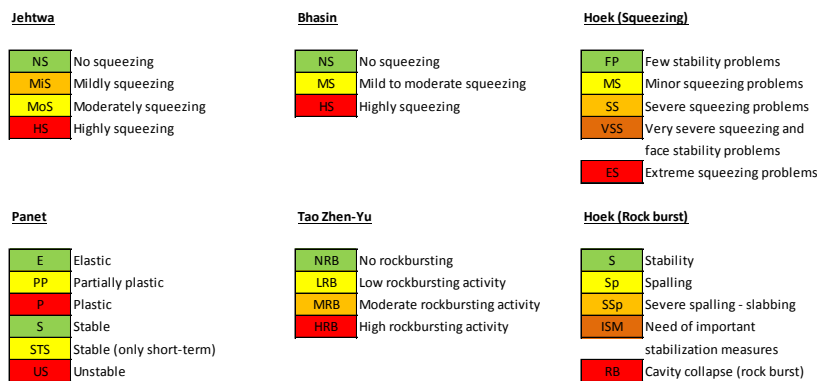


Tabelle 6: Ergebnisse der empirischen Methoden

Tabella 6: Risultati dei metodi empirici.

Die ausgeführten Berechnungen ergeben keine Deformations- bzw. Stabilitätsprobleme, das Verhalten des Hohlraumes ist im Wesentlichen elastisch und die Ortsbrust bleibt stabil, indem sie im Wesentlichen die Eigenschaften der maximalen Festigkeit des durchörterten Materials beibehält.

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.

Aus den Analysen der empirischen Methoden ist ersichtlich, dass Ereignisse wie Bergschlag (Sprödbbruch) möglich sind.

Dall'analisi dei metodi empirici si evidenzia che sono possibili fenomeni di rockburst (rotture fragili).

5 AUßENSCHALE

Aus der Analyse der Charakteristischen Linien geht hervor, dass das Verhalten des Gebirges durch verringerte Konvergenzen gekennzeichnet ist.

Demzufolge wird die Gebirgslast in diesen Klassen mittels der Blockanalyse ermittelt.

Die Abmessungen der Blöcke legen die anzusetzenden Auflasten für die nachfolgende Dimensionierung der Innenschale fest.

5.1 BRUCHKÖRPERANALYSE

5.1.1 Gebirgslast bei trennflächendominiertem Gebirgsverhalten

Die Dimension der Blöcke bestimmt die zu berücksichtigenden Lasten auch für die darauffolgende Dimensionierung der Innenschale. Folgende Abbildung zeigt das Beispiel einer Transposition der zu applizierenden Last auf einem statischen Modell der elastisch gebetteten Innenschale.

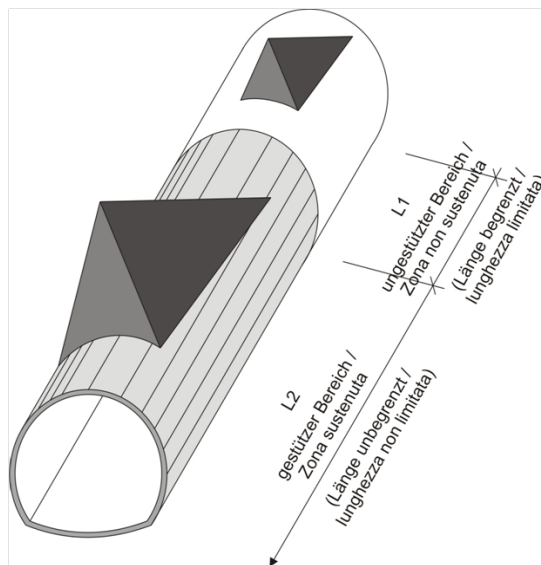


Abbildung 2: Qualitative Darstellung der Einwirkung aus dem Gebirge auf die Schale bei trennflächendominiertem Gebirgsverhalten

5.1.2 Nachweisverfahren

Gemäß NTC 2008 ist das Teilsicherheitskonzept zu berücksichtigen. Demnach ist die Einwirkungsseite mit $\gamma_G = 1,30$ zu erhöhen und die Widerstandseite mit $\gamma_c = 1,50$ bzw. $\gamma_s = 1,15$ zu reduzieren.

Für die Analyse werden die charakteristischen Werte c' und ϕ'

5 RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE

Dall'analisi delle linee caratteristiche si evince che il comportamento dell'ammasso si mantiene pressoché in campo elastico con convergenze relative molto ridotte. Conseguentemente, il carico dell'ammasso in queste classi è valutato attraverso l'analisi a blocchi.

Le dimensioni dei blocchi definiscono i carichi da considerare anche per il successivo dimensionamento del rivestimento definitivo.

5.1 ANALISI DEI BLOCCHI

5.1.1 Carichi dell'ammasso altamente fratturato

Le dimensioni dei blocchi definiscono i carichi da considerare per il dimensionamento del rivestimento definitivo. La seguente figura illustra l'esempio di una trasposizione del carico da applicare al modello statico appoggiato su un letto di molle.

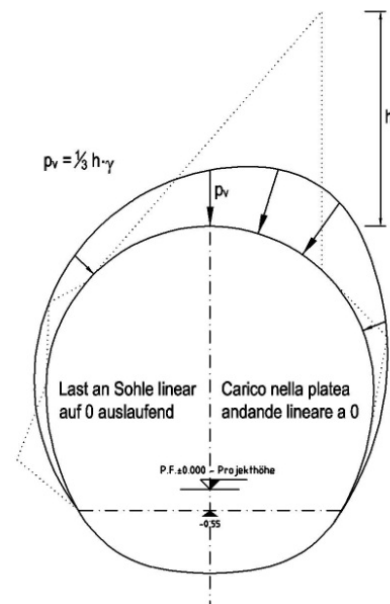


Figura 2: Rappresentazione qualitativa degli effetti dell'ammasso sul rivestimento, in caso di ammasso altamente fratturato

5.1.2 Procedura di verifica

In conformità alle NTC 2008 sono stati considerati i fattori parziali di sicurezza secondo i quali le azioni vengono aumentate di $\gamma_G = 1,30$ e le resistenze ridotte di $\gamma_c = 1,50$ ovvero $\gamma_s = 1,15$.

Per l'analisi, si adottano i valori caratteristici c' e ϕ' riportati al

angewandt, welche im Absatz 3.4 aufgezeigt werden.

paragrafo 3.4.

Für den Nachweis mittels Blockanalyse ist das folgende Sicherheitskonzept zu berücksichtigen.

Per la verifica basata sull'analisi dei blocchi deve essere considerato il seguente criterio di sicurezza.

$$E_d \leq R_d$$

Hierbei ist:

- R_d = Bemessungswert Widerstand
- E_d = Bemessungswert Einwirkung

Dove:

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

5.1.3 Ergebnisse

Die Analysen sind mit dem Berechnungsprogramm UNWEDGE 3.0 durchgeführt worden, unter Berücksichtigung der Wirkung der Anker, in Abhängigkeit vom Winkel der Gleitflächen der Blöcke und der Scherfestigkeit der Anker. Für weitere Details wird auf den Anhang 2 verwiesen, in der nachfolgenden Abbildung sind die untersuchten Querschnitte dargestellt.

5.1.3 Casi analizzati e risultati

Le analisi sono state effettuate con il programma di calcolo UNWEDGE 3.0 considerando l'efficacia dei chiodi in funzione della loro inclinazione rispetto al direzione di scivolamento dei blocchi e considerando la resistenza a taglio degli inclusi. Rimandando all'Appendice 2 per maggiori dettagli, sono state analizzate le sezioni di studio indicate nella seguente figura.

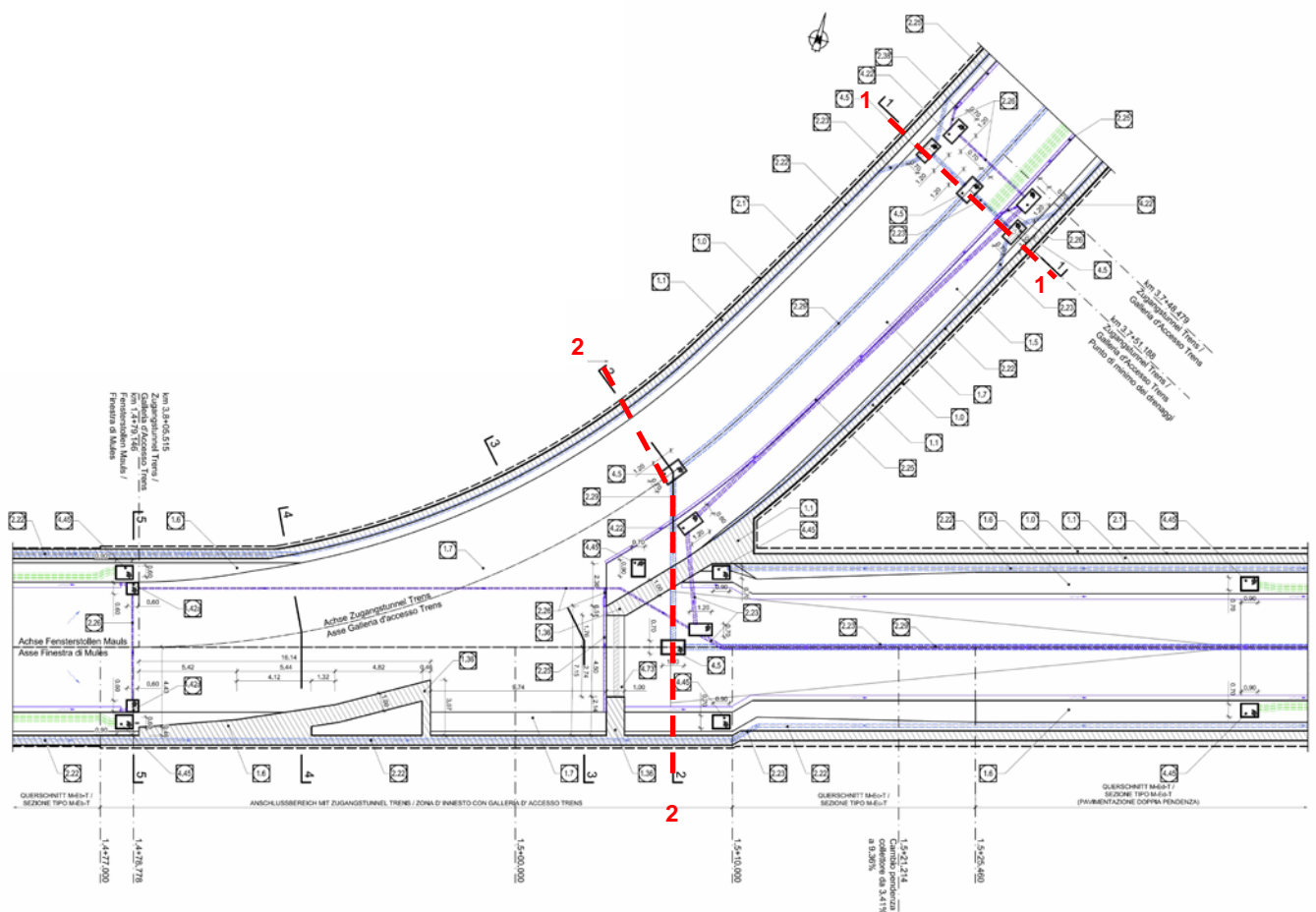


Abbildung 3: Auszug aus dem Grundriss CB-GA mit Angabe der untersuchten Querschnitte

Figura 3: estratto planimetrico CB-GA con l'indicazione delle sezioni di studio

Es werden zwei Analysetypologien durchgeführt:

- Sektor L1: die Analysenlänge entspricht der Abschlagslänge (1.5 m), welche vorsichtshalber um 0.5 Meter erhöht wurde ohne Spritzbeton. Zur Sicherung der Stabilität der Felsenkeile wird ein Netz aus Ankern vom Dywidag SNØ28 in Stahl ST670/800 ($N_{yd} = 413 \text{ kN}$) von 5.5 Meter Länge und Raster 1.50 m (längs) x 1.80 m (quer) vorgesehen.
- Sektor L2: unbegrenzte Analysenlänge mit einer Spritzbetonschicht von 10 cm und Anker Dywidag SNØ28 in Stahl ST670/800 ($N_{yd} = 413 \text{ kN}$) von 5.5 Meter Länge und Raster 1.50 m (längst) x 1.80 m (quer).

Die Blöcke mit einer geringen Größe (<100 kN) sind für die Analyse nicht repräsentativ und, falls sie nicht schon durch die Sprengung abgebrochen sein sollten, müssen sie vor Ort vom Geotechniker überprüft und mit einzelnen Ankern abgesichert werden.

Es wird hervorgehoben, dass mit den vorgesehenen Sicherheitsvorkehrungen immer ein Sicherheitsfaktor über 1.3, der γ_G entspricht, erreicht wird.

Mit Bezug auf den Anhang A2.2 werden für die Dimensionierung der Innenschale die folgenden Blöcke herangezogen:

Wedge	Apex Height	Pv [kPa]
5A	8.43	76
5B	6.93	63
5C	6.09	55

Tabelle 7: Für die Bemessung der Innenschale herangezogene Blöcke

Der Block 5c wird auf der sicheren Seite liegend auch als Auflast für den Mittelteil herangezogen, sh. Anhang 3

Vengono eseguite due tipologie di analisi:

- settore L1: lunghezza di analisi pari allo sfondo di abbattimento (1.5 m) aumentato cautelativamente di 0.5 metri con assenza di betoncino proiettato. Per garantire la stabilità dei cunei rocciosi si prevede una rete di ancoraggi Dywidag SNØ28 in acciaio ST670/800 ($N_{yd} = 413 \text{ kN}$) di lunghezza 5.5 metri e maglia 1.80 m (trasversale) x 1.50 m (longitudinale).
- settore L2: lunghezza di analisi illimitata con presenza di uno strato di betoncino proiettato di 10 cm e ancoraggi Dywidag SNØ28 in acciaio ST670/800 ($N_{yd} = 413 \text{ kN}$) di lunghezza 5.5 metri e maglia 1.80 m (longitudinale) x 1.50 m (trasversale).

I blocchi che hanno una dimensione ridotta (< 100 kN) non sono rappresentativi per l'analisi e, qualora non si siano già distaccati a seguito del brillamento, devono essere esaminati sul luogo dall'esperto geotecnico ed assicurati con bulloni singoli.

Si evidenzia che con i provvedimenti di messa in sicurezza previsti si raggiunge sempre un fattore di sicurezza maggiore di 1.3, uguale a γ_G .

Facendo riferimento all'Appendice A2.2, per il dimensionamento dell'anello interno vengono considerati i seguenti blocchi:

Tabella 7: Blocchi considerati per il dimensionamento dell'anello interno.

Rimandando all'Appendice 3, il blocco 5C viene considerato in via cautelativa anche come carico per il setto centrale.

5.2 ANALYSE DER STANDSICHERHEIT DER ORTSBRUST

5.2.1 Nachweisverfahren

Für die Durchführung der Ortsbrustnachweise werden die charakteristischen Werte der geotechnischen Parameter mit den folgenden Faktoren ab gemindert:

Parameter / Parametri	Symbol / Simbolo	Faktor / Fattore
Effektiver Reibungswinkel / Angolo di attrito effettivo ^a	$\gamma_{\varphi'}$	1.25
effektive Kohäsion / Coesione effettiva	γ_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_T	1
^a Dieser Faktor wird auf $\tan \varphi'$ angewendet / valore applicato alla tangente dell'angolo		

Tabelle 8: Teilsicherheitsfaktoren Ortsbrustnachweis

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 8: Fattori parziali di sicurezza per la verifica del fronte di scavo

5.2.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Kennlinien schließen wesentliche Instabilitätsereignisse der Ortsbrust für das untersuchte Gebirge aus. Die mit der Software Unwedge durchgeführte Blockanalyse zeigt, wie die vor der Ortsbrust abbrechenden Blöcke beachtliche Größen annehmen können, wenn sie nicht schon bei der Sprengung abgebrochen sind, auf Anordnung des geotechnischen Fachmann abgelöst werden.

Bei längerem Aufenthalt an der Ortsbrust ist zum Ortsbrustschutz der Einsatz einer faserverstärkten Spritzbetonschicht von mindestens 10 cm Stärke vorgesehen.

5.2.2 Risultati

I risultati delle linee caratteristiche escludono importanti fenomeni di instabilità del fronte di scavo per gli ammassi oggetto di studio. L'analisi dei blocchi, eseguita mediante il software Unwedge mostra come i blocchi distaccabili davanti al fronte possano avere dimensioni notevoli. Se non già distaccati durante il brillamento, possono essere disgiunti su indicazione dell'esperto geotecnico ed eventualmente assicurati mediante ancoraggi puntuali.

In caso di sosta prolungata delle attività di scavo si prevede di installare uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato a protezione del fronte di spessore minimo 10 cm.

6 INNENSCHALE

6.1 STABWERKSMODELLE

Die Beanspruchungen der Innenschale sind durch das informatische Rechenprogramm MIDAS Gen2013, das auf die Finite-Elementen-Methode (FEM) basiert, berechnet worden.

Für die Berechnung wird ein Abschnitt des Tunnels mit einheitlicher Tiefe (1 m) berücksichtigt und ein Strukturmodell festgelegt und zwar mittels ebenen Finite-Elemente des Typs Träger (beam). Die Tunnelschale ist durch Elemente schematisiert, die kürzer als 0.5 m sind und die reellen Stärken des berücksichtigten strukturellen Elements besitzen (Kalotte, Widerlager, Gegenbogen/Grundplatte).

Die strukturelle Steifigkeit der Träger Elemente wird als $E'_c \times I_y$ des nicht gerissenen Schnitts berechnet. Das Trägheitsmoment I_g wird im Verhältnis zur Schnittachse aus Beton berechnet, wobei der Stahl, wo vorhanden, ausgelassen wird. Das elastische Modul E'_c , Im Falle von ebener Verformung, beträgt:

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

mit:

- E_c Elastizitätsmodul des Betons;
- ν = Poissonsahl (0.2);

Zur Modellierung des unbewehrten Betons wird ein elastisch-lineares Materialmodell verwendet. Die Neuverteilung der Belastungen werden laut Absatz 12.5 des EC2 berechnet, falls die abschnittsweise Steifigkeit durch die Bildung von Rissen, dort wo die Betonzugfestigkeit überschritten wurde (Bildung von plastischen Gelenken) verloren gegangen ist. Die Modellierung der plastischen Gelenke erfolgt durch den Einsatz von Torsionsfedern, deren Steifigkeit iterativ mit der Pöttler-Methode [30], [31] berechnet wird.

6.2 INTERAKTION TRAGWERK - BAUGRUND

Die Zusammenwirkung Boden-Struktur wird mit dem Einsatz von Point Support Elementen simuliert, die an die Modellknoten gesetzt werden. Nur bei Komprimierung übertragen diese Elemente den Knoten eine Reaktion, die dem Kontaktdruck Boden-Struktur entspricht. Die Steifigkeit der genannten Elemente wird unter Berücksichtigung des Reaktionsmoduls des Bodens k und der Schnittstelle, welche sich aus dem Paket der Abdichtung - Dränageschicht ergibt, bestimmt. Die erste wird laut den nachfolgend angeführten Relationen bestimmt und zwar jeweils für gekrümmte und gradlinige Oberflächen (Abs. 6.2.1 und 6.2.2). Die zweite wurde mit $60'000 \text{ kN/m}^3$ aufgrund der Eigenschaften des Abdichtungstreifens angenommen. Letztere gilt für Verschiebungen von weniger als 0.5 cm.

6 RIVESTIMENTO DEFINITIVO

6.1 METODO DELLE REAZIONI IPERSTATICHE

Le sollecitazioni nel rivestimento definitivo sono state calcolate mediante il programma di calcolo informatico MIDAS Gen2013, basato sul Metodo degli Elementi Finiti (FEM).

Per il calcolo si considera un concio di galleria con 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 rigidità strutturale degli elementi trave è calcolata come $E'_c \times I_y$ della sezione non fessurata. Il momento d'inerzia I_y 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:

dove:

- E_c = modulo di elasticità del calcestruzzo;
- ν = 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 rigidità 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 rigidità è calcolata iterativamente mediante il metodo di Pöttler [30][31].

6.2 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

L'interazione terreno-struttura viene simulata mediante l'utilizzo di elementi point support posti in corrispondenza dei nodi del modello. Tali elementi trasmettono ai nodi, solo se compressi, una reazione pari alla pressione di contatto terreno-struttura. La rigidità degli elementi citati è determinata tenendo conto del modulo di reazione del terreno k e dell'interfaccia data dal pacchetto impermeabilizzazione-strato drenante. La prima è definita secondo le relazioni di seguito descritte (paragrafo 6.2.1 e 6.2.2), rispettivamente per superfici curve e rettilinee. La seconda è stata assunta pari a $60'000 \text{ kN/m}^3$ in virtù delle caratteristiche del pacchetto d'impermeabilizzazione. Quest'ultima ha valenza per spostamenti inferiori a 0.5 cm. Superati tali spostamenti, la

Werden diese Verschiebungen überschritten, entspricht die Schnittstellensteifigkeit der des Gebirges.

Die tangenziale Steifigkeit wurde aufgrund des Vorhandenseins des Abdichtungsmantels bei der Schnittstelle Boden-Struktur vernachlässigt.

rigidezza dell'interfaccia diventa quella dell'ammasso.

La rigidezza tangenziale è stata trascurata in virtù della presenza del manto di impermeabilizzazione nell'interfaccia terreno-struttura.

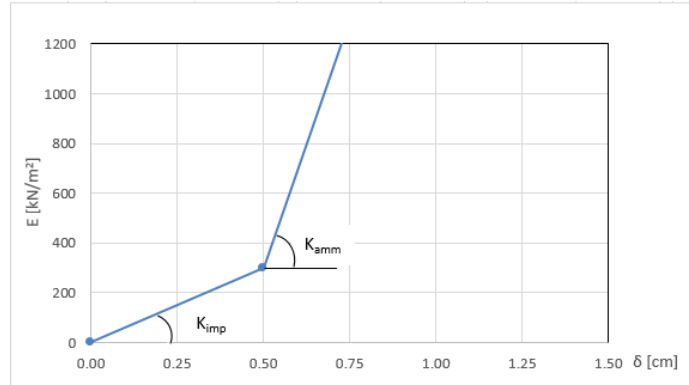


Abbildung 4: Schematisierung der Schnittstelle

Figura 4: Schematizzazione dell'interfaccia

6.2.1 Modellierung der Bettung

Die radiale Bettung der Innenschale im Lockermaterial ermittelt sich in der Regel unter Berücksichtigung des Elastizitätsmoduls E und der Querdehnzahl v des Gebirges sowie der Systemlinie des entsprechenden Innenschalenradius R wie folgt:

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

Hierbei ist:

- K_R = radiale Bettung Innenschale – Gebirge [MN/m³]
- E = Elastizitätsmodul des umliegenden Bodens/Gebirges
- E_S = Steifemodul des umliegenden Bodens/Gebirges
- ν = Querdehnzahl des Bodens/Gebirges
- R = Tunnelradius Systemlinie

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 ν dell'ammasso roccioso e del raggio interno R della galleria.

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
- ν = coeff. di Poisson dell'ammasso roccioso
- R = raggio della galleria – linea di riferimento

6.2.2 Federkonstanten Auflagerbereich/Sohle

Das Widerlager der Konstruktion mit Sohlplatte bzw. offener Sohle (Querschläge) wird durch Federn mit zugehöriger Steifigkeit in Abhängigkeit der dazugehörigen Einflussbreite „b“ modelliert. Die Federkonstanten sind wie folgt zu ermitteln:

Federkonstante c_v – vertikal

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

Federkonstante c_h – horizontal

- $c_h = 0,5 \cdot c_v$

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 costante della molla si calcola come segue:

Costante della molla c_v – verticale

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

Costante della molla c_h – orizzontale

- $c_h = 0,5 \cdot c_v$

6.3 EINWIRKUNGEN

Im Folgenden werden folgende Kürzel für die Einwirkungen herangezogen:

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

6.3.1 Eigengewicht G1

Die für die Berechnung des Eigengewichts verwendete Querschnittsfläche pro Tunnelmeter basiert auf den Planmaßen der Konstruktion.

Das spezifische Eigengewicht des Stahlbetons ist mit $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ zu berücksichtigen.

6.3.2 Kettenwerk G2

Das Kettenwerk wird zur Sicherheit auf einem maximalen Abstand von 50 m angebracht, wie in der Abbildung ersichtlich. Aus diesen Lasten ergeben sich die am Aufhängepunkt anzusetzenden Lasten:

- Moment von 3,80 kNm
- Horizontallast von 0,70 kN
- Vertikallast von 2,50kN

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 $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$.

6.3.2 Catenaria G2

Le catenarie vengono applicate per sicurezza su una distanza massima di 50 m, come nella Illustrazione. Da questi carichi derivano quelli da applicare al punto di sospensione:

- Momento di 3,80 kNm
- Carico orizzontale di 0,70 kN
- Carico verticale di 2,50kN

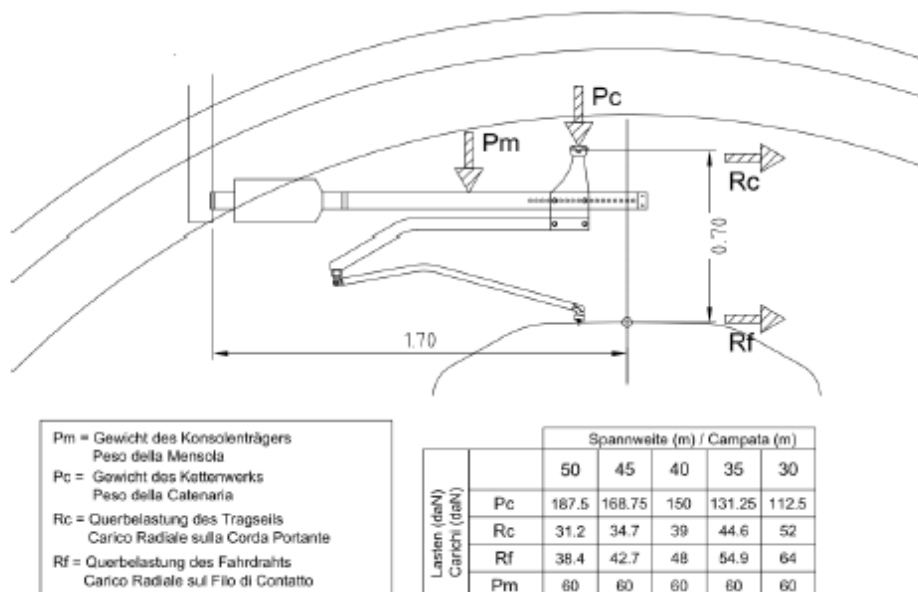


Abbildung 5: Lasten der Oberleitung

Figura 5: Carichi della catenaria

6.3.3 Auffüllung mit Beton oberhalb des Sohlgewölbes G3

Das für die Berechnung des Eigengewichts verwendete Volumen basiert auf dem Planmaß der Konstruktion.

Das spezifische Gewicht des unbewehrten Betons wird mit $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$ angenommen.

Das spezifische Gewicht des Stahlbetons wird mit $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ angenommen.

6.3.4 Wasserdruck G4

Für druckentlastete (drainierte) Tunnel wird der Wasserdruck, bei Regelquerschnitten mit Sohlgewölbe, nur bis in Höhe der Ulmenlängsdrainage berücksichtigt. Die Wasserlasten sind dann wie folgt anzusetzen:

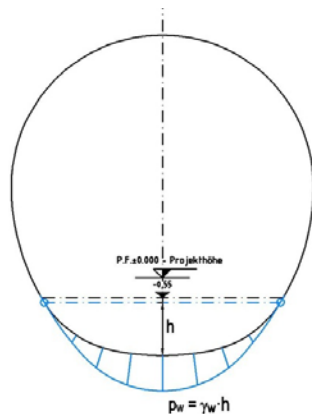


Abbildung 6: Lastbild Wasserdruck – drainierter Regelquerschnitt

6.3.5 Gebirgslast G5

Die auf die Innenschale wirkende Gebirgslast kommt aus der Bruchkörperanalyse. Dadurch, dass die ungünstigste Last der Bruchkörper a priori nicht definiert werden kann, wurden die Berechnungen mit verschiedenen Arten der Lastverteilung angestellt.

6.3.6 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 dem NTC 2008 Kap. 11.2.10.7 unter Berücksichtigung des Spannungszustandes aus einer Einwirkungskombination ständiger Lasten (G1 (Eigengewicht) + G2 (Kettenwerk)) ermittelt.

Kriechen und Schwinden des Betons bewirken eine Längenänderung Δl (Endschwindmaß), auf die die Berechnung basieren muss, und zwar in Form einer gleichmäßigen Temperaturabkühlung.

Für alle Abschnitte die höher als 25 cm sind und aus Beton C30/37 bestehen, ergibt sich eine Durchschnitungsverformung

6.3.3 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 $\gamma_{c,na} = 24 \text{ kN/m}^3$.

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

6.3.4 Pressione idraulica G4

Per il caso di galleria drenata (senza pressione) nelle sezioni tipo con arco rovescio, il carico idraulico viene considerato solo dal vertice inferiore al di sotto dell'arco rovescio fino all'altezza del drenaggio sul piedritto. Il carico idraulico viene applicato secondo il seguente schema:

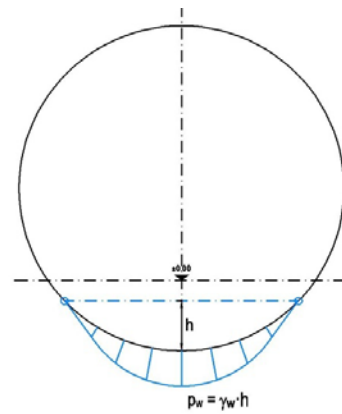


Figura 6: Pressione idrostatica - Sezione tipo drenata

6.3.5 Carico dell'ammasso G5

Il carico dell'ammasso che agisce sul rivestimento definitivo deriva dall'analisi a blocchi. Non potendo definire a priori il carico più gravoso dei blocchi ottenuti, le analisi sono state effettuate con varie tipologie di distribuzioni di carico.

6.3.6 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 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)).

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

durch autogenes zeitlich unendliches Schwinden von 0.27%. Bei der Bemessung wurde gemäß Bestimmungen 50% des Schwindens angenommen, 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 durch präventiven Proben geprüft werden.

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

6.3.7 Temperatur Q1

Für die Dimensionierung der Innenschale wird die Temperatureinwirkung berücksichtigt, gemäß der nachfolgenden Tabelle je nach Abstand zum Portal.

Abstand Portal / Distanza dall'im bocca [km]	< 3,0	
Temperaturgradient / gradiente della temperatura ΔT [°C]	5	
ΔT_{eff} [°C]	Winter / inverno	Sommer / estate
	-16	16

Tabelle 9: Temperatureinwirkung Innenschale

Der Temperaturgradient ΔT gibt die Temperaturdifferenz zwischen der Innenkante und der Außenkante der Innenschale wieder.

Temperaturbeanspruchungen während des Baus der Innenschale können vernachlässigt werden.

Die von der Temperatur ausgehenden Einwirkungen in Folge eines Brands sind Gegenstand des Absatzes 6.3.11.

6.3.8 Erdbebeneinwirkung E1

Im Gegensatz zu den anderen Lastkombinationen hat die Erdbebenlast einen geringen Einfluss und wird deshalb nicht berücksichtigt.

6.3.9 Druck / Sog infolge Zufahrt A1

Die Verdichtungs- und Druckentlastungsvorgänge aus der Zugdurchfahrt sind im Dokument D0118-064 „Aerodynamik – Klima – Lüftung“ festgelegt. Dem Dokument kann entnommen werden, dass im Extremfall (außergewöhnliche Einwirkungen) im Tunnel aerodynamische Einwirkungen von $\Delta p_{Druck} = + 11$ kN/m² und $\Delta p_{Sog} = - 9$ kN/m² aufkommen. Da dies erhebliche Einwirkungen sind, auch unter Berücksichtigung der entsprechend angenommenen Teilsicherheitsfaktoren, werden die aerodynamischen Einwirkungen nur in Kombination mit den

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.

6.3.7 Temperatura Q1

Per il dimensionamento dei rivestimenti definitivi si considerano azioni termiche, in conformità alla seguente tabella, secondo la distanza dall'imbocco.

Tabella 9: Variazione termica

Il gradiente della temperatura ΔT indica la differenza di temperatura tra le superfici interna ed esterna del rivestimento in conci.

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 6.3.11.

6.3.8 Azione sismica E1

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

6.3.9 Pressione aerodinamica A1

I processi di carico e scarico tensionale a seguito del passaggio dei treni sono definiti nel documento D0118-064 „Aerodynamica – clima – ventilazione“. Dal documento si deduce che in casi estremi (azioni eccezionali) si presentano in galleria azioni aerodinamiche di $\Delta p_{pressione} = + 11$ kN/m² e $\Delta p_{aspirazione} = - 9$ kN/m². Poiché si tratta di azioni rilevanti, anche in considerazione dei relativi coefficienti parziali di sicurezza adottati, le azioni aerodinamiche si considerano solo associate in combinazione con le azioni derivanti dalla situazione di

Einwirkungen, die aus einer außerordentlichen Bemessungslage stammen, berücksichtigt.

6.3.10 Anpralllast A2

Die Einwirkung Aufprall Schienenfahrzeuge ist nur in den Verzweigungsbauwerken und Portalen zu berücksichtigen. Im untersuchten Abschnitt wurde sie demnach nicht berücksichtigt.

6.3.11 Brand A3

Die Dimensionierung im Brandfall wird gemäß den Vorschriften der EN 1992-1-2 ausgeführt.

Gemäß den Vorschriften des MD 28/10/2005 Sicherheit in den Eisenbahntunnels, wird die Stabilität aller Bauwerke in Hinblick auf die Temperatur-Zeit Kurve laut UNI 11076 gemäß D0118-04326 "Sicherheit gegen die Brandexplosionen" gewährleistet.

Die bewehrten und unbewehrten Abschnitte sind hinsichtlich eines Brandes gemäß den Kriterien des spezifischen Berichts geprüft worden. Hier beschränkt man sich darauf hinzuweisen, dass, einvernehmlich mit der Tabelle D.6.3 del D.M. 16.02.2007 "Klassifizierung der Feuerbeständigkeit der Bauprodukte und -elemente für Bauwerke", folgende Bedingungen ausreichend zur Gewährleistung der REI 120 Klasse sind:

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

Beide Voraussetzungen sind erfüllt.

dimensionamento eccezionale. Tali azioni, non essendo il tratto considerato soggetto a passaggio dei treni, non sono considerate nel dimensionamento dei rivestimenti definitivi. sono tuttavia preventivamente prese in considerazione nel dimensionamento della soletta intermedia.

6.3.10 Urto A2

Il carico da urto ferroviario è da considerare solo nelle caverne di diramazione e ai portali. Nella zona in oggetto non è pertanto considerato in quanto escluso al passaggio di veicoli ferroviari.

6.3.11 Incendio A3

Il dimensionamento in caso di incendio si esegue in conformità alle prescrizioni della EN 1992-1-2.

In accordo con le prescrizioni del DM 28/10/2005 Sicurezza gallerie ferroviarie viene garantita la stabilità di tutte le opere in considerazione della curva temperatura-tempo secondo la UNI 11076 in conformità a D0118-04326 "Sicurezza contro le esplosioni di incendio".

Le verifiche strutturali con le mappe di calore sono riportate per alcune sezioni caratteristiche nella relazione specifica. 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 EINWIRKUNGSKOMBINATIONEN

Die zu untersuchenden Einwirkungskombinationen sind gemäß NTC 2008 mit den entsprechenden Kombinationsbeiwerten ψ zu berücksichtigen.

Die Einwirkungskombinationen für die Dimensionierung der Innenschale sind in der Tabelle 10 angegeben:

6.4 COMBINAZIONE 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 interno sono di seguito riportate nella Tabella 10:

Lastfall / Caso di carico Einwirkung s k o m b i n a t i o n i /C o m b i n a z i o n i	ständig / permanenti						vorübergehend / variabili			außergewöhnlich / eccezionali		
	Eigengewicht	Gebirgslast ohne Auftrieb	Gebirgslast ohne Auftrieb	Gebirgslast ohne Auftrieb	Gebirgslast ohne Auftrieb	Kriechen und Schwinden	Temperatur (Sommer)	Temperatur (Winter)	Verkehrslast (Zugfahrt)	Brand	Druck infolge Zugfahrt	Sog infolge Zugfahrt
	Peso proprio	Carichi della roccia in condizioni asciutte	Carichi della roccia in condizioni asciutte	Carichi della roccia in condizioni asciutte	Carichi della roccia in condizioni asciutte	Ritiro e rilassamento	Temperatura (Estate)	Temperatura (inverno)	Carico ferroviario	Fuoco	Carico aerodinamico (pressione)	Carico aerodinamico (aspirazione)
	G1	G5 A	G5 B	G5 C	G5 D	G6	Q1	Q1	Q2	A3	A1	A1
drucktaetig / sistema drenato	1	1.35					1.50					
		1.00					1.00					
	2	1.35					1.00		1.50			
		1.00					1.00		1.00			
	5A	1.35	1.35					1.50				
		1.00	1.00					1.00				
	5B	1.35		1.35				1.50				
		1.00		1.00				1.00				
	5C	1.35		1.35	1.35			1.50				
				1.00	1.00			1.00				
	5D					1.35		1.50				
						1.00		1.00				
	6A	1.35	1.35				1.00		1.50			
		1.00	1.00				1.00		1.00			
	6B	1.35		1.35			1.00		1.50			
		1.00		1.00			1.00		1.00			
	6C	1.35		1.35	1.35		1.00		1.50			
		1.00		1.00	1.00		1.00		1.00			
	6D	1.35				1.35	1.00		1.50			
		1.00				1.00	1.00		1.00			
	21A	1.00	1.00					0.60			1.00	
	21B	1.00		1.00				0.60			1.00	
	21C	1.00		1.00	1.00			0.60			1.00	
	21D	1.00				1.00		0.60			1.00	
22A	1.00	1.00				1.00				1.00		
22B	1.00		1.00			1.00				1.00		
22C	1.00		1.00	1.00		1.00				1.00		
22D	1.00				1.00	1.00				1.00		

Tabelle 10: Einwirkungskombinationen Innenschale

Tabella 10: Combinazioni di carico

6.5 NACHWEISVERFAHREN

Für den Nachweis des Grenzzustandes der Trag- und Gebrauchstauglichkeit der Innenschale wurden die Einwirkungskombinationen laut Vorgaben in NTC2008, Abs. 2.5.3 angewandt.

6.5.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

6.5.1.1 Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen

Die Teilsicherheitsfaktoren, die berücksichtigt werden müssen, variieren in Funktion der Kombinationen und der Arten der Einwirkungen. Folgende Teilsicherheitsfaktoren sind gemäß NTC2008 für eine Standard-Bemessung, ständige, vorübergehende, außergewöhnliche Bemessungssituationen zu berücksichtigen:

$$\begin{aligned}\gamma_{Gj,inf} \text{ günstig/favorevole} &= 1,00 / 1,00 / 1,00 \\ \gamma_{Gj,sup} \text{ ungünstig/sfavorevole} &= 1,35 / 1,20 / 1,00 \\ \gamma_{Q,1,sup} / \gamma_{Q,i,sup} \text{ günstig/favorevole} &= 0,00 / 0,00 / 0,00 \\ \gamma_{Q,1,sup} / \gamma_{Q,i,sup} \text{ ungünstig/sfavorevole} &= 1,50 / 1,30 / 1,00\end{aligned}$$

Werden die Einwirkungen aus dem Schwinden für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit berücksichtigt, ist gemäß EC2, Teil 1, Abs. 2.4.2.1 der Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{SH} = 1,0$ zu berücksichtigen.

6.5.1.2 Kombinationsbeiwerte Einwirkungen

Folgende Kombinationsbeiwerte sind gemäß EN 1990 bzw. NTC2008 zu berücksichtigen:

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

Tabelle 11: Kombinationsbeiwerte

6.5.1.3 Einwirkungskombinationen

Die zu untersuchenden Einwirkungskombinationen sind gemäß NTC 2008 mit den entsprechenden Kombinationsbeiwerten ψ zu berücksichtigen.

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

6.5.1.4 Teilsicherheitsfaktoren Widerstand

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

6.5 VERIFICHE

Per la verifica allo stato limite ultimo ed allo stato limite di esercizio dell'anello interno 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 $\gamma_{SH} = 1,0$.

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 11: 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:

Stahlbeton

- Teilsicherheitskoeffizient für den Betonwiderstand $\gamma_c = 1,60$
- Abminderungsbeiwert zur Berücksichtigung der Langzeitwirkung der Betondruckfestigkeit: $\alpha_{cc} = 0,85$
- Teilsicherheitskoeffizient für Stahlwiderstand $\gamma_s = 1,20$

Unbewehrter Beton

- Teilsicherheitskoeffizient für den Betonwiderstand $\gamma_c = 1,60$
- Abminderungsbeiwert zur Berücksichtigung der Langzeitwirkung der Betondruck- bzw. -zugfestigkeit: $\alpha_{cc,pl}/\alpha_{ct,pl} = 0,80$

Für den Nachweis von außergewöhnlichen Bemessungssituationen sind die Teilsicherheitsfaktoren gleich $\gamma_c = 1,2$ und $\gamma_s = 1,0$ zu berücksichtigen. Der Abminderungsbeiwert der Betondruckfestigkeit bleibt unverändert.

6.5.1.5 Bemessung auf Biegung und Längskraft

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

Der Nachweis des unbewehrten Betons erfolgt gemäß der NTC2008, Kapitel 4.1.11.1.

Bei den unbewehrten Abschnitten mit hoher Exzentrizität, berücksichtigt man gemäß EC2 (§12.3.1) die Betonzugfestigkeit bis zum Planungswert f_{ctd} . Der Nachweis gilt als erwiesen, wenn:

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

6.5.1.6 Bemessung Querkraft

Die Bemessung des Stahlbetons erfolgt gemäß den Vorgaben der NTC2008, Abs. 4.1.2.1.3.

Der Nachweis bei der unbewehrten Innenschale erfolgt gemäß der NTC2008, wobei diese Ungleichung überprüft wird:

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

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

Calcestruzzo armato

- Coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza del calcestruzzo $\gamma_c = 1,60$
- Coefficiente riduttivo della resistenza a compressione del calcestruzzo di lunga durata: $\alpha_{cc} = 0,85$
- Coefficiente parziale di sicurezza γ_s per la resistenza dell'acciaio $\gamma_s = 1,20$

Calcestruzzo non armato

- Coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza del calcestruzzo $\gamma_c = 1,60$
- Coefficiente riduttivo della resistenza a compressione e a trazione del calcestruzzo di lunga durata: $\alpha_{cc,pl}/\alpha_{ct,pl} = 0,80$

Per le verifiche nella situazione di dimensionamento eccezionale i fattori parziali di sicurezza devono essere considerati con $\gamma_c = 1,20$ e $\gamma_s = 1,00$. 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.

Per il calcestruzzo non armato si seguono le NTC 2008, par. 4.1.11.1.

Nelle sezioni non armate con un'elevata eccentricità, 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:

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:

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

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

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

Bei den überwiegend komprimierten Abschnitten wird die Durchschnittsbelastung der Komprimierung σ_c als Durchschnitt der Komprimierungen im reagierenden Abschnittsteil '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 Abschnitten mit hoher Exzentrizität, bei Annahme der Betonzugfestigkeit bis f_{ctd} , wird der Querkraftwiderstand des Abschnitts ausgewertet, indem der ganze Abschnitt als reagierend ($x=h$) betrachtet wird und die Spannung σ_c als Durchschnittsspannung des ganzen Abschnitts, 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 Stati Limite Esercizio (SLE)

6.5.2.1 Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen

6.5.2.1 Coefficienti parziali di sicurezza delle azioni

Im Nachweis der Gebrauchstauglichkeit sind die charakteristischen Einwirkungen mit ihren Kombinationsregeln zu berücksichtigen.

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

6.5.2.2 Kombinationsbeiwerte Einwirkungen

6.5.2.2 Coefficienti di combinazione delle azioni

Die in den Einwirkungskombinationen zu berücksichtigenden Kombinationsbeiwerte sind der Tabelle 11 zu entnehmen. Die Kombinationsbeiwerte sind in der Tabelle 11 wiedergegeben.

In Tabella 10 si trovano i coefficienti da considerare nelle combinazioni delle azioni. I coefficienti di combinazione sono da considerare come in Tabella 11.

6.5.2.3 Einwirkungskombinationen

6.5.2.3 Combinazioni delle azioni

Die zu untersuchenden Einwirkungskombinationen sind gemäß NTC2008 mit den entsprechenden Kombinationsbeiwerten ψ zu berücksichtigen.

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 Teilsicherheitsfaktoren Widerstand

6.5.2.4 Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze

Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit der nicht bewehrten Abschnitte sind die charakteristischen Werte der Widerstände zu berücksichtigen.

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

6.5.2.5 Ermittlung der Verformungen

6.5.2.5 Calcolo delle deformazioni

Die Ermittlung der Systemverformung erfolgt im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLE) unter Berücksichtigung der Kombinationsregeln mit den charakteristischen Einwirkungen sowie den entsprechenden Kombinationsbeiwerten.

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 Begrenzung der Rissbreiten

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit muss man für die relevanten Einwirkungskombinationen unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsfaktoren und Abminderungsfaktoren ψ laut 0 die maximale Rissweite w_{kal} laut NTC2008 nachweisen. Die zulässige Rissbreite für Normalbeton ohne besondere Anforderungen an die Dichtigkeit oder bei Vorhandensein einer Abdichtung ist auf $w_{kal} \leq 0,3$ mm begrenzt.

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

6.6 BAULICHE DURCHBILDUNG

6.6.1 Expositionsklasse und Mindestdeckungen

Gemäß UNI 11104 ist bei der Expositionsklasse XC3 die Verwendung von Beton C28/35, bei der Expositionsklasse XC4 Beton C32/40 vorgesehen.

Die Berechnung der Mindestbetondeckung zur Gewährleistung der Bauwerklebensdauer >100 Jahren erfolgt laut NTC2008:

	XC3	XC4
Festigkeitsklasse	28/35	32/40
Umweltbedingungen	Normal	Aggressiv
C_{min} [mm]	20	30
Nutzbare Lebenszeit > 100 Jahre [mm]	+10	+10
Bauliche Tolleranz [mm]	+10	+10

C_{nom} [mm]	40	50
----------------	-----------	-----------

Tabelle 12: Mindestbetondeckung

Um die Stärke zu vereinheitlichen, ist eine Betonbedeckung entlang des ganzen Tunnels von 5 cm vorgesehen.

6.6.2 Mindestbewehrung

Ist eine bewehrte Innenschale vorgesehen, wird die Mindestbewehrung gemäß NTC 2008, Punkt 4.1.6.1.1 definiert.

Die Querschnittsfläche der Längszugbewehrung darf nicht geringer sein als:

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} \times b \times d$$

und jedenfalls nicht geringer als $0,0013 \times b \times d$,

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 10. 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, in classe di esposizione XC3 è previsto l'utilizzo di calcestruzzo C28/35 mentre in classe di esposizione XC4 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:

	XC3	XC4
Classe di resistenza (UNI 11104)	28/35	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 12: 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:

e comunque non minore di $0,0013 \times b \times d$,

wobei:

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

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 in Anhang 3 aufgezeigten Analysen zeigen, dass für die FEM-Modelle zur Simulation der Lockerungslast des Gebirges und des Herablösens elementarer Felsblöcke eine Biegebewehrung in der Kalotte gebraucht wird.

Die eingesetzte Bewehrung besteht aus ϕ 16 mm alle 15 cm, mit ϕ 10mm alle 20 cm als Verteilerbewehrung.

Es benötigt eine Schubbewehrung in der Bodenpatte im Bereich der Widerlager und im Mittelteil. Diese Bewehrung besteht aus 2 Bügeln ϕ 10 mm alle 15 cm pro Tunnelmeter

Der Bewehrungsgehalt beträgt ca. 60 kg/m³ Beton in der Innenschale und 150 kg/m³ in den Zwischendecken.

Die Ergebnisse aus den statischen Berechnungen wurden mit jenen aus vereinfachten Berechnungsmethoden und durch ähnliche Berechnungen an vergleichbaren Strukturen auf ihre Richtigkeit geprüft. Die erhaltenen Ergebnisse sind daher als akzeptabel und richtig.

6.7 RISULTATI

Le analisi riportate in Appendice 3 mostrano che i modelli FEM per la simulazione degli effetti indotti dal carico derivante dall'analisi a blocchi necessitano l'impiego di armatura flessionale nella parte della calotta.

L'armatura inserita sarà costituita da ϕ 16 mm a passo 15 cm, con ϕ 10mm a passo 20 cm di ripartizione.

È richiesta armatura a taglio in platea nella zona di appoggio dei paramenti e del setto centrale. Tale armatura è costituita da due staffe per metro di galleria ϕ 10 mm a passo 15 cm.

L'incidenza d'armatura è di circa 60 kg/m³ di calcestruzzo per il rivestimento e di 150 kg/m³ per le solette intermedie.

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

Tabelle 1 Homogenbereiche	11
Tabelle 2: Bestimmung des Gebirges jeder homogenen Zone und Wahrscheinlichkeitsverteilung der unterschiedlichen Klassen [1], [2]	11
Tabelle 3: Charakteristische Gebirgsparameter in den verschiedenen Zonen und Klassen	11
Tabelle 4: Lage der Trennflächen für die Berechnung des GA	12
Tabelle 5: Ergebnisse Kennlinienverfahren. cf = Ortsbrustkonvergenz, ca = absolute Konvergenz am natürlichen Gleichgewicht, cr = relative Konvergenz am natürlichen Gleichgewicht, Fplf = plastische Zone an der Ortsbrust, Fpla = plastische Zone Gleichgewicht, R = Ausbruchradius (mit 5.17m angenommen).	13
Tabelle 6: Ergebnisse der empirischen Methoden	13
Tabelle 7: Für die Bemessung der Innenschale herangezogene Blöcke	16
Tabelle 8: Teilsicherheitsfaktoren Ortsbrustnachweis	17
Tabelle 9: Temperatureinwirkung Innenschale.....	22
Tabelle 10: Einwirkungskombinationen Innenschale.....	24
Tabelle 11: Kombinationsbeiwerte	25
Tabelle 12: Mindestbetondeckung	28
Tabelle 13:Nachweise GZT - Biegung.....	134
Tabelle 14: Nachweise GZT - Querkraft.....	134
Tabelle 15: Nachweise GZG des Auflagerträgers – Maximalspannungen und Rissbildung.....	135
Tabelle 16: Nachweise GZT des Wandträgers - Biegung	137
Tabelle 17: Nachweise GZT des Wandträgers - Biegung	138
Tabelle 18: Nachweise GZT des Wandträgers - Querkraft	139
Tabelle 19: Nachweise GZG des Wandträgers – Maximalspannungen und Rissbildung.....	140

7.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Auszug aus dem geomechanischen Längsprofil und des geologischen Lageplans [[3] mit Angabe des Untersuchungsgebietes.....	8
Abbildung 2: Qualitative Darstellung der Einwirkung aus dem Gebirge auf die Schale bei trennflächendominiertem	

7 ELENCHI

7.1 ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Zone geomeccaniche omogenee	11
Tabella 2: Caratterizzazione degli ammassi di ciascuna zona omogenea e distribuzione probabilistica delle diverse classi [1][2])	11
Tabella 3: Parametri caratteristici dell'ammasso nelle diverse zone e classi	11
Tabella 4: Giacitura delle discontinuità per l'analisi della GA12	
Tabella 5: Risultati del metodo delle Linee Caratteristiche. cf = convergenza al fronte, ca = convergenza assoluta all'equilibrio naturale, cr = convergenza relativa all'equilibrio naturale, Fplf = fascia plastica al fronte, Fpla = fascia plastica all'equilibrio naturale, R = raggio di scavo (assunto pari a 5.17m).	13
Tabella 6: Risultati dei metodi empirici.....	13
Tabella 7: Blocchi considerati per il dimensionamento dell'anello interno.	16
Tabella 8: Fattori parziali di sicurezza per la verifica del fronte di scavo	17
Tabella 9: Variazione termica.....	22
Tabella 10: Combinazioni di carico	24
Tabella 11: Coefficienti di combinazione.....	25
Tabella 12: Copriferro minimo.....	28
Tabella 13:Verifiche SLU trave - Flessione.....	134
Tabella 14:Verifiche SLU trave - Taglio	134
Tabella 15:Verifiche SLE trave – Tensioni massime e fessurazione	135
Tabella 16:Verifiche SLU trave parete - Flessione.....	137
Tabella 17:Verifiche SLU trave parete - Flessione.....	138
Tabella 18:Verifiche SLU trave parete - Taglio	139
Tabella 19:Verifiche SLE trave parte – Tensioni massime e fessurazione	140

7.2 ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI

Figura 1: Estratto del profilo geomeccanico longitudinale [3] con indicazione dell'area di studio	8
Figura 2: Rappresentazione qualitativa degli effetti dell'ammasso sul rivestimento, in caso di ammasso altamente fratturato	14

Gebirgsverhalten 14

Abbildung 3: Auszug aus dem Grundriss CB-GA mit Angabe der untersuchten Querschnitte.....15

Abbildung 4: Schamatisierung der Schnittstelle19

Abbildung 5: Lasten der Oberleitung.....20

Abbildung 6: Lastbild Wasserdruck – drainierter Regelquerschnitt 21

Figura 3: estratto planimetrico CB-GA con l'indicazione delle sezioni di studio 15

Figura 4: Schematizzazione dell'interfaccia 19

Figura 5: Carichi della catenaria 20

Figura 6: Pressione idrostatica - Sezione tipo drenata..... 21

7.3 ANLAGENVERZEICHNIS

- ANHANG 1 – KENNLINIENVERFAHREN
- ANHANG 2 - BRUCHKÖRPERANALYSE
- ANHANG 3 – FEM ANALYSE DER INNENSCHALE
- ANHANG 4 – ZWISCHENDECKE

7.3 ELENCO APPENDICI

- APPENDICE 1 - CURVE CARATTERISTICHE
- APPENDICE 2 - ANALISI DEI BLOCCHI
- APPENDICE 3 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO
- APPENDICE 4 – SOLETTA INTERMEDIA

7.4 REFERENZDOKUMENTE

7.4.1 Eingangsdokumente

7.4.1.1 Ausführungsprojekt Baulos Mauls 2-3

- [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_040_GTB_D0700_22001 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 2 - Geomechanischer Detailbericht
- [3] 02_H61_GD_040_GLS_D0700_22004 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 2 - Geomechanischer und Planungsvorprofil - GA-T, FdE-CcT
- [4] H61_EG_995_KTB_D0700_15003 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Sicherheit bzgl. Feuerexposition
- [5] 02_H61_GD_040_KTB_D0700_22900 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Richtlinien zur Anwendung der Ausbruchquerschnitte

7.4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

7.4.1 Documenti in ingresso

7.4.1.1 Progetto Esecutivo Lotto Mules 2-3

- [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_040_GTB_D0700_22001 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 2 - Relazione geomeccanica di dettaglio
- [3] 02_H61_GD_040_GLS_D0700_22004 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 2 - Profilo geomeccanico e progettuale di previsione - GA-T, FdE-CcT
- [4] 02_H61_EG_995_KTB_D0700_15003 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Sicurezza nei riguardi di esposizione al fuoco
- [5] 02_H61_GD_040_KTB_D0700_22900 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Linee guida per l'applicazione delle sezioni di scavo

7.4.1.2 Technische Projektaufbereitung

- [6] Geomechanischer Bericht Haupttröhren Mauls PMF Trens“
- [7] Geomechanischer Bericht Erkundungsstollen Mauls-

7.4.1.2 Elaborazione tecnica del progetto

- [6] Relazione geomeccanica Canne principali Mules PMF Trens
- [7] Relazione geomeccanica Cunicolo esplorativo Mules-

Brenner

7.4.1.3 Ausführungsprojekt Erweiterung Baulos Mauls 1

- [8] V04-OP.EG.05.01 "Erkundungsstollen Periadriatische Naht und vorbereitende Maßnahmen Bereich Mauls – Geologie – Hydrogeologie - Geotechnik – Geomechanischer Bericht km 47+709/46+843"
- [9] D0755/02-V04-OP.EN.01.01 "Erkundungsstollen Periadriatische Naht und vorbereitende Maßnahmen Bereich Mauls – Statischer Bericht Aussenschale Haupttunnel km 46+800/47+800"
- [10] D0755/02-V04-OP.EN.01.02 "Erkundungsstollen Periadriatische Naht und vorbereitende Maßnahmen Bereich Mauls - Statischer Bericht Aussenschale - Erkundungsstollen km 46+800/47+800"
- [11] D0755/02-V04-OP.EN.01.03/04 "Erkundungsstollen Periadriatische Naht und vorbereitende Maßnahmen Bereich Mauls - Statischer Bericht Aussenschale der Haupttunnel von km 48+115/49+331"

7.4.2 Normen und Richtlinien

- [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 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 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio"
- [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

Brennero

7.4.1.3 Progetto Esecutivo Estensione Lotto Mules 1

- [8] V04-OP.EG.05.01 "Cunicolo Esplorativo Periadriatica ed Opere Propedeutiche ambito Mules - Geologia - Idrogeologia - Geotecnica - Relazione geomeccanica km 47+709/46+843"
- [9] D0755/02-V04-OP.EN.01.01 " Cunicolo Esplorativo Periadriatica ed Opere Propedeutiche ambito Mules - Relazione statica rivestimento di prima fase Galleria di Linea km 46+800/47+800"
- [10] D0755/02-V04-OP.EN.01.02 " Cunicolo Esplorativo Periadriatica ed Opere Propedeutiche ambito Mules - Relazione statica rivestimento di prima fase - Cunicolo esplorativo km 46+800/47+800"
- [11] D0755/02-V04-OP.EN.01.03/04 "Periadriatica Galleria Principale - Opere strutturali - Relazione di calcolo rivestimento di prima fase delle gallerie di linea da pk 48+115/49+331"

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 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

costruzione"

fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione"

7.4.3 Literatur

- [22] Ribacchi R., Riccioni R. – Stato di sforzo e di deformazione intorno ad una galleria circolare. Gallerie e grandi opere sotterranee, 1977.
- [23] Nguyen-Minh D., Guo C. – Recent progress in convergence confinement method", Eurock '96, pagg. 855-860.
- [24] Gamble J.C. – Durability-plasticity classification of shales. Ph. D. Thesis, University of Illinois, 1971.
- [25] Sakurai – Lessons Learned from Field Measurements in Tunneling. Tunneling and Underground Space Technology, 1997.
- [26] HOEK E., CARRANZA TORRES C., CORKUM B. – Hoek-Brown failure criterion. 2002
- [27] UNWEDGE-rocsience, Underground Wedge Stability Analysis Manual
- [28] Wang, J., 1993 - Seismic Design of Tunnels - A Simple State-of-the-Art Design
- [29] Hashash, Y., et al., 2001, - Seismic design and analysis of underground structures, Tunnelling and underground space technology 16, (247-293)
- [30] Pöttler, R. Die unbewehrte Innenschale im Felstunnelbau - Standsicherheit und Verformung im Reißbereich, Beton und Stahlbetonbau Heft 6, 1993
- [31] Pöttler, R. Standsicherheitsnachweis unbewehrter Innenschalen, Bautechnik 67, 1990
- [32] Rocscience Phase2 online manual (Swelllex / Split Sets Section - indicazioni Atlas Copco 2006)
- [33] Cai M., Kaiser P.K., Tasaka Y., Minami M. - Determination of residual strength parameters of jointed rock masses using the GSI system. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 44 pag. 247-256, 2007
- [34] MIDAS GTS Manual

7.4.3 Letteratura

- [22] Ribacchi R., Riccioni R. – Stato di sforzo e di deformazione intorno ad una galleria circolare. Gallerie e grandi opere sotterranee, 1977.
- [23] Nguyen-Minh D., Guo C. – Recent progress in convergence confinement method", Eurock '96, pagg. 855-860.
- [24] Gamble J.C. – Durability-plasticity classification of shales. Ph. D. Thesis, University of Illinois, 1971.
- [25] Sakurai – Lessons Learned from Field Measurements in Tunneling. Tunneling and Underground Space Technology, 1997.
- [26] HOEK E., CARRANZA TORRES C., CORKUM B. – Hoek-Brown failure criterion. 2002
- [27] UNWEDGE-rocsience, Underground Wedge Stability Analysis Manual
- [28] Wang, J., 1993 - Seismic Design of Tunnels - A Simple State-of-the-Art Design
- [29] Hashash, Y., et al., 2001, - Seismic design and analysis of underground structures, Tunnelling and underground space technology 16, (247-293)
- [30] Pöttler, R. Die unbewehrte Innenschale im Felstunnelbau - Standsicherheit und Verformung im Reißbereich, Beton und Stahlbetonbau Heft 6, 1993
- [31] Pöttler, R. Standsicherheitsnachweis unbewehrter Innenschalen, Bautechnik 67, 1990
- [32] Rocscience Phase2 online manual (Swelllex / Split Sets Section - indicazioni Atlas Copco 2006)
- [33] Cai M., Kaiser P.K., Tasaka Y., Minami M. - Determination of residual strength parameters of jointed rock masses using the GSI system. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 44 pag. 247-256, 2007
- [34] MIDAS GTS Manual

ANHANG 1 - KENNLINIENVERFAHREN

Nachfolgend werden die charakteristischen Kuren dargestellt, anhand derer es möglich war folgendes zu bewerten:

- Radialer Drock – Konvergenz
- Konvergenz – Distanz zur Ortsbrust
- Radialer Druck – Ausdehnung des plastischen Streifens außerhalb des Tunnelprofils
- Abstand zur Ortsbrust - Ausdehnung des plastischen Streifens außerhalb des Tunnelprofils
- Abstand zur Ortsbrust – Fiktive Ausbruchskräfte

Das Verfahren wurde angewandt für das Gebirge CB-G-GA-10g unter Annahme eines elastisch-plastischen Materialverhaltens mit softening und nicht damit verbundenem Fließen des Materials Gestein laut Mohr-Coulomb und unter Berücksichtigung der Formel von Ribacchi [22].

Die Kurve "Konvergenz - Entfernung von Ortsbrust" wurde durch ein vereinfachtes, analytisches Verfahren ermittelt, das die Relationen von Nguyen, Minh et al. [23] verwendet.

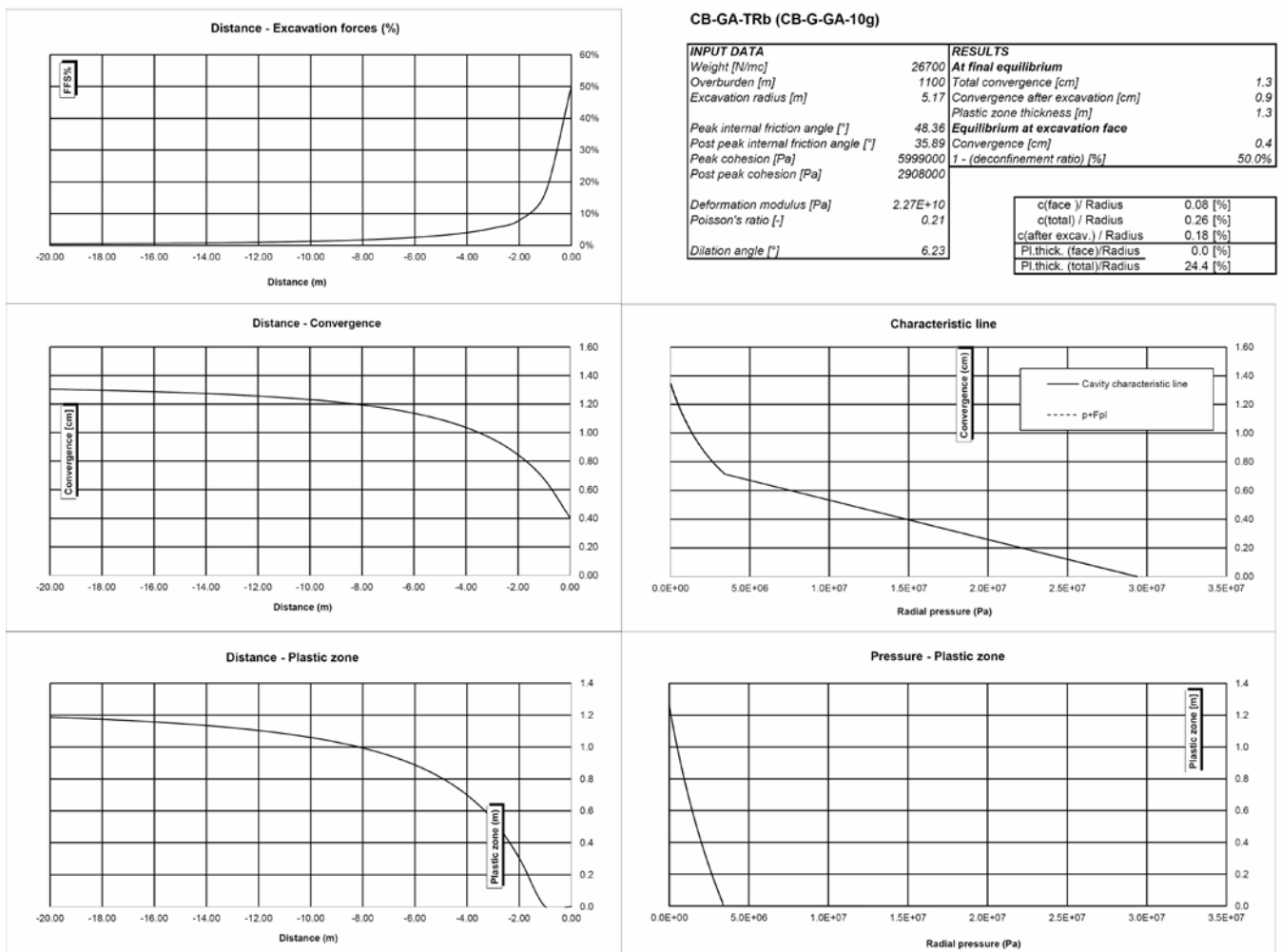
APPENDICE 1 - CURVE CARATTERISTICHE

Di seguito sono riportate le curve caratteristiche, mediante le quali è stato possibile valutare:

- 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

L'analisi è stata eseguita per l'ammasso CB-G-GA-10g assumendo un modello costitutivo elasto-plastico con softening e flusso non associato del materiale roccia secondo Mohr-Coulomb, nella formulazione proposta da Ribacchi [22].

La curva "Convergenza – Distanza dal fronte" è stata ricavata attraverso un procedimento analitico semplificato che sfrutta le relazioni proposte da Nguyen, Minh et al. [23].



ANHANG 2 - BRUCHKÖRPERANALYSE

Der Anhang 2 führt die Ergebnisse der Bruchkörperanalyse an, die mit dem Rechenprogramm UNWEDGE 3.0 erstellt wurden.

Die Tabellen enthalten den minimalen Sicherheitsfaktor für jeweils drei Trennflächen an, die die einzelnen Homogenbereiche kennzeichnen. Die Grafiken führen hingegen nur die jeweils drei ungünstigsten Trennflächen an.

Im Folgenden werden die Berechnungen für die Querschnitte 1-1 und 2-2 dargestellt.

APPENDICE 2 - ANALISI DEI BLOCCHI

L'appendice 2 riporta i risultati delle analisi a blocchi condotte con il programma di calcolo UNWEDGE 3.0.

Nelle tabelle è riportato il fattore di sicurezza minimo per ciascuna terna di discontinuità caratterizzanti le singole tratte omogenee mentre in forma grafica sono riportati solo i risultati della terna di discontinuità più gravosa.

Nel seguito sono riportate le analisi per le sezioni 1-1 e 2-2.

A2.1 Schnitt 1-1 / Sezione 1-1

Rock mass

GB-DZ-GA1; GB-G-GA-9; GB-G-GA-10;

Area L1 - advance per round: 1.5 m (counted with 2.0 m)

	Joint Orientattions		Joint Properties		
	Dip	Dip Direction	persistence	ϕ	c
	[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	70	80	10	20	0
J2	85	170	10	20	0
J3	70	230	10	20	0
J4	45	170	10	20	0
J5	85	30	3	20	0
J6	70	300	3	20	0
J7	50	130	3	20	0
J8	35	230	10	20	0
J9	45	340	10	20	0
J10	85	350	10	20	0
J11	60	270	10	20	0
J12	30	50	10	20	0
J13	30	90	10	20	0

Necessary anchorage pattern:

1.8	x	1.5	m
L	=	5.5	m
SN 28	N_{yd}	413	kN

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

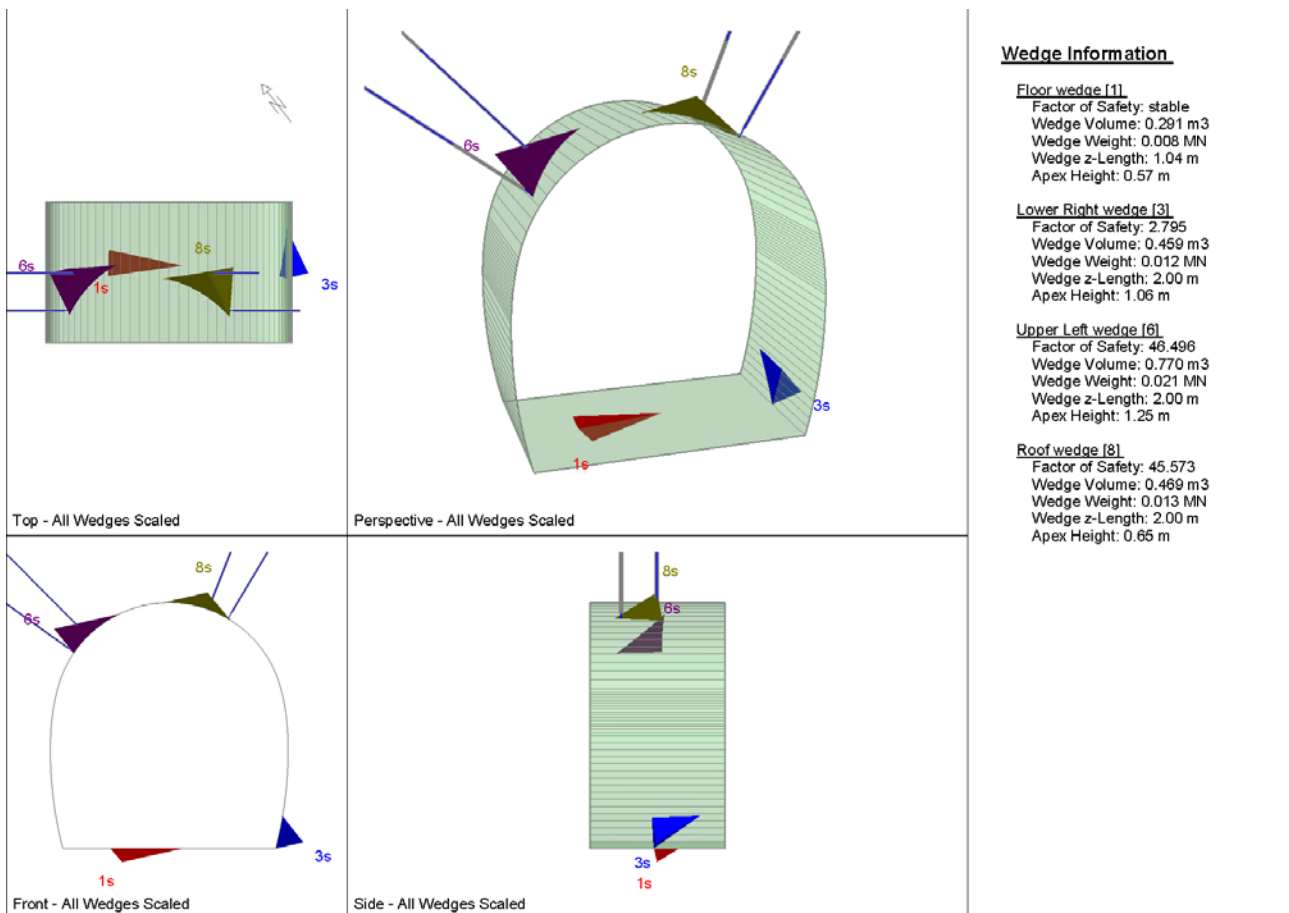
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety	Wedge Weight	Wedge Volume	Comment
				[-]	[MN]	[m ³]	
1	1	2	5	0	0.000	0.000	N
2	3	10	11	0	0.000	0.000	N
3	5	7	10	0	0.000	0.000	N
4	5	7	12	0	0.000	0.000	N
5	5	7	13	0	0.000	0.000	N
6	5	7	9	0	0.000	0.000	N
7	2	12	13	0	0.000	0.000	N
8	4	5	13	0	0.000	0.000	N
9	1	3	4	0	0.000	0.000	N
10	1	11	12	0	0.000	0.000	N
11	2	4	9	0	0.000	0.000	N
12	3	8	13	0	0.000	0.000	N
13	1	4	7	0	0.000	0.000	N
14	1	8	13	0	0.000	0.000	N
15	1	7	10	0	0.000	0.000	N
16	3	9	11	0	0.000	0.000	N
17	6	10	11	0	0.000	0.000	N
18	1	5	6	0	0.000	0.000	N
19	1	7	12	0	0.000	0.000	N
20	1	7	13	0	0.000	0.000	N
21	6	9	12	0	0.000	0.000	N
22	1	6	12	0	0.000	0.000	N

23	5	9	11	0	0.000	0.000	N
24	1	7	9	0	0.000	0.000	N
25	4	12	13	0	0.000	0.000	N
26	4	9	10	0	0.000	0.000	N
27	4	5	12	0	0.000	0.000	N
28	2	9	10	0	0.000	0.000	N
29	1	6	10	0	0.000	0.000	N
30	5	10	11	0	0.000	0.000	N
31	3	8	9	0	0.000	0.000	N
32	8	9	10	0	0.000	0.000	N
33	2	4	13	0	0.000	0.000	N
34	1	3	7	0	0.000	0.000	N
35	3	4	13	0	0.000	0.000	N
36	2	7	13	0	0.000	0.000	N
37	6	9	10	0	0.000	0.000	N
38	5	8	12	0	0.000	0.000	N
39	2	4	12	0	0.000	0.000	N
40	1	4	5	0	0.000	0.000	N
41	6	12	13	0	0.000	0.000	N
42	1	11	13	0	0.000	0.001	N
43	2	8	9	0	0.000	0.001	N
44	5	8	9	0	0.000	0.001	N
45	8	12	13	0	0.000	0.001	N
46	8	11	13	0	0.000	0.001	N
47	1	3	8	0	0.000	0.001	N
48	4	8	13	0	0.000	0.001	N
49	1	4	13	0	0.000	0.001	N
50	6	10	12	0	0.000	0.002	N
51	1	3	13	0	0.000	0.002	N
52	8	9	11	0	0.000	0.002	N
53	3	12	13	0	0.000	0.002	N
54	6	9	13	0	0.000	0.002	N
55	1	6	13	0	0.000	0.002	N
56	1	8	12	0	0.000	0.002	N
57	3	11	13	0	0.000	0.003	N
58	6	9	11	0	0.000	0.003	N
59	3	11	12	0	0.000	0.003	N
60	9	10	11	0	0.000	0.003	N
61	4	10	12	0	0.000	0.004	N
62	4	8	9	0	0.000	0.004	N
63	2	3	13	0	0.000	0.004	N
64	8	11	12	0	0.000	0.004	N
65	3	4	12	0	0.000	0.004	N
66	11	12	13	0	0.000	0.004	N
67	4	8	12	0	0.000	0.005	N
68	2	10	12	0	0.000	0.006	X1
69	1	4	12	0	0.000	0.006	N
70	2	3	9	0	0.000	0.007	X1
71	9	11	12	0	0.000	0.008	N
72	3	5	10	0	0.000	0.008	X1
73	1	4	8	0	0.000	0.008	X1
74	8	10	11	0	0.000	0.008	X1
75	2	8	10	0	0.000	0.009	X1
76	2	10	13	0	0.000	0.009	X1
77	5	8	13	0	0.000	0.010	X1
78	3	6	9	0	0.000	0.011	N
79	2	5	7	0	0.000	0.011	X1
80	2	8	13	0	0.000	0.012	X1
81	3	9	10	0	0.000	0.015	X1
82	6	10	13	0	0.000	0.016	N
83	1	9	11	0	0.000	0.018	X1
84	1	5	8	0	0.001	0.019	X1
85	2	7	10	0	0.001	0.019	X1
86	6	7	13	0	0.001	0.019	X1
87	8	9	12	0	0.001	0.020	X1
88	6	11	13	0	0.001	0.020	X1
89	1	2	3	0	0.001	0.020	X1
90	1	8	11	0	0.001	0.021	X1
91	3	5	12	0	0.001	0.022	X1
92	4	9	12	0	0.001	0.024	X1
93	6	7	12	0	0.001	0.025	X1
94	2	9	11	0	0.001	0.027	X1
95	4	8	10	0	0.001	0.031	X1
96	1	6	7	0	0.001	0.033	X1
97	6	11	12	0	0.001	0.033	X1
98	2	3	12	0	0.001	0.034	X1
99	6	8	10	0	0.001	0.034	X1

100	2	7	9	0	0.001	0.035	X1
101	1	2	13	0	0.001	0.035	X1
102	1	7	8	0	0.001	0.038	X1
103	2	8	12	0	0.001	0.041	X1
104	6	7	9	0	0.001	0.044	X1
105	1	2	12	0	0.001	0.051	X1
106	2	9	12	0	0.002	0.060	X1
107	4	9	13	0	0.002	0.066	X1
108	4	9	11	0	0.002	0.071	X1
109	8	10	12	0	0.002	0.075	X1
110	6	8	13	0	0.002	0.075	X1
111	4	5	8	0	0.002	0.077	X1
112	2	3	10	0	0.002	0.084	X2
113	7	8	13	0	0.002	0.085	X1
114	1	7	11	0	0.002	0.092	X1
115	1	3	11	0	0.003	0.094	X2
116	2	9	13	0	0.003	0.095	X1
117	2	6	10	0	0.003	0.102	X2
118	7	11	13	0	0.003	0.105	X1
119	4	7	10	0	0.003	0.106	X1
120	1	4	10	0	0.003	0.113	X1
121	1	2	10	0	0.003	0.123	X2
122	4	6	10	0	0.004	0.148	X1
123	4	6	13	0	0.004	0.150	X1
124	5	11	13	0	0.004	0.164	X2
125	7	11	12	0	0.005	0.204	X2
126	1	8	9	0	0.006	0.208	X2
127	2	6	13	0	0.007	0.248	X2
128	8	10	13	0	0.009	0.336	X2
129	1	6	8	0	0.010	0.355	X2
130	1	8	10	0	0.012	0.438	X2
131	7	10	11	0	0.013	0.472	X2
132	2	5	9	0	0.013	0.499	X2
133	7	10	12	0.032	0.000	0.000	N
134	7	10	13	0.032	0.000	0.000	N
135	2	8	11	0.032	0.000	0.008	X1
136	2	3	11	0.032	0.000	0.000	N
137	2	6	8	0.032	0.000	0.017	X1
138	5	12	13	0.032	0.000	0.001	N
139	9	10	13	0.032	0.003	0.094	X1
140	9	10	12	0.032	0.002	0.066	X1
141	5	10	12	0.032	0.003	0.106	X2
142	1	3	5	0.032	0.000	0.008	X1
143	1	2	6	0.032	0.000	0.000	N
144	1	5	7	0.032	0.000	0.002	N
145	1	5	12	0.032	0.004	0.155	X2
146	5	6	9	0.032	0.000	0.009	N
147	2	3	5	0.032	0.001	0.036	X1
148	5	6	13	0.032	0.006	0.227	X2
149	2	5	8	0.032	0.000	0.017	X1
150	1	5	11	0.032	0.019	0.703	X2
151	10	11	12	0.032	0.011	0.425	X2
152	4	5	10	0.032	0.020	0.731	X2
153	1	9	10	0.032	0.012	0.436	X2
154	1	2	4	0.032	0.003	0.102	X1
155	1	2	8	0.032	0.015	0.540	X2
156	1	10	11	0.032	0.024	0.885	X2
157	5	10	13	0.032	0.003	0.109	X2
158	5	6	12	0.032	0.012	0.436	X2
159	1	5	10	0.032	0.009	0.351	X2
160	5	9	13	0.032	0.018	0.681	X2
161	5	8	10	0.032	0.004	0.142	X2
162	5	9	10	0.032	0.004	0.158	X2
163	5	6	10	0.032	0.000	0.003	N
164	4	5	9	0.032	0.001	0.023	X1
165	2	3	4	0.032	0.007	0.243	X2
166	7	9	10	0.032	0.001	0.035	X1
167	1	2	11	0.032	0.008	0.285	X2
168	5	11	12	0.032	0.001	0.026	X1
169	3	5	13	0.032	0.000	0.000	N
170	2	4	6	0.032	0.003	0.116	X1
171	3	10	13	0.032	0.000	0.007	N
172	2	5	11	0.032	0.000	0.001	N
173	2	6	12	0.032	0.000	0.002	N
174	4	10	13	0.032	0.000	0.001	N
175	2	5	13	0.032	0.000	0.000	N
176	2	6	9	0.032	0.000	0.000	N

177	2	10	11	0.032	0.000	0.000	N
178	2	3	6	0.032	0.000	0.000	N
179	1	2	7	0.032	0.000	0.000	N
180	10	12	13	0.032	0.000	0.000	N
181	3	7	10	0.132	0.000	0.000	N
182	3	5	8	0.132	0.000	0.000	N
183	3	4	5	0.132	0.000	0.001	N
184	1	3	9	0.132	0.000	0.005	N
185	1	3	6	0.132	0.000	0.000	N
186	4	6	7	0.132	0.000	0.009	N
187	1	3	12	0.132	0.000	0.009	X1
188	5	6	7	0.132	0.000	0.001	N
189	3	6	8	0.132	0.000	0.001	N
190	3	4	6	0.132	0.000	0.004	N
191	3	4	10	0.132	0.004	0.146	X2
192	2	3	8	0.132	0.002	0.075	X1
193	3	7	12	0.132	0.000	0.000	N
194	6	7	11	0.132	0.001	0.027	X1
195	1	5	9	0.132	0.000	0.004	N
196	3	8	10	0.132	0.001	0.043	X1
197	1	9	13	0.132	0.005	0.185	X2
198	3	6	7	0.132	0.001	0.055	X1
199	1	2	9	0.132	0.004	0.165	X1
200	3	6	13	0.132	0.009	0.328	X2
201	3	6	12	0.132	0.018	0.682	X2
202	3	8	11	0.132	0.009	0.333	X2
203	2	6	7	0.132	0.001	0.046	X1
204	3	4	9	0.132	0.008	0.301	X2
205	1	6	11	0.132	0.009	0.332	X2
206	6	8	11	0.132	0.000	0.001	N
207	5	6	8	0.132	0.024	0.897	X2
208	4	5	6	0.132	0.010	0.384	X2
209	4	6	9	0.132	0.007	0.241	X2
210	1	10	12	0.132	0.009	0.329	X2
211	2	5	6	0.132	0.005	0.180	X2
212	1	12	13	0.132	0.001	0.027	X1
213	6	7	10	0.132	0.002	0.074	X1
214	3	7	11	0.132	0.037	1.375	X2
215	1	4	9	0.132	0.007	0.254	X2
216	6	7	8	0.132	0.000	0.010	N
217	4	6	11	0.132	0.000	0.002	N
218	1	3	10	0.132	0.005	0.188	X1
219	3	7	13	0.132	0.000	0.000	N
220	1	5	13	0.132	0.000	0.002	N
221	4	6	8	0.132	0.000	0.000	N
222	3	5	11	0.132	0.000	0.000	N
223	3	7	9	0.132	0.000	0.000	N
224	2	3	7	0.132	0.000	0.000	N
225	1	10	13	0.162	0.001	0.031	X1
226	7	8	11	0.210	0.000	0.000	N
227	4	8	11	0.210	0.000	0.000	N
228	4	5	11	0.210	0.003	0.113	X1
229	4	10	11	0.210	0.004	0.159	X1
230	5	8	11	0.210	0.007	0.254	X2
231	1	4	11	0.210	0.001	0.024	X1
232	7	9	11	0.210	0.000	0.000	N
233	2	5	12	0.265	0.038	1.414	X2
234	3	6	10	0.272	0.011	0.410	X2
235	2	7	11	0.280	0.000	0.000	N
236	2	7	8	0.305	0.006	0.226	X2
237	7	8	9	0.305	0.006	0.239	X2
238	4	7	13	0.305	0.008	0.303	X2
239	4	5	7	0.305	0.022	0.814	X2
240	7	8	10	0.305	0.007	0.277	X2
241	4	7	9	0.305	0.006	0.218	X2
242	3	4	11	0.325	0.004	0.137	X2
243	4	7	12	0.364	0.000	0.000	N
244	2	4	7	0.364	0.000	0.000	N
245	3	9	13	0.364	0.004	0.134	X1
246	1	4	6	0.364	0.000	0.010	N
247	5	9	12	0.364	0.006	0.219	X2
248	3	4	8	0.364	0.018	0.655	X2
249	4	11	12	0.364	0.015	0.543	X2
250	8	9	13	0.364	0.004	0.161	X1
251	3	9	12	0.364	0.012	0.448	X2
252	4	7	11	0.364	0.016	0.577	X2
253	1	9	12	0.364	0.000	0.006	X1

254	9	12	13	0.364	0.000	0.002	N
255	2	4	11	0.364	0.002	0.062	X1
256	6	8	9	0.364	0.000	0.002	N
257	4	6	12	0.364	0.001	0.032	X1
258	7	9	13	0.364	0.000	0.007	N
259	4	7	8	0.373	0.000	0.011	X1
260	9	11	13	0.404	0.002	0.062	X1
261	3	4	7	0.460	0.002	0.062	X2
262	2	4	8	0.520	0.026	0.953	X2
263	7	8	12	0.520	0.000	0.000	N
264	5	6	11	0.549	0.000	0.000	N
265	3	6	11	0.549	0.000	0.000	N
266	6	8	12	0.567	0.001	0.019	X1
267	7	9	12	0.630	0.019	0.719	X2
268	10	11	13	0.630	0.019	0.693	X2
269	4	11	13	0.726	0.000	0.000	N
270	3	5	9	0.738	0.000	0.002	X2
271	1	6	9	0.825	0.008	0.284	X2
272	3	10	12	0.920	0.042	1.546	X2
273	2	4	5	1.074	0.000	0.000	N
274	5	7	8	2.795	0.012	0.459	S
275	2	7	12	6.915	0.036	1.316	S
276	3	5	6	7.059	0.020	0.751	S
277	2	11	12	7.633	0.023	0.844	S
278	3	7	8	9.291	0.047	1.727	S
279	2	11	13	10.158	0.017	0.630	X2
280	5	7	11	13.258	0.018	0.660	S
281	3	5	7	17.071	0.027	0.987	S
282	2	6	11	24.162	0.012	0.432	S
283	2	5	10	26.688	0.008	0.287	S
284	7	12	13	47.002	0.003	0.119	S



Rock mass

GB-DZ-GA1; GB-G-GA-9; GB-G-GA-10;

Area L2

	Joint Orientattions		Joint Properties		
	Dip	Dip Direction	persistence	ϕ	c
	[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	70	80	10	20	0
J2	85	170	10	20	0
J3	70	230	10	20	0
J4	45	170	10	20	0
J5	85	30	3	20	0
J6	70	300	3	20	0
J7	50	130	3	20	0
J8	35	230	10	20	0
J9	45	340	10	20	0
J10	85	350	10	20	0
J11	60	270	10	20	0
J12	30	50	10	20	0
J13	30	90	10	20	0

Necessary anchorage pattern:

1.8 x 1.5 m

L = 5.5 m

SN 28 N_{yd} 413 kN

Shotcrete lining 15 cm (Shear strength 0.91 MPa)

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

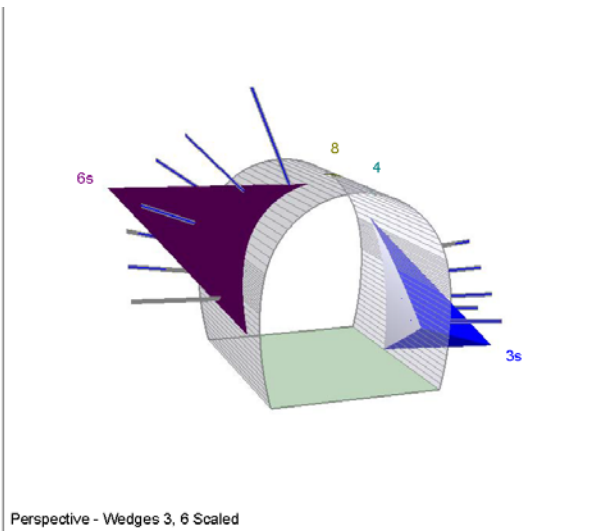
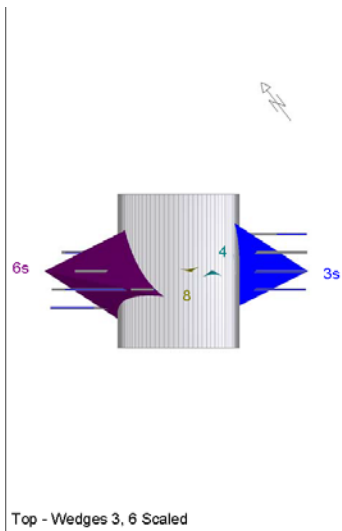
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment	Apex Height [m]
1	9	10	11	4.951	0.932	34.529	S	5.91
2	3	8	9	5.318	1.077	39.890	S	8.45
3	1	4	13	5.470	1.066	39.487	S	7.42
4	2	9	11	5.701	0.860	31.867	S	5.14
5	3	9	11	5.881	0.517	19.136	S	9.21
6	3	4	12	5.965	1.272	47.114	S	7.03
7	3	4	13	6.204	0.928	34.369	S	8.31
8	1	9	11	6.561	0.616	22.828	S	5.79
9	2	3	11	6.590	0.202	7.480	S	8.97
10	3	9	10	6.702	0.642	23.777	S	5.59
11	1	4	12	6.905	0.845	31.313	S	4.59
12	1	2	13	7.636	0.632	23.402	S	4.39
13	4	10	13	8.111	0.660	24.448	S	6.06
14	1	2	4	8.500	0.456	16.895	S	3.81
15	1	3	8	8.846	0.631	23.367	S	8.07
16	3	8	10	8.873	0.464	17.170	S	4.44
17	1	10	13	8.873	0.418	15.500	S	3.57
18	1	2	3	9.314	0.357	13.213	S	4.56
19	2	8	9	9.364	0.373	13.823	S	6.42
20	9	12	13	9.417	0.190	7.029	S	3.96
21	2	4	13	9.530	0.633	23.445	S	6.39
22	2	3	9	9.573	0.475	17.577	S	4.31
23	1	3	13	9.597	0.430	15.925	S	7.66
24	8	10	13	9.604	0.991	36.721	S	4.11
25	1	8	9	9.689	0.785	29.076	S	3.81

26	10	11	12	10.168	0.298	11.055	S	2.24
27	2	4	12	10.506	0.430	15.943	S	6.49
28	1	3	12	10.561	0.647	23.953	S	5.31
29	3	4	11	10.741	0.292	10.815	S	3.75
30	8	9	10	10.984	0.281	10.409	S	6.90
31	4	10	12	10.997	0.476	17.645	S	6.15
32	2	8	12	11.219	0.883	32.721	S	4.35
33	3	4	9	11.592	0.648	23.997	S	3.56
34	3	11	13	11.744	0.541	20.049	S	3.78
35	8	10	12	11.834	0.842	31.186	S	4.33
36	1	4	10	11.843	0.315	11.651	S	3.09
37	3	11	12	12.359	0.541	20.049	S	3.78
38	6	8	12	12.696	0.352	13.042	S	2.43
39	1	4	9	12.708	0.373	13.829	S	2.28
40	7	10	13	12.854	0.061	2.263	S	5.45
41	1	9	12	12.891	0.267	9.900	S	3.96
42	2	8	11	12.935	0.238	8.807	S	3.37
43	2	7	10	13.034	0.214	7.935	S	5.77
44	2	3	5	13.079	0.178	6.611	S	4.10
45	4	11	13	13.115	0.494	18.298	S	3.19
46	2	6	10	13.173	0.214	7.926	S	3.94
47	7	9	10	13.177	0.364	13.498	S	3.20
48	2	11	12	13.211	0.225	8.349	S	1.97
49	7	11	13	13.218	0.438	16.219	S	3.15
50	4	12	13	13.234	0.134	4.965	S	5.69
51	4	8	11	13.268	0.079	2.943	S	5.31
52	2	4	6	13.334	0.268	9.919	S	2.59
53	9	11	12	13.357	0.356	13.181	S	3.57
54	1	3	10	13.422	0.204	7.540	S	3.34
55	2	11	13	13.535	0.223	8.266	S	1.79
56	1	4	8	13.586	0.279	10.352	S	3.52
57	6	9	13	13.621	0.237	8.786	S	2.68
58	3	5	8	13.632	0.484	17.923	S	8.55
59	1	5	8	13.706	0.347	12.859	S	3.50
60	3	5	13	13.740	0.762	28.214	S	6.14
61	1	3	4	14.057	0.087	3.214	S	9.12
62	8	12	13	14.370	0.484	17.925	S	5.17
63	1	3	9	14.452	0.311	11.509	S	2.66
64	2	3	13	14.805	0.189	6.985	S	2.54
65	3	6	7	15.324	0.166	6.157	S	1.67
66	5	9	10	15.334	0.222	8.223	S	3.42
67	1	8	12	15.549	0.700	25.927	S	6.23
68	8	11	13	15.627	0.383	14.193	S	3.98
69	1	2	6	15.670	0.071	2.639	S	2.30
70	2	10	11	15.690	0.199	7.381	S	4.17
71	2	12	13	16.149	0.051	1.897	S	6.42
72	3	12	13	16.160	0.441	16.325	S	5.41
73	4	8	9	16.175	0.184	6.805	S	2.49
74	1	2	12	16.331	0.161	5.981	S	2.03
75	5	8	12	16.354	0.604	22.382	S	9.52
76	4	6	8	16.437	0.027	1.018	S	5.16
77	6	7	11	16.602	0.129	4.789	S	1.67
78	7	9	11	16.745	0.307	11.372	S	1.74
79	5	10	13	16.931	0.046	1.695	S	2.10
80	2	10	13	16.966	0.151	5.597	S	6.06
81	2	3	8	17.023	0.212	7.856	S	3.11
82	3	7	10	17.066	0.080	2.946	S	2.14
83	6	8	13	17.187	0.210	7.774	S	1.67
84	2	3	7	17.196	0.083	3.083	S	2.48
85	3	4	5	17.517	0.293	10.838	S	3.66
86	1	9	10	17.791	0.157	5.803	S	2.34
87	2	4	5	17.901	0.216	8.003	S	3.28
88	7	9	13	18.129	0.130	4.818	S	3.67
89	3	10	13	18.172	0.102	3.779	S	1.86
90	6	7	10	18.204	0.150	5.547	S	1.48
91	3	8	13	18.390	0.268	9.911	S	8.72
92	1	7	10	18.708	0.063	2.331	S	2.11
93	3	6	8	18.899	0.199	7.386	S	2.59
94	7	8	9	19.153	0.339	12.566	S	2.11
95	1	6	7	19.402	0.129	4.766	S	0.91
96	4	6	12	19.529	0.176	6.516	S	1.44
97	8	10	11	19.685	0.196	7.259	S	2.96
98	4	8	13	19.817	0.290	10.726	S	3.07
99	3	10	11	19.938	0.039	1.438	S	9.37
100	5	7	10	20.166	0.029	1.063	S	2.22
101	1	6	8	20.444	0.122	4.506	S	1.60
102	3	6	10	20.641	0.011	0.410	S	9.30

103	1	10	11	20.937	0.135	4.997	S	2.30
104	2	6	7	21.157	0.154	5.713	S	1.53
105	1	5	6	21.363	0.034	1.243	S	2.19
106	6	12	13	21.435	0.118	4.385	S	1.91
107	4	6	13	21.445	0.134	4.952	S	1.17
108	4	11	12	21.745	0.207	7.679	S	1.99
109	6	7	8	21.832	0.122	4.533	S	1.65
110	3	10	12	22.206	0.156	5.766	S	1.97
111	1	4	11	22.372	0.198	7.340	S	2.32
112	10	11	13	22.534	0.237	8.775	S	1.93
113	2	8	10	22.574	0.158	5.841	S	5.94
114	2	5	13	22.612	0.044	1.625	S	2.52
115	1	6	10	22.738	0.054	2.001	S	2.27
116	1	5	12	22.978	0.156	5.792	S	2.38
117	1	2	9	23.293	0.097	3.578	S	1.79
118	7	8	11	23.408	0.038	1.421	S	5.48
119	1	2	11	23.781	0.087	3.230	S	1.86
120	2	10	12	23.902	0.127	4.697	S	6.15
121	1	2	10	24.267	0.099	3.656	S	3.08
122	8	9	11	24.406	0.126	4.656	S	2.13
123	1	3	11	24.410	0.191	7.087	S	2.56
124	8	9	12	24.451	0.171	6.345	S	2.22
125	11	12	13	24.497	0.249	9.219	S	3.32
126	1	2	8	24.728	0.099	3.657	S	1.46
127	5	10	12	24.961	0.023	0.867	S	1.52
128	6	7	9	24.980	0.109	4.038	S	1.16
129	5	6	9	25.767	0.028	1.030	S	7.27
130	1	8	11	25.827	0.242	8.962	S	3.25
131	8	11	12	25.850	0.278	10.293	S	2.95
132	10	12	13	26.155	0.018	0.675	S	6.40
133	4	8	12	26.305	0.139	5.130	S	2.17
134	4	9	13	26.373	0.267	9.884	S	2.46
135	2	9	13	26.730	0.181	6.702	S	2.24
136	4	8	10	27.015	0.088	3.249	S	1.98
137	9	10	13	27.038	0.160	5.933	S	2.16
138	1	10	12	27.210	0.074	2.738	S	1.49
139	4	9	11	27.375	0.122	4.513	S	1.72
140	3	9	12	27.626	0.150	5.569	S	2.25
141	5	6	8	27.731	0.036	1.322	S	1.57
142	3	6	9	27.888	0.045	1.657	S	1.97
143	7	10	11	27.919	0.035	1.302	S	1.24
144	2	5	11	27.927	0.036	1.341	S	2.55
145	4	5	6	27.951	0.044	1.635	S	1.44
146	5	7	11	28.450	0.043	1.575	S	1.42
147	4	5	10	28.603	0.068	2.507	S	1.91
148	3	4	10	28.635	0.088	3.252	S	1.53
149	6	9	11	28.659	0.031	1.155	S	1.67
150	2	4	8	28.921	0.081	2.994	S	1.98
151	1	3	6	29.346	0.047	1.731	S	1.22
152	6	7	12	29.458	0.106	3.933	S	0.86
153	4	5	13	29.504	0.023	0.853	S	9.55
154	4	9	12	29.867	0.071	2.635	S	1.43
155	4	5	11	30.084	0.079	2.917	S	1.74
156	1	5	13	30.557	0.091	3.368	S	2.63
157	5	10	11	30.801	0.021	0.784	S	2.78
158	2	5	12	30.857	0.038	1.414	S	2.09
159	5	11	13	30.919	0.046	1.715	S	1.58
160	1	12	13	31.001	0.164	6.087	S	2.95
161	1	6	9	31.237	0.008	0.284	S	6.40
162	4	6	7	31.243	0.139	5.140	S	1.64
163	5	8	10	31.577	0.027	0.984	S	1.70
164	1	5	11	31.616	0.049	1.832	S	1.65
165	6	9	10	31.796	0.081	3.010	S	2.18
166	1	8	10	31.957	0.047	1.751	S	1.10
167	1	11	12	32.005	0.059	2.198	S	6.90
168	3	5	6	32.186	0.018	0.675	S	2.72
169	5	7	12	32.520	0.028	1.036	S	1.94
170	6	8	9	32.674	0.030	1.126	S	1.23
171	2	6	9	32.883	0.090	3.343	S	2.09
172	2	7	11	33.020	0.039	1.456	S	1.38
173	3	7	11	33.847	0.032	1.179	S	1.56
174	4	5	9	34.009	0.065	2.396	S	2.02
175	4	7	13	34.466	0.025	0.919	S	1.44
176	2	3	10	34.798	0.090	3.343	S	3.11
177	2	5	6	34.802	0.026	0.961	S	2.67
178	4	7	10	34.931	0.078	2.906	S	2.28
179	3	4	8	35.432	0.089	3.291	S	2.18

180	3	7	12	35.473	0.060	2.218	S	1.87
181	2	3	12	35.552	0.050	1.852	S	1.46
182	1	7	8	35.611	0.028	1.052	S	1.76
183	3	5	10	35.710	0.021	0.787	S	2.51
184	6	10	12	35.854	0.041	1.525	S	1.28
185	1	5	10	36.321	0.009	0.351	S	2.87
186	5	7	13	36.377	0.046	1.710	S	2.87
187	2	6	12	37.043	0.037	1.382	S	1.17
188	1	5	7	37.089	0.013	0.489	S	2.88
189	3	7	13	37.316	0.040	1.487	S	1.69
190	2	5	9	37.537	0.055	2.040	S	1.77
191	6	7	13	37.587	0.059	2.190	S	0.76
192	1	7	13	37.649	0.049	1.821	S	1.86
193	1	5	9	37.744	0.036	1.345	S	1.80
194	8	9	13	37.908	0.150	5.552	S	1.66
195	2	4	11	38.101	0.043	1.607	S	1.33
196	2	7	8	38.186	0.043	1.578	S	1.26
197	1	11	13	38.370	0.175	6.475	S	6.11
198	1	3	5	38.448	0.086	3.195	S	2.06
199	1	8	13	38.481	0.078	2.887	S	7.70
200	2	5	7	38.661	0.018	0.652	S	2.50
201	6	8	10	38.806	0.031	1.160	S	1.73
202	1	4	6	38.836	0.031	1.160	S	1.18
203	5	8	11	38.888	0.089	3.278	S	1.65
204	2	4	7	39.052	0.084	3.127	S	2.50
205	5	8	13	40.538	0.049	1.818	S	2.73
206	2	6	8	40.766	0.023	0.853	S	1.69
207	5	11	12	40.767	0.053	1.974	S	2.09
208	5	8	9	40.819	0.021	0.773	S	2.85
209	2	9	12	40.998	0.040	1.482	S	1.21
210	9	11	13	41.184	0.086	3.168	S	1.21
211	3	4	6	41.409	0.034	1.246	S	1.57
212	5	7	8	41.991	0.045	1.674	S	1.68
213	1	6	11	42.417	0.063	2.346	S	2.10
214	1	4	5	42.452	0.028	1.027	S	2.72
215	1	7	12	42.765	0.059	2.202	S	1.64
216	1	7	11	42.779	0.038	1.396	S	1.54
217	4	10	11	43.046	0.048	1.782	S	1.33
218	5	9	11	43.339	0.008	0.298	S	2.95
219	3	9	13	43.809	0.094	3.475	S	1.36
220	5	9	13	43.867	0.030	1.111	S	0.94
221	1	7	9	44.179	0.029	1.070	S	1.06
222	6	10	13	44.351	0.027	1.016	S	0.75
223	4	7	12	44.481	0.035	1.309	S	1.67
224	2	6	11	44.997	0.012	0.432	S	8.42
225	4	6	10	45.200	0.033	1.212	S	1.29
226	7	8	10	45.480	0.035	1.299	S	1.09
227	2	3	4	45.697	0.041	1.507	S	1.46
228	2	5	8	47.692	0.016	0.606	S	1.25
229	6	11	12	48.251	0.029	1.074	S	1.33
230	5	6	13	48.800	0.027	1.011	S	0.90
231	5	7	9	49.772	0.024	0.901	S	0.96
232	4	6	9	49.831	0.033	1.238	S	1.10
233	4	9	10	50.252	0.065	2.403	S	5.86
234	2	6	13	50.399	0.023	0.850	S	0.71
235	7	8	12	51.486	0.030	1.122	S	1.22
236	5	12	13	52.224	0.036	1.348	S	2.47
237	9	10	12	52.502	0.033	1.213	S	1.13
238	1	9	13	53.105	0.038	1.425	S	1.07
239	3	7	8	53.346	0.030	1.128	S	1.83
240	3	6	13	55.251	0.025	0.910	S	0.89
241	7	8	13	55.655	0.023	0.857	S	1.12
242	5	9	12	55.712	0.069	2.572	S	1.62
243	5	6	11	56.120	0.014	0.537	S	2.62
244	5	6	12	56.716	0.018	0.653	S	0.81
245	5	6	7	56.833	0.004	0.160	S	0.26
246	3	7	9	56.880	0.025	0.937	S	0.89
247	2	5	10	57.535	0.025	0.908	S	1.91
248	6	10	11	58.384	0.005	0.168	S	1.74
249	4	7	9	58.574	0.024	0.890	S	1.03
250	4	5	7	59.451	0.019	0.690	S	2.73
251	4	6	11	60.521	0.011	0.426	S	1.27
252	7	11	12	61.513	0.019	0.718	S	0.69
253	4	5	8	62.026	0.050	1.865	S	1.51
254	3	4	7	63.266	0.002	0.062	S	8.62
255	4	5	12	63.716	0.012	0.427	S	2.89
256	7	9	12	64.619	0.013	0.500	S	1.11

257	2	4	9	65.219	0.048	1.785	S	5.87
258	1	6	13	65.252	0.017	0.614	S	0.97
259	3	5	12	65.433	0.035	1.288	S	2.23
260	3	8	11	65.686	0.051	1.906	S	1.35
261	3	6	11	66.057	0.005	0.201	S	1.98
262	6	8	11	68.182	0.019	0.687	S	1.69
263	3	5	11	68.710	0.009	0.315	S	2.94
264	4	7	11	69.513	0.023	0.833	S	1.18
265	3	5	7	70.031	0.016	0.587	S	1.14
266	3	6	12	71.008	0.012	0.453	S	0.60
267	5	6	10	71.282	0.009	0.348	S	2.91
268	2	7	9	76.370	0.020	0.741	S	1.12
269	6	11	13	77.982	0.014	0.603	S	0.83
270	6	9	12	78.831	0.015	0.543	S	1.38
271	1	6	12	79.637	0.013	0.468	S	1.45
272	4	7	8	80.152	0.026	0.961	S	1.78
273	2	8	13	80.829	0.012	0.458	S	0.65
274	2	9	10	83.878	0.022	0.824	S	6.61
275	1	3	7	85.076	0.007	0.241	S	2.12
276	3	5	9	88.144	0.002	0.058	S	9.97
277	2	7	12	89.550	0.007	0.248	S	1.45
278	7	12	13	96.828	0.003	0.119	S	5.26
279	1	2	5	105.829	0.001	0.048	S	2.95
280	2	7	13	107.195	0.005	0.168	S	1.16
281	1	4	7	115.396	0.003	0.102	S	1.61
282	7	10	12	143.497	0.003	0.105	S	1.21
283	1	2	7	175.133	0.000	0.008	S	0.09
284	2	3	6	179.063	0.003	0.109	S	1.12



Wedge Information

Lower Right wedge [3]

Factor of Safety: stable
Wedge Volume: 30.745 m3
Wedge Weight: 0.830 MN
Wedge z-Length: 6.73 m
Apex Height: 5.93 m

Upper Right wedge [4]

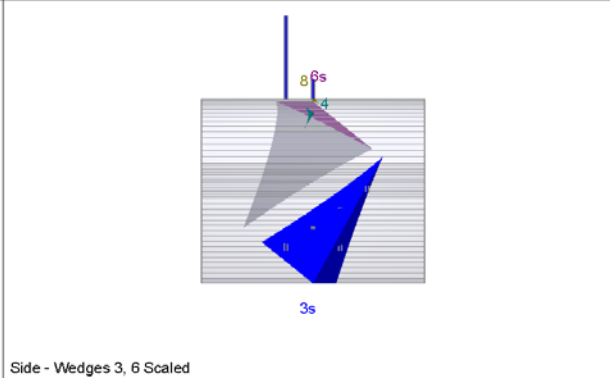
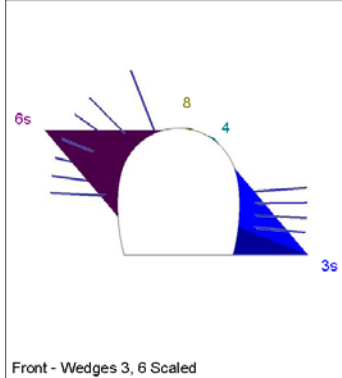
Factor of Safety: 470.222
Wedge Volume: 0.011 m3
Wedge Weight: 0.000 MN
Wedge z-Length: 0.63 m
Apex Height: 0.14 m

Upper Left wedge [6]

Factor of Safety: 5.965
Wedge Volume: 47.114 m3
Wedge Weight: 1.272 MN
Wedge z-Length: 7.17 m
Apex Height: 7.03 m

Roof wedge [8]

Factor of Safety: 812.149
Wedge Volume: 0.004 m3
Wedge Weight: 0.000 MN
Wedge z-Length: 0.56 m
Apex Height: 0.09 m



Rock mass

GB-DZ-GA1; GB-G-GA-9; GB-G-GA-10;

Area tunnel face

	Joint Orientattions		Joint Properties			
	Dip	Dip Direction	persistence	φ	c	φ_d
	[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]	[°]
J1	70	80	10	20	0	16.23
J2	85	170	10	20	0	16.23
J3	70	230	10	20	0	16.23
J4	45	170	10	20	0	16.23
J5	85	30	3	20	0	16.23
J6	70	300	3	20	0	16.23
J7	50	130	3	20	0	16.23
J8	35	230	10	20	0	16.23
J9	45	340	10	20	0	16.23
J10	85	350	10	20	0	16.23
J11	60	270	10	20	0	16.23
J12	30	50	10	20	0	16.23
J13	30	90	10	20	0	16.23

Shotcrete lining 5 cm (Shear strength 0.91 MPa)

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety	Wedge Weight	Wedge Volume	Comment
				[-]	[MN]	[m ³]	
1	2	3	4	1.024	0.908	33.624	S
2	3	4	10	1.186	0.742	27.492	S
3	2	3	13	1.318	0.687	25.427	S
4	3	10	13	1.426	0.627	23.217	S
5	2	11	13	1.546	0.945	34.998	S
6	2	11	12	1.597	0.920	34.060	S
7	1	10	12	1.638	0.534	19.761	S
8	2	4	11	1.646	0.713	26.416	S
9	1	8	10	1.649	0.619	22.939	S
10	1	9	13	1.668	1.377	50.999	S
11	1	9	10	1.689	0.545	20.172	S
12	10	11	13	1.920	0.619	22.922	S
13	2	3	12	1.941	0.420	15.548	S
14	2	8	11	1.943	0.486	17.982	S
15	1	2	9	1.960	0.274	10.165	S
16	1	10	13	1.982	0.445	16.488	S
17	1	2	12	2.024	0.258	9.543	S
18	1	2	8	2.099	0.265	9.819	S
19	4	10	11	2.118	0.463	17.136	S
20	2	4	8	2.152	0.871	32.259	S
21	3	4	11	2.166	0.318	11.782	S
22	4	8	10	2.191	0.848	31.393	S
23	10	11	12	2.251	0.492	18.220	S
24	9	10	12	2.252	1.174	43.491	S
25	1	3	11	2.265	0.325	12.048	S
26	1	9	12	2.282	0.531	19.669	S
27	1	3	10	2.322	0.321	11.878	S
28	6	7	8	2.326	0.695	25.746	S
29	2	9	12	2.326	1.067	39.525	S
30	7	10	11	2.330	0.454	16.799	S
31	5	7	12	2.349	0.353	13.076	S

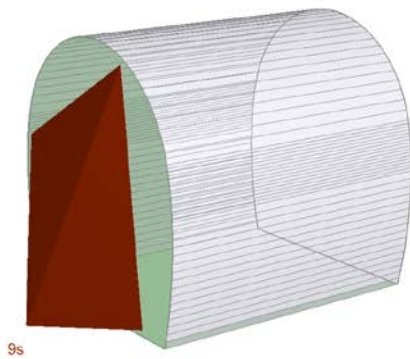
32	1	4	9	2.385	0.468	17.316	S
33	3	10	12	2.391	0.312	11.545	S
34	2	5	12	2.406	0.283	10.495	S
35	1	2	13	2.436	0.210	7.786	S
36	8	10	11	2.472	0.351	12.987	S
37	9	10	13	2.499	0.981	36.337	S
38	2	6	13	2.533	0.587	21.751	S
39	7	8	9	2.547	0.895	33.156	S
40	2	7	8	2.587	0.888	32.875	S
41	2	9	13	2.594	0.871	32.262	S
42	2	4	6	2.596	0.487	18.054	S
43	1	4	11	2.632	0.345	12.779	S
44	3	6	12	2.642	0.267	9.879	S
45	4	6	9	2.652	1.322	48.946	S
46	3	11	13	2.669	0.263	9.751	S
47	4	7	9	2.681	0.377	13.979	S
48	1	2	3	2.684	0.198	7.341	S
49	2	5	13	2.709	0.220	8.150	S
50	6	8	13	2.713	0.875	32.402	S
51	1	2	11	2.719	0.187	6.923	S
52	2	4	5	2.733	0.228	8.448	S
53	1	4	6	2.740	0.364	13.488	S
54	3	7	13	2.765	0.415	15.372	S
55	8	10	13	2.777	0.858	31.763	S
56	2	3	10	2.818	0.198	7.331	S
57	2	3	8	2.839	0.251	9.279	S
58	1	8	9	2.853	0.687	25.429	S
59	1	8	11	2.863	0.694	25.686	S
60	5	7	8	2.881	0.288	10.650	S
61	5	10	13	2.922	0.135	5.005	S
62	7	9	10	2.923	0.801	29.663	S
63	4	5	10	2.931	0.137	5.082	S
64	5	10	12	2.971	0.136	5.052	S
65	4	6	7	2.978	0.275	10.186	S
66	6	7	9	3.012	0.834	30.897	S
67	1	4	8	3.019	0.271	10.045	S
68	4	6	12	3.026	0.932	34.509	S
69	2	8	13	3.135	0.695	25.746	S
70	1	6	12	3.148	0.355	13.160	S
71	2	6	8	3.178	0.286	10.608	S
72	5	7	13	3.190	0.216	8.003	S
73	2	7	9	3.209	0.629	23.291	S
74	3	7	12	3.219	0.344	12.729	S
75	7	11	13	3.222	1.315	48.714	S
76	4	8	9	3.293	0.502	18.584	S
77	1	10	11	3.324	0.243	9.012	S
78	1	4	5	3.335	0.153	5.649	S
79	1	2	6	3.339	0.146	5.398	S
80	7	9	11	3.383	0.224	8.293	S
81	7	9	12	3.387	0.367	13.610	S
82	4	11	12	3.399	0.611	22.631	S
83	3	8	10	3.408	0.198	7.335	S
84	2	5	8	3.416	0.178	6.596	S
85	2	6	7	3.429	0.383	14.168	S
86	5	7	10	3.445	0.104	3.861	S
87	11	12	13	3.510	0.684	25.324	S
88	6	12	13	3.529	0.513	18.991	S
89	2	6	9	3.540	0.366	13.553	S
90	3	4	8	3.589	0.256	9.470	S
91	4	7	10	3.597	0.256	9.480	S
92	3	6	8	3.622	0.181	6.711	S
93	4	7	11	3.647	0.171	6.336	S
94	4	7	8	3.673	0.179	6.647	S
95	9	11	13	3.679	0.187	6.922	S
96	4	9	11	3.683	0.203	7.507	S
97	2	5	7	3.722	0.132	4.894	S
98	1	3	4	3.780	0.048	1.788	S
99	8	11	13	3.790	0.426	15.765	S
100	1	2	10	3.837	0.119	4.401	S
101	6	9	13	3.856	0.430	15.927	S
102	2	3	11	3.903	0.082	3.035	S
103	4	9	12	3.928	0.528	19.563	S
104	1	4	10	3.942	0.199	7.382	S
105	1	3	13	3.966	0.228	8.461	S
106	3	11	12	4.004	0.161	5.975	S
107	2	8	9	4.012	0.232	8.596	S
108	6	11	13	4.013	0.561	20.792	S

109	3	7	8	4.020	0.233	8.625	S
110	1	2	4	4.033	0.117	4.350	S
111	5	8	10	4.041	0.092	3.397	S
112	6	8	9	4.091	0.460	17.040	S
113	1	3	12	4.095	0.295	10.917	S
114	9	11	12	4.112	0.153	5.656	S
115	3	4	12	4.243	0.211	7.829	S
116	1	9	11	4.272	0.134	4.981	S
117	1	4	12	4.280	0.207	7.682	S
118	2	4	7	4.284	0.207	7.655	S
119	2	10	11	4.447	0.182	6.739	S
120	1	12	13	4.449	0.496	18.381	S
121	7	8	13	4.548	0.494	18.297	S
122	8	9	13	4.594	0.402	14.887	S
123	4	10	12	4.602	0.267	9.890	S
124	2	3	6	4.616	0.046	1.696	S
125	6	7	13	4.642	0.754	27.936	S
126	4	5	8	4.718	0.272	10.069	S
127	1	5	10	4.764	0.059	2.194	S
128	8	9	10	4.766	0.172	6.364	S
129	6	7	11	4.818	0.362	13.414	S
130	4	7	12	4.841	0.179	6.641	S
131	2	9	11	5.026	0.135	4.996	S
132	6	11	12	5.086	0.411	15.213	S
133	2	4	12	5.108	0.230	8.537	S
134	3	8	11	5.134	0.121	4.481	S
135	4	8	11	5.138	0.092	3.395	S
136	1	3	5	5.143	0.089	3.304	S
137	1	6	11	5.189	0.344	12.744	S
138	6	10	13	5.238	0.203	7.524	S
139	2	8	10	5.243	0.160	5.939	S
140	6	10	12	5.252	0.204	7.556	S
141	4	6	10	5.353	0.182	6.753	S
142	9	12	13	5.393	0.203	7.501	S
143	8	9	11	5.398	0.123	4.569	S
144	6	9	12	5.552	0.189	6.982	S
145	1	3	8	5.696	0.157	5.822	S
146	3	5	7	5.714	0.113	4.188	S
147	3	4	5	5.737	0.111	4.102	S
148	4	5	7	5.763	0.116	4.313	S
149	6	7	10	5.900	0.172	6.379	S
150	4	5	12	5.921	0.139	5.138	S
151	2	7	12	5.927	0.144	5.323	S
152	6	8	10	6.019	0.142	5.264	S
153	2	5	10	6.116	0.058	2.163	S
154	6	8	11	6.239	0.214	7.921	S
155	9	10	11	6.256	0.104	3.846	S
156	3	6	11	6.266	0.059	2.202	S
157	4	6	11	6.275	0.198	7.318	S
158	4	6	13	6.294	0.211	7.801	S
159	3	5	13	6.617	0.090	3.341	S
160	1	6	10	6.650	0.111	4.109	S
161	2	10	12	6.663	0.127	4.697	S
162	6	9	11	6.689	0.097	3.583	S
163	4	11	13	6.771	0.195	7.211	S
164	1	5	7	6.844	0.066	2.450	S
165	4	9	13	6.884	0.169	6.272	S
166	3	7	11	6.904	0.049	1.823	S
167	6	9	10	7.068	0.139	5.152	S
168	2	7	10	7.109	0.174	6.434	S
169	5	8	13	7.111	0.182	6.727	S
170	3	4	13	7.136	0.117	4.337	S
171	3	10	11	7.182	0.024	0.893	S
172	2	7	13	7.192	0.115	4.251	S
173	1	2	7	7.220	0.062	2.295	S
174	2	3	5	7.372	0.065	2.403	S
175	7	10	12	7.404	0.073	2.720	S
176	3	5	10	7.471	0.042	1.564	S
177	2	10	13	7.500	0.145	5.356	S
178	5	12	13	7.699	0.147	5.447	S
179	1	5	9	7.723	0.054	2.015	S
180	4	10	13	7.835	0.129	4.760	S
181	7	8	11	7.877	0.040	1.477	S
182	1	7	10	8.039	0.090	3.339	S
183	2	4	13	8.217	0.120	4.446	S
184	1	7	9	8.325	0.158	5.841	S
185	3	5	12	8.406	0.066	2.437	S

186	7	9	13	8.591	0.164	6.071	S
187	1	7	11	8.683	0.136	5.046	S
188	3	7	10	8.694	0.030	1.123	S
189	2	6	10	8.723	0.104	3.836	S
190	6	8	12	8.802	0.215	7.948	S
191	2	8	12	8.840	0.195	7.231	S
192	8	10	12	8.885	0.194	7.186	S
193	7	10	13	8.969	0.061	2.247	S
194	5	7	9	9.042	0.066	2.438	S
195	1	4	13	9.049	0.088	3.261	S
196	1	11	12	9.053	0.055	2.045	S
197	1	6	7	9.107	0.138	5.107	S
198	1	2	5	9.129	0.025	0.927	S
199	4	6	8	9.176	0.029	1.089	S
200	4	8	13	9.533	0.125	4.629	S
201	8	11	12	9.648	0.170	6.301	S
202	4	7	13	9.699	0.082	3.049	S
203	1	7	8	9.720	0.109	4.021	S
204	1	7	12	9.721	0.128	4.725	S
205	3	6	13	9.915	0.025	0.942	S
206	5	9	10	10.052	0.030	1.119	S
207	5	6	13	10.234	0.031	1.146	S
208	2	7	11	10.362	0.042	1.570	S
209	2	5	9	10.449	0.043	1.593	S
210	3	12	13	10.499	0.183	6.760	S
211	4	5	6	10.511	0.030	1.099	S
212	4	5	9	10.530	0.066	2.434	S
213	5	9	13	10.621	0.066	2.430	S
214	5	6	7	10.758	0.029	1.059	S
215	2	3	9	10.825	0.045	1.648	S
216	3	7	9	10.894	0.054	1.989	S
217	3	9	10	10.905	0.041	1.528	S
218	5	6	12	10.997	0.028	1.027	S
219	7	8	12	10.997	0.174	6.448	S
220	1	7	13	11.051	0.110	4.062	S
221	3	5	8	11.062	0.048	1.777	S
222	4	12	13	11.177	0.082	3.020	S
223	3	4	9	11.216	0.051	1.896	S
224	1	3	9	11.431	0.051	1.873	S
225	5	9	12	11.600	0.058	2.134	S
226	2	12	13	11.600	0.046	1.712	S
227	1	5	6	11.665	0.025	0.925	S
228	3	6	7	11.946	0.017	0.613	S
229	8	9	12	12.182	0.129	4.769	S
230	2	3	7	12.217	0.018	0.668	S
231	5	6	8	12.531	0.023	0.854	S
232	3	9	13	12.614	0.044	1.631	S
233	1	5	12	12.768	0.012	0.451	S
234	3	4	6	12.774	0.014	0.530	S
235	7	11	12	12.847	0.062	2.281	S
236	1	8	12	12.856	0.138	5.095	S
237	6	10	11	12.931	0.042	1.573	S
238	1	6	8	13.011	0.045	1.684	S
239	1	8	13	13.480	0.058	2.147	S
240	4	8	12	13.569	0.120	4.449	S
241	3	8	13	13.631	0.089	3.296	S
242	2	5	6	13.755	0.021	0.781	S
243	3	6	9	13.895	0.040	1.472	S
244	5	8	9	14.309	0.040	1.498	S
245	1	3	7	14.475	0.046	1.718	S
246	1	11	13	14.906	0.169	6.251	S
247	1	5	13	14.925	0.010	0.368	S
248	3	9	12	14.951	0.036	1.321	S
249	7	8	10	15.106	0.039	1.455	S
250	8	12	13	15.190	0.120	4.439	S
251	1	3	6	15.222	0.013	0.468	S
252	1	6	13	15.562	0.030	1.124	S
253	6	7	12	16.144	0.034	1.255	S
254	1	5	8	16.828	0.008	0.303	S
255	3	5	6	17.108	0.015	0.559	S
256	3	9	11	17.358	0.024	0.906	S
257	3	8	9	17.363	0.030	1.121	S
258	10	12	13	17.689	0.017	0.646	S
259	1	6	9	18.695	0.008	0.280	S
260	2	6	12	19.394	0.019	0.716	S
261	5	8	12	19.706	0.074	2.745	S
262	4	5	13	19.741	0.016	0.596	S

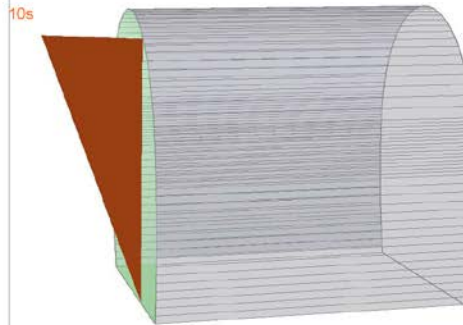
263	2	6	11	20.054	0.010	0.358	S
264	5	6	9	20.652	0.012	0.453	S
265	5	6	10	21.309	0.015	0.551	S
266	1	4	7	22.415	0.029	1.076	S
267	4	9	10	24.100	0.069	2.569	S
268	3	6	10	25.647	0.008	0.290	S
269	2	4	9	27.719	0.053	1.946	S
270	3	5	11	37.169	0.003	0.099	S
271	3	4	7	39.432	0.002	0.059	S
272	7	12	13	45.696	0.003	0.116	S
273	2	9	10	54.468	0.022	0.805	S
274	5	10	11	63.437	0.003	0.099	S
275	1	5	11	68.655	0.003	0.117	S
276	4	5	11	70.874	0.003	0.125	S
277	5	11	13	71.183	0.003	0.124	S
278	5	7	11	71.946	0.003	0.122	S
279	5	11	12	72.528	0.003	0.121	S
280	5	8	11	74.087	0.003	0.118	S
281	2	5	11	76.908	0.003	0.110	S
282	5	6	11	78.326	0.002	0.073	S
283	5	9	11	90.279	0.003	0.093	S
284	3	5	9	104.548	0.001	0.043	S

Near End wedge [9] Scaled
FS: stable



Volume: 33.624 m3, Weight: 0.908 MN, z-Length: 0.00 m, Apex Height: 3.12 m

Far End wedge [10] Scaled
FS: 1.024



Volume: 33.624 m3, Weight: 0.908 MN, z-Length: 0.00 m, Apex Height: 3.12 m

Wedge Information

Near End wedge [9]

Factor of Safety: stable
Wedge Volume: 33.624 m3
Wedge Weight: 0.908 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Apex Height: 3.12 m

Far End wedge [10]

Factor of Safety: 1.024
Wedge Volume: 33.624 m3
Wedge Weight: 0.908 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Apex Height: 3.12 m

A2. 2 Schnitt 2-2 / Sezione 2-2

Rock mass

GB-DZ-GA1; GB-G-GA-9; GB-G-GA-10;

Area L2

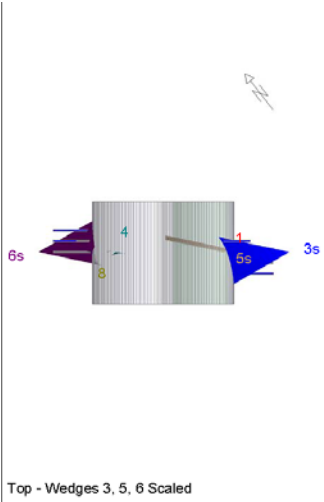
	Joint Orientattions		Joint Properties		
	Dip	Dip Direction	persistence	ϕ	c
	[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	70	80	10	20	0
J2	85	170	10	20	0
J3	70	230	10	20	0
J4	45	170	10	20	0
J5	85	30	3	20	0
J6	70	300	3	20	0
J7	50	130	3	20	0
J8	35	230	10	20	0
J9	45	340	10	20	0
J10	85	350	10	20	0
J11	60	270	10	20	0
J12	30	50	10	20	0
J13	30	90	10	20	0

Necessary anchorage pattern:

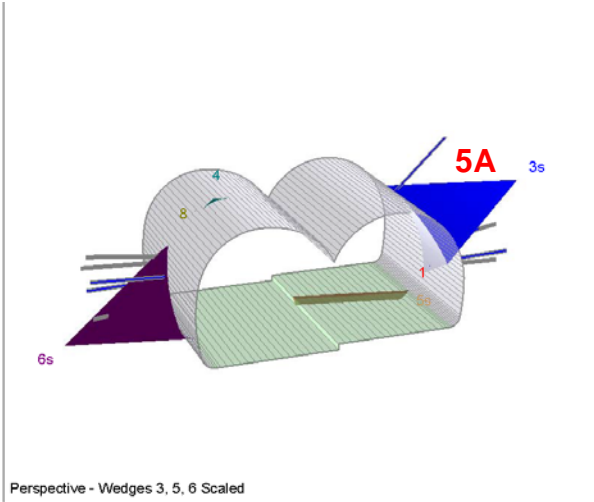
1.8	x	1.5	m
L	=	5.5	m
SN 28	N_{yd}	413	kN
Shotcrete lining	15	cm	(Shear strength 0.91 MPa)

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment	Apex Height [m]
1	1	4	12	4.017	1.241	45.961	S	2.48
2	9	10	11	5.368	0.931	34.488	S	5.91
3	3	9	11	5.531	0.520	19.244	S	6.09
4	2	9	11	5.541	0.887	32.864	S	5.22
5	3	8	9	5.656	1.062	39.331	S	8.43
6	1	10	13	5.850	0.550	20.374	S	1.37
7	3	4	12	6.186	1.222	45.274	S	6.93
8	2	3	11	6.534	0.202	7.464	S	8.94
9	3	9	10	6.807	0.681	25.211	S	5.70
10	1	2	13	6.996	0.593	21.964	S	4.29
11	1	9	11	7.027	0.638	23.635	S	5.87
12	1	3	8	8.112	0.623	23.067	S	8.04
13	3	8	10	9.038	0.460	17.024	S	4.48
14	4	10	13	9.462	0.649	24.026	S	6.01
15	1	2	4	9.548	0.405	14.989	S	3.67



Top - Wedges 3, 5, 6 Scaled



Perspective - Wedges 3, 5, 6 Scaled

Wedge Information

Lower Right wedge [1]
 Factor of Safety: 9365.043
 Wedge Volume: 0.000 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.06 m
 Excavation Face Area: 0.00 m2
 Apex Height: 0.01 m

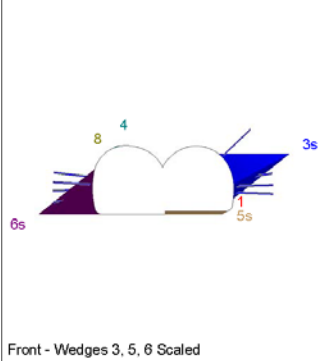
Upper Right wedge [3]
 Factor of Safety: 5.656
 Wedge Volume: 39.331 m3
 Wedge Weight: 1.062 MN
 Wedge z-Length: 6.54 m
 Excavation Face Area: 14.68 m2
 Apex Height: 8.43 m

Upper Left wedge [4]
 Factor of Safety: 646.498
 Wedge Volume: 0.007 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.48 m
 Excavation Face Area: 0.18 m2
 Apex Height: 0.14 m

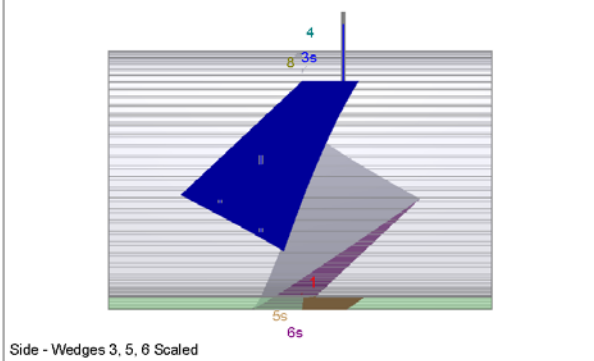
Lower Right wedge [5]
 Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 0.858 m3
 Wedge Weight: 0.023 MN
 Wedge z-Length: 2.24 m
 Excavation Face Area: 4.14 m2
 Apex Height: 0.44 m

Lower Left wedge [6]
 Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 33.721 m3
 Wedge Weight: 0.910 MN
 Wedge z-Length: 6.21 m
 Excavation Face Area: 13.72 m2
 Apex Height: 7.80 m

Upper Left wedge [8]
 Factor of Safety: 2731.153
 Wedge Volume: 0.000 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.29 m
 Excavation Face Area: 0.02 m2
 Apex Height: 0.02 m



Front - Wedges 3, 5, 6 Scaled



Side - Wedges 3, 5, 6 Scaled

Wedge Information

Lower Left wedge [1]
 Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 0.000 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.14 m
 Excavation Face Area: 0.01 m2
 Apex Height: 0.02 m

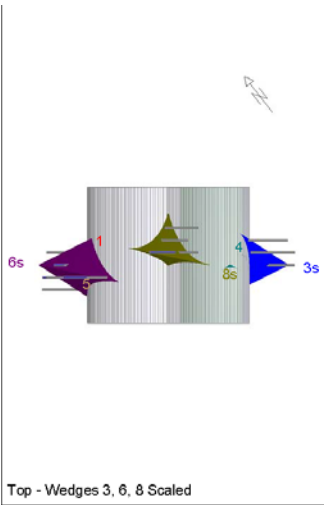
Lower Right wedge [3]
 Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 19.136 m3
 Wedge Weight: 0.517 MN
 Wedge z-Length: 6.28 m
 Excavation Face Area: 12.54 m2
 Apex Height: 5.00 m

Upper Right wedge [4]
 Factor of Safety: 425.483
 Wedge Volume: 0.013 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.67 m
 Excavation Face Area: 0.29 m2
 Apex Height: 0.15 m

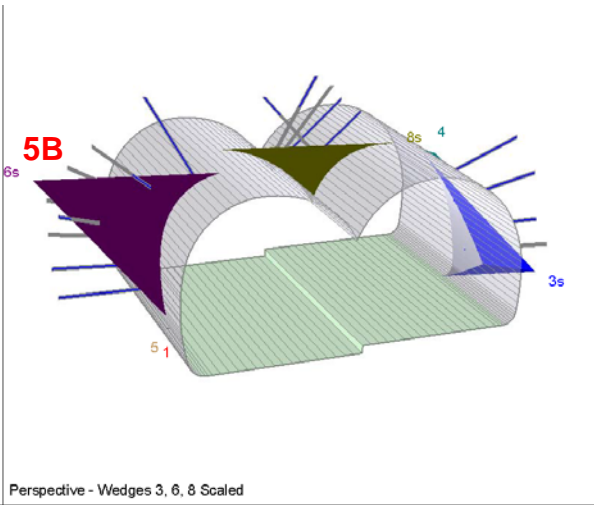
Lower Left wedge [5]
 Factor of Safety: 5468.652
 Wedge Volume: 0.000 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.13 m
 Excavation Face Area: 0.01 m2
 Apex Height: 0.03 m

Upper Left wedge [6]
 Factor of Safety: 6.186
 Wedge Volume: 45.274 m3
 Wedge Weight: 1.222 MN
 Wedge z-Length: 7.13 m
 Excavation Face Area: 21.24 m2
 Apex Height: 6.93 m

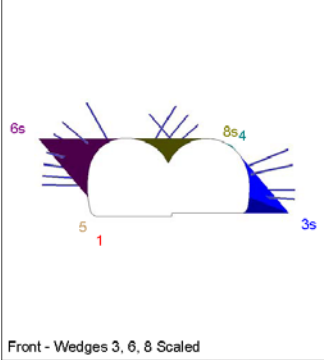
Roof wedge [8]
 Factor of Safety: 8.706
 Wedge Volume: 13.989 m3
 Wedge Weight: 0.378 MN
 Wedge z-Length: 6.40 m
 Excavation Face Area: 26.57 m2
 Apex Height: 0.05 m



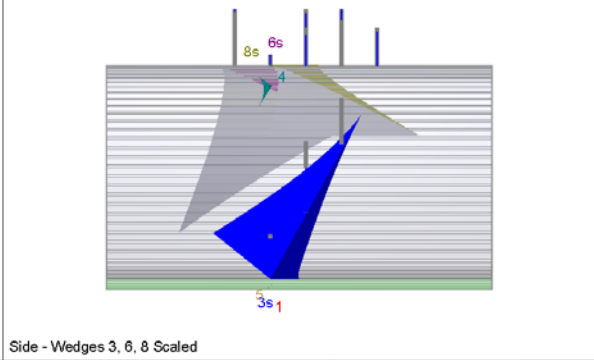
Top - Wedges 3, 6, 8 Scaled



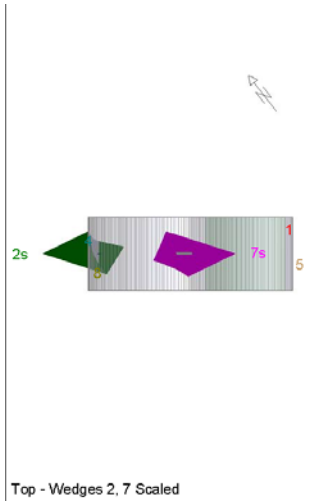
Perspective - Wedges 3, 6, 8 Scaled



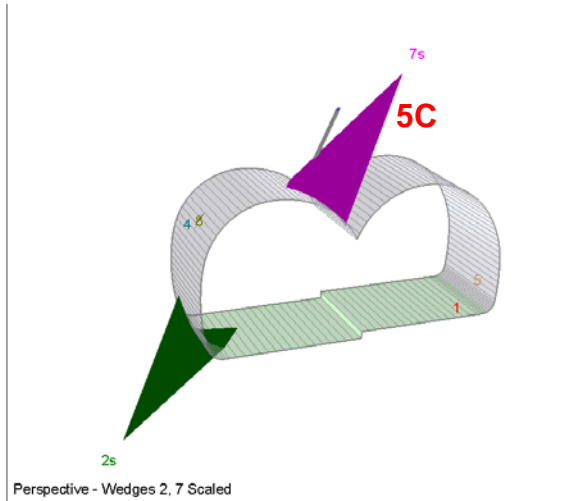
Front - Wedges 3, 6, 8 Scaled



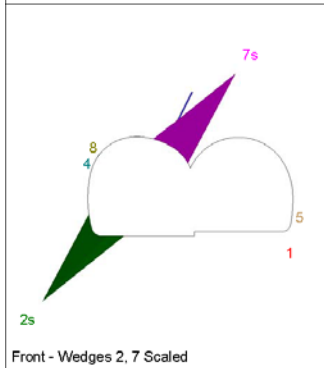
Side - Wedges 3, 6, 8 Scaled



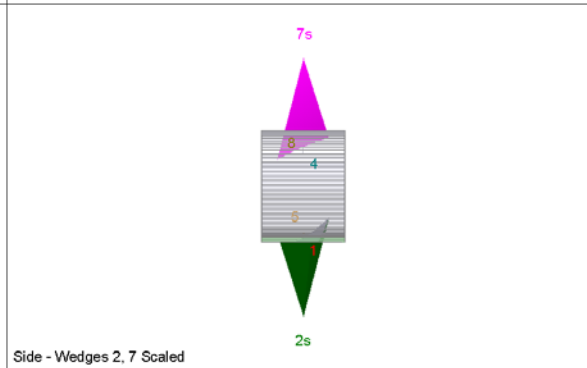
Top - Wedges 2, 7 Scaled



Perspective - Wedges 2, 7 Scaled



Front - Wedges 2, 7 Scaled



Side - Wedges 2, 7 Scaled

Wedge Information

Lower Right wedge [1]
 Factor of Safety: 8514.521
 Wedge Volume: 0.000 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.02 m
 Excavation Face Area: 0.00 m2
 Apex Height: 0.00 m

Lower Left wedge [2]
 Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 15.070 m3
 Wedge Weight: 0.407 MN
 Wedge z-Length: 4.15 m
 Excavation Face Area: 6.79 m2
 Apex Height: 8.19 m

Upper Left wedge [4]
 Factor of Safety: 1116.342
 Wedge Volume: 0.001 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.18 m
 Excavation Face Area: 0.04 m2
 Apex Height: 0.05 m

Lower Right wedge [5]
 Factor of Safety: 5408.587
 Wedge Volume: 0.000 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.02 m
 Excavation Face Area: 0.00 m2
 Apex Height: 0.01 m

Roof wedge [7]
 Factor of Safety: 5.531
 Wedge Volume: 19.244 m3
 Wedge Weight: 0.520 MN
 Wedge z-Length: 4.35 m
 Excavation Face Area: 6.44 m2
 Apex Height: 6.09 m

Upper Left wedge [8]
 Factor of Safety: 5819.304
 Wedge Volume: 0.000 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.10 m
 Excavation Face Area: 0.01 m2
 Apex Height: 0.01 m

ANHANG 3 - FEM- ANALYSEN DES INNEAUSBAUS

Die Anlage 3 führt die graphischen Darstellungen und wichtigsten Outputs der Analysen für den Innenausbau an, die mit dem Rechenprogramm Midas GTS durchgeführt wurden, sowie die Nachweise GZG und GZT.

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 MIDAS Gen, oltre alle opportune verifiche sezionali allo SLU e SLE.

A.3.1. General parameters of structure

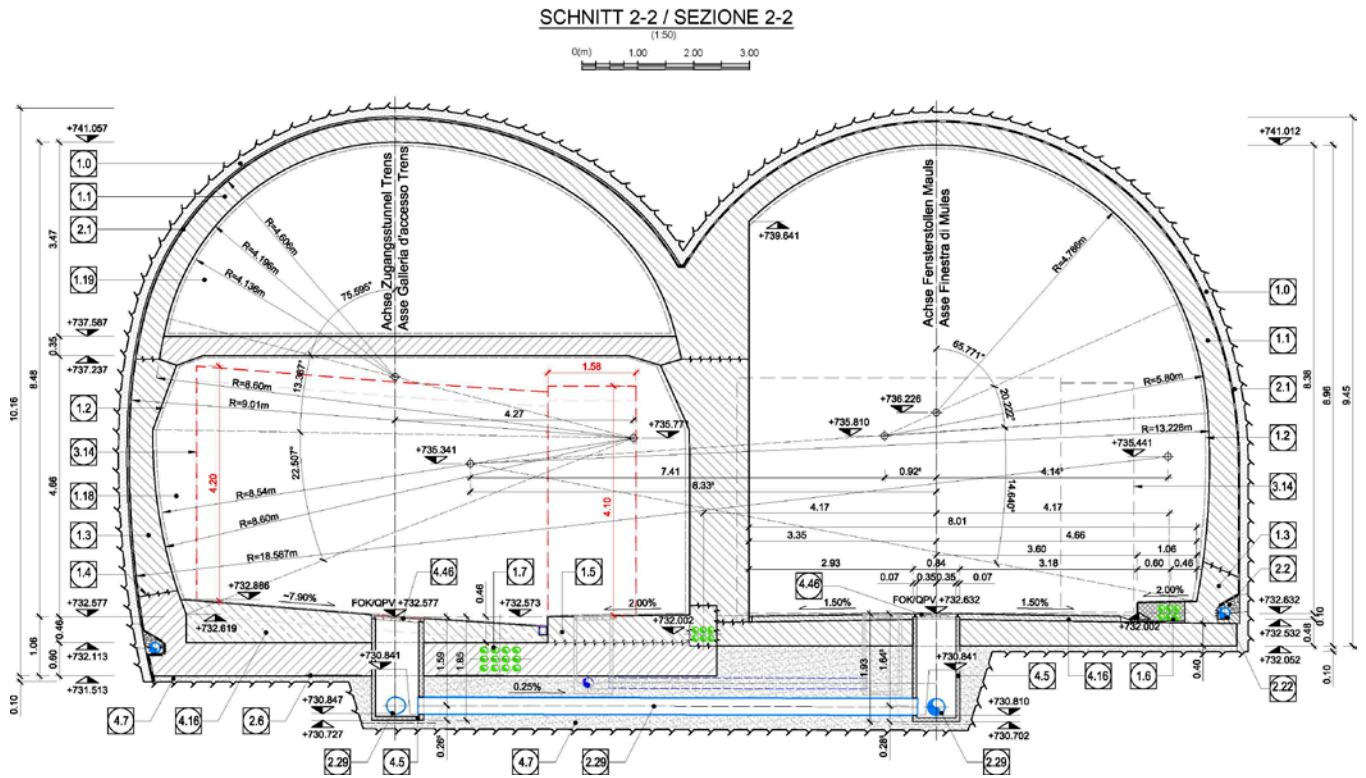


Figure 1 CB-GA cross section

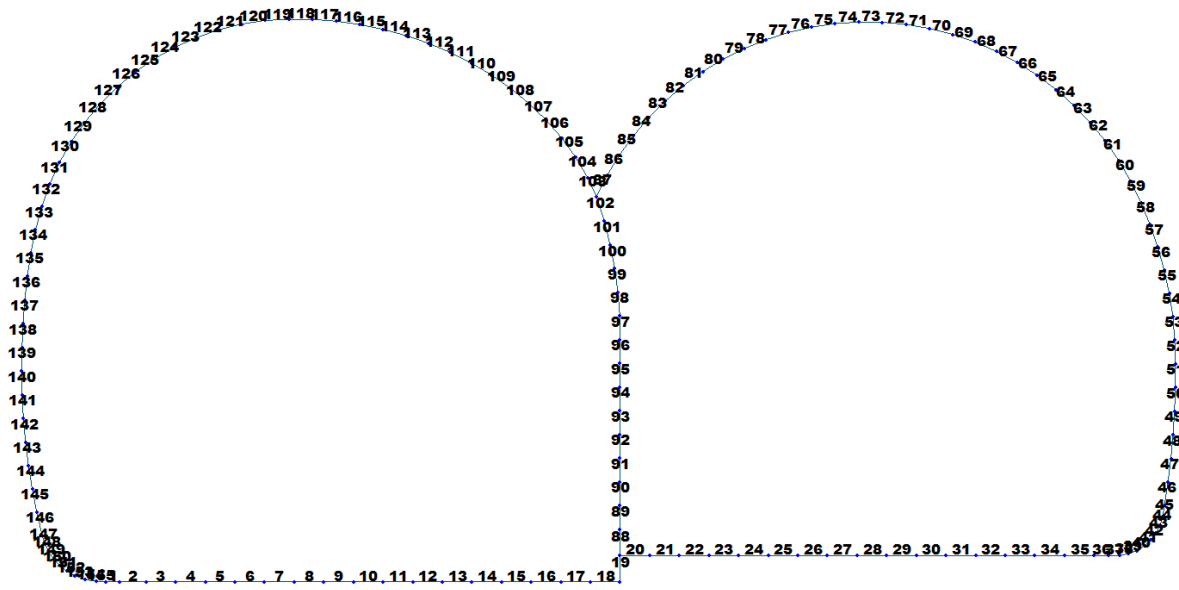


Figure 2 Elements numbering

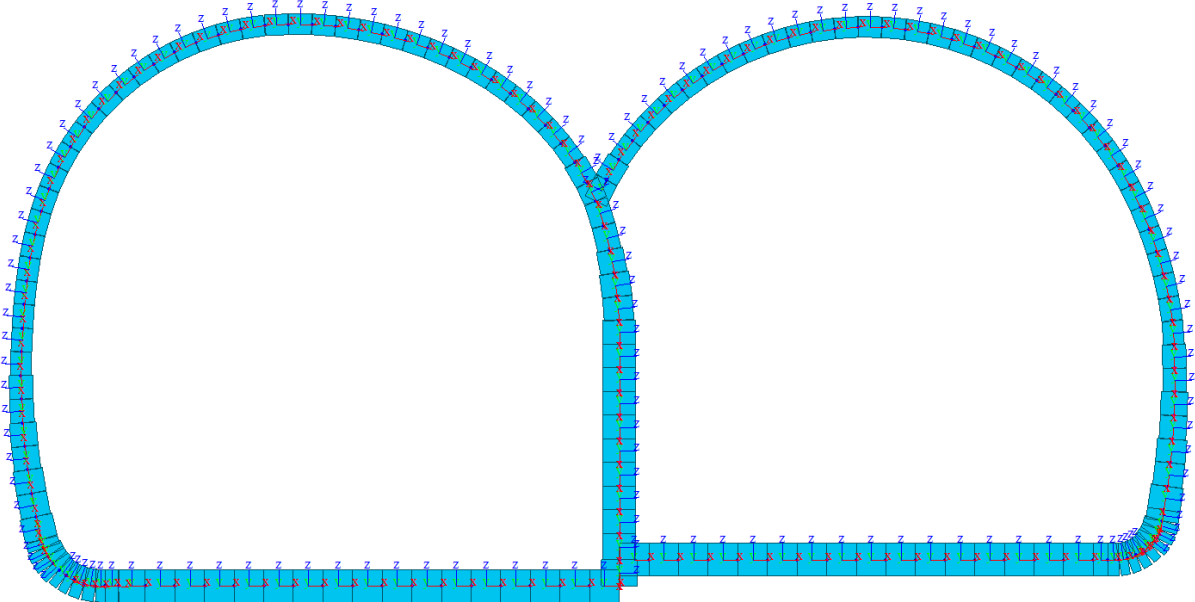


Figure 3 Elements local axis

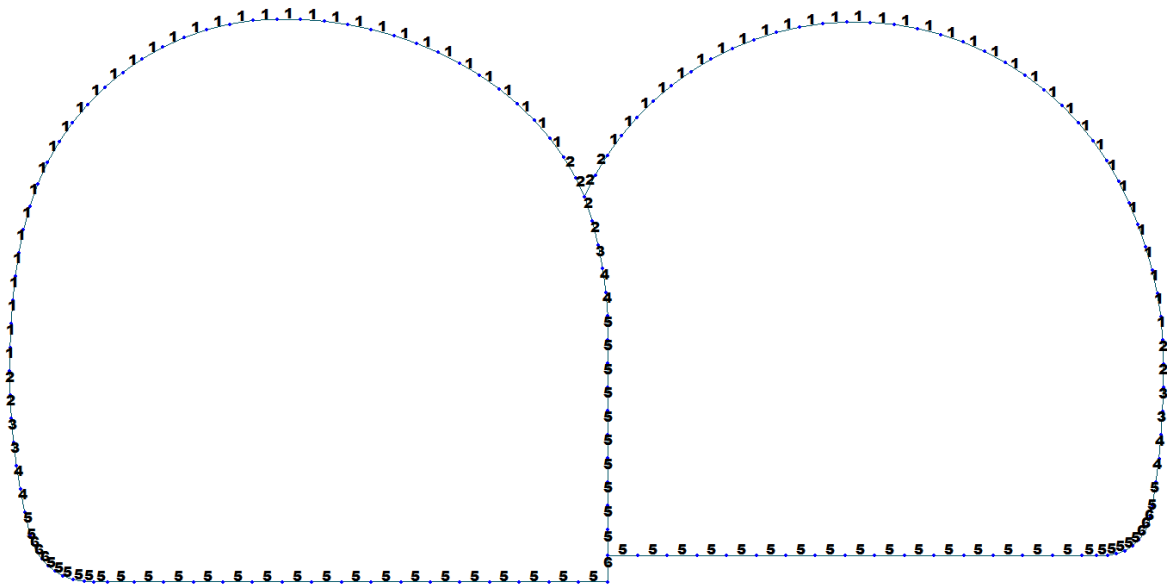


Figure 4 Element section property for CB-GA

Table 1 Section properties for CB-GA

ID	Name	Area (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	Cyp (m)	Cym (m)	Czp (m)	Czm (m)
1	100 x 35	0.3500	0.2917	0.2917	0.0111	0.0036	0.0292	0.5000	0.5000	0.1750	0.1750
2	100 x 40	0.4000	0.3333	0.3333	0.0160	0.0053	0.0333	0.5000	0.5000	0.2000	0.2000
3	100 x 45	0.4500	0.3750	0.3750	0.0218	0.0076	0.0375	0.5000	0.5000	0.2250	0.2250
4	100 x 50	0.5000	0.4167	0.4167	0.0286	0.0104	0.0417	0.5000	0.5000	0.2500	0.2500
5	100 x 55	0.5500	0.4583	0.4583	0.0364	0.0139	0.0458	0.5000	0.5000	0.2750	0.2750
6	100 x 60	0.6000	0.5000	0.5000	0.0451	0.0180	0.0500	0.5000	0.5000	0.3000	0.3000

Table 2 Material parameters for CB-GA

ID	Name	Type	Code	Elasticity (kN/m ²)	Poisson	Thermal (1/[F])	Density (kN/m ³)	Mass Density (kN/m ³ /g)
1	C30/37	Concrete	NTC2008	3.30e+007	0.2	1e-005	2.50e+001	2.5493e+0
2	B450C	Rebar steel	NTC2008	21.0e+007	0.2	0	7.85e+001	7.850 e+0

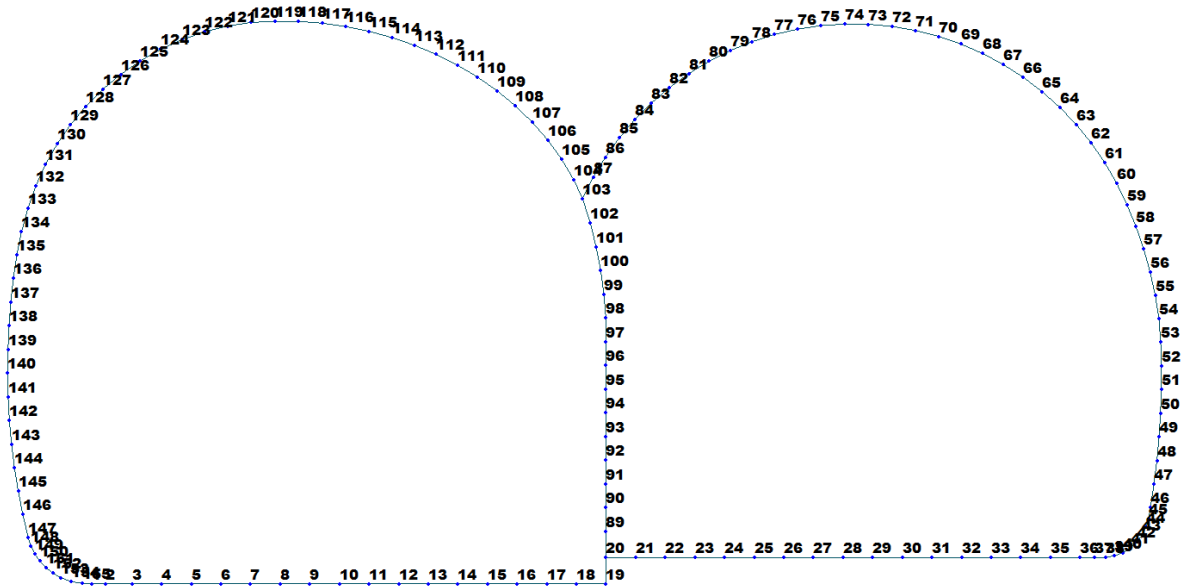


Figure 5 Node numbering

Table 3 Bounderies parameters

Node	Type	SDy (kN/m)	SDz (kN/m)	Stiffness (kN/m)	Direction	Multi-Linear Type	cx (m)	cy (kN)	dx (m)	dy (kN)	ex (m)	ey (kN)
1	Comp.-only	0.0	0.0	1497000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	Linear	0.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	Comp.-only	0.0	0.0	1497000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	Linear	0.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	Comp.-only	0.0	0.0	1497000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	Linear	0.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	Comp.-only	0.0	0.0	1497000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	Linear	0.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	Comp.-only	0.0	0.0	1497000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	Linear	0.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	Comp.-only	0.0	0.0	1497000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	Linear	0.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	Comp.-only	0.0	0.0	1497000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	Linear	0.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	Comp.-only	0.0	0.0	1497000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	Linear	0.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	Comp.-only	0.0	0.0	1497000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	Linear	0.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Comp.-only	0.0	0.0	1497000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Linear	0.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	Comp.-only	0.0	0.0	1497000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	Linear	0.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	Comp.-only	0.0	0.0	1497000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	Linear	0.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	Comp.-only	0.0	0.0	1497000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	Linear	0.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

A.3.2. Load for CB-GA

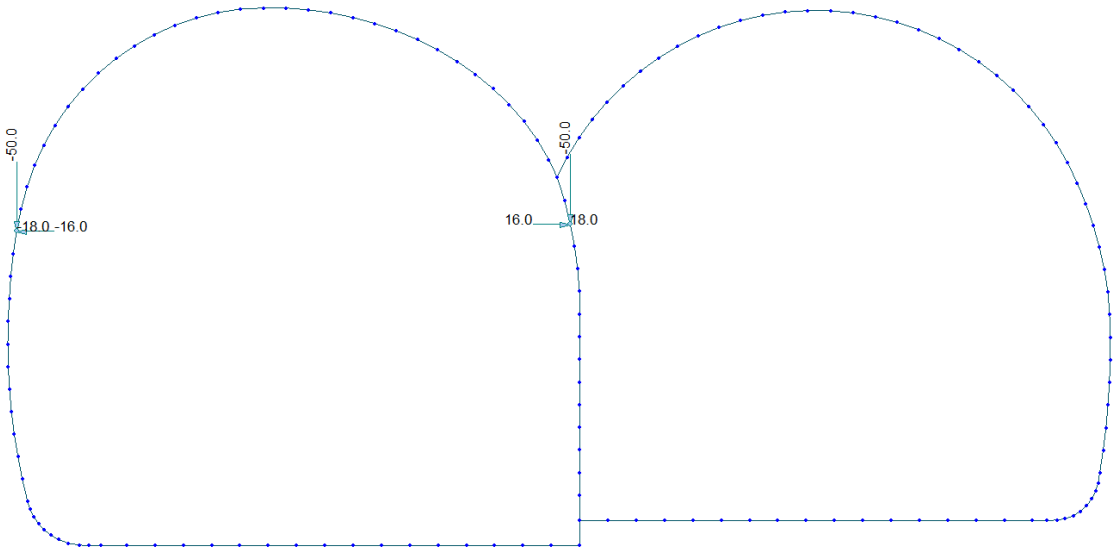


Figure 6 Loag G1 (Decke reactions)

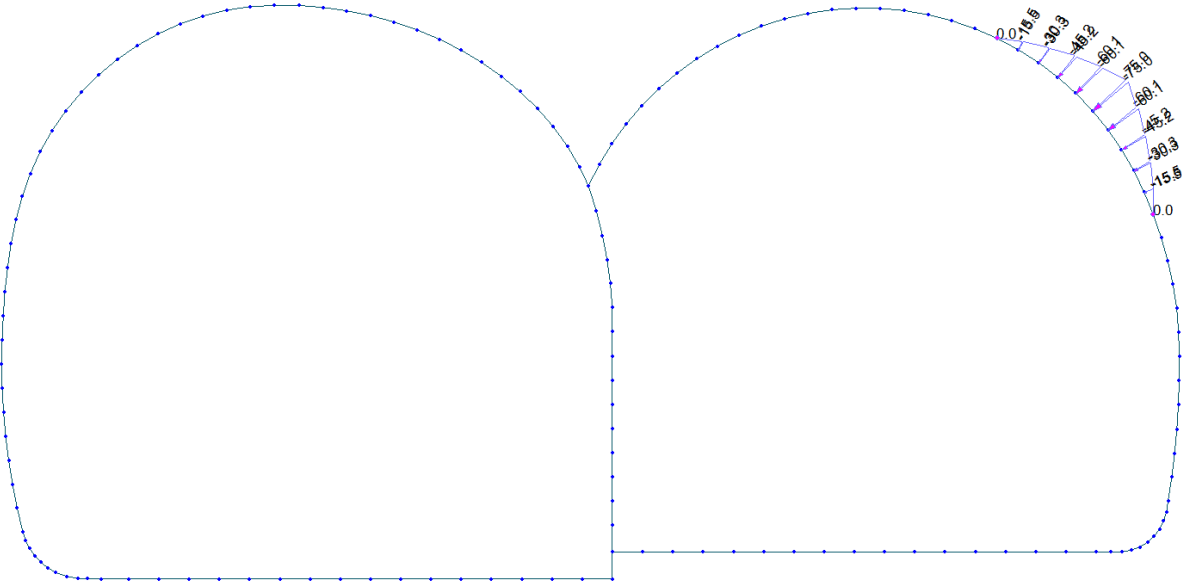


Figure 7 Load G5A – Block analysis

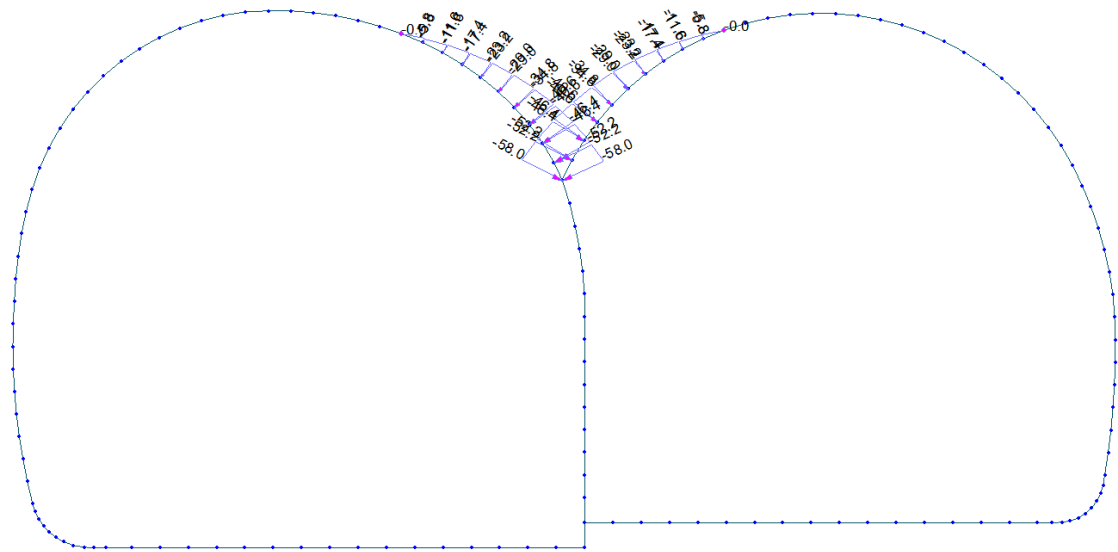


Figure 8 Load G5B – Block analysis

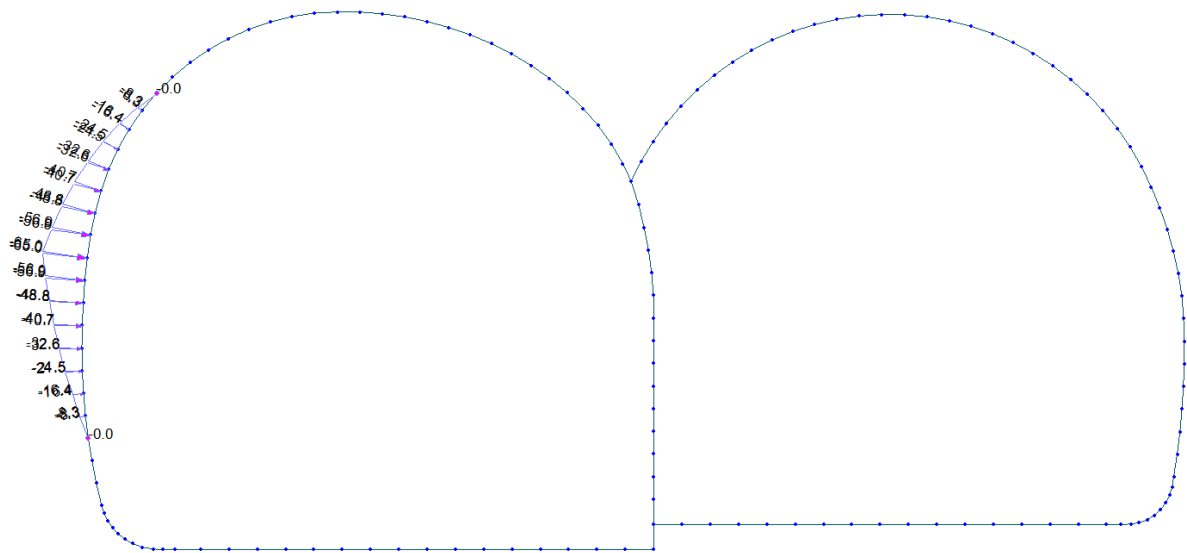


Figure 9 Load G5C – Block analysis

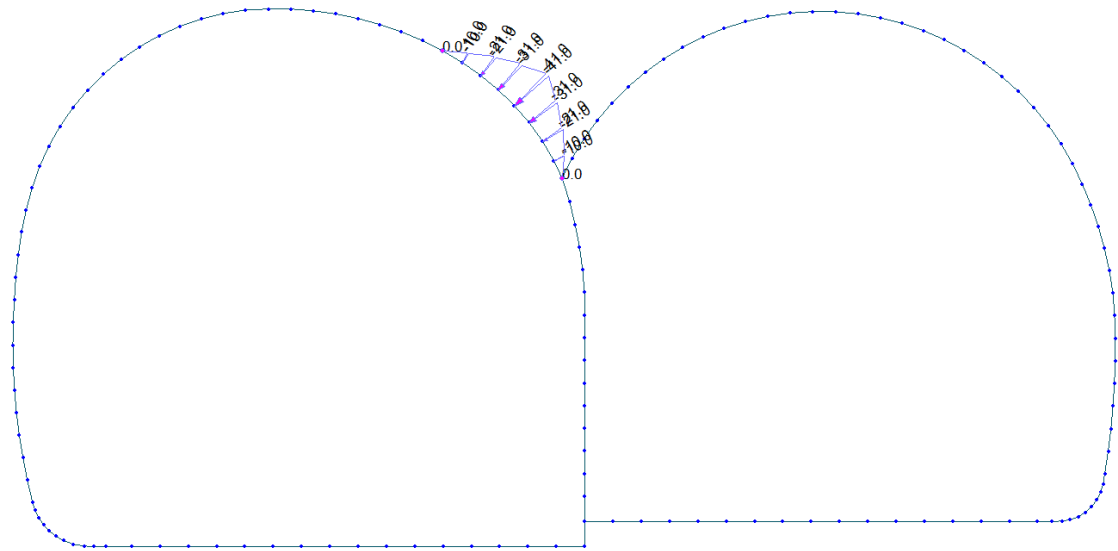


Figure 10 Load G5D – Block analysis

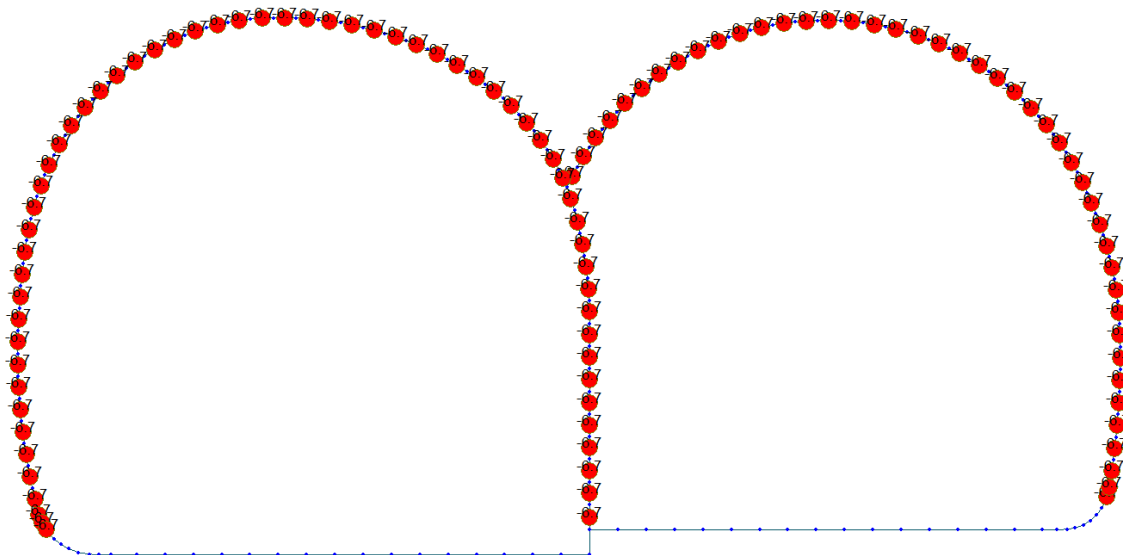


Figure 11 Load G6 SLU

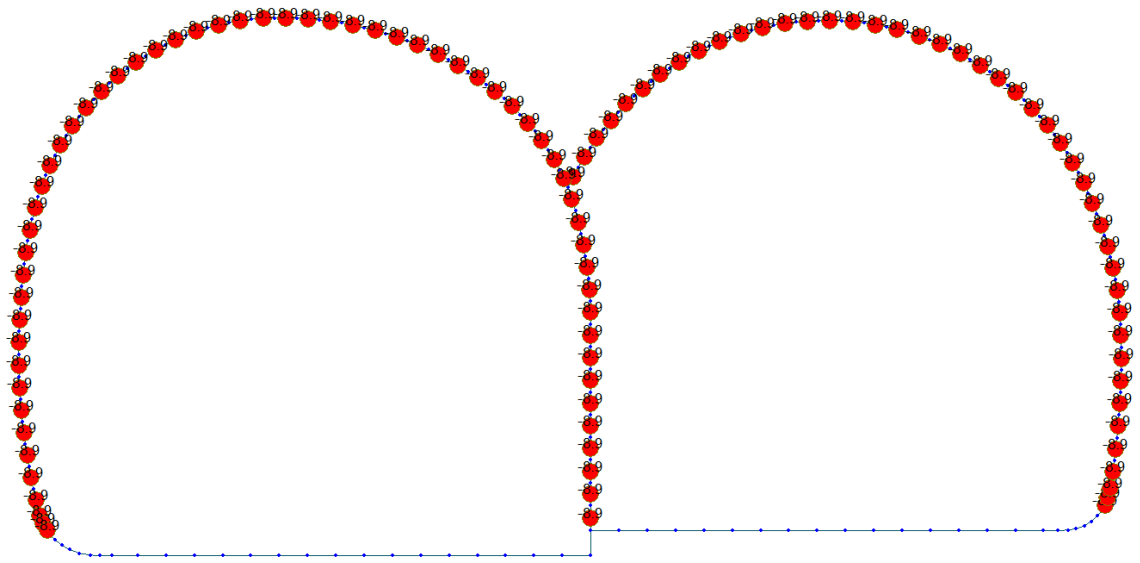


Figure 12 Load G6 SLE

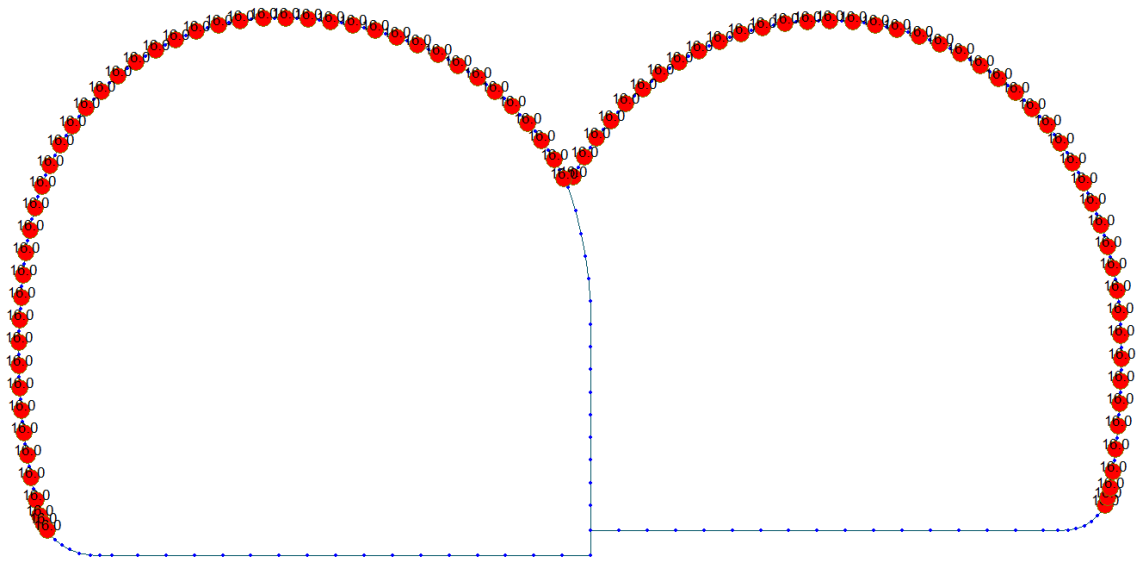


Figure 13 Load Q1 E (Constant temperature)

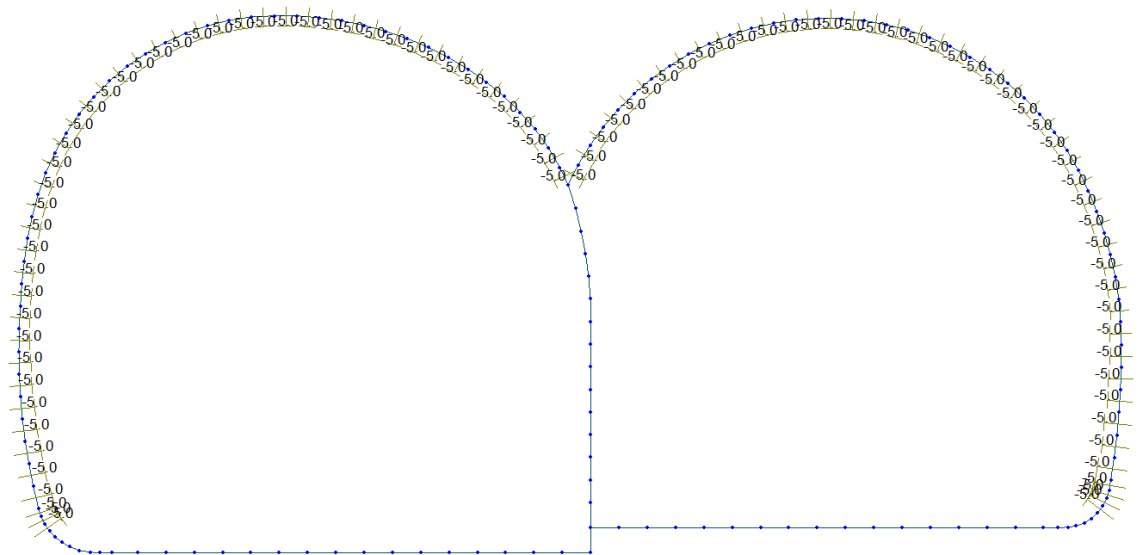


Figure 14 Load Q1 E (Temperature gradient)

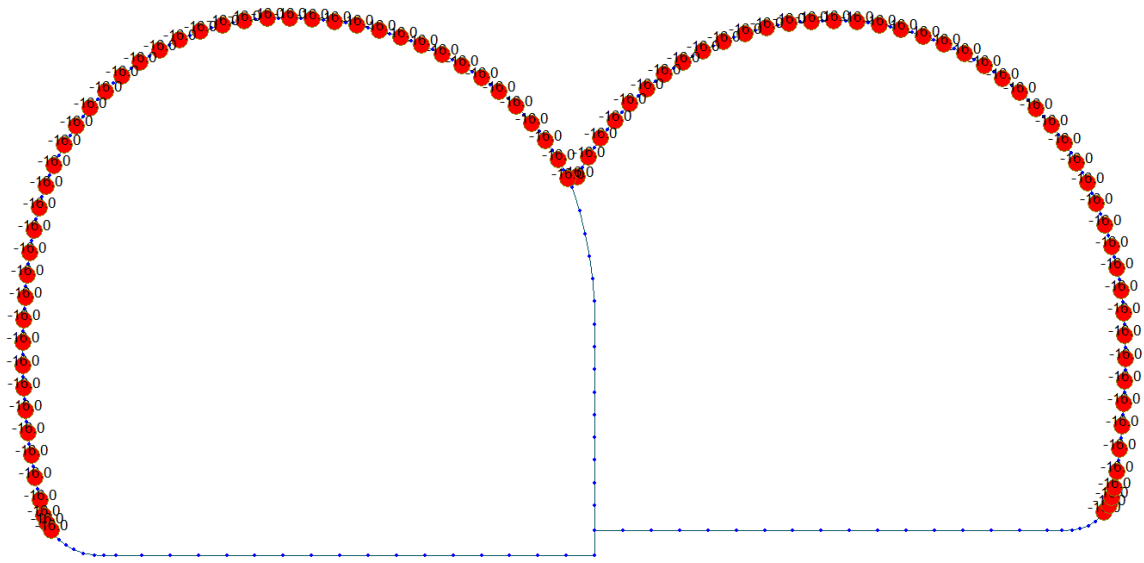


Figure 15 Load Q1 I (Costant temperature)

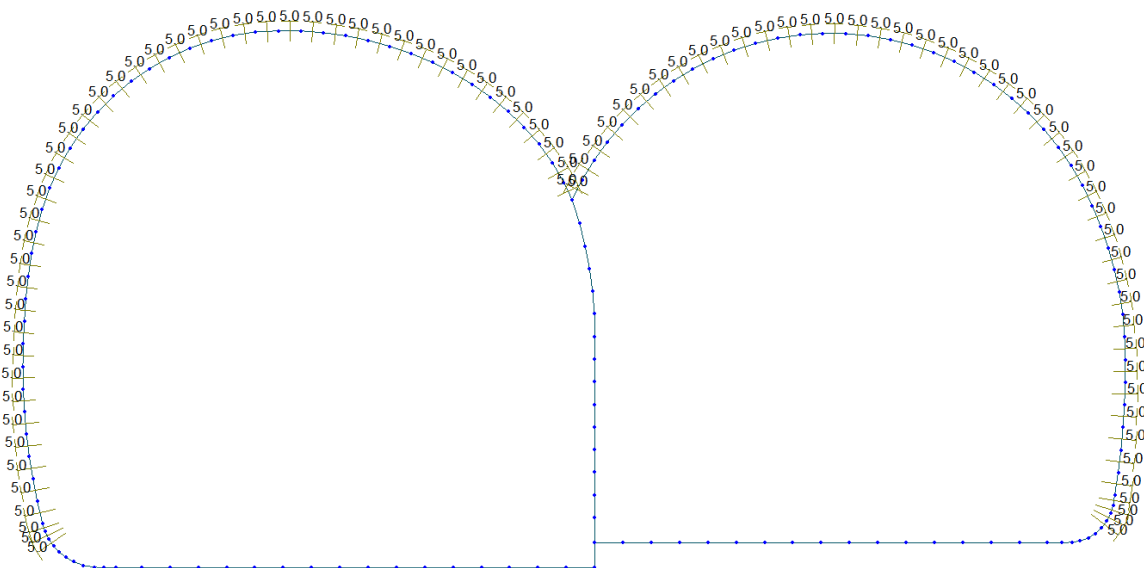


Figure 16 Load Q1 I (Temperature gradient)

A.3.3. Load combinations

LIST OF LOAD COMBINATIONS

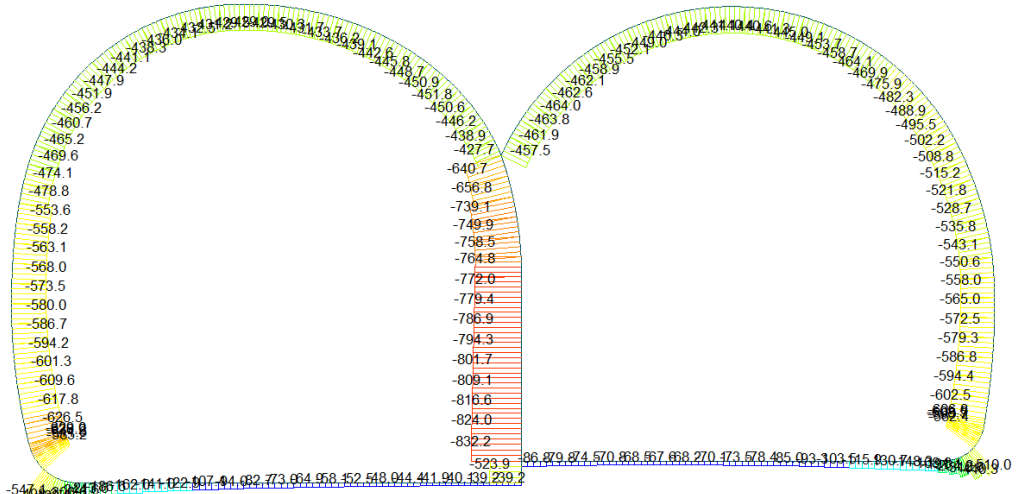
NUM	NAME	ACTIVE	TYPE	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR)
1	1	Inactive G1(1.350) +	Add	Q1 - E(1.500)	
2	2	Inactive G1(1.350) +	Add	G6 - SLU(1.000) +	Q1 - I(1.500)
3	5A	Inactive G1(1.350) +	Add	G5 - A(1.350) +	Q1 - E(1.500)
4	5B	Inactive G1(1.350) +	Add	G5 - B(1.350) +	Q1 - E(1.500)
5	5C	Inactive G1(1.000) + + Q1 - E(1.500)	Add	G5 - B(1.350) +	G5 - C(1.350)
6	5D	Inactive G1(1.000) +	Add	G5 - D(1.350) +	Q1 - E(1.500)
7	6A	Inactive G1(1.350) + + Q1 - I(1.500)	Add	G5 - A(1.350) +	G6 - SLU(1.000)
8	6B	Inactive G1(1.350) + + Q1 - I(1.500)	Add	G5 - B(1.350) +	G6 - SLU(1.000)
9	6C	Inactive G1(1.000) + + G6 - SLU(1.000) +	Add	G5 - B(1.350) + Q1 - I(1.500)	G5 - C(1.350)
10	6D	Inactive G1(1.000) + + Q1 - I(1.500)	Add	G5 - D(1.350) +	G6 - SLU(1.000)
11	21A	Inactive G1(1.000) +	Add	G5 - A(1.000) +	Q1 - E(0.600)
12	21B	Inactive G1(1.000) +	Add	G5 - B(1.000) +	Q1 - E(0.600)
13	21C	Inactive G1(1.000) + + Q1 - E(0.600)	Add	G5 - B(1.000) +	G5 - C(1.000)
14	21D	Inactive G1(1.000) +	Add	G5 - D(1.000) +	Q1 - E(0.600)
15	22A	Inactive G1(1.000) +	Add	G5 - A(1.000) +	G6 - SLU(1.000)
16	22B	Inactive G1(1.000) +	Add	G5 - B(1.000) +	G6 - SLU(1.000)
17	22C	Inactive G1(1.000) + + G6 - SLU(1.000)	Add	G5 - B(1.000) +	G5 - C(1.000)
18	22D	Inactive	Add		

		G1(1.000) +	G5 - D(1.000) +	G6 - SLU(1.000)
19	SLE - 1	Inactive G1(1.000) +	Add Q1 - E(1.000)	
20	SLE - 2	Inactive G1(1.000) +	Add G6 - SLE(1.000) +	Q1 - I(1.000)
21	SLE - 5A	Inactive G1(1.000) +	Add G5 - A(1.000) +	Q1 - E(1.000)
22	SLE - 5B	Inactive G1(1.000) +	Add G5 - B(1.000) +	Q1 - E(1.000)
23	SLE - 5C	Inactive G1(1.000) + + Q1 - E(1.000)	Add G5 - B(1.000) +	G5 - C(1.000)
24	SLE - 5D	Inactive G1(1.000) +	Add G5 - D(1.000) +	Q1 - E(1.000)
25	SLE - 6A	Inactive G1(1.000) + + Q1 - I(1.000)	Add G5 - A(1.000) +	G6 - SLE(1.000)
26	SLE - 6B	Inactive G1(1.000) + + Q1 - I(1.000)	Add G5 - B(1.000) +	G6 - SLE(1.000)
27	SLE - 6C	Inactive G1(1.000) + + G6 - SLE(1.000) +	Add G5 - B(1.000) + Q1 - I(1.000)	G5 - C(1.000)
28	SLE - 6D	Inactive G1(1.000) + + Q1 - I(1.000)	Add G5 - D(1.000) +	G6 - SLE(1.000)

A.3.4. Output and check results for CB-GA

A.4.4.1. Load combination SLU 1

Beam Diagram_Fx / ST_N1



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

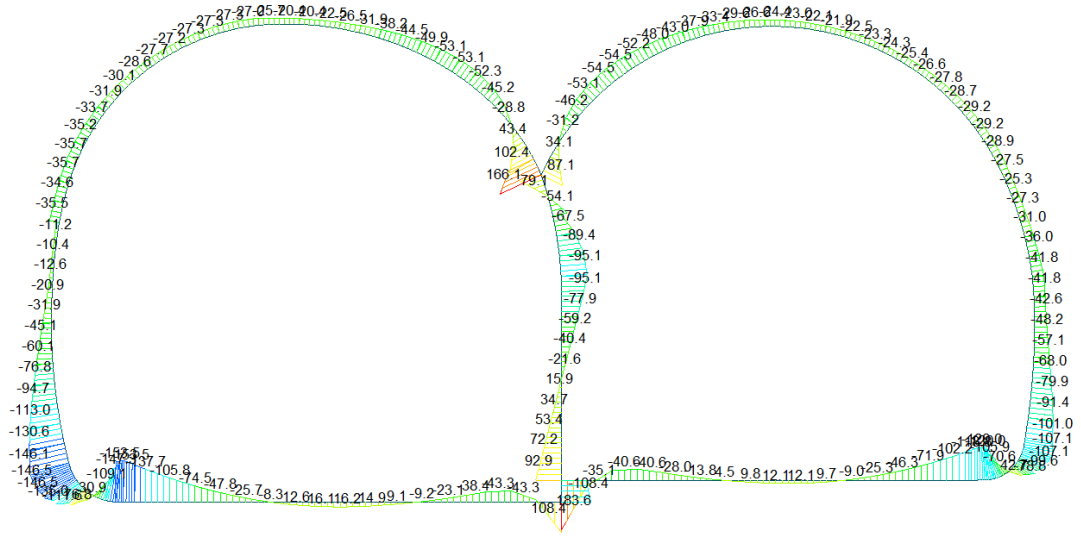
ST: N1

MAX : 18
MIN : 88

FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N1



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

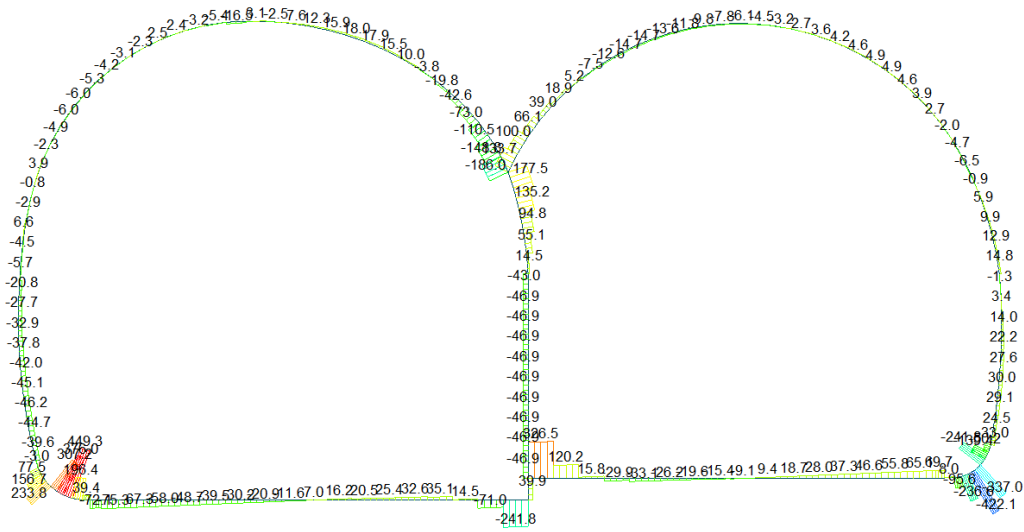
ST: N1

MAX : 20
MIN : 155

FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N1



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

Shear-z

449.34
370.12
290.90
211.68
132.45
53.23
0.00
-105.21
-184.44
-263.66
-342.88
-422.10

ST: N1

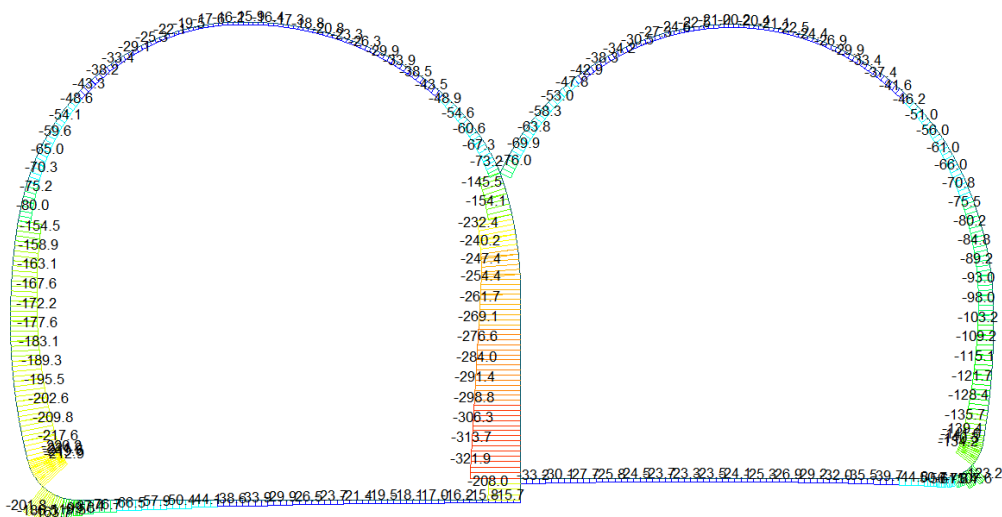
MAX : 153
MIN : 40

FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.2. Load combination SLU 2

Beam Diagram_Fx / ST_N2



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-15.73
-43.57
-71.40
-99.23
-127.06
-154.89
-182.72
-210.55
-238.39
-266.22
-294.05
-321.88

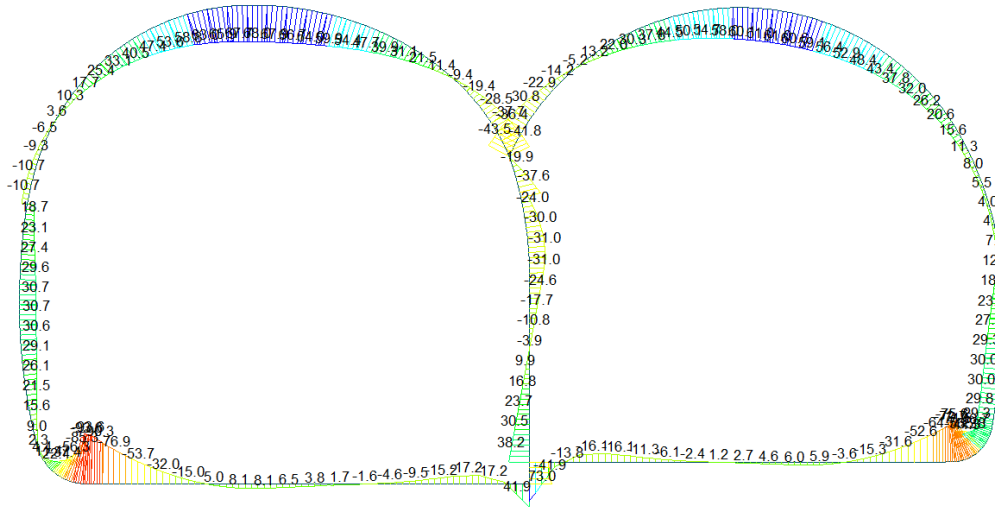
ST: N2

MAX : 18
MIN : 88

FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

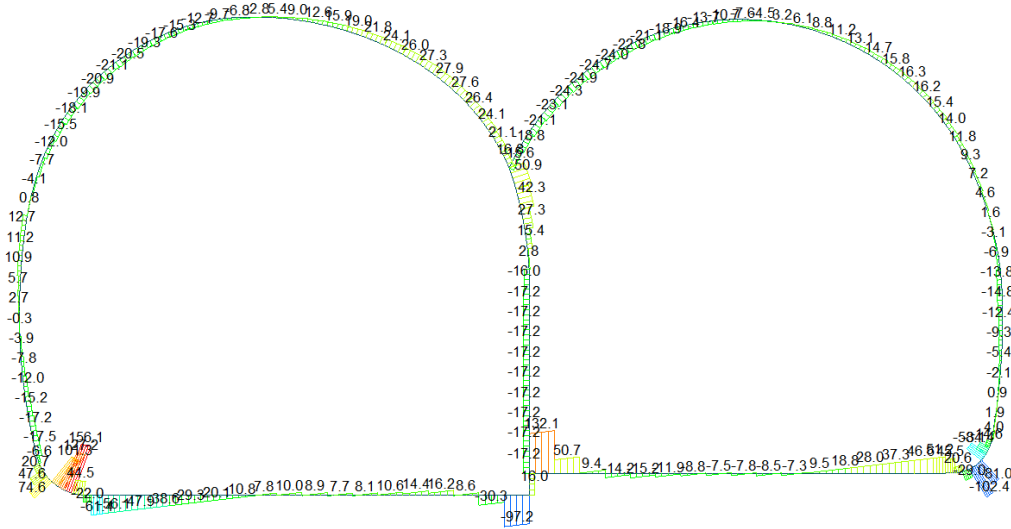
Beam Diagram_My / ST_N2



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
MOMENT-y

ST: N2
MAX : 20
MIN : 155
FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N2

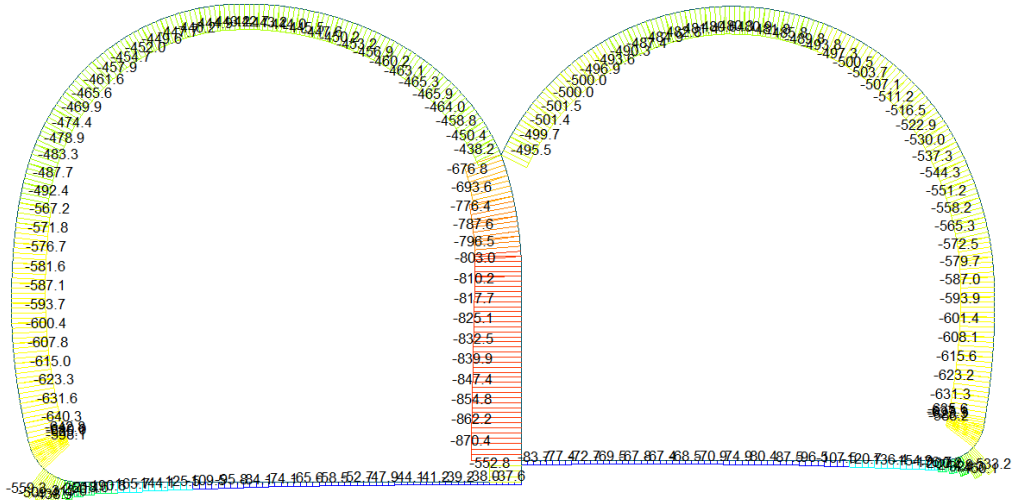


Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
SHEAR-z

ST: N2
MAX : 153
MIN : 40
FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.3. Load combination SLU 5 A

Beam Diagram_Fx / ST_N5A



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-37.56
-113.28
-188.99
-264.70
-340.41
-416.13
-491.84
-567.55
-643.26
-718.98
-794.69
-870.40

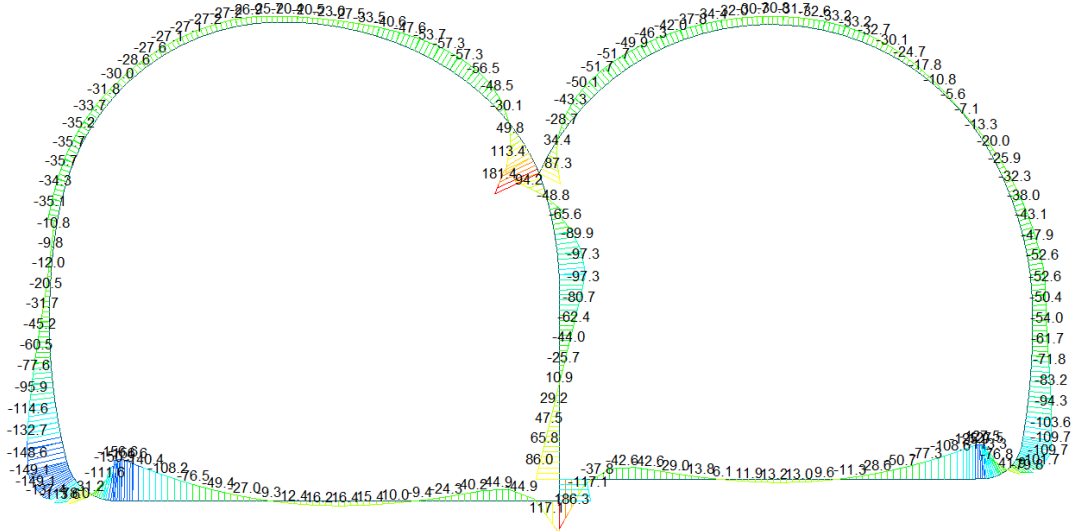
SI: NSA

MAX : 18
MIN : 88

FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N5A



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

186.35
155.17
124.00
92.82
61.64
30.47
0.00
-31.89
-63.06
-94.24
-125.42
-156.60

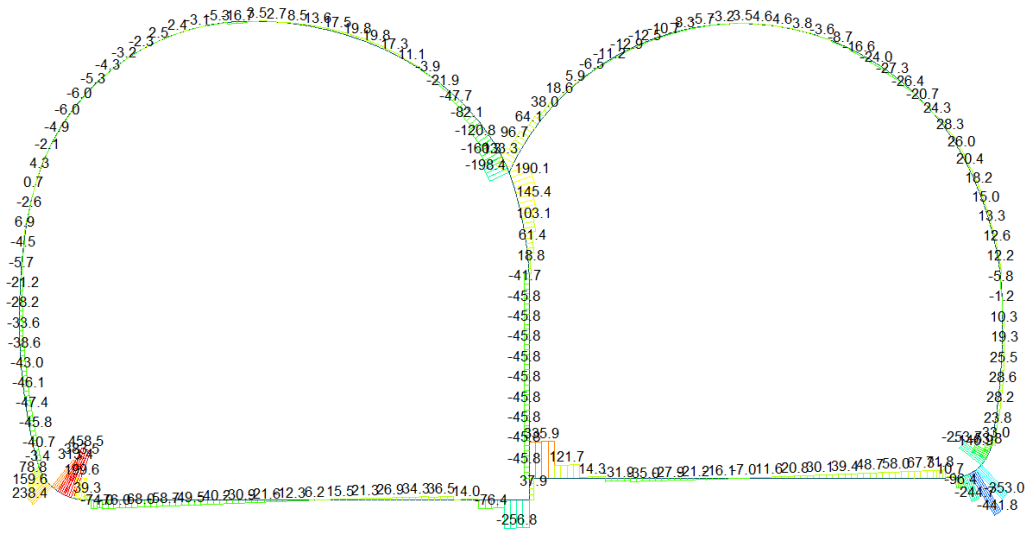
SI: NSA

MAX : 20
MIN : 155

FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N5A



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

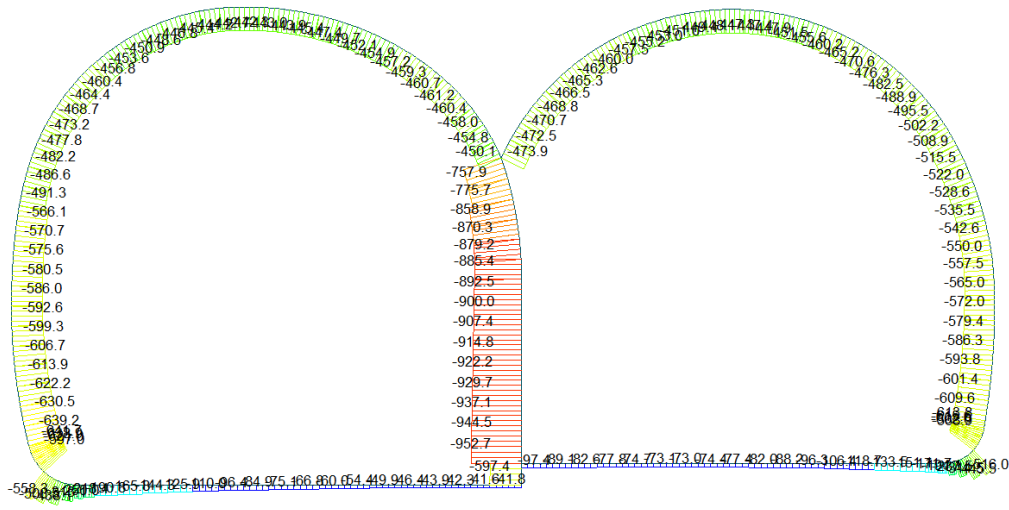
458.48
376.64
294.80
212.96
131.11
49.27
0.00
-114.41
-196.25
-278.09
-359.93
-441.77

ST: N5A
MAX : 153
MIN : 40
FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Load combination SLU 5 B

Beam Diagram_Fx / ST_N5B



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

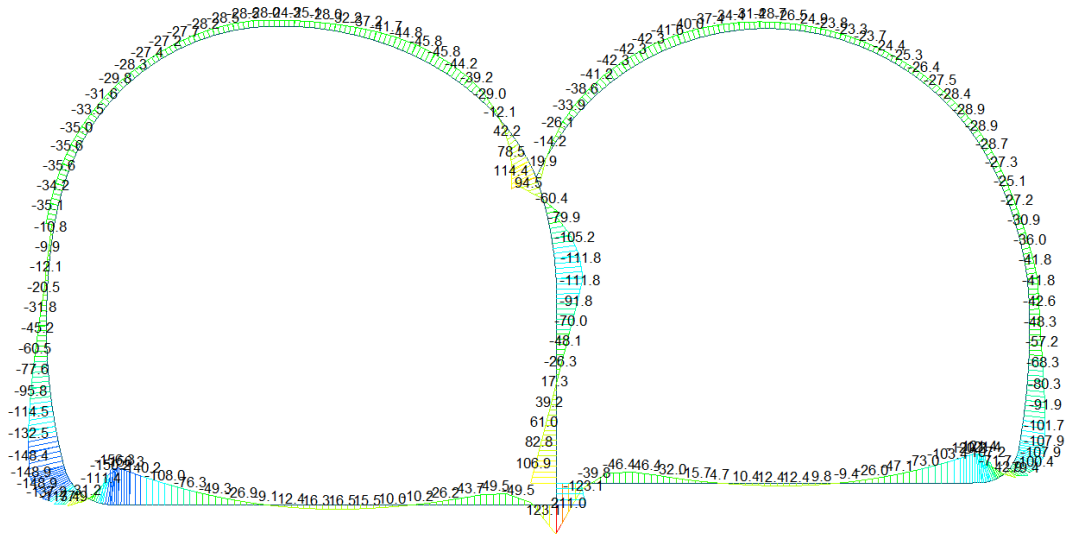
AXIAL

-41.65
-124.47
-207.29
-290.12
-372.94
-455.76
-538.59
-621.41
-704.24
-787.06
-869.88
-952.71

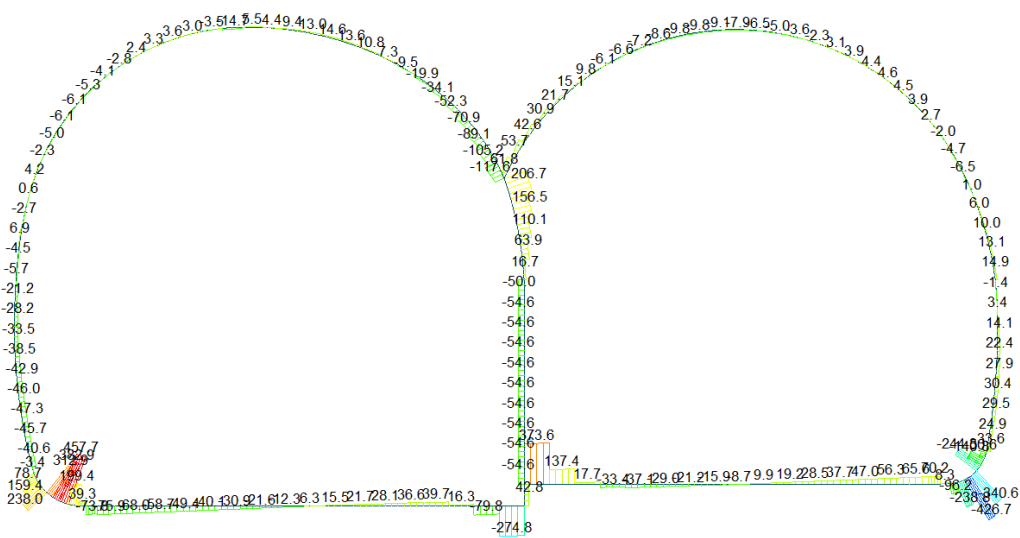
ST: N5B
MAX : 17
MIN : 88
FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N5B

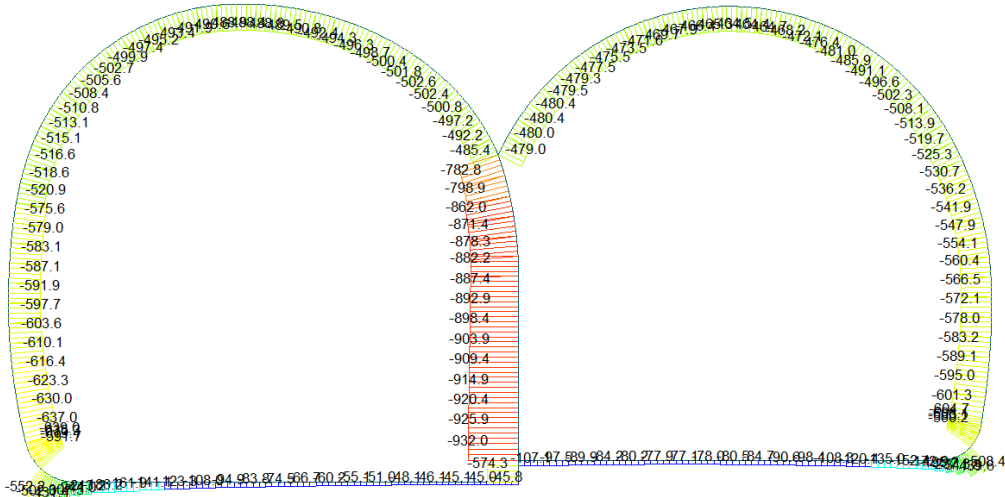


Beam Diagram_Fz / ST_N5B

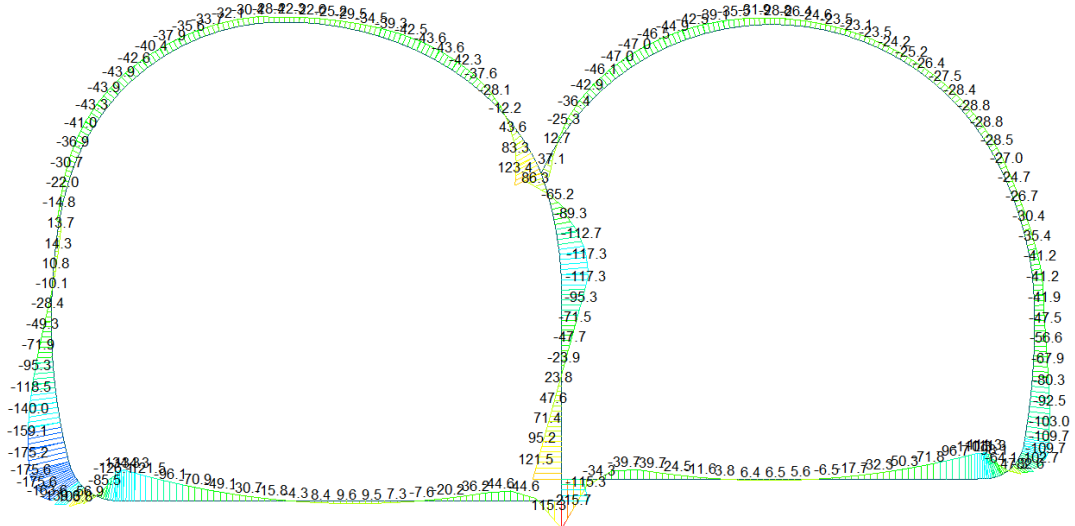


A.4.4.4. Load combination SLU 5C

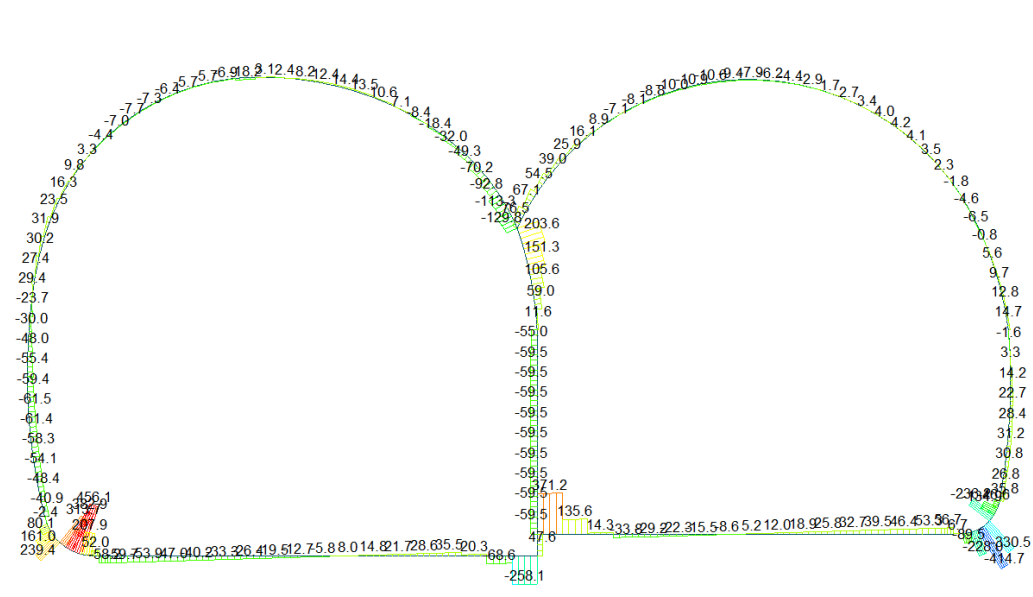
Beam Diagram_Fx / ST_N5C



Beam Diagram_My / ST_N5C



Beam Diagram_Fz / ST_N5C



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

456.14
376.97
297.81
218.64
139.47
60.30
0.00
-98.04
-177.21
-256.38
-335.55
-414.71

ST: NSC

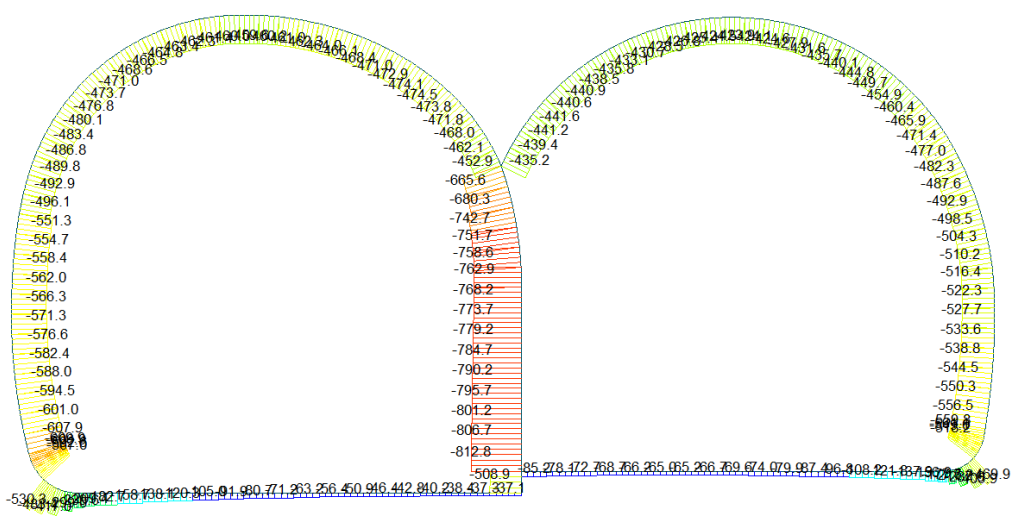
MAX : 153
MIN : 40

FILE: GA-CB
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.5. Load combination SLU 5D

Beam Diagram_Fx / ST_N5D



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-37.09
-107.61
-178.13
-248.65
-319.16
-389.68
-460.20
-530.71
-601.23
-671.75
-742.26
-812.78

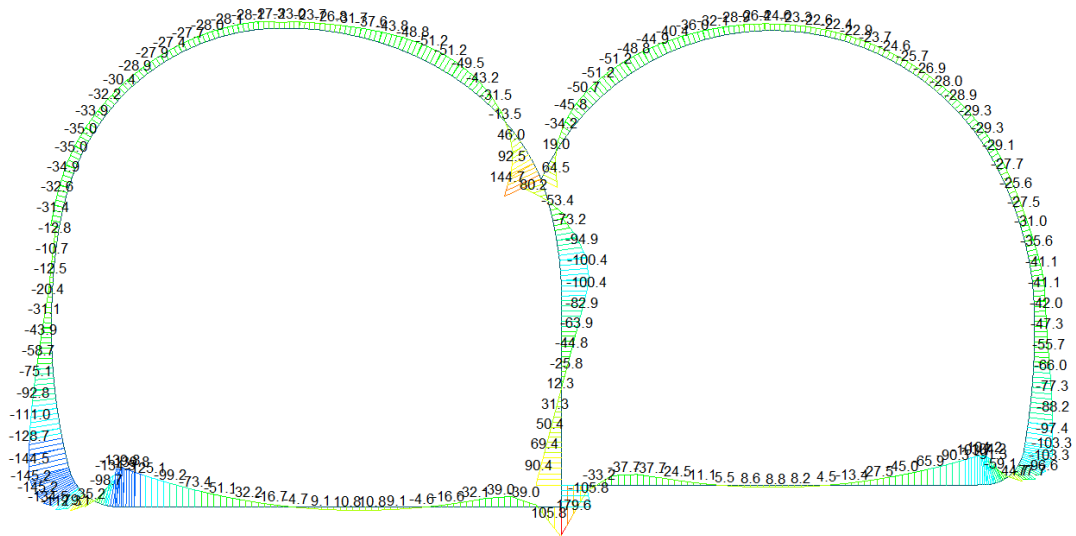
ST: NSD

MAX : 18
MIN : 88

FILE: GA-CB
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N5D



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

179.57
150.04
120.51
90.99
61.46
31.93
0.00
-27.12
-56.65
-86.17
-115.70
-145.22

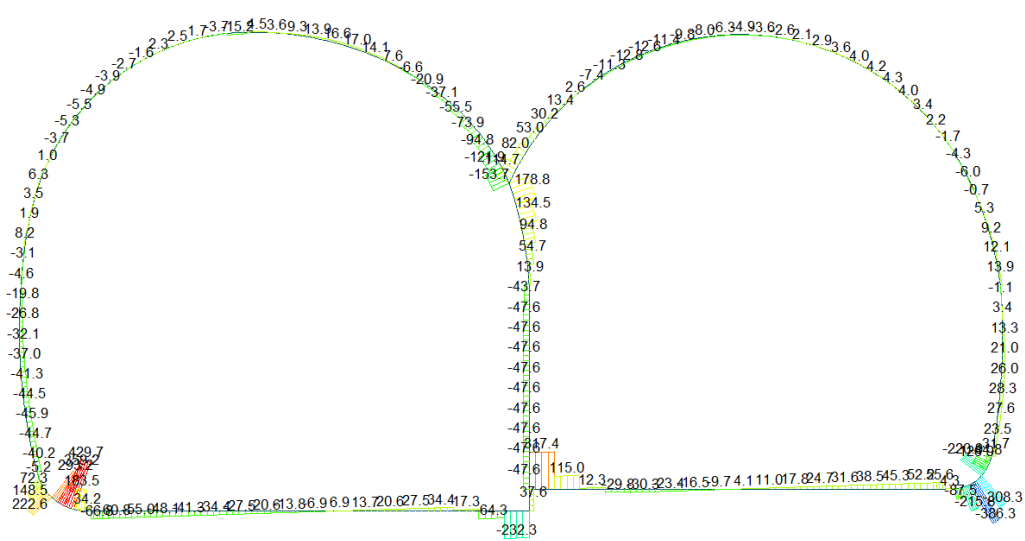
ST: NSD

MAX : 20
MIN : 147

FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N5D



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

429.69
355.51
281.33
207.15
132.96
58.78
0.00
-89.58
-163.76
-237.94
-312.13
-386.31

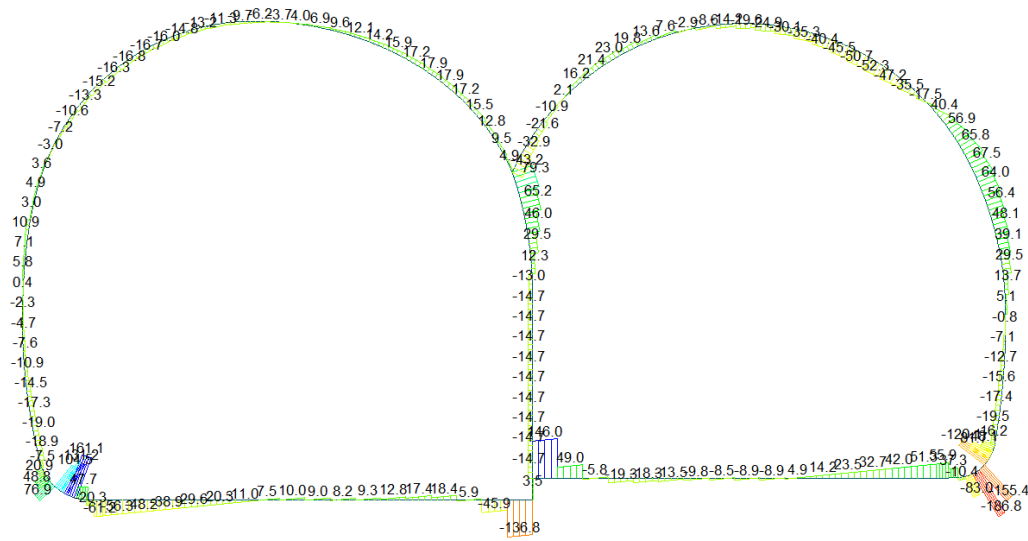
ST: NSD

MAX : 153
MIN : 40

FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N6A



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

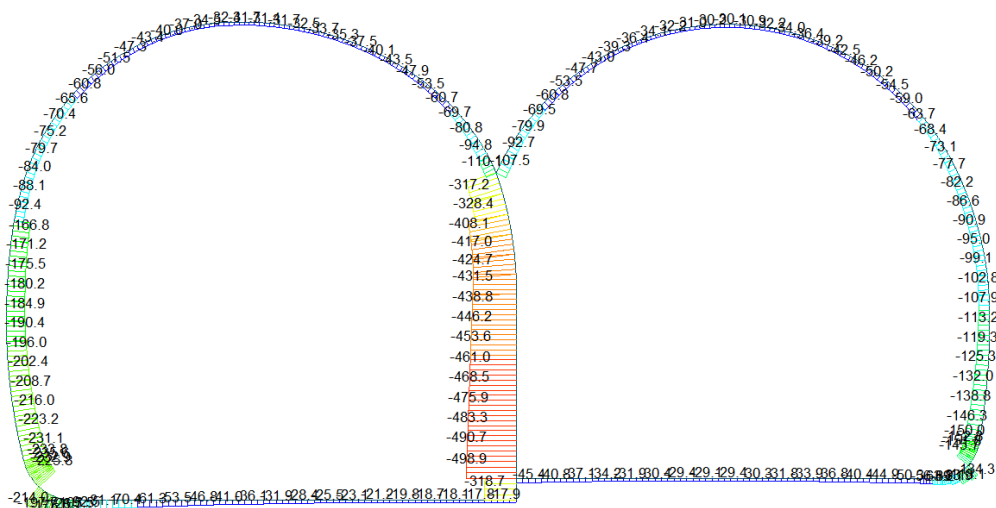
SHEAR-z

Blue	161.14
Cyan	129.51
Green	97.88
Light Green	66.25
Yellow	34.62
Orange	0.00
Red-Orange	-28.64
Red	-60.27
Dark Red	-91.90
Dark Red	-123.53
Dark Red	-155.16
Dark Red	-186.79

ST: N6A
MAX : 153
MIN : 40
FILE: GA-CB
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.7. Load combination SLU 6B

Beam Diagram_Fx / ST_N6B



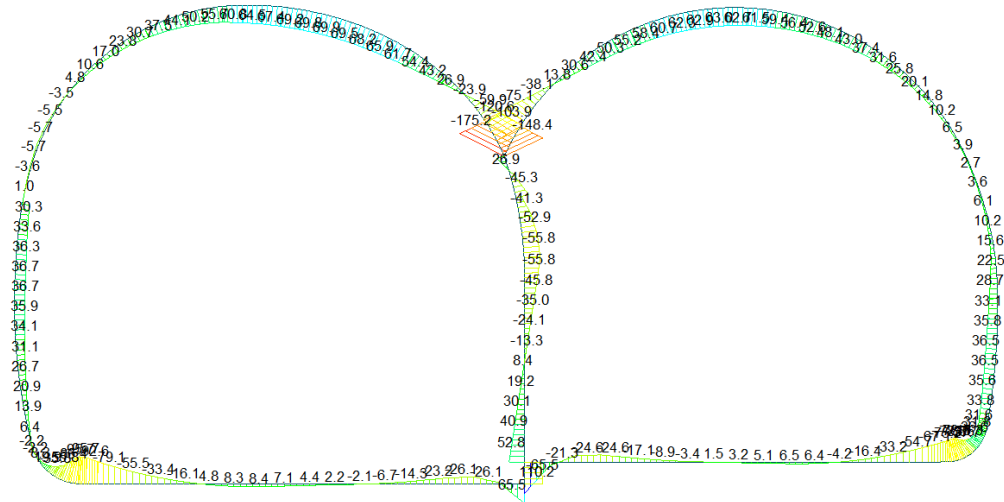
Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-17.77
Cyan	-61.51
Green	-105.26
Light Green	-149.00
Yellow	-192.74
Orange	-236.48
Red-Orange	-280.22
Red	-323.96
Dark Red	-367.70
Dark Red	-411.44
Dark Red	-455.18
Dark Red	-498.93

ST: N6B
MAX : 17
MIN : 88
FILE: GA-CB
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N6B



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

110.25
84.29
58.34
32.39
0.00
-19.52
-45.47
-71.42
-97.38
-123.33
-149.28
-175.24

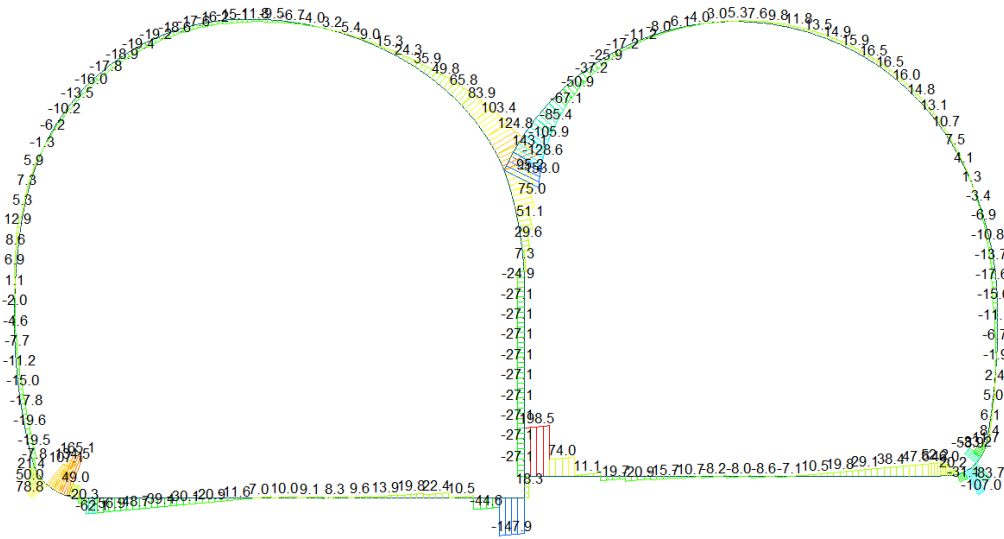
ST: N6B

MAX : 20
MIN : 87

FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N6B



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

Shear-z

198.50
166.55
134.59
102.64
70.68
38.72
0.00
-25.19
-57.14
-89.10
-121.06
-153.01

ST: N6B

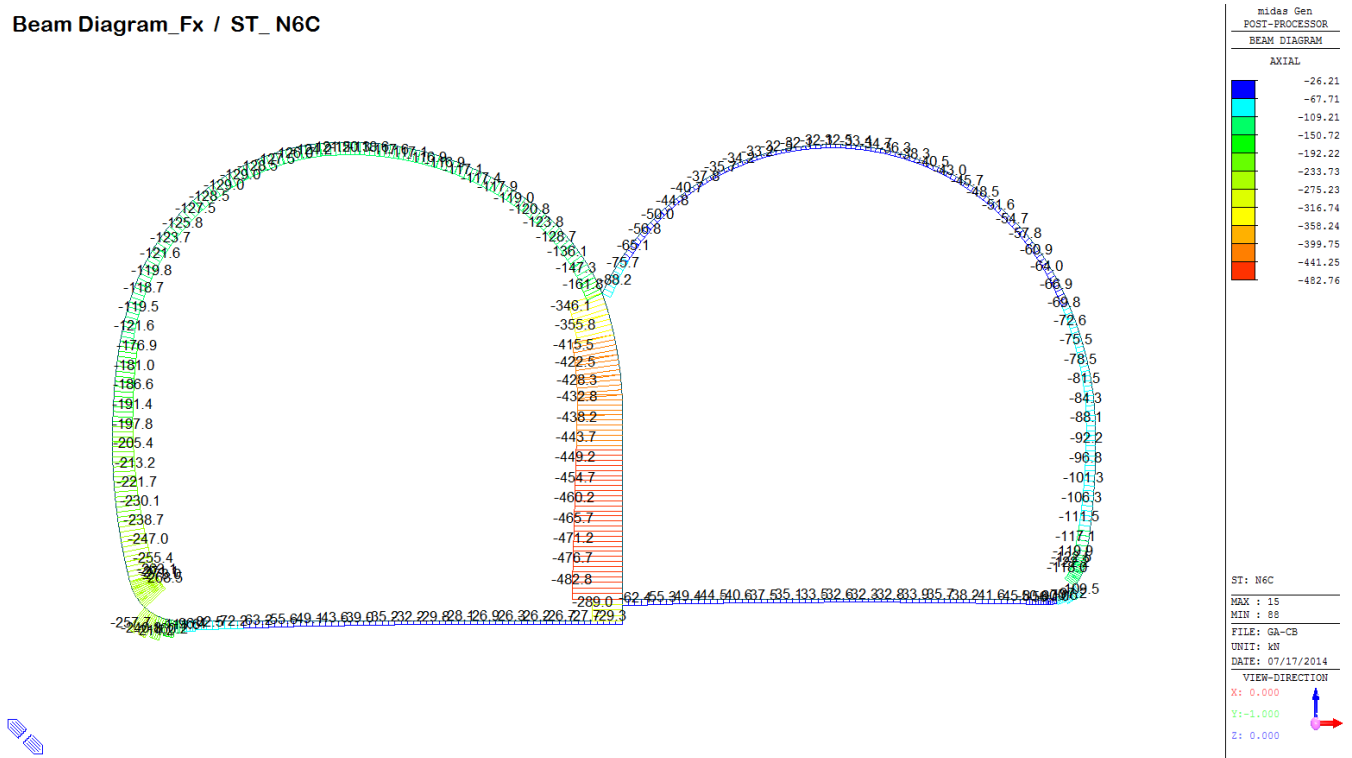
MAX : 20
MIN : 87

FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.8. Load combination SLU 6C

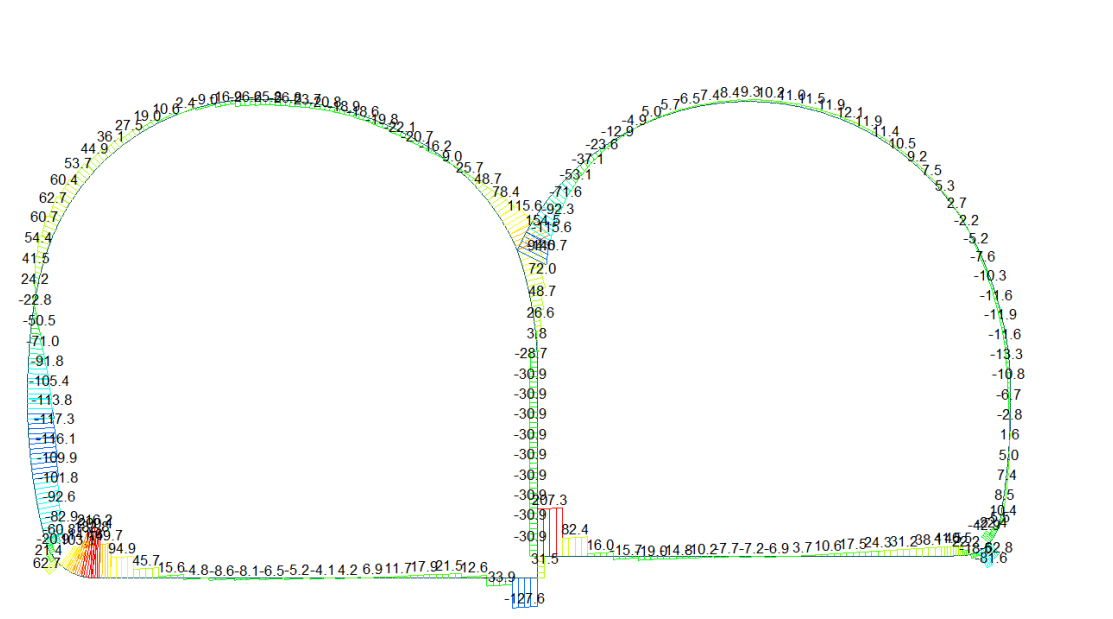
Beam Diagram_Fx / ST_N6C



Beam Diagram_My / ST_N6C



Beam Diagram_Fz / ST_N6C



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

216.24
183.79
151.34
118.89
86.44
53.99
21.54
0.00
-43.36
-75.82
-108.27
-140.72

ST: N6C

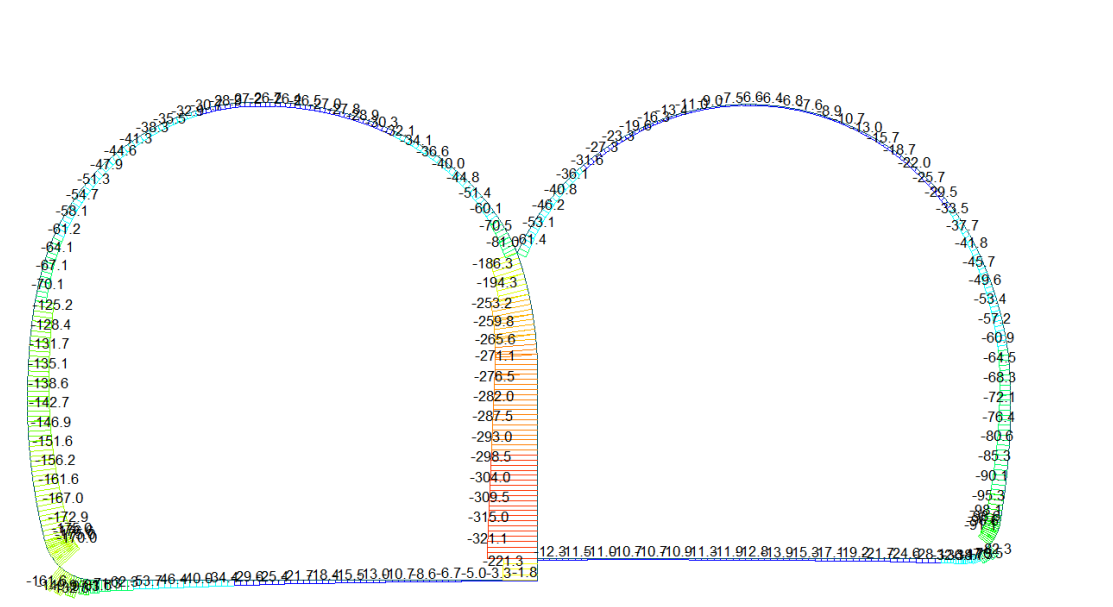
MAX : 154
MIN : 87

FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.9. Load combination SLU 6D

Beam Diagram_Fx / ST_N6D



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-1.77
-30.80
-59.83
-88.86
-117.90
-146.93
-175.96
-204.99
-234.02
-263.05
-292.08
-321.11

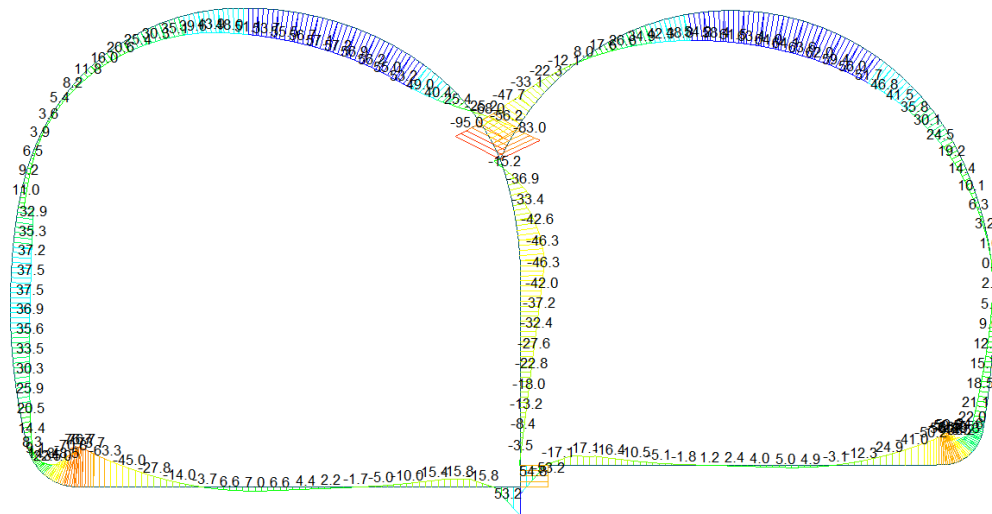
ST: N6D

MAX : 18
MIN : 88

FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N6D



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

64.05
49.59
35.14
20.68
0.00
-8.24
-22.69
-37.15
-51.61
-66.06
-80.52
-94.98

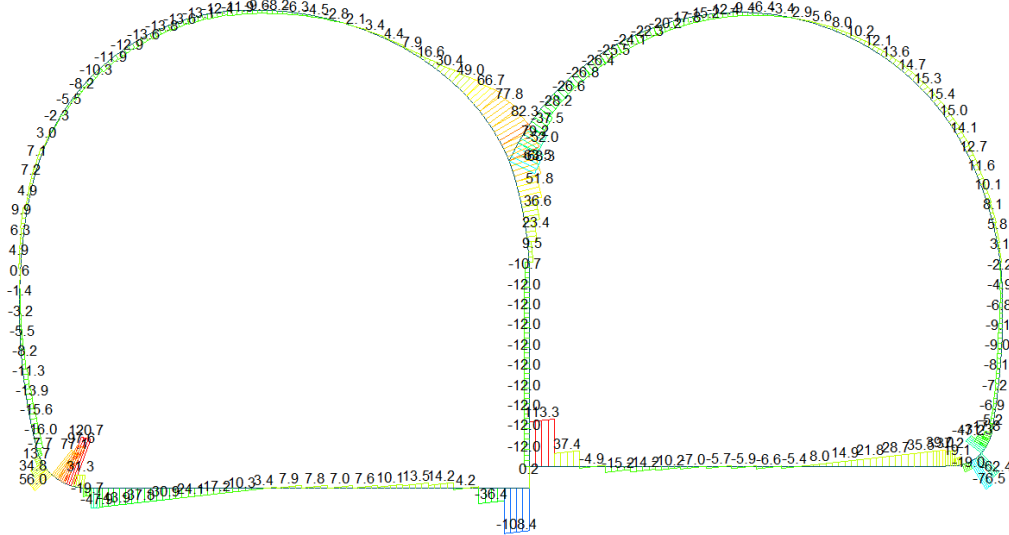
ST: N6D

MAX : 70
MIN : 87

FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N6D



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

120.71
99.89
79.06
58.24
37.41
16.58
0.00
-25.07
-45.89
-66.72
-87.55
-108.37

ST: N6D

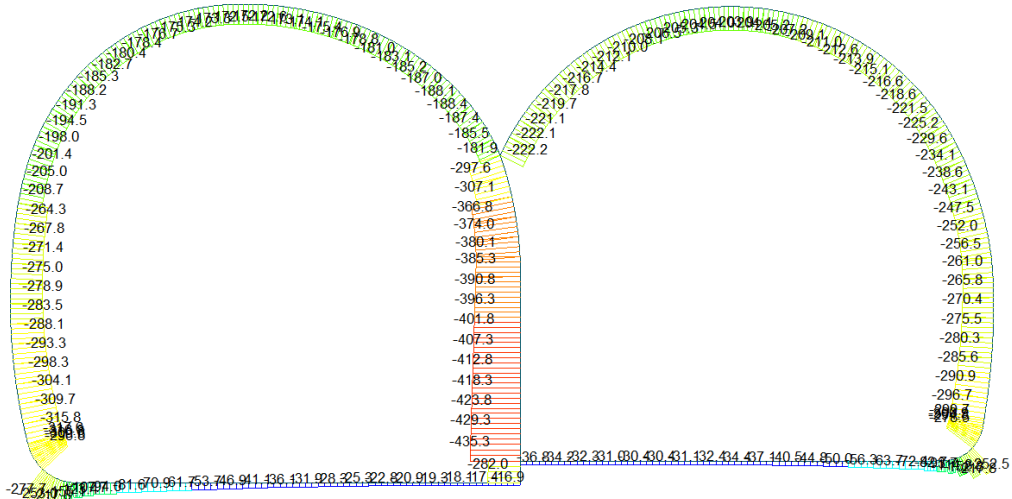
MAX : 153
MIN : 18

FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.10. Load combination SLU 21A

Beam Diagram_Fx / ST_N21A



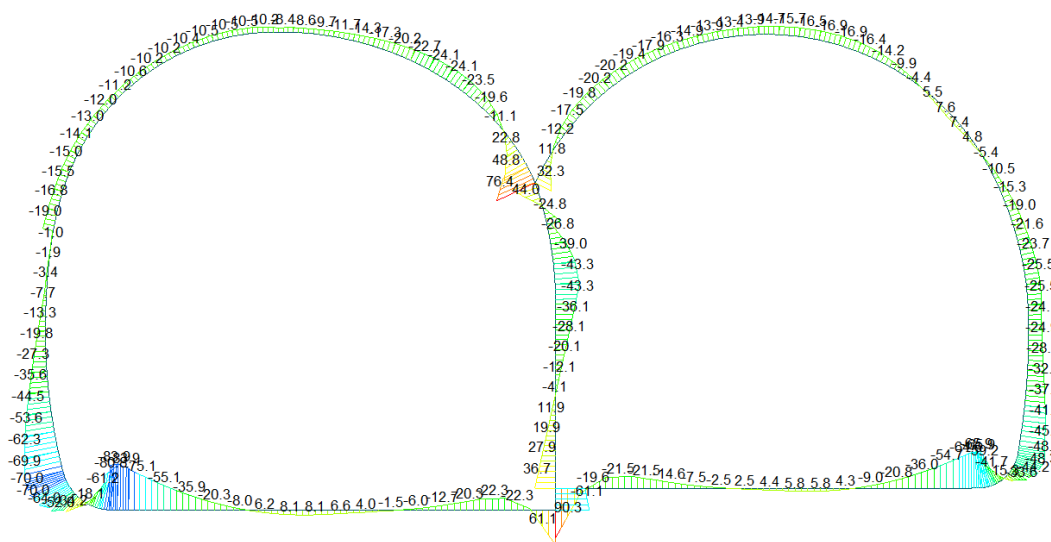
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-16.93
Light Blue	-54.97
Light Green	-93.00
Green	-131.04
Yellow-Green	-169.07
Yellow	-207.11
Orange	-245.14
Red-Orange	-283.18
Red	-321.21
Dark Red	-359.25
Dark Red	-397.28
Dark Red	-435.32

ST: N21A
MAX : 18
MIN : 88
FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N21A



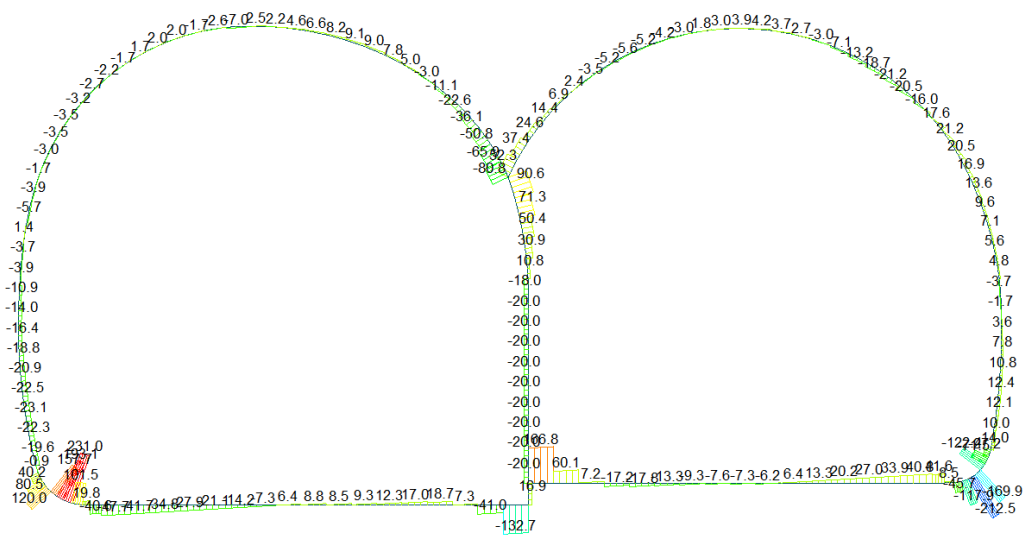
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Red	90.35
Red-Orange	74.51
Orange	58.67
Yellow-Orange	42.84
Yellow	27.00
Light Green	11.16
Green	0.00
Light Green	-20.51
Green	-36.35
Light Blue	-52.19
Blue	-68.02
Dark Blue	-83.86

ST: N21A
MAX : 20
MIN : 1
FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N21A



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

BEAM DIAGRAM

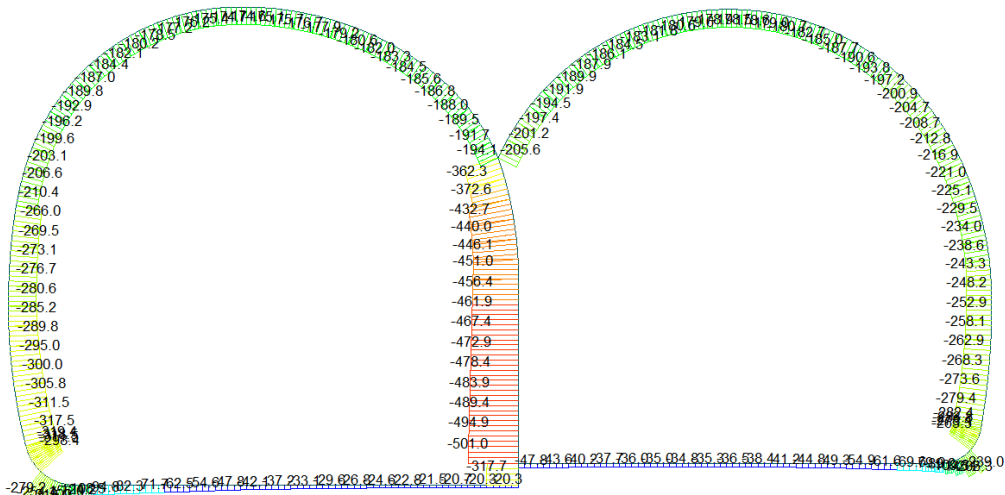
SHEAR-z

231.00
190.68
150.36
110.04
69.72
29.40
0.00
-51.24
-91.55
-131.87
-172.19
-212.51

ST: N21A
MAX : 153
MIN : 40
FILE: GA-CB
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.11. Load combination SLU 21B

Beam Diagram_Fx / ST_N21B



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

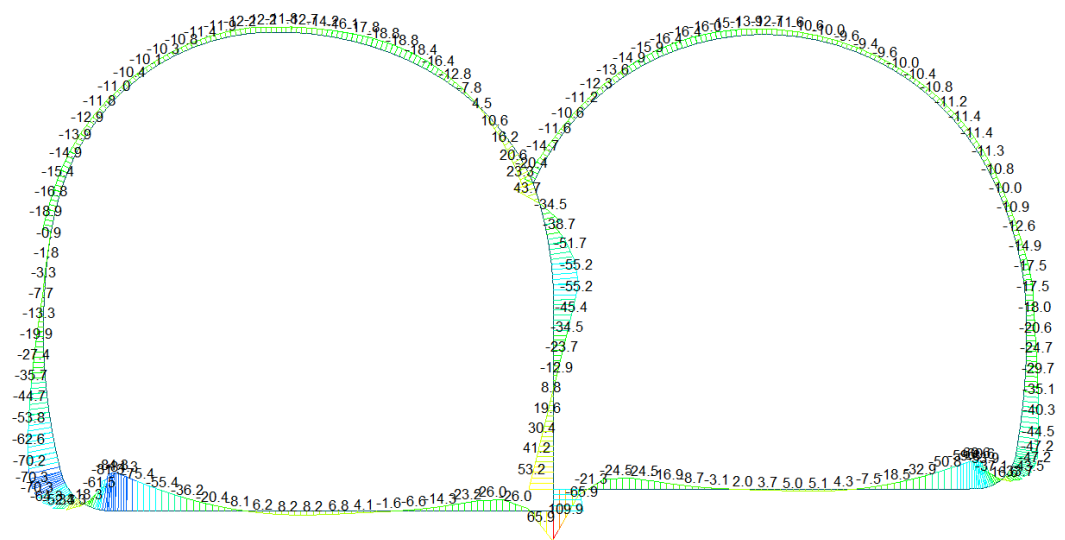
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-20.30
-64.00
-107.70
-151.39
-195.09
-238.79
-282.49
-326.19
-369.89
-413.58
-457.28
-500.98

ST: N21B
MAX : 17
MIN : 88
FILE: GA-CB
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N21B



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

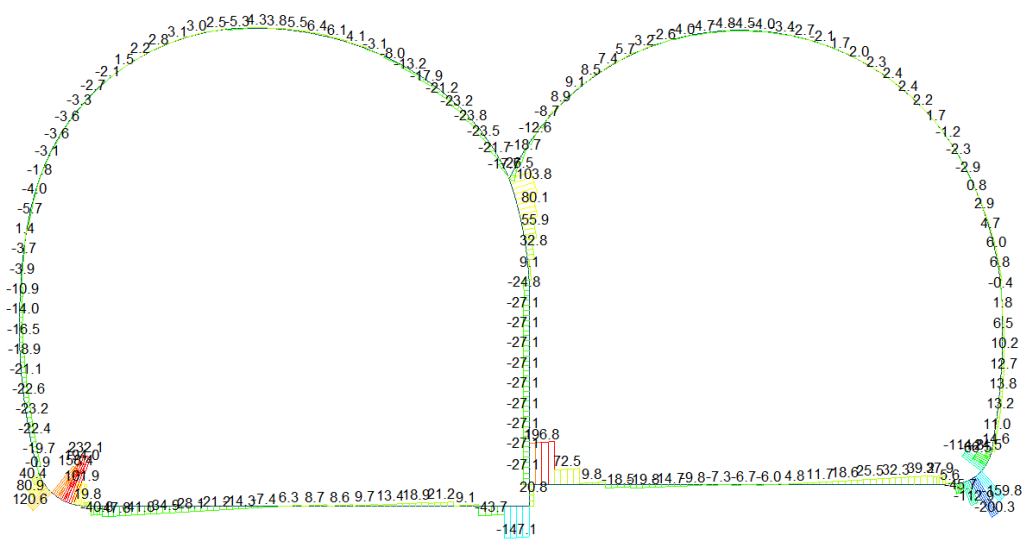
MOMENT-y

109.93
92.28
74.62
56.96
39.31
21.65
0.00
-13.66
-31.32
-48.98
-66.63
-84.29

ST: N21B
MAX : 20
MIN : 1
FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N21B



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

Shear-z

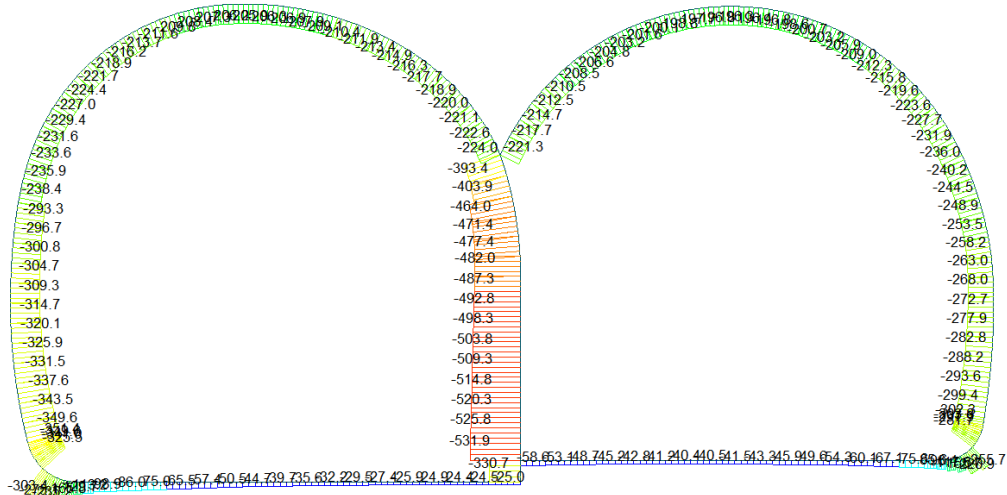
232.14
192.83
153.51
114.20
74.88
35.57
0.00
-43.06
-82.38
-121.69
-161.01
-200.32

ST: N21B
MAX : 153
MIN : 40
FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.12. Load combination SLU 21C

Beam Diagram_Fx / ST_N21C



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-24.43
Light Blue	-70.56
Light Green	-116.69
Green	-162.82
Yellow-Green	-208.95
Yellow	-255.09
Orange	-301.22
Red-Orange	-347.35
Red	-393.48
Dark Red	-439.61
Dark Red	-485.74
Dark Red	-531.87

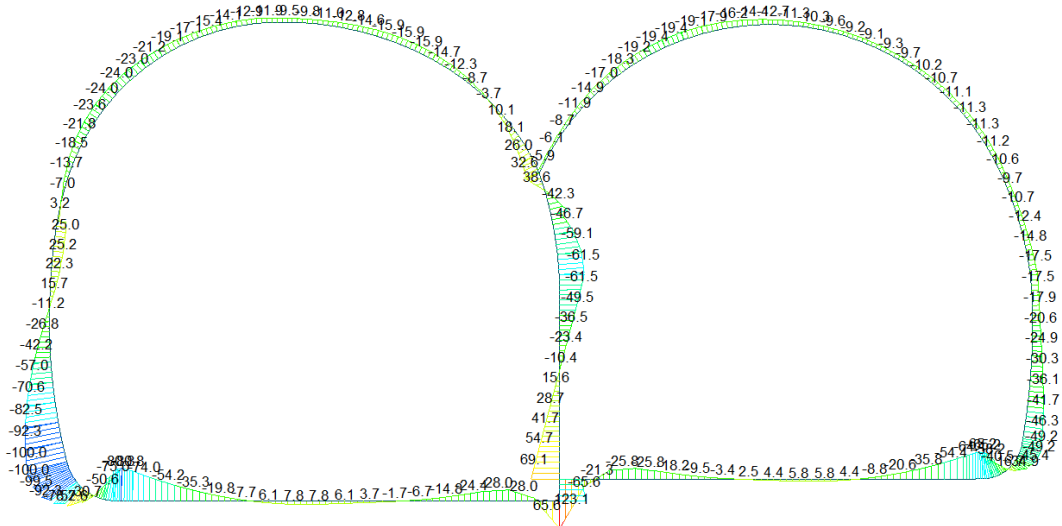
ST: N21C

MAX : 16
MIN : 88

FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N21C



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Red	123.12
Red-Orange	102.84
Orange	82.56
Yellow-Orange	62.28
Yellow	42.00
Light Green	21.72
Green	0.00
Light Green	-18.84
Light Blue	-39.12
Blue	-59.40
Dark Blue	-79.68
Dark Blue	-99.96

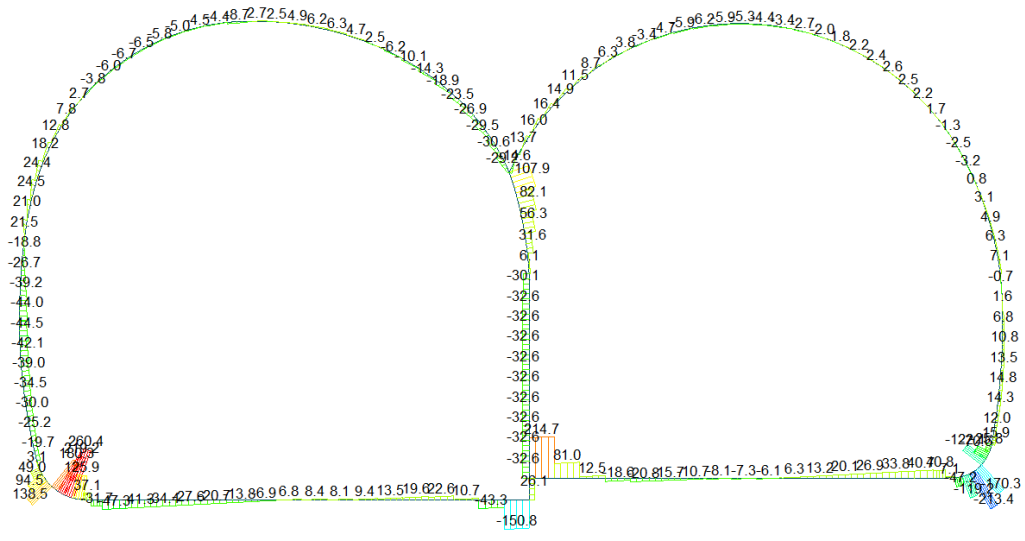
ST: N21C

MAX : 20
MIN : 146

FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N21C



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

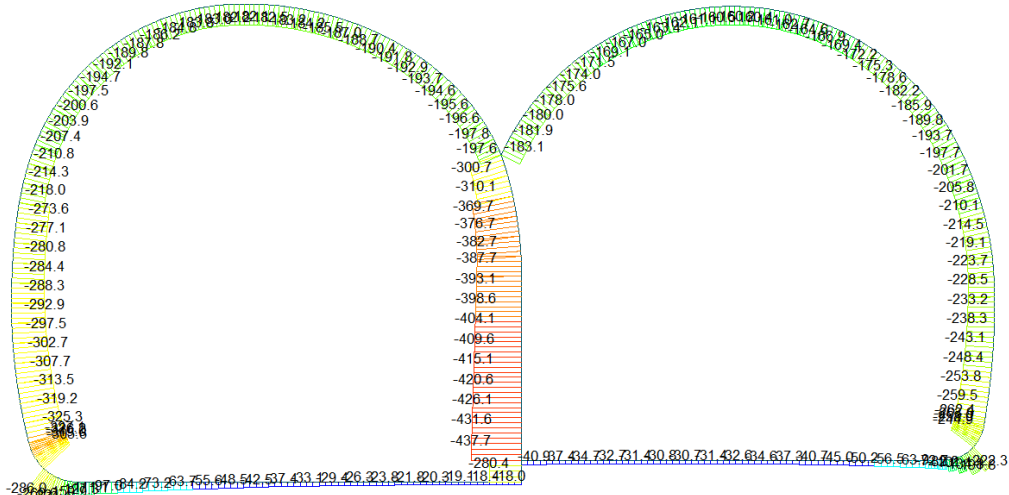
260.36
217.29
174.22
131.14
88.07
45.00
0.00
-41.15
-84.22
-127.30
-170.37
-213.44

ST: N21C
MAX : 153
MIN : 40
FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.13. Load combination SLU 21D

Beam Diagram_Fx / ST_N21D



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

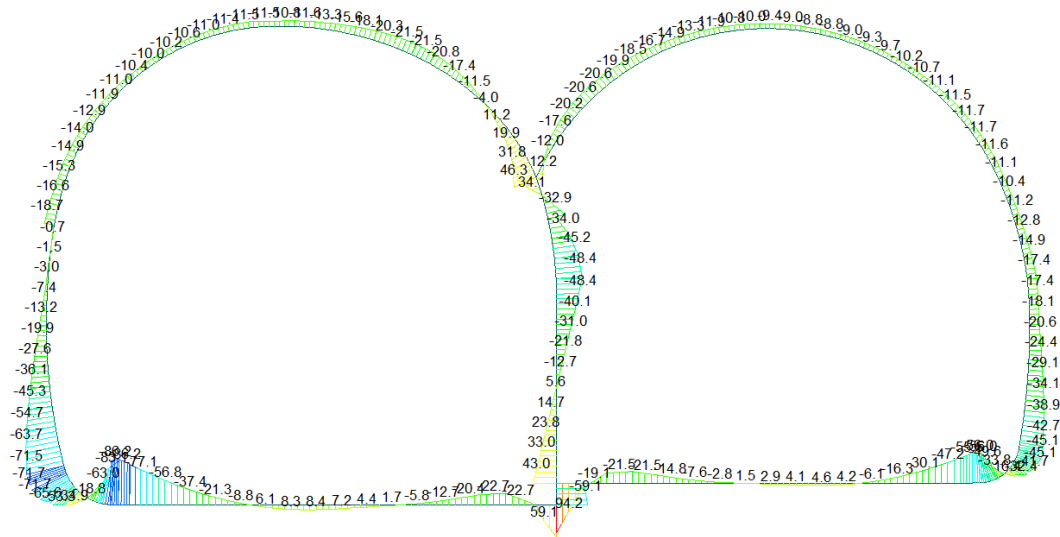
AXIAL

-18.02
-56.17
-94.33
-132.48
-170.63
-208.78
-246.94
-285.09
-323.24
-361.39
-399.55
-437.70

ST: N21D
MAX : 18
MIN : 88
FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N21D



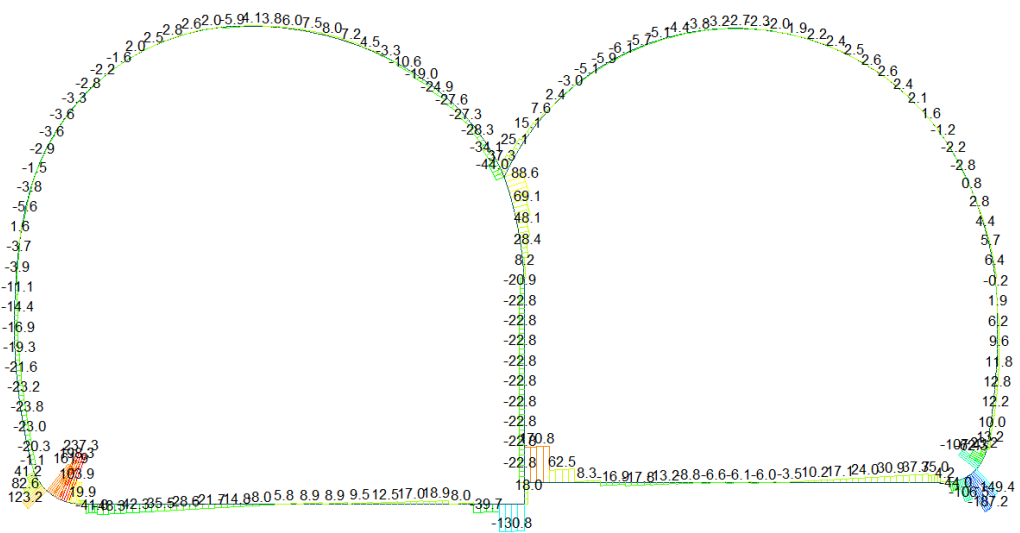
Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

94.17
77.78
61.38
44.98
28.59
12.19
0.00
-20.60
-37.00
-53.39
-69.79
-86.18

ST: N21D
MAX : 20
MIN : 155
FILE: GA-CB
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N21D



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

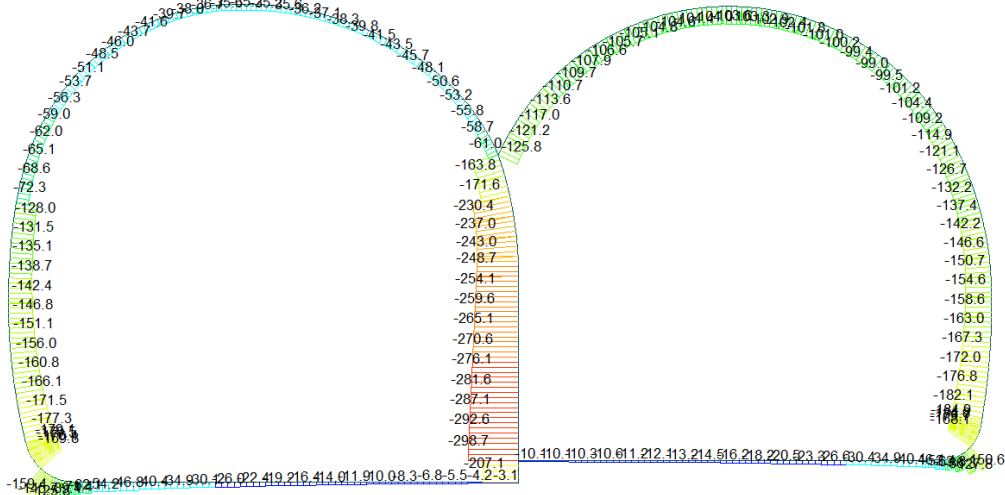
Shear-z

237.32
198.73
160.13
121.54
82.95
44.35
0.00
-32.84
-71.43
-110.03
-148.62
-187.22

ST: N21D
MAX : 153
MIN : 40
FILE: GA-CB
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.14. Load combination SLU 22A

Beam Diagram_Fx / ST_N22A



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-3.09
Light Blue	-29.96
Light Green	-56.83
Green	-83.70
Yellow-Green	-110.58
Yellow	-137.45
Orange	-164.32
Red-Orange	-191.19
Red	-218.06
Dark Red	-244.94
Dark Orange	-271.81
Light Red	-298.68

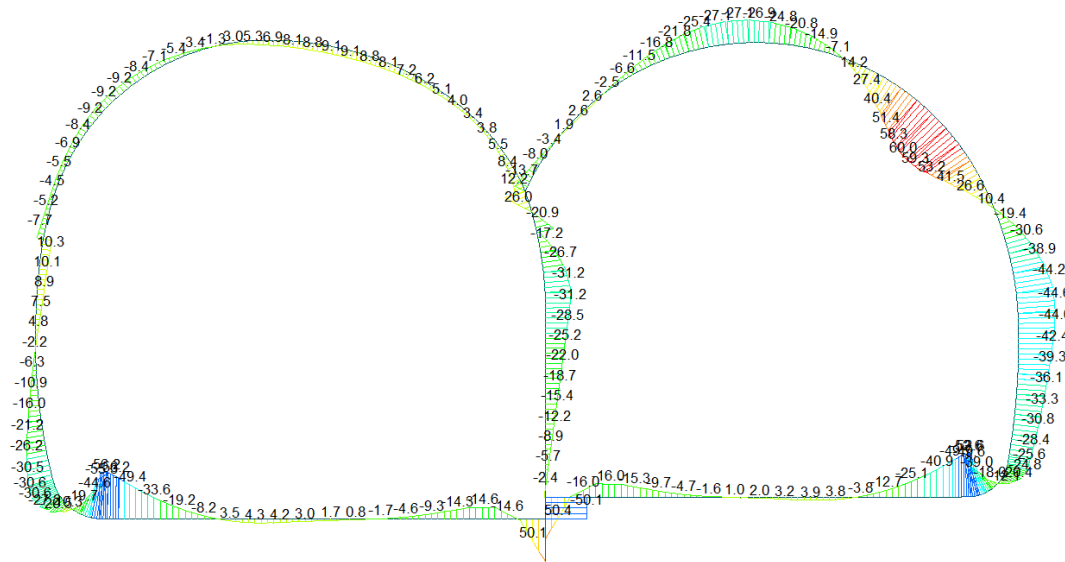
ST: N22A

MAX : 18
MIN : 88

FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N22A



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Red	60.04
Dark Red	49.47
Red-Orange	38.91
Orange	28.35
Yellow-Orange	17.79
Yellow	7.22
Light Green	0.00
Green	-13.90
Light Blue	-24.47
Blue	-35.03
Dark Blue	-45.59
Very Dark Blue	-56.15

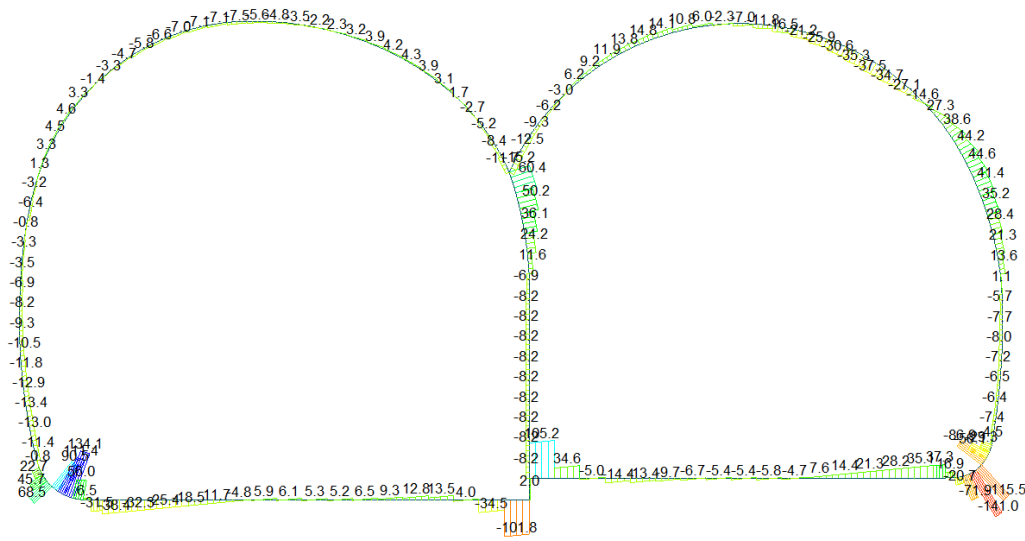
ST: N22A

MAX : 63
MIN : 155

FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N22A



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

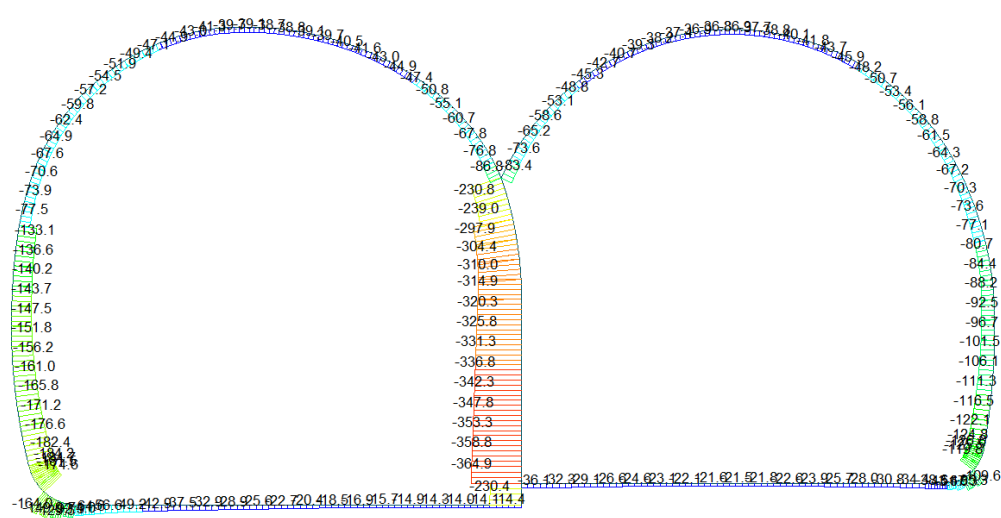
SHEAR-z

134.10
109.09
84.08
59.07
34.06
0.00
-15.95
-40.96
-65.97
-90.98
-115.99
-141.00

ST: N22A
MAX : 153
MIN : 40
FILE: GA-CB
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.15. Load combination SLU 22B

Beam Diagram_Fx / ST_N22B



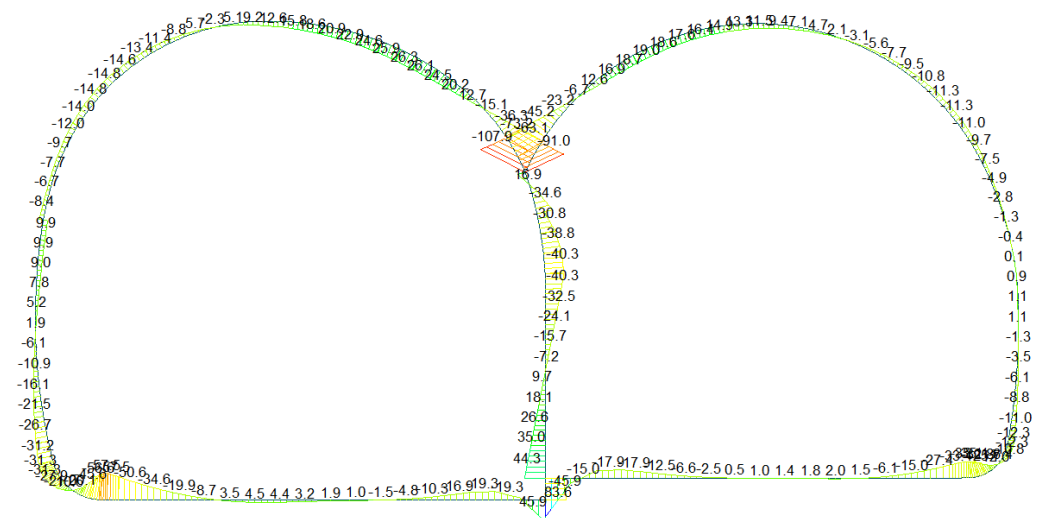
Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-14.03
-45.93
-77.82
-109.72
-141.62
-173.51
-205.41
-237.31
-269.20
-301.10
-333.00
-364.89

ST: N22B
MAX : 16
MIN : 88
FILE: GA-CB
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N22B



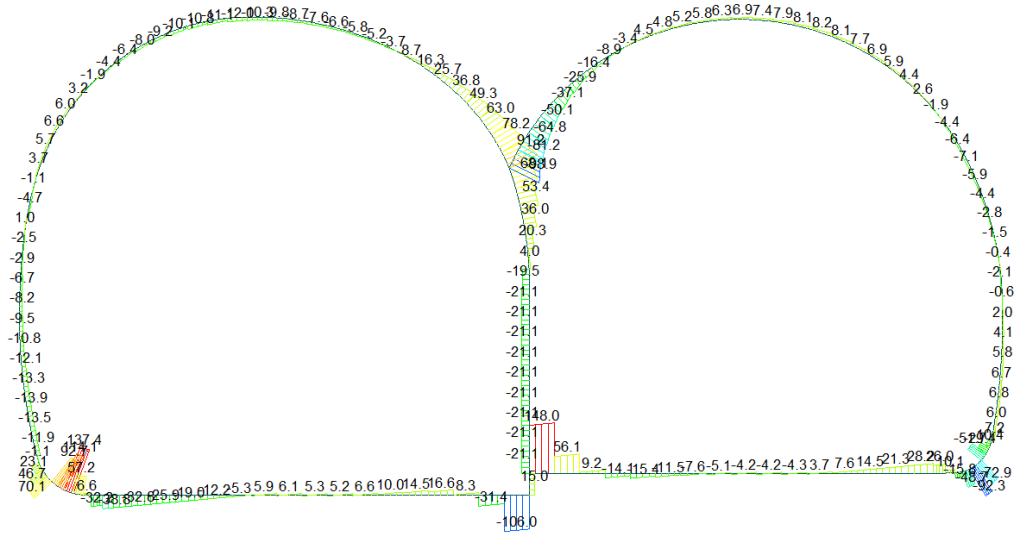
Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

83.58
66.18
48.77
31.36
13.95
0.00
-20.86
-38.27
-55.68
-73.08
-90.49
-107.90

ST: N22B
MAX : 20
MIN : 87
FILE: GA-CB
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N22B



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

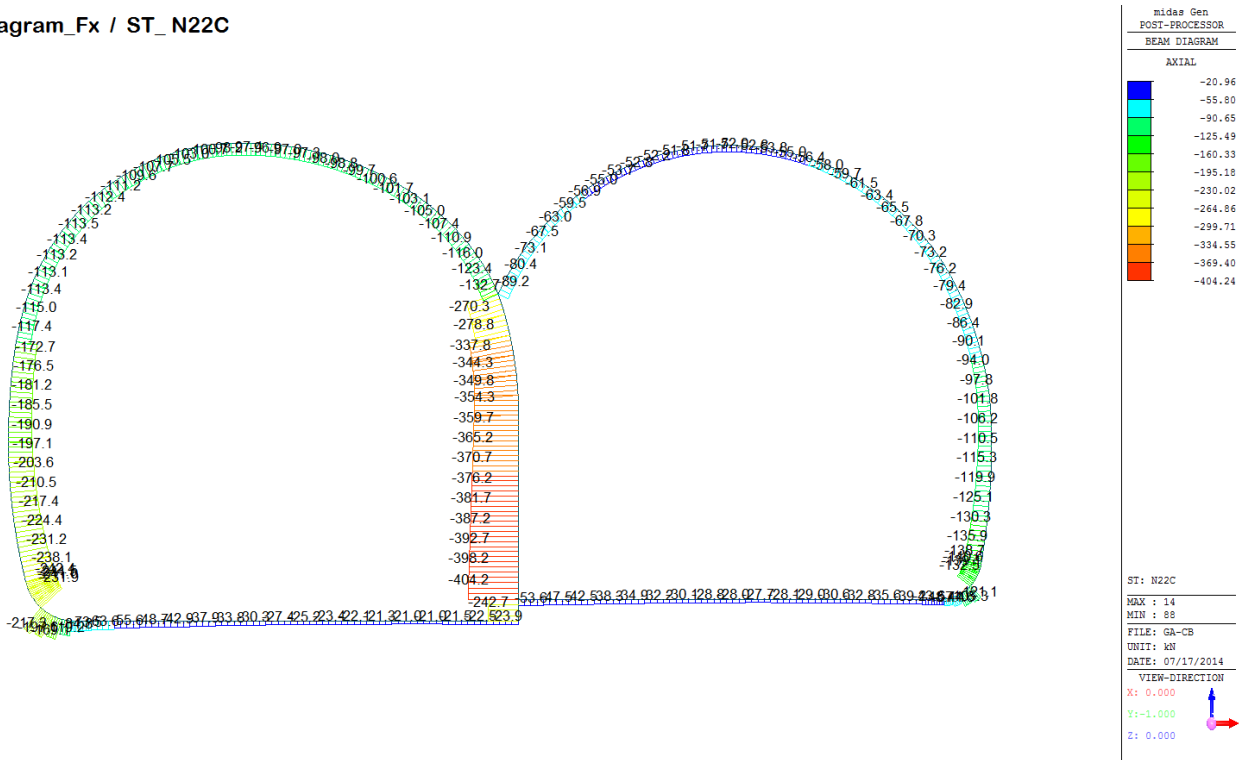
SHEAR-z

148.00
124.91
101.82
78.73
55.64
32.55
0.00
-13.63
-36.72
-59.81
-82.90
-105.99

ST: N22B
MAX : 20
MIN : 18
FILE: GA-CB
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.16. Load combination SLU 22C

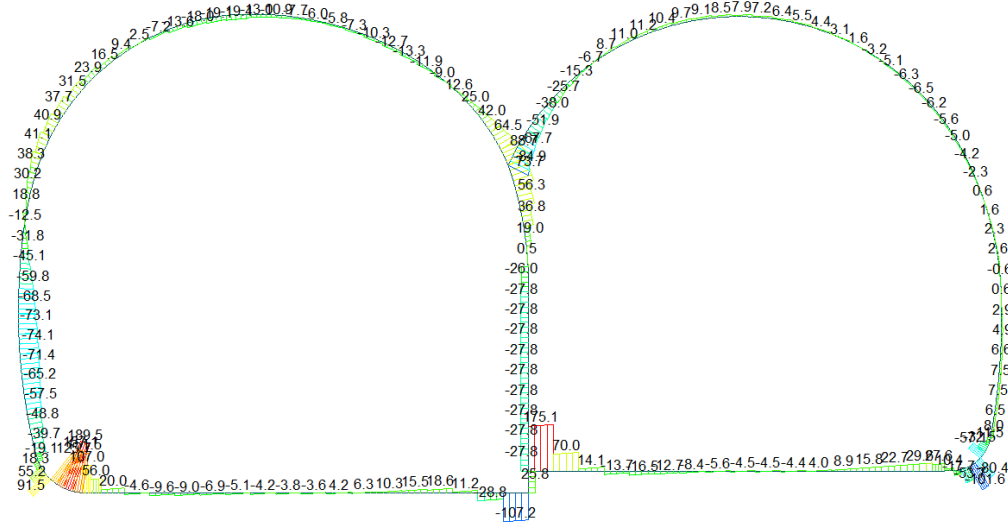
Beam Diagram_Fx / ST_N22C



Beam Diagram_My / ST_N22C



Beam Diagram_Fz / ST_N22C



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

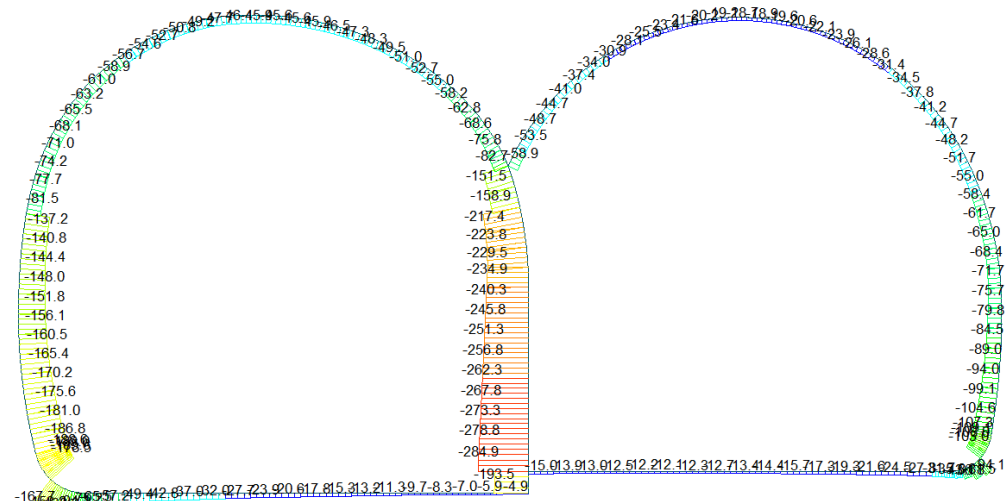
Shear-z

189.49
162.51
135.54
108.56
81.59
54.61
27.64
0.00
-26.32
-53.29
-80.27
-107.24

ST: N22C
MAX : 153
MIN : 18
FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.17. Load combination SLU 22D

Beam Diagram_Fx / ST_N22D



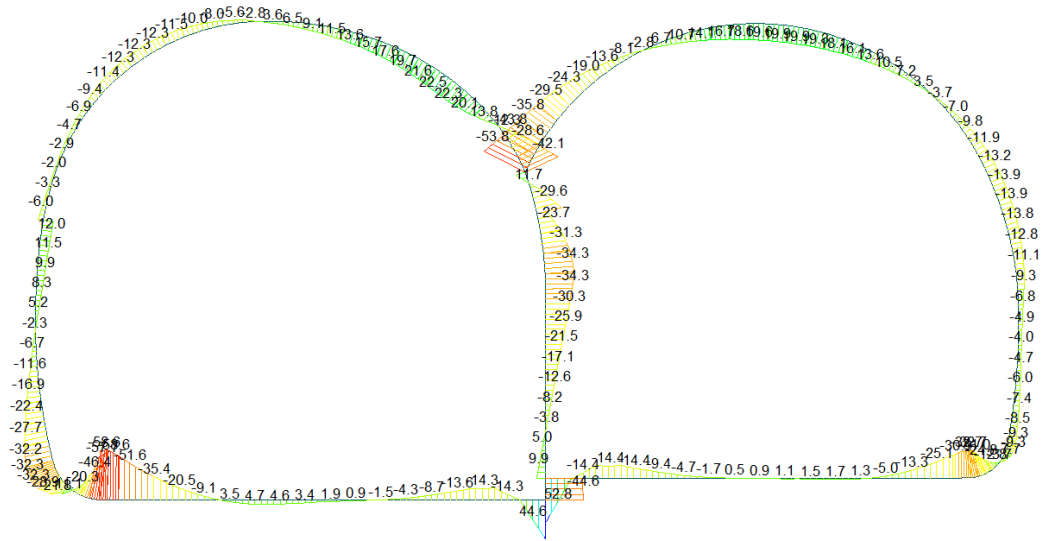
Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-4.86
-30.32
-55.78
-81.23
-106.69
-132.15
-157.61
-183.06
-208.52
-233.98
-259.44
-284.89

ST: N22D
MAX : 18
MIN : 88
FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N22D



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

52.78
42.65
32.53
22.40
12.28
0.00
-7.97
-18.10
-28.22
-38.35
-48.47
-58.60

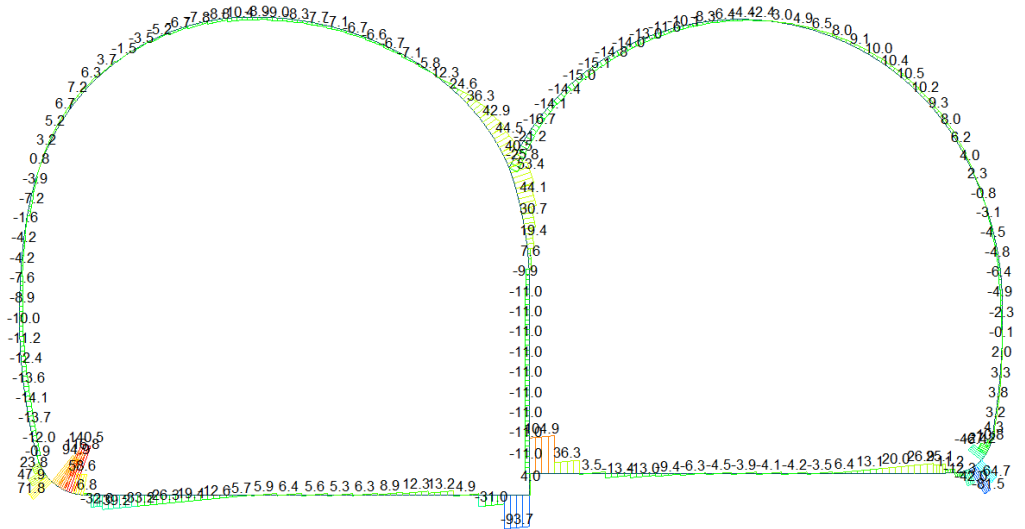
ST: N22D

MAX : 20
MIN : 155

FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N22D



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

140.54
119.24
97.95
76.65
55.35
34.06
12.76
0.00
-29.84
-51.13
-72.43
-93.73

ST: N22D

MAX : 153
MIN : 18

FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.18. Rebarred sections ratio cheking

SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck [N/mm ²]	fyk [N/mm ²]	CHECK	LOAD CB M-N iteration	LOAD CB V	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)								Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
1	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N6C	14-2-P16	9'776	218.541	156.596	0.000	213.068	-	149.669
5	1.00	0.55								0.417	0.417	0.000	0.702	-	0.702
2	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N6C	14-2-P16	9'776	190.840	140.396	0.000	211.165	-	94.878
5	1.00	0.55								0.386	0.381	0.000	0.449	-	0.449
3	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N5A	14-2-P16	9'776	165.676	108.177	0.000	222.514	-	68.022
5	1.00	0.55								0.272	0.274	0.000	0.306	-	0.306
4	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N5A	14-2-P16	9'776	144.097	76.487	0.000	219.572	-	58.741
5	1.00	0.55								0.167	0.170	0.000	0.268	-	0.268
5	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5D	N5A	14-2-P16	9'776	120.295	51.085	0.000	217.037	-	49.460
5	1.00	0.55								0.096	0.096	0.000	0.228	-	0.228
6	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5D	N5A	14-2-P16	9'776	105.021	32.173	0.000	214.856	-	40.179
5	1.00	0.55								0.047	0.046	0.000	0.187	-	0.187
7	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5D	N5A	14-2-P16	9'776	91.924	16.698	0.000	212.986	-	30.897
5	1.00	0.55								0.020	0.020	0.000	0.145	-	0.145
8	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5A	14-2-P16	9'776	84.884	12.440	0.000	211.386	-	21.616
5	1.00	0.55								0.016	0.016	0.000	0.102	-	0.102
9	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5D	14-2-P16	9'776	75.082	16.269	0.000	209.633	-	13.762
5	1.00	0.55								0.020	0.020	0.000	0.066	-	0.066
10	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N6B	14-2-P16	9'776	65.633	16.205	0.000	203.798	-	9.083
5	1.00	0.55								0.021	0.020	0.000	0.045	-	0.045
11	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N1	14-2-P16	9'776	58.543	15.412	0.000	207.840	-	16.231
5	1.00	0.55								0.020	0.020	0.000	0.078	-	0.078
12	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5B	14-2-P16	9'776	54.362	10.004	0.000	207.335	-	21.653
5	1.00	0.55								0.012	0.012	0.000	0.104	-	0.104
13	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5B	14-2-P16	9'776	49.874	10.208	0.000	206.723	-	28.051
5	1.00	0.55								0.012	0.012	0.000	0.136	-	0.136
14	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5B	14-2-P16	9'776	46.420	26.195	0.000	206.252	-	36.615
5	1.00	0.55								0.060	0.061	0.000	0.178	-	0.178
15	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5B	14-2-P16	9'776	43.928	43.729	0.000	205.912	-	39.707
5	1.00	0.55								0.130	0.131	0.000	0.193	-	0.193
16	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5C	14-2-P16	9'776	42.348	49.542	0.000	206.067	-	20.321
5	1.00	0.55								0.156	0.156	0.000	0.099	-	0.099
17	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5B	14-2-P16	9'776	41.645	49.542	0.000	205.601	-	79.808
5	1.00	0.55								0.153	0.156	0.000	0.388	-	0.388
18	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5D	14-2-P16 Stirrup 4-P10/150	9'776	41.807	123.110	0.000	205.623	615.474	274.777
5	1.00	0.55								0.446	0.444	0.000	1.336	0.446	0.446
19	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5B	N5C	14-2-P16	10'573	597.351	123.110	0.000	292.049	-	47.609
6	1.00	0.60								0.126	0.127	0.000	0.163	-	0.163
20	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5C	N5D	14-2-P16 Stirrup 4-P10/150	9'776	107.147	215.657	0.000	213.204	615.474	373.614
5	1.00	0.55								0.732	0.745	0.000	1.752	0.607	0.607
21	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N5B	14-2-P16	9'776	77.395	37.813	0.000	212.069	-	137.411
5	1.00	0.55								0.077	0.079	0.000	0.648	-	0.648
22	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5B	14-2-P16	9'776	82.597	46.353	0.000	211.185	-	17.676
5	1.00	0.55								0.108	0.108	0.000	0.084	-	0.084
23	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5C	14-2-P16	9'776	77.831	46.353	0.000	211.401	-	33.767
5	1.00	0.55								0.109	0.111	0.000	0.160	-	0.160
24	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5B	14-2-P16	9'776	74.680	31.978	0.000	210.106	-	37.137
5	1.00	0.55								0.060	0.060	0.000	0.177	-	0.177
25	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5B	14-2-P16	9'776	73.077	15.730	0.000	209.887	-	29.006
5	1.00	0.55								0.019	0.019	0.000	0.138	-	0.138
26	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N5A	14-2-P16	9'776	68.458	6.123	0.000	209.257	-	21.222
5	1.00	0.55								0.010	0.010	0.000	0.101	-	0.101
27	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N5A	14-2-P16	9'776	70.929	11.866	0.000	209.594	-	16.126
5	1.00	0.55								0.015	0.015	0.000	0.077	-	0.077
28	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N6A	14-2-P16	9'776	74.871	13.044	0.000	202.936	-	8.920
5	1.00	0.55								0.016	0.016	0.000	0.044	-	0.044
29	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N5C	14-2-P16	9'776	80.366	13.044	0.000	211.473	-	12.034
5	1.00	0.55								0.016	0.016	0.000	0.057	-	0.057
30	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5A	14-2-P16	9'776	88.234	9.759	0.000	211.858	-	20.846
5	1.00	0.55								0.014	0.014	0.000	0.098	-	0.098

SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck [N/mm ²]	fyk [N/mm ²]	CHECK	LOAD CB M-N iteration	LOAD CB V	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
	SECTION	Bc (m)								Hc (m)	Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs
31	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5C	N5A	14-2-P16	9'776	98.447	17.656	0.000	213.082	-	30.128
5	1.00	0.55								0.022	0.022	0.000	0.141	-	0.141
32	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5C	N5A	14-2-P16	9'776	108.298	32.267	0.000	214.579	-	39.409
5	1.00	0.55								0.043	0.044	0.000	0.184	-	0.184
33	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N5A	14-2-P16	9'776	120.687	50.674	0.000	216.379	-	48.690
5	1.00	0.55								0.091	0.093	0.000	0.225	-	0.225
34	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N5A	14-2-P16	9'776	136.396	77.339	0.000	218.522	-	57.971
5	1.00	0.55								0.178	0.180	0.000	0.265	-	0.265
35	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N5A	14-2-P16	9'776	154.933	108.645	0.000	221.049	-	67.253
5	1.00	0.55								0.280	0.285	0.000	0.304	-	0.304
36	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N5A	14-2-P16	9'776	176.683	125.851	0.000	224.015	-	71.845
5	1.00	0.55								0.337	0.335	0.000	0.321	-	0.321
37	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N6B	14-2-P16	9'776	200.122	127.502	0.000	208.537	-	46.034
5	1.00	0.55								0.329	0.323	0.000	0.225	-	0.221
38	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N5B	14-2-P16	9'776	244.893	127.502	0.000	232.311	-	96.185
5	1.00	0.55								0.283	0.283	0.000	0.414	-	0.414
39	100 x 55		30.00	450.00	OK	N6B	N5A	14-2-P16	9'776	83.918	78.040	0.000	244.015	-	242.130
5	1.00	0.55								0.226	0.229	0.000	0.992	-	0.992
40	100 x 55		30.00	450.00	OK	N2	41	14-2-P16 Stirrup 4-P10/150	9'776	107.607	71.464	0.000	262.667	615.474	441.772
5	1.00	0.55								0.185	0.184	0.000	1.682	0.718	0.718
41	100 x 55		30.00	450.00	OK	N2	49	14-2-P16 Stirrup 4-P10/150	9'776	123.177	56.310	0.000	272.630	615.474	353.029
5	1.00	0.55								0.113	0.113	0.000	1.295	0.574	0.574
42	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5C	N5A	14-2-P16	10'573	558.376	82.587	0.000	294.870	-	253.708
6	1.00	0.60								0.093	0.094	0.000	0.860	-	0.860
43	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5A	N5A	14-2-P16	10'573	620.550	101.673	0.000	299.693	-	146.903
6	1.00	0.60								0.111	0.111	0.000	0.490	-	0.490
44	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5A	N6A	14-2-P16	10'573	634.155	109.725	0.000	246.540	-	48.062
6	1.00	0.60								0.117	0.118	0.000	0.195	-	0.195
45	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N5C	14-2-P16	9'776	635.604	109.725	0.000	282.029	-	35.768
5	1.00	0.55								0.134	0.136	0.000	0.127	-	0.127
46	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5A	N5C	14-2-P16	9'776	631.279	103.572	0.000	281.173	-	26.754
5	1.00	0.55								0.129	0.130	0.000	0.095	-	0.095
47	100 x 50		30.00	450.00	OK	N5A	N5C	14-2-P16	8'979	623.171	94.260	0.000	265.268	-	30.800
4	1.00	0.50								0.140	0.141	0.000	0.116	-	0.116
48	100 x 50		30.00	450.00	OK	N5A	N5C	14-2-P16	8'979	615.630	83.153	0.000	264.472	-	31.245
4	1.00	0.50								0.128	0.129	0.000	0.118	-	0.118
49	100 x 45		30.00	450.00	OK	N5A	N5C	14-2-P16	8'182	608.108	71.834	0.000	248.199	-	28.408
3	1.00	0.45								0.137	0.136	0.000	0.114	-	0.114
50	100 x 45		30.00	450.00	OK	N6C	N2	14-2-P16	8'182	92.295	42.096	0.000	247.499	-	22.662
3	1.00	0.45								0.129	0.128	0.000	0.092	-	0.092
51	100 x 40		30.00	450.00	OK	N6C	N2	14-2-P16	7'385	92.200	42.096	0.000	171.395	-	12.385
2	1.00	0.40								0.159	0.159	0.000	0.072	-	0.072
52	100 x 40		30.00	450.00	OK	N6C	N6B	14-2-P16	7'385	88.137	39.432	0.000	172.004	-	15.564
2	1.00	0.40								0.152	0.149	0.000	0.090	-	0.090
53	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5D	N6B	14-2-P16	6'589	147.260	44.233	0.000	160.615	-	17.562
1	1.00	0.35								0.176	0.173	0.000	0.109	-	0.109
54	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5D	N6A	14-2-P16	6'589	146.633	44.233	0.000	171.893	-	29.523
1	1.00	0.35								0.175	0.173	0.000	0.172	-	0.172
55	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5A	N6A	14-2-P16	6'589	565.269	47.890	0.000	171.042	-	39.144
1	1.00	0.35								0.149	0.152	0.000	0.229	-	0.229
56	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5A	N6A	14-2-P16	6'589	558.173	43.064	0.000	170.130	-	48.105
1	1.00	0.35								0.141	0.142	0.000	0.283	-	0.283
57	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5A	N6A	14-2-P16	6'589	551.180	38.019	0.000	169.163	-	56.384
1	1.00	0.35								0.130	0.133	0.000	0.333	-	0.333
58	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6A	N6A	14-2-P16	6'589	152.314	50.843	0.000	168.149	-	63.962
1	1.00	0.35								0.210	0.210	0.000	0.380	-	0.380
59	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6A	N6A	14-2-P16	6'589	144.349	75.577	0.000	167.110	-	67.503
1	1.00	0.35								0.386	0.381	0.000	0.404	-	0.404
60	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6A	N6A	14-2-P16	6'589	135.702	98.205	0.000	165.977	-	65.776
1	1.00	0.35								0.522	0.534	0.000	0.396	-	0.396

SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck [N/mm ²]	fyk [N/mm ²]	CHECK	LOAD CB M-N iteration	LOAD CB V	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
	SECTION	Bc (m)								Hc (m)	Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs
61	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6A	N6A	14-2-P16	6'589	127.699	115.882	0.000	164.922	-	56.926
1	1.00	0.35								0.676	0.662	0.000	0.345	-	0.345
62	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6A	N6A	14-2-P16	6'589	121.215	125.550	0.000	164.060	-	40.423
1	1.00	0.35								0.721	0.729	0.000	0.246	-	0.246
63	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6A	N6A	14-2-P16	6'589	116.874	125.117	0.000	163.031	-	17.471
1	1.00	0.35								0.742	0.732	0.000	0.107	-	0.107
64	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6A	N6A	14-2-P16	6'589	117.894	125.117	0.000	162.757	-	35.528
1	1.00	0.35								0.749	0.732	0.000	0.218	-	0.218
65	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6A	N6A	14-2-P16	6'589	117.213	116.166	0.000	162.707	-	47.188
1	1.00	0.35								0.656	0.669	0.000	0.290	-	0.290
66	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6A	N6A	14-2-P16	6'589	117.752	101.250	0.000	162.816	-	52.309
1	1.00	0.35								0.562	0.570	0.000	0.321	-	0.321
67	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6A	N6A	14-2-P16	6'589	119.005	82.981	0.000	163.019	-	50.652
1	1.00	0.35								0.458	0.451	0.000	0.311	-	0.311
68	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6D	N6A	14-2-P16	6'589	9.353	62.018	0.000	163.248	-	45.530
1	1.00	0.35								0.399	0.404	0.000	0.279	-	0.279
69	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6D	N6A	14-2-P16	6'589	7.805	63.576	0.000	163.469	-	40.419
1	1.00	0.35								0.411	0.415	0.000	0.247	-	0.247
70	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6D	N6A	14-2-P16	6'589	6.736	64.041	0.000	163.683	-	35.294
1	1.00	0.35								0.420	0.420	0.000	0.216	-	0.216
71	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6D	N6A	14-2-P16	6'589	6.163	63.353	0.000	163.891	-	30.132
1	1.00	0.35								0.423	0.416	0.000	0.184	-	0.184
72	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6D	N6A	14-2-P16	6'589	6.417	63.353	0.000	164.094	-	24.907
1	1.00	0.35								0.419	0.415	0.000	0.152	-	0.152
73	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6D	N6A	14-2-P16	6'589	6.592	61.479	0.000	164.291	-	19.591
1	1.00	0.35								0.411	0.403	0.000	0.119	-	0.119
74	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6B	N6A	14-2-P16	6'589	30.226	62.912	0.000	164.481	-	14.160
1	1.00	0.35								0.401	0.392	0.000	0.086	-	0.086
75	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6B	N6D	14-2-P16	6'589	30.266	62.912	0.000	149.161	-	15.183
1	1.00	0.35								0.387	0.392	0.000	0.102	-	0.102
76	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6B	N6D	14-2-P16	6'589	31.181	62.259	0.000	149.414	-	17.828
1	1.00	0.35								0.385	0.387	0.000	0.119	-	0.119
77	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6B	N6D	14-2-P16	6'589	32.630	60.743	0.000	149.728	-	20.233
1	1.00	0.35								0.377	0.376	0.000	0.135	-	0.135
78	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6D	14-2-P16	6'589	34.227	59.009	0.000	150.099	-	22.342
1	1.00	0.35								0.371	0.363	0.000	0.149	-	0.149
79	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6D	14-2-P16	6'589	34.104	59.009	0.000	150.524	-	24.099
1	1.00	0.35								0.370	0.363	0.000	0.160	-	0.160
80	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6B	14-2-P16	6'589	35.957	58.710	0.000	153.529	-	25.883
1	1.00	0.35								0.368	0.360	0.000	0.169	-	0.169
81	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6B	14-2-P16	6'589	38.681	55.826	0.000	154.132	-	37.167
1	1.00	0.35								0.338	0.338	0.000	0.241	-	0.241
82	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6B	14-2-P16	6'589	42.482	49.240	0.000	154.887	-	50.941
1	1.00	0.35								0.289	0.290	0.000	0.329	-	0.329
83	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6B	14-2-P16	6'589	47.560	37.872	0.000	155.816	-	67.080
1	1.00	0.35								0.216	0.212	0.000	0.431	-	0.431
84	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6B	N6B	14-2-P16	6'589	69.503	38.144	0.000	156.940	-	85.448
1	1.00	0.35								0.196	0.194	0.000	0.544	-	0.544
85	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6B	N6B	14-2-P16	6'589	79.911	75.138	0.000	158.278	-	105.897
1	1.00	0.35								0.423	0.429	0.000	0.669	-	0.669
86	100 x 40		30.00	450.00	OK	N6B	N6B	14-2-P16	7'385	92.698	120.586	0.000	170.720	-	128.621
2	1.00	0.40								0.599	0.600	0.000	0.753	-	0.753
87	100 x 40		30.00	450.00	OK	N6B	N6B	14-2-P16	7'385	107.461	175.237	0.000	172.658	-	153.011
2	1.00	0.40								0.882	0.895	0.000	0.886	-	0.886
88	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5C	N5C	14-2-P16	9'776	931.972	121.498	0.000	326.182	-	59.538
5	1.00	0.55								0.165	0.164	0.000	0.183	-	0.183
89	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5C	N5C	14-2-P16	9'776	925.903	95.218	0.000	325.432	-	59.538
5	1.00	0.55								0.143	0.146	0.000	0.183	-	0.183
90	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5C	N5C	14-2-P16	9'776	920.403	71.403	0.000	324.682	-	59.538
5	1.00	0.55								0.127	0.130	0.000	0.183	-	0.183

SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck [N/mm ²]	fyk [N/mm ²]	CHECK	LOAD CB M-N iteration	LOAD CB V	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
	SECTION	Bc (m)								Hc (m)	Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs
91	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5C	N5C	14-2-P16	9'776	914.903	47.588	0.000	323.932	-	59.538
5	1.00	0.55								0.114	0.114	0.000	0.184	-	0.184
92	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5C	N5C	14-2-P16	9'776	909.403	23.773	0.000	323.182	-	59.538
5	1.00	0.55								0.102	0.102	0.000	0.184	-	0.184
93	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5C	14-2-P16	9'776	907.390	26.303	0.000	322.432	-	59.538
5	1.00	0.55								0.104	0.102	0.000	0.185	-	0.185
94	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5B	N5C	14-2-P16	9'776	899.965	48.129	0.000	321.682	-	59.538
5	1.00	0.55								0.114	0.112	0.000	0.185	-	0.185
95	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5C	N5C	14-2-P16	9'776	887.403	71.488	0.000	320.932	-	59.538
5	1.00	0.55								0.125	0.126	0.000	0.186	-	0.186
96	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5C	N5C	14-2-P16	9'776	881.903	95.304	0.000	320.182	-	59.538
5	1.00	0.55								0.141	0.141	0.000	0.186	-	0.186
97	100 x 55		30.00	450.00	OK	N5C	N5C	14-2-P16	9'776	876.699	117.299	0.000	319.472	-	55.009
5	1.00	0.55								0.159	0.157	0.000	0.172	-	0.172
98	100 x 50		30.00	450.00	OK	N5C	N5A	14-2-P16	8'979	878.347	117.299	0.000	293.140	-	18.762
4	1.00	0.50								0.180	0.183	0.000	0.064	-	0.064
99	100 x 50		30.00	450.00	OK	N5C	N5B	14-2-P16	8'979	871.441	112.738	0.000	303.107	-	63.855
4	1.00	0.50								0.177	0.177	0.000	0.211	-	0.211
100	100 x 45		30.00	450.00	OK	N5C	N5B	14-2-P16	8'182	862.000	89.280	0.000	285.551	-	110.099
3	1.00	0.45								0.179	0.179	0.000	0.386	-	0.386
101	100 x 40		30.00	450.00	OK	N5C	N5B	14-2-P16	7'385	798.871	65.202	0.000	260.361	-	156.490
2	1.00	0.40								0.171	0.174	0.000	0.601	-	0.601
102	100 x 40		30.00	450.00	OK	N5B	N5B	14-2-P16	7'385	752.346	94.494	0.000	258.028	-	206.750
2	1.00	0.40								0.210	0.212	0.000	0.801	-	0.801
103	100 x 40		30.00	450.00	OK	N6B	N5A	14-2-P16	7'385	110.087	148.382	0.000	215.509	-	198.450
2	1.00	0.40								0.742	0.743	0.000	0.921	-	0.921
104	100 x 40		30.00	450.00	OK	N6B	N5A	14-2-P16	7'385	94.755	103.876	0.000	217.060	-	160.268
2	1.00	0.40								0.506	0.505	0.000	0.738	-	0.738
105	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6B	N6B	14-2-P16	6'589	80.818	59.942	0.000	158.395	-	103.444
1	1.00	0.35								0.337	0.330	0.000	0.653	-	0.653
106	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6B	14-2-P16	6'589	126.028	52.275	0.000	156.960	-	83.873
1	1.00	0.35								0.245	0.242	0.000	0.534	-	0.534
107	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6B	14-2-P16	6'589	121.389	58.498	0.000	155.807	-	65.845
1	1.00	0.35								0.284	0.285	0.000	0.423	-	0.423
108	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6B	14-2-P16	6'589	120.782	58.498	0.000	154.886	-	49.761
1	1.00	0.35								0.295	0.288	0.000	0.321	-	0.321
109	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6D	N6B	14-2-P16	6'589	34.584	53.216	0.000	154.160	-	35.858
1	1.00	0.35								0.318	0.323	0.000	0.233	-	0.233
110	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6B	N2	14-2-P16	6'589	41.088	61.671	0.000	152.368	-	25.999
1	1.00	0.35								0.378	0.375	0.000	0.171	-	0.171
111	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6B	N2	14-2-P16	6'589	37.984	65.899	0.000	151.847	-	24.120
1	1.00	0.35								0.412	0.406	0.000	0.159	-	0.159
112	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6B	N2	14-2-P16	6'589	35.629	68.201	0.000	151.390	-	21.769
1	1.00	0.35								0.425	0.423	0.000	0.144	-	0.144
113	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6B	N2	14-2-P16	6'589	33.815	69.484	0.000	150.997	-	19.018
1	1.00	0.35								0.433	0.432	0.000	0.126	-	0.126
114	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6B	N6C	14-2-P16	6'589	32.446	69.834	0.000	162.912	-	18.865
1	1.00	0.35								0.431	0.436	0.000	0.116	-	0.116
115	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6B	N6C	14-2-P16	6'589	32.470	69.834	0.000	162.968	-	20.754
1	1.00	0.35								0.431	0.436	0.000	0.127	-	0.127
116	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6C	14-2-P16	6'589	16.653	66.676	0.000	163.067	-	23.665
1	1.00	0.35								0.438	0.429	0.000	0.145	-	0.145
117	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6C	14-2-P16	6'589	15.983	67.878	0.000	163.218	-	26.818
1	1.00	0.35								0.437	0.437	0.000	0.164	-	0.164
118	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6C	14-2-P16	6'589	15.882	67.878	0.000	163.465	-	25.794
1	1.00	0.35								0.434	0.437	0.000	0.158	-	0.158
119	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6C	14-2-P16	6'589	15.992	67.695	0.000	163.625	-	26.637
1	1.00	0.35								0.437	0.436	0.000	0.163	-	0.163
120	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N5D	14-2-P16	6'589	16.842	65.910	0.000	160.947	-	19.116
1	1.00	0.35								0.426	0.423	0.000	0.119	-	0.119

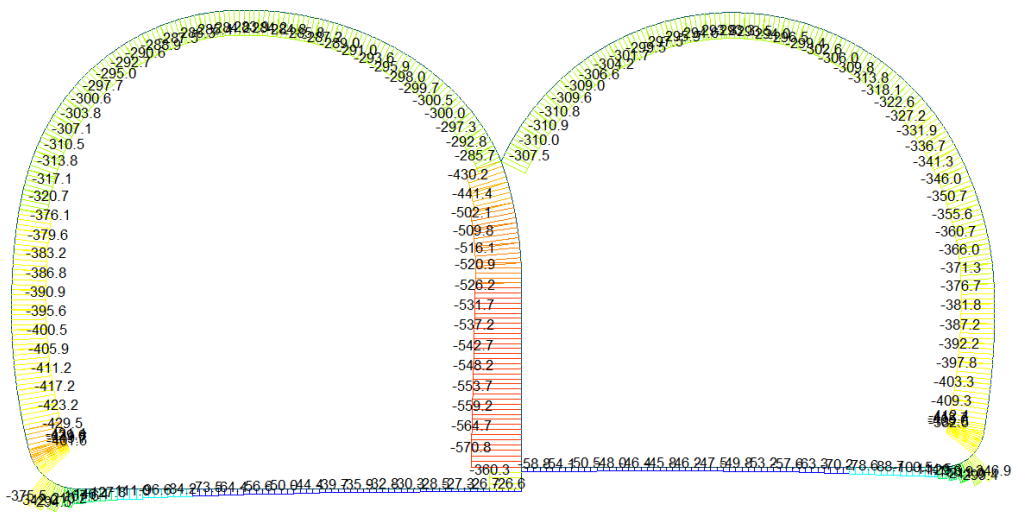
SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck [N/mm ²]	fyk [N/mm ²]	CHECK	LOAD CB M-N iteration	LOAD CB V	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
	SECTION	Bc (m)								Hc (m)	Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs
121	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6B	14-2-P16	6'589	18.363	62.962	0.000	152.759	-	17.558
1	1.00	0.35								0.405	0.403	0.000	0.115	-	0.115
122	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N2	14-2-P16	6'589	20.561	58.812	0.000	153.142	-	18.616
1	1.00	0.35								0.371	0.373	0.000	0.122	-	0.122
123	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6C	14-2-P16	6'589	23.396	53.577	0.000	153.586	-	19.245
1	1.00	0.35								0.336	0.336	0.000	0.125	-	0.125
124	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6C	14-2-P16	6'589	26.817	47.409	0.000	151.750	-	19.336
1	1.00	0.35								0.291	0.292	0.000	0.127	-	0.127
125	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6C	14-2-P16	6'589	30.761	40.500	0.000	164.339	-	27.484
1	1.00	0.35								0.246	0.243	0.000	0.167	-	0.167
126	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6C	14-2-P16	6'589	35.157	33.073	0.000	164.241	-	36.136
1	1.00	0.35								0.186	0.189	0.000	0.220	-	0.220
127	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5C	N6C	14-2-P16	6'589	505.609	43.894	0.000	164.074	-	44.897
1	1.00	0.35								0.137	0.137	0.000	0.274	-	0.274
128	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5D	N6C	14-2-P16	6'589	89.103	33.787	0.000	163.833	-	53.739
1	1.00	0.35								0.154	0.151	0.000	0.328	-	0.328
129	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	6'589	123.727	61.514	0.000	163.542	-	60.395
1	1.00	0.35								0.302	0.303	0.000	0.369	-	0.369
130	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	6'589	121.603	84.171	0.000	163.247	-	62.679
1	1.00	0.35								0.468	0.457	0.000	0.384	-	0.384
131	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	6'589	119.795	105.208	0.000	162.996	-	60.673
1	1.00	0.35								0.601	0.597	0.000	0.372	-	0.372
132	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	6'589	118.662	122.936	0.000	162.836	-	54.438
1	1.00	0.35								0.706	0.714	0.000	0.334	-	0.334
133	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	6'589	119.473	134.674	0.000	162.931	-	41.526
1	1.00	0.35								0.785	0.791	0.000	0.255	-	0.255
134	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	6'589	121.581	138.640	0.000	163.195	-	24.169
1	1.00	0.35								0.828	0.818	0.000	0.148	-	0.148
135	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	6'589	173.450	156.640	0.000	170.750	-	22.817
1	1.00	0.35								0.870	0.889	0.000	0.134	-	0.134
136	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	6'589	177.550	154.342	0.000	171.279	-	50.485
1	1.00	0.35								0.891	0.876	0.000	0.295	-	0.295
137	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	6'589	183.127	140.664	0.000	171.998	-	71.011
1	1.00	0.35								0.763	0.775	0.000	0.413	-	0.413
138	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	6'589	187.912	117.870	0.000	172.613	-	91.848
1	1.00	0.35								0.629	0.624	0.000	0.532	-	0.532
139	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	6'589	194.289	85.853	0.000	173.434	-	105.430
1	1.00	0.35								0.405	0.405	0.000	0.608	-	0.608
140	100 x 40		30.00	450.00	OK	N5C	N6C	14-2-P16	7'385	597.675	49.283	0.000	185.507	-	113.775
2	1.00	0.40								0.129	0.130	0.000	0.613	-	0.613
141	100 x 40		30.00	450.00	OK	N5C	N6C	14-2-P16	7'385	603.620	71.875	0.000	186.538	-	117.334
2	1.00	0.40								0.163	0.164	0.000	0.629	-	0.629
142	100 x 45		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	8'182	221.678	85.305	0.000	200.590	-	116.059
3	1.00	0.45								0.235	0.232	0.000	0.579	-	0.579
143	100 x 45		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	8'182	230.074	129.077	0.000	201.709	-	109.903
3	1.00	0.45								0.435	0.434	0.000	0.545	-	0.545
144	100 x 50		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	8'979	238.720	169.625	0.000	217.176	-	101.773
4	1.00	0.50								0.540	0.531	0.000	0.469	-	0.469
145	100 x 50		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	8'979	247.018	206.451	0.000	218.301	-	92.553
4	1.00	0.50								0.692	0.683	0.000	0.424	-	0.424
146	100 x 55		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	9'776	255.431	239.350	0.000	234.023	-	82.875
5	1.00	0.55								0.688	0.702	0.000	0.354	-	0.354
147	100 x 55		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	9'776	263.139	248.412	0.000	235.537	-	60.782
5	1.00	0.55								0.741	0.737	0.000	0.258	-	0.258
148	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6C	N5C	14-2-P16	10'573	271.134	251.468	0.000	301.346	-	80.122
6	1.00	0.60								0.640	0.646	0.000	0.266	-	0.266
149	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6C	N5C	14-2-P16	10'573	271.119	251.468	0.000	299.168	-	161.041
6	1.00	0.60								0.640	0.646	0.000	0.538	-	0.538
150	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6C	N5C	14-2-P16	10'573	266.876	248.359	0.000	295.346	-	239.413
6	1.00	0.60								0.630	0.638	0.000	0.811	-	0.811
151	100 x 55		30.00	450.00	OK	N6C	N5D	14-2-P16 Stirrup 4-P10/150	9'776	256.405	239.072	0.000	275.229	615.474	313.721
5	1.00	0.55								0.690	0.701	0.000	1.140	0.510	0.510
152	100 x 55		30.00	450.00	OK	N6C	N5D	14-2-P16 Stirrup 4-P10/150	9'776	239.773	223.745	0.000	269.389	615.474	383.549
5	1.00	0.55								0.646	0.656	0.000	1.424	0.623	0.623
153	100 x 55		30.00	450.00	OK	N6C	N5D	14-2-P16 Stirrup 4-P10/150	9'776	213.301	202.664	0.000	259.769	615.474	458.478
5	1.00	0.55								0.600	0.601	0.000	1.765	0.745	0.745
154	100 x 55		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	9'776	159.725	168.663	0.000	221.767	-	216.241
5	1.00	0.55								0.522	0.517	0.000	0.975	-	0.975
155	100 x 55		30.00	450.00	OK	N6C	N6C	14-2-P16	9'776	111.540	126.463	0.000	215.138	-	200.111
5	1.00	0.55								0.386	0.393	0.000	0.930	-	0.930

A.4.4.19. Rebared sections ratio cheking for fire combinations load

SECTION CHECKING - FIRE COMBINATIONS LOAD															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
135(M+N) / 85(V)	100 x 35		30.00	360.00	OK	N22C	N22B	14-2-P16	7'328	179.110	70.305	0.000	189.780	-	60.861
1	1.00	0.30								0.407	0.411	0.000	0.321	-	0.321
87(M+N) / 87(V)	100 x 40		30.00	360.00	OK	N22B	N22B	14-2-P16	8'391	76.952	97.779	0.000	207.232	-	95.367
2	1.00	0.35								0.598	0.585	0.000	0.460	-	0.460
143(M+N) / 142(V)	100 x 45		30.00	360.00	OK	N22C	N22C	14-2-P16	9'453	218.933	94.603	0.000	239.324	-	67.807
3	1.00	0.40								0.347	0.346	0.000	0.283	-	0.283
145(M+N) / 144(V)	100 x 50		30.00	360.00	OK	N22C	N22C	14-2-P16	10'516	231.531	133.839	0.000	254.123	-	53.766
4	1.00	0.45								0.461	0.460	0.000	0.212	-	0.212
147(M+N) / 153(V)	100 x 55		30.00	360.00	OK	N22C	N21C	14-2-P16	11'578	241.637	150.366	0.000	247.613	-	243.442
5	1.00	0.50								0.441	0.444	0.000	0.983	-	0.983
148(M+N) / 150(V)	100 x 60		30.00	360.00	OK	N22C	N21C	14-2-P16	12'641	241.241	150.366	0.000	291.615	-	128.726
6	1.00	0.55								0.382	0.379	0.000	0.441	-	0.441

A.4.4.20. Load combination SLE 1

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 1



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

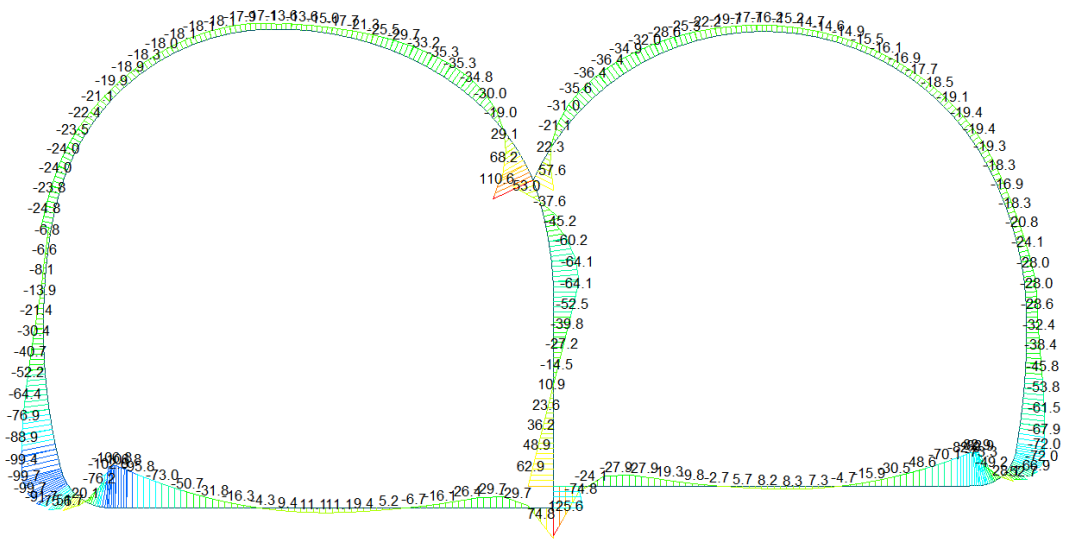
AXIAL

Blue	-26.63
Light Blue	-76.10
Light Green	-125.57
Green	-175.03
Yellow-Green	-224.50
Yellow	-273.97
Orange	-323.43
Red-Orange	-372.90
Red	-422.37
Dark Red	-471.84
Dark Red	-521.30
Dark Red	-570.77

ST: NSLE - 1
MAX : 18
MIN : 88
FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 1



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

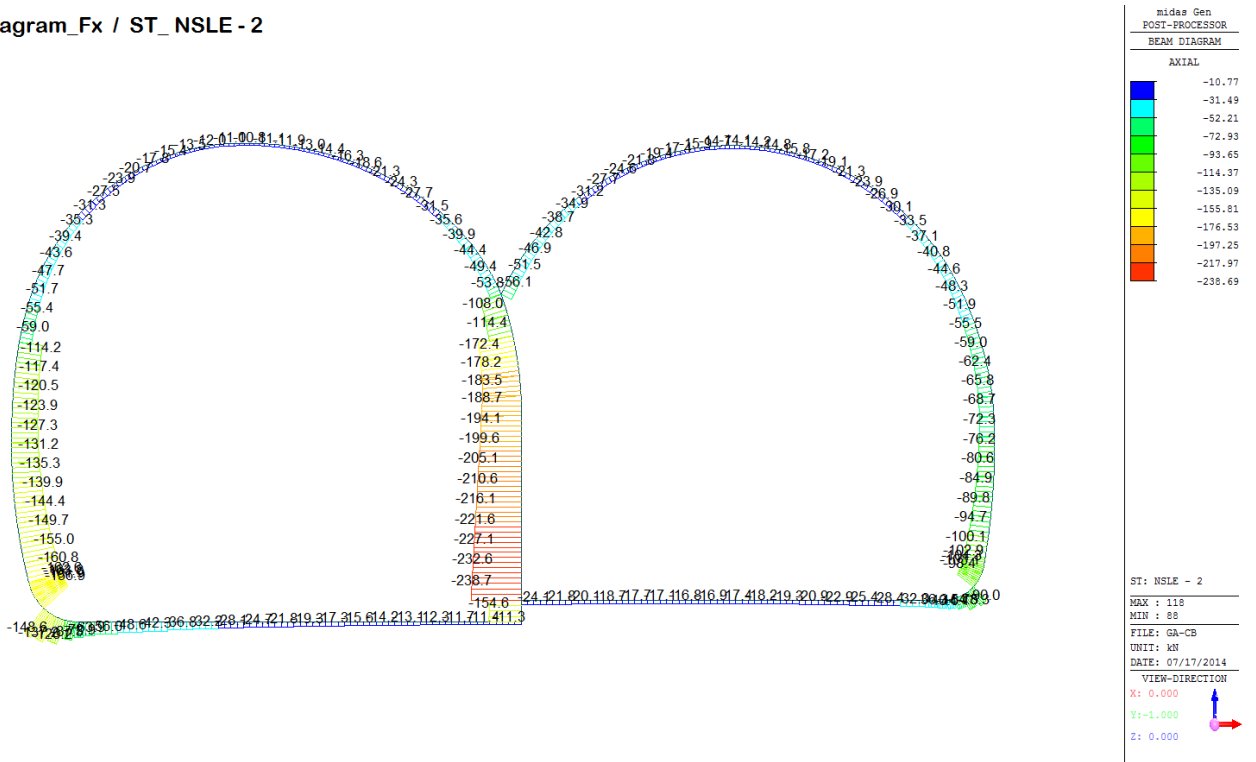
Red	125.64
Dark Red	104.51
Red-Orange	83.38
Orange	62.25
Yellow-Orange	41.11
Yellow	19.98
Light Green	0.00
Green	-22.28
Light Blue	-43.41
Blue	-64.54
Dark Blue	-85.67
Dark Blue	-106.81

ST: NSLE - 1
MAX : 20
MIN : 155
FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014

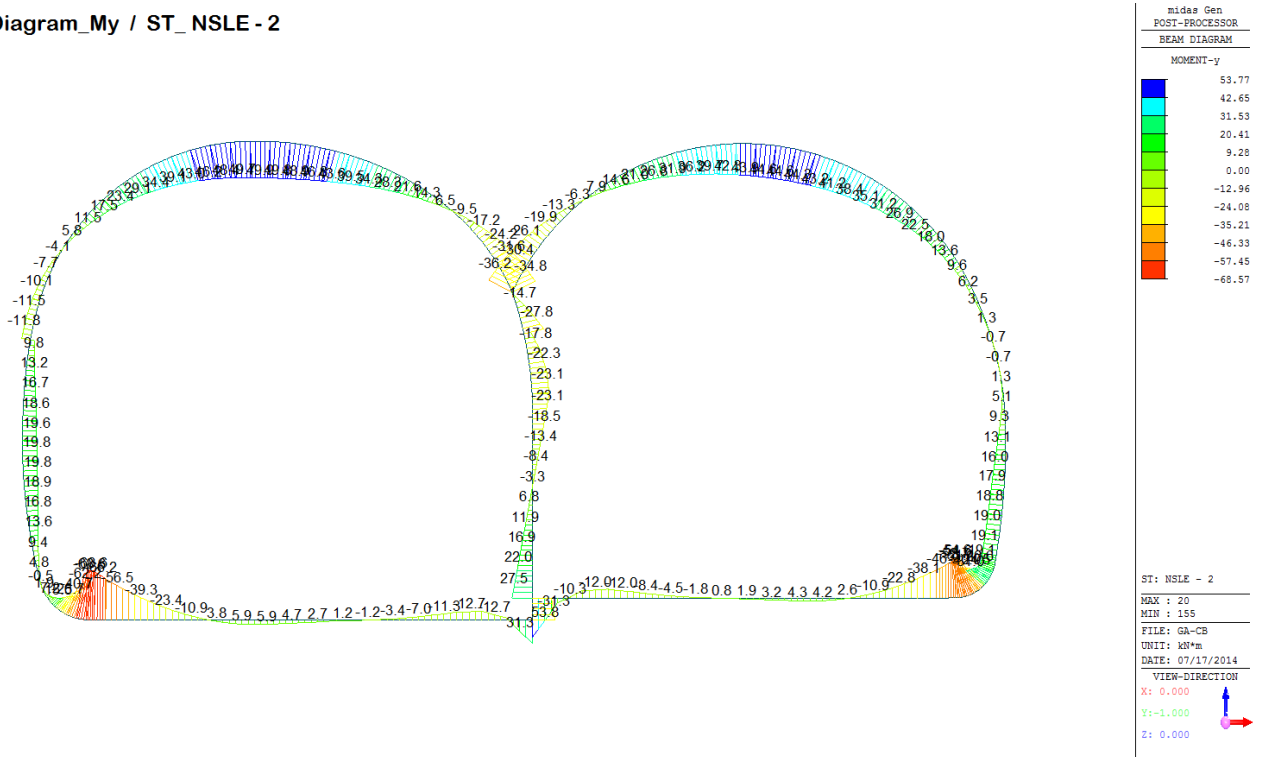
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.21. Load combination SLE 2

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 2

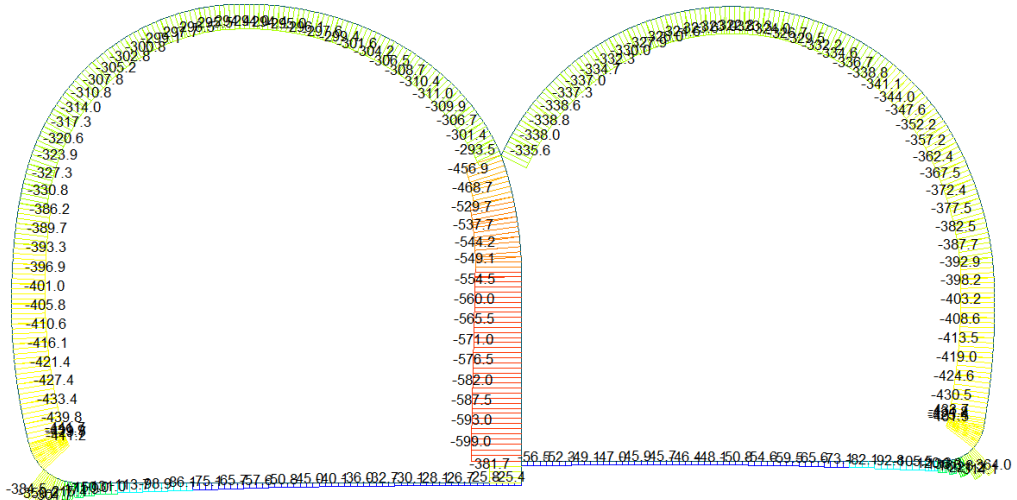


Beam Diagram_My / ST_NSLE - 2



A.4.4.22. Load combination SLE 5A

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 5A



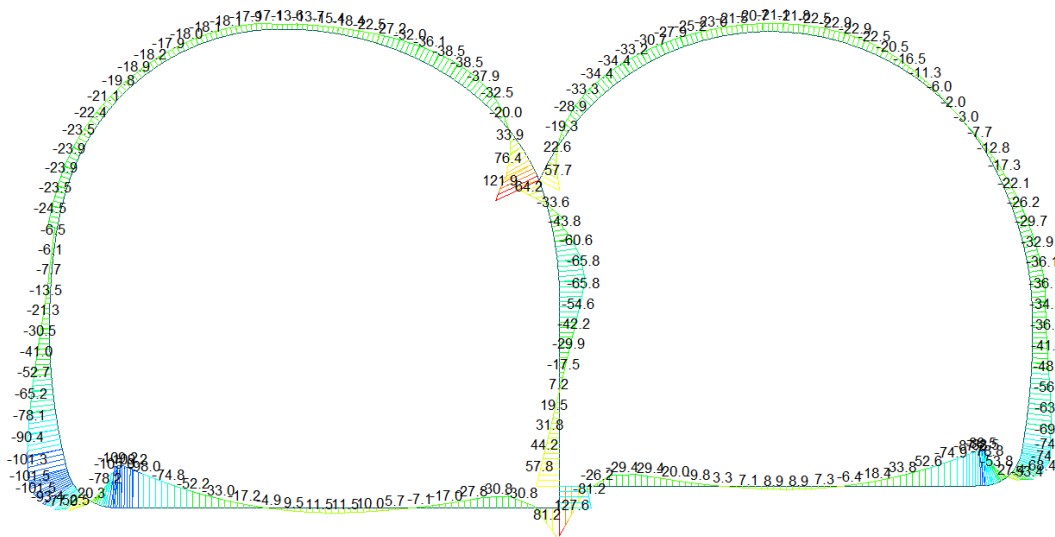
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-25.45
Cyan	-77.59
Green	-129.74
Light Green	-181.88
Yellow-Green	-234.03
Yellow	-286.17
Orange	-338.32
Red-Orange	-390.46
Red	-442.61
Dark Red	-494.75
Dark Red	-546.90
Dark Red	-599.04

ST: NSLE - 5A
MAX : 18
MIN : 88
FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 5A



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

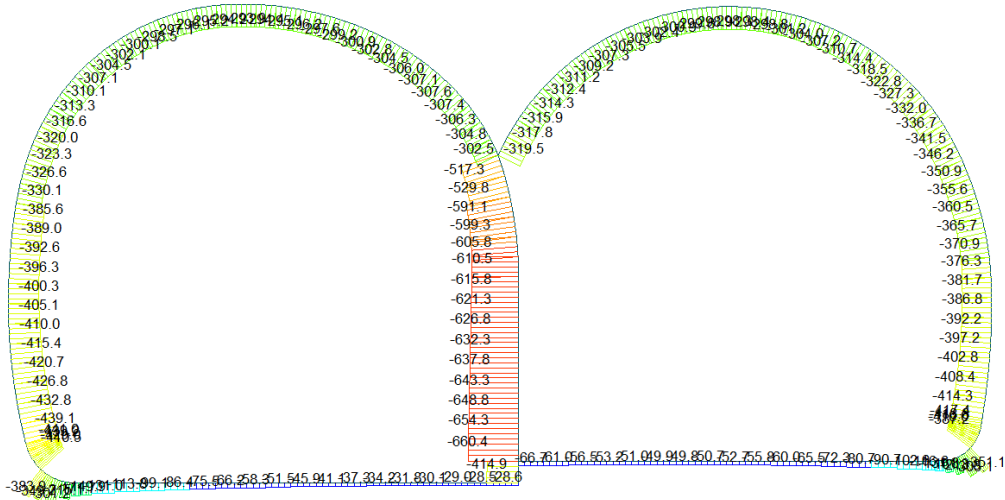
MOMENT-y

Red	127.64
Orange	106.10
Yellow-Orange	84.57
Yellow	63.03
Light Yellow	41.50
Light Green	19.97
Green	0.00
Light Green	-23.10
Yellow-Green	-44.63
Yellow	-66.17
Orange	-87.70
Red	-109.24

ST: NSLE - 5A
MAX : 20
MIN : 155
FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.23. Load combination SLE 5B

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 5B



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-28.50
Light Blue	-85.94
Light Green	-143.39
Green	-200.83
Yellow-Green	-258.27
Yellow	-315.71
Orange	-373.15
Red-Orange	-430.60
Red	-488.04
Dark Red	-545.48
Dark Orange	-602.92
Light Red	-660.36

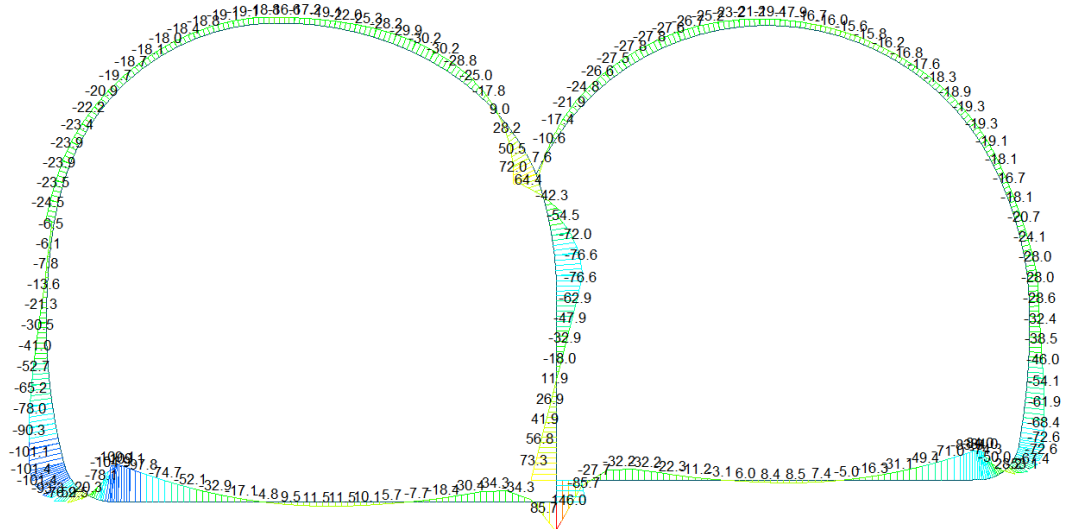
ST: NSLE - 5B

MAX : 17
MIN : 88

FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 5B



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Red	146.01
Dark Red	122.82
Red-Orange	99.63
Orange	76.44
Yellow-Orange	53.25
Yellow	30.05
Light Green	0.00
Green	-16.33
Light Blue	-39.52
Blue	-62.71
Dark Blue	-85.90
Very Dark Blue	-109.09

ST: NSLE - 5B

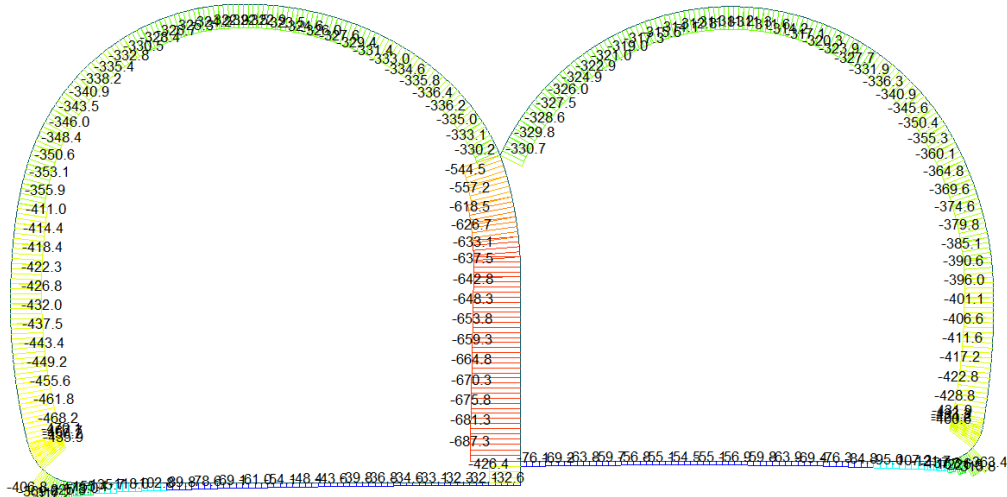
MAX : 20
MIN : 155

FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.24. Load combination SLE 5C

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 5C



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-32.10
Light Blue	-91.67
Light Green	-151.23
Green	-210.80
Yellow-Green	-270.37
Yellow	-329.94
Light Orange	-389.50
Orange	-449.07
Dark Orange	-508.64
Red-Orange	-568.21
Red	-627.77
Dark Red	-687.34

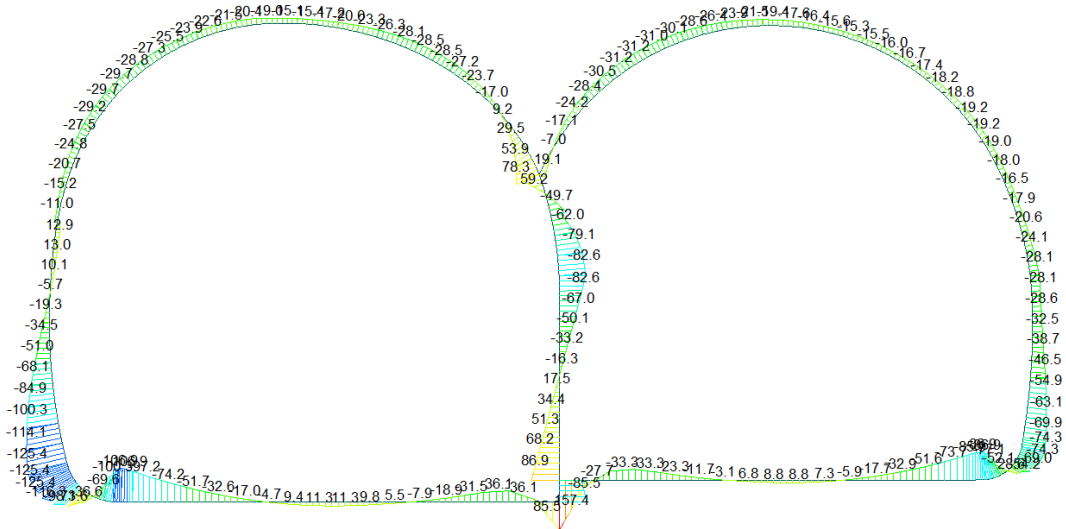
ST: NSLE - 5C

MAX : 17
MIN : 88

FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 5C



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Dark Red	157.36
Red	131.66
Orange-Red	105.96
Orange	80.26
Light Orange	54.55
Yellow-Orange	28.85
Yellow	0.00
Light Green	-22.55
Green	-48.26
Light Blue	-73.96
Blue	-99.66
Dark Blue	-125.37

ST: NSLE - 5C

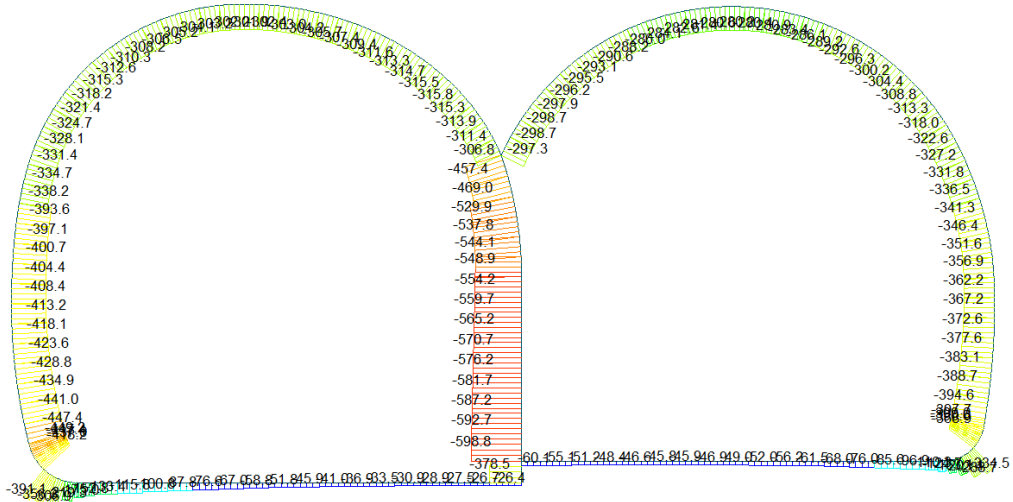
MAX : 20
MIN : 147

FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.25. Load combination SLE 5D

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 5D



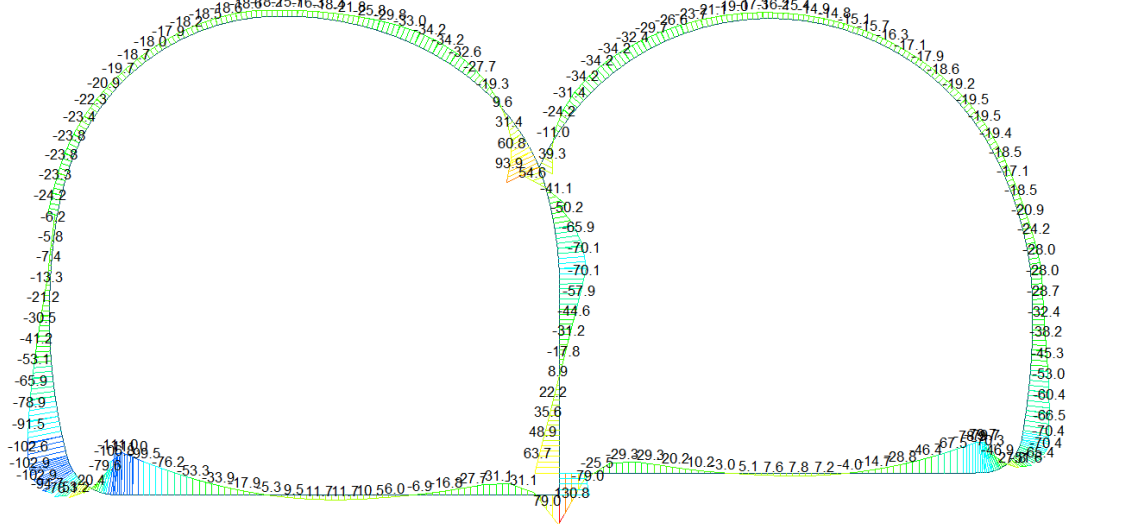
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-26.41
Light Blue	-78.44
Light Green	-130.48
Green	-182.51
Yellow-Green	-234.54
Yellow	-286.57
Light Orange	-338.61
Orange	-390.64
Red-Orange	-442.67
Red	-494.71
Dark Red	-546.74
Dark Red	-598.77

ST: NSLE - 5D
MAX : 18
MIN : 88
FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 5D



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

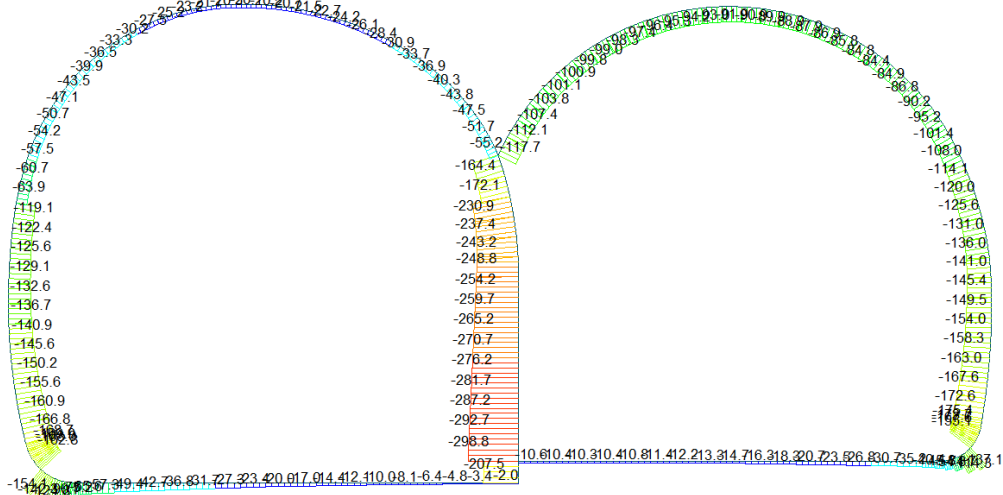
MOMENT-y

Red	130.79
Dark Red	108.81
Red-Orange	86.83
Orange	64.85
Yellow-Orange	42.87
Yellow	20.88
Light Green	0.00
Green	-23.08
Light Green	-45.06
Light Blue	-67.05
Blue	-89.03
Dark Blue	-111.01

ST: NSLE - 5D
MAX : 20
MIN : 155
FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.1. Load combination SLE 6A

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 6A



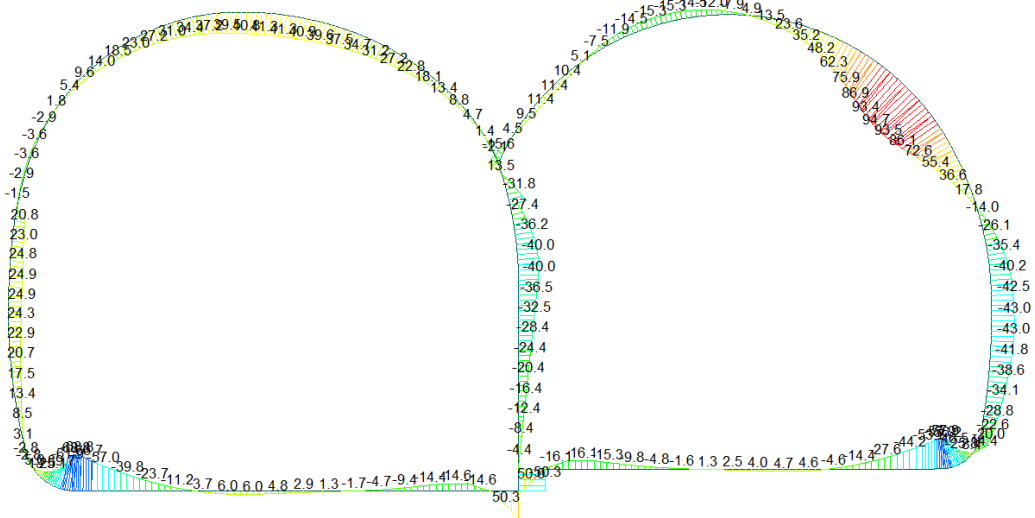
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-298.79
Dark Blue	-271.80
Light Blue	-244.82
Light Green	-217.84
Green	-190.85
Yellow-Green	-163.87
Yellow	-136.89
Light Yellow	-109.90
Yellow-Orange	-82.92
Orange	-55.94
Red-Orange	-28.96
Red	-1.97

ST: NSLE - 6A
MAX : 18
MIN : 88
FILE: GA-CB
UNIT: kN
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 6A



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

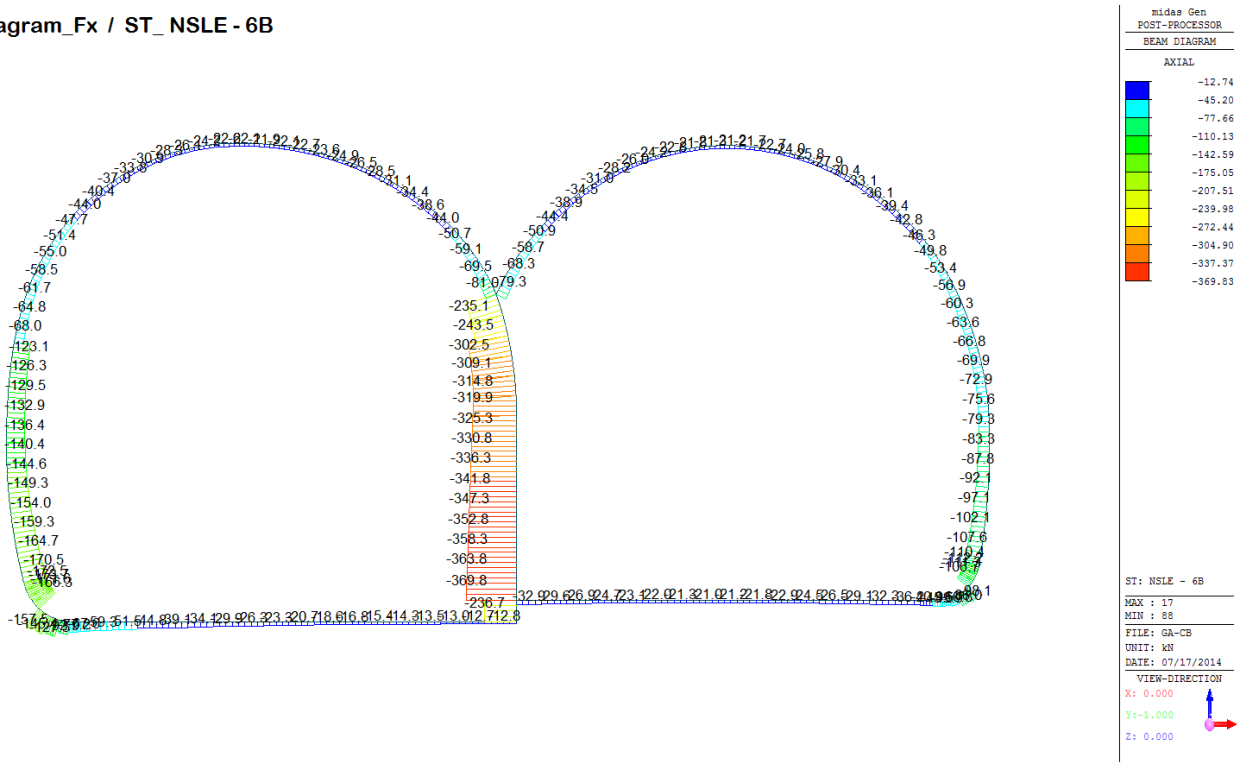
MOMENT-y

Red	94.70
Dark Red	79.84
Red-Orange	64.97
Orange	50.11
Yellow-Orange	35.24
Yellow	20.38
Light Yellow	0.00
Light Green	-9.35
Green	-24.21
Light Green	-39.08
Light Blue	-53.94
Blue	-68.81

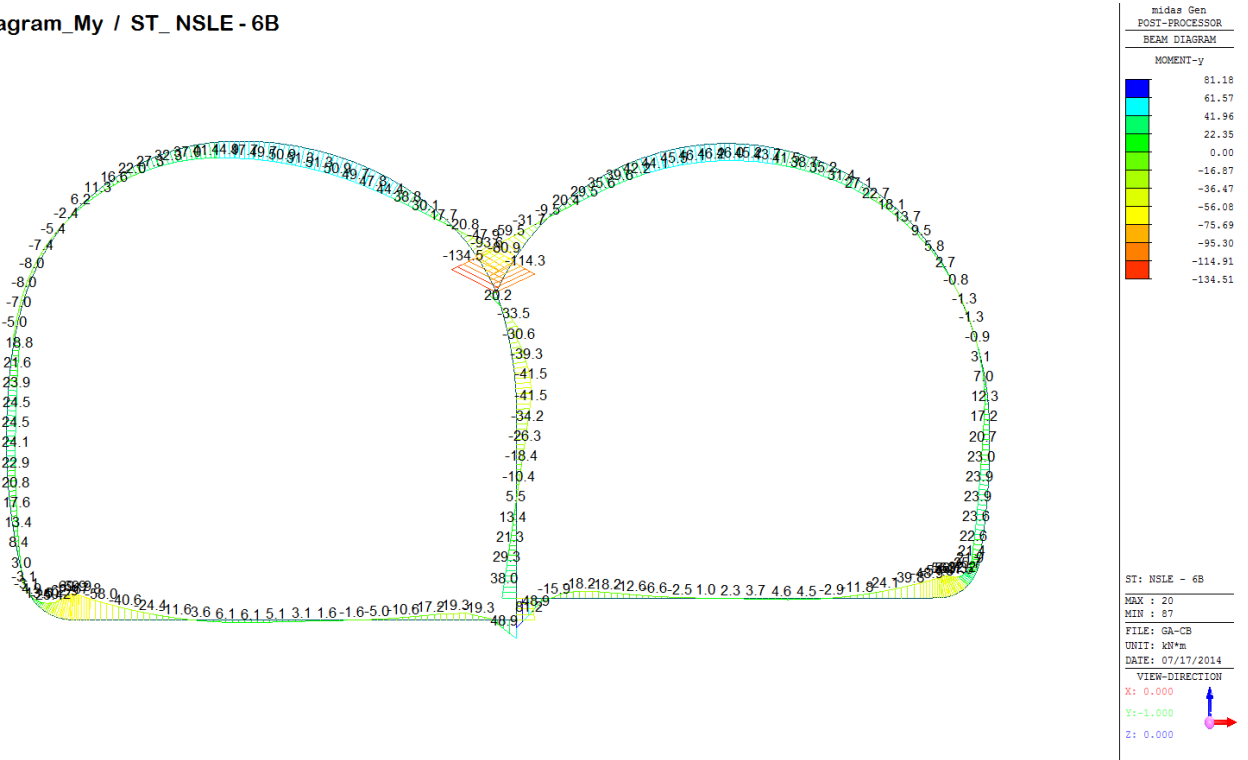
ST: NSLE - 6A
MAX : 63
MIN : 154
FILE: GA-CB
UNIT: kN*m
DATE: 07/17/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.4.4.26. Load combination SLE 6B

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 6B

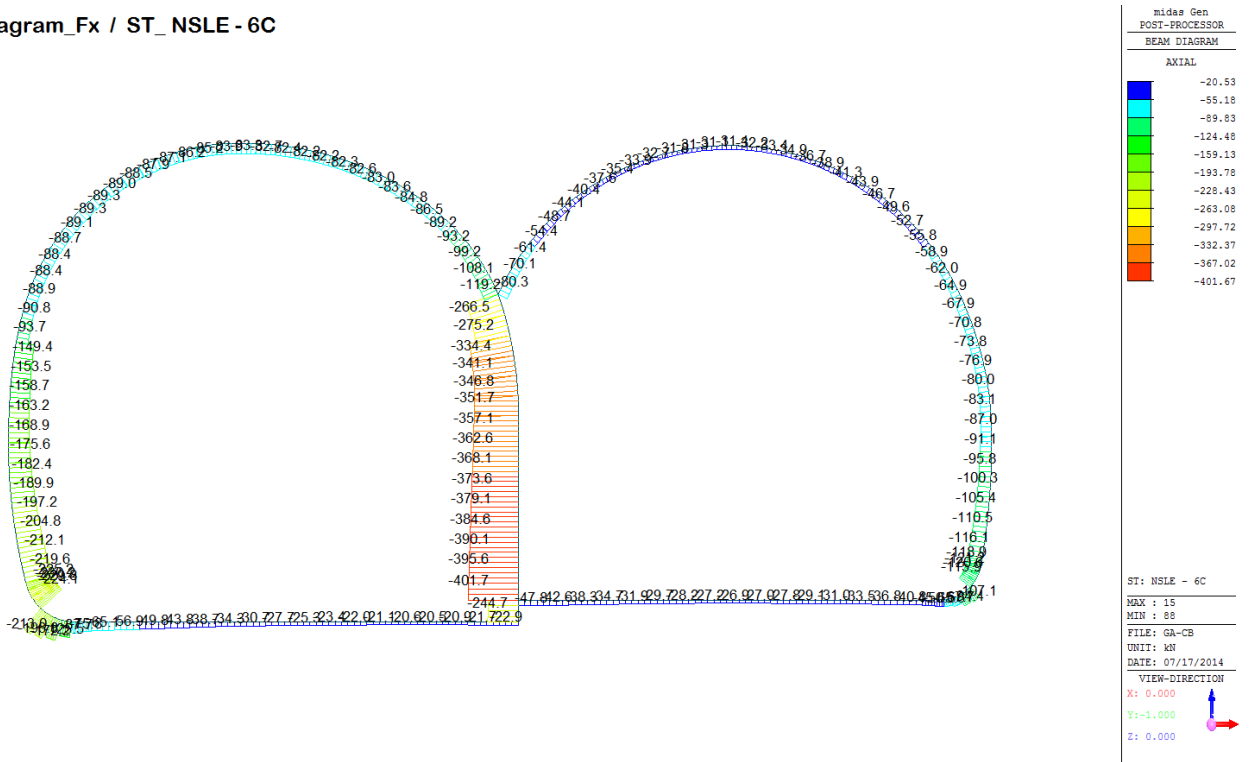


Beam Diagram_My / ST_NSLE - 6B



A.4.4.27. Load combination SLE 6C

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 6C

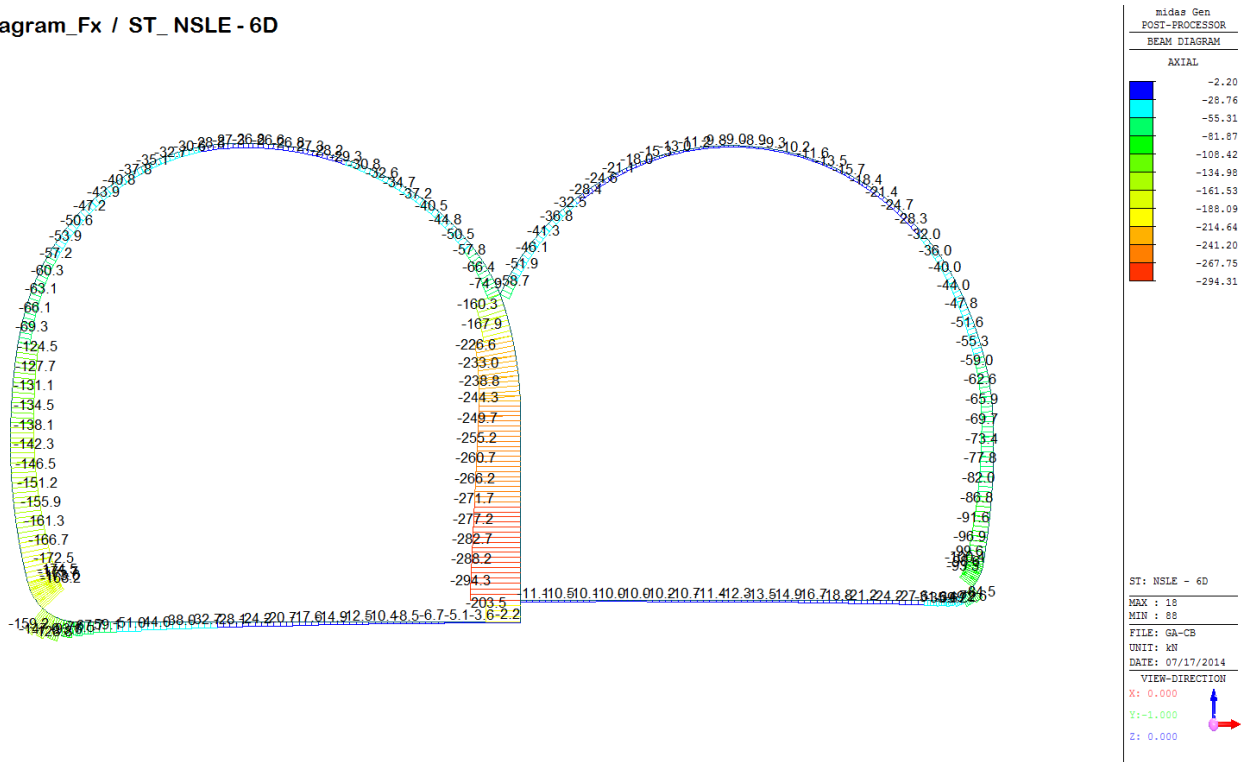


Beam Diagram_My / ST_NSLE - 6C

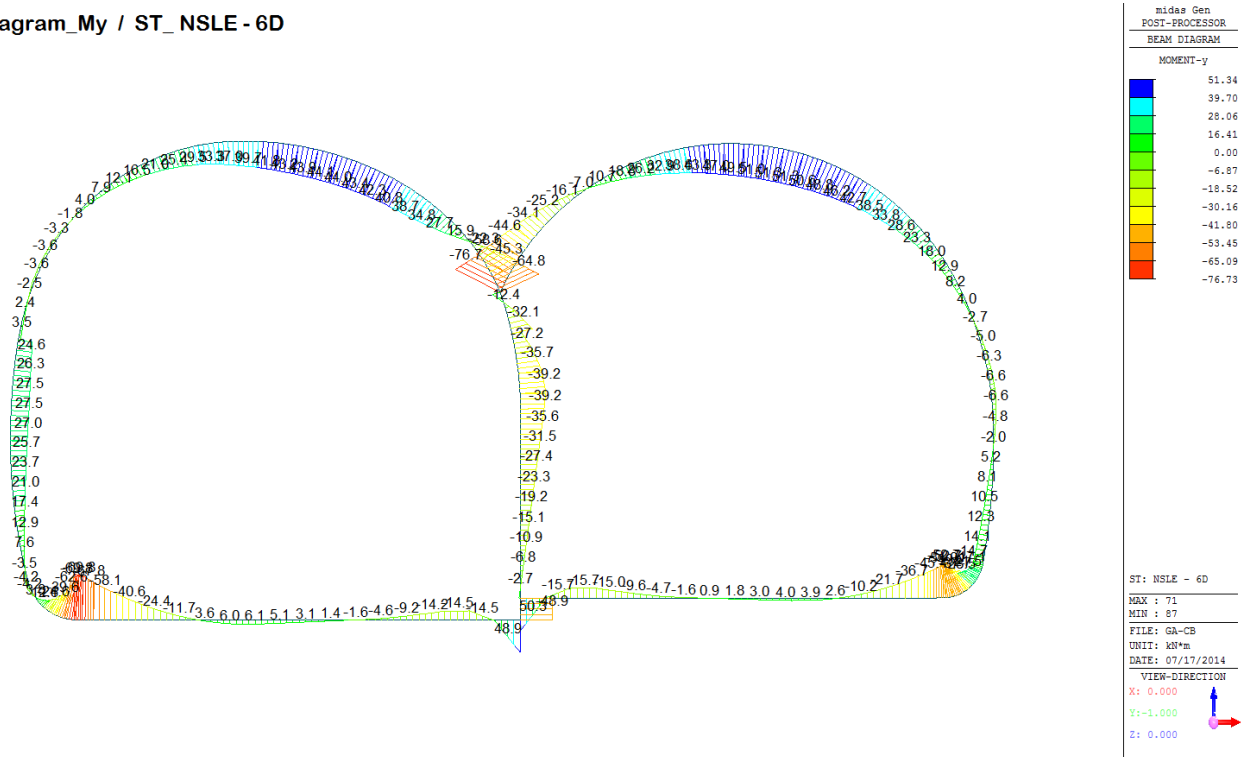


A.4.4.28. Load combination SLE 6D

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 6D



Beam Diagram_My / ST_NSLE - 6D



A.4.4.2. Rebared sections stress cheking

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{c, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
1	100 x 55		SLE - NSA	1.92	2.90	OK	-2.48	-18.00	OK	8.95	360.00	OK
5	1.00	0.55										
2	100 x 55		SLE - NSA	1.73	2.90	OK	-2.22	-18.00	OK	8.06	360.00	OK
5	1.00	0.55										
3	100 x 55		SLE - NSA	1.30	2.90	OK	-1.72	-18.00	OK	6.02	360.00	OK
5	1.00	0.55										
4	100 x 55		SLE - NSA	0.87	2.90	OK	-1.24	-18.00	OK	4.00	360.00	OK
5	1.00	0.55										
5	100 x 55		SLE - NSD	0.51	2.90	OK	-0.83	-18.00	OK	2.28	360.00	OK
5	1.00	0.55										
6	100 x 55		SLE - NSD	0.22	2.90	OK	-0.49	-18.00	OK	0.87	360.00	OK
5	1.00	0.55										
7	100 x 55		SLE - NSD	0.07	2.90	OK	-0.23	-18.00	OK	0.27	360.00	OK
5	1.00	0.55										
8	100 x 55		SLE - NSB	0.08	2.90	OK	-0.30	-18.00	OK	0.32	360.00	OK
5	1.00	0.55										
9	100 x 55		SLE - NSB	0.14	2.90	OK	-0.33	-18.00	OK	0.55	360.00	OK
5	1.00	0.55										
10	100 x 55		SLE - NSA	0.15	2.90	OK	-0.32	-18.00	OK	0.61	360.00	OK
5	1.00	0.55										
11	100 x 55		SLE - NSA	0.13	2.90	OK	-0.28	-18.00	OK	0.55	360.00	OK
5	1.00	0.55										
12	100 x 55		SLE - NSB	0.05	2.90	OK	-0.19	-18.00	OK	0.17	360.00	OK
5	1.00	0.55										
13	100 x 55		SLE - NSB	0.09	2.90	OK	-0.22	-18.00	OK	0.36	360.00	OK
5	1.00	0.55										
14	100 x 55		SLE - NSB	0.31	2.90	OK	-0.44	-18.00	OK	1.43	360.00	OK
5	1.00	0.55										
15	100 x 55		SLE - NSB	0.56	2.90	OK	-0.68	-18.00	OK	2.65	360.00	OK
5	1.00	0.55										
16	100 x 55		SLE - NSB	0.66	2.90	OK	-0.77	-18.00	OK	3.10	360.00	OK
5	1.00	0.55										
17	100 x 55		SLE - NSB	0.66	2.90	OK	-0.77	-18.00	OK	3.10	360.00	OK
5	1.00	0.55										
18	100 x 55		SLE - NSB	1.65	2.90	OK	-1.75	-18.00	OK	7.90	360.00	OK
5	1.00	0.55										
19	100 x 60		SLE - NSB	0.74	2.90	OK	-2.13	-18.00	OK	2.84	360.00	OK
6	1.00	0.60										
20	100 x 55		SLE - NSC	2.98	2.90	FESSURATO	-3.26	-18.00	OK	14.25	360.00	OK
5	1.00	0.55										
21	100 x 55		SLE - NSA	0.44	2.90	OK	-0.68	-18.00	OK	1.98	360.00	OK
5	1.00	0.55										
22	100 x 55		SLE - NSB	0.54	2.90	OK	-0.78	-18.00	OK	2.49	360.00	OK
5	1.00	0.55										
23	100 x 55		SLE - NSB	0.55	2.90	OK	-0.77	-18.00	OK	2.53	360.00	OK
5	1.00	0.55										
24	100 x 55		SLE - NSB	0.36	2.90	OK	-0.57	-18.00	OK	1.61	360.00	OK
5	1.00	0.55										
25	100 x 55		SLE - NSB	0.13	2.90	OK	-0.33	-18.00	OK	0.52	360.00	OK
5	1.00	0.55										
26	100 x 55		SLE - NSA	0.02	2.90	OK	-0.16	-18.00	OK	0.06	360.00	OK
5	1.00	0.55										
27	100 x 55		SLE - NSA	0.05	2.90	OK	-0.24	-18.00	OK	0.15	360.00	OK
5	1.00	0.55										
28	100 x 55		SLE - NSA	0.08	2.90	OK	-0.28	-18.00	OK	0.29	360.00	OK
5	1.00	0.55										
29	100 x 55		SLE - NSA	0.08	2.90	OK	-0.28	-18.00	OK	0.25	360.00	OK
5	1.00	0.55										
30	100 x 55		SLE - NSB	0.06	2.90	OK	-0.26	-18.00	OK	0.23	360.00	OK
5	1.00	0.55										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	σ_c, MAX [N/mm ²]	σ_c, Adm [N/mm ²]	CHECK	σ_s, MAX [N/mm ²]	σ_s, Adm [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
31	100 x 55		SLE - N5C	0.05	2.90	OK	-0.25	-18.00	OK	0.21	360.00	OK
5	1.00	0.55										
32	100 x 55		SLE - N5C	0.23	2.90	OK	-0.50	-18.00	OK	0.95	360.00	OK
5	1.00	0.55										
33	100 x 55		SLE - N5A	0.52	2.90	OK	-0.82	-18.00	OK	2.33	360.00	OK
5	1.00	0.55										
34	100 x 55		SLE - N5A	0.87	2.90	OK	-1.21	-18.00	OK	4.02	360.00	OK
5	1.00	0.55										
35	100 x 55		SLE - N5A	1.29	2.90	OK	-1.68	-18.00	OK	6.01	360.00	OK
5	1.00	0.55										
36	100 x 55		SLE - N5A	1.51	2.90	OK	-1.95	-18.00	OK	7.03	360.00	OK
5	1.00	0.55										
37	100 x 55		SLE - N5A	1.51	2.90	OK	-2.00	-18.00	OK	6.98	360.00	OK
5	1.00	0.55										
38	100 x 55		SLE - N5A	1.45	2.90	OK	-2.06	-18.00	OK	6.64	360.00	OK
5	1.00	0.55										
39	100 x 55		SLE - N6B	1.16	2.90	OK	-1.96	-18.00	OK	5.10	360.00	OK
5	1.00	0.55										
40	100 x 55		SLE - N2	0.90	2.90	OK	-1.64	-18.00	OK	4.16	360.00	OK
5	1.00	0.55										
41	100 x 55		SLE - N2	0.64	2.90	OK	-1.23	-18.00	OK	2.89	360.00	OK
5	1.00	0.55										
42	100 x 60		SLE - N5C	0.36	2.90	OK	-1.57	-18.00	OK	1.57	360.00	OK
6	1.00	0.60										
43	100 x 60		SLE - N5A	0.45	2.90	OK	-1.85	-18.00	OK	1.43	360.00	OK
6	1.00	0.60										
44	100 x 60		SLE - N5A	0.52	2.90	OK	-1.96	-18.00	OK	1.76	360.00	OK
6	1.00	0.60										
45	100 x 55		SLE - N5A	0.69	2.90	OK	-2.26	-18.00	OK	2.34	360.00	OK
5	1.00	0.55										
46	100 x 55		SLE - N5A	0.61	2.90	OK	-2.17	-18.00	OK	2.00	360.00	OK
5	1.00	0.55										
47	100 x 50		SLE - N5A	0.68	2.90	OK	-2.38	-18.00	OK	2.08	360.00	OK
4	1.00	0.50										
48	100 x 50		SLE - N5A	0.61	2.90	OK	-2.19	-18.00	OK	2.44	360.00	OK
4	1.00	0.50										
49	100 x 45		SLE - N5A	0.90	2.90	OK	-2.36	-18.00	OK	3.56	360.00	OK
3	1.00	0.45										
50	100 x 45		SLE - N6C	0.94	2.90	OK	-2.15	-18.00	OK	3.78	360.00	OK
3	1.00	0.45										
51	100 x 40		SLE - N6C	1.24	2.90	OK	-2.39	-18.00	OK	4.76	360.00	OK
2	1.00	0.40										
52	100 x 40		SLE - N6C	1.23	2.90	OK	-2.28	-18.00	OK	4.73	360.00	OK
2	1.00	0.40										
53	100 x 35		SLE - N5D	1.57	2.90	OK	-2.88	-18.00	OK	5.64	360.00	OK
1	1.00	0.35										
54	100 x 35		SLE - N5D	1.35	2.90	OK	-2.87	-18.00	OK	4.77	360.00	OK
1	1.00	0.35										
55	100 x 35		SLE - N5A	0.90	2.90	OK	-2.71	-18.00	OK	2.97	360.00	OK
1	1.00	0.35										
56	100 x 35		SLE - N5A	0.42	2.90	OK	-2.53	-18.00	OK	1.35	360.00	OK
1	1.00	0.35										
57	100 x 35		SLE - N5A	0.54	2.90	OK	-2.35	-18.00	OK	1.54	360.00	OK
1	1.00	0.35										
58	100 x 35		SLE - N6A	1.48	2.90	OK	-2.13	-18.00	OK	5.45	360.00	OK
1	1.00	0.35										
59	100 x 35		SLE - N6A	2.42	2.90	OK	-3.01	-18.00	OK	9.34	360.00	OK
1	1.00	0.35										
60	100 x 35		SLE - N6A	3.28	2.90	FESSURATO	-3.84	-18.00	OK	12.92	360.00	OK
1	1.00	0.35										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	σ_c, MAX [N/mm ²]	σ_c, Adm [N/mm ²]	CHECK	σ_s, MAX [N/mm ²]	σ_s, Adm [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
61	100 x 35		SLE - N6A	3.95	2.90	FESSURATO	-4.48	-18.00	OK	15.73	360.00	OK
1	1.00	0.35										
62	100 x 35		SLE - N6A	4.33	2.90	FESSURATO	-4.83	-18.00	OK	17.31	360.00	OK
1	1.00	0.35										
63	100 x 35		SLE - N6A	4.33	2.90	FESSURATO	-4.83	-18.00	OK	17.35	360.00	OK
1	1.00	0.35										
64	100 x 35		SLE - N6A	4.33	2.90	FESSURATO	-4.82	-18.00	OK	17.33	360.00	OK
1	1.00	0.35										
65	100 x 35		SLE - N6A	4.01	2.90	FESSURATO	-4.50	-18.00	OK	16.03	360.00	OK
1	1.00	0.35										
66	100 x 35		SLE - N6A	3.48	2.90	FESSURATO	-3.96	-18.00	OK	13.81	360.00	OK
1	1.00	0.35										
67	100 x 35		SLE - N6A	2.81	2.90	OK	-3.30	-18.00	OK	11.06	360.00	OK
1	1.00	0.35										
68	100 x 35		SLE - N6D	2.36	2.90	OK	-2.61	-18.00	OK	9.62	360.00	OK
1	1.00	0.35										
69	100 x 35		SLE - N6D	2.45	2.90	OK	-2.51	-18.00	OK	10.01	360.00	OK
1	1.00	0.35										
70	100 x 35		SLE - N6D	2.49	2.90	OK	-2.54	-18.00	OK	10.17	360.00	OK
1	1.00	0.35										
71	100 x 35		SLE - N6D	2.49	2.90	OK	-2.54	-18.00	OK	10.17	360.00	OK
1	1.00	0.35										
72	100 x 35		SLE - N6D	2.47	2.90	OK	-2.52	-18.00	OK	10.11	360.00	OK
1	1.00	0.35										
73	100 x 35		SLE - N6D	2.40	2.90	OK	-2.45	-18.00	OK	9.82	360.00	OK
1	1.00	0.35										
74	100 x 35		SLE - N6B	2.27	2.90	OK	-2.33	-18.00	OK	9.30	360.00	OK
1	1.00	0.35										
75	100 x 35		SLE - N6B	2.20	2.90	OK	-2.32	-18.00	OK	8.92	360.00	OK
1	1.00	0.35										
76	100 x 35		SLE - N6B	2.16	2.90	OK	-2.29	-18.00	OK	8.77	360.00	OK
1	1.00	0.35										
77	100 x 35		SLE - N6B	2.10	2.90	OK	-2.30	-18.00	OK	8.49	360.00	OK
1	1.00	0.35										
78	100 x 35		SLE - N6C	2.07	2.90	OK	-2.38	-18.00	OK	8.36	360.00	OK
1	1.00	0.35										
79	100 x 35		SLE - N6C	2.07	2.90	OK	-2.45	-18.00	OK	8.35	360.00	OK
1	1.00	0.35										
80	100 x 35		SLE - N6C	2.02	2.90	OK	-2.58	-18.00	OK	8.16	360.00	OK
1	1.00	0.35										
81	100 x 35		SLE - N6C	1.89	2.90	OK	-2.66	-18.00	OK	7.57	360.00	OK
1	1.00	0.35										
82	100 x 35		SLE - N6C	1.61	2.90	OK	-2.66	-18.00	OK	6.41	360.00	OK
1	1.00	0.35										
83	100 x 35		SLE - N6C	1.16	2.90	OK	-2.62	-18.00	OK	4.53	360.00	OK
1	1.00	0.35										
84	100 x 35		SLE - N6B	1.55	2.90	OK	-2.40	-18.00	OK	6.15	360.00	OK
1	1.00	0.35										
85	100 x 35		SLE - N6B	2.75	2.90	OK	-3.08	-18.00	OK	10.96	360.00	OK
1	1.00	0.35										
86	100 x 40		SLE - N6B	3.34	2.90	FESSURATO	-3.68	-18.00	OK	14.27	360.00	OK
2	1.00	0.40										
87	100 x 40		SLE - N6B	4.85	2.90	FESSURATO	-5.24	-18.00	OK	20.79	360.00	OK
2	1.00	0.40										
88	100 x 55		SLE - N5C	0.65	2.90	OK	-2.97	-18.00	OK	2.31	360.00	OK
5	1.00	0.55										
89	100 x 55		SLE - N5C	0.46	2.90	OK	-2.59	-18.00	OK	1.39	360.00	OK
5	1.00	0.55										
90	100 x 55		SLE - N5C	0.29	2.90	OK	-2.25	-18.00	OK	0.57	360.00	OK
5	1.00	0.55										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	σ_c, MAX [N/mm ²]	σ_c, Adm [N/mm ²]	CHECK	σ_s, MAX [N/mm ²]	σ_s, Adm [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
91	100 x 55		SLE - N5C	0.11	2.90	OK	-1.90	-18.00	OK	-0.26	360.00	OK
5	1.00	0.55										
92	100 x 55		SLE - N5C	0.00	2.90	OK	-1.56	-18.00	OK	-1.04	360.00	OK
5	1.00	0.55										
93	100 x 55		SLE - N5B	0.00	2.90	OK	-1.51	-18.00	OK	-0.60	360.00	OK
5	1.00	0.55										
94	100 x 55		SLE - N5B	0.09	2.90	OK	-1.84	-18.00	OK	-0.15	360.00	OK
5	1.00	0.55										
95	100 x 55		SLE - N5C	0.18	2.90	OK	-2.16	-18.00	OK	0.29	360.00	OK
5	1.00	0.55										
96	100 x 55		SLE - N5C	0.27	2.90	OK	-2.49	-18.00	OK	0.74	360.00	OK
5	1.00	0.55										
97	100 x 55		SLE - N5C	0.49	2.90	OK	-2.79	-18.00	OK	1.13	360.00	OK
5	1.00	0.55										
98	100 x 50		SLE - N5C	0.72	2.90	OK	-3.25	-18.00	OK	1.61	360.00	OK
4	1.00	0.50										
99	100 x 50		SLE - N5C	0.64	2.90	OK	-3.15	-18.00	OK	1.29	360.00	OK
4	1.00	0.50										
100	100 x 45		SLE - N5C	0.46	2.90	OK	-3.21	-18.00	OK	0.61	360.00	OK
3	1.00	0.45										
101	100 x 40		SLE - N5C	0.78	2.90	OK	-3.26	-18.00	OK	2.81	360.00	OK
2	1.00	0.40										
102	100 x 40		SLE - N5B	1.28	2.90	OK	-3.70	-18.00	OK	3.59	360.00	OK
2	1.00	0.40										
103	100 x 40		SLE - N6B	4.08	2.90	FESSURATO	-5.31	-18.00	OK	17.46	360.00	OK
2	1.00	0.40										
104	100 x 40		SLE - N6B	2.86	2.90	OK	-3.62	-18.00	OK	12.17	360.00	OK
2	1.00	0.40										
105	100 x 35		SLE - N6B	2.18	2.90	OK	-2.53	-18.00	OK	8.62	360.00	OK
1	1.00	0.35										
106	100 x 35		SLE - N6C	1.69	2.90	OK	-1.96	-18.00	OK	6.67	360.00	OK
1	1.00	0.35										
107	100 x 35		SLE - N6C	1.89	2.90	OK	-2.47	-18.00	OK	7.52	360.00	OK
1	1.00	0.35										
108	100 x 35		SLE - N6C	1.89	2.90	OK	-2.74	-18.00	OK	7.57	360.00	OK
1	1.00	0.35										
109	100 x 35		SLE - N6D	1.87	2.90	OK	-2.76	-18.00	OK	7.48	360.00	OK
1	1.00	0.35										
110	100 x 35		SLE - N6B	2.09	2.90	OK	-2.76	-18.00	OK	8.44	360.00	OK
1	1.00	0.35										
111	100 x 35		SLE - N6B	2.27	2.90	OK	-2.63	-18.00	OK	9.16	360.00	OK
1	1.00	0.35										
112	100 x 35		SLE - N6B	2.36	2.90	OK	-2.51	-18.00	OK	9.58	360.00	OK
1	1.00	0.35										
113	100 x 35		SLE - N6B	2.42	2.90	OK	-2.56	-18.00	OK	9.84	360.00	OK
1	1.00	0.35										
114	100 x 35		SLE - N6B	2.45	2.90	OK	-2.58	-18.00	OK	9.94	360.00	OK
1	1.00	0.35										
115	100 x 35		SLE - N6B	2.45	2.90	OK	-2.58	-18.00	OK	9.94	360.00	OK
1	1.00	0.35										
116	100 x 35		SLE - N2	2.43	2.90	OK	-2.56	-18.00	OK	9.87	360.00	OK
1	1.00	0.35										
117	100 x 35		SLE - N2	2.41	2.90	OK	-2.50	-18.00	OK	9.85	360.00	OK
1	1.00	0.35										
118	100 x 35		SLE - N2	2.41	2.90	OK	-2.47	-18.00	OK	9.85	360.00	OK
1	1.00	0.35										
119	100 x 35		SLE - N2	2.40	2.90	OK	-2.47	-18.00	OK	9.82	360.00	OK
1	1.00	0.35										
120	100 x 35		SLE - N2	2.34	2.90	OK	-2.40	-18.00	OK	9.55	360.00	OK
1	1.00	0.35										

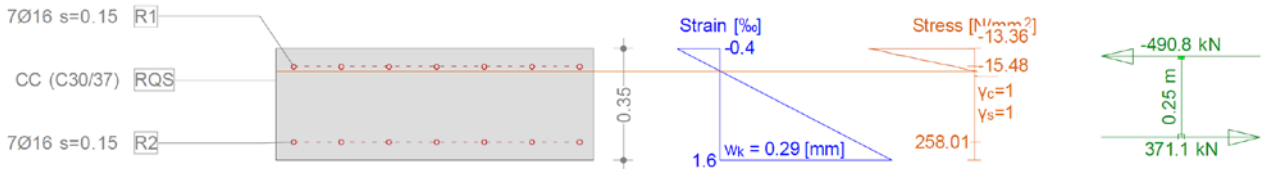
STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
121	100 x 35		SLE - N2	2.23	2.90	OK	-2.30	-18.00	OK	9.09	360.00	OK
1	1.00	0.35										
122	100 x 35		SLE - N2	2.07	2.90	OK	-2.15	-18.00	OK	8.42	360.00	OK
1	1.00	0.35										
123	100 x 35		SLE - N2	1.87	2.90	OK	-2.11	-18.00	OK	7.59	360.00	OK
1	1.00	0.35										
124	100 x 35		SLE - N2	1.63	2.90	OK	-2.19	-18.00	OK	6.59	360.00	OK
1	1.00	0.35										
125	100 x 35		SLE - N2	1.36	2.90	OK	-2.29	-18.00	OK	5.48	360.00	OK
1	1.00	0.35										
126	100 x 35		SLE - N2	1.07	2.90	OK	-2.37	-18.00	OK	4.27	360.00	OK
1	1.00	0.35										
127	100 x 35		SLE - N5C	0.85	2.90	OK	-2.42	-18.00	OK	3.24	360.00	OK
1	1.00	0.35										
128	100 x 35		SLE - N5D	1.52	2.90	OK	-2.42	-18.00	OK	5.98	360.00	OK
1	1.00	0.35										
129	100 x 35		SLE - N6C	2.24	2.90	OK	-2.53	-18.00	OK	8.91	360.00	OK
1	1.00	0.35										
130	100 x 35		SLE - N6C	2.94	2.90	FESSURATO	-3.26	-18.00	OK	11.79	360.00	OK
1	1.00	0.35										
131	100 x 35		SLE - N6C	3.58	2.90	FESSURATO	-3.91	-18.00	OK	14.40	360.00	OK
1	1.00	0.35										
132	100 x 35		SLE - N6C	4.09	2.90	FESSURATO	-4.45	-18.00	OK	16.48	360.00	OK
1	1.00	0.35										
133	100 x 35		SLE - N6C	4.38	2.90	FESSURATO	-4.75	-18.00	OK	17.66	360.00	OK
1	1.00	0.35										
134	100 x 35		SLE - N6C	4.39	2.90	FESSURATO	-4.78	-18.00	OK	17.68	360.00	OK
1	1.00	0.35										
135	100 x 35		SLE - N6C	5.13	2.90	FESSURATO	-5.81	-18.00	OK	20.41	360.00	OK
1	1.00	0.35										
136	100 x 35		SLE - N6C	4.95	2.90	FESSURATO	-5.65	-18.00	OK	19.67	360.00	OK
1	1.00	0.35										
137	100 x 35		SLE - N6C	4.37	2.90	FESSURATO	-5.09	-18.00	OK	17.28	360.00	OK
1	1.00	0.35										
138	100 x 35		SLE - N6C	3.48	2.90	FESSURATO	-4.22	-18.00	OK	13.58	360.00	OK
1	1.00	0.35										
139	100 x 35		SLE - N6C	2.26	2.90	OK	-3.02	-18.00	OK	8.54	360.00	OK
1	1.00	0.35										
140	100 x 40		SLE - N5C	0.62	2.90	OK	-2.37	-18.00	OK	2.09	360.00	OK
2	1.00	0.40										
141	100 x 40		SLE - N5C	1.16	2.90	OK	-3.01	-18.00	OK	4.44	360.00	OK
2	1.00	0.40										
142	100 x 45		SLE - N6C	1.86	2.90	OK	-3.00	-18.00	OK	7.95	360.00	OK
3	1.00	0.45										
143	100 x 45		SLE - N6C	2.79	2.90	OK	-3.51	-18.00	OK	12.17	360.00	OK
3	1.00	0.45										
144	100 x 50		SLE - N6C	2.91	2.90	FESSURATO	-3.55	-18.00	OK	13.27	360.00	OK
4	1.00	0.50										
145	100 x 50		SLE - N6C	3.52	2.90	FESSURATO	-4.18	-18.00	OK	16.10	360.00	OK
4	1.00	0.50										
146	100 x 55		SLE - N6C	3.31	2.90	FESSURATO	-3.93	-18.00	OK	15.61	360.00	OK
5	1.00	0.55										
147	100 x 55		SLE - N6C	3.42	2.90	FESSURATO	-4.04	-18.00	OK	16.12	360.00	OK
5	1.00	0.55										
148	100 x 60		SLE - N6C	2.85	2.90	OK	-3.43	-18.00	OK	13.75	360.00	OK
6	1.00	0.60										
149	100 x 60		SLE - N6C	2.86	2.90	OK	-3.42	-18.00	OK	13.79	360.00	OK
6	1.00	0.60										
150	100 x 60		SLE - N6C	2.78	2.90	OK	-3.33	-18.00	OK	13.44	360.00	OK
6	1.00	0.60										
151	100 x 55		SLE - N6C	3.16	2.90	FESSURATO	-3.72	-18.00	OK	14.90	360.00	OK
5	1.00	0.55										
152	100 x 55		SLE - N6C	2.88	2.90	OK	-3.40	-18.00	OK	13.58	360.00	OK
5	1.00	0.55										
153	100 x 55		SLE - N6C	2.52	2.90	OK	-2.98	-18.00	OK	11.87	360.00	OK
5	1.00	0.55										
154	100 x 55		SLE - N6C	1.96	2.90	OK	-2.52	-18.00	OK	9.27	360.00	OK
5	1.00	0.55										
155	100 x 55		SLE - N6C	1.88	2.90	OK	-2.52	-18.00	OK	8.71	360.00	OK
5	1.00	0.55										

Crack checking for determinants cracked members

MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct. Adm}$ [N/mm ²]
	SECTION	Bc (m)			
135	100 x 35		SLE – N6C	5.13	2.90
1	1.00	0.35			

Cross-section GA-CB (C30/37;B450C): Stress analysis with given forces $N_x=-119.6; M_y=112.0$;

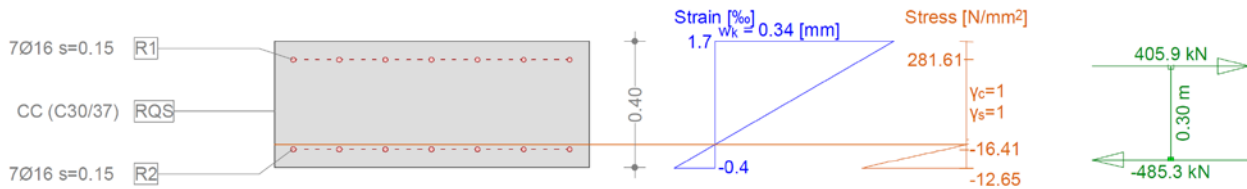
Scale 1 :23.2



MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct. Adm}$ [N/mm ²]
	SECTION	Bc (m)			
87	100 x 40		SLE – N6B	4.85	2.90
2	1.00	0.40			

Cross-section GA-CB 40 CM (C30/37;B450C): Stress analysis with given forces $N_x=-79.3; M_y=-134.5$;

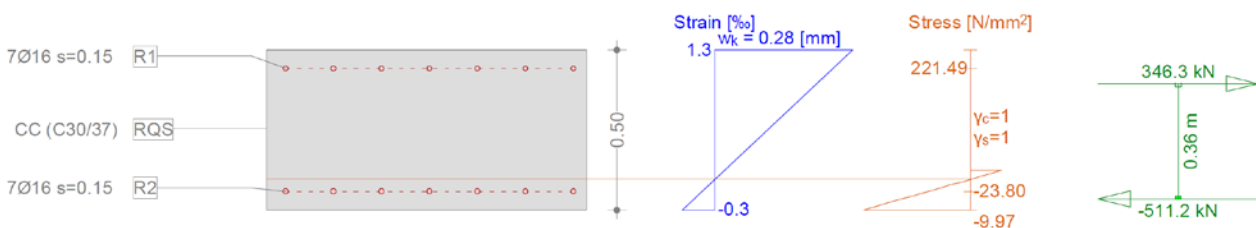
Scale 1 :23.2



MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct. Adm}$ [N/mm ²]
	SECTION	Bc (m)			
145	100 x 50		SLE – N6C	3.52	2.90
4	1.00	0.50			

Cross-section GA-CB 50 CM (C30/37;B450C): Stress analysis with given forces $N_x=-164.7; M_y=-160.3$;

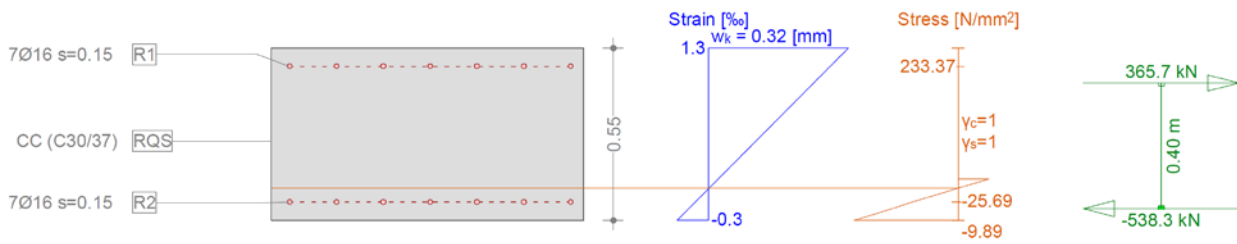
Scale 1 :23.0



MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]
	Bc (m)	Hc (m)			
147	100 x 55		SLE – N6C	3.42	2.90
5	1.00	0.55			

Cross-section GA-CB 55 CM (C30/37;B450C): Stress analysis with given forces $N_x=-172.5; M_y=-188.0$;

Scale 1 :23.2



ANHANG 4 - ZWISCHENDECKE

Der Anhang 4 behandelt die Nachweise der GZT und GZG der Zwischendecken.

APPENDICE 4 – SOLETTA INTERMEDIA

L'appendice 4 contiene le verifiche sezionali allo SLU e SLE svolte sulla soletta intermedia.

1 EINFÜHRUNG

Dieser Bericht behandelt die Dimensionierung der Zwischendecke des Zugangstunnels im Bereich der Kreuzung mit dem Fensterstollen Mauls, inbegriffen den Auflagerbalken und den Teil der über diesem liegenden Kalotte.

Die tragende Struktur hat eine Lichtweite von ca. 8.3 m und liegt auf der Innenschale des Tunnels auf, wie aus der folgenden Abbildung hervorgeht.

1 INTRODUZIONE

Il presente allegato tratta il dimensionamento della soletta intermedia prevista nella Galleria di Accesso in corrispondenza dell'intersezione con la Finestra di Mules, compresa la trave di appoggio e la porzione in calotta sopra di essa.

La struttura ha una luce di circa 8.3 m ed è appoggiata agli estremi sul rivestimento definitivo della galleria, come illustrato nella seguente figura.

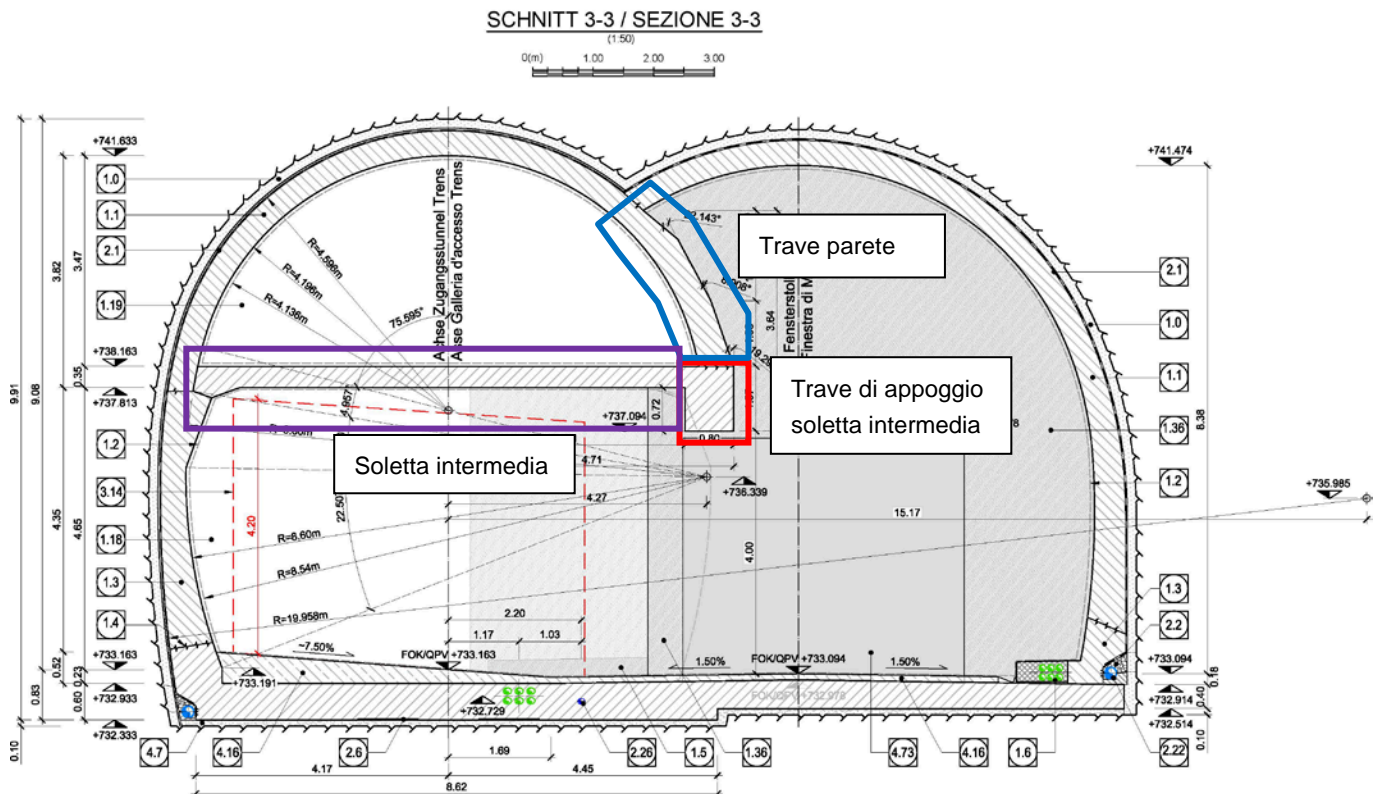


Abbildung 1: Darstellung der Innenschale

Illustrazione 1: Rappresentazione della soletta intermedia

2 NORMEN UND RICHTLINIEN

- [1] D.M. Infr. e Trasp. 28 ottobre 2005, "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie. Analisi dei rischi - Misure di prevenzione e protezione - Approvazione dei progetti".
- [2] NTC 2008 del 14 gennaio 2008, "Norme tecniche delle Costruzioni D. Min. Infrastrutture".
- [3] UNI EN 1992-1-1:2005 „Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“
- [4] UNI EN 1992-1-2:2005 „Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall“

2 NORMATIVA

- [1] D.M. Infr. e Trasp. 28 ottobre 2005, "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie. Analisi dei rischi - Misure di prevenzione e protezione - Approvazione dei progetti".
- [2] NTC 2008 del 14 gennaio 2008, "Norme tecniche delle Costruzioni D. Min. Infrastrutture".
- [3] UNI EN 1992-1-1:2005 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"
- [4] UNI EN 1992-1-2:2005 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio"

[5] UNI 11076 vom 1. Juli 2003, „Prüfmethoden zur Bewertung der baulichen Brandschutz-Maßnahmen für Decken von Untertagebauwerken im Brandfall.“

[5] 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".

3 MATERIALIEN

3.1 BETON

Für die Dimensionierung der Decke ist ein Beton der Festigkeitsklasse C30/37 mit folgenden Eigenschaften zu berücksichtigen:

$$E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Hierbei sind:

- E_{cm} ist der Mittelwert des Sekantenmoduls
- f_{ck} ist die charakteristische Druckfestigkeit des Betons nach 28 Tagen

3 MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO

Per il dimensionamento della soletta si considera un calcestruzzo con 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 dello calcestruzzo a 28 giorni

3.2 BEWEHRUNGSSTAHL

Für die Dimensionierung der Decke wird Baustahl des Typs B450C verwendet:

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

$$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$$

Hierbei ist:

- E_s ist das Elastizitätsmodul
- f_{yk} – charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls

3.2 ACCIAIO DA ARMATURA

Per il dimensionamento della soletta si utilizza l'acciaio tipo B450C:

dove:

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

4 BERECHNUNGSMODELL

Das Berechnungsmodell der Innenschale ist der eines Trägers auf zwei Stützen mit 8.3 m Stützweite.

4.1 BELASTUNGSANALYSE

Anschließend werden die zur Dimensionierung der Innenschale anzuwendenden Belastungen festgelegt.

4.1.1 Eigengewicht G1

Die für die Berechnung des Eigengewichts verwendete Querschnittsfläche pro Tunnelmeter basiert auf den Realmaßen der Konstruktion.

Das spezifische Eigengewicht des Stahlbetons ist mit $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ zu berücksichtigen.

4 MODELLO DI CALCOLO

Lo schema di calcolo della soletta intermedia è di trave su due appoggi con luce pari a 8.3m.

4.1 ANALISI DEI CARICHI

In seguito si definiscono le azioni da utilizzare nel dimensionamento della soletta intermedia

4.1.1 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 $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$.

4.1.2 Lüftung Q1

Für die Dimensionierung der Innenschale ist eine Sonderlast von $\pm 20 \text{ kN/m}^2$ (Szenario N), eine häufige Last von $+9.27 \text{ kN/m}^2$ (Szenario SZ 21), eine seltene Last von -5.90 kN/m^2 (Szenario N) und eine Ermüdungslast von $+6.56 \text{ kN/m}^2$ (Szenario SZ 14) angewendet worden. Per Konvention werden die nach oben wirkenden Lasten mit dem Zeichen +, und die nach unten wirkenden mit dem Zeichen - gekennzeichnet.

4.1.3 Nutzung Q2

Für die Dimensionierung der Innenschale ist eine wechselnde Last von -4.0 kN/m^2 angewendet worden. Per Konvention werden die nach oben wirkenden Lasten mit dem Zeichen +, und die nach unten wirkenden mit dem Zeichen - gekennzeichnet.

4.1.4 Brand A1

Gemäß den Vorschriften des MD 28/10/2005 Sicherheit von Eisenbahntunneln wird eine Standfestigkeit aller Bauwerke angesichts der Temperatur-Zeitkurve laut UNI 11076 gewährleistet.

4.1.4.1 Temperatur-Zeitkurve im Tunnelbau [UNI 11076]

Die Feuerexposition wird mittels der Temperatur-Zeitkurve der Norm UNI 11076 beschrieben, die anschließend dargestellt, und im Rechnungsprogramm CPI win REI Calcolo verwendet wird.

4.1.2 Ventilazione Q1

Per il dimensionamento delle solette intermedie si è adottato un carico eccezionale pari a $\pm 20 \text{ kN/m}^2$ (scenario N), un carico frequente pari a $+9.27 \text{ kN/m}^2$ (scenario SZ 21), un carico raro pari a -5.90 kN/m^2 (scenario N) e un carico a fatica pari a $+6.56 \text{ kN/m}^2$ (scenario SZ 14). Per convenzione si intendono agenti verso l'alto i carichi indicati con segno + e agenti verso il basso quelli con segno -.

4.1.3 Utilizzazione Q2

Per il dimensionamento delle solette intermedie si è adottato un carico variabile pari a -4.0 kN/m^2 . Per convenzione si intendono agenti verso l'alto i carichi indicati con segno + e agenti verso il basso quelli con segno -.

4.1.4 Incendio A1

In accordo con le prescrizioni del DM 28/10/2005 Sicurezza gallerie ferroviarie viene garantita la stabilità di tutte le opere in considerazione della curva temperatura-tempo secondo la UNI 11076.

4.1.4.1 Curva della temperatura/tempo per tunnel [UNI 11076]

L'esposizione al fuoco viene descritta dalla curva della temperatura/tempo della normativa UNI 11076, di seguito riportata ed inserita nel programma di calcolo CPI win REI Calcolo.

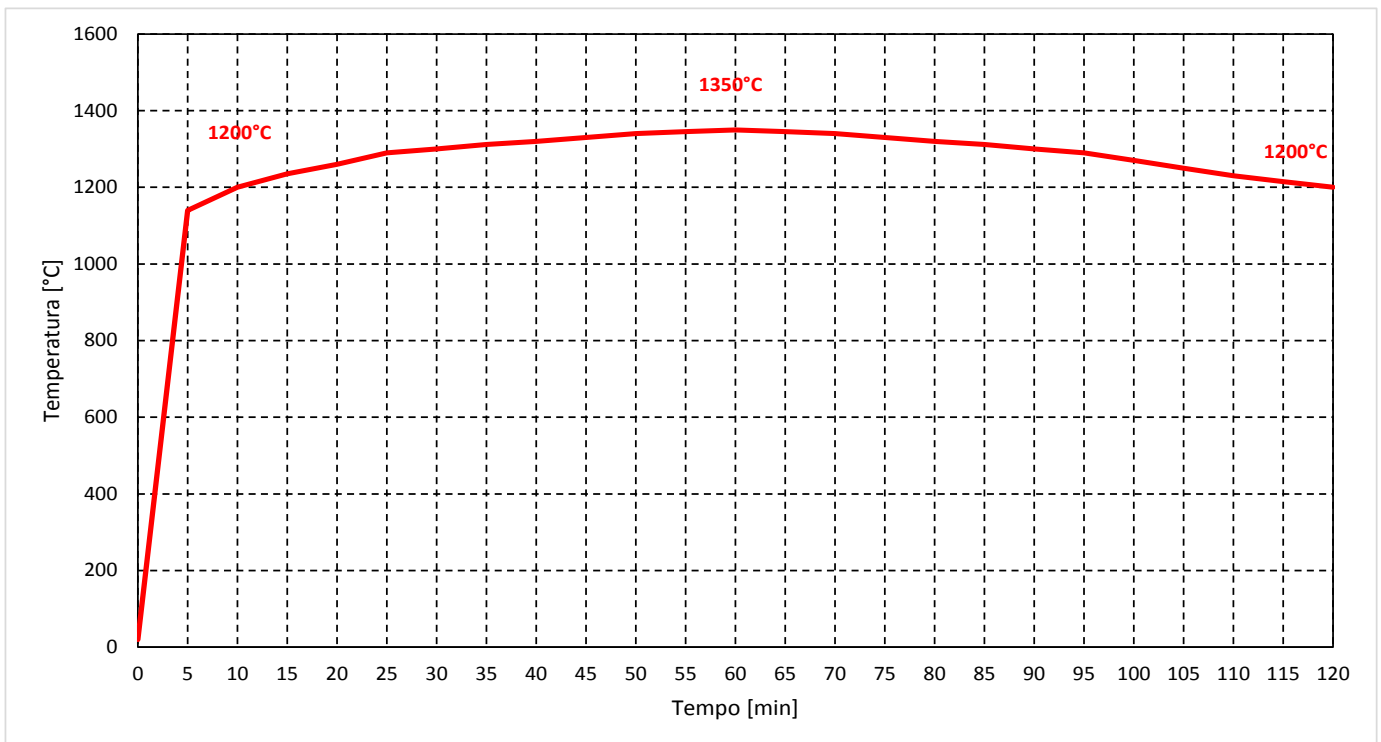


Abbildung 2: Temperatur-Zeitkurve

Illustrazione 2: Curva della temperatura/tempo

Tempo (min)	Temperatura (°C)
0	20
5	1140
10	1200
15	1235
20	1260
25	1290
30	1300
35	1312
40	1320
45	1330
50	1340
55	1345
60	1350
65	1345
70	1340
75	1330
80	1320
85	1312
90	1300
95	1290
100	1270
105	1250
110	1230
115	1215
120	1200

Abbildung 3: Temperaturwerte zu den verschiedenen Zeitpunkten

Illustrazione 3: Valori della temperatura nei diversi istanti temporali

4.1.4.2 4.1.4.2 Koeffizienten zur Bewertung der temperaturbedingten Festigkeitsminderung der Materialien

4.1.4.2 Coefficienti per la valutazione della diminuzione delle caratteristiche di resistenza dei materiali in funzione della temperatura

Laut der Norm UNI EN 1992-1-2 wird die Materialfestigkeit bei steigender Temperatur gemindert, wie in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt:

In conformità alla UNI EN 1992-1-2 la resistenza dei materiali si riduce con l'aumento della temperatura, come rappresentato nelle figure seguenti:

- 1 Curva 1: calcestruzzo ordinario con aggregati silicei
- 2 Curva 2: calcestruzzo ordinario con aggregati calcarei

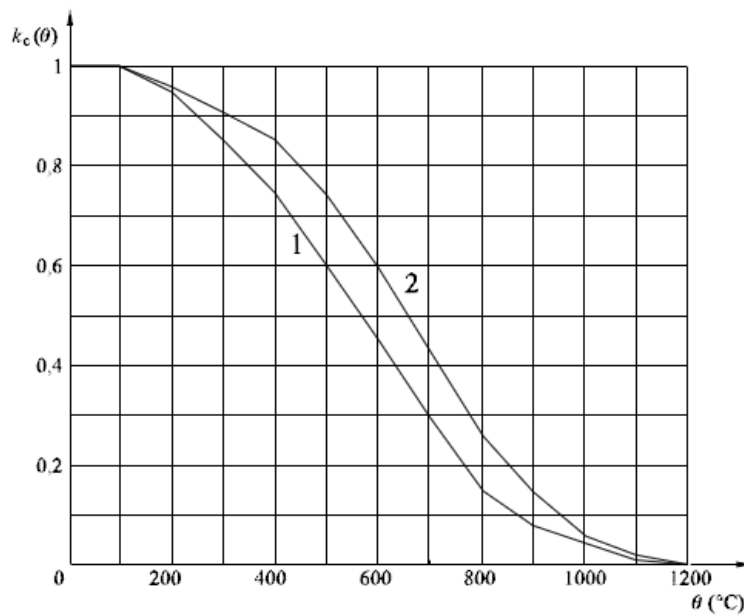


Abbildung 4: Koeffizient $k_c(\theta)$ zur Bewertung der Abminderung der charakteristischen Betonfestigkeit (f_{ck})

Illustrazione 4: Coefficiente $k_c(\theta)$ per tener conto della diminuzione della resistenza caratteristica (f_{ck}) del calcestruzzo

- Curva 1 Armatura tesa (laminata a caldo) per deformazioni $\epsilon_{s,fi} \geq 2\%$
- Curva 2 Armatura tesa (trafilata a freddo) per deformazioni $\epsilon_{s,fi} \geq 2\%$
- Curva 3 Armatura compressa e tesa per deformazioni $\epsilon_{s,fi} < 2\%$

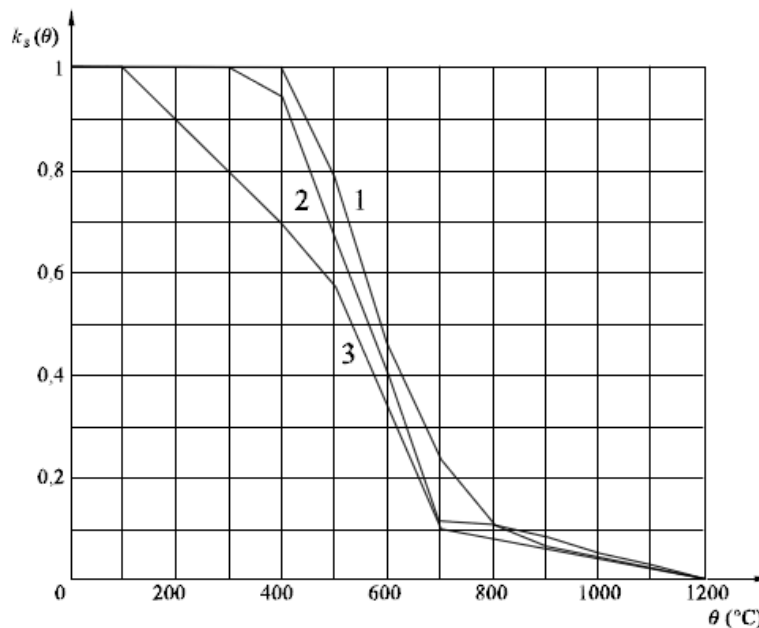


Abbildung 5: Koeffizient $k_s(\theta)$ zur Bewertung der Minderung der charakteristischen Zug- und Druckfestigkeit (f_{yk}) von Stahlbetons Klasse N

Illustrazione 5: Coefficiente $k_s(\theta)$ per tener conto della diminuzione della resistenza caratteristica (f_{yk}) a trazione e a compressione dell'armatura classe N.

4.2 NACHWEISVERFAHREN

Für den Nachweis des Grenzzustandes der Trag- und Gebrauchstauglichkeit der Innenschale sind die Wirkungskombinationen gemäß den Vorgaben im NTC2008, Abs. 2.5.3 berücksichtigt worden.

4.2.1 Traggrenzzustände (SLU) und Gebrauchsgrenzzustände (SLE)

4.2.1.1 Kombinations- und Teilkoeffizienten der Sicherheit der Wirkungen

Die Kombinationen der zu analysierenden Wirkungen müssen, laut allen NTC 2008, mit den entsprechenden Kombinationskoeffizienten ψ rechnen. Im überprüften Fall werden folgende Werte angewendet:

4.2 VERIFICHE

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

4.2.1 Stati Limite Ultimi (SLU) e Stati Limite di Esercizio (SLE)

4.2.1.1 Coefficienti di combinazione e parziali di sicurezza per le azioni

Le combinazioni delle azioni da analizzare devono essere considerate, in conformità alle NTC 2008, con i relativi coefficienti di combinazione ψ , nel caso in esame si adottano i seguenti valori:

Gefahren-Szenario / Scenario Di Pericolo	Nachweis-Verfahren / Verifica	Eigengewicht / Peso Proprio	Dauerlasten (Auslastung) / Carichi Permanenti (Utilizzazione)	Wechselast (Auslastung) / Carichi Variabili (Utilizzazione)	Lüftungs-Druck (Ausnahme) / Pressione Ventilazione (Eccezionale)	Lüftungs-Druck (Wechselnd) / Pressione Ventilazione (Variabile)
Lüftung / Ventilazione	GZT/SLU	$\gamma_g = 1.00$	-	-	$\gamma_a = 1.00$	-
	GZG (HÄUFIGER) /SLE (FREQUENTE)	$\gamma_g = 1.00$	-	-	-	$\gamma_0 = 0.00$
	GZG (SELTENER) /SLE (RARO)	$\gamma_g = 1.00$	-	-	-	$\gamma_1 = 1.00$
Brand/ Incendio	GZT/SLU	$\gamma_g = 1.00$	-	-	-	-
Ermüdung/ Fatica	GZT/SLU	$\gamma_g = 1.00$	-	-	-	$\gamma_q = 1.00$
Auslastung / Utilizzazione	GZT/SLU	$\gamma_g = 1.35$	-	$\gamma_q = 1.50$	-	-
	GZG (HÄUFIGER) /SLE (FREQUENTE)	$\gamma_g = 1.00$	-	$\gamma_q = 1.00$	-	-

Abbildung 6: Kombinations- und Teilkoeffizienten der Sicherheit der Wirkungen

Illustrazione 6: Coefficienti di combinazione e parziali di sicurezza per le azioni

4.2.1.2 Teilkoeffizienten der Festigkeitssicherheit

Die Sicherheitskoeffizienten, um eine Lebensdauer der Werke von 200 Jahren zu gewährleisten, die mit BBT SE vereinbart worden sind und der Materialfestigkeit angewendet werden sind folgende:

$\gamma_c=1.6$ e $\gamma_s=1.2$ für Auslastungskombinationen

$\gamma_c=1.2$ e $\gamma_s=1.0$ für Sonderkombinationen (Lüftung) und für den Brandlastfall.

4.2.1.2 Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze

I coefficienti di sicurezza, concordati con BBT SE al fine di garantire una vita utile dell'opera di 200anni, applicati alle resistenze dei materiali sono i seguenti:

$\gamma_c=1.6$ e $\gamma_s=1.2$ per le combinazioni di utilizzazione

$\gamma_c=1.2$ e $\gamma_s=1.0$ per le combinazioni eccezionali (ventilazione) e per il carico da incendio.

4.3 ERGEBNISSE

4.3 RISULTATI

4.3.1 Traggrenzzustände (GZT)

4.3.1 Sollecitazioni Stati Limite Ultimi (SLU)



Abbildung 7: M_{GZT} -Lüftung

Illustrazione 7: M_{SLU} -VENTILAZIONE

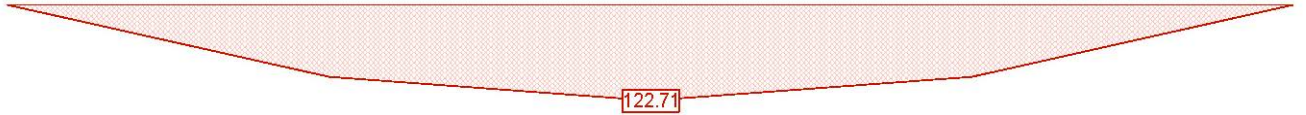


Abbildung 8: M_{GZT} -Auslastung

Illustrazione 8: M_{SLU} -UTILIZZAZIONE

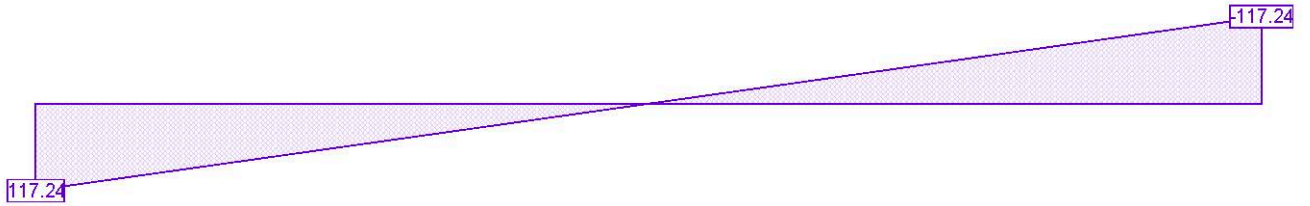


Abbildung 9: V_{GZT} -Maximum

Illustrazione 9: V_{SLU} -MASSIMO

4.3.2 Gebrauchsgrenzzustände (GZG)

4.3.2 Sollecitazioni Stati Limite d'Esercizio (SLE)

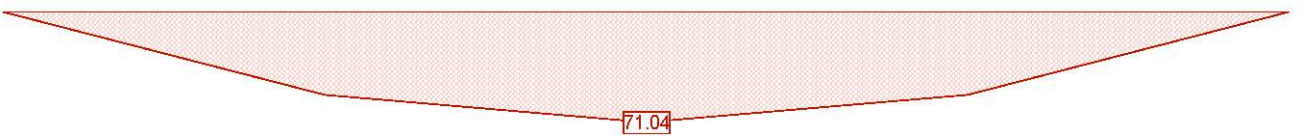


Abbildung 10: M_{GZG} -häufige Lüftung

Illustrazione 10: M_{SLE} -VENTILAZIONE-FREQUENTE

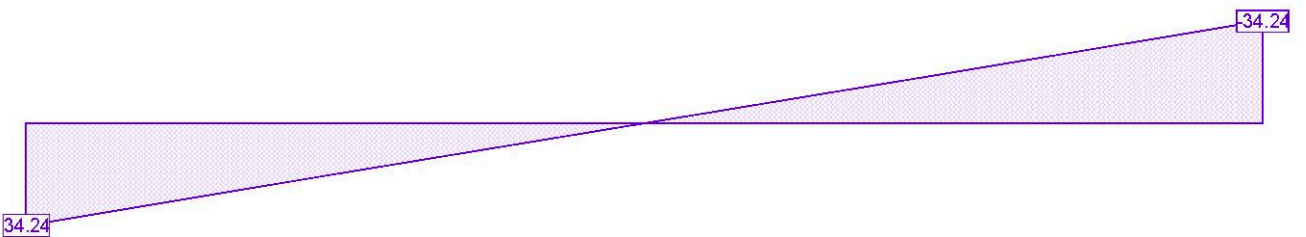


Abbildung 11: V_{GZG} -Eigengewicht

Illustrazione 11: V_{SLU} -PESO PROPRIO

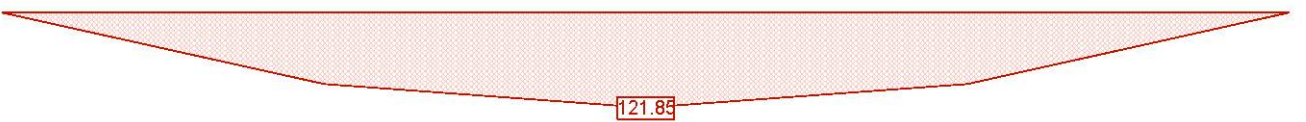


Abbildung 12: M_{GZG} -seltene Lüftung

Illustrazione 12: M_{SLE} -VENTILAZIONE-RARO

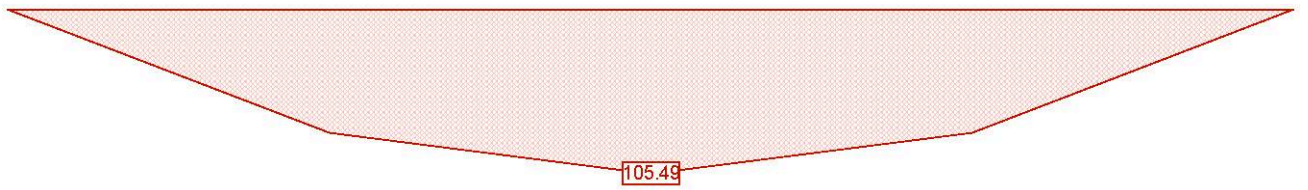


Abbildung 13: M_{GZG} - häufige Auslastung

Illustrazione 13: $M_{SLE-UTILIZZAZIONE-FREQUENTE}$

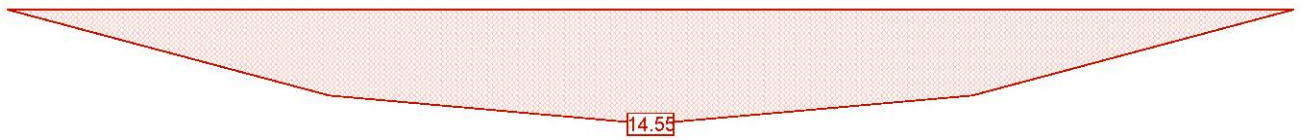


Abbildung 14: M_{GZG} -Ermüdung

Illustrazione 14: $M_{SLE-FATICA}$

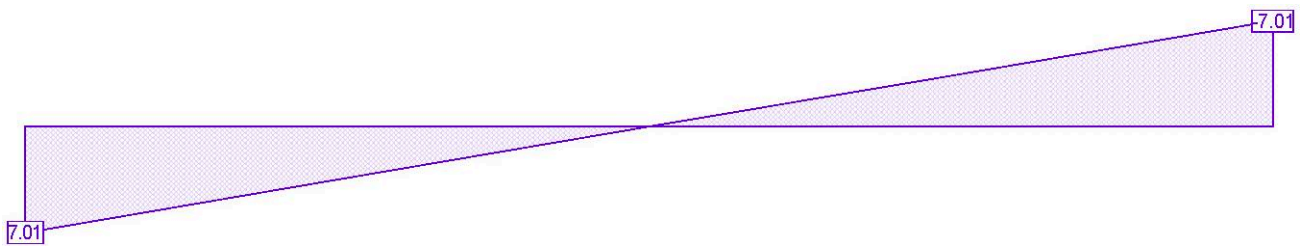


Abbildung 15: V_{GZG} -Ermüdung

Illustrazione 15: $V_{SLE-FATICA}$

4.3.3 **Brandzustände (GZT)**

4.3.3 **Sollecitazioni incendio (SLU)**

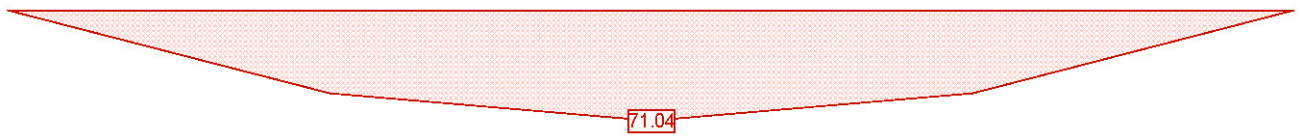


Abbildung 16: M_{GZT} -Brand

Illustrazione 16: $M_{SLU-INCENDIO}$

4.4 NACHWEISVERFAHREN

4.4.1 Prüfungen der Traggrenzzustände

4.4.1.1 Prüfung auf Biegung

Die 2cm Abmaß miteinbeziehend hat man einen symmetrischen Bewehrungsquerschnitt von 100x33cm statt 100x35cm mit Bewehrungsseisen $\phi 26/15$ und Abstandhalter $\phi 12/15$, netto Betondeckung 5cm.

Im Anlage 1 wird die Querschnittsprüfung auf Biegung der Traggrenzzustände aufgezeigt.

4.4.1.2 Prüfung auf Querkraft

Im Anlage 2 wird die Querschnittsprüfung auf Querkraft der Traggrenzzustände des Querschnitts von 100x33 cm aufgezeigt.

4.4.2 Prüfungen der Gebrauchsgrenzzustände

Im anlage 3 wird die Querschnittsprüfung auf Biegung der Gebrauchsgrenzzustände aufgezeigt.

4.4.3 Prüfungen auf Rissbildung

Im Anlage 4 wird die Prüfung auf Rissbildung aufgezeigt.

4.4.4 Prüfungen auf Verformung

Anschließend wird die Prüfung auf elastische sowie auf viskose Verformung gezeigt.

Wie im Absatz C.4.1.2.2.2 des Rundschreibens der NTC2008 ist der Grenzwert $1/250 r$ Lichtweite.

$$8300\text{mm}/250 = 33.2 \text{ mm}$$

Elastische Verformung:

b =	1000	mm
h =	330	mm
q =	9.25	kN/m
L =	8300	mm
E =	33000	N/mm ²
J =	2994750000	mm ⁴
f =	8.08	mm

Viskose Verformung:

Im Falle von viskose Verformung wird das elastische Modul reduziert laut UNI EN 1992-1-1 Absatz 7.4.3 mit der Formel 7.20:

4.4 VERIFICHE

4.4.1 Verifiche Stati Limite Ultimi

4.4.1.1 Verifica a flessione

Tenuti conto dei 2cm di tolleranza si verifica una sezione 100x33cm invece della sezione 100x35cm armata simmetricamente con ferri principali $\phi 26/15$ e ripartitori $\phi 12/15$, copriferro netto 5cm.

Nell'Allegato 1 si riporta la verifica della sezione a flessione agli Stati Limite Ultimi.

4.4.1.2 Verifica a taglio

Nell'Allegato 2 si riporta la verifica della sezione a taglio agli Stati Limite Ultimi della sezione pari a 100x33 cm.

4.4.2 Verifiche Stati Limite d'Esercizio

Nell'Allegato 3 si riporta la verifica della sezione a flessione agli Stati Limite di Esercizio

4.4.3 Verifiche a fessurazione

Nell'allegato 4 si riporta la verifica a fessurazione.

4.4.4 Verifica di deformabilità

Nel seguito si esegue la verifica di deformabilità sia in fase elastica che viscosa.

Come indicato nel paragrafo C.4.1.2.2.2 della circolare delle NTC2008 il limite è pari a $1/250$ della luce.

$$8300\text{mm}/250 = 33.2 \text{ mm}$$

Deformazione elastica:

b =	1000	mm
h =	330	mm
q =	9.25	kN/m
L =	8300	mm
E =	33000	N/mm ²
J =	2994750000	mm ⁴
f =	8.08	mm

Deformazione viscosa:

Nel caso di deformazione viscosa il modulo elastico viene ridotto secondo UNI EN 1992-1-1 paragrafo 7.4.3 con la formula 7.20:

$$E_{c,eff} = E_{cm}/(1+\phi^\infty, t_0)$$

Wenn man ein t_0 gleich 7 Tage und eine relative Feuchtigkeit von 75% berücksichtigt erhält man von der Tabelle 11.2.VI der NTC2008 ein ϕ im Wert von 2.5.

b =	1000	mm
h =	330	mm
q =	9.25	kN/m
ϕ =	2.5	
L =	8300	mm
E =	9429.57	N/mm ²
J =	2994750000	mm ⁴
f =	30.97	mm

In beiden Fällen ist der Pfeil tiefer als der Grenzpfail.

4.4.5 Prüfung auf Ermüdung durch Biegung

Die Prüfungen auf Ermüdung durch Biegung werden laut UNI EN 1992-1-1, Absatz 6.8 durch getrennte Prüfungen des Beton und des Stahls ausgeführt. Ins besondere:

Stahlprüfungen: die Überprüfungen werden unter SLE-Zuständen ausgeführt, in dem man die zyklischen Wirkungen der widrigsten Grundkombination addiert (häufige Kombination bei Gebrauchsgrenzzustand). Danach wird die Ungleichheit (6.71) der Norm überprüft, wobei eine Zyklusanzahl von 10^6 (gerade Barren) und die Sicherheitskoeffizienten $\gamma_{F,fat}$ und $\gamma_{S,fat}$ entsprechend von 1.00 (Vermerk 1 von Absatz 6.8.4) und von 1.20 (Sicherheitskoeffizient des Bewehrungsstahls).

Betonprüfungen: die Überprüfungen werden unter SLE-Zuständen ausgeführt, in dem man die zyklischen Wirkungen der widrigsten Grundkombination addiert (häufige Kombination bei Gebrauchsgrenzzustand). Danach wird die Ungleichheit (6.77) der Norm überprüft. Bei der Berechnung der Planungsfestigkeit auf Ermüdung des Betons ($f_{cd,fat}$) müssen der Typ des Betons und die Dauer in Tagen, bei der die Anwendung der zyklischen Last beginnt, festgelegt werden: wenn man sich auf Sicherheitsabstand stellt kann man annehme, dass $t_0=28$ Tage und $s=0.20$ (in dem man den Koeffizienten β_{cc} , in Absatz 3.1.2 festlegt, minimalisiert).

Im Anlage 5 wird die Prüfung Querschnittsprüfung auf Biegung der Ermüdungsgrenzzustände aufgezeigt.

4.4.6 Prüfung auf Ermüdung auf Querkraft

Die Prüfungen auf Ermüdung auf Querkraft werden laut UNI EN 1992-1-1, Absatz 6.8.7 Punkt (4) ausgeführt. Ins

$$E_{c,eff} = E_{cm}/(1+\phi^\infty, t_0)$$

Considerando un t_0 pari a 7 giorni ed un'umidità relativa pari a 75% si ottiene dalla tabella 11.2.VI delle NTC2008 un ϕ del valore di 2.5.

b =	1000	mm
h =	330	mm
q =	9.25	kN/m
ϕ =	2.5	
L =	8300	mm
E =	9429.57	N/mm ²
J =	2994750000	mm ⁴
f =	30.97	mm

In entrambi i casi la freccia è inferiore alla freccia limite.

4.4.5 Verifica a fatica a flessione

Le verifiche a fatica a flessione si effettuano secondo UNI EN 1992-1-1, paragrafo 6.8 eseguendo verifiche separate per il calcestruzzo e per l'acciaio. In particolare:

Verifiche lato acciaio: le verifiche sono eseguite in condizione SLE sommando le azioni cicliche alla combinazione di base più sfavorevole (Combinazione Frequente a Stato Limite di Esercizio). Si procede quindi verificando la disequaglianza (6.71) della Normativa, considerando un numero di cicli N^* pari a 10^6 (barre dritte) ed i coefficienti di sicurezza $\gamma_{F,fat}$ e $\gamma_{S,fat}$ pari rispettivamente a 1.00 (Nota 1 del paragrafo 6.8.4) e 1.20 (coefficiente di sicurezza sull'acciaio da armatura).

Verifiche lato cls: le verifiche sono eseguite in condizione SLE sommando le azioni cicliche alla combinazione di base più sfavorevole (Combinazione Frequente a Stato Limite di Esercizio). Si procede quindi verificando la disequaglianza (6.77) della Normativa. Nel calcolo della resistenza di progetto a fatica del cls ($f_{cd,fat}$) occorre definire il tipo di cemento e il tempo in giorni in cui comincia l'applicazione del carico ciclico: ponendosi a favore di sicurezza si può assumere $t_0=28$ gg e $s=0.20$ (minimizzando il coefficiente β_{cc} definito nel paragrafo 3.1.2).

Nell'allegato 5 si riporta la verifica della sezione a flessione allo Stato Limite di Fatica

4.4.6 Verifica a fatica a taglio

Le verifiche a fatica a taglio si effettuano secondo UNI EN 1992-1-1, paragrafo 6.8.7 punto (4). In particolare per

besondere für Bauglieder bei denen die Berechnung der Bewehrungen auf Querkraft auf Traggrenzzustand nicht nötig ist, kann man glauben, dass Beton der Ermüdung auf Querkraft stand hält wenn folgende Bedingungen eintreten:

- per $V_{Ed,min}/V_{Ed,max} \geq 0$:

$$V_{Ed,max}/V_{Rd,c} \leq 0.5+0.45 \cdot (V_{Ed,min}/V_{Rd,c}) \leq 0.9$$

$$V_{Ed,min}/V_{Ed,max} = 7.01/34.24 = 0.20 \geq 0$$

$$34.24/187.5 \leq 0.5+0.45 \cdot (7.01/187.5) \leq 0.9$$

$$0.18 \leq 0.52 \leq 0.9$$

4.4.7 Brandprüfung (GZT)

Im Anlage 6 werden die Nachweise für den Lastfall des Brandes dargestellt.

5 VERANKERUNGEN

Das Verankerungssystem, das zur Verhinderung der Wölbung der Innenschalungen gedacht worden ist, besteht aus Stahlstiften die auf Querkraft arbeiten und in der Kalotte auf Höhe der Seitenschalungen betoniert sind.

Diese Elemente ermöglichen alle Bewegungen innerhalb der Schalungsoberfläche (X,Y Richtungen), aber nicht die Bewegungen senkrecht zur eigenen Oberfläche (Z Richtung). Die Anwendung dieses Systems ermöglicht das Element isostatisch zu erhalten, und so die Auswirkungen von Temperatur und Schrumpfung zu übergehen.

Die Höchstreaktion zur Abstützung ist 137.47 kN, daher werden Stifte des Typs HSD-CRT134V eingesetzt, seitlich des Elements werden 3 ϕ 12 links und 3 ϕ 12 rechts verteilt, insgesamt 6 ϕ 12.

Hinsichtlich der Brandfestigkeit werden die Querkraft-Stifte mit eine Hülse ausgestattet, außerdem da sie senkrecht zur Schalung angebracht sind ist die Temperatur die diese Elemente erreichen auf alle Fälle niedriger als die der statischen Bewehrung. Aus diesen Gründen betrachtet man die Stiftbemessung nicht für problematisch hinsichtlich der Brandwirkung.

membrature per le quali non è richiesto il calcolo di armature a taglio allo stato limite ultimo, si può ritenere che il calcestruzzo resista a fatica da taglio se si verificano le condizioni seguenti:

- per $V_{Ed,min}/V_{Ed,max} \geq 0$:

$$V_{Ed,max}/V_{Rd,c} \leq 0.5+0.45 \cdot (V_{Ed,min}/V_{Rd,c}) \leq 0.9$$

$$V_{Ed,min}/V_{Ed,max} = 7.01/34.24 = 0.20 \geq 0$$

$$34.24/187.5 \leq 0.5+0.45 \cdot (7.01/187.5) \leq 0.9$$

$$0.18 \leq 0.52 \leq 0.9$$

4.4.7 Verifica incendio (SLU)

Nell'Allegato 6 si riportano le verifiche per la condizione di carico da incendio.

5 ANCORAGGI

Il sistema di ritegno pensato per evitare il sollevamento delle solette intermedie è costituito da degli spinotti in acciaio inox lavoranti a taglio inseriti in getto nella calotta, in corrispondenza delle facce laterale delle solette.

Tali elementi permettono tutti gli spostamenti interni al piano della soletta (direzione X,Y) ma non quelli perpendicolari al proprio piano (direzione Z). L'adozione di tale sistema permette di mantenere l'isostaticità dell'elemento, consentendo di trascurare gli effetti di temperatura e ritiro.

La reazione massima all'appoggio è pari a 137.47 kN, quindi si adottano spinotti tipo HSD-CRT134V, ai lati dell'elemento si disporranno 3 ϕ 12 a sinistra e 3 ϕ 12 a destra per un totale di 6 ϕ 12.

Per quanto riguarda la resistenza antincendio, gli spinotti a taglio saranno provvisti di guaina intumescente, inoltre, essendo posizionati in asse allo spessore della soletta, le temperature raggiunte da tali elementi sono comunque inferiori a quelle dall'armatura statica. Per questi motivi non si reputa problematica l'azione incendio in ambito di dimensionamento degli spinotti.

6 AUFLAGERTRÄGER

Der Auflagerträger hat eine Länge von 10 m und einen Querschnitt von 1.07 m Höhe mal 0.80 m Breite.

Für die Berechnung wird angenommen, dass dieser die gesamte Last der Zwischendecke selbst aufnimmt.

Die von diesem Element übertragene Last beträgt 117,24 kN/m (Lastfallkombination Nutzlast)

Die auf den Träger wirkenden Belastungen der Grenzzustände der Tragfähigkeit mit der Annahme, dass dieser sich wie ein einfacher Träger verhält, sind folgende:

$$\begin{cases} M_{\max} = \frac{N \cdot L^2}{8} = 1465.5 \text{ kNm} \\ V_{\max} = \frac{N \cdot L}{2} = 586.2 \text{ kN} \end{cases}$$

Die auf den Träger wirkenden Belastungen der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit sind folgende:

$$\begin{cases} M_{\max} = \frac{N \cdot L^2}{8} = 707.5 \text{ kNm} \\ V_{\max} = \frac{N \cdot L}{2} = 280.6 \text{ kN} \end{cases}$$

Im Folgenden werden die Nachweise auf Schub und Biegung des Trägers nach GZT dargestellt.

6 TRAVE DI APPOGGIO

La trave di appoggio ha una luce di 10 m ed una sezione di 1.07m di altezza per 0.80 m di larghezza.

Per ipotesi di calcolo tale elemento riprende unicamente le sollecitazioni provenienti dalla soletta intermedia.

Il carico trasferito da tale elemento corrisponde a 117,24 kN/m (combinazione di carico accidentale).

Le sollecitazioni agenti sulla trave per gli stati limite ultimi, considerando un comportamento della stessa paragonabile a quello di una trave semplice, sono le seguenti:

$$\begin{cases} M_{\max} = \frac{N \cdot L^2}{8} = 1465.5 \text{ kNm} \\ V_{\max} = \frac{N \cdot L}{2} = 586.2 \text{ kN} \end{cases}$$

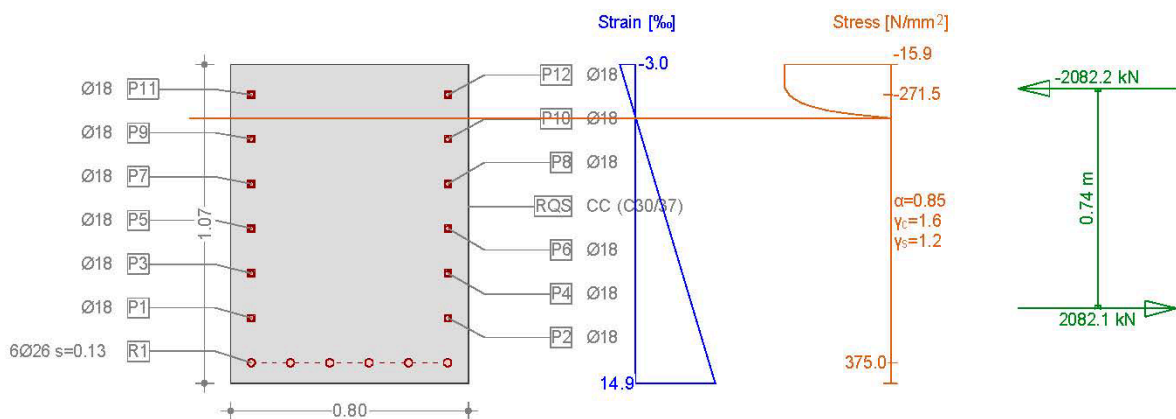
Le sollecitazioni agenti sulla trave per gli stati limite di esercizio sono le seguenti:

$$\begin{cases} M_{\max} = \frac{N \cdot L^2}{8} = 707.5 \text{ kNm} \\ V_{\max} = \frac{N \cdot L}{2} = 280.6 \text{ kN} \end{cases}$$

Di seguito si riportano le verifiche a taglio e flessione della trave secondo gli SLU:

Cross-section 100X60 (C30/37;B450C): Efficiency $M_y=1465.5$; $\text{eff}(M,N) = 0.95$ OK

Scale 1 : 23.1



Ultimate strength analysis Cross section (Girder): 100X60

Action forces / Efficiency factors: eff(M,N) = 0.95 OK

No.	AP	P	Bending and axial force				eff(M,N)	Shear forces and torsion			eff(V,T)	Complete CS eff(M,N,V,T)
			N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]			V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]		
1	IULS		0	1465.5	0	0.95						

Analysis-Parameters "IULS",

ID	σ-ε-Diagram			Strain Limits			σ _s [N/mm ²]	Partial factors			Various parameters	
	c	s		ε _{c1d} [‰]	ε _{c2d} [‰]	ε _{ud} [‰]		γ _c [-]	γ _s [-]		α [-]	φ [-]
IULS	4/0	1		-2.0	-3.0	20.0		1.60	1.20		45.00	0

σ-ε : SIA262 Fig 11 + Fig 15

Extreme stresses and strain

Name	Class	y ₀ [m]	z ₀ [m]	ε [‰]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]
RQS	C30/37	0.40	1.07	-3.0	-15.9	1.88
RQS	C30/37	-0.40	0	14.9	0	1.88
Pl2	B450C	0.33	0.97	-1.3	-271.5	1.20
Rl	B450C	-0.33	0.07	13.8	375.0	1.20

Stresses and strain during the last iterations step = Ultimate state

N [kN]	Internal forces		Strain and Curvature			Stiffness Values		
	M _y [kNm]	M _z [kNm]	ε _x [‰]	χ _y [km ⁻¹]	χ _z [km ⁻¹]	N/E _x [kN]	M _y /E _y [kNm ²]	M _z /E _z [kNm ²]
-0.1	1536.5	0.0	6.0	16.8	0.0	22.85	91678.10	1829.03

Tabelle 13: Nachweise GZT - Biegung

Tabella 13: Verifiche SLU trave - Flessione

Verifica sezione con armatura a taglio

Verifica a taglio-trazione

V_{Rsd} = 711.79 kN V_{Ed} = 586.00 kN V_{Rsd} > V_{Ed} OK

f_{yd} = 375.00 MPa

d = 1'007 mm

α = 90 °

s = 150 mm

A_{sw} = 314 mm²

φ = 10 mm

n° bracci = 4

Inclinazione staffe rispetto all'asse dell'elemento

Diametro staffe

Verifica a taglio-compressione

V_{Rcd} = 3'081.42 kN V_{Ed} = 586.00 kN V_{Rcd} > V_{Ed} OK

b_w = 800 mm

d = 1'007 mm

σ_{cp} = 0.00 MPa

f_{cd} = 20.00 MPa

f'_{cd} = 10.00 MPa

α_c = 0.85

α = 90 °

θ = 45 °

Inclinazione staffe rispetto all'asse dell'elemento

Inclinazione bielle calcestruzzo rispetto all'asse della sezione

Tabelle 14: Nachweise GZT - Querkraft

Tabella 14: Verifiche SLU trave - Taglio

Im Folgenden werden die Nachweise der Spannungen und der Rissbildung des Trägers nach den GZG dargestellt:

Di seguito si riportano le verifiche delle tensioni e della fessurazione della trave secondo gli SLE:

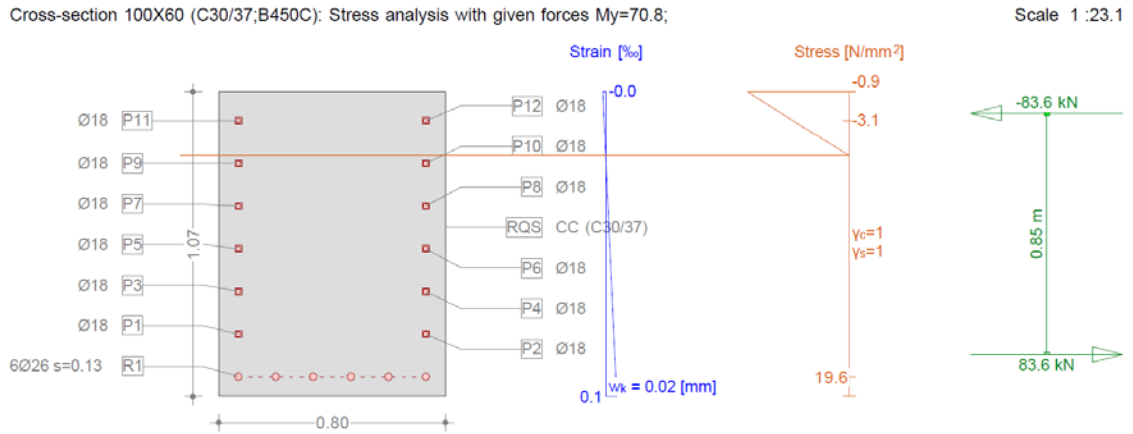


Tabelle 15: Nachweise GZG des Auflagerträgers – Maximalspannungen und Rissbildung

Tabella 15: Verifiche SLE trave – Tensioni massime e fessurazione

7 WANDTRÄGER

Das Verhalten des Wandträgers wird vereinfachend verglichen mit einem beidseitig eingespannten Träger.

Die maximale auf den Wandträger wirkende Last kommt von der Kombination 5C des FEM Modells, welches für die Modellierung des Regelschnittes CB-GA herangezogen und in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt (GZT:700 kN/m, GZG :540 kN/m) wurde.

Unter der Annahme einer Spannweite des Trägers von 10 m ergeben die Lasten des GZT an den Einspannungen und in Feldmitte:

7 TRAVE PARETE

Il comportamento della trave parete viene in modo semplificato paragonato a quello di una trave incastrata alle estremità.

Il carico massimo agente agli deriva dalla combinazione 5C del modello FEM utilizzato per la modellazione della sezione tipo CB-GA riportato nei capitoli precedenti (SLU:700 kN/m, SLE :540 kN/m).

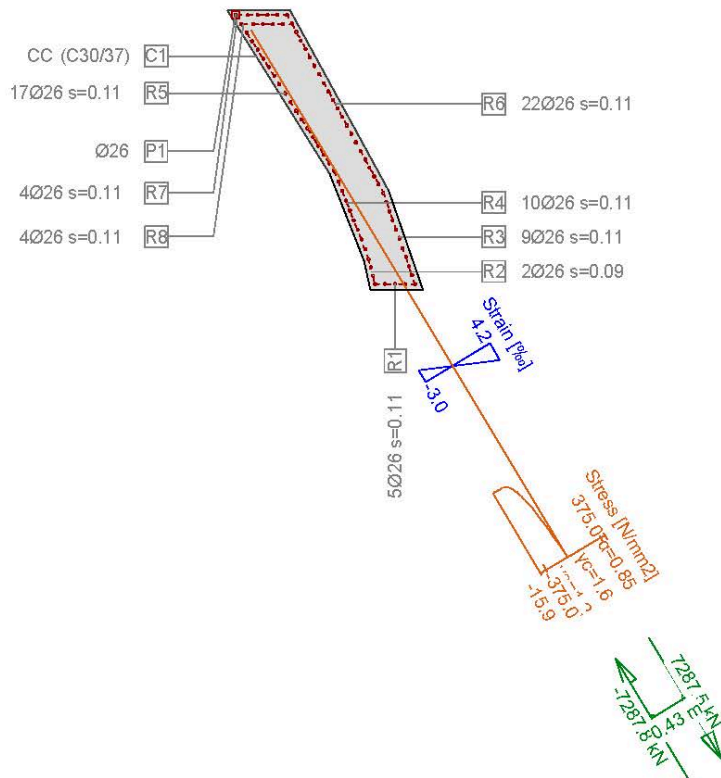
Considerando la luce della trave pari a $L = 10$ m, le sollecitazioni all'incastro e in mezzera allo SLU risultano:

Im Folgenden werden die Nachweise auf Querkraft und Biegung des Trägers nach GZT dargestellt:

Di seguito si riportano le verifiche a taglio e flessione della trave secondo SLU:

Cross-section TRAVE PARETE (C30/37;B450C): Efficiency $M_y = -5833.0$; $eff(M,N) = 0.96$ OK

Scale 1 :80.0



Ultimate strength analysis Cross section (Girder): TRAVE PARETE

Action forces / Efficiency factors: $eff(M,N) = 0.96$ OK

No.	AP	P	Bending and axial force			eff(M,N)	Shear forces and torsion			eff(V,T)	Complete CS eff(M,N,V,T)
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]		V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]		
1	!ULS		0	-5833.0	0	0.96					

Analysis-Parameters "!"ULS"

ID	σ - ϵ -Diagram		Strain Limits			σ_s [N/mm ²]	Partial factors			Various parameters		
	c	s	ϵ_{c1d} [‰]	ϵ_{c2d} [‰]	ϵ_{jd} [‰]		γ_c [-]	γ_s [-]	α [-]	ϕ [-]		
!ULS	4/0	1	-2.0	-3.0	20.0		1.60	1.20	45.00	0		

α : Inclination of diagonal in compression
 ϕ : Creep coefficient

Extreme stresses and strain

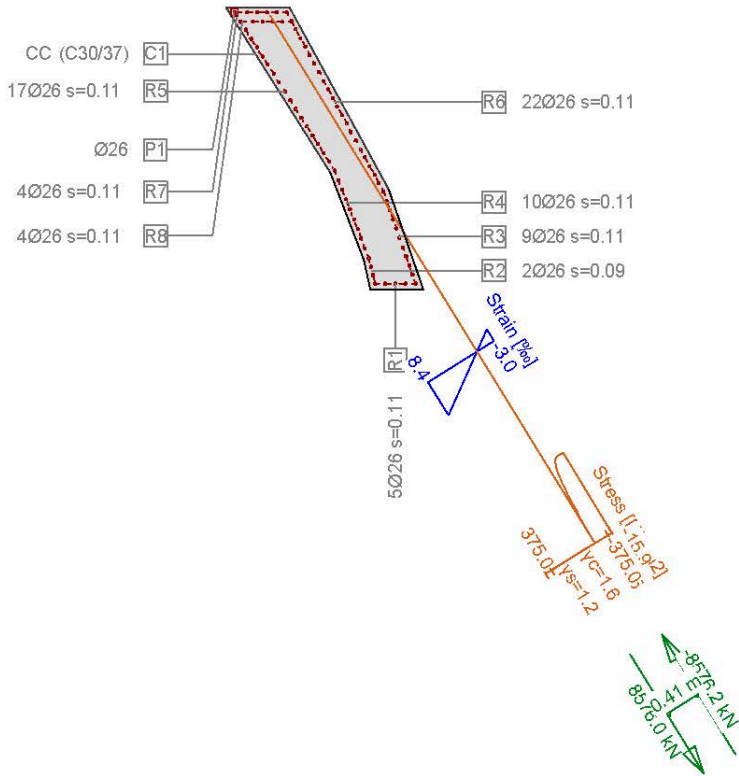
Name	Class	y_q [m]	z_q [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
C1	C30/37	-0.29	0	-3.0	-15.9	1.88
C1	C30/37	-1.17	3.06	4.2	0	1.88
R1	B450C	-0.24	0.06	-2.4	-375.0	1.20
R6	B450C	-1.20	3.01	3.7	375.0	1.20

Stresses and strain during the last iterations step = Ultimate state

N [kN]	Internal forces		Strain and Curvature			Stiffness Values		
	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [‰]	χ_y [km ⁻¹]	χ_z [km ⁻¹]	N/ϵ_x [kN]	M_y/χ_y [kNm ²]	M_z/χ_z [kNm ²]
-0.3	-6083.3	-0.1	1.1	-4.5	-7.5	293.69	1.348E+6	8.59

Tabelle 16: Nachweise GZT des Wandträgers - Biegung

Tabella 16: Verifiche SLU trave parete - Flessione



Ultimate strength analysis Cross section (Girder): TRAVE PARETE

Action forces / Efficiency factors: $eff(M,N) = 0.47$ OK

No.	AP	P	Bending and axial force				$eff(M,N)$ [-]	Shear forces and torsion			$eff(V,T)$ [-]	Complete CS $eff(M,N,V,T)$ [-]
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]			V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]		
1	!ULS		0	3125.0	0	0.47						

Analysis-Parameters "!"ULS"

ID	σ - ϵ -Diagram			Strain Limits			σ_s [N/mm ²]	Partial factors			Various parameters		
	c	s		ϵ_{c1d} [‰]	ϵ_{c2d} [‰]	ϵ_{yd} [‰]		γ_c [-]	γ_s [-]		α [-]	ϕ [-]	
!ULS	4/0	1		-2.0	-3.0	20.0		1.60	1.20		45.00	0	

- α : Inclination of diagonal in compression
- ϕ : Creep coefficient

Extreme stresses and strain

Name	Class	y_{q1} [m]	z_{q1} [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
C1	C30/37	-1.17	3.06	-3.0	-15.9	1.88
C1	C30/37	-0.29	0.00	8.4	0	1.88
R6	B450C	-1.20	3.01	-2.3	-375.0	1.20
R1	B450C	-0.24	0.06	7.4	375.0	1.20

Stresses and strain during the last iterations step = Ultimate state

Internal forces			Strain and Curvature			Stiffness Values		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [‰]	χ_y [km ⁻¹]	χ_z [km ⁻¹]	N/ϵ_x [kN]	M_y/χ_y [kNm ²]	M_z/χ_z [kNm ²]
-0.2	6649.5	-0.0	1.9	7.0	11.4	118.46	9.466E+5	2.71

Tabelle 17: Nachweise GZT des Wandträgers - Biegung

Tabella 17: Verifiche SLU trave parete - Flessione

Verifica sezione con armatura a taglio

Verifica a taglio-trazione

$V_{Rsd} =$	3'514.24	kN	$V_{Ed} =$	3'500.00	kN	$V_{Rsd} > V_{Ed}$	OK
$f_{yd} =$	375.00	MPa					
$d =$	2'790	mm					
$\alpha =$	90	°				Inclinazione staffe rispetto all'asse dell'elemento	
$s =$	150	mm					
$A_{sw} =$	560	mm ²					
$\phi =$	18	mm				Diametro staffe	
n° bracci =	2						

Verifica a taglio-compressione

$V_{Rcd} =$	3'735.11	kN	$V_{Ed} =$	3'500.00	kN	$V_{Rcd} > V_{Ed}$	OK
$b_w =$	350	mm					
$d =$	2'790	mm					
$\sigma_{cp} =$	0.00	MPa					
$f_{cd} =$	20.00	MPa					
$f'_{cd} =$	10.00	MPa					
$\alpha_c =$	0.85						
$\alpha =$	90	°				Inclinazione staffe rispetto all'asse dell'elemento	
$\theta =$	45	°				Inclinazione bielle calcestruzzo rispetto all'asse della sezione	

Tabelle 18: Nachweise GZT des Wandträgers - Querkraft

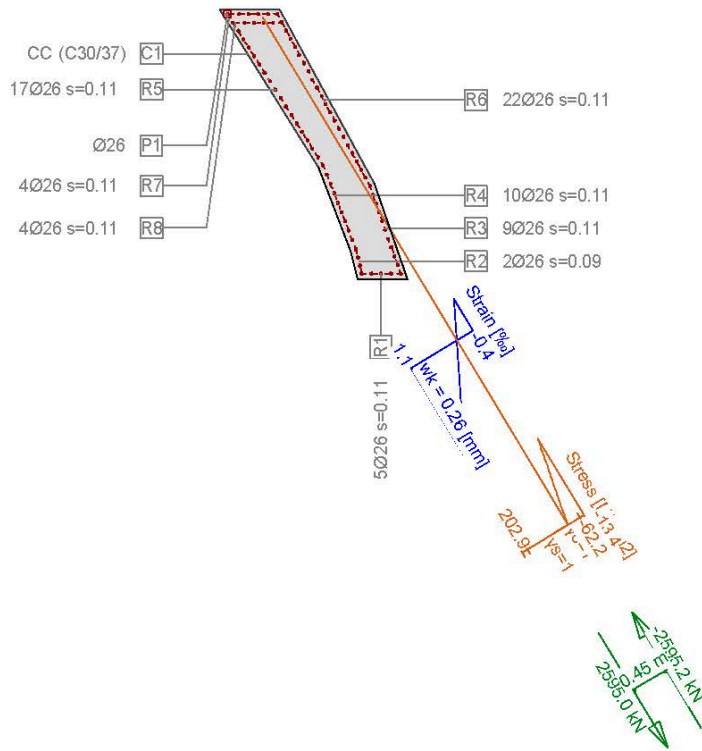
Tabella 18: Verifiche SLU trave parete - Taglio

Im Folgenden werden die Nachweise der Spannungen und der Rissbildung des Trägers nach dem GZG dargestellt:

Di seguito si riportano le verifiche delle tensioni e della fessurazione della trave secondo gli SLE:

Cross-section TRAVE PARETE (C30/37;B450C): Stress analysis with given forces $M_y=2250.0$;

Scale 1 :80.0



Stress analysis Cross section (Girder): TRAVE PARETE

Crack verification

Text	Value	Text	Value
Basic principles	EN 1992-1-1 7.3		
Cross section			
h	821.1 mm	Compression zone (uncracked)	355.0 mm
d	547.2 mm	h-d	273.9 mm
Cover c	58.6 mm	$h_{c,eff}$	155.3 mm
$A_{c,eff}$ Tension surface	49289 mm ²	= Min[2.5 (h-d); (h-x)/3; h/2]	
Concrete		Additional parameters	
E_c	33600.0 N/mm ²	Duration of load k_t	0.40
α_e (E_s/E_c)	6.10	Bond properties k_1	0.800
Creep coefficient ϕ	0	Distribution of strain k_2	0.500
f_{ctm}	2.9 N/mm ²	k_3	3.400
$f_{ct,eff}$	2.9 N/mm ²	k_4	0.425
Reinforcement		Results	
E_s	205000.0 N/mm ²	Moment	2250.0 kNm
A_s (in tension surface)	1593 mm ²	Stress in reinforcement σ_s	202.9 N/mm ²
Diameter ϕ_{eq}	26.0 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ (7.9)	0.78 o/o
ρ_{eff}	3.231 o/o	Crack spacing $s_{r,max}$ (7.11)	0.34 m
		Crack width w_k (7.8)	0.26 mm

Tabelle 19: Nachweise GZG des Wandträgers – Maximalspannungen und Rissbildung

Tabella 19: Verifiche SLE trave parte – Tensioni massime e fessurazione

Cross-section 330X1000 (C30/37;B450C): Efficiency $M_y=243.3$; $eff(M,N) = 0.83$ OK

Scale 1 :18.3

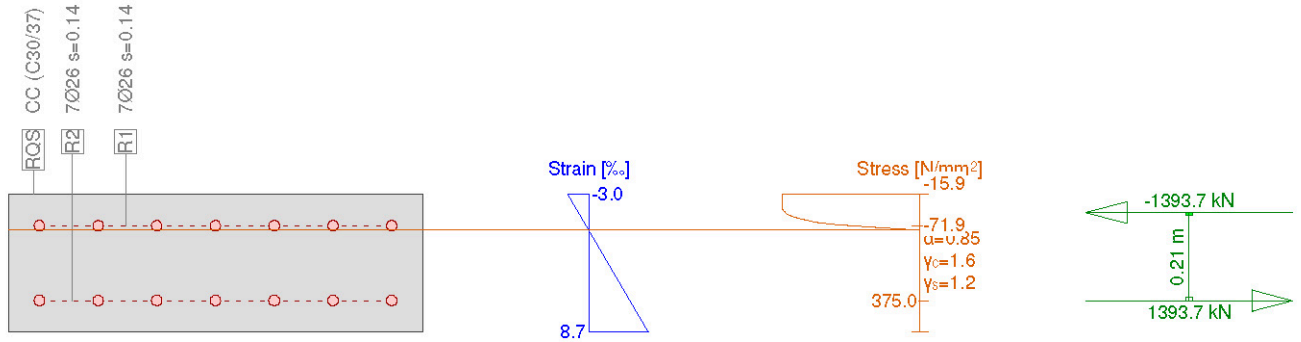


Abbildung 17:: Nachweis auf Biegedruck außerordentlicher Lastfall Lüftung (GZT)

Illustrazione 17: Verifica a pressoflessione carico di ventilazione eccezionale (SLU)

Cross-section 330X1000 (C30/37;B450C): Efficiency $M_y=122.7$; $eff(M,N) = 0.42$ OK

Scale 1 :18.3

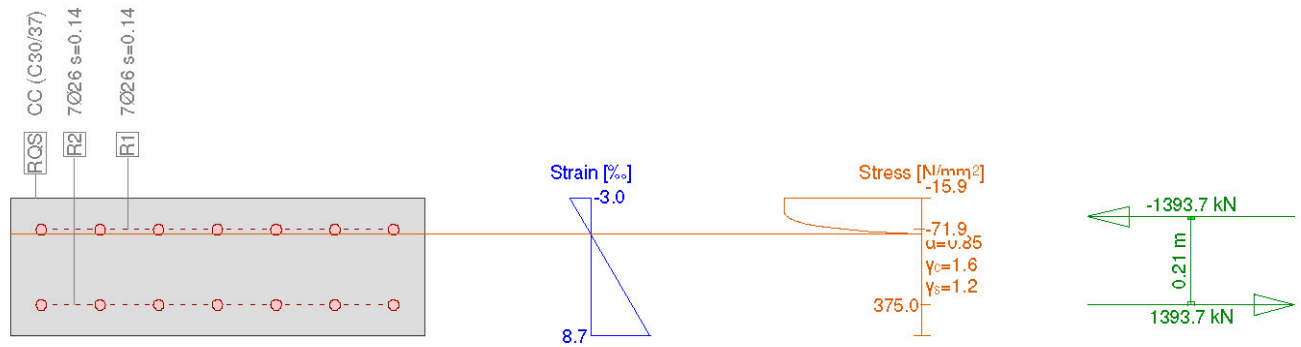


Abbildung 18: Nachweis auf Biegedruck normaler Lastfall (GZT)

Illustrazione 18: Verifica a pressoflessione carico di utilizzazione (SLU)

VERIFICA A TAGLIO SECONDO NTC2008 Art. 4.1.2.1.3.1Verifica sezione senza armatura a taglio

f_{ck} =	30.00	MPa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
k =	1.886		Coefficiente
h =	330	mm	Altezza geometrica della sezione
d =	255	mm	Altezza statica della sezione
A_s =	3'539	mm ²	Area di armatura longitudinale
ρ_1 =	0.01388		Percentuale di armatura
N_{Ed} =	0	kN	Azione assiale di progetto
A_c =	255'000	mm ²	Area della sezione di calcestruzzo
α_{cc} =	0.85		Coefficiente per carichi di lunga durata
σ_{cp} =	0.00	MPa	Sforzo di compressione agente
b_w =	1'000	mm	Larghezza sezione collaborante
V_{Rd1} =	187.49	kN	
$V_{Rd2}(V_{min})$ =	126.58	kN	
V_{Rd} =	187.49	kN	$V_{Ed} =$ 137.47 kN $V_{Rd} > V_{Ed}$

Abbildung 19: Nachweis auf Querkraft

Illustrazione 19: Verifica a taglio

ANLAGE 3

ALLEGATO 3

Cross-section 330X1000 (C30/37;B450C): Stress analysis with given forces $M_y=71.0$;

Scale 1 :18.3

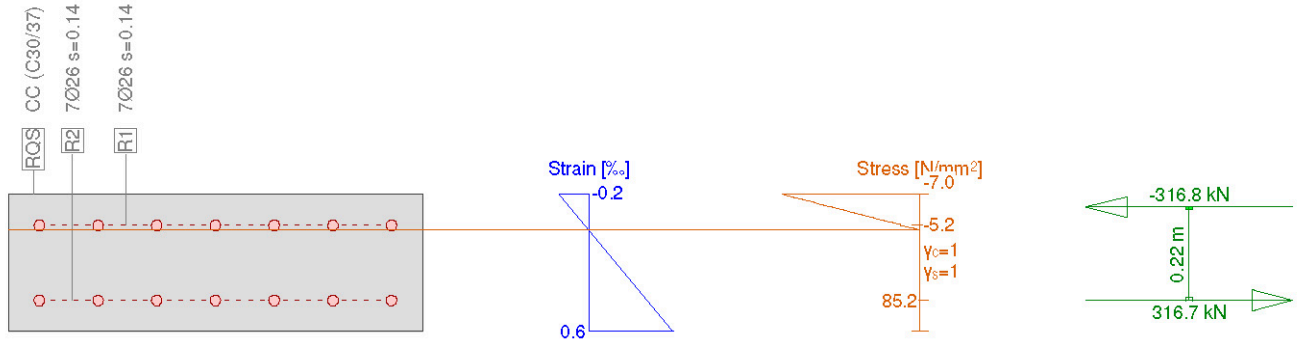


Abbildung 20: Nachweis auf Biegedruck häufiger Lastfall Lüftung (GZG)

Illustrazione 20: Verifica a pressoflessione carico di ventilazione frequente(SLE)

Cross-section 330X1000 (C30/37;B450C): Stress analysis with given forces $M_y=121.8$;

Scale 1 :18.3

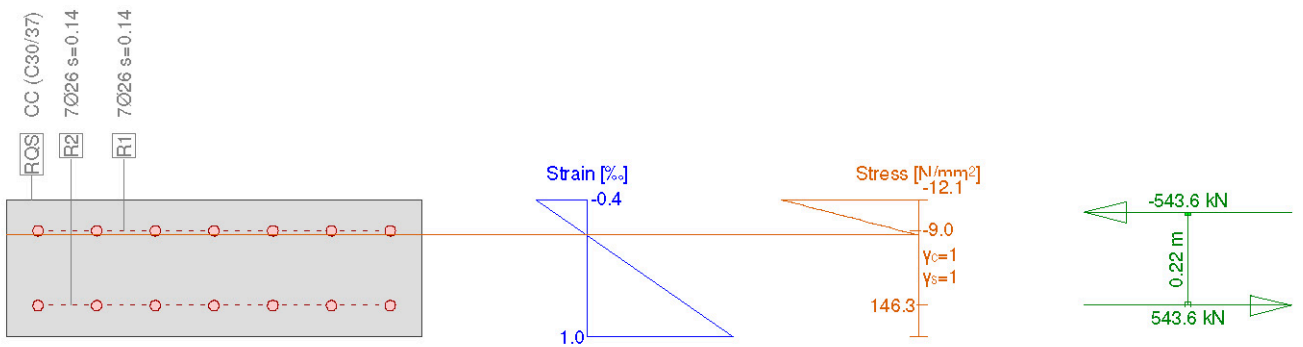


Abbildung 21: Nachweis auf Biegedruck seltener Lastfall Lüftung (GZG)

Illustrazione 21: Verifica a pressoflessione carico di ventilazione raro (SLE)

Cross-section 330X1000 (C30/37;B450C): Stress analysis with given forces $M_y=105.5$;

Scale 1 :18.3

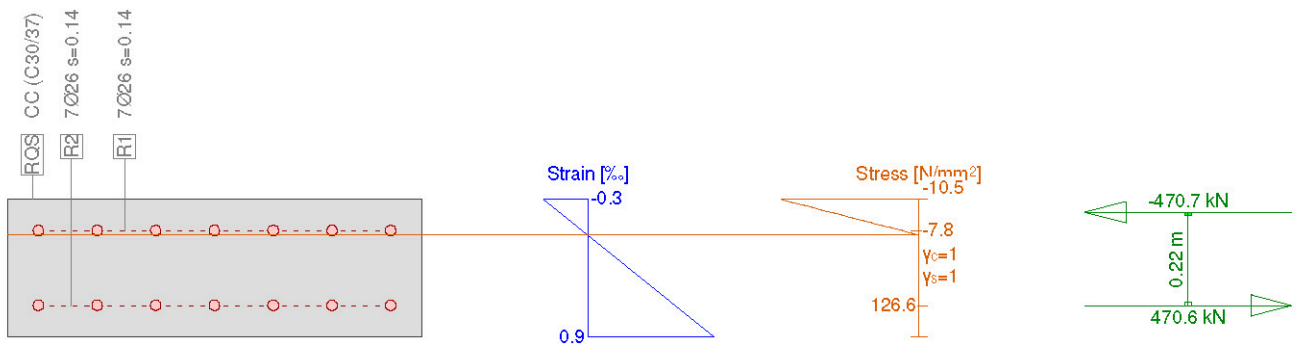


Abbildung 22: Nachweis auf Biegedruck häufiger Lastfall (GZG)

Illustrazione 22: Verifica a pressoflessione carico di utilizzazione frequente (SLE)

Crack verification

Text	Value	Text	Value
Basic principles	EN 1992-1-1 7.3		
Cross section			
h	330.0 mm	Compression zone (uncracked)	165.0 mm
d	255.0 mm	h-d	50.0 mm
Cover c	37.0 mm	$h_{c,eff}$	55.0 mm
$A_{c,eff}$ Tension surface	55000 mm ²	= Min[2.5 (h-d); (h-x)/3; h/2]	
Concrete		Additional parameters	
E_c	33000.0 N/mm ²	Duration of load k_t	0.40
α_e (E_s/E_c)	6.10	Bond properties k_1	0.800
Creep coefficient ϕ	0	Distribution of strain k_2	0.500
f_{ctm}	2.9 N/mm ²	k_3	3.400
$f_{ct,eff}$	2.9 N/mm ²	k_4	0.425
Reinforcement		Results	
E_s	205000.0 N/mm ²	Moment	121.8 kNm
A_s (in tension surface)	3717 mm ²	Stress in reinforcement σ_s	146.3 N/mm ²
Diameter \varnothing_{eq}	26.0 mm	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ (7.9)	0.41 o/o
ρ_{eff}	6.757 o/o	Crack spacing $s_{r,max}$ (7.11)	0.19 m
		Crack width w_k (7.8)	0.13 mm

Abbildung 23: Nachweis auf Rissbildung (GZT)

Illustrazione 23: Verifica a fessurazione (SLE)

Stress analysis Cross section (Girder): 330X1000**Extreme stresses and strain**

Name	Class	y_d [m]	z_d [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
RQS	C30/37	0.50	0.33	-0.0	-1.4	1.00
RQS	C30/37	-0.50	0	0.1	0	1.00
R1	B450C	0.42	0.26	-0.0	-1.1	1.00
R2	B450C	-0.42	0.07	0.1	17.5	1.00

Abbildung 24: Nachweis auf Biegedruck Lastfall Eigengewicht (GZG)

Illustrazione 24: Verifica a pressoflessione carico peso proprio (SLE)

Stress analysis Cross section (Girder): 330X1000**Extreme stresses and strain**

Name	Class	y_d [m]	z_d [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
RQS	C30/37	0.50	0.33	-0.2	-7.0	1.00
RQS	C30/37	-0.50	0	0.6	0	1.00
R1	B450C	-0.42	0.26	-0.0	-5.2	1.00
R2	B450C	-0.42	0.07	0.4	85.2	1.00

Abbildung 25: Nachweis auf Biegedruck Lastfall Ermüdung (GZG)

Illustrazione 25: Verifica a pressoflessione carico a fatica (SLE)

$$\Delta \sigma_s = 85.2 \text{ N/mm}^2 - 17.51 \text{ N/mm}^2 = 67.69 \text{ N/mm}^2$$

$$67.69 \text{ N/mm}^2 < 162.5/1.2 = 135.42 \text{ N/mm}^2$$

$$\Delta \sigma_c = 7.0 \text{ N/mm}^2 - 1.4 \text{ N/mm}^2 = 5.6 \text{ N/mm}^2$$

$$5.6 \text{ N/mm}^2 < 0.85 \cdot 1 \cdot 15.43 \cdot (1 - (30/250)) = 11.54 \text{ N/mm}^2$$

Cross-section 330X1001 (C30/37;B450C): Efficiency $M_y=71.0$; $eff(M,N) = 0.24$ OK

Scale 1 :18.3

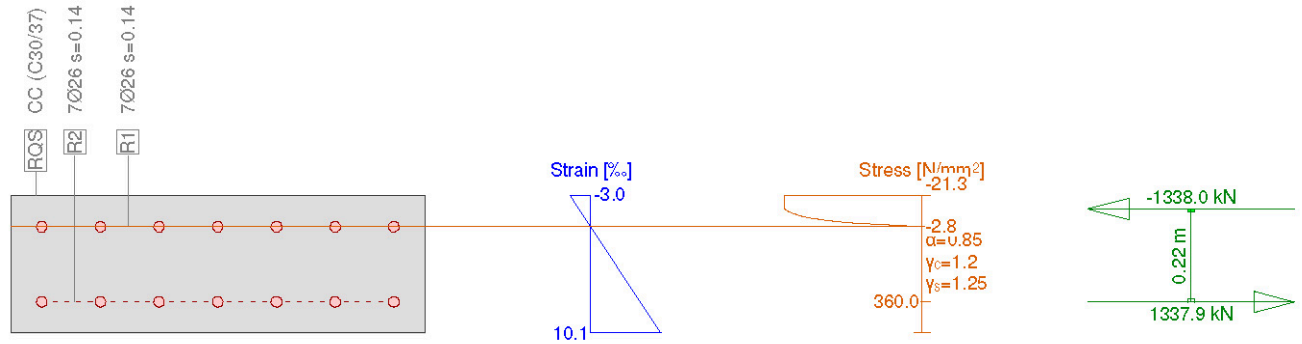


Abbildung 26: Nachweis auf Biegedruck Lastfall Brand (GZT)

Illustrazione 26: Verifica a pressoflessione carico da incendio (SLU)