



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

Designvariation








Potenziamento Asse Ferroviario Monaco-Verona

GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

Variatione progettuale

Sub-Baulos Hauptbauwerke Eisackunterquerung

Sublotto di costruzione Opere Principali Sottoattraversamento Isarco

Fachbereich				Settore											
06 - Bauwerksplanung				06 – Progettazione delle opere											
Thema				Tema											
Offene Bauweise				Galleria artificiale											
Dokumentenart				Tipo documento											
Statischer Bericht				Relazione di calcolo											
Titel				Titolo											
Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660				Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660											
Ausführende Unternehmen / Imprese esecutrici 				Beauftragte / Mandataria: 				Verarbeitung Detailausführungsprojekt Elaborazione Progetto Esecutivo di Dettaglio				 SGAI s.r.l. di E.Forlani & C. Studio di Geologia Applicata e Ingegneria <small>Via Marconi, 18 - 47033 Montecchi di Roncole (RN) ITALY T.F. +39 0541 98277 www.sgai.com sgai@sgai.com sgai@pec.sgai.net P.F.V.A. 010942003 C.F. 0077259411 Sistema gestione Qualità ISO 9001:2015 RINA 487005</small>			
Auftraggeber / Mandanti:  								Datum/Data		Name/Nome					
Bearbeitet / Elaborato				26.04.2021		M. Bianchi									
Detailliertes Design / Progettazione Esecutiva Beauftragte / Mandataria: RPA Auftraggeber / Mandanti: RockSoil S.p.A., Sembenelli Consulting; GP Ingegneria				Geprüft / Verificato		26.04.2021		F. Forlani				 IL PRESIDENTE Filippo Forlani S.r.l.			
Progetto Esecutivo approvato con Comunicazione di Lavoro n.058 Prot. ZI.28683A del 03/08/2016				Freigegeben / Autorizzato		26.04.2021		S. Centis							
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO – BRENNER BASISTUNNEL BBT SE				Gesehen BBT / Visto BBT_RUP				A. Marottoli							
Massstab / Scala															
Projekt-kilometer / Progressiva di progetto von / da 54+015 bis / a 56+100 bei / al				Bau-kilometer / Chilometro opera von / da 54+015 bis / a 56+100 bei / al				Status Dokument / Stato documento							
Staat	Los	Einheit	Nummer	Fachbereich	Thema	ID Numm.	Vertrag	Nummer	Dok.art	Revision					
Stato	Lotto	Unità	Numero	Settore	Tema	Num. ID	Contratto	Codice	Tipo doc.	Revisione					
02	H71	XX	YYY	06	02	070.00	B0115	08847	RT2	00					

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
00	Erstversion Prima Versione	M. Bianchi	26.04.2021

Indice

1	INTRODUZIONE	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3	GEOMETRIA	5
3.1	MURI TIPO 3	8
3.2	MURI TIPO 4A	9
3.3	MURI TIPO 4B	10
3.4	MURI TIPO 5	12
3.5	MURI TIPO 5A	13
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	15
5	PARAMETRI CARATTERISTICI DEL TERRENO	17
6	MODELLAZIONE	18
7	ANALISI DEI CARICHI	19
7.1	SPINTA IDROSTATICA	21
8	VERIFICHE	21
9	RISULTATI DELLE ANALISI	26
9.1	ARMATURA DEI MURI	26
10	VERIFICA DEGLI SCAVI	26
10.1	MODELLO DI ANALISI	29
10.2	FASI 29	
10.3	RISULTATI DELL'ANALISI: CEDIMENTI	29
10.4	VERIFICA DELLE BARRE AUTOPERFORANTI	32
11	VERIFICA DEI MICROPALI	34
11.1	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE	34
11.1.1	Überprüfung des Zusammenbruchs durch Grenzlast gegen Axialbelastungen	36
11.1.1	Verifica di collasso per carico limite nei riguardi dei carichi assiali	36
11.1.2	Überprüfung des Zusammenbruchs nach Grenzlast in Bezug auf Querstellen	37
11.1.2	Verifica di collasso per carico limite nei riguardi dei carichi trasversali	37
11.2	VERIFICHE SLU DI TIPO STRUTTURALE (STR)	41
12	ALLEGATI	44

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise
Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale
Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

1 EINLEITUNG

Dieser Bericht soll die geotechnischen und strukturellen Analysen des Projekts für die designvariation der neuen Uferstabilisierungsmauer für den Bau der Ost-Gleis 1-Track-Verbindung veranschaulichen, die dem "Hauptbau des Eisack-Unterführungsgebiets", WBS GA-IDV, zuzurechnen ist ("Künstlicher Tunnel, Gleis 1, Verbindung, Wanne"), vorgesehen von Pk. 2 + 450 bis Pk. 2 + 660.

Die Überprüfungen werden gemäß dem D.M. 14.01.2008 (NTC 2008) und nachfolgende Rundschreiben und Ergänzungen nach der semiprobabilistischen Methode der Grenzzustände

2 NORMEN UND RICHTLINIEN

- [NTC 2008] Ministerialverordnung D.M. 14.01.2008 Technische Bestimmungen für das Bauwesen
- RUNDSCHREIBEN Nr. 617 vom 2.2.2009 – Anleitungen zur Anwendung der technischen Vorschriften für Bauten gemäß DM 14.01.2008
- O.P.C.M. Nr. 3274 vom 20.03.2003: Grundlagen zu den allgemeinen Kriterien zur Einstufung Italiens in Erdbebenzonen und den technischen Normen für den Bau in erdbebengefährdeten Gebieten.
- O.P.C.M. Nr. 3316 vom 02.10.2003: "Änderungen und Ergänzungen zur Verordnung des Ministerpräsidenten Nr. 3274 vom 20. März 2003 zu den 'Grundlagen zu den allgemeinen Kriterien zur Einstufung Italiens in Erdbebenzonen und den technischen Normen für den Bau in erdbebengefährdeten Gebieten'".
- O.P.C.M. Nr. 3431 vom 10.05.2005: Weitere Änderungen und Ergänzungen zur Verordnung des Ministerpräsidenten vom 20. März 2003 zu den 'Grundlagen zu den allgemeinen Kriterien zur Einstufung Italiens in Erdbebenzonen und den technischen Normen für den Bau'".

1 INTRODUZIONE

La presente relazione si propone di illustrare le analisi geotecniche e strutturali riguardanti la variazione progettuale del nuovo muro di stabilizzazione di sponda per la realizzazione dell'Interconnessione Est – Binario Dispari, ascrivibile alle "Opere Principali Zona Sottoattraversamento dell'Isarco", WBS GA-IDV ("Galleria Artificiale, Interconnessione Dispari, Vascone"), previsto dalla Pk. 2+450 alla Pk. 2+660.

Le verifiche sono condotte conformemente al D.M. 14.01.2008 (NTC 2008) e successive circolari e integrazioni secondo il metodo semiprobabilistico degli stati limiti.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 14/01/2008: Norme tecniche per le costruzioni (di seguito nominate NTC 2008).
- Circolare 02 febbraio 2009 n° 617 – Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M.14.01.2008
- O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- O.P.C.M. n° 3316 del 02/10/2003: "Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica»".
- O.P.C.M. n°3431 del 10/05/2005: Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni"

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

- Gesetz Nr. 1086 vom 5. November 1971: "Normen zur Planung und Ausführung von Tragwerken aus Beton, Stahlbeton, Spannbeton und metallischen Baustoffen"
- Min.-Erl. vom 11. März 1988: "Technische Normen zu geotechnischen Erkundungen, zur Standfestigkeit natürlicher Hänge und künstlicher Böschungen sowie allgemeine Richtlinien und Vorschriften für Planung, Ausführung und Abnahme der Stützbauwerke und Gründungen".
- Anweisungen CNR-UNI 10016.
- Dekret des Landeshauptmanns der autonomen Provinz Bozen, "Bestimmungen über erdbebensicheres Bauen", vom 21. Juli 2009, Nr.33.
- DIN EN 1992-1-1:2005 Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau.
- Eurocode 7 - Geotechnische Bemessung:
 - DIN ENV 1997-1;1997 Parte 1: Allgemeine Bemessungsregeln
 - DIN ENV 1997-2;2002 Teil 2: Auf Laborversuche gestützte Planung
 - DIN ENV 1997-3;2002 Teil 3: Auf In-Situ-Versuche gestützte Planung.
- Empfehlungen der AGI
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A "Spezifikationen zur geotechnischen Planung von Eisenbahnbauten"
- RFI DTC INC PO SP IFS 001 A "Spezifikationen zur Planung und Ausführung von Eisenbahnbrücken und anderen Bauten von untergeordneter Bedeutung unter Bahngleisen"
- Legge 5 novembre 1971 n.1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- D.M. 11 marzo 1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Istruzioni CNR-UNI 10016.
- Decreto del Presidente della Provincia Autonoma di Bolzano "Disposizioni per le opere edili antisismiche" del 21 luglio 2009, n.33.
- UNIEN 1992-1-1:2005 Eurocodice 2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica:
 - UNI ENV 1997-1;1997 Parte 1: Regole generali
 - UNI ENV 1997-2;2002 Parte 2: Progettazione assistita da prove di laboratorio
 - UNI ENV 1997-3;2002 Parte 3: Progettazione assistita con prove in sito.
- Raccomandazioni AGI
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A "Specifiche per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie"
- RFI DTC INC PO SP IFS 001 A "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione die ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario"

3 GEOMETRIE

Die Uferstabilisierungsmauer hat eine Gesamtlänge von 210 m und ist in fünf Abschnitte unterteilt, die folgenden Typologien entsprechen:

1. Km 2+450 bis km 2+525: Länge 75 m, Bauart TYP 3
2. Km 2+525 bis km 2+540: Länge 15 m, Bauart TYP 4A
3. Km 2+540 bis 2+575: Länge 35 m, Bauart TYP 4B
4. Km 2+575 bis 2+660: Länge 45 m, Bauart TYP 5
5. Km 2+620 bis 2+660: Länge 40 m, Bauart TYP 5A

Die analysierten Querschnitte sind für die Gesamtheit der Bauwerke und deren Bemessung relevant, weil sie wie andere Bedingungen am Rand (verwendeter Boden, wirkende Betriebslasten, hydraulische Bedingungen der Anlagenböden usw.) durch die dort erreichte maximale Höhe der Verblendung als kritisch angesehen müssen.

Die Analyseergebnisse für diese Querschnitte können also für die Bemessung der Bauwerke über ihre gesamte Länge angewendet und extrapoliert werden.

Der Abschnitt 5 erweist sich auch für die Abschnitte 4A und 4B als bemessend, da er die höchste Blendmauer hat, auch wenn er dieselben geometrischen und geotechnischen Merkmale der anderen Abschnitte aufrechterhält. Deshalb werden nur die Nachweise für diese Typologie aufgeführt, da diejenigen für 4A und 4B überflüssig sind.

Die Wandtypen 4A und 4B haben eine Behandlung von 2000 Jet groutin Injektionssäulen auf der Untenseite des Fundaments, die in einer Quittenmaschen mit einer Teilung von 3,00 x 1,00 m angeordnet sind und mit einer selbstperforierenden Hohlstange mit verstärkt sind Naht um 75 ° zur Vertikalen geneigt. Die Säulen haben eine feste Tiefe von 4,50 m in Bezug auf der Innenseite des

3 GEOMETRIA

Il muro di stabilizzazione della sponda ha una lunghezza complessiva di 210 m ed è suddiviso in cinque tratti cui fanno riferimento altrettanti tipologici:

1. Da pk 2+450 a pk 2+525 di lunghezza 75 m e tipologico costruttivo TIPO 3
2. Da pk 2+525 a pk 2+540 di lunghezza 15 m e tipologico costruttivo TIPO 4A
3. Da pk 2+540 a pk 2+575 di lunghezza 35 m e tipologico costruttivo TIPO 4B
4. Da pk 2+575 a pk 2+620 di lunghezza 45 m e tipologico costruttivo TIPO 5
5. Da pk 2+620 a pk 2+660 di lunghezza 40 m e tipologico costruttivo TIPO 5A

Le sezioni oggetto di analisi sono rilevanti e dimensionanti per il complesso delle opere, perché a parità di altre condizioni al contorno (terreno di imposta, sovraccarichi agenti, condizioni idrauliche dei terreni di impianto, ecc.), sono da ritenersi critiche essendo caratterizzate dalle massime altezze del paramento.

I risultati delle analisi relative a tali sezioni sono, dunque, da intendersi applicabili ed estrapolabili per il dimensionamento delle opere lungo il loro intero sviluppo.

In particolare la sezione tipo 5 risulta dimensionante anche per le sezioni 4A e 4B essendo quella che presenta il paramento più alto pur mantenendo le stesse caratteristiche geometriche e geotecniche delle altre. Quindi verranno riportate le verifiche solo per questo tipologico risultando quelle del tipo 4A e 4B superflue.

Le tipologie di muri 4A e 4B presentano all'intradosso della fondazione un trattamento di colonne jet grouting $\phi 2000$, disposte a maglia quinconce con passo 3.00 x 1.00 m, armate con una barra cava autoperforante di cucitura inclinata di 75° rispetto alla verticale. Le colonne hanno una profondità fissa di 4.50 m rispetto all'intradosso della fondazione.

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Fundaments.

Auf der Eisack-Seite ist vor dem Fundament der Wand eine Behandlung von Strahlinjektionssäulen mit variabler Rotationsgeschwindigkeit geplant, die in einem Achsabstand von 1,20 m angeordnet sind. Die Säulen sind mit einer selbstperforierenden Hohlstange mit Nähfunktion verstärkt.

Typ 3 hat nur die säulenförmige Behandlung von Jet-grouting mit variabler Rotationsgeschwindigkeit, die mit einer hohlen selbstperforierenden Nähstange verstärkt sind

Auf der Flussseite hat die säulenförmige Jetting von verstärktem Strahl mit variabler Rotationsgeschwindigkeit die Funktion, eine schützende Erosionsbarriere zu schaffen, die eine Lösung der Kontinuität und des Nähens großer Steinelemente garantiert, wenn der Jet weniger effektiv ist

Die säulenförmige Behandlung von Jet-groutin unterhalb der Innenseite des Wandfundaments wirkt dagegen nur bei der Überprüfung des Gleitens der Wand zusammen und wird nur horizontalen Schneidvorgängen unterzogen.

Aus diesem Grund hat das Jet auf der Flussseite eine größere und variable Länge mit einer minimalen Einfügung unter dem Flussbett von 5,0 m, während die Säulenbehandlung auf der Rückseite eine feste Länge von 4,50 m hat.

Die Wandtypen 5 und 5A haben an der Unterseite eine Pfahlreihe mit 3 Polreihen $\phi 300$, die im Abstand von 600mm angeordnet sind.

Die erste Pfahlreihe auf der Eisackseite hat die doppelte Funktion, die Mauer bei außergewöhnlichem Hochwasser zu schützen und der Verschiebung der Mauer bei normalem Betrieb entgegenzuwirken.

Die anderen zwei Reihen wirken nur beim Nachweis der Mauerverschiebung mit und sind nur den horizontalen Einwirkungen ausgesetzt. Aus diesem Grund hat die erste Reihe eine größere und variable Länge mit einer Mindestrammtiefe unterhalb des Flussgrundes von 5.0m, während die anderen zwei Reihen eine feste Länge von 4.50m haben.

Lato Isarco, davanti alla fondazione del muro, è prevista la realizzazione di un trattamento di colonne jet grouting con velocità di rotazione variabile, disposte ad interasse di 1.20 m. Le colonne sono armate con una barra cava autoperforante con funzione di cucitura.

Il tipologico 3 presenta solo il trattamento colonnare di jet grouting con velocità di rotazione variabile, armato con barra cava autoperforante di cucitura.

Lato fiume, il trattamento colonnare di jetting armato con velocità di rotazione variabile ha la funzione di realizzare una barriera protettiva antiersiva, garantendo una soluzione di continuità e di cucitura degli elementi lapidei di grandi dimensioni laddove il jet risulta meno efficace.

Il trattamento colonnare di jet grouting al di sotto dell'intradosso della fondazione del muro, invece, collabora solo alla verifica di scorrimento del muro ed è sottoposto alle sole azioni di taglio orizzontali.

Per questo motivo il jetting lato fiume presenta una lunghezza maggiore e variabile con un'infissione minima al di sotto del fondo del fiume di 5.0 m, mentre il trattamento colonnare, a tergo, presenta una lunghezza fissa di 4.50 m.

Le tipologie di muro 5 e 5A presentano all'intradosso una palificata di 3 file di pali $\phi 300$ posti a passo 600 mm.

La prima fila di pali lato Isarco ha la duplice funzione: di sostenere il muro in condizioni eccezionali di piena e di contrastare lo scorrimento del muro nel normale esercizio.

Le altre due file collaborano solo alla verifica di scorrimento del muro e sono sottoposte alle sole azioni orizzontali. Per questo motivo la prima fila presenta una lunghezza maggiore e variabile con un'infissione minima al di sotto del fondo del fiume di 5.0 m mentre le altre due file presentano una lunghezza fissa di 4.50 m.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

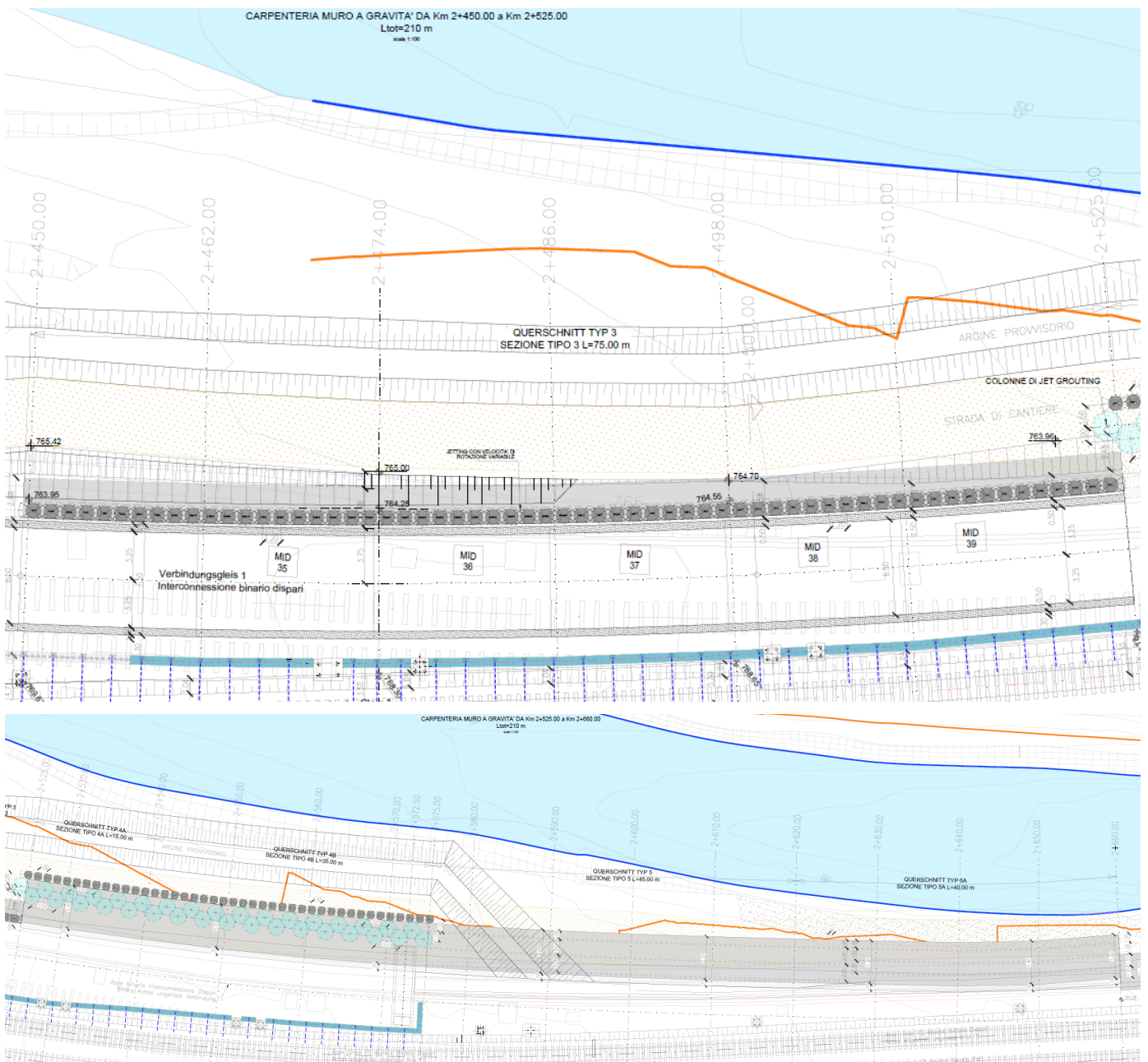
Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Zugunsten der Sicherheit wurde die Tragfähigkeit der jet-grouting und Mikropfähle bei der Prüfung der Tragfähigkeit und des Umstürzens der Mauern bei normalen Betriebsbedingungen in keinsten Weise berücksichtigt

A favore di sicurezza, in nessun modo la portanza del jet grouting e dei micropali è stata presa in conto nella verifica di capacità portante e di ribaltamento dei muri nelle normali condizioni di esercizio.

Die folgenden Abbildungen veranschaulichen die Grundrisse und strukturellen Typologien

Nelle seguenti figure vengono illustrati le planimetrie e i tipologici strutturali.



Plan der Mauer zur Uferstabilisierung

Planimetrie muro di stabilizzazione della sponda

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

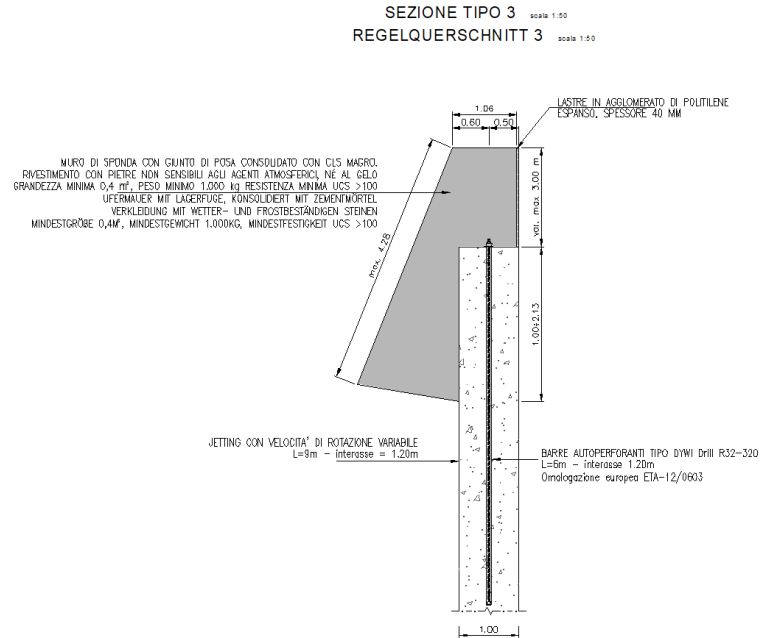
Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

3.1 MAUERN TYP 3

3.1 MURI TIPO 3



Regelquerschnitt 3

Sezione Tipo 3

Der Regelquerschnitt 3 verläuft über 75 m am Abschnitt der Bahnlinie mit der Wanne. Diese Mauer dient nur dazu, das Eisenbahnbauwerk vor Auswaschung zu schützen, und ist daher nicht durch echten Druck auf der Rückseite gekennzeichnet.

Frontal ist sie mit Steinen verkleidet, die nur ästhetische Funktion haben.

Es handelt sich um große Steine mit einem Mindestvolumen von 0,4 m³ und einer Mindestgewichtskraft von 10 KN. Sie werden an die Mauer angelehnt und zusammenzementiert, damit ein einziger Block entsteht. Eine weitere Verbindung wird nicht für nötig gehalten.

Auf der Eisack-Seite ist vor dem Fundament der Wand eine Behandlung von Jet-groutingsäulen mit variabler Rotationsgeschwindigkeit geplant, die in einem Achsabstand von 1,20 m angeordnet sind. Die Säulen sind mit einer selbstperforierenden Hohlstange mit Nähfunktion verstärkt.

La sezione tipo 3 si sviluppa per 75 m lungo il tratto di linea caratterizzato dalla presenza del Vascone. Tale opera ha la sola funzione di proteggere dall'erosione delle acque il manufatto ferroviario e non è quindi caratterizzato da una vera e propria spinta a tergo.

Frontalmente presenta un rivestimento in massi con funzione estetica.

I massi sono di grosso diametro con volume minimo 0.4 m³ e peso minimo 10 kN. Gli stessi vengono ridossati al muro e cementati fra loro in modo da creare un elemento monolitico. Non si ritiene necessario un ulteriore collegamento.

Lato Isarco, davanti alla fondazione del muro, è prevista la realizzazione di un trattamento di colonne jet grouting con velocità di rotazione variabile, disposte ad interasse di 1.20 m. Le colonne sono armate con una barra cava autoperforante con funzione di cucitura.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale

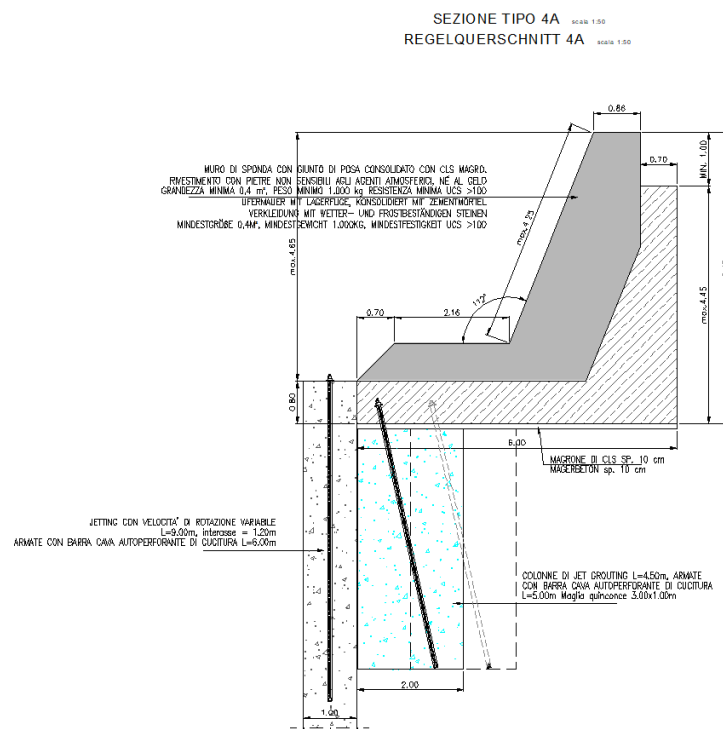
Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Die Behandlung hat die Funktion, eine schützende Erosionsschutzbarriere zu schaffen, die eine Lösung der Kontinuität und des Nähens großer Steinelemente gewährleistet, wenn das Jet weniger effektiv ist.

Il trattamento ha la funzione di realizzare una barriera protettiva antierosiva, garantendo una soluzione di continuità e di cucitura degli elementi lapidei di grandi dimensioni laddove il jet risulta meno efficace.

3.2 MAUERN TYP 4A

3.2 MURI TIPO 4A



Regelquerschnitt 4A

Sezione Tipo 4A

Der Regelquerschnitt 4A verläuft 15 m vom Abschnitt gleich nach dem mit der Wanne.

La sezione tipo 4A si sviluppa per 15 m dal tratto subito successivo alla presenza del Vascone.

Er weist eine Tragkonstruktion aus leicht bewehrtem Beton auf, der mit Steinen mit 0,4 m³ Mindestvolumen und 10 kN Gewichtskraft verkleidet ist.

Presenta una struttura portante in cemento armato rivestito con massi di volume minimo 0.4 mc e peso 10 kN.

Die Abmessungen im Querschnitt sind: eine maximale Höhe der Blendmauer an der Rückseite von 4.45m, zuzüglich 1.00m Zacke der Verkleidung. Die Blendmauer hat eine Maximalbreite am Kopf von ca. 0.7m und am Fuß von 1.70 m. Das Fundament im Grundriss hat eine Breite von 6.00m und eine konstante Stärke von 0.80m. An der Unterseite gibt es eine Fundamentunterfangung aus Magerbeton von 10cm.

Le dimensioni in sezione sono: un'altezza massima del paramento a tergo di 4.45 m a cui va sommato 1.00 m di dente del rivestimento. Il paramento ha larghezza massima in testa di 0.7 m circa e al piede di 1.70 m. La fondazione in pianta ha larghezza 6.00 m, spessore costante di 0.80 m. All'intradosso è presente una sottofondazione di magrone di 10 cm.

Die Neigung der Blendmauer beträgt 68°.

L'inclinazione del paramento è 68°

Fachbereich: Bauwerksplanung
 Thema: Offene Bauweise
 Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere
 Tema: Galleria Artificiale
 Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

An der Innenseite des Fundaments befindet sich eine Reihe von Jet-Groutigssäulen mit einem Durchmesser von 2000 mm, die in einem Quittenmaschen mit einer Teilung von 3,00 x 1,00 m angeordnet sind und mit selbstbohrenden Hohlstäben verstärkt sind, die gegenüber dem um 75 ° geneigt sind vertikal. Die Säulen haben eine feste Tiefe von 4,50 m in Bezug auf die Innenseite des Fundaments.

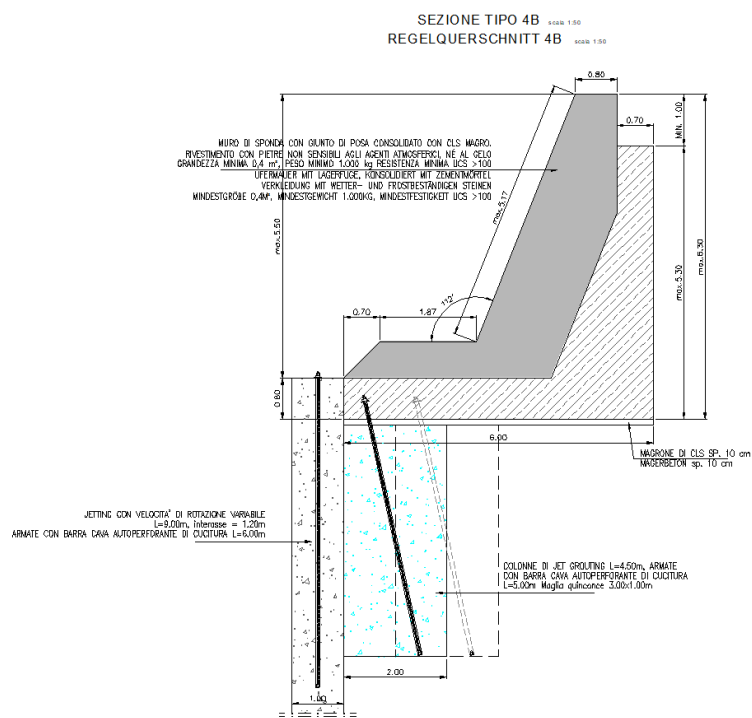
All'intradosso della fondazione è presente una fila di colonne di jet grouting di diametro 2000 mm, disposte a maglia quinconce con passo 3.00 x 1.00 m, armate con barre cave auto perforanti inclinate a 75° rispetto alla verticale. Le colonne hanno una profondità fissa di 4.50 m rispetto all'intradosso della fondazione.

Bei den Umkip- und Hubprüfungen unter normalen Betriebsbedingungen wurde das Verfugen von Jet-Grouting in keiner Weise berücksichtigt.

In nessun modo il jet grouting è stato preso in conto nelle verifiche di ribaltamento e di portanza nelle condizioni normali di esercizio.

3.3 MAUERN TYP 4B

3.3 MURI TIPO 4B



Regelquerschnitt 4B

Sezione Tipo 4B

Der Regelquerschnitt 4B entscheidet sich nur wenig vom A4 und verläuft über 40 m zum Schutz der neuen Bahnlinie 15 m von der Wanne entfernt. Er weist eine Tragkonstruktion aus leicht bewehrtem Beton auf, der mit Steinen mit 0,4 m³ Mindestvolumen und mindestens 10 kN Gewichtskraft verkleidet ist.

La sezione tipo 4B differisce di poco dalla 4A e si sviluppa per 40 m a protezione della nuova linea ferroviaria a 15 m dal Vascone. Presenta una struttura portante in cemento debolmente armato rivestito con massi di volume minimo 0.4 mc e peso minimo 10 kN.

Die Abmessungen im Querschnitt sind: eine maximale Höhe der Blendmauer an der Rückseite von 5.30m,

Le dimensioni in sezione sono un altezza massima del paramento a tergo di 5.30 m a cui va sommato 1.00 m

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

zuzüglich 1.00m Zacke der Verkleidung. Die Blendmauer hat eine Maximalbreite am Kopf von ca. 0.7m und am Fuß von 2.00m. Das Fundament im Grundriss hat eine Breite von 6.00m und eine konstante Stärke von 0.80m. An der Unterseite gibt es eine Fundamentunterfangung aus Magerbeton von 10cm.

di dente del rivestimento. Il paramento ha larghezza massima in testa di 0.7 m circa e al piede di 2.00 m. La fondazione in pianta ha larghezza 6.00 m, spessore costante di 0.80 m. All'intradosso è presente una sottofondazione di magrone di 10 cm.

Die Neigung der Blendmauer beträgt 68°.

L'inclinazione del paramento è 68°

An den Innenseite des Fundaments befindet sich eine Reihe von Strahlinjektionssäulen mit einem Durchmesser von 2000 mm, die in einem Quittenmaschen mit einer Teilung von 3,00 x 1,00 m angeordnet sind und mit selbstbohrenden Hohlstäben verstärkt sind, die gegenüber dem um 75 ° geneigt sind vertikal. Die Säulen haben eine feste Tiefe von 4,50 m in Bezug auf die Innenseite des Fundaments.

All'intradosso della fondazione è presente una fila di colonne di jet grouting di diametro 2000 mm, disposte a maglia quinconce con passo 3.00 x 1.00 m, armate con barre cave autoperforanti inclinate a 75° rispetto alla verticale. Le colonne hanno una profondità fissa di 4.50 m rispetto all'intradosso della fondazione.

Auf der Eisack-Seite ist vor dem Fundament der Wand eine säulenförmige Jet-Grouting Behandlung mit variabler Rotationsgeschwindigkeit geplant, die in einem Achsabstand von 1,20 m angeordnet ist. Die Säulen sind mit einer selbstperforierenden Hohlstange mit Nähfunktion verstärkt.

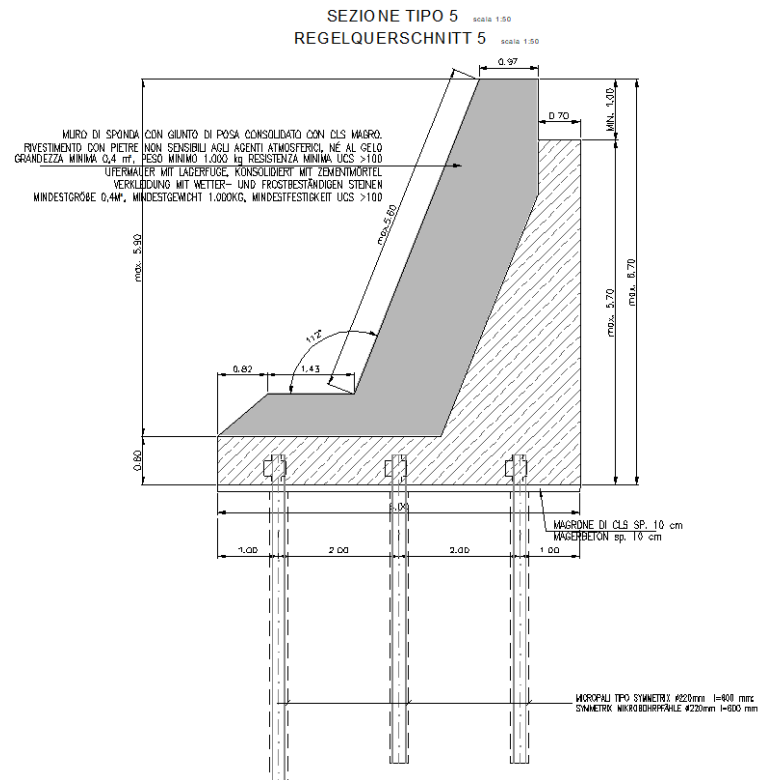
Lato Isarco, davanti alla fondazione del muro, è prevista la realizzazione di un trattamento colonnare di jet grouting con velocità di rotazione variabile, disposti ad interasse di 1.20 m. Le colonne sono armate con una barra cava autoperforante con funzione di cucitura.

Bei den Umkip- und Hubprüfungen unter normalen Betriebsbedingungen wurde das Verfugen von Jet-Grouting in keiner Weise berücksichtigt.

In nessun modo il jet grouting è stato preso in conto nelle verifiche di ribaltamento e di portanza nelle condizioni normali di esercizio.

3.4 MAUERN TYP 5

3.4 MURI TIPO 5



Regelquerschnitt 5

Sezione Tipo 5

Der Regelquerschnitt 5 ist höher als die fünf anderen Typen und verläuft über 40 m am Endabschnitt der Mauer. Er weist eine Tragkonstruktion aus leicht bewehrtem Beton auf, der mit Steinen mit 0,4 m³ Mindestvolumen und 10 kN Gewichtskraft verkleidet ist.

La sezione tipo 5 risulta la più alta dei cinque tipologici e si sviluppa per 40 m. Presenta una struttura portante in cemento debolmente armato rivestito con massi di volume minimo 0.4 mc e peso 10 kN.

Die Abmessungen im Querschnitt sind: eine maximale Höhe der Blendmauer an der Rückseite von 5.70m, zuzüglich 1.00m Zacke der Verkleidung. Die Blendmauer hat eine Maximalbreite am Kopf von ca. 0.7m und am Fuß von 2.33m. Das Fundament im Grundriss hat eine Breite von 6.00m und eine konstante Stärke von 0.80m. An der Unterseite gibt es eine Fundamentunterfangung aus Magerbeton von 10cm.

Le dimensioni in sezione sono un'altezza massima del paramento a tergo di 5.70 m a cui va sommato 1.00 m di dente del rivestimento. Il paramento ha larghezza massima in testa di 0.7 m circa e al piede di 2.33 m. La fondazione in pianta ha larghezza 6.00 m, spessore costante di 0.80 m. All'intradosso è presente una sottofondazione di magrone di 10 cm.

Die Neigung der Blendmauer beträgt 68°.

L'inclinazione del paramento è 68°.

An der Unterseite des Fundaments befinden sich drei Reihen von Mikropfählen $\phi 300$ im Abstand von je

All'intradosso della fondazione sono presenti tre file di micropali $\phi 300$ poste ad interasse 600 mm. La prima fila

Fachbereich: Bauwerksplanung
 Thema: Offene Bauweise

Settore: Progettazione delle opere
 Tema: Galleria Artificiale

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

600mm. Die erste Mikropfahlreihe hat eine variable Länge, da eine minimale Rammtiefe von 5.00m ab Eisackgrund vorliegen muss. Die Länge der anderen zwei Reihen ist konstant und beträgt 4.5m ab Unterseite des Fundaments. Die erste Reihe hat sowohl die Funktion, den horizontalen Verschiebungen entgegenzuwirken, als auch die Mauer während außergewöhnlicher Hochwasser- und Unterspülungsbedingungen vertikal zu stützen.

di micropali ha lunghezza variabile dovendo risultare infissa minimo 5.00 m dal fondo Isarco. La lunghezza delle altre due file è costante ed è pari a 4.5 m dall'intradosso della fondazione. Questo perché la prima fila, oltre alla funzione di contrastare le azioni orizzontali di scorrimento, ha anche la funzione di sostenere il muro verticalmente durante le condizioni eccezionali di piena e scalzamento.

Bei den Umkip- und Hubprüfungen unter normalen Betriebsbedingungen wurde das Verfügen von Jet-Grouting in keiner Weise berücksichtigt.

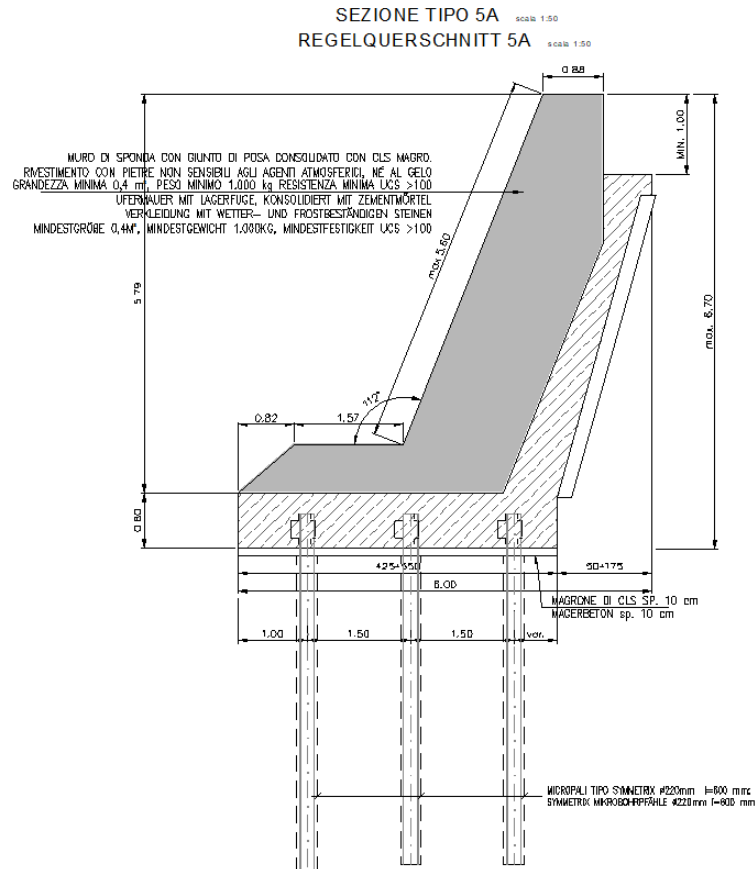
In nessun modo il jet grouting è stato preso in conto nelle verifiche di ribaltamento e di portanza nelle condizioni normali di esercizio.

Die Pfähle wurden bei den Kipp- und Tragfähigkeitsnachweisen bei normalen Betriebsbedingungen in keinsten Weise berücksichtigt.

In nessun modo i pali sono stati presi in conto nelle verifiche di ribaltamento e di portanza nelle condizioni normali di esercizio.

3.5 MAUERN TYP 5A

3.5 MURI TIPO 5A



Regelquerschnitt 5A

Sezione Tipo 5A

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Der Regelquerschnitt 5A erstreckt sich über 40 m entlang des Endabschnitts der Wand, hat die gleiche Höhe wie der Typ 5 und unterscheidet sich von diesem nur dadurch, dass er aufgrund des Vorhandenseins auf der Rückseite der vorhandenen Wand eine Fläche mit verringerter Dicke aufweist. Da es sehr nahe an der bestehenden Eisenbahnlinie liegt, ist es am Boden verankert und wird als Schalung verwendet. Es hat eine tragende Struktur aus schwach bewehrtem Beton, der mit Felsbrocken mit einem Mindestvolumen von 0,4 m³ und einem Gewicht von 10 kN bedeckt ist.

La sezione tipo 5A si sviluppa per 40 m lungo il tratto terminale del muro, presenta la stessa altezza del tipologico 5 e si differenzia da esso solo in quanto presenta un paramento di spessore ridotto, per via della presenza a tergo del muro esistente che, essendo molto prossimo alla linea ferroviaria esistente, viene ancorato al terreno ed utilizzato come cassero. Presenta una struttura portante in cemento debolmente armato rivestito con massi di volume minimo 0.4 mc e peso 10 kN.

Die Querschnittsabmessungen sind eine maximale Höhe der Rückseite von 5,70 m, zu der 1,00 m des Plattierungszahns hinzugefügt werden müssen. Die Verkleidung hat eine maximale Breite am Kopf von etwa 0,7 m und am Fuß von 0,80 m. Das Planfundament hat eine variable Breite von mindestens 4,25 m bis maximal 5,50 m, eine konstante Dicke von 0,80 m. Auf der Innenseite befindet sich ein 10 cm mageres Betonfundament.

Le dimensioni in sezione sono un'altezza massima del paramento a tergo di 5.70 m a cui va sommato 1.00 m di dente del rivestimento. Il paramento ha larghezza massima in testa di 0.7 m circa e al piede di 0.80 m. La fondazione in pianta ha larghezza variabile da un minimo di 4.25 m ad un massimo di 5.50 m, spessore costante di 0.80 m. All'intradosso è presente una sottofondazione di magrone di 10 cm.

Die Neigung der Blendmauer beträgt 68°.

L'inclinazione del paramento è 68°.

An der Unterseite des Fundaments befinden sich drei Reihen von Mikropfählen $\phi 300$ im Abstand von je 600mm und eine Entfernung von 1,50 m voneinander. Die erste Mikropfahlreihe hat eine variable Länge, da eine minimale Rammtiefe von 5.00m ab Eisackgrund vorliegen muss. Die Länge der anderen zwei Reihen ist konstant und beträgt 4.5m ab Unterseite des Fundaments. Die erste Reihe hat sowohl die Funktion, den horizontalen Verschiebungen entgegenzuwirken, als auch die Mauer während außergewöhnlicher Hochwasser- und Unterspülungsbedingungen vertikal zu stützen.

All'intradosso della fondazione sono presenti tre file di micropali $\phi 300$ poste ad interasse 600 mm e distanza 1.50m l'uno dall'altro. La prima fila di micropali ha lunghezza variabile dovendo risultare infissa minimo 5.00 m dal fondo Isarco. La lunghezza delle altre due file è costante ed è pari a 4.5 m dall'intradosso della fondazione. Questo perché la prima fila, oltre alla funzione di contrastare le azioni orizzontali di scorrimento, ha anche la funzione di sostenere il muro verticalmente durante le condizioni eccezionali di piena e scalzamento.

Die Pfähle wurden bei den Kipp- und Tragfähigkeitsnachweisen bei normalen Betriebsbedingungen in keinster Weise berücksichtigt.

In nessun modo i pali sono stati presi in conto nelle verifiche di ribaltamento e di portanza nelle condizioni normali di esercizio.

4 EIGENSCHAFTEN DER MATERIALIEN

Magerbeton

Unbewehrter Beton C12/15:
Charakteristische Berechnungs-Würfeldruckfestigkeit:
 $R_{ck} \geq 15$ MPa
Charakteristische Zylinderdruckfestigkeit
 $f_{ck} \geq 12$ MPa
Elastizitätsmodul: $E_c = 26.000$ MPa
Poissonzahl: $\nu = 0.20$
Expositionsklasse: X0

Poröser Dränbeton TYP GEOMIX

Unbewehrter Beton C8/10
Charakteristische Berechnungs-Würfeldruckfestigkeit:
 $R_{ck} \geq 1$ MPa
Elastizitätsmodul: $E_c = 500$ MPa
Poissonzahl: $\nu = 0.20$
Verhältnis Wasser/Zement = 0.34
Natürliches Zusatzmittel: Kalksteinsplitt DM 4/8 mm
Expositionsklasse: X0
Durchlässigkeit: 1×10^{-3} m/s
Slump S2

Beton für aufgehendes Mauerwerk und Fundament

Beton C25/30
Charakteristische Berechnungs-Würfeldruckfestigkeit:
 $R_{ck} \geq 30$ MPa
Charakteristische Zylinderdruckfestigkeit
 $f_{ck} \geq 25$ MPa
Elastizitätsmodul: $E_c = 31475$ MPa
Poissonzahl: $\nu = 0.20$
 $\gamma_c = 1,5$
 $\alpha_{cc} = 0,85$
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.16$ MPa

Expositionsklasse XF2:

- Maximales Verhältnis Wasser/Zement 0.50
- Mindestgehalt an Zement 300 kg/m³
- Einsatz von sulfatbeständigem Zement erforderlich

Slump-Klasse: S3

Stahl für Bewehrungen

Stangen aus Stahl vom Typ B450C mit verbesserter Adhäsion:
Charakteristische Bruchspannung:
 $f_{tk} \geq 540$ MPa
Charakteristische Streckgrenze:
 $f_{yk} > 450$ (430) MPa
Verhältnis zwischen Bruchspannung und Streckgrenze:
 $1.15 \leq f_{tk} / f_{yk} \leq 1.35$

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Magrone

Calcestruzzo non armato C12/15:
Resistenza caratteristica cubica di calcolo:
 $R_{ck} \geq 15$ MPa
Resistenza caratteristica cilindrica
 $f_{ck} \geq 12$ MPa
Modulo di elasticità: $E_c = 26.000$ MPa
Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.20$
Classe di esposizione: X0

Calcestruzzo poroso drenante TIPO GEOMIX

Calcestruzzo non armato C8/10
Resistenza caratteristica cubica di calcolo:
 $R_{ck} \geq 1$ MPa
Modulo di elasticità: $E_c = 500$ MPa
Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.20$
Rapporto A/C = 0.34
Aggregato naturale: Pietrisco Calcareao d 4/8 mm
Classe di esposizione: X0
Permeabilità: 1×10^{-3} m/s
Slump S2

Calcestruzzo muri in elevazione e fondazione

Calcestruzzo C25/30
Resistenza caratteristica cubica di calcolo:
 $R_{ck} \geq 30$ MPa
Resistenza caratteristica cilindrica
 $f_{ck} \geq 25$ MPa
Modulo di elasticità: $E_c = 31475$ MPa
Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.20$
 $\gamma_c = 1,5$
 $\alpha_{cc} = 0,85$
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.16$ MPa

Classe di esposizione XF2:

- Massimo rapporto a/c 0.50
- Minimo contenuto in cemento 300 kg/m³
- Richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati

Classe Slump: S3

Acciaio per armature

Barre in acciaio tipo B450C ad aderenza migliorata:
Tensione caratteristica di rottura:
 $f_{tk} \geq 540$ MPa
Tensione caratteristica di snervamento:
 $f_{yk} > 450$ (430) MPa
Rapporto tensione di rottura/tensione di snervamento:
 $1.15 \leq f_{tk} / f_{yk} \leq 1.35$

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise
Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale
Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Elastizitätsmodul: $E_s = 210000 \text{ MPa}$
Poissonzahl: $\nu = 0.30$

Modulo di elasticità: $E_s = 210000 \text{ MPa}$
Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.30$

Jet-Grouting

Druck 400 bar
Luftdruck 8000 l / min
A / C-Verhältnis 1
Zementtyp CEM I - 32.5
Zementmenge 1300 kg / m
Mischungsfluss 324 l / min

ETA 12/0603 zugelassene selbstbohrende Stangen

Außendurchmesser 32 mm
Widerstandsquerschnitt 470 mm²
Stahlqualität nach EN 10083-1
Streckgrenze 250 kN (fyk 530 MPa)
Bruchlast 320 kN (ftk 680 MPa)
Gewindetyp ISO 10208
Bohrdurchmesser $\geq 76 \text{ mm}$
Ankerplatte 200 x 200 mm 12 mm dick
Ankermutter M46 - h 50 mm
Injektionsmischung
Zementmischung hergestellt mit R425-Zement mit einem A / C-Verhältnis = 0,5 oder mit Zement und Sand (max. Durchmesser 2 mm) und fluidisierenden Additiven oder einer gleichwertigen Mischung.

Stahl für Mikropfähle

Stahlrohre ohne Schweißnähte: S275J2H (DIN EN 10210)
Charakteristische Bruchspannung für Stärken unter 40 mm: $f_{tk} = 430 \text{ MPa}$
Charakteristische Streckgrenze für Stärken unter 40 mm: $f_{yk} = 275 \text{ MPa}$
Sicherheitsfaktoren:

- Festigkeit: $\gamma_{M0} = 1,05$
- Bruch: $\gamma_{M2} = 1,25$

Zementmischung für Mikropfähle

Beton C25/30
Charakteristische Berechnungs-Würfeldruckfestigkeit:
 $R_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$
Charakteristische Zylinderdruckfestigkeit
 $f_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$
Elastizitätsmodul: $E_c = 31475 \text{ MPa}$
Poissonzahl: $\nu = 0.20$
 $\gamma_c = 1,5$
 $\alpha_{cc} = 0,85$
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.16 \text{ MPa}$

Expositionsklasse XF2:

- Maximales Verhältnis Wasser/Zement 0.50

Jet grouting

Pressione 400 bar
Pressione aria 8000 l/min
Rapporto a/c 1
Tipo cemento CEM I – 32.5
Quantità cemento 1300 kg/m
Portata miscela 324 l/min

Barre autopercoranti omologate ETA 12/0603

Diametro eseterno 32 mm
Sezione resistente 470 mm²
Qualità acciaio secondo EN 10083-1
Carico di snervamento 250 kN (fyk 530 MPa)
Carico di rottura 320 kN (ftk 680 MPa)
Tipo di filettatura ISO 10208
Diametro di perforazione $\geq 76 \text{ mm}$
Piastra di ancoraggio 200 x 200 mm sp 12 mm
Dado di ancoraggio M46 – h 50 mm
Miscela di iniezione
Miscela cementizia confezionata con cemento R425 con rapporto a/c = 0.5, o con cemento e sabbia (diametro max. 2 mm) e additivi fluidificanti o miscela equivalente.

Acciaio micropali

Acciaio tubi privi di saldature: S275J2H (UNI EN 10210)
Tensione caratteristica di rottura per spessori inferiori a 40 mm: $f_{tk} = 430 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di snervamento per spessori inferiori a 40 mm: $f_{yk} = 275 \text{ MPa}$
Fattori di sicurezza:
➤ Resistenza: $\gamma_{M0} = 1,05$
➤ Rottura: $\gamma_{M2} = 1,25$

Miscela cementizia per micropali

Calcestruzzo C25/30
Resistenza caratteristica cubica di calcolo:
 $R_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$
Resistenza caratteristica cilindrica
 $f_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$
Modulo di elasticità: $E_c = 31475 \text{ MPa}$
Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.20$
 $\gamma_c = 1,5$
 $\alpha_{cc} = 0,85$
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.16 \text{ MPa}$

Classe di esposizione XF2:

- Massimo rapporto a/c 0.50

- Mindestgehalt an Zement 300 kg/m³
- Einsatz von sulfatbeständigem Zement erforderlich
- eventuell mit Füller angereicherter Sand (Durchm. max 2 mm).

Slump-Klasse: S4

- Minimo contenuto in cemento 300 kg/m³
- Richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati
- eventuale filler in sabbia (diam. max 2 mm).

Classe Slump: S4

5 CHARAKTERISTISCHE KENNWERTE DES BODENS

Die bei den Berechnungen verwendeten geotechnischen Kennwerte werden aus dem speziellen Dokument Geotechnischer Bericht abgeleitet (02-H71-AF-002-03-01-002.00-B0115-01011-RT3).

Die vom Wasser umspülten Böden bestehen aus alluvionalen Ablagerungen des Eisack. Folgende Bodenkennwerte wurden verwendet:

Alluvionale Ablagerungen

Natürliche Wichte: $\gamma_F = 20,5 \text{ kN/m}^3$;

Wichte unter Auftrieb: $\gamma' = 10,5 \text{ kN/m}^3$

Reibungswinkel, drainiert: $\varphi' = 36^\circ$

Kohäsion, drainiert: $c' = 2.00 \text{ kPa}$

δ =Reibung Boden-Mauer=23,33°.

Auffüllung mit porösem Beton

- $\gamma_F=24,00 \text{ kN/m}^3$;

- $c'=20 - 100.0 \text{ kPa}$;

- $\varphi=45,00^\circ$;

- δ =Reibung Boden-Mauer=30°.

- E_s =Steifemodul=25231 MPa

Grundwasser

Die Grundwasserhöhe wird durch die Höhe des 150-jährlichen Grundwassers (HW=150) festgelegt. Dieser Wert entspricht aus Sicherheitsgründen einem Wasserstand von ca. 1 m unter dem Mauerkopf und wird für die gesamte Mauer so angenommen.

Für die Berechnung wird eine Situation berücksichtigt, bei der das Hochwasser langsam mit einem Unterschied der Wasserhöhe zwischen flussaufwärts und flussabwärts von 1 m abläuft.

5 PARAMETRI CARATTERISTICI DEL TERRENO

I parametri geotecnici impiegati nei calcoli vengono desunti dal documento specifico Relazione Geotecnica (02-H71-AF-002-03-01-002.00-B0115-01011-RT3)

I terreni affioranti sono costituiti dai depositi alluvionali del F.me Isarco. I parametri del terreno utilizzati sono:

Depositi alluvionali

peso specifico naturale: $\gamma_F = 20,5 \text{ kN/m}^3$;

peso specifico immerso: $\gamma' = 10,5 \text{ kN/m}^3$

angolo di attrito drenato: $\varphi' = 36^\circ$

coesione drenata: $c' = 2.00 \text{ kPa}$

δ = attrito terreno-muro = 23,33°.

Rinterro con cls poroso

- $\gamma_F = 24,00 \text{ kN/m}^3$;

- $c' = 20 - 100.0 \text{ kPa}$;

- $\varphi = 45,00^\circ$;

- δ = attrito terreno-muro = 30°.

- E_s = modulo edometrico = 25231 MPa

Falda

L'altezza della falda è data dalla quota della piena HW=150 anni. Tale quota corrisponde, a favore di sicurezza, ad un livello di circa 1 m dalla testa del muro e come tale viene assunto per tutto il muro .

Ai fini del calcolo viene considerata una situazione di lento svuotamento della piena con un battente idraulico tra monte e valle di 1 m.

6 MODELLIERUNG

Die Struktur wurde mit einer FEM-Berechnungssoftware modelliert und gelöst.

Gemäß Abs. 10.2 des DM 2008 wird Folgendes erklärt:

Es wurde die Software MAX, Version 14, Aktivierungsschlüssel Nr. AIU3849JD, hergestellt von der Firma AZTEC INFORMATICA s.r.l. mit Gesetzsitz in Casali del Mancro - Ort Casole Bruzio (CS) Corso Umberto, 43 - 87050.

- Die verwendete Software ist ein professionelles Produkt, dessen Zuverlässigkeit und Stabilität überprüft wurde.
- Vorab wurden die Unterlagen der Software gesichtet, um einschätzen zu können, ob sie zuverlässig und für diesen speziellen Fall geeignet ist.
- Die Ergebnisse dieser Berechnungen wurden auch auf herkömmliche Weise mit schematischen Darstellungen oder anderer, nachgewiesen zuverlässiger Berechnungssoftware überprüft.
- Es wurde eine lineare statische Analyse ausgeführt.
- Die zur Lösung des Problems verwendete Methode ist statisch mit äquivalenten Kräften, nach der Theorie für Bauwesen und Erdbaumechanik.
- Die Nachweise der Querschnitte wurden nach der Theorie der Elastizität oder der perfekten Plastizität durchgeführt.

Mit dem Programm können zweidimensionale Analysen für die verschiedenen Mauerquerschnitte mit oberflächlichen oder tiefen Fundamenten durchgeführt werden. Dabei werden alle statischen Festigkeitsnachweise und Nachweise der geotechnischen Tragfähigkeit ausgeführt, die von der

6 MODELLAZIONE

Le strutture sono state modellate e risolte con un codice di calcolo automatico del tipo ad elementi finiti.

Secondo quanto riportato al par. 10.2 del DM 2008 si dichiara che:

Il software utilizzato è il MAX, versione 14, chiave di attivazione n° AIU3849JD, prodotto dalla società AZTEC INFORMATICA s.r.l. con sede legale a Casali del Mancro – Loc Casole Bruzio (CS) Corso Umberto, 43 – 87050.

- che il software utilizzato è un prodotto professionale di cui è stata verificata l'affidabilità e la robustezza
- di aver esaminato preliminarmente la documentazione a corredo del software per valutarne l'affidabilità e l'idoneità al caso specifico
- che i risultati ottenuti in questa calcolazione sono stati verificati anche in modo tradizionale utilizzando schemi esemplificati o altri codici di calcolo di comprovata affidabilità
- che l'analisi condotta è del tipo statica lineare
- che il metodo utilizzato per la soluzione del problema è quello statico con spinte equivalenti secondo la teoria della scienza delle costruzioni e della meccanica delle terre
- che la verifica delle sezioni sono state condotte secondo la teoria dell'elasticità o della perfetta plasticità

Il programma consente l'analisi bi-dimensionale per diverse sezioni del muro con fondazioni superficiali o profonde eseguendo tutte le verifiche di resistenza statica e capacità geotecnica richieste dalla normativa.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Norm vorgeschrieben sind.

Das Projekt wird in Übereinstimmung mit der Norm DIN EN 197-1 (Eurocode 7) und der NTC 2008 ausgeführt.

Hinter der Mauer wird mit porösem Beton aufgefüllt, der erhöhte Durchlässigkeit zu den Festigkeitseigenschaften eines Magerbetons hinzufügt.

Auf diese Weise kann das Problem der Verdichtung des Aufschüttbodens durch den geringen Platz zwischen der Verblendung der Mauer und der provisorischen Stützwand dahinter gelöst werden und das Grundwasser kann durch die eingegossenen Abzugskanäle der Blendmauern abfließen.

So steigt die Festigkeit der Füllung, auf der das Schotterbett der Eisenbahnlinie lastet, und die Durchlässigkeit für Regenwasser zum Eisack.

Il progetto viene eseguito in conformità alla norma UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) ed alle NTC 2008.

A tergo del muro viene fatto un riempimento con calcestruzzo poroso che associa un'elevata permeabilità alle caratteristiche di resistenza di un magrone.

Tale scelta permette di ovviare al problema della compattazione del terreno di rinterro dato l'esiguo spazio tra paramento del muro e paratia provvisoria a tergo e di permettere il drenaggio dell'acqua di falda attraverso i barbacani annegati nel getto del paramento.

In questo modo si ha un'elevata rigidità del riempimento su cui insiste il ballast della linea ferroviaria ed un'elevata permeabilità delle acque meteoriche verso l'Isarco.

7 ANALYSE DER LASTEN

Aufgrund der provisorischen Natur der Wand hinter der Stützmauer für den Bahndamm und ihres teilweisen Abbruchs wird sie in den Lastanalysen nicht berücksichtigt. Die Mauer wird daher für den effektiven Erddruck und die wirkenden Lasten und Betriebslasten bemessen.

Im Einzelnen werden drei Lastbedingungen berücksichtigt:

- 1) Erddruck und ständige Überlast von hinten. Um das Vorhandensein des Schotterbetts und des Bahndamms zu berücksichtigen, werden 10 kN/m² angenommen.
- 2) Druck der Verkehrslast durch ggf. arbeitende Arbeitsmittel, gleich 20 kN/m², angewendet mit gleichmäßiger Last ab dem Rand der Blendmauer
- 3) Eisenbahnbelastung vom Typ SW/2 mit $q_{vk} = 150$ kNm, angewendet an der Achse des nächstgelegenen Gleises

7 ANALISI DEI CARICHI

Dato il carattere temporaneo della paratia a tergo del muro a sostegno del rilevato ferroviario e la sua parziale demolizione, questa non viene considerata nell'analisi dei carichi. Il muro viene quindi dimensionato per l'effettiva spinta del terreno e dei carichi e sovraccarichi agenti.

In particolare si considerano tre condizioni di carico:

- 1) Spinta delle terre e del sovraccarico permanente a tergo. Per tenere in conto della presenza del ballast e del rilevato si considerano 10 kN/m²
- 2) Spinta del sovraccarico accidentale dovuto ad eventuale mezzo d'opera in lavorazione e pari a 20 kN/m² applicato con carico uniforme a partire dal filo del paramento
- 3) Carico ferroviario tipo SW/2 con $q_{vk} = 150$ kNm applicato in corrispondenza dell'asse del binario più vicino

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

In den Innenseite des Fundaments werden 2000 Jet-Groutingssäulen behandelt, die in einem Quittenmaschen mit einer Teilung von 3,00 x 1,00 m angeordnet sind und mit einer selbstperforierenden Hohlstange mit einer um 75 ° zur Vertikalen geneigten Naht verstärkt sind. Die Säulen haben eine feste Tiefe von 4,50 m in Bezug auf die Innenseite des Fundaments.

All'intradosso della fondazione è presente un trattamento di colonne jet grouting $\phi 2000$, disposte a maglia quinconce con passo 3.00 x 1.00 m, armate con una barra cava autoperforante di cucitura inclinata di 75° rispetto alla verticale. Le colonne hanno una profondità fissa di 4.50 m rispetto all'intradosso della fondazione.

Auf der Eisack-Seite ist vor dem Fundament der Wand eine Behandlung von Jet-Groutingssäulen mit variabler Rotationsgeschwindigkeit geplant, die in einem Achsabstand von 1,20 m angeordnet sind. Die Säulen sind mit einer selbstperforierenden Hohlstange mit Nähfunktion verstärkt.

Lato Isarco, davanti alla fondazione del muro, è prevista la realizzazione di un trattamento di colonne jet grouting con velocità di rotazione variabile, disposte ad interasse di 1.20 m. Le colonne sono armate con una barra cava autoperforante con funzione di cucitura.

Entlang des Umfangs des Mauerfundaments, das an den Fluss angrenzt, wird vor dem Bau der Jet-Groutingssäulen eine Abdichtungsbarriere durch Einspritzen von chemischen Zweikomponentenharzen durchgeführt, um das Flussbett vom nachfolgenden zu isolieren Jet-Grouting-Behandlung des Bodens.

Lungo il perimetro della fondazione del muro, in adiacenza al fiume, prima della realizzazione delle colonne di jet-grouting, verrà eseguita una barriera impermeabilizzante tramite iniezioni di resine chimiche bicomponenti, al fine di isolare l'alveo dal successivo trattamento in jet-grouting del terreno.

Typ 3 hat nur die säulenförmige Behandlung von Jet-Grouting mit variabler Rotationsgeschwindigkeit, die mit einer hohlen selbstperforierenden Nähstange verstärkt sind.

Il tipologico 3 presenta solo il trattamento colonnare di jet grouting con velocità di rotazione variabile, armato con barra cava autoperforante di cucitura.

Auf der Flussseite hat die säulenförmige Behandlung von verstärktem Jetting mit variabler Rotationsgeschwindigkeit die Funktion, eine schützende Erosionsbarriere zu schaffen, die eine Lösung der Kontinuität und des Nähens großer Steinelemente garantiert, wenn der Strahl weniger effektiv ist.

Lato fiume, il trattamento colonnare di jetting armato con velocità di rotazione variabile ha la funzione di realizzare una barriera protettiva antierosiva, garantendo una soluzione di continuità e di cucitura degli elementi lapidei di grandi dimensioni laddove il jet risulta meno efficace.

Die säulenförmige Behandlung von Jet-Grouting unterhalb der Innenseite des Wandfundaments wirkt dagegen nur bei der Überprüfung des Gleitens der Wand zusammen und wird nur horizontalen Schneidvorgängen unterzogen.

Il trattamento colonnare di jet grouting al di sotto dell'intradosso della fondazione del muro, invece, collabora solo alla verifica di scorrimento del muro ed è sottoposto alle sole azioni di taglio orizzontali.

Aus diesem Grund hat das jetting auf der Flussseite eine größere und variable Länge mit einer minimalen Einfügung unter dem Flussbett von 5,0 m, während die Säulenbehandlung auf der Rückseite eine feste Länge von 4,50 m hat.

Per questo motivo il jetting lato fiume presenta una lunghezza maggiore e variabile con un'infissione minima al di sotto del fondo del fiume di 5.0 m, mentre il trattamento colonnare, a tergo, presenta una lunghezza fissa di 4.50 m.

Aus Sicherheitsgründen wurde bei der Überprüfung der Tragfähigkeit und dem Umkippen der Wände unter normalen Betriebsbedingungen in keiner Weise das Anheben des Jet-Groutings berücksichtigt.

A favore di sicurezza, in nessun modo la portanza del jet grouting è stata presa in conto nella verifica di capacità portante e di ribaltamento dei muri nelle normali condizioni di esercizio.

7.1 HYDROSTATISCHER DRUCK

Die Grundwasserhöhe wird durch die Höhe des 150-jährlichen Grundwassers (HW=150) festgelegt. Dieser Wert entspricht aus Sicherheitsgründen einem Wasserstand von ca. 1 m unter dem Mauerkopf und wird für die gesamte Mauer so angenommen.

Der hydrostatische Druck ist eigentlich ausgeglichen, da der Wasserstand bei Hochwasser flussaufwärts und flussabwärts praktisch konstant ist. Es wird trotzdem eine Wasserdruckhöhe von 1,00 m berücksichtigt, um ein langsames Abfließen durch die Abzugskanäle zu berücksichtigen.

8 NACHWEISE

Die Analysen wurden gemäß dem Dekret vom 14. Januar 2008, "Technische Baunormen" (NTC 2008), mit der Methode dre Grenzzustände GZT ausgeführt (Bruchsicherheit).

Als Füllung und daher als drückender Boden wird der poröse Drainbeton angenommen.

Es wurden Nachweise sowohl im GZT unter statischen Bedingungen sowie im GZL unter Erdbebenbedingungen ausgeführt.

Insbesondere bei den Nachweisen im GZT wurde der Ansatz 1 nach Punkt 6.4.2.1 der NTC 2008 angewendet, der auch in den RFI-Anweisungen angeraten wird. Nach diesem Ansatz werden 2 Nachweiskombinationen definiert:

- Kombi 1, STR \rightarrow (A1+M1+R1)
- Kombi 2, GEO \rightarrow (A2+M2+R2)

Hinzugefügt werden muss auch die

- Kombi EQU \rightarrow (EQU+M1+R1)

7.1 SPINTA IDROSTATICA

L'altezza della falda è data dalla quota della piena HW=150 anni. Tale quota corrisponde, a favore di sicurezza, ad un livello di circa 1 m dalla testa del muro e come tale viene assunto per tutto il muro .

La spinta idrostatica sarebbe in realtà equilibrata essendo il livello d'acqua in fase di piena praticamente costante tra monte e valle. Si considera comunque un battente di 1.00 m per tenere in conto di uno svuotamento lento attraverso i barbacani.

8 VERIFICHE

Le analisi sono state eseguite conformemente al Decreto 14 Gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni" (NTC 2008), con il metodo degli stati limite ultimi SLU (sicurezza nei confronti della rottura).

Come riempimento e quindi come terreno di spinta viene considerato il calcestruzzo poroso drenante.

Sono state effettuate verifiche sia allo SLU in condizione statiche che al SLV in condizione sismiche.

In particolare nelle verifiche allo SLU è stato adottato l'Approccio 1 come definito al p.to 6.4.2.1 delle NTC2008 e raccomandato nelle Istruzioni RFI. Secondo tale approccio si definiscono 2 combinazioni di verifica:

- Combo 1, STR \rightarrow (A1+M1+R1)
- Combo 2, GEO \rightarrow (A2+M2+R2)

cui va aggiunta anche la:

- Combo EQU \rightarrow (EQU+M1+R1)

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Die Kombination 1 ist für die Festigkeitsnachweise bemessungsrelevant, während die Kombination 2 für die geotechnischen und Stabilitätsnachweise bemessungsrelevant sind.

La combinazione 1 risulta dimensionante per le verifiche di resistenza, mentre la combinazione 2 risulta dimensionante per quelle geotecniche e di stabilità.

Es folgen die Tabellen, in denen die Werte für diese Koeffizienten angegeben sind:

Si riportano di seguito le tabelle in cui vengono riportati i valori di tali coefficienti:

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_E (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Q}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

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

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

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

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

Für die statische Bedingung wird der aktive Erddruck mit Bildung des Erdkeils hinter dem Erdreich und Berechnung des Koeffizienten nach Müller-Breslau sowie dem Schergesetz von Coulomb berücksichtigt. Dieser Koeffizient beträgt:

Per la condizione statica si considera la spinta delle terre del tipo attivo con la formazione del cuneo di spinta a tergo del terreno ed il calcolo del coefficiente di Muller-Breslau e la teoria di Coulomb. Tale coefficiente vale:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi)}{\text{sen}^2 \psi \text{sen}(\psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \beta)}{\text{sen}(\psi - \delta) \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

Der Erddruck wird auf Höhe 1/3 h angewendet, der der Überlast auf Höhe 1/2 h.

La spinta del terreno va applicata ad 1/3 h mentre quella dei sovraccarichi ad una quota 1/2 h

$S = \frac{1}{2} K_a \gamma h^2 + K_a q_{\text{acc}} h$ Druck auf Blendmauer

$S = \frac{1}{2} K_a \gamma h^2 + K_a q_{\text{acc}} h$ Spinta sul paramento

$M = \frac{1}{6} K_a \gamma h^3 + \frac{1}{2} K_a q_{\text{acc}} h^2$ Moment an der Basis der Blendmauer

$M = \frac{1}{6} K_a \gamma h^3 + \frac{1}{2} K_a q_{\text{acc}} h^2$ Momento alla base del paramento

γ Wichte des Erdreichs

γ Peso specifico della terra

h Höhe der Blendmauer

h Altezza del paramento murario

q_{acc} Verkehrslast pro Quadratmeter

q_{acc} Sovraccarico accidentale a metro quadro

Für die Erdbebenbedingung muss die Trägheitswirkung sowohl in Bezug auf den Anstieg des Beiwerts für den aktiven Erddruck als auch in Bezug auf die Kräfte, die auf die Schwerpunkte der Massen anzuwenden sind, berücksichtigt werden.

Per la condizione sismica va considerato l'effetto inerziale sia in termini di incremento del coefficiente di spinta attiva che in termini di forze da applicare ai baricentri delle masse.

Im Einzelnen wird der von Mononobe-Okabe formulierte Beiwert für den aktiven Erddruck berücksichtigt:

In particolare come coefficiente di spinta attivo viene considerato quello formulato da Mononobe-okabe:

$$K_{MO} = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi \mp \vartheta)}{\cos \theta \text{sen}^2 \psi \text{sen}(\psi - \vartheta \mp \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \beta \mp \vartheta)}{\text{sen}(\psi - \vartheta \mp \delta) \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Der Erddruck wird auf Höhe 1/3 h angewendet, der der Überlast auf Höhe 1/2 h.

$$S = \frac{1}{2} K_{MO} \gamma (1 \pm k_v) h^2 + K_{MO} \psi q_{acc} h$$

$$M = \frac{1}{6} K_{MO} \gamma (1 \pm k_v) h^3 + \frac{1}{2} K_{MO} \psi q_{acc} h^2$$

wobei:

K_{MO} Beiwert nach Mononobe-Okabe

γ Wichte des Erdreichs

h Höhe der Blendmauer

q_{acc} Verkehrslast pro Quadratmeter

ψ Gleichzeitigkeitsfaktor

$k_v = 0.5 k_h$ Vertikaler Erdbebenfaktor

$k_h = \beta_m S_S S_T a_g / g$ Horizontaler Erdbebenfaktor

$S_S S_T a_g = a_{max}$ Maximale vor Ort erwartete horizontale Beschleunigung

β_m Abminderungsbeiwert

Die Wert für β_m sind in der folgenden Tabelle je nach Bodentyp, Beschleunigung am Standort und Typ des Bauwerks (steif, nicht steif) angegeben.

La spinta del terreno va applicata ad 1/3 h mentre quella dei sovraccarichi ad una quota 1/2 h

$$S = \frac{1}{2} K_{MO} \gamma (1 \pm k_v) h^2 + K_{MO} \psi q_{acc} h$$

$$M = \frac{1}{6} K_{MO} \gamma (1 \pm k_v) h^3 + \frac{1}{2} K_{MO} \psi q_{acc} h^2$$

dove:

K_{MO} coeff. di Mononobe-Okabe

γ Peso specifico della terra

h Altezza del paramento murario

q_{acc} Sovraccarico acc. a metro quadro

ψ Coeff. di contemporaneità dei carichi

$k_v = 0.5 k_h$ Coeff. sismico verticale

$k_h = \beta_m S_S S_T a_g / g$ Coeff. sismico orizzontale

$S_S S_T a_g = a_{max}$ Accelerazione orizzontale massima attesa al sito

β_m Coefficiente di riduzione

I valori di β_m sono riportati nella tabella seguente in funzione del tipo di terreno, dell'accelerazione al sito e del tipo di opera (rigida, non rigida).

Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0,31	0,31
$0.1 < a_g(g) < 0.2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0.1$	0,20	0,18

In diesem speziellen Fall wurden die folgenden Kennwerte angenommen:

$$\beta_m = 0.18$$

$$S = S_S S_T = 1.5$$

$$a_g / g = 0.067 < 0.1$$

Untergrundkategorie C

Nel caso specifico sono stati assunti i seguenti paramentri:

$$\beta_m = 0.18$$

$$S = S_S S_T = 1.5$$

$$a_g / g = 0.067 < 0.1$$

Categoria del sottosuolo C

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise
Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale
Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Zudem wurden, gemäß den *RFI-Anweisungen* bei den geotechnischen Nachweisen weder die drainierte Kohäsion noch der talseitige passive Erddruck berücksichtigt.

Inoltre, come raccomandato dalle *Istruzioni RFI* nelle verifiche geotecniche non è stata considerata né la coesione drenata, né la spinta passiva del terreno di valle.

Der Nachweis im statischen GZT ist erfüllt, wenn die Bedingung $E_d \leq R_d$ erfüllt ist, wobei E_d der Auslegungswert der Kraft oder ihrer Wirkung und R_d der Auslegungswert der Festigkeit des geotechnischen Systems ist.

La verifica allo SLU statico è soddisfatta se avviene il rispetto della condizione $E_d \leq R_d$, con E_d valore di progetto dell'azione o del suo effetto e R_d valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Die Bewertung der Sicherheitsstufe erfolgt daher mit Bezug auf die Auslegungswerte $X_d = X_k / \gamma_M$ der Festigkeitskennwerte des Bodens, die bestimmt wurden, indem die charakteristischen Werte X_k mit den Teilsicherheitsbeiwerten γ_M für die Materialien faktorisiert wurden.

La valutazione del grado di sicurezza avviene, dunque, con riferimento ai valori di progetto $X_d = X_k / \gamma_M$ dei parametri di resistenza del terreno, ottenuti fattorizzando i valori caratteristici X_k a mezzo dei coefficienti parziali di sicurezza γ_M sui materiali.

Nachfolgend sind die Zahlenwerte der Teilbeiwerte für die Wirkungen (γ_F) und die Materialien (γ_M) nach NTC 2008 angegeben.

Di seguito si riassumono i valori numerici dei coefficienti parziali sulle azioni (γ_F) e sui materiali (γ_M) in accordo con NTC 2008.

Die Auslegungsfestigkeit R_d des geotechnischen Systems wird folgendermaßen abgeleitet (siehe Abs. 6.2.3.1 der NTC 2008):

La resistenza di progetto R_d del sistema geotecnico viene dedotta come (cfr. §6.2.3.1 di NTC2008):

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} \cdot R \left[\gamma_F \cdot F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right],$$

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} \cdot R \left[\gamma_F \cdot F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right],$$

wobei a_d die besondere Geometrie des Problems ist.

dove a_d è la particolare geometria del problema.

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_R , der direkt auf die Systemfestigkeit wirkt, beträgt in Übereinstimmung mit dem Sollwert R_2 in Bezug auf die Tragfähigkeitsbedingungen 1.0 und in Bezug auf das Gleiten 1.0.

Il coefficiente di sicurezza parziale γ_R che opera direttamente sulla resistenza del sistema, coerentemente con il set R_2 relativamente alle condizioni di capacità portante è pari a 1.0, per lo scorrimento è pari a 1.0

Für weitere Einzelheiten zu den Nachweiskriterien, den angewendeten Hypothesen und den angenommenen Werten wird auf die entsprechenden Berechnungstabellen im Anhang verwiesen.

Per maggiori dettagli sui criteri di verifica, le ipotesi adottate e i valori assunti si rimanda agli appositi tabulati di calcolo posti in allegato

Für die Abschnitte 4A und 4B wird auf die Nachweise vom Typ 5 verwiesen, die eine größere Höhe der Blendmauer bei gleichen widerstandsfähigen Querschnitten und geotechnischen Merkmalen des Bodens präsentieren.

Per le sezioni tipologiche 4A e 4B si rimanda alle verifiche del tipo 5 presentando un'altezza del paramento maggiore a parità di sezioni resistenti e di caratteristiche geotecniche del terreno.

9 ERGEBNISSE DER ANALYSEN

Die Ergebnisse der Berechnung, der Belastungen und der Bemessung der Querschnitte aus Stahlbeton sind für jeden Typ Mauer detailliert in den Anhängen zu diesem Bericht angegeben.

Speziell für die Rissbreitennachweise gelten die folgenden Annahmen:

- Aggressive Umgebung
- Unempfindliche Bewehrungen
- Maximale Rissbreite $w_2 = 0.3$ mm in der häufigen Kombination und $w_1 = 0.2$ mm in der quasi-ständigen Kombination

9.1 PANZERUNG DER WÄNDE

Angesichts ihres Ausmaßes und ihrer Form gelten die Mauern als massive Bauwerke und gehören daher zu den Tragwerken "niedriger Bewehrungsanteil", wie von Kap. 4.1.11.1 der technischen Baubestimmungen NTC 2008 definiert, wobei eine Bewehrung von ca. 40 Kg/m³ Beton als widerstandsfähig gilt.

Für diesen Typ von Struktur erhält man das Ausmaß der Sicherheit, indem überprüft wird, dass für jede Nachweisbedingung die Druckspannungen, die aufgrund der berechneten Wirkungen im Beton auftreten, in der seltenen Kombination unter den folgenden Spannungen liegen.

$$\sigma_c = 0.30 f_{ck} = 0.30 \times 25 \text{ Mpa} = 7.5 \text{ Mpa} = 75 \text{ daN/cm}^2$$

Der Spannungsnachweis wird für jede Mauer im entsprechenden Abschnitt der Berechnungstabellen im Anhang an dieses Dokument durchgeführt.

10 ÜBERPRÜFUNG DER AUSGRABUNGEN

Die Finite-Elemente-Modellierung wird mit dem Plaxis 2D-Berechnungsprogramm des Abschnitts bei Pk 2 + 580 durchgeführt, der als repräsentativ für den betreffenden Abschnitt angesehen wird.

9 RISULTATI DELLE ANALISI

I risultati del calcolo, delle sollecitazioni ed il dimensionamento delle sezioni in cemento armato sono rappresentati in dettaglio negli allegati alla presente relazione per ogni tipologico di muro.

In particolare per le verifiche allo stato limite di fessurazione si fanno le seguenti ipotesi:

- Ambiente aggressivo
- Armature poco sensibili
- Ampiezza massima delle fessure $w_2 = 0.3$ mm in combinazione frequente e $w_1 = 0.2$ mm in combinazione quasi permanente

9.1 ARMATURA DEI MURI

I muri, data la mole e la forma, vengono considerati come manufatti massicci e quindi ricadenti nelle strutture a "bassa percentuale di armatura" così come definiti al par. 4.1.11.1 delle NTC 2008 considerando un'armatura resistente intorno ai 40 Kg/m³ di calcestruzzo.

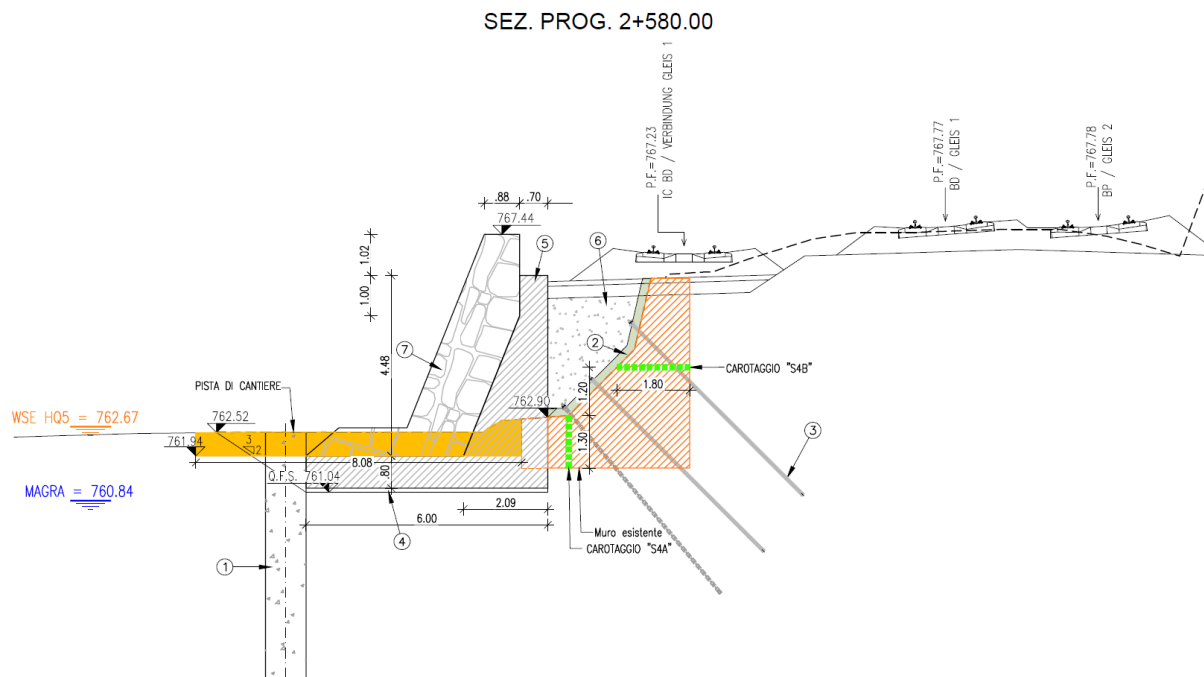
Per strutture debolmente armate la misura della sicurezza si ottiene controllando che, per ogni condizione di verifica, le tensioni di compressione che insorgono nel cls per effetto delle azioni di calcolo sotto la combinazione rara risultino minori delle seguenti tensioni:

$$\sigma_c = 0.30 f_{ck} = 0.30 \times 25 \text{ Mpa} = 7.5 \text{ Mpa} = 75 \text{ daN/cm}^2$$

Le verifica tensionale viene condotta per ogni muro nell'apposita sezione dei tabulati di calcolo allegati alla presente.

10 VERIFICA DEGLI SCAVI

Viene condotta una modellazione agli elementi finiti, con il programma di calcolo Plaxis 2D, della sezione alla Pk 2+580, considerata rappresentativa per il tratto in questione.



Die vorgeschlagene Lösung besteht darin, die vorhandene Wand mit selbstbohrenden Stangen am Boden zu verankern.

La soluzione proposta prevede l'ancoraggio del muro esistente al terreno mediante barre autopercoranti.

Auf der Eisack-Seite wird ein teilweiser Abriss und eine kleine Ausgrabung für die Ausführung der neuen Ufermauer folgen. Schließlich ist der Abriss der vorhandenen Mauer oben vorgesehen und die Fertigstellung mit porösem Beton, wie in den Tabellen angegeben.

Seguirà la parziale demolizione, lato fiume Isarco, e piccolo scavo per l'esecuzione del nuovo muro di sponda; infine si prevede la demolizione del muro esistente in sommità e completamento con calcestruzzo poroso come indicato nelle tavole.

Der Zweck ist:

La finalità è quella di:

- Überprüfen Sie die Stabilität der vorgeschlagenen Aushubphasen.
- Dimensionierung und Überprüfung von selbstbohrenden Stangen;
- Überprüfen Sie den Umfang der Abrechnungen.

- Verificare la stabilità delle fasi di scavo proposte;
- Dimensionamento e verifica delle barre autopercoranti;
- Verificare l'entità dei cedimenti.

In Bezug auf die Analysen unter SLE-Bedingungen wird insbesondere verifiziert, dass die Werte des Spurversatzes mit einer Länge der Messbasis von 3 m niedriger sind als der Wert $\gamma_3 = 4,5\%$, der ausmacht die Grenzwertschwelle d beachten (siehe Anweisungen RFI TCAR ST AR 01 001, Technische Normen zur geometrischen Qualität der Strecke mit einer Geschwindigkeit von 250 km / h (2001)).

Con riferimento alle analisi in condizioni SLE, si verifica, in particolare, che i valori dello sghembo del binario con lunghezza della base di misurazione pari a 3 m risultino inferiori al valore $\gamma_3 = 4,5\%$, che costituisce la soglia limite d'avviso (cfr. Istruzioni RFI TCAR ST AR 01 001, Norme tecniche sulla qualità geometrica del binario con velocità = 250 km/h (2001)).

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Dieser Wert bezeichnet die erste Qualitätsstufe, innerhalb derer die Geometrie der Bewaffung keine Programmierung von Korrekturmaßnahmen erfordert.

Tale valore connota il primo livello di qualità, entro il quale la geometria dell'armamento non richiede alcuna programmazione di interventi correttivi.

Der Versatz ist definiert als die Variation entlang der Achse der Spur der Transversalsteigung und wird als eine Transversalpegeldifferenz ausgedrückt, die über eine gegebene Entfernung (Länge der Messbasis b) gemessen wird. Die folgende Abbildung zeigt das Konzept des Versatzes.

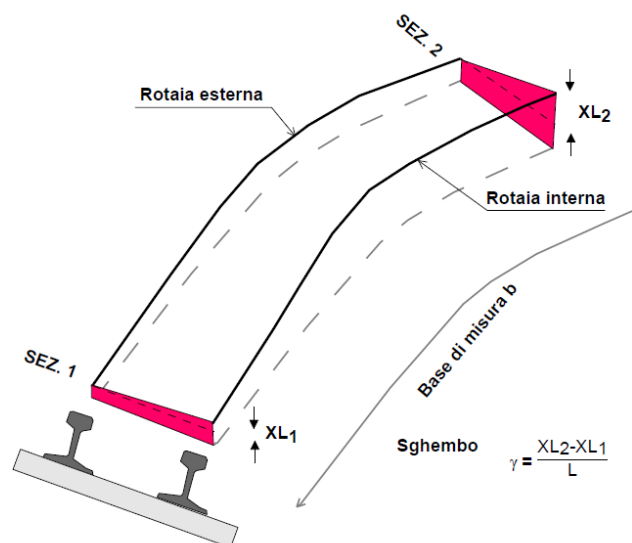
Si definisce sghembo la variazione lungo l'asse del binario della pendenza trasversale e si esprime come differenza di livello trasversale misurata su una determinata distanza (lunghezza della base di misurazione b). Nella seguente figura viene rappresentato il concetto di sghembo.

Anhand der in der folgenden Abbildung und Tabelle angegebenen Werte der Siedlungen w und der Verzerrungen γ kann festgestellt werden, dass die für die Verschiebungen berechneten Werte begrenzt und in geeigneter Weise von den Schwellenwerten entfernt sind. Dies kann dazu führen, dass die Grenzzustandsbedingungen für die Strukturen erreicht werden.

In base ai valori dei cedimenti w e delle distorsioni γ , riportati in figura e tabella seguente, si può osservare come i valori calcolati per gli spostamenti siano limitati e opportunamente distanti dai valori di soglia che possono produrre il raggiungimento delle condizioni di stato limite d'esercizio per le strutture.

Die Bewertung von γ erfolgt in der konservativen Hypothese, dass die in Übereinstimmung mit den Spuren geschätzten Siedlungen innerhalb der Messung b (angenommen gleich 3 m) aufgehoben werden, wodurch die Verzerrung maximiert wird (in Wirklichkeit die auf einem Abschnitt beobachtbaren Siedlungen) in 3 m Entfernung vom Berechnungsabschnitt liegt sehr nahe an denen, die im Berechnungsabschnitt selbst geschätzt werden).

La valutazione di γ avviene nell'ipotesi conservativa che i cedimenti stimati in corrispondenza dei binari vadano annullandosi nell'ambito della base di misura b (assunta pari a 3 m), dunque massimizzando lo sghembo (in realtà i cedimenti osservabili su una sezione posta a 3m di distanza da quella di calcolo saranno molto prossimi a quelli stimati in corrispondenza della sezione di calcolo medesima).



Fachbereich: Bauwerksplanung
 Thema: Offene Bauweise
Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

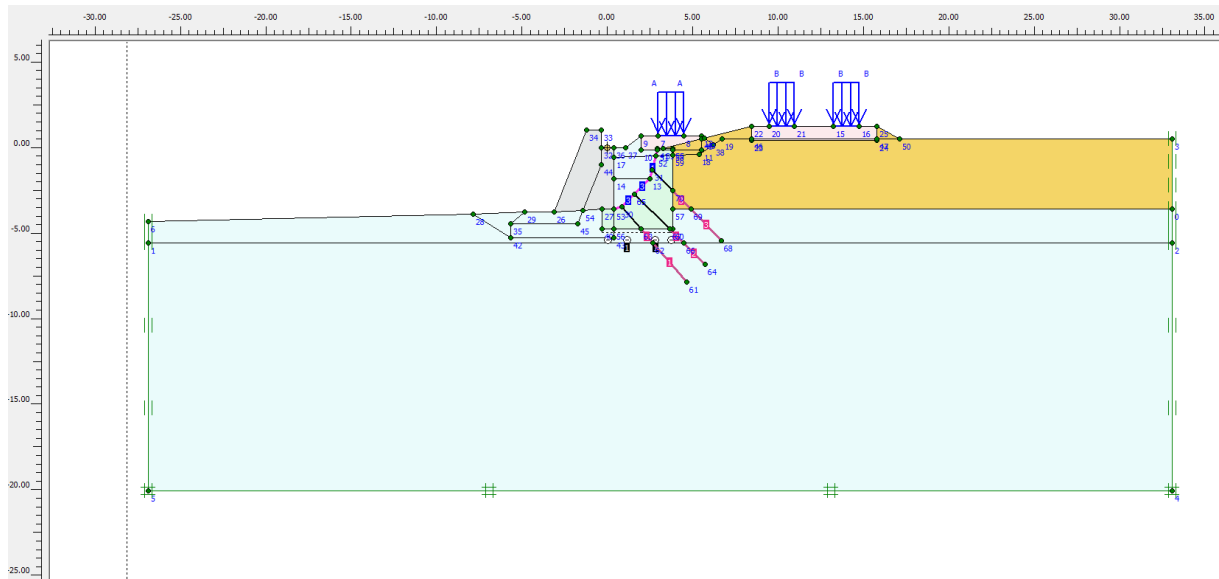
Settore: Progettazione delle opere
 Tema: Galleria Artificiale
Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

10.1 MODELL DER ANALYSE

10.1 MODELLO DI ANALISI

Die Geometrie des Berechnungsmodells ist unten dargestellt

Si riporta di seguito la geometria del modello di calcolo



10.2 PHASEN	10.2 FASI
Folgende Phasen wurden analysiert	Sono state analizzate le seguenti fasi:

Identification	Phase no.	Start from	Calculation	Loading input	Pore pressure	Time	Stage	Water	First	Last	Design ...
✓ Initial state	0	N/A	Gravity loading	Staged construction	Phreatic	0.00 day	L 0	W 0	1	36	Refere...
✓ Carichi ferrovia	1	0	Plastic	Staged construction	Phreatic	0.00 day	L 1	W 1	37	39	Refere...
✓ Barre autopercoranti	2	1	Plastic	Staged construction	Phreatic	0.00 day	L 2	W 2	40	42	Refere...
✓ Demolizione + scavo	3	2	Plastic	Staged construction	Phreatic	0.00 day	L 3	W 3	43	52	Refere...

10.3 ERGEBNISSE DER ANALYSE: BRECHUNGEN

10.3 RISULTATI DELL'ANALISI: CEDIMENTI

Ein Bild der maximal berechneten Gesamtabrechnungen wird angezeigt.

Si riporta un'immagine dei cedimenti totali massimi calcolati.

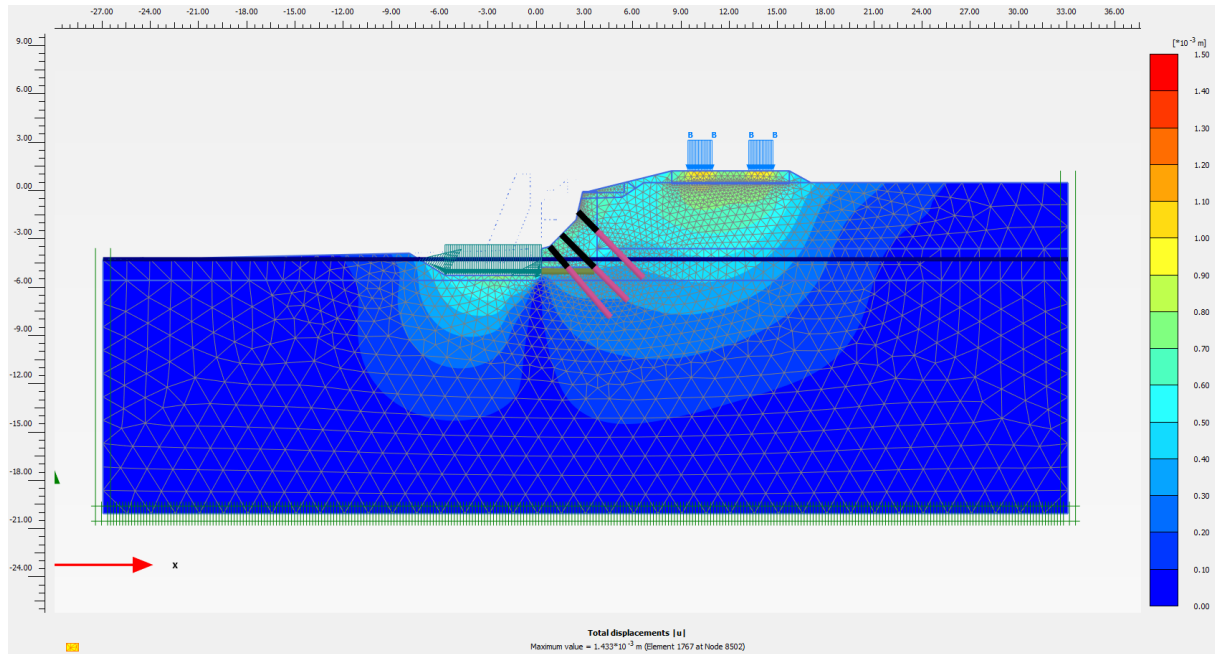
Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

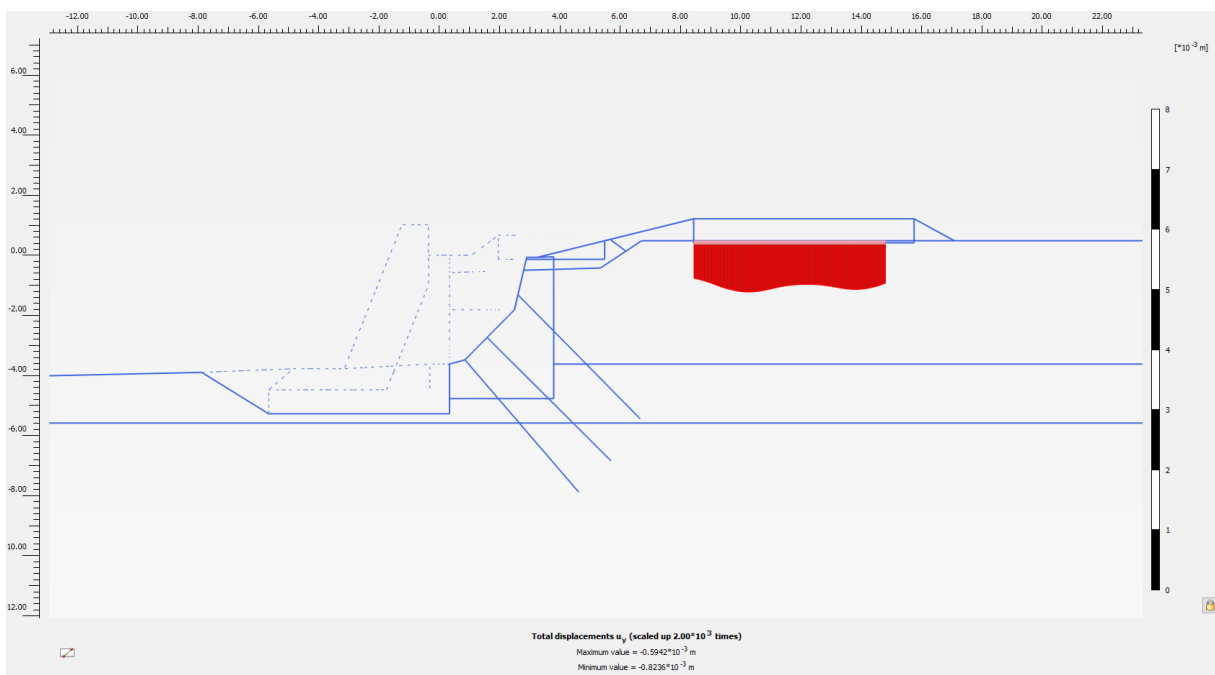


Der Siedlungstrend wird entlang eines Abschnitts unterhalb des Eisenbahnschotters berichtet.

Si riporta l'andamento dei cedimenti lungo una sezione tracciata al di sotto del ballast ferroviario.

Das Ausmaß der erwarteten Siedlungen beträgt weniger als 1 mm, ein Wert, der für technische Zwecke nicht relevant und für die Beurteilung der Funktionalität der Leitung vernachlässigbar ist.

L'entità dei cedimenti previsti è inferiori a 1 mm, valore non rilevante ai fini ingegneristici e trascurabile ai fini di valutazioni in merito alla funzionalità della linea.



**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

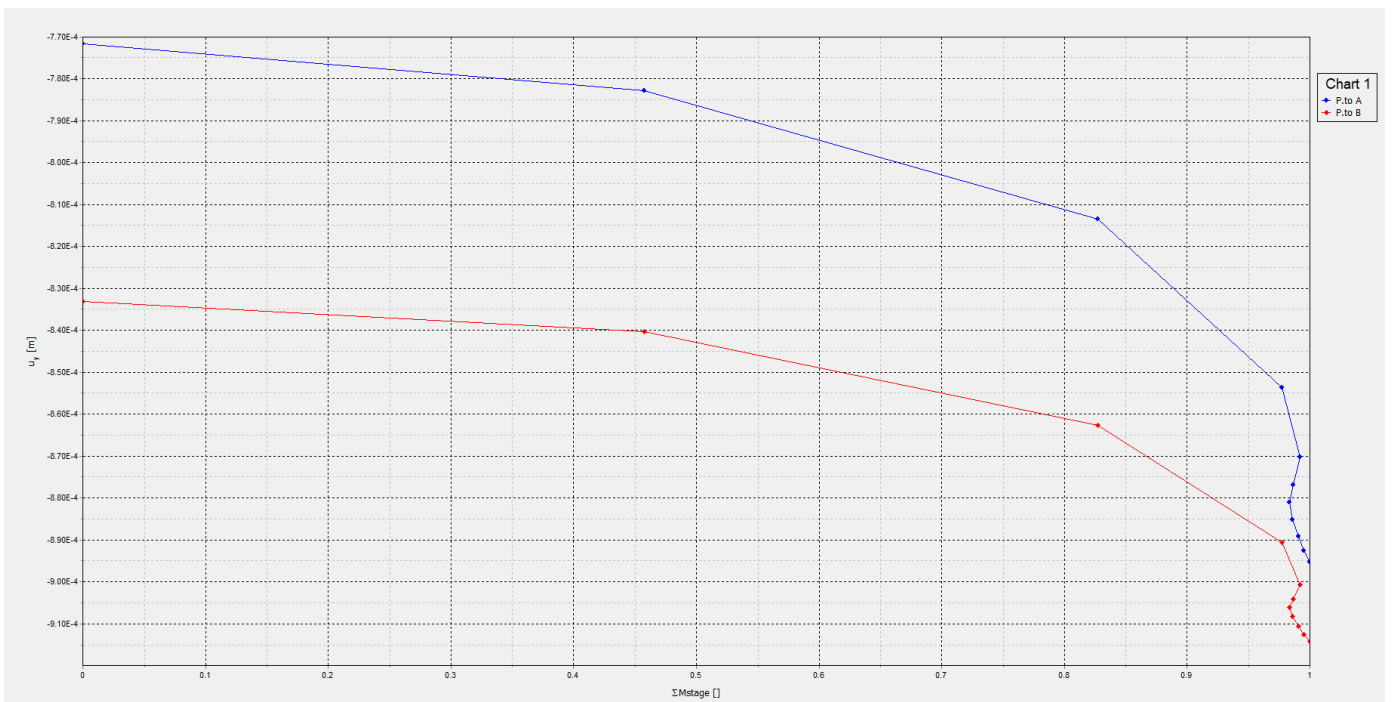
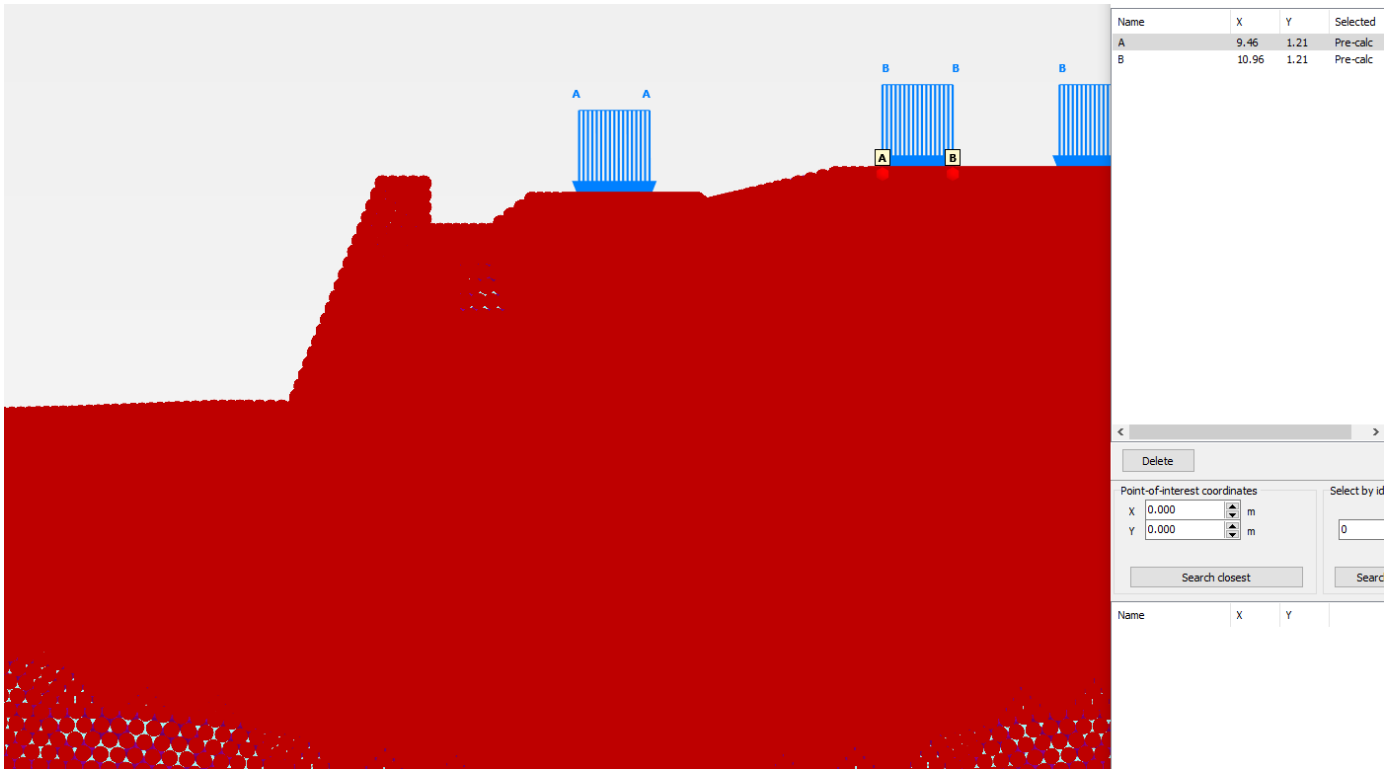
Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Der Trend der Siedlungen der Kontrollpunkte A und B, die unterhalb der Spur BD ausgewählt wurden, wird gemeldet.

Si riporta l'andamento dei cedimenti dei punti di controllo A e B, scelti al di sotto del binario BD.



Sezione	P.to A Distanza X1 [m]	W1 [mm]	P.to B Distanza X2 [m]	W2 [mm]	Δw [mm]	γ [‰]	γ_{min} [‰]
Pk. 2 + 580	- 9.50	-0.8953	- 11.00	-0.9143	0.019	0.0063	4.5

Tabelle 1 – Senkungen und Gleisverwindung

Tabella 1 – Cedimenti e sghembo.

Die numerisch abgeleiteten Werte der Abrechnungen garantieren ein angemessenes Maß an Funktionalität.

I valori dei cedimenti dedotti numericamente garantiscono adeguati livelli di funzionalità.

10.4 ÜBERPRÜFEN DER SELBSTBOHRSTANGEN

10.4 VERIFICA DELLE BARRE AUTOPERFORANTI

Der Maximalwert der auf die selbstbohrenden Bars wirkenden axialen Spannung ist gleich:

Il massimo valore di sforzo assiale agente sulle barre autoperforanti è pari a:

$$N_{max,SLU} = 20.32 \text{ kN/m} \times 2.50 \text{ m} = 50.8 \text{ kN}$$

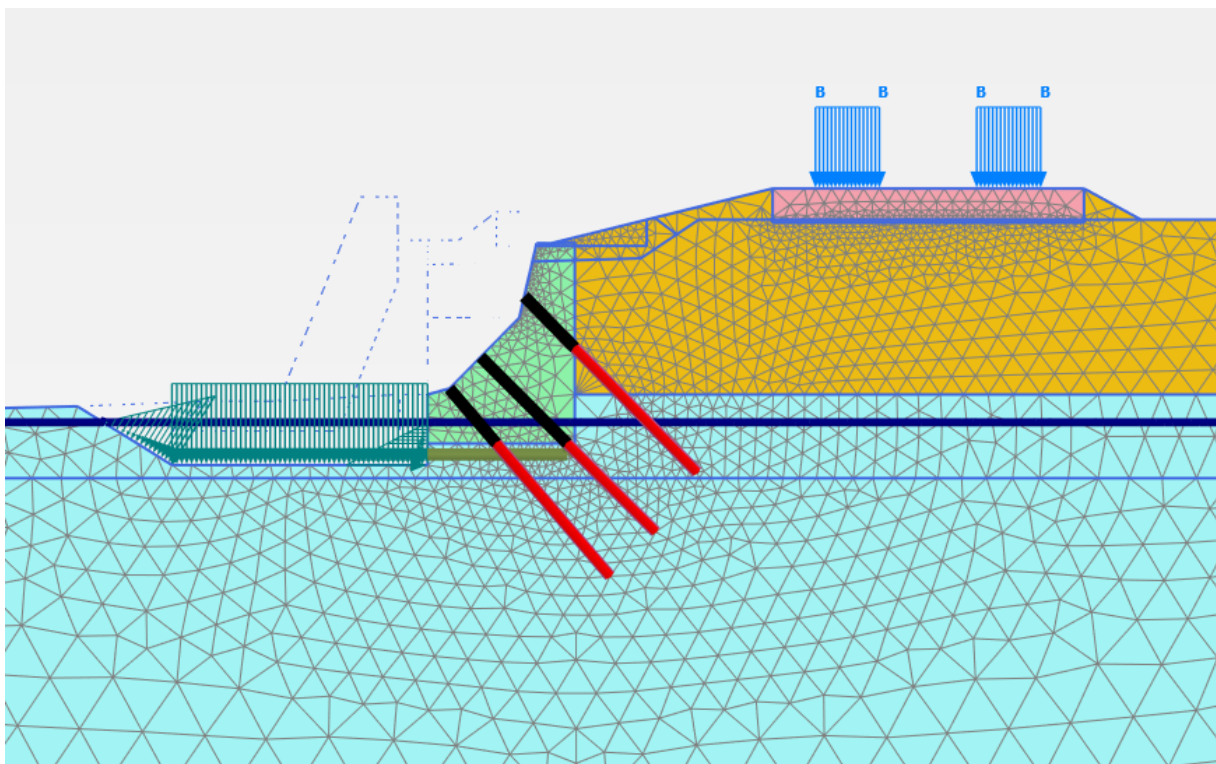
$$N_{max,SLU} = 20.32 \text{ kN/m} \times 2.50 \text{ m} = 50.8 \text{ kN}$$

Unter Berücksichtigung von Ansatz 1 - Kombination A1+M1+R3 und Anwendung der Regulierungskoeffizienten erhalten wir:

Considerando l'Approccio 1 - Combinazione A1+M1+R3 ed applicando i coefficienti di Normativa, si ottiene:

$$N_{max,SLU} = 50.8 \text{ kN/m} \times 1.50 \text{ m} = 76.2 \text{ kN/barra}$$

$$N_{max,SLU} = 50.8 \text{ kN/m} \times 1.50 \text{ m} = 76.2 \text{ kN/barra}$$



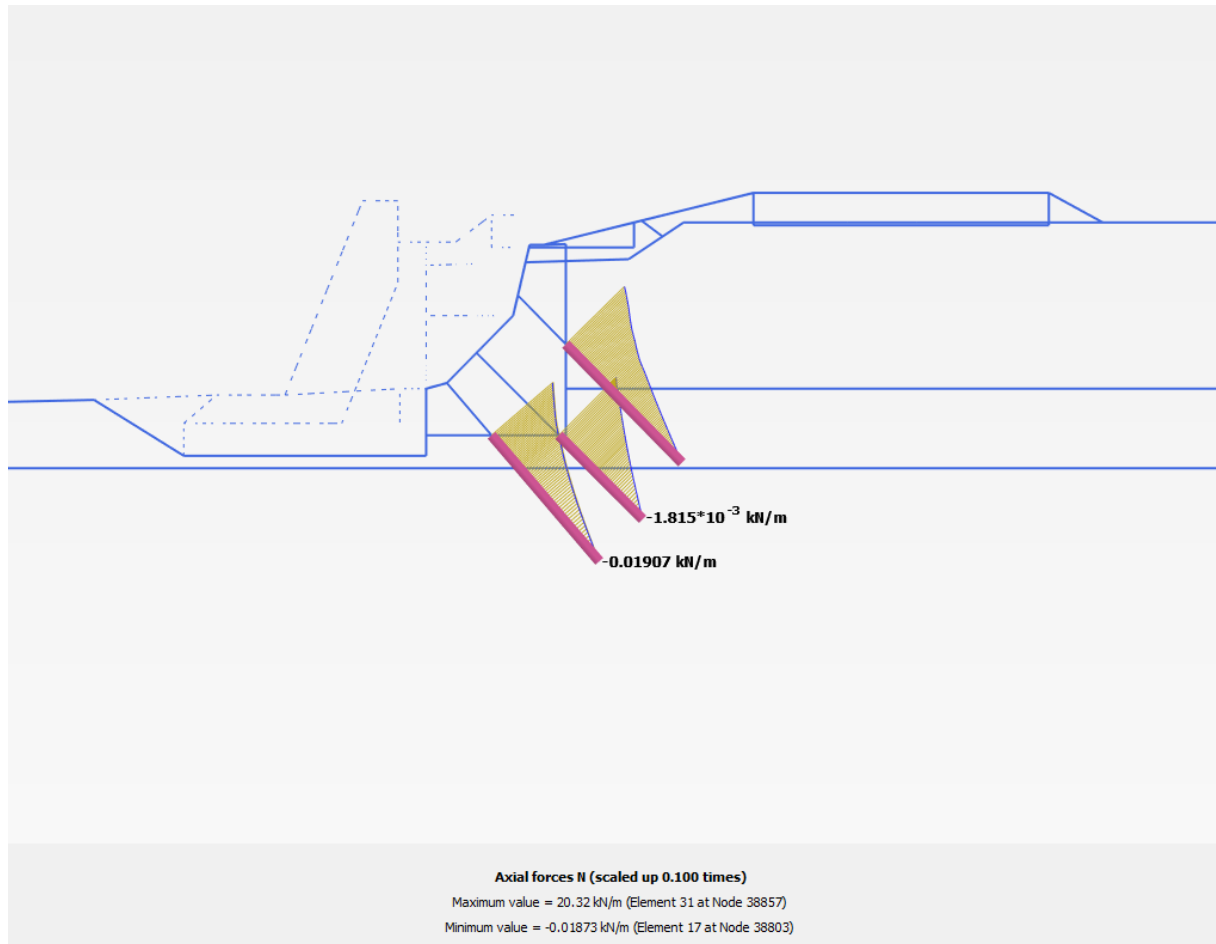
Fachbereich: Bauwerksplanung
 Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
 dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660



N_{max}	l_t	N_t	A	R_k	R_d	TSF STR
kN/m	m	kN	cm ²	kN	kN	
30.48	2.5	76.20	4.70	249.1	226.5	0.34

α	D_p m	D_1 m	τ_{lim} kPa	L_f m	$R_{a,c}$ kN	$R_{a,d}$ kN	TSF GEO	$R_d > R_{a,d} ?$
1.1	0.090	0.099	180	3.00	167.95	84.82	0.90	OK

Tabelle 2 – Selbstbohrenden bars GZT A1+M1+R3: Pullout-Prüfung, Prüfung der Streckfestigkeit, Prüfung der Hierarchie der Widerstände.

Tabella 2 – Barre autoporforanti SLU A1+M1+R3: verifica allo sfilamento, verifica snervamento, verifica gerarchia resistenze.

11 NACHWEIS DER MIKROPFÄHLE

Mikropileüberprüfungen werden unter Bezugnahme auf die folgenden Grenzzustände durchgeführt:

- **Geotechnische SLU (GEO)**
 - Zusammenbruch durch Grenzlast in Bezug auf axiale Lasten;
 - Zusammenbruch durch Grenzlast in für Querlasten;
 - Zusammenbruch durch Grenzlast für Axiallasten der Traktion;
- **Strukturelle SLU (STR)**
 - Erreicht den ultimativen Widerstand von Mikropiles.

11.1 NACHWEIS TRAGFÄHIGKEIT

Nachfolgend wird allgemein der Nachweis für den Mikropfahl der ersten Reihe unter Erosionsbedingungen der Fundamentfläche der Mauer wiedergegeben. Der Nachweis wird für die Mauer Typ 5 (km 2+600) durchgeführt, da sie am repräsentativsten ist. Es wird berücksichtigt, dass die Mikropfähle das Eigengewicht der Mauer stützen und den Erddruck in der außergewöhnlichen Kombination aufnehmen müssen.

Die wirkenden Kräfte sind also eine vertikale Last einschließlich der Last durch das Kippmoment und eine horizontale Kraft durch das Gleiten.

Die vertikale Last wird aus einem Eigengewicht der Mauer und aus dem darüberliegenden Wassergewicht bei hundertfünfzigjährlichem Hochwasser bestehen.

Als Eigengewicht der Mauer wird die Hälfte angenommen, da bei außergewöhnlichen Erosionsbedingungen angenommen wird, dass man den Boden beim Mikropfahl verliert, während der Boden bleibt, auf dem das Endstück des Mauersockels ruht.

11 VERIFICA DEI MICROPALI

Le verifiche dei micropali vengono effettuate con riferimento ai seguenti stati limite:

- **SLU di tipo geotecnico (GEO)**
 - collasso per carico limite nei riguardi dei carichi assiali;
 - collasso per carico limite nei riguardi dei carichi trasversali;
 - collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione;
- **SLU di tipo strutturale (STR)**
 - raggiungimento della resistenza ultima dei micropali.

11.1 VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE

Si riporta di seguito, a carattere generale, la verifica del micropalo della prima fila in condizione di erosione del piano fondale del muro. La verifica viene condotta per il muro tipo 5 (km 2+600) essendo la più rappresentativa. Si considera che i micropali debbano sostenere il peso proprio del muro ed assorbire la spinta del terreno in combinazione eccezionale.

Le azioni agenti quindi sono un carico verticale comprensivo del carico dovuta al momento ribaltante e un'azione orizzontale dovuto allo scorrimento.

In particolare il carico verticale sarà costituito da un peso proprio del muro e dal peso dell'acqua sovrastante in corrispondenza del livello di piena centocinquennale.

Il peso proprio del muro viene assunto pari alla metà, poichè in condizioni eccezionali di erosione si considera che si perda il terreno in corrispondenza del micropalo, mentre rimanga quello su cui poggia la parte terminale della base del muro stesso.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Das Gewicht des Wassers wird in seiner Gesamtheit und beim hundertjährigen Grundwasserspiegel in Bezug auf den untersuchten Abschnitt (der schwierigste) beurteilt.

Il peso dell'acqua viene valutato nella sua totalità ed in corrispondenza del livello di falda centocinquantennale relativo alla sezione in esame (il più gravoso).



Das Eigengewicht pro Maurermeter ist:

$$P_p = (11.60 \text{ m}^3/\text{m} + 11.00 \text{ m}^3/\text{m}) \times 25 \text{ kN/m}^3 + 9.80 \text{ m}^3/\text{m} \times 10 \text{ kN/m}^3 = 663 \text{ kN/m}$$

Unter Berücksichtigung des Achsabstands der Pfähle von 600mm und der Last der halben Mauer ergibt sich die folgende Entlastung für den Kopfpfahl:

$$N_p = P_p \times i/2 = 663 \times 0.6 / 2 = 198 \text{ KN}$$

Der Druck S_{tot} bei außergewöhnlicher Kombination und bei Achsabstand der Pfähle von 0.6 m ist

$$S_{\text{tot}} = (84.61 \text{ kN/m} \cos 30^\circ) \times 0.6 \text{ m} = 44 \text{ KN}$$

Das korrelierte Kippmoment ist

$$M_R = S_{\text{Tot}} \times H/3 = 44.4 \text{ KN} \times 5.7 \text{ m}/3 = 85 \text{ KN}$$

Hieraus ergibt sich die vertikale Last gemäß Projekt:

$$N_{\text{Ed}} = M_R / b = 85 \text{ KN} / 4.4 \text{ m} \approx 21 \text{ KN}$$

Il peso proprio per metro di muro risulta:

$$P_p = (11.60 \text{ m}^3/\text{m} + 11.00 \text{ m}^3/\text{m}) \times 25 \text{ kN/m}^3 + 9.80 \text{ m}^3/\text{m} \times 10 \text{ kN/m}^3 = 663 \text{ kN/m}$$

Considerando l'interasse dei pali di 600 mm ed il carico di metà muro si ha uno scarico per il palo di testa di:

$$N_p = P_p \times i/2 = 663 \times 0.6 / 2 = 198 \text{ KN}$$

La spinta S_{tot} in combinazione eccezionale considerando l'interasse dei pali pari a 0.6 m vale:

$$S_{\text{tot}} = (84.61 \text{ kN/m} \cos 30^\circ) \times 0.6 \text{ m} = 44 \text{ KN}$$

Il momento ribaltante correlato è pari a

$$M_R = S_{\text{Tot}} \times H/3 = 44.4 \text{ KN} \times 5.7 \text{ m}/3 = 85 \text{ KN}$$

Da cui il carico verticale di progetto:

$$N_{\text{Ed}} = M_R / b = 85 \text{ KN} / 4.0 \text{ m} \approx 21 \text{ KN}$$

Fachbereich: Bauwerksplanung
 Thema: Offene Bauweise
 Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere
 Tema: Galleria Artificiale
 Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

wobei

dove

S_{Tot} : Maximales Endergebnis des Drucks auf die Mauer

S_{Tot} : Risultante massima della spinta sul muro

H/3: Applikationspunkt des Drucks

H/3: Punto di applicazione della spinta

b: Arm der Kräfte

b: Braccio delle forze

Nachstehend ist der Nachweis der Tragfähigkeit aufgeführt.

Si riporta di seguito la verifica della capacità portante

11.1.1 Überprüfung des Zusammenbruchs durch Grenzlast gegen Axialbelastungen

11.1.1 Verifica di collasso per carico limite nei riguardi dei carichi assiali

Die Kollapssicherung auf Grenzlasten in bezug auf Lasten axial, durchgeführt nach der Theorie von Bustamante-Doix

Si riporta la verifica a collasso per carichi limite nei riguardi dei carichi assiali, condotta secondo la Teoria di Bustamante-Doix.

Coefficienti parziali di combinazione

Coefficienti parziali da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza Pali infissi Pali trivellati Pali ad elica continua

		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	1.0	1.45	1.15	1.0	1.70	1.35	1.0	1.60	1.30
Laterale (compressione)	γ_s	1.0	1.45	1.15	1.0	1.45	1.15	1.0	1.45	1.15
Totale (compressione) (*)	γ_t	1.0	1.45	1.15	1.0	1.60	1.30	1.0	1.55	1.25
Laterale (trazione)	γ_{st}	1.0	1.60	1.25	1.0	1.60	1.25	1.0	1.60	1.25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Coefficienti di riduzione per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

1 Numero di verticali di indagine ξ_3 ξ_4 R (med;min) med

1.7 1.7

Tipo di combinazione

Approccio 1 : A1 - M1 - R1

Approccio 1 : A2 - M2 - R2

Approccio 2 : A1 - M1 - R3

Imposta coefficienti da Normativa ANNULLA ACCETTA

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

The screenshot shows a software interface for micropile verification. It includes input fields for micropile length (5 m) and minimum length (3.34 m), a confirmation message 'Lunghezza micropalo OK!', and a table of results for axial loads and safety factors. A 'VERIFICA' button is at the bottom.

Portanza Qlimite			
N max,SLU [kN]	267		
P [kN]	52.99	F.S. :	0.20
S [kN]	353.29	F.S. :	1.32
Qlim = P + S [kN]	406.28	F.S. :	1.52

Die Kollapsprüfung auf Grenzbelastung gegen Axialbelastung wird erreicht, was folgendes Ergebnis ergibt:

La verifica di collasso per carico limite nei riguardi dei carichi assiali risulta soddisfatta, risultando:

$$Q_{lim} = P + S = 353.29 + 52.99 \text{ kN} > N_{max,SLU} = 406.28 \text{ kN (comb. A2+M2+R1)} \rightarrow \mathbf{FS = 1.57}$$

deren:

$$P = \pi \cdot \alpha \cdot d_s \cdot s \cdot L / (\gamma_s \cdot \xi_3) =$$

$$= \pi \cdot 1.4 \cdot 220 \cdot 0.180 \cdot L / (1.45 \cdot 1.7) = 353.29 \text{ kN}$$

$$S = 0.15\%(P) = 52.99 \text{ kN}$$

in cui:

$$P = \pi \cdot \alpha \cdot d_s \cdot s \cdot L / (\gamma_s \cdot \xi_3) =$$

$$= \pi \cdot 1.4 \cdot 220 \cdot 0.180 \cdot L / (1.45 \cdot 1.7) = 353.29 \text{ kN}$$

$$S = 0.15\%(P) = 52.99 \text{ kN}$$

11.1.2 Überprüfung des Zusammenbruchs nach Grenzlast in Bezug auf Querstellen

11.1.2 Verifica di collasso per carico limite nei riguardi dei carichi trasversali

Die Kollapsprüfung auf Belastungen in Bezug auf Lasten in Bezug auf Querlasten, durchgeführt nach den Broms Theorie (1964), unter entwässerten Bedingungen und unter Berücksichtigung des Leiters von Mikropiles am Rotieren.

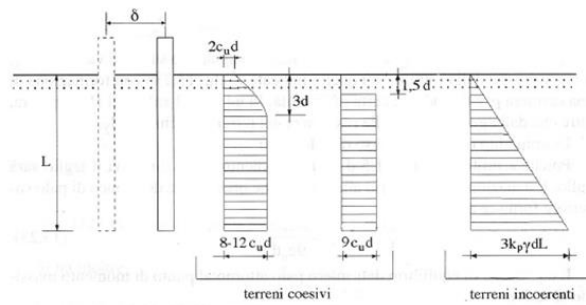
Si riporta la verifica a collasso per carichi limite nei riguardi dei carichi trasversali, condotta secondo la Teoria di Broms (1964), in condizioni drenate e considerando la testa dei micropali impedita di ruotare.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

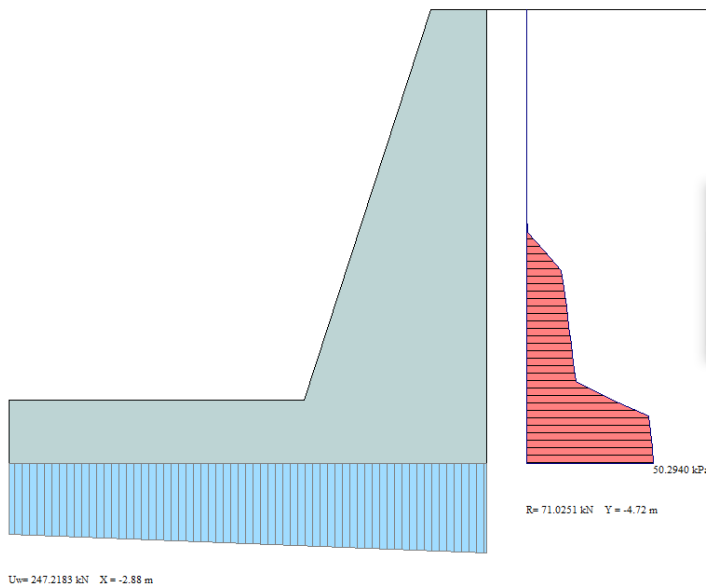


Die Analyse erfolgt mit Bezug auf den Ansatz 1, Kombination 2" (Kombination A2+M1+R2 bei statischen Bedingungen, M1+R2 bei Erdbeben, bei dem die Teilkoeffizienten bei den Einwirkungen γ_F einheitlich sind).

L'analisi viene condotta con riferimento all'Approccio 1, Combinazione 2" (Combinazione A2+M1+R2 in condizioni statiche, M1+R2 nel caso sismico, nel quale i coefficienti parziali sulle azioni γ_F sono unitari).

Der Nachweis wird für die strukturelle Berechnungskombination Nr. 19 durchgeführt, statisch, und ergibt eine Einwirkung von 71 kN/m pro Mauermeter.

In particolare, la verifica viene effettuata nei confronti della combinazione di calcolo strutturale n.19, statica, da cui si evince un'azione di 71 kN/m per metro di muro.



Dettagli Combinazione

Caso A2-M2 (GE0)

N°	Nome cond.	Sfav/Fav	ψ	γ	$\psi \cdot \gamma$
1	Peso proprio	SFAV	1.00	1.00	1.00
2	Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
3	Balast (P)	SFAV	1.00	1.00	1.00
4	Sw/2 (V)	SFAV	1.00	1.30	1.30

Da die Mikropfähle einen Abstand von 60cm haben und 3 Reihen vorhanden sind, ergibt sich für den einzelnen Mikropfahl:

Essendo i micropali a passo 60 cm e disponendo di n.3 file, sul singolo micropalo risulta:

$$F_d = 71 \text{ kN/m} \times 0.60 \text{ m}/3 = 14.2 \text{ kN}$$

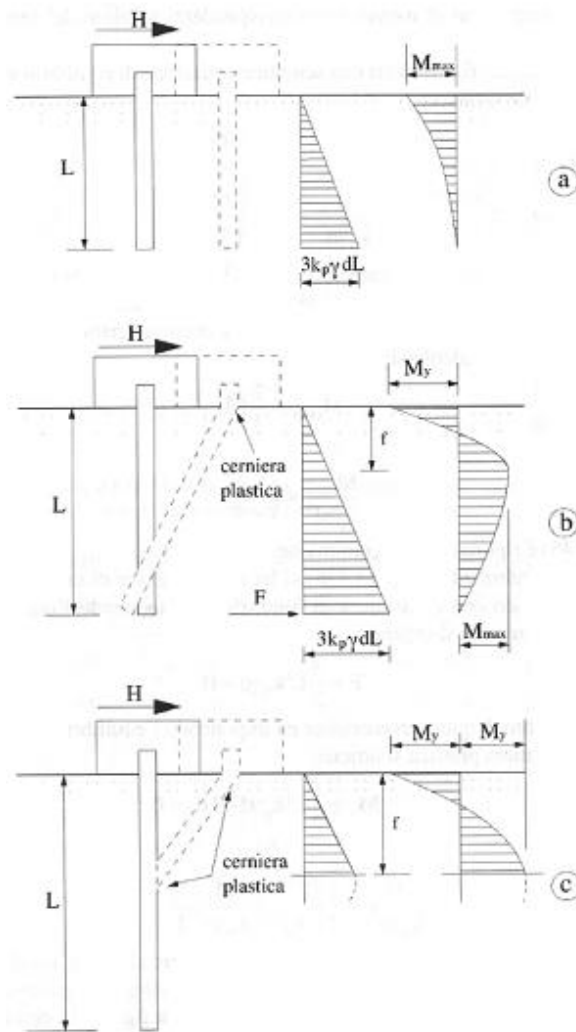
$$F_d = 71 \text{ kN/m} \times 0.60 \text{ m}/3 = 14.2 \text{ kN}$$

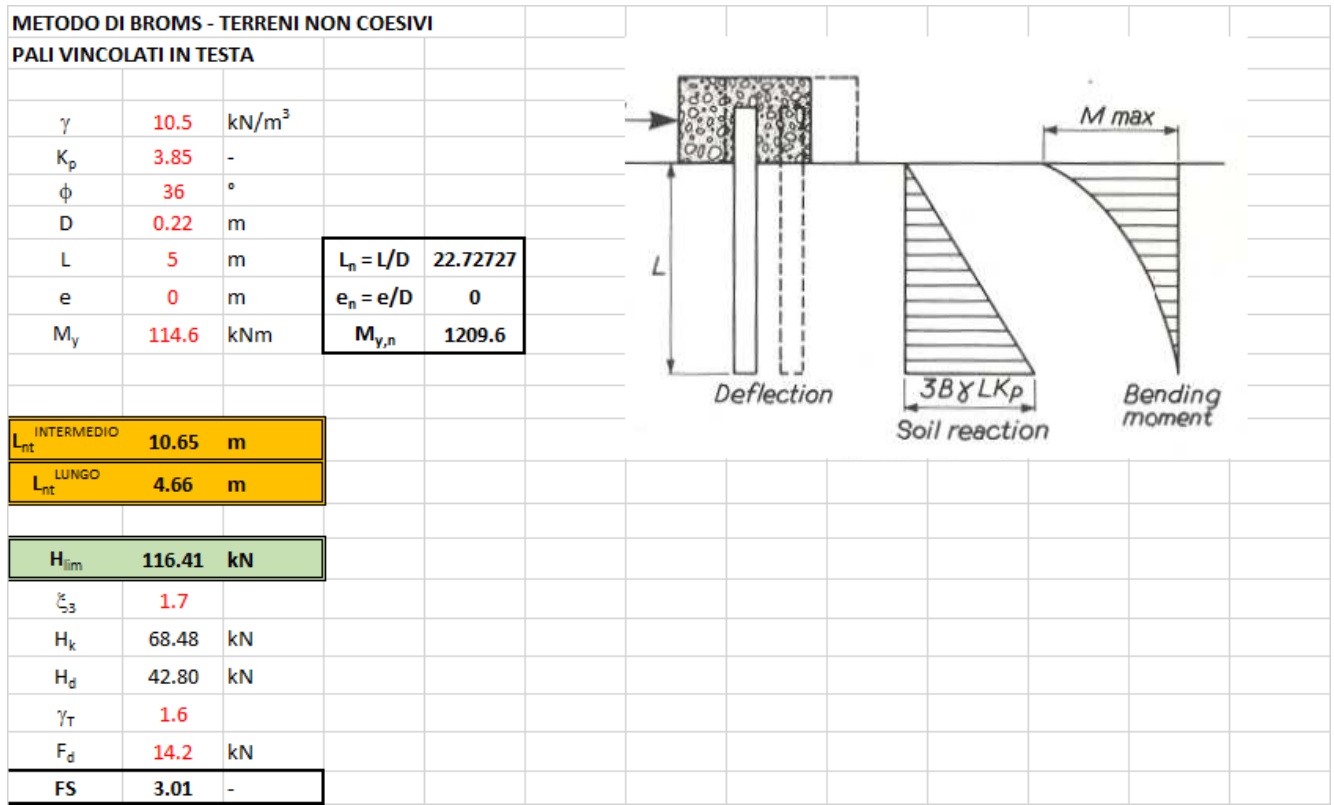
Mögliche Bruchmechanismen sind unten dargestellt

I possibili meccanismi di rottura sono illustrati di seguito

und können von oben nach unten als „kurzer Pole“-
 Bruch angezeigt werden (keiner Zeit My Plastierung ist
 erreicht in irgendeinem Polabschnitt), „lange Pole“ (man
 erreicht My zum Pfahlgründungsangriff).

e possono essere indicati, dall'alto verso il basso, come
 rottura a “palo corto” (non si raggiunge il momento di
 plasticizzazione My in nessuna sezione del palo), “palo
 intermedio” (si raggiunge My all’attacco palo-
 fondazione) e “palo lungo” (My raggiunto anche in una
 sezione lungo il fusto).





Die Überprüfung des Zusammenbruchs nach Grenzlast in Bezug auf Querlasten ist erfüllt, was ergibt sich:

La verifica di collasso per carico limite nei riguardi dei carichi trasversali risulta soddisfatta, risultando:

$$H_d = H_k/\gamma_T = H_{lim}/\xi_3 \cdot \gamma_T = 116.41/(1.7 \cdot 1.6) = 42.8 \text{ kN} > F_d = 14.2 \text{ kN (comb. A2+M2+R1)} \rightarrow \text{FS} = 3.01$$

Für die Berechnung des maximalen wirkenden Moments an der Spitze der Mikropilen wurde die Theorie es halbinunbegrenzten elastischen Strahls auf dem Boden zum Winkler, mit kontantem Reaktionsmodul mit Tiefe und unter Berücksichtigung der Mikropile daran gehindert, sich oben zu drehen.

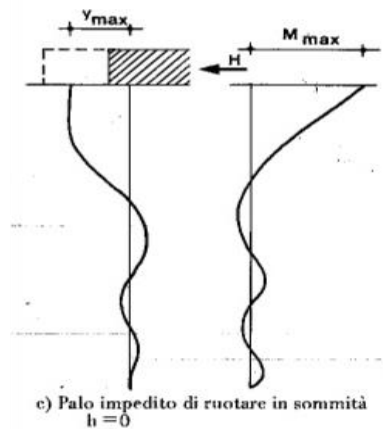
Per il calcolo del momento massimo agente in testa ai micropali si applica la teoria della trave elastica semi-illimitata su suolo alla Winkler, con modulo di reazione costante con la profondità e considerando i micropali impediti di ruotare in sommità.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660



Das maximal Moment gilt:

Il momento massimo vale:

$$M = H L_0/2$$

Wo es „Elastische Länge“ genannt wird

dove è detta "lunghezza elastica".

$$L_0 = \sqrt[4]{4EJ/Es}$$

Mit:

con:

EJ flexible Steifigkeit des Mikropile

EJ rigidezza flessionale del micropalo

ES Modul der Bodenelastizität

Es modulo di elasticità del terreno

Altezza del palo fuori terra	h =	0.00	m	Coefficiente di sottofondo	k =	33727	kN/m³
Palo incastrato in sommità (s/n)	P _{inc} =	s		Modulo elastico Palo	E =	2.08E+08	kN/m²
Diametro palo	Ø =	0.22	m	Modulo elastico Terreno	E _s =	5500	kN/m²
Sforzo orizzontale per palo	V =	14.20	kN	Es calcolato con 1.5Øk	E _s =	7332	kN/m²
					K _{st} =	40	
Lunghezza elastica del Palo	L ₀ =	2.042	m	L ₀ =(4EJ/Es) ^¼		9.3Ø	
Lo schema di calcolo adottato è	del tipo	C		Calcola			
							Verifica congruenza
	Y max =	1.26	mm		P=	6.953	KN/m
	M max =	14.50	kNm		P _{ult} =	896.199	KN/m
	ALFA (Mmax/H) =	1.02					SODDISFATTA

11.2 STRUKTURELLER TYP SLU (STR)

11.2 VERIFICHE SLU DI TIPO STRUTTURALE (STR)

Überprüfen Sie, ob die Widerstandsprüfungen des Querschnitts der Mikropolen gemeldet werden.

Si riportano le verifiche di resistenza della sezione trasversale dei micropali.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Valore di snervamento dell'acciaio del profilo	f_{yk}	275 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio del profilo	f_{uk}	430 [N/mm ²]
Modulo di elasticità dell'acciaio del profilo	E	210000 [N/mm ²]
Modulo di elasticità tangenziale dell'acciaio del profilo	G	80769 [N/mm ²]
Coefficiente parziale di sicurezza per le verifiche di resistenza	γ_{M0}	1.05 [-]
Coefficiente parziale di sicurezza per le verifiche di stabilità	γ_{M1}	1.05 [-]
Coefficiente parziale di sicurezza per le verifiche di rottura	γ_{M2}	1.25 [-]

Caratteristiche meccaniche del profilo

Diametro esterno del profilo tubolare	d_{ext}	219.10 [mm]
Spessore del profilo tubolare	t	10.00 [mm]
Diametro interno	d_{int}	199.10 [mm]
Raggio esterno	r_{ext}	109.55 [mm]
Raggio interno	r_{int}	99.55 [mm]
Area della sezione trasversale	A	6569 [mm ²]
Momento d'inerzia della sezione trasversale attorno all'asse forte	I_y	3.5984E+07 [mm ⁴]
Modulo di resistenza elastico attorno all'asse forte	$W_{el,y}$	3.2847E+05 [mm ³]
Modulo di resistenza plastico attorno all'asse forte	$W_{pl,y}$	4.3756E+05 [mm ³]
Area resistente a taglio nel piano dell'anima	$A_{V,z}$	4182 [mm ²]
Raggio d'inerzia attorno all'asse forte	i_y	74.01 [mm]
Momento d'inerzia della sezione trasversale attorno all'asse debole	I_z	3.5984E+07 [mm ⁴]
Modulo di resistenza elastico attorno all'asse debole	$W_{el,z}$	3.2847E+05 [mm ³]
Modulo di resistenza plastico attorno all'asse debole	$W_{pl,z}$	4.3756E+05 [mm ³]
Area resistente a taglio nel piano delle ali	$A_{V,y}$	4182 [mm ²]
Raggio d'inerzia attorno all'asse debole	i_z	74.01 [mm]
Momento d'inerzia torsionale	I_t	7.197E+07 [mm ⁴]

Caratteristiche di sollecitazione nella sezione di verifica

Forza normale (positiva se di compressione)	N_{Ed}	267.00 [kN]
Forza di taglio agente in direzione parallela all'anima	$V_{z,Ed}$	[kN]
Forza di taglio agente in direzione parallela alle ali	$V_{y,Ed}$	14.20 [kN]
Momento flettente attorno all'asse maggiore di inerzia	$M_{y,Ed}$	14.50 [kNm]
Momento flettente attorno all'asse minore di inerzia	$M_{z,Ed}$	[kNm]
Momento torcente primario (alla Saint Venant)	T_{Ed}	[kNm]

Classificazione della sezione trasversale di verifica

Coefficiente ε	ε	0.924 [-]
Rapporto tra diametro esterno e spessore	ρ	21.910 [-]
Rapporto limite per la classe 1	ρ_1	42.727 [-]
Rapporto limite per la classe 2	ρ_2	59.818 [-]
Rapporto limite per la classe 3	ρ_3	76.909 [-]

Classificazione della sezione trasversale

CL 1

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Verifiche di resistenza della sezione trasversale		
Resistenza a trazione pura		
Resistenza plastica a trazione	$N_{t,Rd}$	1720.47 [kN]
Verifica a trazione pura	P_{Nt}	0.000 [-]
Resistenza a compressione pura		
Resistenza a compressione pura	$N_{c,Rd}$	1720.47 [kN]
Verifica a compressione pura	P_{Nc}	0.155 [-]
Resistenza a torsione e taglio		
Diametro medio della sezione trasversale	d_{med}	209.10 [mm]
Area della sezione compresa nel diametro medio	Ω	34339.81 [mm ²]
Tensioni tangenziali dovute al momento torcente	$\tau_{t,Ed}$	0.00 [N/mm ²]
Verifica tensionale per pura torsione	P_T	0.000 [-]
Resistenza plastica a taglio	$V_{pl,Rd}$	632.36 [kN]
Resistenza plastica a taglio ridotta per effetto della torsione	$V_{pl,T,Rd}$	632.36 [kN]
Verifica a taglio in direzione z - z	P_{Vz}	0.000 [-]
Verifica a taglio in direzione y - y	P_{Vy}	0.022 [-]
Resistenza a flessione		
Modulo di resistenza di calcolo per flessione attorno all'asse y - y	W_y	4.38E+05 [mm ³]
Resistenza a flessione attorno all'asse y - y	$M_{cy,Rd}$	114.60 [kNm]
Verifica flessionale attorno all'asse y - y	P_{My}	0.127 [-]
Modulo di resistenza di calcolo per flessione attorno all'asse z - z	W_z	4.38E+05 [mm ³]
Resistenza a flessione attorno all'asse z - z	$M_{cz,Rd}$	114.60 [kNm]
Verifica flessionale attorno all'asse z - z	P_{Mz}	0.000 [-]
Resistenza a flessione e taglio (per sezioni in classe 1 o 2)		
Fattore di riduzione per la presenza della forza di taglio in direzione z - z	$P_{Vz,red}$	1.00 [-]
Fattore di riduzione per la presenza della forza di taglio in direzione y - y	$P_{Vy,red}$	1.00 [-]
Resistenza a flessione ridotta, per flessione attorno all'asse y - y	$M_{Vy,Rd}$	114.60 [kNm]
Verifica flessionale attorno all'asse y - y	$P_{My - Vz}$	0.127 [-]
Resistenza a flessione ridotta, per flessione attorno all'asse z - z	$M_{Vz,Rd}$	114.60 [kNm]
Verifica flessionale attorno all'asse z - z	$P_{Mz - Vy}$	0.000 [-]
Resistenza a flessione, forza assiale e taglio		
<u>Calcolo plastico per sezioni in classe 1 o 2</u>		
Coefficiente n	n	0.155 [-]
Resistenza a flessione ridotta, per flessione attorno all'asse y - y	$M_{Ny,Rd}$	109.77 [kNm]
Resistenza a flessione ridotta, per flessione attorno all'asse z - z	$M_{Nz,Rd}$	109.77 [kNm]
Verifica di presso/tenso flessione biassiale (metodo EN1993 - 1 - 1:2010)	$P_{N - My - Mz - pl}$	0.017 [-]
Verifica di presso/tenso flessione biassiale (metodo cautelativo)	$P_{N - My - Mz - pl}$	0.282 [-]
<u>Calcolo elastico per sezioni in classe 3</u>		
Momento globale agente nella sezione	$M_{tot,Ed}$	14.50 [kNm]
Taglio globale agente nella sezione	$V_{tot,Ed}$	14.20 [kN]
Tensione normale massima	$\sigma_{x,Ed,fs}$	84.79 [N/mm ²]
Verifica relativa alle sole tensioni normali	P_{el}	ver. plastica [-]
Tensione tangenziale dovuta al taglio	$\tau_{V,Ed}$	3.40 [N/mm ²]
Tensione tangenziale dovuta al momento torcente	$\tau_{t,Ed}$	0.00 [N/mm ²]
Verifica relativa alle tensioni totali	$P_{el - tot}$	ver. plastica [-]

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 44 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

12 ANHÄNGE

12 ALLEGATI

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Circolare 617 del 02/02/2009

- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno

- Verifica a ribaltamento

- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa

- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)

- Verifica della stabilità globale

Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise
Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale
Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s

Eseguito il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_f$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguito il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_q = A \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \tan \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

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

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

$$d_q = d_r = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

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

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\theta$$

$$i_r = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2 \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_r = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\text{tg}\phi_i \text{tg}\alpha_i}{\eta} \right) \cos\alpha_i$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 1

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c'	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.50	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	γ_c'	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

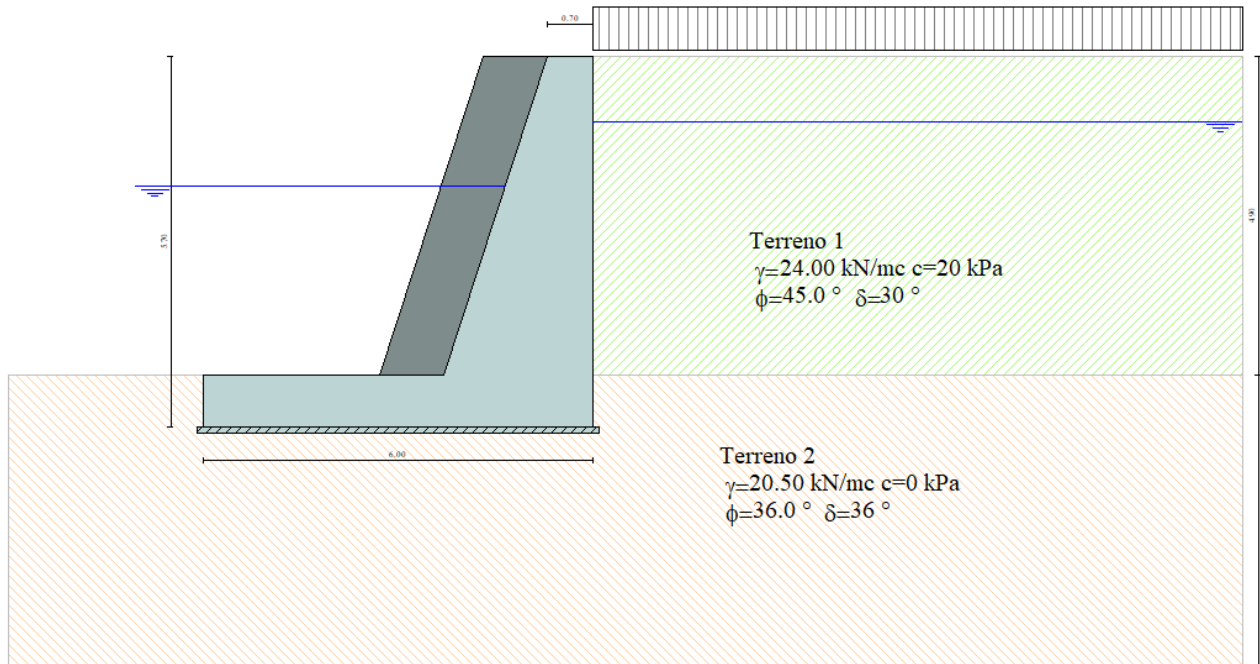
<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

MURO TIPOLOGICO 5



Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	4.90 [m]
Spessore in sommità	0.70 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	2.29 [m]
Inclinazione paramento esterno	18.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	15.00 [m]
Spessore rivestimento	1.00 [m]
Peso sp. rivestimento	55.0000 [kN/mc]
Fondazione	
Lunghezza mensola fondazione di valle	3.71 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.00 [m]
Lunghezza totale fondazione	6.00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.80 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise
Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale
Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{ra}	449936 [kPa]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	10.00	0.00	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0.00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0.00	[m]

Falda

Quota della falda a monte del muro rispetto al piano di posa della fondazione	4.70	[m]
Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione	3.70	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno

Descrizione Descrizione terreno

γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

c_a Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	24.00	24.00	45.00	30.00	20.0	0.0
Terreno 2	20.50	20.50	36.00	36.00	0.0	0.0

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	4.90	0.00	0.00	5.00	Terreno 1
2	10.00	0.00	11.81	5.00	Terreno 2

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
Q_f	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
D / C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Ballast)

D	Profilo	$X_i=0.00$	$X_f=10.00$	$Q_i=10.0000$	$Q_f=10.0000$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------

Condizione n° 2 (Mezzi d'opera)

D	Profilo	$X_i=0.00$	$X_f=10.00$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------

Condizione n° 3 (SW/2)

D	Profilo	$X_i=1.85$	$X_f=4.25$	$Q_i=62.5000$	$Q_f=62.5000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 56 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 58 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
---------	------	------	------	------

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Ballast	SFAV	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mezzi d'opera	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mezzi d'opera	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mezzi d'opera	SFAV	1.50	1.00	1.50

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mezzi d'opera	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mezzi d'opera	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Ballast	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mezzi d'opera	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mezzi d'opera	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 15 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
SW/2	SFAV	1.50	1.00	1.50

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
SW/2	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
SW/2	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 18 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
SW/2	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
SW/2	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 20 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Ballast	SFAV	1.10	1.00	1.10
SW/2	SFAV	1.50	1.00	1.50

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Combinazione n° 21 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
SW/2	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 22 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 23 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

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

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 25 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 26 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 27 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 28 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 29 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 30 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 31 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mezzi d'opera	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 32 - Frequente (SLE)

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
SW/2	SFAV	1.00	0.40	0.40

Combinazione n° 33 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mezzi d'opera	SFAV	1.00	1.00	1.00
SW/2	SFAV	1.00	0.40	0.40

Combinazione n° 34 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
SW/2	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mezzi d'opera	SFAV	1.00	0.75	0.75

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 64 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

Influenza della falda a valle sia come peso sia come spinta da valle

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS _{sco}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS _{rib}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS _{qlim}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS _{stab}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS _{sco}	CS _{rib}	CS _{qlim}	CS _{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	2.92	--	8.29	--
2	A1-M1 - [1]	--	3.61	--	8.01	--
3	A1-M1 - [1]	--	2.92	--	8.29	--
4	A1-M1 - [1]	--	3.61	--	8.01	--
5	A2-M2 - [1]	--	4.11	--	3.73	--
6	EQU - [1]	--	--	2.49	--	--
7	STAB - [1]	--	--	--	--	1.30
8	A1-M1 - [2]	--	3.24	--	7.23	--
9	A1-M1 - [2]	--	2.63	--	7.29	--
10	A1-M1 - [2]	--	3.24	--	7.23	--
11	A1-M1 - [2]	--	2.63	--	7.29	--
12	A2-M2 - [2]	--	3.27	--	3.19	--
13	EQU - [2]	--	--	2.45	--	--
14	STAB - [2]	--	--	--	--	1.21
15	A1-M1 - [3]	--	2.37	--	6.31	--
16	A1-M1 - [3]	--	2.91	--	6.44	--
17	A1-M1 - [3]	--	2.37	--	6.31	--
18	A1-M1 - [3]	--	2.91	--	6.44	--
19	A2-M2 - [3]	--	2.63	--	2.59	--
20	EQU - [3]	--	--	2.48	--	--
21	STAB - [3]	--	--	--	--	1.14
22	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	5.13	--	10.34	--
23	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	5.10	--	10.41	--
24	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3.59	--	3.46	--
25	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	3.59	--	3.49	--
26	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2.83	--	--
27	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.86	--	--
28	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.27
29	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.26
30	SLEQ - [1]	--	5.84	--	10.92	--

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

31	SLEF - [1]	--	5.60	--	10.67	--
32	SLEF - [1]	--	5.42	--	10.50	--
33	SLER - [1]	--	5.03	--	10.06	--
34	SLER - [1]	--	4.46	--	9.32	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

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

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	46.788421
Longitudine	11.610657
Comune	Fortezza/franzensfeste
Provincia	Bolzano
Regione	Trentino-Alto Adige
Punti di interpolazione del reticolo	6745 - 6746 - 6524 - 6523

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	0.46 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 67 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.26$
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.63$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	0.20 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.55$
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.28$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (per cento)	0.0
Lunghezza del muro	15.00 [m]
Peso muro	297.4489 [kN]
Baricentro del muro	X=-1.68 Y=-3.84

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0.00 Y = -5.70
Punto superiore superficie di spinta	X = 0.00 Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	5.70 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00 [°]

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	56.8791 [kN]
Componente orizzontale della spinta statica	50.5048 [kN]
Componente verticale della spinta statica	26.1629 [kN]
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00 [m] Y = -4.51 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27.39 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56.51 [°]
Spinta falda	119.1478 [kN]
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0.00 [m] Y = -4.13 [m]
Sottospinta falda	271.9401 [kN]

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 68 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Spinta falda da valle	60.4148	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	109.2377	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	398.4461	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1095.3400	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2685.3283	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	398.4461	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	109.2377	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.99	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	6.00	[m]		
Risultante in fondazione	413.1491	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.33	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-394.2302	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.45
--	------

COMBINAZIONE n° 15

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica	57.0712	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	47.5265	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	31.5966	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -4.97	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	33.62	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.32	[°]		
Spinta falda	140.8110	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0.00	[m]	Y = -4.13	[m]
Sottospinta falda	321.3838	[kN]		
Spinta falda da valle	67.1276	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	121.2100	[kN]		
--	----------	------	--	--

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	396.0721	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	396.0721	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	121.2100	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-1.00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6.00	[m]
Risultante in fondazione	414.2040	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.02	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-396.2111	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2499.9699	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	131.98	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 50.59$	$N_q = 37.75$	$N_\gamma = 44.43$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.66$	$i_q = 0.66$	$i_\gamma = 0.28$
Fattori profondità	$d_c = 1.05$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.03$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 35.01$	$N'_q = 25.48$	$N'_\gamma = 12.68$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.37
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	6.31

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 15

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.25	4.4358	0.0021	0.7455
3	0.49	9.3340	-0.0087	1.4658
4	0.74	14.6945	-0.0583	2.1608
5	0.98	20.5173	-0.1725	2.8305
6	1.23	26.8024	-0.3529	3.7977

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

7	1.47	33.5499	-0.4773	5.5023
8	1.72	40.7597	-0.3840	7.9468
9	1.96	48.4318	0.0886	11.1314
10	2.21	56.5663	1.0839	14.7880
11	2.45	65.1631	2.6248	18.4296
12	2.70	74.2222	4.6857	22.0459
13	2.94	83.7436	7.2408	25.6369
14	3.19	93.7273	10.2642	29.2026
15	3.43	104.1948	13.7119	32.7801
16	3.68	115.4671	17.3104	36.9255
17	3.92	128.0337	20.7785	42.4867
18	4.17	141.5051	24.6864	48.7890
19	4.41	155.5625	29.3929	55.2803
20	4.66	170.2006	34.9146	61.9514
21	4.90	185.3975	41.2842	68.7642

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 15

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.37	-3.1199	-16.3145
3	0.74	-11.7311	-29.6025
4	1.11	-24.7107	-39.8640
5	1.48	-40.9359	-47.0989
6	1.86	-59.2839	-51.3074
7	2.23	-78.6317	-52.4893
8	2.60	-97.8566	-50.6446
9	2.97	-115.8357	-45.7735
10	3.34	-131.4462	-37.8758
11	3.71	-143.5653	-26.9515

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 15

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{ts} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]

A_{ti} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 71 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]
 M_u momento ultimo espresso in [kNm]
 CS coefficiente sicurezza sezione
 V_{Rcd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
 V_{Rsd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
 V_{Rd} Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.70	0.000603	0.001206	0.00	0.00	1000.00	222.38	--	--
2	0.25	1.00, 0.78	0.000603	0.001206	9504.83	-4.55	2142.74	242.77	--	--
3	0.49	1.00, 0.86	0.000603	0.001206	10399.18	9.70	1114.12	262.93	--	--
4	0.74	1.00, 0.94	0.000603	0.001206	11273.66	44.74	767.20	282.90	--	--
5	0.98	1.00, 1.02	0.000603	0.001206	12137.84	102.05	591.59	302.72	--	--
6	1.23	1.00, 1.10	0.000603	0.001206	13000.38	171.16	485.04	322.40	--	--
7	1.47	1.00, 1.18	0.000603	0.001206	13891.77	197.62	414.06	341.97	--	--
8	1.72	1.00, 1.26	0.000603	0.001206	14827.64	139.69	363.78	361.46	--	--
9	1.96	1.00, 1.34	0.000603	0.001206	15785.68	-28.87	325.94	380.87	--	--
10	2.21	1.00, 1.42	0.000603	0.001206	16566.02	-317.42	292.86	400.23	--	--
11	2.45	1.00, 1.50	0.000603	0.001206	17322.61	-697.76	265.83	419.53	--	--
12	2.70	1.00, 1.58	0.000603	0.001206	18069.76	-1140.75	243.46	438.80	--	--
13	2.94	1.00, 1.66	0.000603	0.001206	18815.69	-1626.87	224.68	458.03	--	--
14	3.19	1.00, 1.73	0.000603	0.001206	19565.11	-2142.60	208.74	477.24	--	--
15	3.43	1.00, 1.81	0.000603	0.001206	20321.99	-2674.36	195.04	496.43	--	--
16	3.68	1.00, 1.89	0.000603	0.001206	21103.56	-3163.77	182.77	515.67	--	--
17	3.92	1.00, 1.97	0.000603	0.001206	21922.78	-3557.83	171.23	535.02	--	--
18	4.17	1.00, 2.05	0.000603	0.001206	22743.39	-3967.72	160.72	554.43	--	--
19	4.41	1.00, 2.13	0.001206	0.001810	24000.19	-4534.73	154.28	573.87	--	--
20	4.66	1.00, 2.21	0.000603	0.001206	24345.56	-4994.20	143.04	593.33	--	--
21	4.90	1.00, 2.29	0.000603	0.001206	25133.40	-5596.68	135.56	612.81	--	--

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 15

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sfuerzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	0.00	1000.00	247.16	--	--
2	0.37	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	55.37	247.16	--	--
3	0.74	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	14.72	247.16	--	--
4	1.11	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	6.99	247.16	--	--
5	1.48	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	4.22	247.16	--	--
6	1.86	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	2.91	247.16	--	--
7	2.23	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	2.20	247.16	--	--
8	2.60	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	1.77	247.16	--	--
9	2.97	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	1.49	247.16	--	--
10	3.34	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	1.31	247.16	--	--
11	3.71	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	1.20	247.16	--	--

COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica	71.0251	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	63.0540	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	32.6919	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -4.72	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27.41	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.45	[°]		
Spinta falda	108.3162	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0.00	[m]	Y = -4.13	[m]
Sottospinta falda	247.2183	[kN]		
Spinta falda da valle	67.1276	[kN]		

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	104.2425	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	471.3329	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	471.3329	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	104.2425	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.99	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6.00	[m]
Risultante in fondazione	482.7227	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.47	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-468.7434	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1219.4847	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.46	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	156.60	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.54$	$N_q = 18.75$	$N_\gamma = 16.12$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.74$	$i_q = 0.74$	$i_\gamma = 0.34$
Fattori profondità	$d_c = 1.05$	$d_q = 1.02$	$d_\gamma = 1.02$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 23.71$	$N'_q = 14.24$	$N'_\gamma = 5.67$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.63
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.59

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 19

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.25	4.4358	-0.0897	0.0000
3	0.49	9.3340	-0.3720	0.0000
4	0.74	14.6945	-0.8663	0.0000
5	0.98	20.5173	-1.5925	0.0000
6	1.23	26.8024	-2.5514	0.2482
7	1.47	33.5499	-3.6488	1.0832
8	1.72	40.7597	-4.7602	2.5067
9	1.96	48.4318	-5.7610	4.5190
10	2.21	56.5663	-6.5406	6.9138
11	2.45	65.1631	-7.0811	9.3165
12	2.70	74.2222	-7.4021	11.7191
13	2.94	83.9301	-7.6512	14.5256
14	3.19	94.8031	-8.0719	18.8536
15	3.43	106.6328	-8.2242	24.2518
16	3.68	119.0838	-7.7134	29.9942
17	3.92	132.1088	-6.4660	35.9786
18	4.17	145.7017	-4.4511	42.1913
19	4.41	159.8575	-1.6410	48.6219
20	4.66	174.5724	1.9892	55.2619
21	4.90	189.8286	6.4770	62.0729

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 19

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.37	-3.0541	-15.8673
3	0.74	-11.3307	-28.1540
4	1.11	-23.5015	-36.8601

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

5	1.48	-38.2381	-41.9856
6	1.86	-54.2121	-43.5306
7	2.23	-70.0950	-41.4950
8	2.60	-84.5586	-35.8788
9	2.97	-96.2743	-26.6820
10	3.34	-103.9138	-13.9047
11	3.71	-106.1488	2.4533

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 19

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.70	0.000603	0.001206	0.00	0.00	1000.00	222.38	--	--
2	0.25	1.00, 0.78	0.000603	0.001206	9343.43	188.98	2106.35	242.77	--	--
3	0.49	1.00, 0.86	0.000603	0.001206	10092.49	402.19	1081.26	262.93	--	--
4	0.74	1.00, 0.94	0.000603	0.001206	10852.24	639.81	738.53	282.90	--	--
5	0.98	1.00, 1.02	0.000603	0.001206	11619.84	901.89	566.34	302.72	--	--
6	1.23	1.00, 1.10	0.000603	0.001206	12398.29	1180.22	462.58	322.40	--	--
7	1.47	1.00, 1.18	0.000603	0.001206	13206.46	1436.32	393.64	341.97	--	--
8	1.72	1.00, 1.26	0.000603	0.001206	14053.22	1641.25	344.78	361.46	--	--
9	1.96	1.00, 1.34	0.000603	0.001206	14939.84	1777.11	308.47	380.87	--	--
10	2.21	1.00, 1.42	0.000603	0.001206	15863.60	1834.27	280.44	400.23	--	--
11	2.45	1.00, 1.50	0.000603	0.001206	16812.13	1826.94	258.00	419.53	--	--
12	2.70	1.00, 1.58	0.000603	0.001206	17774.39	1772.63	239.48	438.80	--	--
13	2.94	1.00, 1.66	0.000603	0.001206	18734.23	1707.84	223.21	458.06	--	--
14	3.19	1.00, 1.73	0.000603	0.001206	19676.34	1675.32	207.55	477.40	--	--
15	3.43	1.00, 1.81	0.000603	0.001206	20632.48	1591.30	193.49	496.79	--	--
16	3.68	1.00, 1.89	0.000603	0.001206	21619.38	1400.35	181.55	516.20	--	--
17	3.92	1.00, 1.97	0.000603	0.001206	22631.51	1107.69	171.31	535.62	--	--
18	4.17	1.00, 2.05	0.000603	0.001206	23662.89	722.89	162.41	555.05	--	--

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

19	4.41	1.00, 2.13	0.001206	0.001810	25179.71	258.49	157.51	574.50	--	--
20	4.66	1.00, 2.21	0.000603	0.001206	25604.59	-291.75	146.67	593.97	--	--
21	4.90	1.00, 2.29	0.000603	0.001206	26348.71	-899.02	138.80	613.46	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 19

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sfuerzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	0.00	1000.00	247.16	--	--
2	0.37	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	56.56	247.16	--	--
3	0.74	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	15.25	247.16	--	--
4	1.11	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	7.35	247.16	--	--
5	1.48	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	4.52	247.16	--	--
6	1.86	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	3.19	247.16	--	--
7	2.23	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	2.46	247.16	--	--
8	2.60	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	2.04	247.16	--	--
9	2.97	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	1.79	247.16	--	--
10	3.34	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	1.66	247.16	--	--
11	3.71	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	1.63	247.16	--	--

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise
Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale
Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 21

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Ctn, Ctt contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -3.45 Y[m]= 1.29

Raggio del cerchio R[m]= 7.80

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8.20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.25

Larghezza della striscia dx[m]= 0.50

Coefficiente di sicurezza C= 1.14

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α (°)	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	55.5893	73.69	53.3531	0.0174	38.66	16	0	---	---
2	71.6756	63.33	64.0525	0.0109	38.66	16	12	---	---
3	82.0029	55.98	67.9696	0.0087	38.66	16	20	---	---
4	89.9365	49.87	68.7650	0.0076	38.66	16	27	---	---
5	89.0978	44.47	62.4127	0.0068	38.66	16	32	---	---
6	61.3085	39.53	39.0215	0.0063	38.24	15	36	---	---
7	65.5014	34.93	37.4999	0.0060	30.17	0	40	---	---
8	68.7752	30.57	34.9763	0.0057	30.17	0	43	---	---
9	70.5444	26.40	31.3662	0.0055	30.17	0	46	---	---
10	86.1578	22.38	32.8014	0.0053	30.17	0	38	---	---
11	77.8848	18.47	24.6743	0.0051	30.17	0	40	---	---
12	60.7835	14.65	15.3722	0.0050	30.17	0	42	---	---

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

13	43.0803	10.89	8.1423	0.0050	30.17	0	43	---	---
14	31.6464	7.19	3.9591	0.0049	30.17	0	44	---	---
15	31.9250	3.51	1.9541	0.0049	30.17	0	44	---	---
16	32.0740	-0.15	-0.0861	0.0049	30.17	0	44	---	---
17	31.8977	-3.82	-2.1237	0.0049	30.17	0	44	---	---
18	31.3939	-7.50	-4.0961	0.0049	30.17	0	43	---	---
19	30.5564	-11.21	-5.9392	0.0050	30.17	0	43	---	---
20	29.3740	-14.97	-7.5864	0.0051	30.17	0	42	---	---
21	27.1800	-18.79	-8.7567	0.0052	30.17	0	40	---	---
22	24.3032	-22.71	-9.3831	0.0053	30.17	0	38	---	---
23	21.9602	-26.74	-9.8821	0.0055	30.17	0	36	---	---
24	19.1585	-30.93	-9.8462	0.0057	30.17	0	33	---	---
25	15.8379	-35.30	-9.1524	0.0060	30.17	0	30	---	---

$\Sigma W_i = 1249.6453$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 479.4683$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 823.9607$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.86$

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.25	4.4358	5.7666	-0.0897	0.0458	0.0000	1.3182
3	0.49	9.3340	12.1342	-0.3720	0.1587	0.0000	2.5917
4	0.74	14.6945	19.1028	-0.8663	0.3024	0.0000	3.8205
5	0.98	20.5173	26.6725	-1.5925	0.4404	0.0000	5.0046
6	1.23	26.8024	34.8432	-2.5514	0.5605	0.2482	6.4668
7	1.47	33.5499	43.6149	-3.6506	0.7741	1.0832	8.6470
8	1.72	40.7597	52.9876	-4.7779	1.2324	2.5067	11.5477
9	1.96	48.4318	62.9614	-5.8055	2.0862	4.5190	15.1690
10	2.21	56.5663	73.5412	-6.5941	3.4685	6.9138	19.2430
11	2.45	65.1631	84.7632	-7.0953	5.3914	9.3165	23.2825
12	2.70	74.2222	96.6682	-7.4021	7.8187	11.7191	27.2773
13	2.94	83.7436	109.2628	-7.6512	10.7139	14.5256	31.2274

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

14	3.19	93.7273	122.5471	-8.0719	14.0405	17.7078	35.1329
15	3.43	104.1734	136.5210	-8.2242	17.7440	20.2424	39.0307
16	3.68	115.0819	151.1848	-7.7134	21.5399	22.7827	43.4769
17	3.92	126.4526	166.5384	-6.4660	25.1367	25.3290	49.3197
18	4.17	138.2857	182.9908	-4.4511	29.0938	27.8810	55.8840
19	4.41	150.5811	200.7368	-1.9072	33.7593	30.4389	62.6179
20	4.66	163.3388	219.2023	-0.6146	39.1395	33.0027	69.5122
21	4.90	176.5588	238.3652	0.8591	45.2559	35.5722	76.5289

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.25	4.4358	4.4358	-0.0688	-0.0428	0.1702	0.3812
3	0.49	9.3340	9.3340	-0.2890	-0.1862	0.3346	0.7495
4	0.74	14.6945	14.6945	-0.6819	-0.4532	0.4933	1.1049
5	0.98	20.5173	20.5173	-1.2683	-0.8664	0.6462	1.4473
6	1.23	26.8024	26.8024	-2.0508	-1.4301	1.0415	2.0251
7	1.47	33.5499	33.5499	-2.9364	-2.0531	2.0178	3.1766
8	1.72	40.7597	40.7597	-3.8021	-2.6142	3.5769	4.9039
9	1.96	48.4318	48.4318	-4.5247	-2.9918	5.7190	7.2069
10	2.21	56.5663	56.5663	-4.9950	-3.0785	8.2378	9.8796
11	2.45	65.1631	65.1631	-5.1965	-2.8597	10.7588	12.5471
12	2.70	74.2222	74.2222	-5.1502	-2.3581	13.2740	15.2018
13	2.94	83.7436	83.7436	-4.8772	-1.5963	15.7834	17.8435
14	3.19	93.7273	93.7273	-4.3984	-0.5973	18.2870	20.4724
15	3.43	104.1734	104.1734	-3.7349	0.6163	20.7848	23.0883
16	3.68	115.0819	115.0857	-2.9076	2.0182	23.2769	25.6979
17	3.92	126.4526	126.6709	-1.9378	3.4081	25.7633	28.6593
18	4.17	138.2857	139.3242	-0.8463	4.5237	28.2438	32.6572
19	4.41	150.5811	152.7032	0.3457	5.8381	30.7186	37.0983
20	4.66	163.3388	166.6287	1.6173	7.5514	33.1876	41.6723
21	4.90	176.5588	181.0856	2.9474	9.6820	35.6509	46.3528

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
-----	---	------	------	------	------

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 80 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise**Dokumentinhalt:** Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.37	-3.4909	-2.9701	-18.2227	-15.4522
3	0.74	-13.0790	-11.0507	-32.8692	-27.5501
4	1.11	-27.4376	-22.9974	-43.9395	-36.2935
5	1.48	-45.2398	-37.5657	-51.4336	-41.6825
6	1.86	-65.1591	-53.5110	-55.3516	-43.5306
7	2.23	-85.8685	-69.5890	-55.6933	-41.4950
8	2.60	-106.0412	-84.4998	-53.8838	-35.8788
9	2.97	-124.3507	-96.2743	-50.0042	-26.6820
10	3.34	-139.4700	-103.9138	-43.2303	-13.9047
11	3.71	-151.7404	-106.1488	-33.5621	2.4533

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.37	-3.0949	-3.0890	-16.1124	-16.0642
3	0.74	-11.5312	-11.4835	-28.7941	-28.6013
4	1.11	-24.0359	-23.8749	-38.0451	-37.6112
5	1.48	-39.3363	-38.9548	-43.8653	-43.0940
6	1.86	-56.1597	-55.4145	-46.2548	-45.0496
7	2.23	-73.2331	-71.9454	-45.2135	-43.4781
8	2.60	-89.2838	-87.2390	-40.7415	-38.3794
9	2.97	-103.0390	-99.9868	-32.8388	-29.7536
10	3.34	-113.2259	-108.8801	-21.5053	-17.6007
11	3.71	-118.5717	-112.6103	-6.7411	-1.9206

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{ts}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{ti}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ_{ts}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ_{ti}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR _{sd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR _d	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.70	0.000603	0.001206	0.00	0.00	1000.00	222.38	--	--
2	0.25	1.00, 0.78	0.000603	0.001206	9343.43	-4.55	1639.30	242.77	--	--
3	0.49	1.00, 0.86	0.000603	0.001206	10092.49	9.70	850.22	262.93	--	--
4	0.74	1.00, 0.94	0.000603	0.001206	10852.24	44.74	586.13	282.90	--	--
5	0.98	1.00, 1.02	0.000603	0.001206	11619.84	-30.37	453.31	302.72	--	--
6	1.23	1.00, 1.10	0.000603	0.001206	12398.28	2.84	372.88	322.40	--	--
7	1.47	1.00, 1.18	0.000603	0.001206	13206.19	10.98	318.23	341.97	--	--
8	1.72	1.00, 1.26	0.000603	0.001206	14051.12	-35.69	278.20	361.46	--	--
9	1.96	1.00, 1.34	0.000603	0.001206	14936.22	-28.87	247.35	380.87	--	--
10	2.21	1.00, 1.42	0.000603	0.001206	15861.95	196.71	222.73	400.23	--	--
11	2.45	1.00, 1.50	0.000603	0.001206	16812.13	-113.70	202.67	419.53	--	--
12	2.70	1.00, 1.58	0.000603	0.001206	17774.39	-492.82	186.06	438.80	--	--
13	2.94	1.00, 1.66	0.000603	0.001206	18734.23	-914.51	172.12	458.06	--	--
14	3.19	1.00, 1.73	0.000603	0.001206	19528.61	1102.16	160.27	477.24	--	--
15	3.43	1.00, 1.81	0.000603	0.001206	20321.99	933.06	150.06	496.43	--	--
16	3.68	1.00, 1.89	0.000603	0.001206	21103.56	757.98	140.96	515.61	--	--
17	3.92	1.00, 1.97	0.000603	0.001206	21922.78	579.31	132.50	534.79	--	--
18	4.17	1.00, 2.05	0.000603	0.001206	22743.39	271.38	124.82	553.96	--	--
19	4.41	1.00, 2.13	0.001206	0.001810	24000.19	-91.81	120.22	573.14	--	--
20	4.66	1.00, 2.21	0.000603	0.001206	24345.56	12.71	111.82	592.32	--	--
21	4.90	1.00, 2.29	0.000603	0.001206	25133.40	-129.17	106.29	611.52	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.00	1.00, 0.70	0.000603	0.001206	0	0	0	0
2	0.25	1.00, 0.78	0.000603	0.001206	6	1	-93	-75
3	0.49	1.00, 0.86	0.000603	0.001206	13	1	-191	-136
4	0.74	1.00, 0.94	0.000603	0.001206	20	1	-292	-185
5	0.98	1.00, 1.02	0.000603	0.001206	27	2	-394	-225
6	1.23	1.00, 1.10	0.000603	0.001206	34	2	-496	-260
7	1.47	1.00, 1.18	0.000603	0.001206	40	3	-591	-296
8	1.72	1.00, 1.26	0.000603	0.001206	46	5	-675	-339
9	1.96	1.00, 1.34	0.000603	0.001206	51	7	-743	-392
10	2.21	1.00, 1.42	0.000603	0.001206	54	9	-797	-457
11	2.45	1.00, 1.50	0.000603	0.001206	57	10	-839	-530

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

12	2.70	1.00, 1.58	0.000603	0.001206	59	12	-873	-608
13	2.94	1.00, 1.66	0.000603	0.001206	61	13	-902	-689
14	3.19	1.00, 1.73	0.000603	0.001206	62	14	-928	-771
15	3.43	1.00, 1.81	0.000603	0.001206	64	15	-953	-853
16	3.68	1.00, 1.89	0.000603	0.001206	65	16	-977	-933
17	3.92	1.00, 1.97	0.000603	0.001206	68	18	-1001	-1010
18	4.17	1.00, 2.05	0.000603	0.001206	72	19	-1025	-1081
19	4.41	1.00, 2.13	0.001206	0.001810	77	21	-1042	-1144
20	4.66	1.00, 2.21	0.000603	0.001206	82	23	-1078	-1232
21	4.90	1.00, 2.29	0.000603	0.001206	88	24	-1107	-1312

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]
N _u	sfuerzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V _{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	0.00	1000.00	247.16	--	--
2	0.37	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	49.48	247.16	--	--
3	0.74	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	13.21	247.16	--	--
4	1.11	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	6.30	247.16	--	--
5	1.48	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	3.82	247.16	--	--
6	1.86	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	2.65	247.16	--	--
7	2.23	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	2.01	247.16	--	--
8	2.60	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	1.63	247.16	--	--
9	2.97	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	1.39	247.16	--	--
10	3.34	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	1.24	247.16	--	--

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 83 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

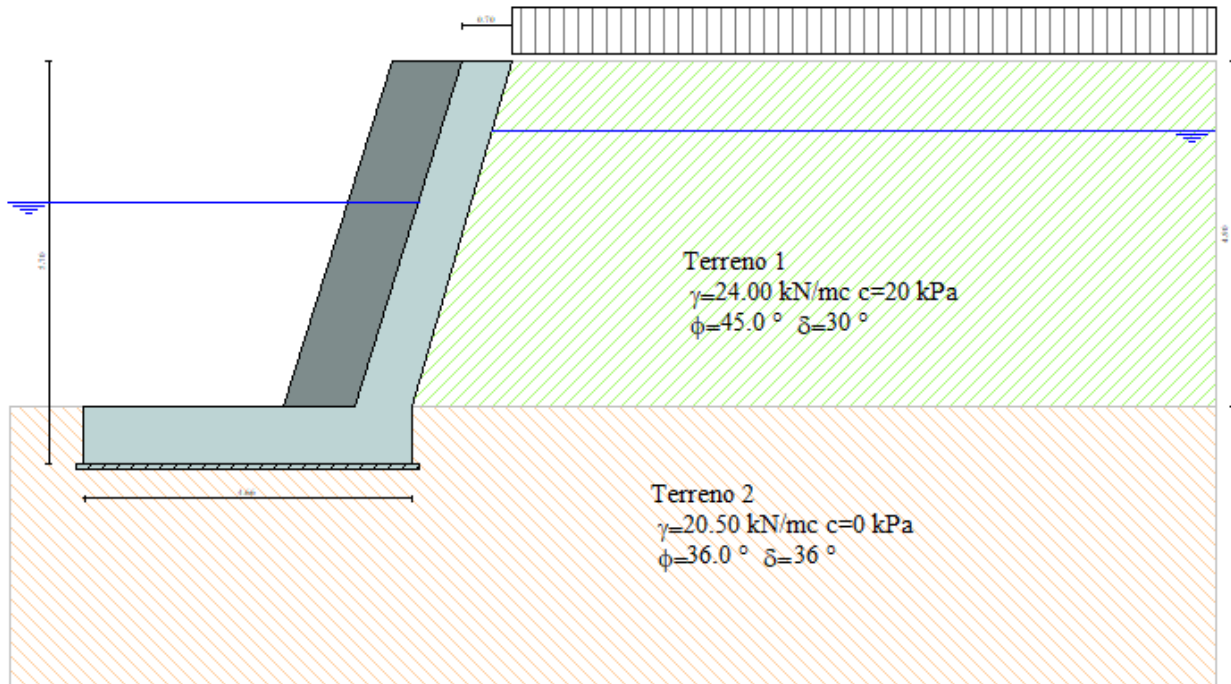
Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

11	3.71	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	1.14	247.16	--	--
----	------	------------	----------	----------	------	---------	------	--------	----	----

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
12	0.00	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0	0	0	0
13	0.37	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	77	-25	-595	7184
14	0.74	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	286	-45	-2218	26767
15	1.11	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	596	-60	-4624	55795
16	1.48	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	975	-69	-7568	91312
17	1.86	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	1393	-73	-10805	130364
18	2.23	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	1816	-71	-14089	169997
19	2.60	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	2214	-64	-17177	207256
20	2.97	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	2555	-52	-19824	239186
21	3.34	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	2808	-34	-21784	262833
22	3.71	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	2940	-11	-22812	275242

MURO TIPOLOGICO 5A



Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	4.90 [m]
Spessore in sommità	0.70 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.81 [m]
Inclinazione paramento esterno	17.42 [°]
Inclinazione paramento interno	-16.24 [°]
Lunghezza del muro	15.00 [m]
Spessore rivestimento	1.00 [m]
Peso sp. rivestimento	55.0000 [kN/mc]
Fondazione	
Lunghezza mensola fondazione di valle	3.85 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.00 [m]
Lunghezza totale fondazione	4.66 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.80 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise
Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale
Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	449936 [kPa]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto
X ascissa del punto espressa in [m]
Y ordinata del punto espressa in [m]
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	10.00	0.00	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.00 [m]

Falda

Quota della falda a monte del muro rispetto al piano di posa della fondazione 4.70 [m]
Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 3.70 [m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	24.00	24.00	45.00	30.00	20.0	0.0
Terreno 2	20.50	20.50	36.00	36.00	0.0	0.0

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	4.90	0.00	0.00	5.00	Terreno 1
2	10.00	0.00	10.06	5.00	Terreno 2

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN/m]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN/m]
D / C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Ballast)

D	Profilo	X _i =0.00	X _f =10.00	Q _i =10.0000	Q _f =10.0000
---	---------	----------------------	-----------------------	-------------------------	-------------------------

Condizione n° 2 (Mezzi d'opera)

D	Profilo	X _i =0.00	X _f =10.00	Q _i =20.0000	Q _f =20.0000
---	---------	----------------------	-----------------------	-------------------------	-------------------------

Condizione n° 3 (SW/2)

D	Profilo	X _i =2.20	X _f =4.60	Q _i =62.5000	Q _f =62.5000
---	---------	----------------------	----------------------	-------------------------	-------------------------

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 87 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 89 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
---------	------	------	------	------

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Ballast	SFAV	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mezzi d'opera	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mezzi d'opera	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mezzi d'opera	SFAV	1.50	1.00	1.50

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mezzi d'opera	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mezzi d'opera	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Ballast	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mezzi d'opera	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mezzi d'opera	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 15 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
SW/2	SFAV	1.50	1.00	1.50

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
SW/2	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
SW/2	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 18 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
SW/2	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
SW/2	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 20 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Ballast	SFAV	1.10	1.00	1.10
SW/2	SFAV	1.50	1.00	1.50

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Combinazione n° 21 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
SW/2	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 22 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 23 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

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

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 25 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 26 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 27 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 28 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 29 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 30 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 31 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mezzi d'opera	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 32 - Frequente (SLE)

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
SW/2	SFAV	1.00	0.40	0.40

Combinazione n° 33 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mezzi d'opera	SFAV	1.00	1.00	1.00
SW/2	SFAV	1.00	0.40	0.40

Combinazione n° 34 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
SW/2	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mezzi d'opera	SFAV	1.00	0.75	0.75

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
<u>Verifica fessurazione</u>	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$ $w_2 = 0.30$ $w_3 = 0.40$
Metodo di calcolo aperture delle fessure	Circ. Min. 252 (15/10/1996)
<u>Verifica delle tensioni</u>	
Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_f < 0.80 f_{yk}$ Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

Influenza della falda a valle sia come peso sia come spinta da valle

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	2.92	--	6.04	--
2	A1-M1 - [1]	--	3.42	--	5.88	--
3	A1-M1 - [1]	--	2.95	--	6.04	--
4	A1-M1 - [1]	--	3.38	--	5.90	--
5	A2-M2 - [1]	--	4.25	--	2.84	--

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

6	EQU - [1]	--	--	2.98	--	--
7	STAB - [1]	--	--	--	--	1.18
8	A1-M1 - [2]	--	3.27	--	5.72	--
9	A1-M1 - [2]	--	2.82	--	5.84	--
10	A1-M1 - [2]	--	3.30	--	5.71	--
11	A1-M1 - [2]	--	2.85	--	5.83	--
12	A2-M2 - [2]	--	3.97	--	2.74	--
13	EQU - [2]	--	--	2.98	--	--
14	STAB - [2]	--	--	--	--	1.11
15	A1-M1 - [3]	--	2.95	--	6.03	--
16	A1-M1 - [3]	--	3.38	--	5.89	--
17	A1-M1 - [3]	--	2.91	--	6.04	--
18	A1-M1 - [3]	--	3.41	--	5.87	--
19	A2-M2 - [3]	--	3.60	--	2.58	--
20	EQU - [3]	--	--	2.97	--	--
21	STAB - [3]	--	--	--	--	1.10
22	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	5.15	--	7.51	--
23	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	5.13	--	7.54	--
24	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3.79	--	2.67	--
25	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	3.78	--	2.68	--
26	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.33	--	--
27	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.37	--	--
28	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.15
29	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.13
30	SLEQ - [1]	--	5.81	--	7.94	--
31	SLEF - [1]	--	5.64	--	7.83	--
32	SLEF - [1]	--	5.81	--	7.94	--
33	SLER - [1]	--	5.58	--	7.79	--
34	SLER - [1]	--	5.64	--	7.83	--

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

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

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	46.788421
Longitudine	11.610657
Comune	Fortezza/franzensfeste
Provincia	Bolzano
Regione	Trentino-Alto Adige
Punti di interpolazione del reticolo	6745 - 6746 - 6524 - 6523

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	0.46 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.26$

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 98 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * k_h = 0.63$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g 0.20 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

Coefficiente riduzione (β_m) 0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.55$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * k_h = 0.28$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento) 0.0

Lunghezza del muro 15.00 [m]

Peso muro 182.1124 [kN]

Baricentro del muro X=-2.44 Y=-3.91

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = -1.43 Y = -5.70

Punto superiore superficie di spinta X = 0.00 Y = 0.00

Altezza della superficie di spinta 5.70 [m]

Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) -14.06 [°]

COMBINAZIONE n° 9

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica 15.8847 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 14.8121 [kN]

Componente verticale della spinta statica 5.7380 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = -1.32 [m] Y = -5.29 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 35.23 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 60.13 [°]

Spinta falda 140.8110 [kN]

Punto d'applicazione della spinta della falda X = -1.43 [m] Y = -4.13 [m]

Sottospinta falda 249.5287 [kN]

Spinta falda da valle 67.1276 [kN]

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13.4216	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0.94	[m]	Y = -3.50	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	88.4956	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	343.6751	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	343.6751	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	88.4956	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.78	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4.66	[m]		
Risultante in fondazione	354.8860	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.44	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-266.9298	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	2006.0590	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.66	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.00	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	147.50	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 50.59$	$N_q = 37.75$	$N_\gamma = 44.43$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.70$	$i_q = 0.70$	$i_\gamma = 0.36$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.03$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 38.06$	$N'_q = 27.51$	$N'_\gamma = 16.47$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.82
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.84

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 9

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.25	4.2198	0.6162	6.3071
3	0.49	8.4700	2.4284	12.4003
4	0.74	12.7504	5.3819	18.2798
5	0.98	17.0611	9.4217	23.9454
6	1.23	21.4022	14.5175	29.7200
7	1.47	25.7736	20.7624	36.0435
8	1.72	30.1752	28.2891	42.9184
9	1.96	34.6072	37.2304	50.3447
10	2.21	39.0695	47.7008	58.0547
11	2.45	43.5621	59.6941	65.5610
12	2.70	48.0850	73.1558	72.8535
13	2.94	52.6382	88.0312	79.9323
14	3.19	57.2217	104.2655	86.7972
15	3.43	61.8355	121.8039	93.4484
16	3.68	66.4797	140.5917	99.8857
17	3.92	71.1541	160.5740	106.1092
18	4.17	75.8589	181.6963	112.1190
19	4.41	80.5939	203.9036	117.9149
20	4.66	85.3593	227.1413	123.4971
21	4.90	90.1550	251.3545	128.8654

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 9

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.38	-3.2603	-16.1549
3	0.77	-11.8372	-27.6184
4	1.16	-23.9244	-34.3905

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

5	1.54	-37.7158	-36.4712
6	1.92	-51.4052	-33.8607
7	2.31	-63.1864	-26.5587
8	2.70	-71.2533	-14.5654
9	3.08	-73.7997	2.1193
10	3.46	-69.0194	23.4954
11	3.85	-55.1062	49.5628

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 9

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V _{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.70	0.000603	0.000603	0.00	0.00	1000.00	222.38	--	--
2	0.25	1.00, 0.71	0.000603	0.000603	6186.86	-903.49	1466.14	224.34	--	--
3	0.49	1.00, 0.71	0.000603	0.000603	3128.99	-897.12	369.42	226.31	--	--
4	0.74	1.00, 0.72	0.000603	0.000603	1263.09	-533.14	99.06	228.29	--	--
5	0.98	1.00, 0.72	0.000603	0.000603	631.24	-348.59	37.00	230.26	--	--
6	1.23	1.00, 0.73	0.000603	0.000603	423.02	-286.94	19.77	232.24	--	--
7	1.47	1.00, 0.73	0.000603	0.000603	318.63	-256.68	12.36	234.23	--	--
8	1.72	1.00, 0.74	0.000603	0.000603	254.45	-238.55	8.43	236.21	--	--
9	1.96	1.00, 0.74	0.000603	0.000603	210.58	-226.55	6.09	238.20	--	--
10	2.21	1.00, 0.75	0.000603	0.000603	178.67	-218.15	4.57	240.20	--	--
11	2.45	1.00, 0.76	0.000603	0.000603	154.85	-212.19	3.55	242.19	--	--
12	2.70	1.00, 0.76	0.000603	0.000603	136.69	-207.96	2.84	244.19	--	--
13	2.94	1.00, 0.77	0.000603	0.000603	122.55	-204.95	2.33	246.20	--	--
14	3.19	1.00, 0.77	0.000603	0.000603	111.31	-202.83	1.95	248.20	--	--
15	3.43	1.00, 0.78	0.000603	0.000603	102.23	-201.37	1.65	250.21	--	--
16	3.68	1.00, 0.78	0.000603	0.000603	94.76	-200.40	1.43	252.23	--	--
17	3.92	1.00, 0.79	0.000603	0.000603	88.55	-199.82	1.24	254.24	--	--
18	4.17	1.00, 0.79	0.000603	0.000603	83.31	-199.54	1.10	256.26	--	--
19	4.41	1.00, 0.80	0.001810	0.001206	230.13	-582.24	2.86	261.08	--	--

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 102 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

20	4.66	1.00, 0.80	0.001206	0.000603	147.51	-392.53	1.73	260.31	--	--
21	4.90	1.00, 0.81	0.001206	0.000603	141.06	-393.29	1.56	262.34	--	--

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise
Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Galleria Artificiale
Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 9

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	0.00	1000.00	247.16	--	--
2	0.38	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	52.98	247.16	--	--
3	0.77	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	14.59	247.16	--	--
4	1.16	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	7.22	247.16	--	--
5	1.54	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	4.58	247.16	--	--
6	1.92	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	3.36	247.16	--	--
7	2.31	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	2.73	247.16	--	--
8	2.70	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	2.42	247.16	--	--
9	3.08	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	2.34	247.16	--	--
10	3.46	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	2.50	247.16	--	--
11	3.85	1.00, 0.80	0.000603	0.001206	0.00	-172.70	3.13	247.16	--	--

COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica	24.5041	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	23.6447	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	6.4325	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -1.32	[m]	Y = -5.27	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	29.28	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50.46	[°]		
Spinta falda	108.3162	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1.43	[m]	Y = -4.13	[m]
Sottospinta falda	191.9451	[kN]		
Spinta falda da valle	67.1276	[kN]		

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13.4216	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0.94	[m]	Y = -3.50	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	64.8333	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	401.9531	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	401.9531	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	64.8333	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.78	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4.66	[m]		
Risultante in fondazione	407.1482	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.16	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-312.1939	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1036.8838	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.66	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.00	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	172.51	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.54$	$N_q = 18.75$	$N_\gamma = 16.12$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.81$	$i_q = 0.81$	$i_\gamma = 0.48$
Fattori profondità	$d_c = 1.06$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.03$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 26.11$	$N'_q = 15.58$	$N'_\gamma = 8.05$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.60
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.58

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 19

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.25	4.2198	0.6374	6.4785
3	0.49	8.4700	2.5120	12.7375
4	0.74	12.7504	5.5677	18.7768
5	0.98	17.0611	9.7483	24.5965
6	1.23	21.4022	15.0163	30.4448
7	1.47	25.7736	21.4293	36.6602
8	1.72	30.1752	29.0752	43.2446
9	1.96	34.6072	38.0423	50.1981
10	2.21	39.0695	48.4044	57.3146
11	2.45	43.5621	60.1428	64.2193
12	2.70	48.0850	73.2015	70.9044
13	2.94	52.6382	87.5244	77.3699
14	3.19	57.2217	103.0551	83.6157
15	3.43	61.8355	119.7376	89.6420
16	3.68	66.4797	137.5157	95.4486
17	3.92	71.1541	156.3331	101.0357
18	4.17	75.8589	176.1338	106.4031
19	4.41	80.5939	196.8614	111.5509
20	4.66	85.3593	218.4599	116.4791
21	4.90	90.1550	240.8730	121.1877

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 19

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.38	-3.2093	-15.7571
3	0.77	-11.4288	-26.0273
4	1.16	-22.5461	-30.8106
5	1.54	-34.4488	-30.1070

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

6	1.92	-45.0244	-23.9165
7	2.31	-52.1604	-12.2392
8	2.70	-53.7444	4.9251
9	3.08	-47.6639	27.5762
10	3.46	-31.8066	55.7143
11	3.85	-4.0598	89.3392

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 19

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.70	0.000603	0.000603	0.00	0.00	1000.00	222.38	--	--
2	0.25	1.00, 0.71	0.000603	0.000603	6058.50	-915.07	1435.72	224.34	--	--
3	0.49	1.00, 0.71	0.000603	0.000603	2945.27	-873.50	347.73	226.31	--	--
4	0.74	1.00, 0.72	0.000603	0.000603	1157.52	-505.45	90.78	228.29	--	--
5	0.98	1.00, 0.72	0.000603	0.000603	585.49	-334.53	34.32	230.26	--	--
6	1.23	1.00, 0.73	0.000603	0.000603	397.86	-279.15	18.59	232.24	--	--
7	1.47	1.00, 0.73	0.000603	0.000603	302.75	-251.72	11.75	234.23	--	--
8	1.72	1.00, 0.74	0.000603	0.000603	244.24	-235.33	8.09	236.21	--	--
9	1.96	1.00, 0.74	0.000603	0.000603	204.27	-224.54	5.90	238.20	--	--
10	2.21	1.00, 0.75	0.000603	0.000603	175.17	-217.03	4.48	240.20	--	--
11	2.45	1.00, 0.76	0.000603	0.000603	153.34	-211.70	3.52	242.19	--	--
12	2.70	1.00, 0.76	0.000603	0.000603	136.58	-207.92	2.84	244.19	--	--
13	2.94	1.00, 0.77	0.000603	0.000603	123.43	-205.24	2.34	246.20	--	--
14	3.19	1.00, 0.77	0.000603	0.000603	112.92	-203.36	1.97	248.20	--	--
15	3.43	1.00, 0.78	0.000603	0.000603	104.36	-202.07	1.69	250.21	--	--
16	3.68	1.00, 0.78	0.000603	0.000603	97.29	-201.25	1.46	252.23	--	--
17	3.92	1.00, 0.79	0.000603	0.000603	91.38	-200.78	1.28	254.24	--	--
18	4.17	1.00, 0.79	0.000603	0.000603	86.39	-200.59	1.14	256.26	--	--
19	4.41	1.00, 0.80	0.001810	0.001206	239.64	-585.35	2.97	261.08	--	--

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

20	4.66	1.00, 0.80	0.001206	0.000603	154.25	-394.77	1.81	260.31	--	--
21	4.90	1.00, 0.81	0.001206	0.000603	148.08	-395.65	1.64	262.34	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 19

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	0.00	1000.00	247.16	--	--
2	0.38	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	53.82	247.16	--	--
3	0.77	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	15.11	247.16	--	--
4	1.16	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	7.66	247.16	--	--
5	1.54	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	5.01	247.16	--	--
6	1.92	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	3.84	247.16	--	--
7	2.31	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	3.31	247.16	--	--
8	2.70	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	3.21	247.16	--	--
9	3.08	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	3.62	247.16	--	--
10	3.46	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	5.43	247.16	--	--
11	3.85	1.00, 0.80	0.000603	0.001206	0.00	-172.70	42.54	247.16	--	--

COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	28.1062	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	27.1357	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	7.3219	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -1.31	[m]	Y = -5.25	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	29.16	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50.21	[°]		
Spinta falda	119.1478	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1.43	[m]	Y = -4.13	[m]

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 108 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Sottospinta falda	211.1396	[kN]		
Spinta falda da valle	60.4148	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	12.0794	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0.94	[m]	Y = -3.50	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	85.8687	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	351.8515	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	710.3832	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2111.2766	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	351.8515	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	85.8687	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.78	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.66	[m]
Risultante in fondazione	362.1780	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.71	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-273.2803	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.97
--	------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 21

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Ctn, Ctt	contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -3.88 Y[m]= 1.29

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 109 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Raggio del cerchio $R[m]= 7.41$

Ascissa a valle del cerchio $Xi[m]= -7.96$

Ascissa a monte del cerchio $Xs[m]= 3.43$

Larghezza della striscia $dx[m]= 0.46$

Coefficiente di sicurezza $C= 1.10$

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	49.9640	73.46	47.8973	0.0157	38.66	16	0	---	---
2	63.3725	63.60	56.7658	0.0101	38.66	16	10	---	---
3	60.7407	56.45	50.6218	0.0081	38.66	16	18	---	---
4	41.9069	50.49	32.3326	0.0070	38.66	16	24	---	---
5	47.4381	45.22	33.6727	0.0063	38.66	16	29	---	---
6	52.0687	40.41	33.7505	0.0059	38.66	16	33	---	---
7	55.9933	35.92	32.8458	0.0055	38.66	16	36	---	---
8	57.0210	31.67	29.9381	0.0052	31.10	2	39	---	---
9	70.5184	27.61	32.6845	0.0050	30.17	0	32	---	---
10	66.0247	23.70	26.5387	0.0049	30.17	0	34	---	---
11	52.4170	19.90	17.8439	0.0048	30.17	0	36	---	---
12	38.2313	16.19	10.6626	0.0047	30.17	0	37	---	---
13	25.6549	12.56	5.5768	0.0046	30.17	0	39	---	---
14	24.9116	8.97	3.8827	0.0045	30.17	0	39	---	---
15	25.4489	5.41	2.4010	0.0045	30.17	0	40	---	---
16	25.7205	1.88	0.8444	0.0045	30.17	0	40	---	---
17	25.7293	-1.64	-0.7380	0.0045	30.17	0	40	---	---
18	25.4756	-5.17	-2.2978	0.0045	30.17	0	40	---	---
19	24.9563	-8.73	-3.7862	0.0045	30.17	0	40	---	---
20	24.1654	-12.31	-5.1528	0.0046	30.17	0	39	---	---
21	22.9197	-15.95	-6.2972	0.0046	30.17	0	38	---	---
22	20.2611	-19.65	-6.8133	0.0047	30.17	0	36	---	---
23	18.5789	-23.44	-7.3907	0.0049	30.17	0	34	---	---
24	16.5561	-27.34	-7.6048	0.0050	30.17	0	32	---	---
25	14.1571	-31.39	-7.3742	0.0052	30.17	0	30	---	---

$\Sigma W_i = 950.2319$ [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 370.8045$ [kN]

$\Sigma W_i \tan\phi_i = 634.8320$ [kN]

$\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 8.59$

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.25	4.2198	5.4858	0.6039	0.6620	6.2075	7.0698
3	0.49	8.4700	11.0109	2.3801	2.6067	12.2067	13.8999
4	0.74	12.7504	16.5755	5.2751	5.7724	17.9977	20.4904
5	0.98	17.0611	22.1795	9.2356	10.0972	23.5805	26.8413
6	1.23	21.4022	27.8228	14.2268	15.5435	29.2032	33.2751
7	1.47	25.7736	33.5056	20.3091	22.1976	35.2044	40.2321
8	1.72	30.1752	39.2278	27.5734	30.1851	41.5861	47.7146
9	1.96	34.6072	44.9894	36.1104	39.6316	48.3481	55.7227
10	2.21	39.0695	50.7903	45.9969	50.6446	55.2846	63.9886
11	2.45	43.5621	56.6307	57.2171	63.2111	62.0206	72.0249
12	2.70	48.0850	62.5105	69.7177	77.2692	68.5484	79.8217
13	2.94	52.6382	68.4297	83.4452	92.7574	74.8679	87.3787
14	3.19	57.2217	74.3882	98.3462	109.6136	80.9793	94.6961
15	3.43	61.8355	80.3862	114.3675	127.7762	86.8824	101.7739
16	3.68	66.4797	86.4236	131.4555	147.1834	92.5772	108.6120
17	3.92	71.1541	92.5004	149.5569	167.7732	98.0638	115.2105
18	4.17	75.8589	98.6165	168.6183	189.4840	103.3422	121.5693
19	4.41	80.5939	104.7721	188.5863	212.2539	108.4124	127.6884
20	4.66	85.3593	110.9671	209.4075	236.0211	113.2743	133.5679
21	4.90	90.1550	117.2015	231.0285	260.7239	117.9280	139.2077

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.25	4.2198	4.2198	0.6413	0.6425	6.5108	6.5206
3	0.49	8.4700	8.4700	2.5277	2.5325	12.8010	12.8202
4	0.74	12.7504	12.7504	5.6027	5.6133	18.8704	18.8988
5	0.98	17.0611	17.0611	9.8098	9.8285	24.7191	24.7563
6	1.23	21.4022	21.4022	15.1113	15.1401	30.5953	30.6410

Fachbereich: Bauwerksplanung

Thema: Offene Bauweise

Dokumenteninhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

7	1.47	25.7736	25.7736	21.5644	21.6055	36.8375	36.8914
8	1.72	30.1752	30.1752	29.2570	29.3122	43.4477	43.5094
9	1.96	34.6072	34.6072	38.2769	38.3481	50.4258	50.4950
10	2.21	39.0695	39.0695	48.6977	48.7867	57.5658	57.6421
11	2.45	43.5621	43.5621	60.5004	60.6090	64.4930	64.5761
12	2.70	48.0850	48.0850	73.6289	73.7586	71.1994	71.2890
13	2.94	52.6382	52.6382	88.0265	88.1789	77.6851	77.7809
14	3.19	57.2217	57.2217	103.6368	103.8135	83.9502	84.0517
15	3.43	61.8355	61.8355	120.4035	120.6057	89.9945	90.1015
16	3.68	66.4797	66.4797	138.2700	138.4991	95.8181	95.9303
17	3.92	71.1541	71.1541	157.1800	157.4371	101.4210	101.5380
18	4.17	75.8589	75.8589	177.0768	177.3632	106.8032	106.9247
19	4.41	80.5939	80.5939	197.9042	198.2209	111.9647	112.0904
20	4.66	85.3593	85.3593	219.6057	219.9536	116.9055	117.0350
21	4.90	90.1550	90.1550	242.1247	242.5048	121.6256	121.7585

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.38	-3.6496	-3.2093	-18.0559	-15.7571
3	0.77	-13.2074	-11.4288	-30.6916	-26.0273
4	1.16	-26.5866	-22.5461	-37.9072	-30.8106
5	1.54	-41.7004	-34.4488	-39.7027	-30.1070
6	1.92	-56.4621	-45.0244	-36.0781	-23.9165
7	2.31	-68.7850	-52.1604	-27.0334	-12.2392
8	2.70	-76.5823	-53.7444	-14.9826	4.9251
9	3.08	-77.7672	-47.6639	1.5743	27.5762
10	3.46	-70.2531	-31.8066	22.8056	55.7143
11	3.85	-56.1991	-4.0598	48.7112	89.3392

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.38	-3.2120	-3.2112	-15.7781	-15.7723
3	0.77	-11.4504	-11.4445	-26.1112	-26.0883

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

4	1.16	-22.6189	-22.5990	-30.9995	-30.9478
5	1.54	-34.6212	-34.5741	-30.4428	-30.3510
6	1.92	-45.3611	-45.2690	-24.4412	-24.2978
7	2.31	-52.7422	-52.5831	-12.9947	-12.7882
8	2.70	-54.6682	-54.4157	3.8967	4.1779
9	3.08	-49.0430	-48.6659	26.2330	26.6003
10	3.46	-33.7700	-33.2332	54.0143	54.4791
11	3.85	-6.7532	-6.0168	87.2405	87.8143

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.70	0.000603	0.000603	0.00	0.00	1000.00	222.38	--	--
2	0.25	1.00, 0.71	0.000603	0.000603	6052.96	-807.65	1243.85	224.34	--	--
3	0.49	1.00, 0.71	0.000603	0.000603	2937.67	-872.52	346.83	226.31	--	--
4	0.74	1.00, 0.72	0.000603	0.000603	1153.26	-504.34	90.45	228.29	--	--
5	0.98	1.00, 0.72	0.000603	0.000603	583.62	-333.96	34.21	230.26	--	--
6	1.23	1.00, 0.73	0.000603	0.000603	396.81	-278.82	18.54	232.24	--	--
7	1.47	1.00, 0.73	0.000603	0.000603	302.04	-251.50	11.72	234.23	--	--
8	1.72	1.00, 0.74	0.000603	0.000603	242.44	-234.77	8.03	236.21	--	--
9	1.96	1.00, 0.74	0.000603	0.000603	201.37	-223.62	5.82	238.20	--	--
10	2.21	1.00, 0.75	0.000603	0.000603	171.36	-215.81	4.39	240.20	--	--
11	2.45	1.00, 0.76	0.000603	0.000603	148.87	-210.26	3.42	242.19	--	--
12	2.70	1.00, 0.76	0.000603	0.000603	131.68	-206.33	2.74	244.19	--	--
13	2.94	1.00, 0.77	0.000603	0.000603	118.25	-203.54	2.25	246.20	--	--
14	3.19	1.00, 0.77	0.000603	0.000603	107.56	-201.59	1.88	248.20	--	--

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

15	3.43	1.00, 0.78	0.000603	0.000603	98.90	-200.26	1.60	250.21	--	--
16	3.68	1.00, 0.78	0.000603	0.000603	91.77	-199.40	1.38	252.23	--	--
17	3.92	1.00, 0.79	0.000603	0.000603	85.82	-198.90	1.21	254.24	--	--
18	4.17	1.00, 0.79	0.000603	0.000603	80.81	-198.69	1.07	256.26	--	--
19	4.41	1.00, 0.80	0.001810	0.001206	223.41	-580.03	2.77	261.08	--	--
20	4.66	1.00, 0.80	0.001206	0.000603	143.28	-391.12	1.68	260.31	--	--
21	4.90	1.00, 0.81	0.001206	0.000603	137.09	-391.96	1.52	262.34	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.00	1.00, 0.70	0.000603	0.000603	0	0	0	0
2	0.25	1.00, 0.71	0.000603	0.000603	13	12	13	-184
3	0.49	1.00, 0.71	0.000603	0.000603	58	23	1033	-720
4	0.74	1.00, 0.72	0.000603	0.000603	149	33	5194	-1672
5	0.98	1.00, 0.72	0.000603	0.000603	273	43	12397	-2871
6	1.23	1.00, 0.73	0.000603	0.000603	427	53	22291	-4285
7	1.47	1.00, 0.73	0.000603	0.000603	610	64	34909	-5924
8	1.72	1.00, 0.74	0.000603	0.000603	824	74	50394	-7802
9	1.96	1.00, 0.74	0.000603	0.000603	1070	86	68889	-9932
10	2.21	1.00, 0.75	0.000603	0.000603	1349	97	90504	-12321
11	2.45	1.00, 0.76	0.000603	0.000603	1659	108	115116	-14959
12	2.70	1.00, 0.76	0.000603	0.000603	1998	118	142513	-17827
13	2.94	1.00, 0.77	0.000603	0.000603	2362	128	172493	-20908
14	3.19	1.00, 0.77	0.000603	0.000603	2749	137	204856	-24184
15	3.43	1.00, 0.78	0.000603	0.000603	3157	146	239411	-27641
16	3.68	1.00, 0.78	0.000603	0.000603	3584	154	275971	-31261
17	3.92	1.00, 0.79	0.000603	0.000603	4028	162	314357	-35030
18	4.17	1.00, 0.79	0.000603	0.000603	4486	169	354393	-38934
19	4.41	1.00, 0.80	0.001810	0.001206	3067	176	137299	-33769
20	4.66	1.00, 0.80	0.001206	0.000603	4092	182	224904	-42417
21	4.90	1.00, 0.81	0.001206	0.000603	4459	188	247354	-46211

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**

Seite/pagina 114 von/di 116

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km 2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M_u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V_{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V_{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V_{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	0.00	1000.00	247.16	--	--
2	0.38	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	47.33	247.16	--	--
3	0.77	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	13.08	247.16	--	--
4	1.16	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	6.50	247.16	--	--
5	1.54	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	4.14	247.16	--	--
6	1.92	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	3.06	247.16	--	--
7	2.31	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	2.51	247.16	--	--
8	2.70	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	2.26	247.16	--	--
9	3.08	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	2.22	247.16	--	--
10	3.46	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0.00	-172.74	2.46	247.16	--	--
11	3.85	1.00, 0.80	0.000603	0.001206	0.00	-172.70	3.07	247.16	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
12	0.00	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	0	0	0	0
13	0.38	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	80	-25	-618	7456
14	0.77	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	284	-41	-2203	26580
15	1.16	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	561	-49	-4352	52505
16	1.54	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	858	-48	-6661	80367
17	1.92	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	1125	-38	-8727	105297
18	2.31	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	1308	-20	-10147	122431
19	2.70	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	1356	7	-10518	126902
20	3.08	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	1216	42	-9435	113844
21	3.46	1.00, 0.80	0.000603	0.000603	837	85	-6497	78391
22	3.85	1.00, 0.80	0.000603	0.001206	160	138	-1201	15677

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Offene Bauweise

Dokumentinhalt: Verbindungstunnel Gleis 1 - Dammmauer km
2+450 bis km 2+660

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Galleria Artificiale

Contenuto documento: Galleria d'interconnessione binario
dispari - Muro di sponda da pk 2+450 a pk 2+660

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

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

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

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

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	14.00
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	S.G.A.I. Di Edmondo Forlani & C.
Licenza	AIU3849JD

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.