



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

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








Ausbau Eisenbahnachse München-Verona
BRENNER BASISTUNNEL
Ausführungsplanung

Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
Progettazione esecutiva

| | |
|---|--|
| D0700: Baulos Muls 2-3 | D0700: Lotto Muls 2-3 |
| Projekteinheit Gesamtbauwerke Teil 3 | WBS Opere generali Parte 3 |
| Dokumentenart Technischer Bericht | Tipo Documento Relazione tecnica |
| Titel Leitfaden für die Wahl des Ausbruchsicherungstyps | Titolo Linee guida per l'applicazione delle sezioni di scavo |



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

| | | | | | | | |
|--|--|---|---|--|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Mandataria  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l. | Mandante  | Mandante  | Mandante  ENGINEERING s.r.l./G.m.b.H. | | | | |
| <i>Fachplaner / il progettista specialista</i> | <i>Fachplaner / il progettista specialista</i> Ing. Rodrigo Correa | <i>Fachplaner / il progettista specialista</i> | <i>Fachplaner / il progettista specialista</i> | | | | |
| | Datum / Data | Name / Nome | Gesellschaft / Società | | | | |
| Bearbeitet / Elaborato | 30.01.2015 | Donato | Pöyry | | | | |
| Geprüft / Verificato | 30.01.2015 | Correa | Pöyry | | | | |
|  Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE | | Name / Nome R. Zurlo | Name / Nome K. Bergmeister | | | | |
| Projekt-kilometer / Chilometro progetto von / da 32.0+88 bis / a 54.0+15 bei / al | Bau-kilometer / Chilometro opera von / da 32.0+88 bis / a 44.1+92 bei / al | Status Dokument / Stato documento | Massstab / Scala - | | | | |
| Staat Stato | Los Lotto | Einheit Unità | Nummer Numero | Dokumentenart Tipo Documento | Vertrag Contratto | Nummer Codice | Revision Revisione |
| 02 | H61 | GD | 035 | KTB | D0700 | 23053 | 21 |

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

| Revision Revisione | Änderungen / Cambiamenti | Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica | Datum Data |
|-----------------------|---|--|---------------|
| 21 | Abgabe für die Ausschreibung / Emissione per Appalto | Correa | 30.01.2015 |
| 20 | Überbearbeitung infolge Diensanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.2014 | Donato | 04.12.2014 |
| 11 | Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren Completamento progetto e recepimento istruttoria | Donato | 09.10.2014 |
| 10 | Endabgabe / Consegna Definitiva | Donato | 31.07.2014 |
| 00 | Erstversion / Prima Versione | Donato | 22.05.2014 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | BESCHREIBUNG DER BAUWERKE | |
| 1 | DESCRIZIONE DELLE OPERE | 5 |
| 1.1 | DEFINITION DER BAUWERKE DES BAULOSES MAULS 2-3 | |
| 1.1 | DEFINIZIONE DELLE OPERE DEL LOTTO DI COSTRUZIONE MULES 2-3 | 5 |
| 1.2 | UNTERTEILUNG DES BAULOS MAULS 2-3 | |
| 1.2 | SUDDIVISIONE IN PARTI DEL LOTTO MULES 2-3..... | 7 |
| 2 | GEOLOGISCHE GEOMECHANISCHE EINSTUFUNG | |
| 2 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMECCANICO | 12 |
| 2.1 | EINFÜHRUNG | |
| 2.1 | INTRODUZIONE | 12 |
| 2.2 | STÖRUNGSSYSTEME | |
| 2.2 | SISTEMI DI FAGLIA..... | 12 |
| 2.3 | HYDROGEOLOGIE | |
| 2.3 | IDROGEOLOGIA..... | 13 |
| 3 | ANWENDUNGSBEREICHE DER QUERSCHNITTE | |
| 3 | DEFINIZIONE DEL COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO ROCCIOSO | 15 |
| 3.1 | EINLEITUNG | |
| 3.1 | INTRODUZIONE | 15 |
| 3.2 | GEBIRGEVERHALTEN NACH DEM AUSBRUCH | |
| 3.2 | TENDENZA AL COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO A SEGUITO DELLO SCAVO | 15 |
| 4 | ANWENDUNGSABSCHNITTE DER AUSBRUCHSQUERSCHNITTEN | |
| 4 | TRATTE DI APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO | 18 |
| 5 | RICHTLINIE FÜR DIE WAHL DER AUSBRUCHSQUERSCHNITTE | |
| 5 | LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO | 24 |
| 5.1 | BESTIMMUNG DER VORTRIEBSKLASSE | |
| 5.1 | DEFINIZIONE DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO | 24 |
| 5.1.1 | Hauptröhre, TBM Vortrieb (Schild TBM) | |
| 5.1.1 | Gallerie di Linea, scavo meccanizzato (TBM scudata)..... | 25 |
| 5.1.1.1 | Ausbruchsquerschnitt GL-MS, einschalige Auskleidung | |
| 5.1.1.1 | Sezione di scavo GL-MS, rivestimento singolo | 25 |
| 5.1.1.2 | Ausbruchsquerschnitt GL-MS, zweischalige Auskleidung | |
| 5.1.1.2 | Sezione di scavo GL-MS, rivestimento doppio..... | 25 |
| 5.1.1.3 | Ausbruchsquerschnitt GL-MS, zweischalige Auskleidung mit Sohlgewölbe aus Ortsbeton | |
| 5.1.1.3 | Sezione di scavo GL-MS, rivestimento doppio con arco rovescio gettato in opera..... | 25 |
| 5.1.2 | Querverbindungen, konventioneller Vortrieb | |
| 5.1.2 | Cunicoli trasversali, scavo in tradizionale | 25 |
| 5.1.2.1 | Ausbruchsquerschnitt CT1, CT2-a, CT3-a, -T2 | |
| 5.1.2.1 | Sezione di scavo CT1, CT2-a, CT3-a, -T2..... | 25 |
| 5.1.2.2 | Ausbruchsquerschnitt CT1, CT2-a, CT3-a, -T3 | |
| 5.1.2.2 | Sezione di scavo CT1, CT2-a, CT3-a, -T3..... | 26 |
| 5.1.2.3 | Ausbruchsquerschnitt CT1, CT2-a, CT3-a, -T3-bis | |
| 5.1.2.3 | Sezione di scavo CT1, CT2-a, CT3-a, -T3-bis..... | 26 |
| 5.1.2.4 | Ausbruchsquerschnitt CT1, CT2-a, CT3-a, -T4 | |
| 5.1.2.4 | Sezione di scavo CT1, CT2-a, CT3-a, -T4..... | 26 |
| 5.1.2.5 | Ausbruchsquerschnitt CT1, CT2-a, CT3-a, -T5 | |
| 5.1.2.5 | Sezione di scavo CT1, CT2-a, CT3-a, -T5..... | 27 |
| 5.1.2.6 | Ausbruchsquerschnitt CT1, CT2-a, CT3-a, -TRb | |
| 5.1.2.6 | Sezione di scavo CT1, CT2-a, CT3-a, -TRb..... | 27 |

| | | |
|----------|--|----|
| 5.1.2.7 | Ausbruchsquerschnitt CT2-b, CT3-b, CT4, -T2 | |
| 5.1.2.7 | Sezione di scavo CT2-b, CT3-b, CT4, -T2 | 28 |
| 5.1.2.8 | Ausbruchsquerschnitt CT2-b, CT3-b, CT4, -T3 | |
| 5.1.2.8 | Sezione di scavo CT2-b, CT3-b, CT4, -T3 | 28 |
| 5.1.2.9 | Ausbruchsquerschnitt CT2-b, CT3-b, CT4, -T3 bis | |
| 5.1.2.9 | Sezione di scavo CT2-b, CT3-b, CT4, -T3 bis | 28 |
| 5.1.2.10 | Ausbruchsquerschnitt CT2-b, CT3-b, CT4, -T4 | |
| 5.1.2.10 | Sezione di scavo CT2-b, CT3-b, CT4, -T4 | 29 |
| 5.1.2.11 | Ausbruchsquerschnitt CT2-b, CT3-b, CT4, -T5 | |
| 5.1.2.11 | Sezione di scavo CT2-b, CT3-b, CT4, -T5 | 29 |
| 5.1.2.12 | Ausbruchsquerschnitt CT2-b, CT3-b, CT4, -TRb | |
| 5.1.2.12 | Sezione di scavo CT2-b, CT3-b, CT4, -TRb | 30 |
| 5.1.3 | Anschlüsse Hauptröhre mit Querverbindungen | |
| 5.1.3 | Innesti Gallerie di Linea con Cunicoli Trasversali | 30 |
| 5.1.3.1 | Ausbruchsquerschnitt GL-MS, Anschluss mit den Querverbindungen | |
| 5.1.3.1 | Sezione di scavo GL-MS, Innesso con cunicoli trasversali | 30 |
| 5.1.3.2 | Ausbruchsquerschnitt CT1/2-a -IN-GL-MS (T2-T3-T3-bis) und CT3-IN-GL-MS | |
| 5.1.3.2 | Sezione di scavo CT1/2-a-IN-GL-MS (T2-T3-T3-bis) e CT3-IN-GL-MS | 31 |
| 5.1.3.3 | Ausbruchsquerschnitt CT1-IN-GL-MS (T4-T5) | |
| 5.1.3.3 | Sezione di scavo CT1-IN-GL-MS (T4-T5) | 31 |
| 5.1.3.4 | Ausbruchsquerschnitt CT4-IN-GL-MS | |
| 5.1.3.4 | Sezione di scavo CT4-IN-GL-MS | 32 |
| 5.1.4 | Erkundungsstollen, maschineller Vortrieb (Schild-TBM) | |
| 5.1.4 | Cunicolo esplorativo, scavo meccanizzato (TBM scudata) | 32 |
| 5.1.4.1 | Ausbruchsquerschnitt C-MS, einschalige Auskleidung | |
| 5.1.4.1 | Sezione di scavo C-MS, rivestimento singolo | 32 |
| 5.1.4.2 | Ausbruchsquerschnitt C-MS, zweischalige Auskleidung | |
| 5.1.4.2 | Sezione di scavo C-MS, rivestimento doppio | 32 |
| 5.1.4.3 | Ausbruchsquerschnitt PL-T2, Logistik Nischen, konventioneller Vortrieb, zweischalige Auskleidung | |
| 5.1.4.3 | Sezione di scavo PL-T2, Piazzole logistiche, scavo in tradizionale, rivestimento doppio | 33 |
| 5.1.4.4 | Ausbruchsquerschnitt PL-T5, Logistik Nischen, konventioneller Vortrieb, zweischalige Auskleidung | |
| 5.1.4.4 | Sezione di scavo PL-T5, Piazzole logistiche, scavo in tradizionale, rivestimento doppio | 33 |
| 5.1.4.5 | Ausbruchsquerschnitt Nische Schacht | |
| 5.1.4.5 | Sezione tipo nicchia pozzo | 34 |
| 5.2 | STÖRZONENBEWÄLTIGUNG FÜR DEN ERKUNDUNGSSTOLLEN | |
| 5.2 | INTERVENTI PARTICOLARI CUNICOLO ESPLORATIVO | 35 |
| 5.2.1 | Konsolidierungsmassnahmen Typ 1 | |
| 5.2.1 | Interventi di consolidamento tipo 1 | 35 |
| 5.2.2 | Konsolidierungs- und Abdichtungsmassnahmen Typ 2 | |
| 5.2.2 | Interventi di consolidamento e impermeabilizzazione tipo 2 | 35 |
| 5.2.3 | Konsolidierungs- und Abdichtungsmassnahmen Typ 3 | |
| 5.2.3 | Interventi particolari di consolidamento e impermeabilizzazione tipo 3 | 36 |
| 5.2.4 | Abdichtungsmassnahmen Typ 4 | |
| 5.2.4 | Interventi di impermeabilizzazione tipo 4 | 38 |
| 5.3 | STÖRZONENBEWÄLTIGUNG FÜR DAS HAUPTROHR | |
| 5.3 | INTERVENTI PARTICOLARI GALLERIA DI LINEA | 38 |
| 5.3.1 | Konsolidierungsmassnahmen Typ 1 | |
| 5.3.1 | Interventi di consolidamento tipo 1 | 38 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.3.2 | Konsolidierungs- und Abdichtungsmassnahmen Typ 2 | |
| 5.3.2 | Interventi di consolidamento e impermeabilizzazione tipo 2 | 39 |
| 5.3.3 | Abdichtungsmassnahmen Typ 4 | |
| 5.3.3 | Interventi di impermeabilizzazione tipo 4 | 39 |
| 5.4 | BEZUGSDATEN | |
| 5.4 | DATI DI RIFERIMENTO..... | 40 |
| 5.5 | BEMERKUNGEN | |
| 5.5 | NOTE PARTICOLARI..... | 41 |
| 6 | VERZEICHNISSE | |
| 6 | ELENCHI..... | 43 |
| 6.1 | TABELLENVERZEICHNIS | |
| 6.1 | ELENCO DELLE TABELLE | 43 |
| 6.2 | BIBLIOGRAFIE UND QUELLEN | |
| 6.2 | BIBLIOGRAFIA E FONTI | 43 |
| 6.2.1 | Literatur | |
| 6.2.1 | Letteratura | 43 |
| 6.3 | REFERENZDOKUMENTE | |
| 6.3 | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO..... | 43 |
| 6.3.1 | Eingangsdokumenten | |
| 6.3.1 | Documenti in ingresso..... | 43 |
| 6.3.2 | Allgemeine Geologie, Geotechnik, Seismik und Hydrogeologie | |
| 6.3.2 | Geologia, geotecnica, sismica e idrogeologia generale..... | 44 |
| 6.3.3 | Monitoring | |
| 6.3.3 | Monitoraggio..... | 44 |
| 6.3.4 | Risikomanagement | |
| 6.3.4 | Gestione del rischio..... | 44 |
| 6.3.5 | Allgemeine Dokumente – Teil III | |
| 6.3.5 | Elaborati generali Parte III | 44 |
| 6.3.6 | Ausbruchquerschnitte | |
| 6.3.6 | Sezioni si scavo..... | 45 |
| 6.3.6.1 | Hauptröhre, mechanisierter Ausbruch (Schild-TBM), eingleisig | |
| 6.3.6.1 | Gallerie di Linea, scavo meccanizzato (TBM scudata), binario singolo..... | 45 |
| 6.3.6.2 | Querverbindungen, traditioneller Ausbruch (Regelquerschnitt) | |
| 6.3.6.2 | Cunicoli Trasversali, scavo in tradizionale (sezione corrente) | 46 |
| 6.3.6.3 | Querverbindungen, traditioneller Ausbruch (Anschlussquerschnitt) | |
| 6.3.6.3 | Cunicoli Trasversali, scavo in tradizionale (sezione innesti)..... | 47 |
| 6.3.6.4 | Erkundungsstollen, mechanisierter Vortrieb (Schild-TBM) | |
| 6.3.6.4 | Cunicolo esplorativo, scavo meccanizzato (TBM scudata) | 47 |
| 6.3.6.5 | Ausweiche Baugistik und Nische zur Verbindung mit Erkundungsstollen, traditioneller Ausbruch | |
| 6.3.6.5 | Piazzola di precedenza logistica e nicchia di collegamento con CT, scavo in tradizionale | 47 |
| 6.3.6.6 | Störzonenbewältigung | |
| 6.3.6.6 | Interventi particolari di consolidamento..... | 48 |

1 BESCHREIBUNG DER BAUWERKE

Der Brenner Basistunnel umfasst ein System mit zwei eingleisigen Tunneln, welche auf einem Großteil der Strecke parallel zueinander bei einem konstanten Achsabstand von 70 m verlaufen. Zwischen km 48.2 und km 50.6 ca. (Oströhre) nähern sich die zwei Tunnel bis auf einen Mindestabstand von 40 m einander an, den sie dann bis zum Ende des Bauloses Muls 2-3 (km 54.0) beibehalten.

Zwischen den zwei Tunneln liegen alle 333 m Verbindungsquerstellen.

Das System wird durch einen Pilotstollen ergänzt, der tiefer als die Hauptröhren liegt, um nicht mit den Verbindungsquerstellen zu interferieren. Laut Lageplan liegt der Servicestollen generell zwischen den zwei Hauptröhren; Bei km 51.6 (Oströhre) entfernt sich der Stollen von seiner zentralen Lage zwischen den zwei Röhren und verläuft bis zum Portal in Aicha außerhalb der Achse der Haupttunnels.

Die Trassenführung im Baulos Muls 2-3 weist einen meist gradlinigen Verlauf in Lage und Höhe auf, die sich ab dem Nordende des Bauloses durch eine 5 km lange gerade Strecke, eine kurze Linkskurve mit weitem Radius ($R=10'000$ m) und eine nachfolgende Gerade von ca. 10 km auszeichnet; Dieser folgt eine weitere engere Linkskurve mit größerer Ausdehnung, welche hauptsächlich das bestehende Baulos Muls 1 betrifft. Die Streckenführung beginnt erneut mit einer geraden Strecke (ca. 1 km), der eine Rechtskurve ($R=6'000$ m) folgt, um im Bereich der Gleisverdoppelung, wo sich die Verbundstrecken anbinden, mit einer Geraden von ca. 1.500 m zu enden. Die Details zum Verlauf in Lage und Höhe sind in den Plänen [2] [3] erfasst.

In Bezug auf den Höhenverlauf weist die Oströhre eine Steigungsstrecke mit entgegengesetzten Neigungen, -3.907‰ und +7.399‰ auf, deren höchster Punkt bei km 49.6+35 bzw. deren niedrigster Punkt bei km 49.5+90 liegt. Um die Steigungsstrecke mit der Streckenführung des bereits erstellten Bauloses Muls 1 zu verbinden, mussten für die Weströhre zahlreiche geringfügige Neigungsänderungen eingeführt werden, welche jedenfalls auf die Enden des Bauloses Muls 1 begrenzt sind. Die Details zum Höhenverlauf sind in den Plänen [5] [6] erfasst.

1.1 DEFINITION DER BAUWERKE DES BAULOSES MAULS 2-3

Die in der Ausführungsplanung des Bauloses Muls 2-3 geplanten und auf dem Bauwerkslageplan [4], dargestellten Bauwerke sind folgende: (NB: die Kilometrierungen des Erkundungsstollens steigen nach Norden, die der

1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

La Galleria di Base del Brennero prevede un sistema con due gallerie a binario semplice che corrono parallele per la maggior parte del tracciato con interasse costante di 70 m. Tra il km 48.2 e il km 50.6 circa (canna est), le due gallerie tendono ad avvicinarsi fino a ridurre l'interasse a 40m, mantenendo tale distanza fino all'estremità sud del Lotto Muls 2-3 (km 54.0).

Tra le due gallerie sono posizionati ogni 333 m cunicoli trasversali di collegamento.

Integra il sistema un cunicolo "pilota" collocato ad una quota inferiore rispetto alle canne principali per non interferire con i cunicoli trasversali di collegamento. Planimetricamente il cunicolo di servizio è collocato generalmente in posizione intermedia alle due canne principali; in corrispondenza del km 51.6 (canna est) il cunicolo si allontana dalla sua posizione centrale tra le due canne e si mantiene fuori dall'asse delle Gallerie di Linea fino all'imbocco ad Aica.

Il tracciato ferroviario nel Lotto Muls 2-3 si presenta con andamento planimetrico principalmente in rettilineo caratterizzato, a partire dall'estremo nord del lotto, da un tratto rettilineo di circa 5 km, da una breve curva sinistrorsa di ampio raggio ($R=10'000$ m) e da un successivo rettilineo di circa 10 km cui segue un'ulteriore curva sinistrorsa più stretta e di maggiore estensione che interessa principalmente il lotto esistente Muls 1. Il tracciato riprende con un tratto in rettilineo (circa 1 km) cui segue una curva destrorsa ($R=6'000$ m), per terminare, nella zona di sdoppiamento dei binari in cui si innestano i rami di interconnessione, con un tratto in rettilineo di circa 1'500 m. I dettagli dell'andamento planimetrico sono rilevabili dalle tavole di progetto [2] [3].

Altimetricamente si distingue per la canna est una livelletta con due pendenze opposte, -3.907‰ e +7.399‰, il cui vertice risulta ubicato al km 49.6+35 e il punto di minimo altimetrico del tracciato al km 49.5+90. Per la canna ovest, invece, la necessità di raccordare la livelletta con il tracciato del Lotto Muls 1 già realizzato, ha comportato l'introduzione di numerosi cambi di pendenza della livelletta limitati, in ogni caso, agli estremi del lotto Muls 1. I dettagli dell'andamento altimetrico sono rilevabili dalle tavole di progetto [5] [6].

1.1 DEFINIZIONE DELLE OPERE DEL LOTTO DI COSTRUZIONE MAULS 2-3

Le opere previste nel Progetto Esecutivo del lotto Muls 2 – 3, rappresentate sulla Planimetria delle opere [4], sono le seguenti: (N.B.: le progressive del Cunicolo Esplorativo sono crescenti verso nord; quelle delle Gallerie di Linea e della

Haupttunnel und des Zugangsstollens nach Süden an.)

Bauwerke nördlich der Einbindung des Fensterstollens Mauls mit den Haupttunneln

- 1) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) "Ende Baulos Mauls 1 – Staatsgrenze", ca. von km 47.2+59 bis ca. km 32.0+88 (Vortrieb und Innenschale);
- 2) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) „Tunnelausbau Baulos Mauls 1“: Innenschale der bestehenden Haupttunnelstrecke, die im Abschnitt des Bauloses Mauls 1 von km 47.2+59 ca. bis zu den TBM-Montagekavernen (km 48.9+02 ca.) vorgetrieben wird sowie Endgestaltung der TBM-Montagekavernen, die sich an der Kreuzung mit dem Fensterstollen Mauls befinden (von km 48.9+02 bis 49.0+83 ca.)
- 3) Haupttunnel (GL) West (Gleis 2) „Ende Baulos Mauls 1 – Staatsgrenze“, von km 47.2+22 ca. bis km 32.0+47 ca. (entspricht km 32.0+87 der Regelplanung) (Vortrieb und Innenschale)
- 4) Haupttunnel (GL) West (Gleis 2) „Tunnelausbau Baulos Mauls 1“: Innenschale der bestehenden Haupttunnelstrecke, die im Bereich des Bauloses Mauls 1, von km 47.2+22 ca. bis zu den TBM-Montagekavernen (km 48.8+73 ca.) vorgetrieben wird sowie Endgestaltung der TBM-Montagekavernen, die sich am Schnittpunkt mit dem Fensterstollen Mauls befinden (von km 48.8+73 bis 49.0+57 ca.)
- 5) Fensterstollen Mauls (M): Innenschale des Tunnels und alle dazugehörigen schon bestehenden Bauwerke, bestehend aus: „Zweig A“, „Zweig B“ Logistikkaverne und dazugehörigem Verbindungstunnel, Lüftungszentralkaverne mit entsprechenden Verbindungstunneln und Absaugschacht;
- 6) Nothaltestelle (FdE) "Trens" – System von Tunneln, Kavernen, Stollen, usw., dessen Projektion auf die Oströhre der Haupttunnels von km 44.5+15 bis km 45.0+25 (Vortrieb und Innenschale) liegt;
- 7) Zugangstunnel (GA) zur Nothaltestelle Trens, die sich zwischen dem Fensterstollen Mauls und dem Mittelstollen Trens befindet (Vortrieb und Innenschale)
- 8) Neuer Logistikknoten (NL): Er befindet sich seitlich der Trasse des Zugangsstollens und besteht aus einer Logistikkaverne, drei Verbindungstunneln mit

Galleria di Accesso, verso sud).

Opere situate a nord del punto d'innesto della Finestra di Mules con le gallerie principali

- 1) Galleria di Linea (GL) est (dispari) "fine lotto Mules 1 – Confine di stato": da km 47.2+59 circa a km 32.0+88 circa (scavo e rivestimento definitivo);
- 2) Galleria di Linea (GL) est (dispari) "rivestimenti lotto Mules 1": rivestimento definitivo della tratta della Galleria di Linea esistente, scavata nell'ambito del lotto Mules 1, compresa tra km 47.2+59 circa e cameroni di Montaggio TBM (km 48.9+02 circa) e sistemazione definitiva dei cameroni di montaggio TBM posti in corrispondenza dell'intersezione con la Finestra di Mules (tra km 48.9+02e 49.0+83 circa)
- 3) Galleria di Linea (GL) ovest (pari) "fine lotto Mules 1 – confine di stato": da km 47.2+22 circa a km 32.0+47 circa (corrispondente alla 32.0+87 della Progettazione di Sistema) (scavo e rivestimento definitivo)
- 4) Galleria di Linea (GL) ovest (pari) "rivestimenti lotto Mules 1": rivestimento definitivo della tratta della Galleria di linea esistente, scavata nell'ambito del lotto Mules 1, compresa tra km 47.2+22 circa e cameroni di Montaggio TBM(km 48.8+73 circa) sistemazione definitiva dei cameroni di montaggio TBM posti in corrispondenza dell'intersezione con la Finestra di Mules (tra km 48.8+73 e 49.0+57 circa)
- 5) Finestra di Mules (M): rivestimento definitivo della galleria e di tutte le opere afferenti alla stessa già realizzate e costituite da: "Ramo A", "Ramo B" Camerone logistico e connessa Galleria di Collegamento, Caverna Centrale di Ventilazione con relative Gallerie di Collegamento e Pozzo di Aspirazione;
- 6) Fermata di Emergenza (FdE) Trens – sistema di gallerie, caverne, cunicoli, ecc. la cui proiezione sulla Galleria principale est è compresa dal km 44.5+15 alla km 45.0+25 (scavo e rivestimento definitivo);
- 7) Galleria di Accesso (GA) alla Fermata di Emergenza Trens, compresa tra la Finestra di Mules e il cunicolo centrale di Trens (scavo e rivestimento definitivo)
- 8) Nuovo Nodo Logistico (NL): ubicato lateralmente al tracciato della Galleria di Accesso e costituito da un camerone logistico, tre gallerie di collegamento con

dem Zugangstunnel, einem logistischen Bypass zwischen dem Zugangstunnel (GA) und den beiden Hauptröhren sowie einem Verbindungsschacht zum Erkundungsstollen [7].

- 9) Erkundungsstollen (CE) "Ende Baulos Muls 1 – Staatsgrenze", von km 12.4+59 ca. bis km 27.2+17 (Vortrieb und Innenschale).
- 10) Es ist außerdem die Rohbauausrüstung für den Erkundungsstollen geplant, die hauptsächlich aus der Beleuchtungsanlage, der MS/NS-Verteilung, der Löschwasserversorgung, dem GSM-Fernmeldenetz sowie den selektiven Wasserdrainageanlagen bestehen.
- 11) Erkundungsstollen: „Stollenausbau der vorhergehenden Baulose“: Innenschale der bestehenden Erkundungsstollenstrecke, die im Rahmen der vorhergehenden Baulose, von km 10.4+19 ca. bis zu km 12.4+60 ca. vorgetrieben wurden; Endgestaltung des Verbindungstunnels zwischen der Weströhre und dem Erkundungsstollen.

Bauwerke südlich des Anbindungspunktes des Fensterstollens Muls mit den Haupttunneln

- 12) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) „TBM-Montagekaverne Muls – Eisack-Unterquerung“, von km 49.0+83 ca. bis km 54.0+15 ca. (Vortrieb und Innenschale);
- 13) Haupttunnel (GL) West (Gleis 2) „TBM Montagekavernen Muls 1 – Eisack-Unterquerung“, von km 49.0+57 ca. bis km 54.0+02 ca. (entspricht 54.0+42 ca. der Regelplanung) (Vortrieb und Innenschale).
- 14) Im nachfolgend aufgeführten Abschnitt verlaufen die Haupttunnel bis zur Südgrenze des Bauloses Muls 2-3 zweigleisig: ab km 52.6+29 ca. bis ca. 54.0+15 in der Oströhre und von km 52.8+66 ca. bis km 54.0+02. ca. in der Weströhre.

Die Baulosgrenzen gehen aus den Plänen [4] hervor, auf die verwiesen wird.

1.2 UNTERTEILUNG DES BAULOS MULS 2-3

Aufgrund der baulichen Eigenschaften der zuvor ermittelten Bauwerke ist das Baulos Muls 2-3 wie folgt in drei Teile gegliedert worden:

la GA, un by-pass logistico di collegamento tra la GA e le Gallerie di Linea e un pozzo di collegamento con il Cunicolo Esplorativo [7].

- 9) Cunicolo Esplorativo (CE) " fine lotto Muls 1 – Confine di stato": da km 12.4+59 circa a km 27.2+17 (scavo e rivestimento definitivo).
- 10) Sono inoltre previste le dotazioni impiantistiche a servizio del Cunicolo Esplorativo, costituite essenzialmente dall'impianto di illuminazione, distribuzione MT/BT, dalla rete idrica antincendio, dalla rete di telecomunicazione GSM e dagli impianti di drenaggio selettivo delle acque.
- 11) Cunicolo Esplorativo "rivestimenti lotti precedenti": rivestimento definitivo della tratta del Cunicolo Esplorativo esistente, scavato nell'ambito dei lotti precedenti, compresa tra km 10.4+19 circa e km 12.4+60 circa; sistemazione definitiva della galleria di collegamento tra la canna ovest e il Cunicolo Esplorativo.

Opere situate a sud del punto d'innesto della Finestra di Muls con le gallerie principali

- 12) Galleria di Linea (GL) est (dispari) "camerone montaggio TBM Muls – Sottoattraversamento Isarco": da km 49.0+83 circa a km 54.0+15 circa (scavo e rivestimento interno);
- 13) Galleria di Linea (GL) ovest (pari) "camerone montaggio TBM – Sottoattraversamento Isarco": da km 49.0+57 circa a km 54.0+02 circa (corrispondente alla 54.0+42 circa della Progettazione di Sistema) (scavo e rivestimento definitivo).
- 14) In questa tratta le gallerie principali est ed ovest a partire dalla km 52.6+29 circa, per la galleria est, e dalla km 52.8+66 circa, per la galleria ovest, fino al limite sud del lotto Muls 2-3 (km 54.0+15 per la canna est, km 54.0+02 circa per la canna ovest), si presentano a doppio binario.

I limiti del lotto di costruzione sono rilevabili nelle tavole [4] alle quali si rimanda.

1.2 SUDDIVISIONE IN PARTI DEL LOTTO MULS 2-3

In funzione delle caratteristiche costruttive delle opere individuate precedentemente, il lotto Muls 2 - 3 è stato suddiviso in tre parti così definite:

**Teil 1 - Haupttunnel von km 46+769 bis km 54+015
Oströhre und Innenschalen der vorhergehenden
Baulose, konventioneller Vortrieb des
Erkundungsstollens:**

- Haupttunnel (GL), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
 - von km 47.2+59 ca. bis km 46.7+69 - Oströhre;
 - von km 47.2+22 ca. bis km 46.7+32 - Weströhre.
- Haupttunnel (GL), Innenschale der bestehenden Haupttunnelstrecke, welche im Rahmen des Bauloses Mauls 1 ausgebrochen wurde:
 - von km 47.2+59 ca. bis km 48.9+02 ca. (Anfang TBM Montagekaverne) - Oströhre;
 - von km 47.2+22 ca. bis km 48.8+73 ca. (Anfang TBM Montagekaverne) - Weströhre.
- Haupttunnel (GL), Innenschale der Strecke auf Höhe der bestehenden TBM-Montagekavernen, welche im Rahmen des Bauloses Mauls 1 ausgebrochen wurden:
 - von km 48.9+02 ca. bis km 49.0+83 ca. - Oströhre;
 - von km 48.8+73 ca. bis km 49.0+57 ca. - Weströhre.
- Fensterstollen Mauls (M) und dazugehörige Bauwerke, Innenschale und Endgestaltung der bereits in den vorhergehenden Baulosen errichteten Bauwerke, bestehend aus:
 - Fensterstollen Mauls (M), 1'607 m ca. lang;
 - Zweig A (M-A), ca. 172 m lang;
 - Zweig B (M-B), ca. 176 m lang;
 - Logistikkaverne, 40 m ca, und dazugehöriger Verbindungstunnel, ca. 142m lang;
 - Zentrale Lüftungskaverne, 67 m, Verbindungszweige zum Fensterstollen Mauls (212 m ca.) und Absaugschacht ca. 47 m hoch.
- Erkundungsstollen (CE), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
 - Verbreiteter Querschnitt (CL) von km 12.4+59,5 bis km 13.2+30
 - Logistische Ausweichstellen (PL), an km 12.6+42,5 und km 12.9+42,5
 - TBM-Montagekaverne Richtung Norden (CMC), ca. 60m lang, von km 13.2+30 bis km 13.2+90
- Erkundungsstollen (CE): Innenschale der bereits in den vorhergehenden Baulosen errichteten Erkundungsstollenabschnitte, die Folgendes umfassen:
 - Demontagekaverne der aus Aicha kommenden TBM (MCSS), ca. 40 m lang, von km 10.4+19 bis km 10.4+54.
 - Verbreiteter Querschnitt (CL) von km 10.4+54 bis km 10.9+16;
 - Regelquerschnitt (CE) von km 10.9+16 bis km

**Parte 1 -Gallerie di Linea dal km 46+769 al km 54+015
canna est e rivestimenti definitivi lotti precedenti,
Cunicolo Esplorativo in tradizionale:**

- Gallerie di Linea (GL), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
 - da km 47.2+59 circa al km 46.7+69 - canna est;
 - da km 47.2+22 circa a km 46.7+32 - canna ovest.
- Galleria di Linea (GL), rivestimento definitivo della tratta della Galleria di Linea esistente, scavata nell'ambito del lotto Mules 1:
 - da km 47.2+59 circa a km 48.9+02 circa (inizio camerone di montaggio TBM) - canna est;
 - da km 47.2+22 circa a km 48.8+73 circa (inizio camerone di montaggio TBM) - canna ovest.
- Galleria di Linea (GL), rivestimento definitivo della tratta in corrispondenza dei camerone di montaggio TBM esistenti, scavati nell'ambito del lotto Mules 1:
 - da km 48.9+02 circa a km 49.0+83 circa - canna est;
 - da km 48.8+73 circa a km 49.0+57 circa - canna ovest.
- Finestra di Mules (M) e opere annesse, rivestimento e sistemazione definitiva delle opere già realizzate in lotti precedenti e costituite da:
 - Finestra di Mules (M), lunghezza di 1'607 m circa;
 - Ramo A (M-A), lunghezza di 172 m circa;
 - Ramo B (M-B), lunghezza di 176 m circa;
 - Camerone logistico, 40 m circa, e relativa galleria di collegamento, lunghezza di 142 m circa;
 - Caverna Centrale di Ventilazione, 67 m, rami di collegamento alla Finestra di Mules (212 m circa) e pozzo di Aspirazione di altezza 47 m circa.
- Cunicolo Esplorativo (CE), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
 - Sezione corrente (CE) tra km 12.4+59,5 e km 13.2+30
 - Piazzole logistiche (PL), ubicate al km 12.6+42,5 e km 12.9+42,5
 - Camerone di montaggio della TBM verso nord (CMC), della lunghezza di circa 60m tra km 13.2+30 e km 13.2+90
- Cunicolo Esplorativo (CE): rivestimento definitivo del tratto di cunicolo già realizzato in lotti precedenti e costituito da:
 - Camerone di smontaggio della TBM proveniente da Aica (MCSS), della lunghezza di 40 m circa, tra km 10.4+19 e km 10.4+54.
 - Sezione allargata (CL) tra km 10.4+54 e km 10.9+16;
 - Sezione corrente (CE) tra km 10.9+16 e km 12.4+59,5

- 12.4+59,5
- Bestehende logistische Ausweichstellen (PL-E), an km 11.1+97,5; km 11.4+93,5; km 11.7+19,5; km 12.0+15; km 12.3+42,5
- Verbindungstunnel (GC): Endgestaltung des bereits im Baulos Mauls 1 errichteten Bauwerks, zwischen der Weströhre und dem Erkundungstollen auf einer Länge von ca. 420 m.
- Haupttunnel (GL) südlich des Fensterstollens; hauptsächlich mit offener TBM aufgefahrener Abschnitt (Vortrieb und Innenschale):
 - von km 49.0+83 ca. (Ende TBM-Montagekaverne, welche im Rahmen des Bauloses Mauls 1 ausgeführt wurde) bis km 52.6+22 ca. - Oströhre;
 - von km 49.0+57 ca. (Ende TBM-Montagekaverne, welche im Rahmen des Bauloses Mauls 1 ausgeführt wurde) bis km 52.8+44 ca.
- In diesem Abschnitt erfolgt der Vortrieb der Oströhre von km 49.0+83 ca. bis km 49.1+18 und der Weströhre von km 49.0+57 ca bis km 49.2+41 jeweils auf einer Länge von 35 m und 184 m, im konventionellen Vortrieb mit einem verbreiterten Querschnitt, der die Durchfahrt der TBM ermöglicht.
- Doppelgleisige Haupttunnel (GL -D), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
 - von km 52.6+29 ca. bis km 54.0+15 - Oströhre;
 - von km 52.8+66 ca. bis km 54.0+02 ca. - Weströhre (entspricht ca. km 54.0+42 der Regelplanung).

Teil 2 - Nothaltestelle, Zugangstunnel und dazugehörige Bauwerke von km 46+769 bis km 44+191:

- Haupttunnel (GL), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
 - von km 46.7+69 ca. bis km 45.0+25 (Anfang NHS) und von km 44.5+55 (Ende NHS) bis km 44.3+51 (TBM-Montagekaverne) - Oströhre;
 - von km 46.7+32 ca. bis km 44.9+88 (Anfang NHS) und von km 44.5+18 (Ende NHS) bis km 44.3+15 (TBM-Montagekaverne) - Weströhre.
- TBM-Montagekavernen entlang der Haupttunnel (GL-CM), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
 - von km 44.3+52 ca. bis km 44.1+92- Oströhre;
 - von km 44.3+15 ca. bis km 44.1+55 - Weströhre.
- Nothaltestelle (FdE) und entsprechende Verbindungstollen, konventioneller Vortrieb und Innenschale:
 - von km 45.0+25 ca. bis km 44.5+55 - FdE Oströhre;
 - von km 44.9+88 ca. bis km 44.5+18 - FdE

- Piazzole logistische esistenti (PL-E), ubicate al km 11.1+97,5; km 11.4+93,5; km 11.7+19,5; km 12.0+15; km 12.3+42,5
- Galleria di collegamento (GC): sistemazione definitiva dell'opera già realizzata nel lotto Mules 1, compresa tra la Galleria di Linea, canna ovest, e il Cunicolo Esplorativo, per una lunghezza di 420 m circa.
- Galleria di Linea (GL) a sud dalla Finestra di Mules, tratta realizzata prevalentemente con TBM aperta (scavo e rivestimento definitivo):
 - da km 49.0+83 circa (fine camerone di montaggio TBM realizzato nell'ambito del Lotto Mules 1) a km 52.6+22 circa - canna est;
 - da km 49.0+57 circa (fine camerone di montaggio TBM realizzato nell'ambito del Lotto Mules 1) a km 52.8+44 circa
- In questa tratta le gallerie principali est ed ovest a partire dalla km 49.0+83 circa, per la galleria est, e dalla km 49.0+57 circa, per la galleria ovest, fino alla km 49.1+18 est e 49.2+41 ovest, rispettivamente per una lunghezza di 35m e 184m, vengono scavate con metodi tradizionali con una sezione allargata che permette il passaggio della TBM.
- Gallerie di Linea a doppio binario (GL-D), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
 - da km 52.6+29 circa al km 54.0+15 - canna est;
 - da km 52.8+66 circa a km 54.0+02 circa - canna ovest (corrispondente alla 54.0+42 circa della Progettazione di Sistema).

Parte 2- Fermata di Emergenza, Galleria di Accesso e Opere connesse dal km 46+769 al km 44+191:

- Gallerie di Linea (GL), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
 - da km 46.7+69 circa a km 45.0+25 (inizio FdE) e da km 44.5+55 (fine FdE) al km 44.3+51 (camerone di montaggio TBM) - canna est;
 - da km 46.7+32 circa a km 44.9+88 (inizio FdE) e da km 44.5+18 (fine FdE) al km 44.3+15 (camerone di montaggio TBM) - canna ovest.
- Cameroni di montaggio TBM lungo le Gallerie di Linea (GL-CM), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
 - da km 44.3+52 circa a km 44.1+92- canna est;
 - da km 44.3+15 circa al km 44.1+55 - canna ovest.
- Fermata di Emergenza (FdE) e i relativi cunicoli trasversali di collegamento, scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
 - da km 45.0+25 circa a km 44.5+55 - FdE canna est;
 - da km 44.9+88 circa a km 44.5+18 - FdE canna

- Weströhre;
 - Verbindungsstollen für die Nothaltestelle FdE-C01 ÷ FdE-C06,
 - Querkaverne Trens: Querschlag Typ 5 (km 45.3+75 Oströhre).
- Mittelstollen Trens und Abluftquerstollen, konventioneller Vortrieb und Innenschale:
 - von km 0.0+00 bis km 0.6+90, entsprechend den Kilometrierungen der Oströhre km 44.5+15 und km 45.1+92;
 - Abluftquerstollen FdE-V-01 ÷ FdE-V06 und Entlastungsstollen (km 44.5+35 Oströhre)
- Zugangstunnel (GA) zur Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb und Innenschale: der 3.805 m lange Tunnel beginnt an eine Abzweigung bei km 1.4+79 ca. des Fensterstollen Mauis.
- Neuer Logistikknoten (NL), konventioneller Vortrieb und Endgestaltung; befindet sich seitlich der Trasse des Zugangstunnels (zwischen km 0.5+00 und 0.8+60 ca. des GA) und besteht aus:
 - einer 110 m langen Logistikkaverne;
 - drei Verbindungstunnel zum Zugangstunnel (38 m, 91 m und 179 m ca.);
 - Logistik Bypass zwischen dem Zugangstunnel und der Weströhre (148m ca.) und zwischen der Weströhre und der Oströhre (137 m ca.)
 - Verbindungsschacht zum Erkundungsstollen bei km 00.0+71.6 mit Bezug auf die Bauwerkskilometrierung.

Teil 3 - Erkundungsstollen von km 13+290 (betr. Oströhre 46+013) bis km 27+217 (betr. Oströhre 32+088) und Haupttunnels von km 32+088 bis km 44+192:

- Haupttunnel (GL), TBM-Vortrieb und Innenschale:
 - von km 44.1+92 ca. (Ende TBM-Montagekaverne) bis km 32.0+88 - Oströhre;
 - von km 44.1+55 ca. (Ende TBM-Montagekaverne) bis km 32.0+47 ca. (entsprechend dem km 32.0+87 der Regelplanung) - Weströhre.
- Erkundungsstollen (CE), TBM-Vortrieb und Innenschale:
 - von km 13.2+90 ca. (TBM-Montagekaverne) bis km 27.2+17 (Staatsgrenze).
 - In diesem Abschnitt sind außerdem im Abstand von jeweils 2 km sieben Ausweichstellen geplant.
- Rohbauausrüstung des Erkundungsstollens (CE), die im Wesentlichen aus der Beleuchtungsanlage, der MS/NS-Verteilung, der Löschwasserversorgung, dem GSM-Fernmeldenetz

- ovest;
 - cunicoli di collegamento a servizio della Fermata di Emergenza FdE-C01 ÷ FdE-C06,
 - caverna di Trens: cunicolo trasversale di collegamento tipo 5 (km 45.3+75 canna est).
- Cunicolo centrale di Trens e cunicoli trasversali di aspirazione d'aria, scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
 - da km 0.0+00 a km 0.6+90, corrispondenti rispettivamente alle progressive della canna est km 44.5+15 e km 45.1+92;
 - cunicoli di ventilazione FdE-V-01 ÷ FdE-V06 e cunicolo di scarico (km 44.5+35 canna est)
- Galleria di Accesso (GA) alla Fermata di Emergenza di Trens, scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo: la galleria, della lunghezza di 3'805 m circa, ha origine, mediante diramazione, dalla progressiva km 1.4+79 circa della finestra di Mules.
- Nuovo Nodo Logistico (NL), scavo con metodi tradizionali e sistemazione definitiva; situato lateralmente al tracciato della Galleria di Accesso (posizionato tra km 0.5+00 e 0.8+60 circa della GA), risulta costituito da:
 - camerone logistico della lunghezza di 110 m;
 - tre gallerie di collegamento con la GA (38 m, 91 m e 179 m circa);
 - by-pass logistico di collegamento tra la GA e la GL ovest (148m circa) e tra la GL ovest e la GL est (137 m circa)
 - pozzo di collegamento con il Cunicolo Esplorativo, ubicato al km 00.0+71.6 con riferimento delle progressive dell'opera.

Parte 3 - Cunicolo Esplorativo dal km 13+290 (rif. canna est 46+013) al km 27+217 (rif. canna est 32+088) e Gallerie di Linea dal km 32+088 al km 44+192:

- Gallerie di Linea (GL), scavo meccanizzato e rivestimento definitivo:
 - da km 44.1+92 circa (fine camerone di montaggio TBM) a km 32.0+88 - canna est;
 - da km 44.1+55 circa (fine camerone di montaggio TBM) a km 32.0+47 circa (corrispondente al km 32.0+87 della Progettazione di Sistema) - canna ovest.
- Cunicolo Esplorativo (CE), scavo meccanizzato e rivestimento definitivo:
 - da km 13.2+90 circa (camerone di montaggio TBM) a km 27.2+17 (confine di stato).
 - nella presente tratta inoltre è prevista la realizzazione di sette piazzole logistiche distribuite lungo tale tratta, posizionate ad un interasse costante di 2km.
- Dotazioni impiantistiche a servizio del Cunicolo Esplorativo (CE), costituite essenzialmente dall'impianto di illuminazione, distribuzione MT/BT, dalla rete idrica antincendio, dalla rete di

sowie den selektiven Wasserdrainageanlagen besteht.

telecomunicazione GSM e dagli impianti di drenaggio selettivo delle acque.

2 GEOLOGISCHE GEOMECHANISCHE EINSTUFUNG

2.1 EINFÜHRUNG

Die in diesem Dokument betroffene Strecke zieht sich durch verschiedene geologische und geomechanische Verhältnisse, die in den folgenden Bemessungsschnitten gruppiert sind

- km 32+088 bis km 36+000 (Oströhre): Orthogneis des Zentralgneises (Altes Dach) des Tuxer Kerns.
- km 36+000 bis km 37+300 (Oströhre): mehrfache Abfolgen von gefalteten und geschieferten Einheiten der unteren und oberen Schieferhülle (Rhätizitquarzit, Hochstegen-Marmor, Kaserer Formation, Aigerbachformation mit Gips und Anhydriten).
- km 37+300 bis km 41+000 (Oströhre): Bündnerschiefer der Pfitschtal Störungszone (obere Schieferhülle), bestehend aus siliziklastisch-kalkhaltigen Graphit-Schiefen sowie unreinem Marmor mit Einlagerungen aus grünem, oft schiefri gem Gestein.
- km 41+000 bis km 42+800 (Oströhre): Zillertaler Antiform: Gesteine der Aigerbachformation der Oberen Schieferhülle (Chloritschiefer, glimmerhaltige Quarze, Quarzphyllit/Glimmerschiefer sowie anhydritreiches Gestein sowie Gestein der Kaserer Formation und allgemeines Triasgestein.
- km 42+800 bis km 45+100 (Oströhre): Bündnerschiefer mit teilweisen Einlagerungen von exotischen Gesteinen (Dolomit, Gips, Anhydrit).
- km 45+100 bis km 46+850 (Oströhre): Kristallin der Ostalpen, Störungszone Sprechenstein-Mauls: Amphibolite, Paragneis, Glimmerschiefer, teilweise Einlagerungen von Orthogneis und Marmor.

2.2 STÖRUNGSSYSTEME

Zusammenfassend kann man auf der Trasse dieses Projekts regionale Bruchsysteme festlegen. Um einen bestimmten Bruch einem festgelegten System zuzuschreiben, sind erstens die Bruchrichtung und zweitens, wenn festlegbar, die Kinematik maßgebend. Demnach ergibt sich, dass die Konfiguration eines Bruchs innerhalb eines Systems je nach Alter und Tiefe der Formation, sowie des umliegenden

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMECCANICO

2.1 INTRODUZIONE

La tratta oggetto del presente documento si sviluppa attraverso ammassi con differenti caratteristiche geologiche e geomeccaniche che posso essere riassunte nelle seguenti sei domini omogenei:

- km 32+088-36+000 (canna Est): ortogneiss dello Gneiss Centrale nel nucleo di Tux e, subordinatamente, rocce del basamento pregranitico.
- km 36+000-37+300 (canna Est): successione molteplice di unità piegate e a scaglie della Schieferhülle inferiore e superiore (quarzite di Rhätizit, marmo di Hochstegen, Fm. di Kaserer, Fm. di Aigerbach con gessi e anidriti).
- km 37+300-41+000 (canna Est): Calcescisti della Falda di Vizze (Schieferhülle superiore) costituiti da scisti silicoclastici-calcarei e grafitici e da marmi impuri con intercalazioni di rocce verdi, spesso scistose.
- km 41+000-42+800 (canna Est): Antiforme dello Zillertal: È prevista la presenza di rocce della formazione dell'Aigerbach della Obere Schieferhülle (calcescisti cloritici, quarziti micacee, filladi quarzifere/micascisti nonché rocce ricche di anidrite e della formazione di Kaserer e del triassico in genere.
- km 42+800-45+100 (canna Est): Calcescisti con locali intercalazioni di rocce esotiche (dolomiti, gesso, anidrite).
- km 45+100-46+850 (canna Est): cristallino austroalpino e zona di faglia Castel Pietra - Mules: anfiboliti, paragneiss, micascisti, intercalazioni locali di ortogneiss, marmi impuri.

2.2 SISTEMI DI FAGLIA

In sintesi possono essere definiti dei sistemi di faglia regionali per il tratto oggetto di progettazione. Risulta determinante per l'assegnazione di una certa faglia a un sistema definito, in prima linea, l'orientamento della faglia e, in secondo luogo e se determinabile, la cinematica. Da ciò risulta che la configurazione della faglia può variare all'interno di un sistema a seconda dell'età e della profondità

Gesteins, variieren kann.

Für die oben genannte Trasse werden die folgend angegebenen Verwerfungssysteme festgelegt:

- **Bruchsystem des Wipptals (SZ-WT):** Direkte Verwerfungen die mit geringer bis hoher Neigung nach Westen und Osten im Kontext des direkten Brennerbruches auftauchen.
- **Bruchsystem des Pfitschtals (SZ-VT):** Subvertikale Brüche nach Nord / Nordosten - West / Südwesten orientiert und beinahe nach Ost - West auf die Höhe vom Pfitschtal.
- **Bruchsystem vom Afens (SZ-AV):** Subvertikale Brüche nach Nord / Nordosten – Süd / Südwesten orientiert, linker Verschiebung und direkte stark nach Westen / Nordwesten und Osten / Südosten geneigte Brüche (querlaufend) im ganzen Gebiet des Projekts.
- **Bruchsystem von Tulfer (SZ-TU):** Subvertikale Brüche nach Westen / Nordwesten – Osten / Südosten orientiert. Lokal, das heisst im Gebiet von Tulfer durch den Pretzkofelberg Richtung Sengentalpe, erscheint dieses System häufiger.
- **Bruchsystem der Südgrenze der Tauern (SZ-TWS):** Umgekehrter Bruch nach Süden orientiert in Nähe der Südgrenze des Tauernfensters. Dieses System ist auf das von der Südgrenze des Tauernfensters direkt betroffene Gebiet begrenzt und voraussichtlich auf jenes Weitere, das von den Deckengrenzen direkt betroffen ist.

Im 'Generellen geomechanischen Bericht' [15] sind neben den bezüglichen Unsicherheitsgraden die folgenden Angaben für jede Störungszone angegeben:

- Lage (Immersion / Niegung);
- Eigentliche und scheinbare Mächtigkeit in Bezug auf die Trassierung
- Prozentuales Verhältnis der Damage Zone und Core Zone entlang die Dicke der betreffenden Störungszonen.

2.3 HYDROGEOLOGIE

In der Folge sind einige vorabzählige hydrogeologische Größen wichtig, welche die Schüttungen, Temperaturen und den Chemismus des Tunnelabwassers in Bau- und Endzustand betreffen.

della formazione nonché delle rocce circostanti.

Per il tratto oggetto di progettazione vengono definiti i sistemi di faglia di seguito indicati:

- **Sistema di Faglia del Wipptal (SZ-WT):** Faglie dirette che si immergono con pendenza da ridotta ad elevata verso W e E nel contesto della faglia diretta del Brennero.
- **Sistema di faglia della Val di Vizze (SZ-VI):** Faglie subverticali con direzione da ENE-WSW a pressoché E-W in corrispondenza della Val di Vizze.
- **Sistema di faglia di Avenes (SZ-AV):** Faglie subverticali con direzione NNE-SSW, trascorrenza sinistra e faglie dirette (trasversali) molto inclinate immergenti verso WNW e ESE in tutta l'area di progetto.
- **Sistema di faglia di Tulves (SZ-TU):** Faglie subverticali con direzione WNW-ESE. A livello locale ovvero nell'area da Tulves attraverso il monte Pretzkofel in direzione della malga di Senges questo sistema si presenta più frequentemente.
- **Sistema di Faglia del limite meridionale dei Tauri (SZ-TWS):** Faglia inversa S-vergente presso il limite meridionale della Finestra dei Tauri . Questo sistema si limita all'area direttamente interessata dal limite meridionale della Finestra dei Tauri e, presumibilmente, alla zona direttamente interessata dal limite delle falde.

Nella relazione geomeccanica generale [15], per ciascun piano di faglia cartografato, oltre all'indicazione sull'incertezza della previsione, vengono riportati i seguenti dati:

- giacitura (immersione / inclinazione);
- Spessore reale e spessore apparente rispetto al tracciato
- Percentuale di damage zone e di core zone della struttura lungo lo spessore dell'area interessate dalla faglia.

2.3 IDROGEOLOGIA

Nel seguito si riportano alcuni dati preliminari relativi alle portate, alle temperature, e al chimismo delle acque drenate della galleria sia in fase costruttiva che di esercizio.

Abgeleitete Wasserflüsse

- Spitzenwert der transitorischen Wasserflüsse > 10 l/s/10m
- Kumulierte transitorische Systemwasserflüsse > 150 l/s

Die maximal transitorischen Wasserflüsse sind vor allem beim Zillertaler Antiform und bei der Querung der Schieferhülle erwartet.

- Stabilisierte kumulierte Systemwasserzuflüsse 120 l/s

Für weitere Details über die Durchlässigkeit der Gebirge, die Wassermengen und die erwarteten Zuflüsse entlang der einzelnen und homogenen Ausbruchsstrecken wird auf die in [9] und [10] enthaltenen geologischen und hydrogeologischen Informationen verwiesen.

Chemismus der Gewässer

Im Tunnelabschnitt zwischen km 46+800 und der Stadtgrenze (etwa km 32+088) werden geochemisch angereicherte Wässer erwartet. Ausserdem könnte ihr Sulfatgehalt sehr hoch sein und diese Wässer somit als aggressiv gelten. Die erwarteten Konzentrationen sind:

- Von km 32+088 bis km 37+350
600 mg/l <SO₄ < 3000 mg/l
- Von km 37+350 bis km 39+300
200 mg/l <SO₄ < 600 mg/l
- Von km 39+300 bis km 40+880
600 mg/l <SO₄ < 3000 mg/l
- Von km 40+880 bis km 42+250
3000 mg/l <SO₄ < 6000 mg/l
- Von km 42+250 bis km 45+100
600 mg/l <SO₄ < 3000 mg/l
- Von km 45+100 bis km 46+769
200 mg/l <SO₄ < 600 mg/l

Portate drenate

- Portata transitoria di picco > 10 l/s/10m
- Portata transitoria cumulata del sistema > 150 l/s

Portate massime transitorie sono attese soprattutto in corrispondenza della Antiforme dello Zillertal e nell'attraversamento dello Schieferhülle.

- Portata stabilizzata cumulata del sistema 120 l/s

Per maggiori dettagli in merito alla permeabilità degli ammassi rocciosi, al carico idraulico e alle venute attese lungo singole e omogenee tratte di scavo, si rimanda alla Sintesi delle informazioni geologiche e idrogeologiche in [9] e [10].

Chimismo acque

Nella tratta di galleria dalla progressiva km 46+800 circa al confine di Stato (km 32+088 circa) sono previste acque relativamente mature dal punto di vista geochimico. Inoltre il loro contenuto di solfati potrebbe essere elevato e quindi potrebbero risultare aggressive. Le concentrazioni previste sono le seguenti:

- Da km 32+088 a km 37+350
600 mg/l <SO₄ < 3000 mg/l
- Da km 37+350 a km 39+300
200 mg/l <SO₄ < 600 mg/l
- Da km 39+300 a km 40+880
600 mg/l <SO₄ < 3000 mg/l
- Da km 40+880 a km 42+250
3000 mg/l <SO₄ < 6000 mg/l
- Da km 42+250 a km 45+100
600 mg/l <SO₄ < 3000 mg/l
- Da km 45+100 a km 46+769
200 mg/l <SO₄ < 600 mg/l

3 ANWENDUNGSBEREICHE DER QUERSCHNITTE

3.1 EINLEITUNG

Gemäss Definition des Leitfadens zur Wahl der Ausbruchquerschnitte müssen die Grundlagen für die Projektierungsentscheidungen angegeben werden. Nachfolgend werden diese allgemeinen Betrachtungen zitiert.

3.2 GEBIRGEVERHALTEN NACH DEM AUSBRUCH

Das Gebirgeverhalten nach dem Ausbruch ist unter anderem durch den folgende Faktoren beeinflusst:

- Geomechanische Gebirgestruktur
- Anwesenheit von Wasser
- Anfänglicher Spannungszustand des Gebirges
- Ausmasse des Ausbruches

Ausser für die Ausmasse des Ausbruches wurden diese Faktoren aus den Ergebnissen und Interpretationen der jeweiligen Fachspezialisten hergeleitet. Deswegen tauchen in der Ausbruchphase immer noch wichtige unbekannt Einflüsse bezüglich dem Gebirgsverhalten nach dem Ausbruch auf. Diese Entwicklungen müssen ständig überwacht werden, damit die Massnahmen zur Ausbruchsicherung und Störzonenbewältigung und die verschiedenen Projektierungsannahmen angepasst werden können.

Dies gilt sowohl für die mit konventionellem Vortrieb ausgeführten Bauwerke, d.h. Querverbindungen und Ausweichen für die Bauleistung, als auch für die Massnahmen zur Störzonenbewältigung bei mit maschinellem Vortrieb realisierten Bauwerken, d.h. Hauptrohren und Erkundungsstollen.

Abschnitt von km 32+088 bis km 35+900

Das erwartete Verhalten des Zentralgneiss und der Metamorphgesteine ist elastisch mit lokalen Block- oder Keilablösungen und möglichem Rockburst. Das Verhalten in den Trennflächen und in den Paragneisen, die in geringem Mass hier vorhanden sind, kann elasto-plastisch mit mittel- bis niedrigquellend sein.

Die Störungszonen sind von einem elasto-plastischen Verhalten gekennzeichnet, das mit einer durch Überschreitung des Scherwiderstands, entlang der durch die Trennflächen verursachten Gebirgsauflockerung, verbunden

3 DEFINIZIONE DEL COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO ROCCIOSO

3.1 INTRODUZIONE

Per la definizione delle linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo è necessario indicare le basi delle scelte operate in sede di progetto. Nel seguito si riportano le considerazioni principali che hanno portato a formulare le ipotesi di progetto.

3.2 TENDENZA AL COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO A SEGUITO DELLO SCAVO

L'ammasso nella sua reazione allo scavo è condizionato da una serie di fattori tra i quali spiccano:

- struttura dell'ammasso (in senso geomeccanico)
- presenza d'acqua
- stato tensionale iniziale
- dimensioni dello scavo

Tutti questi fattori, ad eccezione delle dimensioni dello scavo, derivano da considerazioni ed interpretazioni basate sugli studi specialistici specifici sull'argomento. Questo fa sì che in fase di scavo risultano ancora essere presenti delle incognite non trascurabili sulle risposte dell'ammasso roccioso allo scavo. Queste ultime quindi vanno costantemente monitorate con l'obiettivo di adattare in corso d'opera non solo gli interventi di stabilizzazione e consolidamento ma anche le ipotesi che hanno portato alla loro definizione.

Nel caso specifico le considerazioni appena citate riguardano sia lo scavo in tradizionale dei cunicoli trasversali di collegamento tra le Gallerie di Linea e la realizzazione delle piazzole logistiche del Cunicolo Esplorativo che la valutazione degli interventi speciali per lo scavo delle Gallerie di Linea e del Cunicolo Esplorativo che è previsto con TBM scudata.

Tratto tra km 32+088 e km 35+900

Il comportamento atteso nello gneiss centrale e delle rocce metamorfiche associate è di tipo elastico con locali distacchi di blocchi o cunei e possibili colpi di montagna. Il comportamento negli scisti e nei paragneiss, presenti in piccole quantità lungo questa tratta, potrà essere di tipo elastoplastico con la presenza di ammassi da poco a mediamente spingenti.

Per quanto riguarda le zone di faglia invece in genere si prevede un comportamento elasto-plastico con allentamento dell'ammasso dovuto al superamento della resistenza al

ist. Die Konvergenz ist in der Grössenordnung von ca. 10 cm. Bei den grössten Trennflächen kann die Konvergenz bis zu 50 cm ansteigen.

Die Notwendigkeit der Konsolidierungsmassnahmen in den Trennflächen muss während der Vortriebsphase anhand der tatsächlich herausgefundenen Verhältnisse beurteilt werden [12].

Für den traditionellen Ausbruch der Querverbindungen ist die Kontrolle der Konvergenz ein Einflussfaktor für die Auswahl des Ausbruchsprofils.

Abschnitt von km 35+900 bis km 37+200

Das Verhalten der Metasedimente, die die untere Schieferhülle ausbilden, ist hauptsächlich elastisch und mit lokaler Blockablösung zu erwarten.

Entlang den Störungszonen und Rauhwacken-Gebirgen ist das erwartete Verhalten elasto-plastisch bis plastisch oder inkohärent. Die Notwendigkeit der Konsolidierungsmassnahmen in den Trennflächen oder in den Rauhwacken-Gebirgen muss während der Vortriebsphase anhand der tatsächlich herausgefundenen Verhältnisse beurteilt werden.

Die Anwesenheit von Anhydritschiefer kann zusätzlich auch zu quellfähigem Verhalten führen. Die Anwesenheit von Anhydrit muss daher markiert werden, und die Notwendigkeit von Abdichtungsmassnahmen beurteilt.

Für den traditionellen Ausbruch der Querverbindungen ist die Kontrolle der Konvergenz ein Einflussfaktor für die Auswahl des Ausbruchsprofils.

Abschnitt von km 37+200 bis km 40+500

Das Verhalten der Schiefer im Pfitschertal wird hauptsächlich elastisch, mit lokalen Block- oder Keilablösungen zu erwarten sein. Die Konvergenz in den Phylliten ist in der Grössenordnung von ca. 10 cm.

Die Störungszonen sind von einem elasto-plastischen Verhalten gekennzeichnet, das wegen einer durch Überschreitung des Scherwiderstands entlang den Trennflächen verursachten Gebirgsauflockerung verursacht ist. Die Konvergenz entlang der Störungszonen ist in der Grössenordnung von ca. 10 cm. Bei den grössten Trennflächen kann die Konvergenz bis zu 50 cm steigen.

Die Notwendigkeit der Konsolidierungsmassnahmen in den Trennflächen muss während der Vortriebsphase anhand der

taglio lungo le discontinuità con convergenze nell'ordine del decimetro. In corrispondenza delle faglie maggiori le convergenze della cavità naturale potranno raggiungere i 50cm.

La valutazione della necessità di consolidamenti delle zone di faglia dovrà essere valutata in fase di scavo in base alle effettive condizioni riscontrate con le indagini in avanzamento [12].

Per lo scavo dei cunicoli trasversali che avverrà in tradizionale il controllo delle convergenze rappresenta uno degli aspetti da considerare per l'applicazione delle sezioni di scavo.

Tratto tra km 35+900 e km 37+200

Il comportamento dei metasedimenti che formano la Schieferhülle inferiore è da attendersi prevalentemente elastico per la maggior parte delle litologie con locali distacchi di blocchi.

Lungo le zone di faglia e negli ammassi caratterizzati da carniole il comportamento previsto è elastoplastico fino a plastico o incoerente. La valutazione della necessità e del tipo di consolidamenti nelle zone di faglia o con carniole dovrà essere valutata in fase di scavo in base alle effettive condizioni riscontrate con le indagini in avanzamento.

La presenza di scisti ad anidrite può portare inoltre a comportamenti di tipo rigonfiante. La presenza di anidrite dovrà essere evidenziata e la necessità di interventi di impermeabilizzazione valutata.

Per lo scavo dei cunicoli trasversali che avverrà in tradizionale il controllo delle convergenze rappresenta uno degli aspetti da considerare per l'applicazione delle sezioni di scavo.

Tratto tra km 37+200 e km 40+500

Il comportamento dei calcescisti della falda di Vize è in genere praticamente elastico con locali distacchi di blocchi o cunei o da poco a mediamente spingente con convergenze attese nell'ordine del decimetro o di diversi decimetri nelle rocce filladiche.

Nelle zone di faglia si prevede in genere un comportamento elasto-plastico con allentamento dell'ammasso dovuto al superamento della resistenza al taglio lungo le discontinuità con convergenze nell'ordine del decimetro lungo le faglie minori. In corrispondenza delle faglie maggiori il comportamento atteso è mediamente spingente con convergenze che potranno raggiungere i 50cm.

La valutazione della necessità di consolidamenti delle zone di faglia dovrà essere valutata in fase di scavo in base alle

eigentlich herausgefundenen Verhältnisse beurteilt werden [12].

Für den traditionellen Ausbruch der Querverbindungen ist die Kontrolle der Konvergenz ein Einflussfaktor für die Auswahl der Ausbruchsprofils.

Abschnitt von km 40+500 bis km 42+900

Dieser Abschnitt führt durch Metasedimente der unteren Schieferhülle und durch die Schiefer aus der Basis der Oberen Schieferhülle. Für diese Gebirge ist das erwartete Verhalten hauptsächlich elastisch mit lokaler Blockablösung. Für die Phyllite ist ein niedrig- bis mittelquellendes Verhalten zu erwarten.

Entlang den Störungszonen und Rauhwacken-Gebirgen ist das erwartete Verhalten elasto-plastisch bis plastisch oder inkohärent. Die Notwendigkeit der Konsolidierungsmassnahmen in den Trennflächen oder in den Rauhwacken-Gebirgen muss während der Vortriebsphase anhand der tatsächlich herausgefundenen Verhältnisse beurteilt werden.

Die Anwesenheit von Anhydritschiefer kann ausserdem auch zu quellfähigem Verhalten führen. Die Anwesenheit von Anhydrit muss daher markiert werden, und die Notwendigkeit der Abdichtungsmassnahmen beurteilt.

Für den traditionellen Ausbruch der Querverbindungen ist die Kontrolle der Konvergenz ein Einflussfaktor für die Auswahl der Ausbruchsprofils.

Für den Schiefer der Glockenerdecke wird hauptsächlich ein niedrigquellendes Verhalten erwartet, mit Konvergenzen in der Grössenordnung von ca. 10 cm und möglichen lokalen Blockablösungen.

Entlang den niedrigeren Störungszonen ist das erwartete Verhalten elasto-plastisch, mit einer wegen Überschreitung des Scherwiderstands entlang den Trennflächen verursachten Gebirgsauflockerung. Die erwartete Konvergenz ist in der Grössenordnung von ca. 10 cm. Bei den grösseren Störungszonen wird das Verhalten „mittelquellend“ erwartet, mit Konvergenzen bis zu 50 cm.

Die Notwendigkeit der Konsolidierungsmassnahmen in den Trennflächen oder in den Rauhwacken-Gebirgen muss während der Vortriebsphase anhand der tatsächlich herausgefundenen Verhältnisse beurteilt werden.

Für den traditionellen Ausbruch der Querverbindungen ist die Kontrolle der Konvergenz ein Einflussfaktor für die Auswahl des Ausbruchsprofils.

effektive Bedingungen riscontrate con le indagini in avanzamento [12].

Per lo scavo dei cunicoli trasversali che avverrà in tradizionale il controllo delle convergenze rappresenta uno degli aspetti da considerare per l'applicazione delle sezioni di scavo.

Tratto tra km 40+500 e km 42+900

Questa zona è formata dai metasedimenti della Schieferhülle inferiore ed i calcescisti alla base della Schieferhülle superiore. Per queste rocce è atteso in genere un comportamento prevalentemente elastico per la maggior parte delle litologie con locali distacchi di blocchi. Nelle rocce filladiche è invece atteso un comportamento da poco a mediamente spingente.

Lungo le zone di faglia e negli ammassi caratterizzati da carniolate il comportamento previsto è elastoplastico fino a plastico o incoerente. La valutazione della necessità e del tipo di consolidamenti nelle zone di faglia o con carniolate dovrà essere valutata in fase di scavo in base alle effettive condizioni riscontrate con le indagini in avanzamento.

La presenza di scisti ad anidrite può portare inoltre a comportamenti di tipo rigonfiante. La presenza di anidrite dovrà essere evidenziata e la necessità di interventi di impermeabilizzazione valutata.

Per lo scavo dei cunicoli trasversali che avverrà in tradizionale il controllo delle convergenze rappresenta uno degli aspetti da considerare per l'applicazione delle sezioni di scavo.

Nei calcescisti della falda del Glockner è in genere atteso un comportamento praticamente poco spingente con convergenze di modesto valore nell'ordine del decimetro od elastico con possibili locali distacchi di blocchi o cunei.

Nelle zone di faglia minori si prevede invece un comportamento elasto-plastico con allentamento dell'ammasso dovuto al superamento della resistenza al taglio lungo le discontinuità. Qui le convergenze attese sono nell'ordine del decimetro. In corrispondenza delle faglie maggiori il comportamento atteso è mediamente spingente con convergenze che potranno raggiungere i 50cm.

La valutazione della necessità di consolidamenti delle zone di faglia dovrà essere valutata in fase di scavo in base alle effettive condizioni riscontrate con le indagini in avanzamento.

Per lo scavo dei cunicoli trasversali che avverrà in tradizionale il controllo delle convergenze rappresenta uno degli aspetti da considerare per l'applicazione delle sezioni di scavo.

4 ANWENDUNGSABSCHNITTE DER AUSBRUCHSQUERSCHNITTEN

Anhand der vorherigen Betrachtungen wurden die Anwendungsabschnitte der verschiedenen Ausbruchsquerschnitte bestimmt.

Die dafür insbesondere angewendeten Parameter sind die geomechanische Klasse und die erwartete Verformung, die als Verhältnis zwischen der totalen radialen Verschiebung und dem Ausbruchsradius (oder zwischen die Konvergenz und den äquivalenten Ausbruchsdurchmesser) ausgedrückt sind.

Diese zwei Faktoren wurden für die Definition der Anwendungsabschnitte der Querverbindungen und der Ausweichen für die Baulogistik verwendet, ebenso für die Bestimmung der TBM-Ausbruchsdurchmessers der Hauptröhre und des Erkundungsstollens.

Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass die Vorhersage der Anwendungsabschnitte den Resultaten des Ausbruchsfortschrittes gemäss bestätigt und eventuell angepasst wird [12].

Die angewendeten Abkürzungen haben folgende Bedeutung
Tabella 1:

4 TRATTE DI APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO

Alla luce delle considerazioni espresse nel punto precedente, sono state individuate le tratte di applicazione delle sezioni tipo.

Più in particolare, gli indicatori utilizzati per la definizione di queste tratte sono stati la classe geomeccanica di appartenenza e la deformazione attesa valutata come rapporto tra lo spostamento radiale totale ed il raggio di scavo (o tra la convergenza ed il diametro equivalente di scavo).

Questi due fattori sono quelli da utilizzare per la definizione di applicazione delle sezioni tipo per i cunicoli trasversali, le piazzole logistiche e per la determinazione del diametro di scavo delle Gallerie di Linea e del Cunicolo Esplorativo che saranno scavate con TBM-scudata.

Si specifica che tutte le previsioni di applicazioni delle Sezioni si scavo andranno confermate ed eventualmente adattate in base alle risultanze delle indagini in avanzamento [12].

Le sigle utilizzate hanno i significati di seguito nella specificati Tabella 1:

| Werk / Opera | Abkürzung / Sigla | Beschreibung / Descrizione |
|---|-------------------|--|
| Hauptöhre Galleria principale | GL-MS | Schild-TBM Vortrieb Scavo meccanizzato con TBM-Scudata |
| Erkundungsstollen Cunicolo Esplorativo | C-MS | Schild-TBM Vortrieb Scavo meccanizzato con TBM-Scudata |
| | PL-T | Ausbruch Baulogistiknischen Scavo Piazzole logistiche |
| Querverbindungen Cunicoli trasversali | CT1 | Querverbindung Typ 1 / Cunicolo trasversale tipo 1 |
| | CT2 | Querverbindung Typ 2 / Cunicolo trasversale tipo 2 |
| | CT3 | Querverbindung Typ 3 / Cunicolo trasversale tipo 3 |
| | CT4 | Querverbindung Typ 4 / Cunicolo trasversale tipo 4 |
| Verbindung mit Hauptröhre Innesti | CT1-IN-GL-MS | Verbindung zwischen Querschlag Typ 1 und GL-MS Inesto tra cunicolo tipo 1 e GL-MS |
| | CT2-IN-GL-MS | Verbindung zwischen Querschlag Typ 2 und GL-MS Inesto tra cunicolo tipo 2 e GL-MS |
| | CT3-IN-GL-MS | Verbindung zwischen Querschlag Typ 3 und GL-MS Inesto tra cunicolo tipo 3 e GL-MS |
| | CT4-IN-GL-MS | Verbindung zwischen Querschlag Typ 4 und GL-MS Inesto tra cunicolo tipo 4 e GL-MS |

Tabelle 1: Abkürzungen der Querschnittsnamen

Tabella 1: Abbreviazioni per i nomi delle sezioni

| Querschnitte / Sezioni | von / da | bis / a | L | Wahrscheinlichkeit Anwendung / Probabile applicazione | | |
|---|-----------|-----------|-------|---|--|---|
| | [km] | [km] | [m] | GL-MS - rivestimento singolo | GL-MS - rivestimento doppio, concio di base | GL-MS - rivestimento doppio, arco rovescio |
| | | | | | Innesto con Cunicolo Trasversale | |
| GL-MS (Ref. Röhre Ost / Rif. Canna Est) | 32+090.0 | 32+108.75 | 18.75 | | 100% | |
| | 32+108.75 | 32+314.25 | 205.5 | 100% | | |
| | 32+314.25 | 32+351.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 32+351.75 | 32+648.25 | 296.5 | 100% | | |
| | 32+648.25 | 32+685.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 32+685.75 | 32+981.25 | 295.5 | 100% | | |
| | 32+981.25 | 33+018.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 33+018.75 | 33+314.25 | 295.5 | 100% | | |
| | 33+314.25 | 33+351.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 33+351.75 | 33+648.25 | 296.5 | 100% | | |
| | 33+648.25 | 33+685.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 33+685.75 | 33+981.25 | 295.5 | 100% | | |
| | 33+981.25 | 34+018.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 34+018.75 | 34+314.25 | 295.5 | 100% | | |
| | 34+314.25 | 34+351.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 34+351.75 | 34+648.25 | 296.5 | 100% | | |
| | 34+648.25 | 34+685.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 34+685.75 | 34+981.25 | 295.5 | 100% | | |
| | 34+981.25 | 35+018.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 35+018.75 | 35+314.25 | 295.5 | 100% | | |
| | 35+314.25 | 35+351.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 35+351.75 | 35+648.25 | 296.5 | 100% | | |
| | 35+648.25 | 35+685.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 35+685.75 | 35+910.75 | 225 | 100% | | |
| | 35+910.75 | 37+510.75 | 1600 | | | 100% |
| | 37+510.75 | 37+648.25 | 137.5 | 100% | | |
| | 37+648.25 | 37+685.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 37+685.75 | 37+981.25 | 295.5 | 100% | | |
| | 37+981.25 | 38+018.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 38+018.75 | 38+314.25 | 295.5 | 100% | | |
| | 38+314.25 | 38+351.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 38+351.75 | 38+648.25 | 296.5 | 100% | | |
| | 38+648.25 | 38+685.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 38+685.75 | 38+981.25 | 295.5 | 100% | | |
| | 38+981.25 | 39+018.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 39+018.75 | 39+314.25 | 295.5 | 100% | | |
| | 39+314.25 | 39+351.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 39+351.75 | 39+648.25 | 296.5 | 100% | | |
| | 39+648.25 | 39+685.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 39+685.75 | 39+981.25 | 295.5 | 100% | | |
| | 39+981.25 | 40+018.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 40+018.75 | 40+314.25 | 295.5 | 100% | | |
| | 40+314.25 | 40+351.75 | 37.5 | | 100% | |
| | 40+351.75 | 43+351.75 | 3000 | | | 100% |
| 43+351.75 | 43+648.25 | 296.5 | 100% | | | |
| 43+648.25 | 43+685.75 | 37.5 | | 100% | | |
| 43+685.75 | 43+981.25 | 295.5 | 100% | | | |
| 43+981.25 | 44+018.75 | 37.5 | | 100% | | |
| 44+018.75 | 44+191.75 | 173 | 100% | | | |

Tabelle 2: Anwendungsbereiche der Querschnitte - Hauptrohre von km 44+788 bis km 32+088 Oströhre.

Tabella 2: Tratte di applicazione delle sezioni tipo per le gallerie di linea - da km 44+788 a km 32+088 (rif. canna Est).

| Querschnitte / Sezioni | von / da | bis / a | L | Wahrscheinlichkeit Anwendung / Probabile applicazione | | | |
|---------------------------|----------|----------|------|---|--------------------------|-------|-------|
| | [km] | [km] | [m] | C-MS Rivestimento singolo | C-MS rivestimento doppio | PL-T2 | PL-T5 |
| C-MS | 13+290 | 13+907.5 | | 100% | | | |
| | 13+907.5 | 13+982.5 | 75 | | 100% | | |
| | 13+982.5 | 14+020.5 | | 100% | | | |
| | 14+020.5 | 14+085.5 | 65 | | 100% | | |
| | 14+085.5 | 14+138 | | 100% | | | |
| | 14+138 | 14+788 | 650 | | 100% | | |
| | 14+788 | 15+872 | | 100% | | | |
| | 15+872 | 18+848 | 2975 | | 100% | | |
| | 18+848 | 19+618 | | 100% | | | |
| | 19+618 | 19+655 | 37.5 | | 100% | | |
| | 19+655 | 19+860.5 | | 100% | | | |
| | 19+860.5 | 19+982.5 | 122 | | 100% | | |
| | 19+982.5 | 20+951.5 | | 100% | | | |
| | 20+951.5 | 20+989 | 37.5 | | 100% | | |
| | 20+989 | 21+618 | | 100% | | | |
| | 21+618 | 21+655.5 | 37.5 | | 100% | | |
| | 21+655.5 | 21+798 | | 100% | | | |
| | 21+798 | 23+348 | 1550 | | 100% | | |
| | 23+348 | 23+860.5 | | 100% | | | |
| | 23+860.5 | 23+925.5 | 65 | | 100% | | |
| 23+925.5 | 24+285.5 | | 100% | | | | |
| 24+285.5 | 24+323 | 37.5 | | 100% | | | |
| 24+323 | 24+952.5 | | 100% | | | | |
| 24+952.5 | 24+990 | 37.5 | | 100% | | | |
| 24+990 | 25+860.5 | 870.5 | | 100% | | | |
| 25+860.5 | 25+984.5 | 124 | | 100% | | | |
| 25+984.5 | 27+213 | 1228.5 | | 100% | | | |
| PL | 14+032 | 14+074 | 42 | | | 100% | |
| | 15+872 | 15+914 | 42 | | | | 100% |
| | 17+872 | 17+914 | 42 | | | | 100% |
| | 19+872 | 19+914 | 42 | | | 100% | |
| | 21+872 | 21+914 | 42 | | | | 100% |
| | 23+872 | 23+914 | 42 | | | 100% | |
| 25+872 | 25+914 | 42 | | | 100% | | |

Tabelle 3: Anwendungsbereiche der Querschnitte –
Erkundungsstollen und Ausweiche Baulogistik von km
12+459 bis km 27+200 Oströhre.

Tabella 3: Tratte di applicazione delle sezioni tipo - da km 12+459 a
km 27+200 Cunicolo Esplorativo e Piazzole logistiche.

| Querverbindung / Cunicolo trasversale | Riferimento Canna Est [km] | L [m] | Tipologia di cunicolo | Sezione galleria di linea | Wahrscheinlichkeit Anwendung / Probabile applicazione | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|----------|--------------------------|---------------------------|---|--------|-----------|--------|--------|---------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|--------|-----------|
| | | | | | CT1-T2 | CT1-T3 | CT1-T3bis | CT1-T4 | CT1-T5 | CT1-TRb | CT2-T2 | CT2-T3 | CT2-T3bis | CT2-T4 | CT2-T5 | CT2-TRb | CT3-T3 | CT4-T3bis |
| 32/2 | 32+090.0 | 70 | 4 | GL-MS con concio di base | | | | | | | | | | | | | 50% | 50% |
| 32/3 | 32+333.0 | 70 | 2 | GL-MS con concio di base | | | | | | | 10% | 20% | 20% | | | 50% | | |
| 32/4 | 32+667.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 10% | 20% | 20% | | | 50% | | | | | | | | |
| 33/1 | 33+000.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 10% | 20% | 20% | | | 50% | | | | | | | | |
| 33/2 | 33+333.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 10% | 20% | 20% | | | 50% | | | | | | | | |
| 33/3 | 33+667.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 10% | 20% | 20% | | | 50% | | | | | | | | |
| 34/1 | 34+000.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 10% | 20% | 20% | | | 50% | | | | | | | | |
| 34/2 | 34+333.0 | 70 | 2 | GL-MS con concio di base | | | | | | | 10% | 20% | 20% | | | 50% | | |
| 34/3 | 34+667.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 10% | 20% | 20% | | | 50% | | | | | | | | |
| 35/1 | 35+000.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 10% | 20% | 20% | | | 50% | | | | | | | | |
| 35/2 | 35+333.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 10% | 20% | 20% | | | 50% | | | | | | | | |
| 35/3 | 35+667.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 10% | 20% | 20% | | | 50% | | | | | | | | |
| 36/1 | 36+000.0 | 70 | 1 | GL-MS con arco rovescio | | | | 70% | 30% | | | | | | | | | |
| 36/2 | 36+333.0 | 70 | 2 | GL-MS con arco rovescio | | | | | | | | | 70% | 30% | | | | |
| 36/3 | 36+667.0 | 70 | 1 | GL-MS con arco rovescio | | | | 70% | 30% | | | | | | | | | |
| 37/1 | 37+000.0 | 70 | 1 | GL-MS con arco rovescio | | | | 70% | 30% | | | | | | | | | |
| 37/2 | 37+333.0 | 70 | 1 | GL-MS con arco rovescio | | | | 50% | 50% | | | | | | | | | |
| 37/3 | 37+667.0 | 70 | 2 | GL-MS con concio di base | | | | | | | 15% | 45% | 40% | | | | | |
| 38/1 | 38+000.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 15% | 60% | 25% | | | | | | | | | | | |
| 38/2 | 38+333.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 20% | 60% | 20% | | | | | | | | | | | |
| 38/3 | 38+667.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 20% | 60% | 20% | | | | | | | | | | | |
| 39/1 | 39+000.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 20% | 60% | 20% | | | | | | | | | | | |
| 39/2 | 39+333.0 | 70 | 3 | GL-MS con concio di base | | | | | | | | | | | | 100% | | |
| 39/3 | 39+667.0 | 70 | 2 | GL-MS con concio di base | | | | | | | 20% | 60% | 20% | | | | | |
| 40/1 | 40+000.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 15% | 60% | 25% | | | | | | | | | | | |
| 40/2 | 40+333.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 15% | 60% | 25% | | | | | | | | | | | |
| 40/3 | 40+667.0 | 70 | 1 | GL-MS con arco rovescio | | | | 30% | 70% | | | | | | | | | |
| 41/1 | 41+000.0 | 70 | 1 | GL-MS con arco rovescio | | | | 30% | 70% | | | | | | | | | |
| 41/2 | 41+333.0 | 70 | 2 | GL-MS con arco rovescio | | | | | | | | 30% | 70% | | | | | |
| 41/3 | 41+667.0 | 70 | 1 | GL-MS con arco rovescio | | | | 30% | 70% | | | | | | | | | |
| 42/1 | 42+000.0 | 70 | 1 | GL-MS con arco rovescio | | | | 30% | 70% | | | | | | | | | |
| 42/2 | 43+333.0 | 70 | 1 | GL-MS con arco rovescio | | | | 30% | 70% | | | | | | | | | |
| 42/3 | 42+667.0 | 70 | 1 | GL-MS con arco rovescio | | | | 30% | 70% | | | | | | | | | |
| 43/1 | 43+000.0 | 70 | 1 | GL-MS con arco rovescio | | | | 30% | 70% | | | | | | | | | |
| 43/2 | 43+333.0 | 70 | 2 | GL-MS con arco rovescio | | | | | | | | 30% | 70% | | | | | |
| 43/3 | 43+667.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 25% | 50% | 25% | | | | | | | | | | | |
| 44/1 | 44+000.0 | 70 | 1 | GL-MS con concio di base | 25% | 50% | 25% | | | | | | | | | | | |

Tabelle 4: Anwendungsbereiche der Querschnitte - Querverbindungen.

Tabella 4: Tratte di applicazione delle sezioni tipo - Cunicoli trasversali.

5 RICHTLINIE FÜR DIE WAHL DER AUSBRUCHSQUERSCHNITTE

Die für die Auswahl der Ausbruchsquerschnitte angewendeten Parameter sind:

- Die Gebirgsklasse nach Bieniawski
- Die Ergebnisse aus dem Monitoring.

Die vorgesehenen Querschnitte sind kurz im Kapitel 5.1 beschrieben.

Im Kapitel 5.2 ist die Störzonenbewältigung für den Erkundungsstollen und im Kapitel 5.3 die für die Hauptröhre beschrieben.

5.1 BESTIMMUNG DER VORTRIEBSKLASSE

In der Folge sind die in der behandelten Strecke angewendeten Ausbruchsquerschnitte beschrieben (Baulos Mules 2-3, Teil 3).

Die Abkürzungen der Querschnitte sind gemäss Tabelle 1 vorzunehmen, mit folgendem Index:

- 2: Querschnitte der Klassen I und II; es werden radiale Verankerungen im Gewölbebereich (Firstzone) und ein Spritzbetonring vorgesehen.
- 3: Querschnitte der Klasse III; es werden radiale Verankerungen im Gewölbebereich (First und Paramente) und einen Spritzbetonring vorgesehen.
- 4: Querschnitte der Klasse IV; es werden radiale Verankerungen oder Spriesse, Verankerungen oder Spriesse beim Vortrieb, eventuelle Konsolidierung des Ortsbrusts, einen Spritzbetonring und steife Stahlprofile vorgesehen.
- 5: Querschnitte der Klasse V; es werden radiale Verankerungen oder Spriesse, Verankerungen oder Spriesse beim Vortrieb, eventuelle Konsolidierung des Ortsbrusts, ein Spritzbetonring und verformbare Stahlprofile vorgesehen.
- Rb: Querschnitte der Klassen I und II mit Rock Burst Gefährdung; es werden radiale Verankerungen im Gewölbenbereich (bis zur Sohle) und ein Spritzbetonring vorgesehen.

Die detaillierte Darstellung der vorgesehenen Massnahmen ist in den entsprechenden Plänen dargestellt.

5 LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO

I fattori principali per la scelta delle sezioni tipo da applicare nel corso dell'avanzamento sono 2:

- La classe (ovvero la qualità) di ammasso in accordo alla classificazione di Bieniawski
- Le evidenze del sistema di monitoraggio.

In particolare sono state previste le sezioni brevemente descritte nel capitolo 5.1.

Nel capitolo 5.2 sono brevemente descritti gli interventi particolari per il cunicolo esplorativo, e nel capitolo 5.3 quelli per le gallerie di linea.

5.1 DEFINIZIONE DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO

Nei paragrafi seguenti si riporta una breve descrizione delle Sezioni di Scavo con metodi tradizionali adottate nelle diverse opere della tratta oggetto della presente (Lotto Mules 2-3, Parte 3).

Le sezioni sono denominate con le sigle di Tabella 1 e i seguenti suffissi:

- 2: Sezioni per classe I e II; si prevedono chiodature radiali in zona della calotta e un anello di betoncino proiettato.
- 3: Sezioni per classe III; si prevedono chiodature radiali in zona della calotta fino ai paramenti e un anello di betoncino proiettato.
- 4: Sezioni per classe IV; si prevedono o chiodature radiali e in avanzamento o infilaggi, eventuale consolidamento del fronte di scavo, anello di betoncino proiettato e centine rigide.
- 5: Sezioni per classe V; si prevedono o chiodature radiali e in avanzamento o infilaggi, consolidamento del fronte di scavo, anello di betoncino proiettato e centine deformabili.
- Rb: Sezioni per classe I e II con rischio di fenomeni di rigetto violento (rock burst); si prevedono delle chiodature radiali e un anello di betoncino proiettato.

Il dettaglio degli interventi previsti è mostrato nei corrispondenti elaborati grafici.

5.1.1 Hauptröhre, TBM Vortrieb (Schild TBM)

5.1.1.1 Ausbruchsquerschnitt GL-MS, einschalige Auskleidung

- Anwendung bei Gebirgsarten mit RMR>50
- Ausbruch mit konstantem Querschnitt, mit Schild-TMB ausgeführt, Abschlagslänge 1.50m
- Mächtigkeit der Tübbinge 45cm
- Betonklasse C50/60
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.1.

5.1.1.2 Ausbruchsquerschnitt GL-MS, zweischalige Auskleidung

- Anwendung bei Gebirgsarten mit RMR>50 beim Anschluss mit den Querverbindungen.
- Ausbruch mit konstantem Querschnitt, mit Schild-TMB ausgeführt, Abschlagslänge 1.50m
- Mächtigkeit der Tübbinge 40cm
- Betonklasse C50/60
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.1.

5.1.1.3 Ausbruchsquerschnitt GL-MS, zweischalige Auskleidung mit Sohlgewölbe aus Ortsbeton

- Anwendung bei Gebirgsarten mit RMR<50 und in Anwesenheit von Quelldruck.
- Ausbruch mit konstantem Querschnitt, mit Schild-TMB ausgeführt, Abschlagslänge 1.50m
- Mächtigkeit der Tübbinge 40cm
- Betonklasse C50/60
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.1.

5.1.2 Querverbindungen, konventioneller Vortrieb

5.1.2.1 Ausbruchsquerschnitt CT1, CT2-a, CT3-a, -T2

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse I oder II (RMR>60) und Überlagerung < 1000 m
- Ausbruch mit Sprengstoff, Projektübermass 5cm, maximale Abschlagslänge 4.50m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+15cm), an Ortsbrust (5cm)
- N° 3/4 Anker SuperSwellex Pm16, Streckgrenze $N_y > 140\text{kN}$, Länge 3.00m, Abstand $p = 1.80\text{m}$ transv. x 1.50m long.

5.1.1 Gallerie di Linea, scavo meccanizzato (TBM scudata)

5.1.1.1 Sezione di scavo GL-MS, rivestimento singolo

- Applicazione in ammassi rocciosi con RMR>50
- Scavo a sezione costante con TBM scudata e sfondo di 1.50m
- Spessore conci prefabbricati 45cm
- Classe di calcestruzzo C50/60
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.1.

5.1.1.2 Sezione di scavo GL-MS, rivestimento doppio

- Applicazione in ammassi rocciosi con RMR>50 in corrispondenza degli innesti con i cunicoli trasversali.
- Scavo a sezione costante con TBM scudata e sfondo di 1.50m
- Spessore conci prefabbricati 40cm
- Classe di calcestruzzo C50/60
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.1.

5.1.1.3 Sezione di scavo GL-MS, rivestimento doppio con arco rovescio gettato in opera

- Applicazione in ammassi rocciosi con RMR<50 e in presenza di fenomeni di rigonfiamento dell'ammasso roccioso.
- Scavo a sezione costante con TBM scudata e sfondo di 1.50m
- Spessore conci prefabbricati 40cm
- Classe di calcestruzzo C50/60
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.1.

5.1.2 Cunicoli trasversali, scavo in tradizionale

5.1.2.1 Sezione di scavo CT1, CT2-a, CT3-a, -T2

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II (RMR>60) e copertura < 1000 m
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 4.50m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+15cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- N° 3/4 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm16, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 140\text{kN}$, lunghezza 3.00m, passo $p = 1.80\text{m}$ trasv. x 1.50m long.

- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.2 Ausbruchsquerschnitt CT1, CT2-a, CT3-a, -T3

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse III ($41 \leq RMR \leq 60$) und Überlagerung < 1000 m
- Ausbruch mit Sprengstoff, Projektübermass 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+15cm), an Ortsbrust (5cm)
- N° 5/6 Anker SuperSwellex Pm16, Streckgrenze $N_y > 140$ kN, Länge 3.00m, Abstand $p = 1.80$ m transv. x 1.50m long.
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.3 Ausbruchsquerschnitt CT1, CT2-a, CT3-a, -T3-bis

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse III ($41 \leq RMR \leq 60$) e Überlagerung > 1000 m
- Ausbruch mit Sprengstoff, Projektübermass 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+15cm), an Ortsbrust (5cm)
- N° 8/9 Anker SuperSwellex Pm16, Streckgrenze $N_y > 140$ kN, Länge 3.00m, Abstand $p = 1.80$ m transv. x 1.00m long. dem Querschnittsumfang entlang, $p = 1.80$ m transv. x 1.50m long. bei den Paramenten
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.4 Ausbruchsquerschnitt CT1, CT2-a, CT3-a, -T4

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse IV ($RMR < 41$)
- Ausbruch mechanisch oder/und mit Sprengstoff, Projektübermass 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+30cm), an Ortsbrust (5cm)
- Stahlprofile HEB200 aus Baustahl S355JR, Abstand 0.75-1.50m.
- N° 9 Selbstbohranker R38N (eventuell), Streckgrenze $N_y > 400$ kN, Länge 6.00m, Abstand $p = 0.75$ m transv. x 3.00m long.; Vermörtelung mit Zement Rck ≥ 25 MPa, Rcm nach 24 Std ≥ 10 MPa

- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.2 Sezione di scavo CT1, CT2-a, CT3-a, -T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III ($41 \leq RMR \leq 60$) e copertura < 1000 m
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 3.00m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+15cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- N° 5/6 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm16, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 140$ kN, lunghezza 3.00m, passo $p = 1.80$ m trasv. x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.3 Sezione di scavo CT1, CT2-a, CT3-a, -T3-bis

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III ($41 \leq RMR \leq 60$) e copertura > 1000 m
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 3.00m.
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+15cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- N° 8/9 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm16, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 140$ kN, lunghezza 3.00m, passo $p = 1.00$ m trasv. x 1.50m long in calotta e $p = 1.8$ m x 1.5m lungo le murette.
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.2

5.1.2.4 Sezione di scavo CT1, CT2-a, CT3-a, -T4

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe IV ($RMR < 41$)
- Scavo con mezzi meccanici e/o esplosivo, extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 1.50m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+30cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- Centine tipo HEB200 in acciaio S355JR, interasse da 0.75 a 1.50m.
- N° 9 barre auto perforanti tipo R38N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento $N_y > 400$ kN, lunghezza 6.00m, passo $p = 0.75$ m trasv. x 3.00m long; cementazione con malta cementizia avente

Rck≥25MPa, Rcm a 24h ≥10MPa

- Sicherung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 12 Selbstbohranker R38N (eventuell), Streckgrenze Ny>400kN, Länge 9.00m, Überlappungslänge 3.00m; Vermörtelung mit Zement Rck≥25 MPa, Rcm nach 24 Std ≥ 10MPa
- Lokale Sicherung der Ortsbrust (eventuell) mit SuperSwellex Pm24 (eventuell), Streckgrenze Ny>200kN, Länge 5.50m.
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.5 Ausbruchsquerschnitt
CT1, CT2-a, CT3-a, -T5

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse V (RMR<41)
- Ausbruch mechanisch oder/und mit Sprengstoff, Projektübermass 10cm, maximale Abschlagslänge 1.00m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+30cm), an Ortsbrust (5cm)
- Stahlprofile TH44 aus Baustahl S355JR, Abstand 0.75-1.50m, erlaubte Verformung 10 cm.
- N° 9 Selbstbohranker R38N (eventuell), Streckgrenze Ny>400kN, Länge 6.00m, Abstand p = 0.75m transv. x 3.00m long.; Vermörtelung mit Zement Rck ≥ 25 MPa, Rcm nach 24 Std ≥ 10MPa
- Sicherung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 12 Selbstbohranker R38N (eventuell), Streckgrenze Ny>400kN, Länge 9.00m, Überlappungslänge 3.00m; Vermörtelung mit Zement Rck ≥ 25 MPa, Rcm nach 24 Std ≥ 10MPa
- Lokale Sicherung der Ortsbrust (eventuell) mit Anker SuperSwellex Pm24 (eventuell), Streckgrenze Ny>200kN, Länge 5.50m.
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.6 Ausbruchsquerschnitt
CT1, CT2-a, CT3-a, -TRb

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse I oder II (RMR>60) und Überlagerung >1000m
- Ausbruch mit Sprengstoff, Projektübermass 5cm,

- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) con N° 12 barre autop perforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento Ny>400kN, lunghezza 9.00m, sovrapposizione 3.00m; cementazione con malta cementizia avente Rck≥25MPa, Rcm a 24h ≥10MPa
- Stabilizzazione del fronte di scavo localizzata (eventuale) con ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento Ny>200kN, lunghezza 5.50m.
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.5 Sezione di scavo
CT1, CT2-a, CT3-a, -T5

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe V (RMR<41)
- Scavo con mezzi meccanici e/o esplosivo, extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 1.00m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+30cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- Centine tipo TH 44 in acciaio S355JR, interasse da 0.75 a 1.50m, deformazione massima 10 cm.
- N° 9 barre autop perforanti tipo R38N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento Ny>400kN, lunghezza 6.00m, passo p = 0.75m trasv x 3.00m long; cementazione con malta cementizia avente Rck≥25MPa, Rcm a 24h ≥10MPa
- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) con N° 12 barre autop perforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento Ny>400kN, lunghezza 9.00m, sovrapposizione 3.00m; cementazione con malta cementizia avente Rck≥25MPa, Rcm a 24h ≥10MPa
- Stabilizzazione del fronte di scavo localizzata (eventuale) con ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento Ny>200kN, lunghezza 5.50m.
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.6 Sezione di scavo
CT1, CT2-a, CT3-a, -TRb

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II (RMR>60) e copertura >1000m
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm,

maximale Abschlagslänge 1.50m

- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+15cm), an Ortsbrust (5cm)
- N° 7/8 Anker SuperSwellex Pm16, Streckgrenze $N_y > 140\text{kN}$, Länge 3.00m, Abstand $p = 1.80\text{m}$ transv. x 1.50m long.
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.7 Ausbruchsquerschnitt
CT2-b, CT3-b, CT4, -T2

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse I oder II ($RMR > 60$) und Überlagerung $< 1000\text{ m}$
- Ausbruch mit Sprengstoff, Projektübermass 5cm, maximale Abschlagslänge 4.50m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+15cm), an Ortsbrust (5cm)
- N° 4/5 Anker SuperSwellex Pm16, Streckgrenze $N_y > 140\text{kN}$, Länge 3.00m, Abstand $p = 1.80\text{m}$ transv. x 1.50m long.
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.8 Ausbruchsquerschnitt
CT2-b, CT3-b, CT4, -T3

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse III ($41 \leq RMR \leq 60$) und Überlagerung $< 1000\text{ m}$
- Ausbruch mit Sprengstoff, Projektübermass 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+15cm), an Ortsbrust (5cm)
- N° 5/6 Anker SuperSwellex Pm24, Streckgrenze $N_y > 200\text{kN}$, Länge 4.50m, Abstand $p = 1.80\text{m}$ transv. x 1.50m long.
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.9 Ausbruchsquerschnitt
CT2-b, CT3-b, CT4, -T3 bis

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse III ($41 \leq RMR \leq 60$) e Überlagerung $> 1000\text{ m}$
- Ausbruch mit Sprengstoff, Projektübermass 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+15cm), an Ortsbrust

sfondi di profondità massima 1.50m

- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+15cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- N° 7/8 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm16, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 140\text{kN}$, lunghezza 3.00m, passo $p = 1.80\text{m}$ trasv. x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.7 Sezione di scavo
CT2-b, CT3-b, CT4, -T2

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II ($RMR > 60$) e copertura $< 1000\text{ m}$
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 4.50m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+15cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- N° 4/5 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm16, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 140\text{kN}$, lunghezza 3.00m, passo $p = 1.80\text{m}$ trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.8 Sezione di scavo
CT2-b, CT3-b, CT4, -T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III ($41 \leq RMR \leq 60$) e copertura $< 1000\text{ m}$
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 3.00m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+15cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- N° 5/6 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 200\text{kN}$, lunghezza 4.50m, passo $p = 1.80\text{m}$ trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.9 Sezione di scavo
CT2-b, CT3-b, CT4, -T3 bis

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III ($41 \leq RMR \leq 60$) e copertura $> 1000\text{ m}$
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 3.00m.
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+15cm) e sul fronte di scavo (5cm).

(5cm)

- N° 8/9 Anker SuperSwellex Pm24, Streckgrenze $N_y > 200\text{kN}$, Länge 4.50m, Abstand $p = 1.00\text{m}$ transv. x 1.50m long. dem Querschnittsumfang entlang, $p = 1.80\text{m}$ transv. x 1.50m long. bei den Paramenten
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.10 Ausbruchsquerschnitt
CT2-b, CT3-b, CT4, -T4

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse IV ($41 < \text{RMR}$)
- Ausbruch mechanisch oder/und mit Sprengstoff, Projektübermass 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+30cm), an Ortsbrust (5cm)
- Stahlprofile HEB200 aus Baustahl S355JR, Abstand 0.75-1.50m.
- N° 14 Selbstbohranker R38N (eventuell), Streckgrenze $N_y > 400\text{kN}$, Länge 6.00m, Abstand $p = 0.75\text{m}$ transv. x 3.00m long.; Vermörtelung mit Zement $R_{ck} \geq 25\text{ MPa}$, R_{cm} nach 24 Std $\geq 10\text{MPa}$
- Sicherung der Ortsbrust (eventuell) Selbstbohranker R38N (eventuell), Streckgrenze $N_y > 400\text{kN}$, Länge 12.00m, Überlappungslänge 6.00m; Vermörtelung mit Zement $R_{ck} \geq 25\text{ MPa}$, R_{cm} nach 24 Std $\geq 10\text{MPa}$
- Lokale Sicherung der Ortsbrust (eventuell) mit Anker SuperSwellex Pm24 (eventuell), Streckgrenze $N_y > 200\text{kN}$, Länge 5.50m, Überlappungslänge 2.50m
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.11 Ausbruchsquerschnitt
CT2-b, CT3-b, CT4, -T5

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse V ($41 < \text{RMR}$)
- Ausbruch mechanisch oder/und mit Sprengstoff, Projektübermass 10cm, maximale Abschlagslänge 1.00m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+30cm), an Ortsbrust (5cm)

- N° 8/9 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 200\text{kN}$, lunghezza 4.50m, passo $p = 1.0\text{m}$ trasv x 1.50m long in calotta e $p = 1.8\text{m}$ x 1.5m in zona delle murette.
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.10 Sezione di scavo
CT2-b, CT3-b, CT4, -T4

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe IV ($\text{RMR} < 41$)
- Scavo con mezzi meccanici e/o esplosivo, extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 1.50m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+30cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- Centine tipo HEB200 in acciaio S355JR, interasse da 0.75 a 1.50m.
- N° 14 barre autoperforanti tipo R38N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento $N_y \geq 400\text{kN}$, lunghezza 6.00m, passo $p = 0.75\text{m}$ trasv x 3.00m long; cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$, R_{cm} a 24h $\geq 10\text{MPa}$
- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento $N_y > 400\text{kN}$, lunghezza 12.00m, sovrapposizione 6.00m; cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$, R_{cm} a 24h $\geq 10\text{MPa}$
- Stabilizzazione del fronte di scavo localizzata (eventuale) con ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 200\text{kN}$, lunghezza 5.50m, sovrapposizione 2.50m
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.11 Sezione di scavo
CT2-b, CT3-b, CT4, -T5

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe V ($\text{RMR} < 41$)
- Scavo con mezzi meccanici e/o esplosivo, extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 1.00m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+30cm) e sul fronte di scavo (5cm)

- Stahlprofile TH 44 aus Baustahl S355JR, Abstand 0.75-1.50m, erlaubte Verformung 10 cm.
- N° 14 Selbstbohranker R38N (eventuell), Streckgrenze $N_y > 400\text{kN}$, Länge 6.00m, Abstand $p = 0.75\text{m}$ transv. x 3.00m long.; Vermörtelung mit Zement $R_{ck} \geq 25\text{ MPa}$, R_{cm} nach 24 Std $\geq 10\text{MPa}$.
- Sicherung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 20 Selbstbohranker R38N (eventuell), Streckgrenze $N_y > 400\text{kN}$, Länge 12.00m, Überlappungslänge 6.00m; Vermörtelung mit Zement $R_{ck} \geq 25\text{ MPa}$, R_{cm} nach 24 Std $\geq 10\text{MPa}$.
- Lokale Sicherung der Ortsbrust (eventuell) mit Anker SuperSwellex Pm24 (eventuell), Streckgrenze $N_y > 200\text{kN}$, Länge 5.50m, Überlappungslänge 2.50m
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.12 Ausbruchsquerschnitt CT2-b, CT3-b, CT4, -TRb

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse I oder II ($RMR > 60$) und Überlagerung $> 1000\text{m}$
- Ausbruch mit Sprengstoff, Projektübermass 5cm, maximale Abschlagslänge 1.50m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+15cm), an Ortsbrust (5cm)
- N° 8/9 Anker SuperSwellex Pm24, Streckgrenze $N_y > 200\text{kN}$, Länge 5.50m, Abstand $p = 1.80\text{m}$ transv. x 1.50m long.
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.3 Anschlüsse Hauptröhre mit Querverbindungen

5.1.3.1 Ausbruchsquerschnitt GL-MS, Anschluss mit den Querverbindungen

- Mörtelinjektionen zwischen Tübbing und Gebirge im Bereich der Befestigung der Tübbing.
- Sicherung / Befestigung der vorgefertigten Tübbing mit N° 2 Anker Dywidag SNØ28 um das Aussparungsprofil, Baustahl ST670/800, Streckgrenze $N_y > 413\text{kN}$, Länge 5.50m, Vermörtelung mit Zement $R_{ck} \geq 25\text{ MPa}$, R_{cm} nach 24 Std $\geq 10\text{MPa}$
- Kernbohrung Ø500: Stahlbor Ø470, ROR 470x17.5, L=450, FeE 235 mit Stahldübel Ø12, 8 Stk. Gefüllt mit Spritzbeton SpC 30/37, ÜK2, J2, XC3. Aussen

- Centine tipo TH 44 in acciaio S355JR, interasse da 0.75 a 1.50m, deformazione 10 cm.
- N° 14 barre autoperforanti tipo R38N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento $N_y > 400\text{kN}$, lunghezza 6.00m, passo $p = 0.75\text{m}$ trasv x 3.00m long; cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$, R_{cm} a 24h $\geq 10\text{MPa}$
- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) con N° 20 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento $N_y > 400\text{kN}$, lunghezza 12.00m, sovrapposizione 6.00m; cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$, R_{cm} a 24h $\geq 10\text{MPa}$
- Stabilizzazione del fronte di scavo localizzata (eventuale) con ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 200\text{kN}$, lunghezza 5.50m, sovrapposizione 2.50m
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.2.12 Sezione di scavo CT2-b, CT3-b, CT4, -TRb

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II ($RMR > 60$) e copertura $> 1000\text{m}$
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 1.50m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+15cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- N° 8/9 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 200\text{kN}$, lunghezza 5.50m, passo $p = 1.80\text{m}$ trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.2.

5.1.3 Innessi Gallerie di Linea con Cunicoli Trasversali

5.1.3.1 Sezione di scavo GL-MS, Innesso con cunicoli trasversali

- Iniezione di malta tra elementi prefabbricati e ammasso roccioso nelle zone di fissaggio conci
- Messa in sicurezza / fissaggio dei conci prefabbricati attorno all'area di scavo con 2 ancoraggi Dywidag SNØ28 per concio, resistenza allo snervamento $N_y > 413\text{kN}$, lunghezza 5.50m. Cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$, R_{cm} a 24h $\geq 10\text{MPa}$
- Carotaggio Ø500: Tubo in acciaio Ø470, ROR 470x17.5, L = 450, FeE 235 con tasselli in acciaio Ø12, 8 pz. Iniettato con betoncino proiettato SpC

Epoxi-Mörtel z.B. Sikadur- 43

- Kernbohrung Ø200 mm in Schnittecken und Schnitt Tübbingung
- Abbruch Tübbinge
- Ausbruch mit Sprengstoff (kontrollierte Sprengung zur Beschränkung der Schwingungen) oder mit Presslufthammer, Projektübermass 5cm, maximale Abschlagslänge 2.00m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke 5-10cm
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.3.

30/37, ÜK2, J2, XC3. Esterno malta Epoxi p.es. Sikadur- 43

- Carotaggi Ø 200 mm negli angoli e taglio conci
- Demolizione conci
- Scavo con esplosivo (cariche controllate per limitazione vibrazioni) o con martello pneumatico, extrascavo di progetto 5cm e sfondi di profondità massima 2.00m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, spessore 5-10cm
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.3.

5.1.3.2 Ausbruchsquerschnitt CT1/2-a -IN-GL-MS (T2-T3-T3-bis) und CT3-IN-GL-MS

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse I oder II (RMR>60) und bei erstem Abschlag ab Tunnelröhre
- Schonender Ausbruch mit Sprengstoff, Projektübermass 5cm, maximale Abschlagslänge 2.50m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+15cm), an Ortsbrust (5cm)
- N° 5/6 Anker SuperSwellex Pm16, Streckgrenze $N_y > 140\text{kN}$, Länge 5.50m, Abstand $p = 1.80\text{m}$ transv. x 1.50m long.
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.3.

5.1.3.2 Sezione di scavo CT1/2-a-IN-GL-MS (T2-T3-T3-bis) e CT3-IN-GL-MS

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II (RMR>60) e per il primo sfondo dalla galleria
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondo di profondità massima 2.50m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+15cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- N° 5/6 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm16, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 140\text{kN}$, lunghezza 5.50m, passo $p = 1.80\text{m}$ trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.3.

5.1.3.3 Ausbruchsquerschnitt CT1-IN-GL-MS (T4-T5)

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse IV (41<RMR) und bei erstem Abschlag ab Tunnelröhre
- Ausbruch mechanisch oder/und mit Sprengstoff, Projektübermass 10cm, maximale Abschlagslänge 1.00m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+30cm), an Ortsbrust (5cm)
- Stahlprofile HEB200 aus Baustahl S355JR, Abstand 0.75
- Oder
- Stahlprofile TH 44 aus Baustahl S355JR, Abstand 0.75m
- N° 9 Selbstbohranker R38N (eventuell), Streckgrenze $N_y > 400\text{kN}$, Länge 6.00m, Abstand p

5.1.3.3 Sezione di scavo CT1-IN-GL-MS (T4-T5)

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe IV (RMR<41) e per il primo sfondo dalla galleria
- Scavo con mezzi meccanici e/o esplosivo, extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 1.00m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+30cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- Centine tipo HEB200 in acciaio S355JR, interasse da 0.75m
- Oppure
- Centine tipo TH 44 in acciaio S355JR, interasse da 0.75m
- N° 9 barre autoperforanti tipo R38N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento $N_y \geq 400\text{kN}$,

= 0.75m transv. x 3.00m long.; Vermörtelung mit Zement Rck \geq 25 MPa, Rcm nach 24 Std \geq 10MPa

- Sicherung des Ortsbrusts (eventuell) mit N° 12 Selbstbohranker R38N (eventuell), Streckgrenze $N_y > 400\text{kN}$, Länge 9.00m, Überlappungslänge 3.00m; Vermörtelung mit Zement Rck \geq 25 MPa, Rcm nach 24 Std \geq 10MPa
- Lokale Sicherung des Ortsbrust (eventuell) mit Anker SuperSwellex Pm24 (eventuell), Streckgrenze $N_y > 200\text{kN}$, Länge 5.50m, Überlappungslänge 2.50m
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.3.

5.1.3.4 Ausbruchsquerschnitt CT4-IN-GL-MS

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse III ($41 \leq \text{RMR} \leq 60$), Überlagerung $> 1000\text{m}$ und bei erstem Abschlag ab Tunnelröhre
- Ausbruch mit Sprengstoff, Projektübermass 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+15cm), an Ortsbrust (5cm)
- N° 8/9 Anker SuperSwellex Pm24, Streckgrenze $N_y > 200\text{kN}$, Länge 4.50m, Abstand $p = 1.00\text{m}$ transv. x 1.50m long. dem Querschnittsumfang entlang, $p = 1.80\text{m}$ transv. x 1.50m long. bei den Paramenten
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.3.

5.1.4 Erkundungsstollen, maschineller Vortrieb (Schild-TBM)

5.1.4.1 Ausbruchsquerschnitt C-MS, einschalige Auskleidung

- Anwendung bei Gebirgsarten mit $\text{RMR} > 50$
- Ausbruch mit konstantem Querschnitt, mit Schild-TMB ausgeführt, Abschlagslänge 1.50m
- Mächtigkeit der Tübbing 30cm
- Betonklasse C50/60
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.4.

5.1.4.2 Ausbruchsquerschnitt C-MS, zweischalige Auskleidung

- Anwendung bei Gebirgsarten mit $\text{RMR} < 50$
- Ausbruch mit konstantem Querschnitt, mit Schild-TMB ausgeführt, Abschlagslänge 1.50m

lunghezza 6.00m, passo $p = 0.75\text{m}$ trasv x 3.00m long; cementazione con malta cementizia avente $\text{Rck} \geq 25\text{MPa}$, Rcm a 24h $\geq 10\text{MPa}$

- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) con N° 12 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento $N_y \geq 400\text{kN}$, lunghezza 9.00m, sovrapposizione 3.00m; cementazione con malta cementizia avente $\text{Rck} \geq 25\text{MPa}$, Rcm a 24h $\geq 10\text{MPa}$
- Stabilizzazione del fronte di scavo localizzata (eventuale) con ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 200\text{kN}$, lunghezza 5.50m, sovrapposizione 2.50m
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.3.

5.1.3.4 Sezione di scavo CT4-IN-GL-MS

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III ($41 \leq \text{RMR} \leq 60$), copertura $> 1000\text{m}$ e per il primo sfondo dalla galleria
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 3.00m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+15cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- N° 8/9 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 200\text{kN}$, lunghezza 4.50m, passo $p = 1.0\text{m}$ trasv x 1.50m long in calotta e $p = 1.8\text{m}$ x 1.5m in zona delle murette
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.3.

5.1.4 Cunicolo esplorativo, scavo meccanizzato (TBM scudata)

5.1.4.1 Sezione di scavo C-MS, rivestimento singolo

- Applicazione in ammassi rocciosi con $\text{RMR} > 50$
- Scavo a sezione costante con TBM scudata e sfondo di 1.50m
- Spessore conci prefabbricati 30cm
- Classe di calcestruzzo C50/60
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.4.

5.1.4.2 Sezione di scavo C-MS, rivestimento doppio

- Applicazione in ammassi rocciosi con $\text{RMR} < 50$
- Scavo a sezione costante con TBM scudata e sfondo di 1.5m

- Mächtigkeit der Tübbinge 40cm
- Betonklasse C50/60
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.4.

- Spessore conci prefabbricati 30cm
- Classe di calcestruzzo C50/60
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.4.

5.1.4.3 Ausbruchsquerschnitt PL-T2, Logistik Nischen, konventioneller Vortrieb, zweischalige Auskleidung

- Ausweiche für die Baulogistik beim Erkundungsstollen, Querschnitt mit Sohlplatte; Anwendung bei Gebirgsarten mit RMR>50
- Mörtelinjektionen zwischen die Tübbinge und das Gebirge im Bereich der Befestigung der Tübbinge.

5.1.4.3 Sezione di scavo PL-T2, Piazzole logistiche, scavo in tradizionale, rivestimento doppio

- Piazzola logistica Cunicolo Esplorativo sezione con platea; applicazione in ammassi rocciosi con RMR>50
- Iniezione di malta tra elementi prefabbricati e ammasso roccioso nelle zone di fissaggio conci

- Sicherung / Befestigung der vorfabrizierten Tübbinge um das Aussparungsprofil: N° 2 Anker Dywidag SNØ28 (eventuell), Baustahl ST670/800, Streckgrenze $N_y > 413\text{kN}$, Länge 5.50m, Vermörtelung mit Zement Rck $\geq 25\text{ MPa}$, Rcm nach 24 Std $\geq 10\text{MPa}$
- Kernbohrung Ø200 mm in Schnittecken und Schnitt Tübbingung
- Abbruch Tübbinge
- Ausbruch mit Sprengstoff, Projektübermass 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+15cm), an Ortsbrust (5cm)
- N° 8/9 Anker SuperSwelllex Pm24, Streckgrenze $N_y > 200\text{kN}$, Länge 4.50m, Abstand p = 1.00m transv. x 1.50m long.
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.5.

- Messa in sicurezza / fissaggio dei conci prefabbricati attorno all'area di scavo con 2 ancoraggi Dywidag SNØ28 per concio, resistenza allo snervamento $N_y > 413\text{kN}$, lunghezza 5.50m. Cementazione con malta cementizia avente Rck $\geq 25\text{MPa}$, Rcm a 24h $\geq 10\text{MPa}$
- Carotaggi Ø 200 mm negli angoli e taglio conci
- Demolizione conci
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 3.00m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+15cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- N° 8/9 ancoraggi tipo SuperSwelllex Pm24, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 200\text{kN}$, lunghezza 4.50m, passo p = 1.8m x 1.5m
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.5.

5.1.4.4 Ausbruchsquerschnitt PL-T5, Logistik Nischen, konventioneller Vortrieb, zweischalige Auskleidung

- Ausweiche für die Baulogistik beim Erkundungsstollen, Querschnitt mit Sohlgewölbe; Anwendung bei Gebirgsarten mit RMR<50
- Mörtelinjektionen zwischen die Tübbinge und das Gebirge im Bereich der Befestigung der Tübbinge.

5.1.4.4 Sezione di scavo PL-T5, Piazzole logistiche, scavo in tradizionale, rivestimento doppio

- Piazzola logistica Cunicolo Esplorativo sezione con platea; applicazione in ammassi rocciosi con RMR<50
- Iniezione di malta tra elementi prefabbricati e ammasso roccioso nelle zone di fissaggio conci

- Sicherung / Befestigung der vorfabrizierten Tübbinge um das Aussparungsprofil mit N° 2 Anker Dywidag SNØ28 (eventuell) pro Tübbing, Baustahl ST670/800, Streckgrenze $N_y > 413\text{kN}$, Länge 5.50m, Vermörtelung mit Zement Rck $\geq 25\text{ MPa}$, Rcm nach 24 Std $\geq 10\text{MPa}$

- Messa in sicurezza / fissaggio dei conci prefabbricati attorno all'area di scavo con 2 ancoraggi Dywidag SNØ28 per concio, resistenza allo snervamento $N_y > 413\text{kN}$, lunghezza 5.50m. Cementazione con malta cementizia avente Rck $\geq 25\text{MPa}$, Rcm a 24h $\geq 10\text{MPa}$

- Kernbohrung Ø200 mm in Schnittecken und Schnitt Tübbingung
- Abbruch Tübbinge
- Ausbruch mit Sprengstoff, Projektübermass 5cm, maximale Abschlagslänge 1.50m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+30cm), an Ortsbrust (5cm)
- Stahlprofile HEB200 aus Baustahl S355JR, Abstand 0.75-1.50m
- N° 11 Selbstbohranker R38N (eventuell), Streckgrenze $N_y > 400\text{kN}$, Länge 6.00m, Abstand $p = 1.80\text{m}$ transv. x 1.50m long.; Vermörtelung mit Zement Rck $\geq 25\text{ MPa}$, Rcm nach 24 Std $\geq 10\text{ MPa}$
- Sicherung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 20 Selbstbohranker R38N (eventuell), Streckgrenze $N_y > 400\text{kN}$, Länge 12.00m, Überlappungslänge 6.00m; Vermörtelung mit Zement Rck $\geq 25\text{ MPa}$, Rcm nach 24 Std $\geq 10\text{ MPa}$
- Lokale Sicherung der Ortsbrust (eventuell) mit Anker SuperSwelllex Pm24 (eventuell), Streckgrenze $N_y > 200\text{kN}$, Länge 5.50m, Überlappungslänge 2.50m
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.5.

5.1.4.5 Ausbruchsquerschnitt Nische Schacht

- Mörtelinjektionen zwischen die Tübbinge und das Gebirge im Bereich der Befestigung der Tübbinge.
- Sicherung / Befestigung der vorfabrizierten Tübbinge um das Aussparungsprofil: 2 Anker Dywidag SNØ28 pro Tübbingelement, mindeste Streckgrenze $N_y > 413\text{ kN}$, Länge 4.50m
- Abbruch Tübbinge
- Ausbruch mit Sprengstoff (kontrollierte Sprengung zur Beschränkung der Schwingungen) oder mit Presslufthammer, Projektübermass 5cm, maximale Abschlagslänge 2.00m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke 5-10cm
- N° 8 Anker SuperSwelllex Pm24 (Gewölbe und Ortsbrust), Streckgrenze $N_y > 200\text{ kN}$, Länge 4.50m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, Stärke am Querschnittsumfang (5+15cm), an Ortsbrust

- Carotaggi Ø 200 mm negli angoli e taglio conci
- Demolizione conci
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 1.50m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+30cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- Centine tipo HEB200 in acciaio S355JR, interasse da 0.75 a 1.50m
- N° 11 barre autoperforanti tipo R38N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento $N_y > 400\text{kN}$, lunghezza 6.00m, passo $p = 1.80\text{m}$ trasv x 1.50m long; cementazione con malta cementizia avente Rck $\geq 25\text{ MPa}$, Rcm a 24h $\geq 10\text{ MPa}$
- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) con N° 20 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento $N_y > 400\text{kN}$, lunghezza 12.00m, sovrapposizione 6.00m; cementazione con malta cementizia avente Rck $\geq 25\text{ MPa}$, Rcm a 24h $\geq 10\text{ MPa}$
- Stabilizzazione del fronte di scavo localizzata (eventuale) con ancoraggi tipo SuperSwelllex Pm24, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 200\text{kN}$, lunghezza 5.50m, sovrapposizione 2.50m
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.5.

5.1.4.5 Sezione tipo nicchia pozzo

- Iniezione di malta tra elementi prefabbricati e ammasso roccioso nelle zone di fissaggio conci
- Messa in sicurezza / fissaggio dei conci prefabbricati attorno all'area di scavo: 2 ancoraggi Dywidag SNØ28 per concio, resistenza minima allo snervamento $N_y > 413\text{ kN}$, lunghezza 4.50m
- Demolizione conci
- Scavo con esplosivo (cariche controllate per limitazione vibrazioni) o con mezzi meccanici, extrascavo di progetto 5cm e sfondi di profondità massima 2.00m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, spessore 5-10cm
- Nr. 8 di ancoraggi ad attrito (tipo Superwellex Pm24) (pareti laterali + fronte), aventi resistenza allo snervamento $N_y > 200\text{ kN}$, lunghezza 4.50m
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, spessore = 20 cm

(5cm)

- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.5, 6.3.6.5.

- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.5, 6.3.6.5.

5.2 STÖRZONENBEWÄLTIGUNG FÜR DEN ERKUNDUNGSSTOLLEN

5.2 INTERVENTI PARTICOLARI CUNICOLO ESPLORATIVO

5.2.1 Konsolidierungsmassnahmen Typ 1

5.2.1 Interventi di consolidamento tipo 1

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse IV ($35 \leq RMR \leq 40$).
- Störungszone < 10m
- Wasserzutritt < 2l/s (innerhalb 24 ore mit Drainagebohrungen)
- Massnahme direkt von der TBM her

- Ausführung 5 Drainagebohrungen der Länge 30m durch das TBM-Schild alle 12m Vortrieb
- Konsolidierungsmassnahme während des Vortriebs am Ausbruchsumfang durch das TBM-Schild. Installation 7 GFK-Röhre der Länge 15m
- Vermörtelung mit Baumörtel
- Konsolidierungsmassnahme während des Vortriebs am Ausbruchfront durch den TBM-Kopf. Installation 9 GFK-Röhre der Länge 12m
- Vermörtelung mit Baumörtel
- Überlappung der Konsolidierungsmassnahmen 6m
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.6.6.

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe IV ($35 \leq RMR \leq 40$).
- Zona di faglia < 10m
- Venute d'acqua < 2l/s (entro 24 ore con fori di drenaggio)
- Interventi direttamente da TBM

- Esecuzione di 5 fori di drenaggio lunghezza 30m, ogni 12m di avanzamento attraverso lo scudo della fresa
- Interventi di consolidamento in avanzamento sul contorno attraverso lo scudo TBM. Installazione di 7 tubi VTR di lunghezza 15m
- Cementazione con malta cementizia
- Interventi di consolidamento in avanzamento sul fronte attraverso la testa della fresa. Installazione di 9 tubi VTR di lunghezza 12m.
- Cementazione con malta cementizia
- Sovrapposizione interventi di consolidamento di 6m
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.6.6.

5.2.2 Konsolidierungs- und Abdichtungsmassnahmen Typ 2

5.2.2 Interventi di consolidamento e impermeabilizzazione tipo 2

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse IV ($25 \leq RMR \leq 35$).
- Störungszone < 30m
- Massnahme direkt von der TBM her
- Ausführung 7 Drainagebohrungen der Länge 30m alle 12m Vortrieb
- Konsolidierungsmassnahme während des Vortriebs am Ausbruchsumfang durch das TBM-Schild. Ausführung 11 Injektionsbohrungen mit MPSP-System, Länge 15 m.
- Aufblasen der Packer durch Injektion, Doppelfüller, vom Bohrlochende her, Rohrspülung

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe IV ($25 \leq RMR \leq 35$).
- Zona di faglia < 30m
- Interventi direttamente da TBM
- Esecuzione di 7 fori di drenaggio lunghezza 30m ogni 12m di avanzamento
- Interventi di consolidamento in avanzamento sul contorno attraverso lo scudo della TBM. Esecuzione di 11 fori di iniezione con sistema MPSP di lunghezza 15m.
- Espansione dei sacchi otturatori mediante iniezione con doppio otturatore partendo dal fondo e lavaggio del tubo

- Konsolidierungsmassnahme während des Vortriebs am Ausbruchfront durch den TBM-Kopf. Ausführung 15 Injektionsbohrungen mit MPSP-System, Länge 12 m.
- Aufblasen der Packer durch Injektion, Doppelfüller, vom Bohrlochende her, Rohrspülung
- Injektion nach mindestens 48 Stunden mit Baumörtel, Aufblasen der Packer durch Injektion, Doppelfüller mit offenen Ventilen, vom Bohrlochende zum Bohrlochkopf
- Fortschritt der TBM um mindestens 6 m vor der Ausführung der nächsten Konsolidierungsmassnahmen
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.6.6.
- Interventi di consolidamento in avanzamento sul fronte attraverso la testa della fresa. Esecuzione di 15 fori di iniezione con sistema MPSP di lunghezza 12m
- Espansione dei sacchi otturatori mediante iniezione con doppio otturatore partendo dal fondo e lavaggio del tubo
- Dopo almeno 48 ore, iniezione di miscela cementizia con doppio otturatore delle valvole libere, dal fondo verso boccaforo
- Avanzamento TBM di massimo 6 m prima dell'esecuzione di nuovi interventi di consolidamento
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.6.6.

5.2.3 Konsolidierungs- und Abdichtungsmassnahmen Typ 3

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse V (RMR<25).
- Störungszone > 30m
- Konsolidierungsmassnahmen in der kritischen Zone via parallel zum Erkundungsstollen realisiertem Bypass

Phase 1:

- Lokalisierung der kritischen Zone und Vortrieb der TBM bis 30 m zuvor.

Phase 2:

- Ausbruch des ersten parallel zum Erkundungsstollen Bypass, bis zur Grenze der lokalen kritischen Zone.

Phase 3:

Ausbruch des Bypasses durch:

1. Ausführung von min. 5 Drainagebohrungen der Länge 30m alle 12m Vortrieb
2. Konsolidierungsmassnahmen während des Vortriebs. Ausführung 28 Injektionsbohrungen mit MPSP-System, Länge 12 m.
3. Aufblasen der Packer durch Injektion, Doppelfüller, vom Bohrlochende her, Rohrspülung
4. Injektion nach mindestens 48 Stunden mit Baumörtel, Aufblasen der Packer durch Injektion, Doppelfüller mit offenen Ventilen, vom Bohrlochende zum Bohrlochkopf

5.2.3 Interventi particolari di consolidamento e impermeabilizzazione tipo 3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe V (RMR<25)
- Zona di faglia > 30m
- Interventi di consolidamento attraverso By-pass parallelo allo scavo del cunicolo esplorativo

Fase 1:

- Individuazione della zona critica e avanzamento della TBM fino a ca. 30 m dalla zona critica.

Fase2:

- Scavo di un primo by-pass parallelo al Cunicolo Esplorativo fino al limite della zona critica individuata.

Fase 3:

Scavo del ByPass attraverso la zona critica con le seguenti modalità:

1. Esecuzione di min. 5 fori di drenaggio lunghezza 30m ogni 12 m di avanzamento
2. Interventi di consolidamento in avanzamento. Esecuzione di 28 fori di iniezione con sistema MPSP di lunghezza 12m.
3. Espansione dei sacchi otturatori mediante iniezione con doppio otturatore partendo dal fondo e lavaggio del tubo
4. Dopo almeno 48 ore, iniezione di miscela cementizia con doppio otturatore delle valvole libere, dal fondo verso boccaforo

Phase 4:

Verdichtung in Richtung des Erkundungsstollens

1. Ausführung vom Bypass her von einer Drainagebohrung der Länge 30m alle 6m
2. Konsolidierungsmassnahmen in Richtung des Erkundungsstollens während des Vortriebs. Ausführung 10 Injektionsbohrungen, long. Abstand 1.5 m, Länge 20 m.
3. Aufblasen der Packer durch Injektion, Doppelfüller, vom Bohrlochende her, Rohrspülung
4. Injektion nach mindestens 48 Stunden mit Baumörtel, Aufblasen der Packer durch Injektion, Doppelfüller mit offenen Ventilen, vom Bohrlochende zum Bohrlochkopf

Phase 5:

Wiederbeginnen des Ausbruches des Erkundungsstollens

Phase 6:

Ausbruch des ersten Bypass parallel zum Erkundungsstollen, bis zur Grenze der kritischen Zone.

Phase 7:

Ausbruch des Bypasses durch:

1. Ausführung von min. 5 Drainagebohrungen der Länge 30m alle 12m Vortrieb
2. Konsolidierungsmassnahmen während des Vortriebs. Ausführung 28 Injektionsbohrungen mit MPSP-System, Länge 12 m.
3. Aufblasen der Packer durch Injektion, Doppelfüller, vom Bohrlochende her, Rohrspülung
4. Injektion nach mindestens 48 Stunden mit Baumörtel, Aufblasen der Packer durch Injektion, Doppelfüller mit offenen Ventilen, vom Bohrlochende zum Bohrlochkopf

Phase 8:

Ausführung der Abdichtungs- und Konsolidierungsinjektionen vom Bypass her in Richtung des Hauptrohrs zur gleichen Zeit wie Erkundungsstollen. Ausführungsschritte (für ein Rohr)

1. Ausführung von einer Drainagebohrung der Länge 40m in Richtung des Hauptrohrs, long. Abstand 6 m
2. Konsolidierungsmassnahmen in Richtung des Hauptrohrs. Ausführung 13 Injektionsbohrungen mit MPSP-System, Länge 30 m, long. Abstand 1.5 m.

Fase 4:

Consolidamento verso il cunicolo esplorativo

1. Esecuzione dal Bypass di un foro di drenaggio lunghezza 30m ad intervallo di 6m
2. Interventi di consolidamento verso Cunicolo Esplorativo. Esecuzione di 10 fori di iniezione con sistema MPSP a passo longitudinale 1.5m di lunghezza 20m
3. Espansione dei sacchi otturatori mediante iniezione con doppio otturatore partendo dal fondo e lavaggio del tubo
4. Dopo almeno 48 ore, iniezione di miscela cementizia con doppio otturatore delle valvole libere, dal fondo verso boccaforo

Fase 5:

Ripresa dello scavo del Cunicolo Esplorativo

Fase6:

Scavo di un primo by-pass parallelo al Cunicolo Esplorativo fino al limite della zona critica individuata.

Fase 7:

Scavo del ByPass attraverso la zona critica con le seguenti modalità:

1. Esecuzione di min. 5 fori di drenaggio lunghezza 30m ogni 12 m di avanzamento
2. Interventi di consolidamento in avanzamento. Esecuzione di 28 fori di iniezione con sistema MPSP di lunghezza 12m.
3. Espansione dei sacchi otturatori mediante iniezione con doppio otturatore partendo dal fondo e lavaggio del tubo
4. Dopo almeno 48 ore, iniezione di miscela cementizia con doppio otturatore delle valvole libere, dal fondo verso boccaforo

Fase 8:

Esecuzione delle iniezioni di consolidamento e impermeabilizzazione da Bypass verso le Gallerie di Linea contemporaneamente allo scavo del Cunicolo Esplorativo. Modalità esecutive (valevole per una canna)

1. Esecuzione di 1 foro di drenaggio di lunghezza 40m verso Galleria di Linea a passo longitudinale di 6m
2. Interventi di consolidamento verso Gallerie di Linea. Esecuzione 13 fori di iniezione con sistema MPSP ad intervallo longitudinale a passo longitudinale di 1.5m di lunghezza 30m.

3. Aufblasen der Packer durch Injektion, Doppelfüller, vom Bohrlochende her, Rohrspülung
4. Injektion nach mindestens 48 Stunden mit Baumörtel, Aufblasen der Packer durch Injektion, Doppelfüller mit offenen Ventilen, vom Bohrlochende zum Bohrlochkopf

- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.6.6.

5.2.4 Abdichtungsmassnahmen Typ 4

- Anwendung in Anwesenheit von zu schützenden Wasserressourcen, um die Durchlässigkeit zu vermindern oder um Quellproblematik (Anydrit) zu vermeiden
- Die Abschnitte, welche meistens gefährdet sind (km bez. Ostrohr):
 - Hochstegen Marmor, km 36+100
 - Schnittfläche zwischen Glockner Schiefer und der Formation Aigerbach, ca. km 37+330
 - Schnittstelle mit der Störungszone S05/OS-NNE-1, km 37+730
 - Schiefer des Pfitschertals, km 39+515-40+870
- Injektionen mit umweltfreundlichen PUR oder organisch-mineralischen Komponenten
- Ausführung 12 Primärinjektionen A, radial, long. Abstand 1.5 m, Länge 4 m.
- Ausführung 12 Sekundärinjektionen B, radial, long. Abstand 1.5 m, Länge 2 m.
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.6.6.

5.3 STÖRZONENBEWÄLTIGUNG FÜR DAS HAUPTROHR

5.3.1 Konsolidierungsmassnahmen Typ 1

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse IV ($35 \leq RMR \leq 41$).
- Störungszone < 10m
- Wasserzutritt < 2l/s (innerhalb 24 ore mit Drainagebohrungen)
- Massnahme direkt von der TBM her
- Ausführung 5 Drainagebohrungen der Länge 30m durch das TBM-Schild alle 12m Vortrieb

3. Expansione dei sacchi otturatori mediante iniezione con doppio otturatore partendo dal fondo e lavaggio del tubo
4. Dopo almeno 48 ore, iniezione di miscela cementizia con doppio otturatore delle valvole libere, dal fondo verso boccaforo

- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.6.6.

5.2.4 Interventi di impermeabilizzazione tipo 4

- Applicazioni in presenza di risorse idriche da preservare per la riduzione della permeabilità o per evitare fenomeni di gessificazione dell'anidrite.
- I settori più a rischio sono (progressive riferite alla canna Est):
 - marmi di Hochstegen, ca. km 36+100
 - interfaccia tra calcescisti del Glockner e formazione di Aigerbach, ca. km 37+330
 - Intersezione con la faglia S05/OS-NNE-1 ca. km 37+730
 - calcescisti della falda di Vizze tra km 39+515 e km 40+870
- Iniezioni di resine poliuretatiche o organominerali bicomponenti non inquinanti
- Esecuzione di 12 iniezioni radiali primarie A con passo longitudinale 1.5m in perforazione di lunghezza 4m.
- Esecuzione di 12 iniezioni radiali secondarie B con passo longitudinale 1.5m in perforazione di lunghezza 2m.
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.6.6.

5.3 INTERVENTI PARTICOLARI GALLERIA DI LINEA

5.3.1 Interventi di consolidamento tipo 1

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe IV ($35 \leq RMR \leq 41$).
- Zona di faglia < 10m
- Venute d'acqua < 2l/s (entro 24 ore con fori di drenaggio)
- Interventi direttamente da TBM
- Esecuzione di 5 fori di drenaggio di lunghezza 30m ogni 12m di avanzamento.

- Konsolidierungsmassnahme während des Vortriebs am Ausbruchsumfang durch das TBM-Schild. Installation 10 GFK-Röhre der Länge 15 m
- Vermörtelung mit Baumörtel
- Konsolidierungsmassnahme während des Vortriebs am Ausbruchfront durch den TBM-Kopf. Installation 15 GFK-Röhre der Länge 12 m
- Vermörtelung mit Baumörtel
- Überlappung der Konsolidierungsmassnahmen 6 m
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.6.6.

5.3.2 Konsolidierungs- und Abdichtungsmassnahmen Typ 2

- Anwendung bei Gebirgsarten der Klasse IV ($25 \leq RMR \leq 35$).
- Störungszone < 30m
- Massnahme direkt von der TBM her
- Ausführung 7 Drainagebohrungen der Länge 30m alle 12m Vortrieb
- Konsolidierungsmassnahme während des Vortriebs am Ausbruchsumfang durch das TBM-Schild. Ausführung 17 Injektionsbohrungen mit MPSP-System, Länge 15 m.
- Aufblasen der Packer durch Injektion, Doppelfüller, vom Bohrlochende her, Rohrspülung
- Konsolidierungsmassnahme während des Vortriebs am Ausbruchfront durch den TBM-Kopf. Ausführung 22 Injektionsbohrungen mit MPSP-System, Länge 12 m.
- Aufblasen der Packer durch Injektion, Doppelfüller, vom Bohrlochende her, Rohrspülung
- Injektion nach mindestens 48 Stunden mit Baumörtel, Aufblasen der Packer durch Injektion, Doppelfüller mit offenen Ventilen, vom Bohrlochende zum Bohrlochkopf
- Fortschritt der TBM um mindestens 6 m vor der Ausführung der nächsten Konsolidierungsmassnahmen
- Referenzdokumente: Kapitel 6.3.6.6.

5.3.3 Abdichtungsmassnahmen Typ 4

- Anwendung in Anwesenheit von zu schützenden Wasserressourcen, um die Durchlässigkeit zu vermindern oder um Quellproblematik (Anydrit) zu

- Interventi di consolidamento in avanzamento sul contorno attraverso lo scudo della TBM. Installazione di 10 tubi VTR di lunghezza 15m.
- Cementazione con malta cementizia
- Interventi di consolidamento in avanzamento sul fronte attraverso la testa della fresa. Installazione di 15 tubi VTR di lunghezza 12m.
- Cementazione con malta cementizia
- Sovrapposizione interventi di consolidamento di 6m
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.6.6.

5.3.2 Interventi di consolidamento e impermeabilizzazione tipo 2

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe IV ($25 \leq RMR \leq 35$).
- Zona di faglia < 30m
- Interventi direttamente da TBM
- Esecuzione di 7 fori di drenaggio di lunghezza 30m ogni 12m di avanzamento
- Interventi di consolidamento in avanzamento sul contorno attraverso lo scudo della TBM. Esecuzione di 17 fori di iniezione con sistema MPSP di lunghezza 15m
- Espansione dei sacchi otturatori mediante iniezione con doppio otturatore partendo dal fondo e lavaggio del tubo
- Interventi di consolidamento in avanzamento sul fronte attraverso la testa della fresa. Esecuzione di 22 fori di iniezione con sistema MPSP di lunghezza 12m
- Espansione dei sacchi otturatori mediante iniezione con doppio otturatore partendo dal fondo e lavaggio del tubo
- Dopo almeno 48 ore, iniezione di miscela cementizia con doppio otturatore delle valvole libere, dal fondo verso boccaforo
- Avanzamento TBM di massimo 6 m prima dell'esecuzione di nuovi interventi di consolidamento
- Documenti di riferimento: capitoli 6.3.6.6.

5.3.3 Interventi di impermeabilizzazione tipo 4

- Applicazioni in presenza di risorse idriche da preservare per la riduzione della permeabilità o per evitare fenomeni di gessificazione dell'anidrite.

vermeiden

- Die Abschnitte, welche am stärksten gefährdet sind (km. bez. Ostrohr):
 - Hochstegen Marmore, km. 36+100
 - Schnittfläche zwischen Schiefer und Aigerbach Fm., km 37+330
 - Schnittstelle mit der Störungszone S05/OS-NNE-1, km 37+730
 - Schiefer des Pfitschertals, km 39+515-40+870
 - Injektionen mit umweltfreundlichen PUR oder organisch-mineralischen Komponenten
 - Ausführung 20 Primärinjektionen A, radial, long. Abstand 1.5 m, Länge 6 m.
 - Ausführung 20 Sekundärinjektionen B, radial, long. Abstand 1.5 m, Länge 3 m.
 - Referenzdokumente: Kapitel 6.3.6.6.
- I settori di probabile applicazione sono (progressive riferite alla canna Est):
 - marmi di Hochstegen, ca. km 36+100
 - interfaccia tra calcescisti del Glockner e formazione di Aigerbach, ca. km 37+330
 - Intersezione con la faglia S05/OS-NNE-1 ca. km 37+730
 - calcescisti della falda di Vizzate tra km 39+515 e km 40+870
 - Iniezioni di resine poliuretaniche o organominerali bicomponenti non inquinanti
 - Esecuzione di 20 iniezioni radiali primarie A con passo longitudinale 1.5m in perforazione di lunghezza 6m.
 - Esecuzione di 20 iniezioni radiali secondarie B con passo longitudinale 1.5m in perforazione di lunghezza 3m.
 - Documenti di riferimento: capitoli 6.3.6.6.

5.4 BEZUGSDATEN

Die Gebirgsqualität, welche sich aus den Erhebungen an der Ortsbrust¹ ergibt, bildet, zusammen mit den Ergebnissen des Überwachungssystems und der Registrierung eventuelle heftige Bergschlagphänomene, die Grundlage der Anwendung der Regelschnitte im Vortrieb.

In folgende Tabelle 5 sind die Schwellenwerte der RMR und der mit dem Überwachungssystem gemessenen Größen aufgezeigt (Extrusion, Konvergenz und Konvergenzgeschwindigkeit, Kräfte in den Schalen, Lärmemission).

Bezüglich der Schwellenwerte wird folgendes festgestellt:

- Für die Aushubschnitte Typ 2,3 und Rb sind keine Bezugswerte der Extrusion angegeben, da keine systematische Überwachung dieser Größen in Materialien der Klassen II und III vorgesehen sind.
- Für die Aushubschnitte 4, 5 und 6 ist keine Überwachung der Lärmemissionen angegeben, da diese Größe nur für steife und widerstandsfähige Gebirge unter hohen Abdeckungen sich als

5.4 DATI DI RIFERIMENTO

La qualità dell'ammasso derivante dai rilievi del fronte² costituisce la base per l'applicazione delle sezioni tipo in avanzamento, assieme alle evidenze del sistema di monitoraggio e alla registrazione degli eventuali fenomeni di rigetto violento.

Nella seguente Tabella 5 sono riassunti i valori di soglia di RMR e delle grandezze misurate con il sistema di monitoraggio (estrusione, convergenza e velocità di convergenza, sforzi nel rivestimento, emissioni acustiche).

Riguardo ai valori di soglia, si specifica quanto segue:

- Per le Sezioni di Scavo tipo 2, 3 e Rb non sono indicati i valori di riferimento dell'estrusione in quanto non si prevede un monitoraggio sistematico di questa grandezza in materiali di classe II e III.
- Per le Sezioni di Scavo tipo 4 e 5 non è indicato un monitoraggio delle emissioni acustiche in quanto questa grandezza risulta significativa solamente per ammassi rigidi e resistenti sotto alte coperture.

¹ Im Fall von TBM Aushub (Schnitte GL-MS) basiert der RMR Wert auf die geophysischen Messungen und auf die Vortriebsmessungen.

² Nel caso di scavo con TBM (sezioni GL-MS e C-MS) il valore di RMR sarà determinato sulla base delle misure geofisiche e sui sondaggi in avanzamento.

bedeutend erweist (Risiko von spröden Abbruch - Bergschlag).

(rischio di rottura fragile - rock burst).

| | | Schwellenwerte / Valori di soglia | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------|---|------------------------------|--------------------------|-----------------|---|--|--|-----------------|
| Ausbruchsquerschnitt / Sezione di Scavo (1) | Bezugs-RMR / RMR di riferimento | Extrusion / Estrusione | | Konvergenz Geschwind. / Velocità di convergenza | | Konvergenz / Convergenza | | Spannung in Innenschale / Tensioni nel rivestimento | | Akustischen Emissionen / Emissioni acustiche | |
| | | Achtung / Attenzione | Alarm / Allarme | Achtung / Attenzione | Alarm / Allarme | Achtung / Attenzione | Alarm / Allarme | Achtung / Attenzione | Alarm / Allarme | Achtung / Attenzione | Alarm / Allarme |
| | | [% Rscavo] | [% Rscavo] | [cm/m] media nei primi 1.5 Ø | [cm/m] media nei primi 1.5 Ø | [% Rscavo] | [% Rscavo] | [Mpa] | [Mpa] | [n°/min] | [n°/min] |
| MS | - | - | - | - | - | - | - | 0.77.f _{cd} 0.77.f _{gd} | 1.00.f _{cd} 1.00.f _{gd} | - | - |
| 2 | RMR > 60 (2) | - | - | - | - | 1 | 2 | - | - | (7) | |
| Rb | RMR > 60 (3) | - | - | - | - | 1 | 2 | - | - | (7) | |
| 3 | 40 < RMR ≤ 60 (2) | - | - | - | - | 1 | 2 | - | - | (7) | |
| 3 bis | 40 < RMR ≤ 60 (3) | - | - | - | - | 1 | 2 | - | - | (7) | |
| 4 | RMR < 41 (4) | 1 | 2 | - | - | 1 | 2 | 0.77.f _{cd} 0.77.f _{gd} | 1.00.f _{cd} 1.00.f _{gd} | - | - |
| 5 | RMR < 41 (5) | 1 | 2 | - | - | 1 | 2 | 0.77.f _{cd} 0.77.f _{gd} | 1.00.f _{cd} 1.00.f _{gd} | - | - |

(1) Liste der Vortriebsklasse / Elenco delle Sezioni di Scavo
 MS: GL-MS, C-MS
 2: CT1-T2, CT2-T2, CT3-T2, CT4-T2, PL-T2
 Rb: CT1-TRb, CT2-TRb, CT3-TRb, CT4-TRb
 3: CT1-T3, CT2-T3, CT3-T3, CT4-T3
 3 bis: CT1-T3 bis, CT2-T3 bis, CT3-T3 bis, CT4-T3 bis
 4: CT1-T4, CT2-T4, CT3-T4, CT4-T4
 5: CT1-T5, CT2-T5, CT3-T5, CT4-T5, PL-T5

(2) Tunnelüberlagerung < 1000m / Coperture < 1000m
 (3) Tunnelüberlagerung > 1000m / Coperture > 1000m

(4) GL-T4 und C-T4: Malsertal Störungszone, Prävalenz von Gneis, Paragneis und Quarzit. / GL-T4 e C-T4: Faglia della Val di Mules, prevalenza di Gneiss, Paragneiss e Quarziti.
 (5) GL-T5 und C-T5: Malsertal Störungszone, Prävalenz von Schiefer und Kakirit. / GL-T5 e C-T5: Faglia della Val di Mules, prevalenza di Scisti e Cataclasiti.
 (6) GL-T6 und C-T6: Malsertal Störungszone, Prävalenz von Kakirit und fault gauge, druckhaften Gebirge. / GL-T5 e C-T5: Faglia della Val di Mules, prevalenza Cataclasiti e fault gauge,
 (7) Schwellenwerten sollten auf der Grundlage der Überwachung und dem Gebirgsverhalten festgelegt werden. / Valori di soglia da definire in base alle misure e al comportamento registrato in sito.

Tabelle 5: Bezugswerte für die Aushubschnitte.

Tabella 5: Valori di riferimento per le Sezioni di Scavo.

Das Verfahren für den Wechsel von einem Abschnittstyp zum anderen anhand der oben beschriebenen Größen, ist Gegenstand des Risikomanagement [13].

La procedura per il passaggio da un tipo di sezione all'altra, in funzione delle grandezze sopra descritte, è oggetto della Procedura di gestione del rischio [13].

5.5 BEMERKUNGEN

Wenn beim Aushub plötzliche Bergschlagphänomene oder Spaltungen der Tunnelwand bei niedrigeren Abdeckungen als die für die Anwendung des Regelschnitts Rb vorgesehenen auftreten sollten, muss mit der Ergänzung des Regelschnitts in der betreffende Strecke fortgefahren werden, mit den vorgesehenen Maßnahmen zur Kontrolle des heftigen Bergschlags, oder es müssen direkt die Regelschnitte Rb angewandt werden.

Was bisher beschrieben wurde, schliesst die Anwesenheit von Wasser aus. Bei Anwesenheit von Wasser werden Drainagen während des Vortriebs realisiert, und damit der hydraulische Druck an der Ortsbrustfront abgebaut. Im Extremfall, falls mit Wassereintritten auch Zuflüsse von löslichem Material verbunden sind und somit die Ausführung der Drainage ungenügend zum Abbau des Drucks an der

5.5 NOTE PARTICOLARI

Se nel corso dello scavo dovessero manifestarsi fenomeni di rigetto violento o di sfaldatura delle pareti della cavità a coperture inferiori rispetto a quelle previste per l'applicazione delle Sezioni di Scavo Rb, si dovrà procedere all'integrazione delle Sezioni di Scavo applicate nella tratta in questione con gli interventi previsti per il controllo dei fenomeni di rigetto violento, oppure dovranno essere applicate direttamente le sezioni tipo Rb.

Quanto sopra prescinde da considerazioni legate all'effetto della presenza d'acqua. In quest'ultimo caso si prevede la realizzazione di drenaggi in avanzamento per l'abbattimento delle pressioni idrauliche nella zona del fronte. In caso estremo, attualmente non previsto in quanto ritenuto poco probabile in questo tipo di materiale, se alle venute d'acqua fossero associate importati reflussi di materiale sciolto e

Ortsbrust wirkt, muss die Definition neuer Ausbruchsquerschnitte vorgesehen werden. Für die bisherigen Verhältnisse war dies noch nicht der Fall.

l'esecuzione del drenaggio non riuscisse a deprimere sufficientemente le pressioni in corrispondenza del fronte, sarà necessario studiare sezioni tipo diverse da quelle oggi preventivate.

6 VERZEICHNISSE

6.1 TABELLENVERZEICHNIS

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Abkürzungen der Querschnittsnamen..... | 18 |
| Tabelle 2: Anwendungsbereiche der Querschnitte - Hauptröhre von km 44+788 bis km 32+088 Oströhre. | 19 |
| Tabelle 3: Anwendungsbereiche der Querschnitte – Erkundungsstollen und Ausweiche Baugistik von km 12+459 bis km 27+200 Oströhre. | 20 |
| Tabelle 4: Anwendungsbereiche der Querschnitte - Querverbindungen..... | 23 |
| Tabelle 5: Bezugswerte für die Aushubschnitte..... | 41 |

6.2 BIBLIOGRAFIE UND QUELLEN

6.2.1 Literatur

- [1] Bieniawski Z.T. – Engineering rock mass classifications, Wiley, New York, 1989.

6.3 REFERENZDOKUMENTE

6.3.1 Eingangsdokumenten

- [2] 02_H61_EG_991_KLP_D0700_12004 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Gesamtbauwerke – Absteckplan – Grundriss Trassierung Oströhre
- [3] 02_H61_EG_991_KLP_D0700_12005 – Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Gesamtbauwerke – Absteckplan – Grundriss Trassierung Weströhre
- [4] 02_H61_EG_991_KLP_D0700_12050-12061 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Gesamtbauwerke – Lageplan – Lageplan der Bauwerke (15/25-25/25)
- [5] 02_H61_EG_991_KLS_D0700_12100 – 12110 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Gesamtbauwerke – Längenprofil – Bautechnisches Längenprofil und Trassierung-Oströhre (15/25-25/25)
- [6] 02_H61_EG_991_KLS_D0700_12200 – 12210 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Gesamtbauwerke – Längenprofil – Bautechnisches Längenprofil und

6 ELENCHI

6.1 ELENCO DELLE TABELLE

| | |
|--|----|
| Tabella 1: Abbreviazioni per i nomi delle sezioni | 18 |
| Tabella 2: Tratte di applicazione delle sezioni tipo per le gallerie di linea - da km 44+788 a km 32+088 (rif. canna Est). 19 | 19 |
| Tabella 3: Tratte di applicazione delle sezioni tipo - da km 12+459 a km 27+200 Cunicolo Esplorativo e Piazzole logistiche. | 20 |
| Tabella 4: Tratte di applicazione delle sezioni tipo - Cunicoli trasversali. | 23 |
| Tabella 5: Valori di riferimento per le Sezioni di Scavo. | 41 |

6.2 BIBLIOGRAFIA E FONTI

6.2.1 Letteratura

- [1] Bieniawski Z.T. – Engineering rock mass classifications, Wiley, New York, 1989.

6.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

6.3.1 Documenti in ingresso

- [2] 02_H61_EG_991_KLP_D0700_12004 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali – Planimetria – Planimetria di tracciamento Galleria principale Est
- [3] 02_H61_EG_991_KLP_D0700_12005 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali – Planimetria – Planimetria di tracciamento Galleria principale Ovest
- [4] 02_H61_EG_991_KLP_D0700_12050-12061 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali – Planimetria – Planimetria delle opere (15/25-25/25)
- [5] 02_H61_EG_991_KLS_D0700_12100 – 12110 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali – Profilo longitudinale - Profilo longitudinale delle opere e di tracciamento - Galleria principale Est - (15/25 - 25/25)
- [6] 02_H61_EG_991_KLS_D0700_12200 – 12210 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali – Profilo longitudinale - Profilo longitudinale delle

Trassierung-Weströhre (15/25-25/25)

- [7] 02_H61_OP_060_KHS_D0700_22127 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Knot Logistik – Horizontalschnitt – NL-Lageplan
- [8] 02_H61_WB_993_KRC_D0700_16001 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke – Berechnungsbericht – Allgemeiner hydraulischen Bericht

6.3.2 Allgemeine Geologie, Geotechnik, Seismik und Hydrogeologie

- [9] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13016 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke - Technischer Bericht - Zusammenfassung der geologischen und hydrogeologischen Informationen
- [10] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13046 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke - Technischer Bericht - Geologische, hydrogeologische und geomechanische Grundlagen-Dokumentation
- [11] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13018 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke - Technischer Bericht - Allgemeiner geomechanischer Bericht

6.3.3 Monitoring

- [12] 02_H61_MO_994_BT_B_D0700_17001 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke – Berechnungsbericht – Tunnelmonitoring und -untersuchungen

6.3.4 Risikomanagement

- [13] 02_H61_EG_991_KTB_D0700_15005 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke - Technischer Bericht - Risikomanagement

6.3.5 Allgemeine Dokumente – Teil III

- [14] 02_H61_OP_025_KTB_D0700_23054 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 3 – Technischer Bericht – Materialienbericht

opere e di tracciamento - Galleria principale Ovest - Tav. 15/25 - 25/25

- [7] 02_H61_OP_060_KHS_D0700_22127 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Nodo logistico – Sezione orizzontale – NL-Planimetria generale
- [8] 02_H61_WB_993_KRC_D0700_16001 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Relazione idraulica generale

6.3.2 Geologia, geotecnica, sismica e idrogeologia generale

- [9] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13016 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali - Relazione tecnica - Sintesi delle informazioni geologiche e idrogeologiche
- [10] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13046 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali - Relazione tecnica - Dati di base geologici, idrogeologici e geomeccanici
- [11] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13018 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali - Relazione tecnica - Relazione geomeccanica generale

6.3.3 Monitoraggio

- [12] 02_H61_MO_994_BT_B_D0700_17001 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Opere generali – Relazione tecnica – Relazione sui monitoraggi e le prospezioni in galleria

6.3.4 Gestione del rischio

- [13] 02_H61_EG_991_KTB_D0700_15005 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali - Relazione tecnica - Relazione sui materiali - Procedura di gestione del rischio

6.3.5 Elaborati generali Parte III

- [14] 02_H61_OP_025_KTB_D0700_23054 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali Parte 3 – Relazione tecnica – Relazione sui materiali

[15] 02_H61_GD_025_GTB_D0700_23001 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 3 – Technischer Bericht – Geomechanischer Bericht, Detail

[16] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23005 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 3 – Längenschnitt – Voraussicht Geomechanisches- und Projektierungsprofil Hauptröhre Ost (Plan 6/7)

[17] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23006 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 3 – Längenschnitt – Voraussicht Geomechanisches- und Projektierungsprofil Hauptröhre Ost (Plan 7/7)

[18] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23007 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 3 – Längenschnitt – Voraussicht Geomechanisches- und Projektierungsprofil Hauptröhre West (Plan 7/7)

[19] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23008 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 3 – Längenschnitt – Voraussicht Geomechanisches- und Projektierungsprofil Hauptröhre West (Plan 6/7)

[20] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23002 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 3 – Längenschnitt – Voraussicht Geomechanisches- und Projektierungsprofil Erkundungsstollen (Plan 2/4)

[21] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23003 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 3 – Längenschnitt – Voraussicht Geomechanisches- und Projektierungsprofil Erkundungsstollen (Plan 3/4)

[22] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23004 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 3 – Längenschnitt – Voraussicht Geomechanisches- und Projektierungsprofil Erkundungsstollen (Plan 4/4)

6.3.6 Ausbruchquerschnitte

6.3.6.1 Hauptröhre, mechanisierter Ausbruch (Schild-TBM), eingleisig

[23] 02_H61_TY_030_KRP_D0700_23301 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos

[15] 02_H61_GD_025_GTB_D0700_23001 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali Parte 3 – Relazione tecnica – Relazione geomeccanica di dettaglio

[16] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23005 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali Parte 3 – Profilo longitudinale – Profilo geomeccanico e progettuale di previsione GL-MS Est (Tav. 6/7)

[17] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23006 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali Parte 3 – Profilo longitudinale – Profilo geomeccanico e progettuale di previsione GL-MS Est (Tav. 7/7)

[18] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23007 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali Parte 3 – Profilo longitudinale – Profilo geomeccanico e progettuale di previsione GL-MS Ovest (Tav. 7/7)

[19] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23008 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali Parte 3 – Profilo longitudinale – Profilo geomeccanico e progettuale di previsione GL-MS Ovest (Tav. 6/7)

[20] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23002 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali Parte 3 – Profilo longitudinale – Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Cunicolo Esplorativo (Tav. 2/4)

[21] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23003 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali Parte 3 – Profilo longitudinale – Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Cunicolo Esplorativo (Tav. 3/4)

[22] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23004 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali Parte 3 – Profilo longitudinale – Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Cunicolo Esplorativo (Tav. 4/4)

6.3.6 Sezioni si scavo

6.3.6.1 Gallerie di Linea, scavo meccanizzato (TBM scudata), binario singolo

[23] 02_H61_TY_030_KRP_D0700_23301 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva -

Mauls 2-3 – Haupttunnel – Regelprofil GL-MS, Zweischalig

[24] 02_H61_TY_030_KRP_D0700_23312 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Haupttunnel – Regelprofil GL-MS, Einschalig

[25] 02_H61_TM_030_KRQ_D0700_23340 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Haupttunnel – Ausbruchquerschnitt GL-MS

6.3.6.2 Querverbindungen, traditioneller Ausbruch (Regelquerschnitt)

[26] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23751 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Querschläge – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt CT1-T2 und CT2-a-T2

[27] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23752 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Querschläge – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt CT1-T3, CT2-a-T3, CT3-a-T3

[28] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23750 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Querschläge – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt CT1-T3bis und CT2-a-T3bis

[29] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23753 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Querschläge – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt CT1-T4, CT2-a-T4

[30] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23754 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Querschläge – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt CT1-T5 und CT2-a-T5

[31] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23761 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Querschläge – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt CT2-b-Rb

[32] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23756 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Querschläge – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt CT2-b-T2

[33] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23757 - Brenner

D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 3 – Sezione tipo – Sezione tipo applicata GL-MS, rivest. doppio

[24] 02_H61_TY_030_KRP_D0700_23312 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 3 – Sezione tipo – Sezione tipo applicata GL-MS, rivest. singolo

[25] 02_H61_TM_030_KRQ_D0700_23340 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 3 – Sezione tipo – Sezione di scavo GL-MS

6.3.6.2 Cunicoli Trasversali, scavo in tradizionale (sezione corrente)

[26] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23751 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Cunicoli trasversali – Sezione tipo – Sezione di scavo CT1-T2 e CT2-a-T2

[27] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23752 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Cunicoli trasversali – Sezione tipo – Sezione di scavo CT1-T3, CT2-a-T3, CT3-a-T3

[28] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23750 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Cunicoli trasversali – Sezione tipo – Sezione di scavo CT1-T3bis e CT2-a-T3bis

[29] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23753 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Cunicoli trasversali – Sezione tipo – Sezione di scavo CT1-T4, CT2-a-T4

[30] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23754 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Cunicoli trasversali – Sezione tipo – Sezione di scavo CT1-T5 e CT2-a-T5

[31] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23761 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Cunicoli trasversali – Sezione tipo – Sezione di scavo CT2-b-Rb

[32] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23756 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Cunicoli trasversali – Sezione tipo – Sezione di scavo CT2-b-T2

[33] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23757 - Galleria di

Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos
Mauls 2-3 – Querschläge – Regelquerschnitt –
Ausbruchsquerschnitt CT2-b-T3 und CT3-b-T3

[34] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23755 - Brenner
Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos
Mauls 2-3 – Querschläge – Regelquerschnitt –
Ausbruchsquerschnitt CT2-b-T3bis und CT4-T3bis

[35] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23758 - Brenner
Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos
Mauls 2-3 – Querschläge – Regelquerschnitt –
Ausbruchsquerschnitt CT2-b-T4

[36] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23759 - Brenner
Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos
Mauls 2-3 – Querschläge – Regelquerschnitt –
Ausbruchsquerschnitt CT2-b-T5

[37] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23760 - Brenner
Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos
Mauls 2-3 – Querschläge – Regelquerschnitt –
Ausbruchsquerschnitt CT1-TRb

Base del Brennero - Progettazione esecutiva -
D0700: Lotto Mules 2-3 - Cunicoli trasversali –
Sezione tipo – Sezione di scavo CT2-b-T3 e CT3-b-
T3

[34] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23755 - Galleria di
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -
D0700: Lotto Mules 2-3 - Cunicoli trasversali –
Sezione tipo – Sezione di scavo CT2-b-T3bis e
CT4-T3bis

[35] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23758 - Galleria di
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -
D0700: Lotto Mules 2-3 - Cunicoli trasversali –
Sezione tipo – Sezione di scavo CT2-b-T4

[36] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23759 - Galleria di
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -
D0700: Lotto Mules 2-3 - Cunicoli trasversali –
Sezione tipo – Sezione di scavo CT2-b-T5

[37] 02_H61_QS_025_KRQ_D0700_23760 - Galleria di
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -
D0700: Lotto Mules 2-3 - Cunicoli trasversali –
Sezione tipo – Sezione di scavo CT1-TRb

6.3.6.3 Querverbindungen, traditioneller Ausbruch (Anschlussquerschnitt)

[38] 02_H61_TM_030_KRQ_D0700_23350 - Brenner
Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos
Mauls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt –
Ausbruchsquerschnitt CT1/2-a/3-(T2-T3-T3bis)-IN-
GL-MS

[39] 02_H61_TM_030_KRQ_D0700_23351 - Brenner
Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos
Mauls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt –
Ausbruchsquerschnitt CT1/2-a-(T4-T5)-IN-GL-MS

[40] 02_H61_TM_030_KRQ_D0700_23354 - Brenner
Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos
Mauls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt –
Ausbruchsquerschnitt CT4-IN-GL-MS

6.3.6.4 Erkundungsstollen, mechanisierter Vortrieb (Schild-TBM)

[41] 02_H61_KU_015_KRP_D0700_23101 - Brenner
Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos
Mauls 2-3 – Erkundungsstollen – Regelprofil –
Regelprofil C-MS

6.3.6.5 Ausweiche Baulogistik und Nische zur Verbindung mit Erkundungsstollen, traditioneller Ausbruch

6.3.6.3 Cunicoli Trasversali, scavo in tradizionale (sezione innesti)

[38] 02_H61_TM_030_KRQ_D0700_23350 - Galleria di
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -
D0700: Lotto Mules 2-3 - Gallerie principali –
Sezione tipo – Sezione di scavo CT1/2-a/3-(T2-T3-
T3bis)-IN-GL-MS

[39] 02_H61_TM_030_KRQ_D0700_23351 - Galleria di
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -
D0700: Lotto Mules 2-3 - Gallerie principali –
Sezione tipo – Sezione di scavo CT1/2-a-(T4-T5)-
IN-GL-MS

[40] 02_H61_TM_030_KRQ_D0700_23354 - Galleria di
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -
D0700: Lotto Mules 2-3 - Gallerie principali –
Sezione tipo – Sezione di scavo CT4-IN-GL-MS

6.3.6.4 Cunicolo esplorativo, scavo meccanizzato (TBM scudata)

[41] 02_H61_KU_015_KRP_D0700_23101 - Galleria di
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -
D0700: Lotto Mules 2-3 - Cunicolo esplorativo –
Sezione tipo – Sezione tipo applicata C-MS

6.3.6.5 Piazzola di precedenza logistica e nicchia di collegamento con CT, scavo in tradizionale

[42] 02_H61_PL_015_KRQ_D0700_23110 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Erkundungsstollen – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt PL-T2

[43] 02_H61_PL_015_KRQ_D0700_23111 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Erkundungsstollen – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt PL-T5

[44] 02_H61_NS_015_KRQ_D0700_23112 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Erkundungsstollen – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt Nische Schacht T4-T5

[45] 02_H61_NS_015_KRQ_D0700_23113 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Erkundungsstollen – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt Nische Schacht T2-T3-T3 bis

6.3.6.6 Störzonenbewältigung

[46] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23280 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Erkundungsstollen – Bauphasen – Störzonenbewältigung C-MS Typ 1

[47] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23281 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Erkundungsstollen – Bauphasen – Störzonenbewältigung C-MS Typ 2

[48] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23282 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Erkundungsstollen – Bauphasen – Störzonenbewältigung C-MS Typ 3 (Plan 1/5)

[49] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23283 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Erkundungsstollen – Bauphasen – Störzonenbewältigung C-MS Typ 3 (Plan 2/5)

[50] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23284 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Erkundungsstollen – Bauphasen – Störzonenbewältigung C-MS Typ 3 (Plan 3/5)

[51] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23285 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Erkundungsstollen – Bauphasen –

[42] 02_H61_PL_015_KRQ_D0700_23110 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Cunicolo esplorativo – Sezione tipo – Sezione di scavo PL-T2

[43] 02_H61_PL_015_KRQ_D0700_23111 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Cunicolo esplorativo – Sezione tipo – Sezione di scavo PL-T5

[44] 02_H61_NS_015_KRQ_D0700_23112 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Cunicolo esplorativo – Sezione tipo – Sezione di scavo Nicchia pozzo T4-T5

[45] 02_H61_NS_015_KRQ_D0700_23113 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Cunicolo esplorativo – Sezione tipo – Sezione di scavo Nicchia pozzo T2-T3-T3 bis

6.3.6.6 Interventi particolari di consolidamento

[46] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23280 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Cunicolo esplorativo – Fasi di costruzione – Interventi particolari di consolidamento C-MS Tipo 1

[47] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23281 Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Cunicolo esplorativo – Fasi di costruzione – Interventi particolari di consolidamento C-MS Tipo 2

[48] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23282 Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Cunicolo esplorativo – Fasi di costruzione – Interventi particolari di consolidamento C-MS Tipo 3 (Tav. 1/5)

[49] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23283 Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Cunicolo esplorativo – Fasi di costruzione – Interventi particolari di consolidamento C-MS Tipo 3 (Tav. 2/5)

[50] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23284 Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Cunicolo esplorativo – Fasi di costruzione – Interventi particolari di consolidamento C-MS Tipo 3 (Tav. 3/5)

[51] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23285 Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Cunicolo esplorativo –

Störzonenbewältigung C-MS Typ 3 (Plan 4/5)

- [52] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23286 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Erkundungsstollen – Bauphasen – Störzonenbewältigung C-MS Typ 3 (Plan 5/5)
- [53] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23290 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Erkundungsstollen – Bauphasen – Spezielle Abdichtungsmassnahmen C-MS Typ 4
- [54] 02_H61_TM_030_KBN_D0700_23680 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Bauphasen – Störzonenbewältigung GL-MS Typ 1
- [55] 02_H61_KU_030_KBN_D0700_23681 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Bauphasen – Störzonenbewältigung GL-MS Typ 2
- [56] 02_H61_KU_030_KBN_D0700_23682 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Bauphasen – Spezielle Abdichtungsmassnahmen GL-MS Typ 4

Fasi di costruzione – Interventi particolari di consolidamento C-MS Tipo 3 (Tav. 4/5)

- [52] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23286 Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Cunicolo esplorativo – Fasi di costruzione – Interventi particolari di consolidamento C-MS Tipo 3 (Tav. 5/5)
- [53] 02_H61_KU_015_KBN_D0700_23290 Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Cunicolo esplorativo – Fasi di costruzione – Interventi particolari di impermeabilizzazione C-MS Tipo 4
- [54] 02_H61_TM_030_KBN_D0700_23680 Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Fasi di costruzione – Interventi particolari di consolidamento GL-MS Tipo 1
- [55] 02_H61_KU_030_KBN_D0700_23681 Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Fasi di costruzione – Interventi particolari di consolidamento GL-MS Tipo 2
- [56] 02_H61_KU_030_KBN_D0700_23682 Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Fasi di costruzione – Interventi speciali di impermeabilizzazione Tipo 4