



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

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



Ausbau Eisenbahnachse München-Verona  
**BRENNER BASISTUNNEL**  
Ausführungsplanung

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

**D0700: Baulos Mauls 2-3**

**D0700: Lotto Mules 2-3**

**Projekteinheit**

Gesamtbauwerke Teil 3

**WBS**

Opere generali Parte 3

**Dokumentenart**

Technischer Bericht

**Tipo Documento**

Relazione tecnica

**Titel**

Bautoleranzen und Sollmass

**Titolo**

Tolleranze e spessori costruttivi



**Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P**  
c/o Pro Iter S.r.l., Via G.B. Sommarini 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026781911, Fax: +39 0287152612

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

*Mandataria*



*Mandante*



*Mandante*



*Mandante*



*Fachplaner / il progettista specialista*

*Fachplaner / il progettista specialista*  
Ing. Rodrigo Correa

*Fachplaner / il progettista specialista*

*Fachplaner / il progettista specialista*

**Datum / Data**

30.01.2015

**Name / Nome**

Deplazes

**Gesellschaft / Società**

Pöyry

**Bearbeitet / Elaborato**

Geprüft / Verificato

30.01.2015

Correa

Pöyry



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

02

Los  
Lotto

H61

Einheit  
Unità

OP

Nummer  
Numero

035

Dokumentenart  
Tipo Documento

KTB

Vertrag  
Contratto

D0700

Nummer  
Codice

23059

Revision  
Revisione

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	Überarbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.14	Correa	04.12.2014
11	Projektvertvollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren Completamento progetto e recepimento istruttoria	Correa	09.10.2014
10	Endversion / Consegna definitiva	Correa	31.07.2014
00	Erstversion / Consegna preliminare	Correa	22.05.2014

<b>1</b>	<b>BESCHREIBUNG DER BAUWERKE</b>	
<b>1</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE</b> .....	<b>4</b>
1.1	DEFINITION DER BAUWERKE DES BAULOSES MAULS 2-3	
1.1	DEFINIZIONE DELLE OPERE DEL LOTTO DI COSTRUZIONE MULES 2-3 .....	4
1.2	UNTERTEILUNG DES BAULOS MAULS 2-3	
1.2	SUDDIVISIONE IN PARTI DEL LOTTO MULES 2-3.....	6
<b>2</b>	<b>ALLGEMEIN</b>	
<b>2</b>	<b>GENERALITÀ</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>TRASSIERUNGSTOLERANZEN</b>	
<b>3</b>	<b>TOLLERANZE DI TRACCIAMENTO</b> .....	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>EINZUHALTENDES MINIMALPROFIL</b>	
<b>4</b>	<b>SAGOMA LIMITE DA RISPETTARE</b> .....	<b>15</b>
4.1	HAUPTTUNNEL	
4.1	GALLERIA PRINCIPALE .....	15
4.1.1	Haupttunnel, zyklischer Vortrieb	
4.1.1	Galleria principale, scavo con avanzamento ciclico .....	15
4.1.2	Haupttunnel, kontinuierlicher Vortrieb	
4.1.2	Galleria principale, scavo con avanzamento continuo.....	16
4.2	ERKUNDUNGSSTOLLEN	
4.2	CUNICOLO ESPLORATIVO .....	17
4.2.1	Erkundungsstollen, zyklischer Vortrieb	
4.2.1	Cunicolo esplorativo, scavo con avanzamento ciclico.....	17
4.2.2	Erkundungsstollen, kontinuierlicher Vortrieb	
4.2.2	Cunicolo esplorativo, scavo con avanzamento continuo .....	18
4.3	QUERVERBINDUNGEN.....	18
4.4	CUNICOLI TRASVERSALI DI COLLEGAMENTO .....	18
4.4.3	Querverbindung Typ 1	
4.4.1	Cunicolo trasversale di collegamento tipo 1 .....	18
4.4.2	Querverbindung Typ 2, 3 und 4	
4.4.2	Cunicolo trasversale di collegamento tipo 2, 3 e 4.....	19
<b>5</b>	<b>TOLERANZEN</b>	
<b>5</b>	<b>TOLLERANZE</b> .....	<b>20</b>
5.1	BAUTOLERANZEN BEIM GEWÖLBE UND BEI DEN WIEDERLAGERN	
5.1	TOLLERANZA DI COSTRUZIONE IN CALOTTA E SUI PIEDRITTI .....	20
5.2	BAUTOLERANZEN DER SOHLE UND DES GEGENGEWÖLBES	
5.2	TOLLERANZE DI COSTRUZIONE DELLA PLATEA E DELL'ARCO ROVESCIO.....	23
5.2.1	Haupttunnel, zyklischer Vortrieb	
5.2.1	Galleria principale, scavo con avanzamento ciclico .....	23
5.2.2	Haupttunnel, kontinuierlicher Vortrieb	
5.2.2	Galleria principale, scavo con avanzamento continuo.....	24
5.2.3	Erkundungsstollen	
5.2.3	Cunicolo esplorativo.....	25
5.3	BANKETT	
5.3	BANCHINE .....	25
5.3.1	Kabelschächte und Kabelleitungen	
5.3.1	Pozzetti tiracavi e cavidotti .....	25
5.3.2	Drainageleitungen	
5.3.2	Condotte di drenaggio.....	28

5.3.3	Aussparungen	
5.3.3	Aperture .....	28
5.3.4	Trennwände	
5.3.4	Pareti divisorie .....	28
<b>6</b>	<b>GRAPHISCHE DARSTELLUNG DER TOLERANZEN</b>	
<b>6</b>	<b>RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE TOLLERANZE .....</b>	<b>28</b>
6.1	ZYKLISCHER VORTRIEB	
6.1	SCAVO CON AVANZAMENTO CICLICO .....	29
6.1.1	Querverbindungen	
6.1.1	Cunicoli trasversale di collegamento .....	29
6.1.2	Erkundungsstollen	
6.1.2	Cunicolo esplorativo .....	31
6.2	KONTINUIERLICHER VORTRIEB	
6.2	SCAVO CON AVANZAMENTO CONTINUO .....	32
6.2.1	Haupttunnel - Ausbruch mit Schild-TBM	
6.2.1	Galleria principale - Avanzamento con TBM scudata .....	32
<b>7</b>	<b>VERZEICHNISSE</b>	
<b>7</b>	<b>ELENCHI .....</b>	<b>33</b>
7.1	TABELLENVERZEICHNIS	
7.1	ELENCO TABELLE .....	33
7.2	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	
7.2	ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI .....	33
7.3	DOKUMENTATION	
7.3	DOCUMENTI IN ENTRATA .....	34

## 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 [1] [2] 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 [4] [5] 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 [3], 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 [1] [2].

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 [4] [5].

### 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 [3], 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 Mails mit den Haupttunneln**

- 1) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) "Ende Baulos Mails 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 Mails 1“: Innenschale der bestehenden Haupttunnelstrecke, die im Abschnitt des Bauloses Mails 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 Mails befinden (von km 48.9+02 bis 49.0+83 ca.)
- 3) Haupttunnel (GL) West (Gleis 2) „Ende Baulos Mails 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 Mails 1“: Innenschale der bestehenden Haupttunnelstrecke, die im Bereich des Bauloses Mails 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 Mails befinden (von km 48.8+73 bis 49.0+57 ca.)
- 5) Fensterstollen Mails (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 Mails 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 [6].

- 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 [3] 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 [6]

- 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 [3] 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 Muls 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 Muls 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 Muls (M) und dazugehörige Bauwerke, Innenschale und Endgestaltung der bereits in den vorhergehenden Baulosen errichteten Bauwerke, bestehend aus:
  - Fensterstollen Muls (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 Muls (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

**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 Muls 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 Muls 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 Muls (M) e opere annesse, rivestimento e sistemazione definitiva delle opere già realizzate in lotti precedenti e costituite da:
  - Finestra di Muls (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 Muls (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 Aicha (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;



- bis km 10.9+16;
  - Regelquerschnitt (CE) von km 10.9+16 bis km 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 Muls 1 errichteten Bauwerks, zwischen der Weströhre und dem Erkundungsstollen 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 Muls 1 ausgeführt wurde) bis km 52.6+22 ca. - Oströhre;
  - von km 49.0+57 ca. (Ende TBM-Montagekaverne, welche im Rahmen des Bauloses Muls 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).
- Sezione corrente (CE) tra km 10.9+16 e km 12.4+59,5
- Piazzole logistiche 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 Muls 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 Muls, 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 Muls 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 Muls 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).

## 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 Verbindungsstollen, konventioneller Vortrieb und Innenschale:
  - von km 45.0+25 ca. bis km 44.5+55 - FdE

## 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

- Oströhre;
- von km 44.9+88 ca. bis km 44.5+18 – FdE 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 Mauls.
- 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.
- est;
- da km 44.9+88 circa a km 44.5+18 - FdE canna 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.

**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

**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,

Löschwasserversorgung, dem GSM-Fernmeldenetz sowie den selektiven Wasserdrainageanlagen besteht.

dalla rete idrica antincendio, dalla rete di telecomunicazione GSM e dagli impianti di drenaggio selettivo delle acque.

## 2 ALLGEMEIN

Diese Aufzeichnung stellt die Neubearbeitung des Berichts über die baulichen Toleranzen der Systemplanung [7] dar, und deren Zielsetzung ist die Ermittlung eines eindeutigen Kriteriums zur Festlegung der Aushub Geometrien, sowie der Nominal- und Mindeststärken der Außen- und Innenschalen. Das in Folge beschriebene Kriterium ist bestimmt worden im Sinne von:

- der Sicherung der, innerhalb des Kapitels 1.7 des Berichts [7] und in Tabella 1 kurz zusammengefassten, bestimmten baulichen Toleranzen für jeden Standardabschnitt;
- der Aufrechterhaltung der Homogenität des inneren Tunnellayouts.

Dieses Dokument, welches sämtliche mit Blindbohrung ausgehobenen Abschnitte, einschließlich der Querstollen sowie des Zugangstunnels von Freienfeld, neben den Haupttunnels behandelt, zeigt auf:

- die Trassierungstoleranzen und die zu berücksichtigenden Mindestformen, so wie in [7] bestimmt;
- die Kriterien (Kapitel 4.1 und 4.2) zur Bestimmung der Aushub Geometrien an der Kappe sowie an Gegengewölbe/Grundplatte. Diese Vertiefung war nötig, weil die Systemplanung die bloßen Stärken der Innenschale aufzeigte, und so, nach Meinung der Schreiber, eine gewisse Zufälligkeit bei der Stärkenfestlegung der Außenschalen und der entsprechenden Aushubradien hinterließ.

Es wird festgestellt, dass die graphischen Dokumente der Ausführungsplanung anhand der Nominal Geometrien erstellt wurden, während die Strukturüberprüfungen der Schalen sich auf die Mindeststärken beziehen.

## 2 GENERALITÀ

La presente nota rappresenta una rielaborazione della relazione sulle tolleranze costruttive della Progettazione di Sistema [7] e si pone come obiettivo l'identificazione di un criterio univoco per la definizione delle geometrie di scavo e degli spessori nominali e minimi dei rivestimenti di prima fase e definitivi. Il criterio nel seguito descritto è stato definito nello spirito di:

- Garantire le tolleranze di costruzione definite, per ciascuna sezione tipo, all'interno del capitolo 1.7 della relazione [7] e riportate sinteticamente in Tabella 1;
- Salvaguardare l'omogeneità del layout interno della galleria.

Il presente documento, che tratta tutte le sezioni scavate a foro cieco, compresi i cunicoli trasversali e la galleria di accesso di Trens oltre alle gallerie di linea, riporta:

- le tolleranze di tracciamento e le sagome minime da rispettare così come definite in [7];
- i criteri (capitoli 5.1 e 5.2) per la definizione delle geometrie di scavo in calotta e in arco rovescio/platea. Tale approfondimento è stato necessario in quanto la Progettazione di Sistema riportava gli spessori del solo rivestimento definitivo e, a parere degli scriventi, lasciava una certa aleatorietà nella definizione degli spessori dei rivestimenti di prima fase e dei conseguenti raggi di scavo.

Si precisa che gli elaborati grafici del Progetto Esecutivo sono redatti sulla base delle geometrie nominali mentre le verifiche strutturali dei rivestimenti fanno riferimento agli spessori minimi.

### 3 TRASSIERUNGSTOLERANZEN

Die einzuhaltenden Trassierungstoleranzen basieren auf dem Dokument "Bautoleranzen" der Systemplanung [7].

Die folgende Tabelle beinhaltet die planerischen Trassierungstoleranzen, die für alle Ausbruchstrecken der Haupttunnel gemäss [7] gelten. In der rechten Spalte befinden sich die Toleranzen, die von BBT aufgrund der Regelquerschnitte definiert worden sind.

### 3 TOLLERANZE DI TRACCIAMENTO

Le tolleranze di tracciamento da rispettare fanno riferimento al documento "Tolleranze costruttive" della Progettazione di Sistema [7].

La seguente tabella contiene le tolleranze di tracciamento in pianta per le singole tratte di avanzamento della galleria principale come in [7]. Nella colonna a destra si trovano le tolleranze definite da BBT sulla base delle singole sezioni tipo.

Vortriebsabschnitt Haupttunnel/ Tratto di avanzamento galleria principale	von – bis / da - a		maßgebender Durchschlagpunkt / Punto di abbattimento del diaframma		Querabweichung / Scostamento trasversale P=95% (2σ)	Querabweichung/ Scostamento trasversale P=99% (5σ)	+/- Querabweichung/ Scostamento trasversale P=99% (+/-2,5σ)	Anmerkung / Note	Vermessungstoleranz Vortrieb horizontal gewählt / Tolleranze di tracciamento avanzamento orizzontale	
	[km]	[km]		[km]	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	
Verbindungsrohre Umfahrung Innsbruck / Canne di collegamento circonvallazione Innsbruck	10,6	14,3	<b>D3</b>	0,0	Durchschlagpunkt Verbindungsrohre Umfahrung Innsbruck / Punto di abbattimento del diaframma canne di collegamento circonvallazione Innsbruck	38	=5*38/2 =95	+/- 47,5	Variante ohne Kreismessung in Verbindungstunnel / Variante senza misura giroscopica nella galleria di collegamento	<b>+/- 50</b>
Sillschlucht bis Ahrental / Dalla gola del Sill a Ahrental	2,1	5,7	<b>E1</b>	2,1	Durchschlagpunkt Portal Sillschlucht / Punto di abbattimento del diaframma portale gola del Sill	44	=5*44/2 =110	+/- 55	Variante ohne Kreismessung in Hauptröhren / Variante senza misura giroscopica nelle canne principali	<b>+/- 60</b>
Ahrental bis Wolf / da Ahrental a Wolf	5,7	25,3	<b>D1</b>	16,0	Durchschlagpunkt Ahrental – Wolf / Punto di abbattimento del diaframma Ahrental - Wolf	16	=5*16/2 =40	+/- 20	Variante ohne Kreismessung in Hauptröhren / Variante senza misura giroscopica nelle canne principali	<b>+/- 50</b>
Wolf bis Mauls / da Wolf a Mules	25,3	48,9	<b>D2</b>	31,0	Durchschlagpunkt Wolf – Mauls / Punto di abbattimento del diaframma Wolf - Mules	20	=5*20/2 =50	+/- 25	Variante ohne Kreismessung in Hauptröhren / Variante senza misura giroscopica nelle canne principali	<b>+/- 50</b>
Mauls bis Querschnittswechsel / Da Mules al Querschnittswechsel bis Eisackunterquerung (zweigleisig) / Dal cambio di sezione al sottoattraversamento dell'Isarco (binario doppio)	48,9	52,9	<b>QSW 1</b>	52,9	Querschnittswechsel RQ eingleisig auf zweigleisig / Cambio di sezione da binario	42	=5*42/2 =105	+/- 52,5	Variante mit Kreismessung in Hauptröhren / Variante con misura giroscopica nelle	<b>+/- 60</b>
	52,9	54,6	<b>E2</b>	54,6	Durchschlagpunkt Baugrubenwand Eisackunterquerung Nord / Punto di abbattimento del diaframma parete della trincea sottoattraversamento dell'Isarco	58	=5*58/2 =145	+/- 72,5	Variante mit Kreismessung in Hauptröhren / Variante con misura giroscopica nelle canne principali	<b>+/- 80</b>
Eisackunterquerung bis Franzensfeste / Dal sottoattraversamento dell'Isarco a Fortezza	55,1	56,3	<b>E3</b>	56,3	Durchschlagpunkt Franzensfeste / Punto di abbattimento del diaframma Fortezza	12	=5*12/2 =30	+/- 15	Variante mit Kreismessung in Hauptröhren / Variante con misura giroscopica nelle canne principali	<b>+/- 50</b>

Tabelle 1: Trassierungstoleranzen für die Hauptröhre

Tabella 1: Tolleranze di tracciamento nella galleria principale

Die folgende Tabelle zeigt die planerischen Trassierungstoleranzen für die Erkundungsstollen, gemäss Definition in [7].

La seguente tabella mostra le tolleranze di tracciamento in pianta per le tratte di avanzamento del cunicolo esplorativo così come definite in [7].

Vortriebsabschnitt EKS/ Tratto di avanzamento cunicolo esplorativo	von – bis / da - a		maßgebender Durchschlagspunkt / Punto di abbattimento del diaframma di riferimento		Querabweichung / Scostamento trasversale P=95% (2σ)	Querabweichung/ Scostamento trasversale P=99% (5σ)	+/- Querabweichung/ Scostamento trasversale P=99% (+/-2,5σ)	Anmerkung / Note	Vermessungstoleranz Vortrieb horizontal gewählt / Tolleranze di tracciamento avanzamento orizzontale	
	[km]	[km]		[km]	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	
Ahrental bis Wolf / da Ahrental e Wolf	5,7	25,3	<b>D1</b>	16,0	Durchschlagspunkt Ahrental – Wolf / Punto di abbattimento del diaframma Ahrental – Wolf	158	=5*158/ 2=395	+/- 198	Variante mit Kreiselmessung in Hauptröhren / Variante con misura giroscopica nelle canne principali	<b>+/- 270</b>
Wolf bis Mauls / da Wolf a Mules	25,3	48,9	<b>D2</b>	31,0	Durchschlagspunkt Wolf – Mauls / Punto di abbattimento del diaframma Wolf – Mauls	214	=5*214/ 2=535	+/- 268	Variante mit Kreiselmessung in Hauptröhren / Variante con misura giroscopica nelle canne principali	<b>+/- 270</b>

Tabelle 2: Trassierungstoleranzen für den Erkundungsstollen

Tabella 2: Tolleranze di tracciamento cunicolo esplorativo

Alle Trassierungstoleranzen aus [7] sind in der Höhe auf +/- 20 mm beschränkt. Für den Erkundungsstollen ist eine Trassierungstoleranz für die Höhe gleich +/- 100 mm erlaubt.

Tutte le tolleranze di tracciamento in altezza di cui in [7] sono limitate a +/- 20 mm. Per il cunicolo esplorativo è ammessa una tolleranza di tracciamento in altezza maggiore, pari a +/- 100mm.

Bei den angegebenen Toleranzen und Vorhaltemaßen, sowohl vertikal als auch horizontal, ist zu beachten, dass diese auf den Kreis oder der Ellipse anwendbar sei, um die radiale Toleranz in einer beliebigen Richtung zu erhalten.

Per quanto concerne le tolleranze di esecuzione indicate, sia orizzontali sia verticali, bisogna fare attenzione che sia possibile applicarle alla forma circolare o ellittica, per poter avere la tolleranza radiale in una direzione scelta.

#### 4 EINZUHALTENDES MINIMALPROFIL

Die nachfolgend dargestellten Schnitten (Abbildung 1 bis Abbildung 7) zeigen die einzuhaltenden Minimalprofile für die verschiedenen Tunnelprofile.

##### 4.1 HAUPTTUNNEL

###### 4.1.1 Haupttunnel, zyklischer Vortrieb

Das einzuhaltende Minimalprofil für den zyklischen Vortrieb des Tunnels ist in nachfolgender Abbildung definiert.

Mit Einhaltung des in Abbildung 1 dargestellten lichten Querschnitts ist die Einhaltung aller betrieblichen Vorgaben (Lichtraumprofil, Fahrleitungsprofil, technischer Nutz Raum, erforderliche aerodynamische Querschnittsfläche) gegeben.

#### 4 SAGOMA LIMITE DA RISPETTARE

Le sezioni illustrate di seguito (da Figura 1 a Figura 7) rappresentano le sagome minime che devono essere rispettate nelle diverse sezione della galleria.

##### 4.1 GALLERIA PRINCIPALE

###### 4.1.1 Galleria principale, scavo con avanzamento ciclico

Nella seguente illustrazione si definisce la sagoma minima da rispettare per lo scavo con avanzamento ciclico della galleria.

Mantenendo la sezione limite di cui alla Figura 1 si rispettano anche tutte le indicazioni per l'esercizio (sagoma di ingombro, sagoma delle linee di contatto, spazi tecnici, sezione utile aerodinamica).

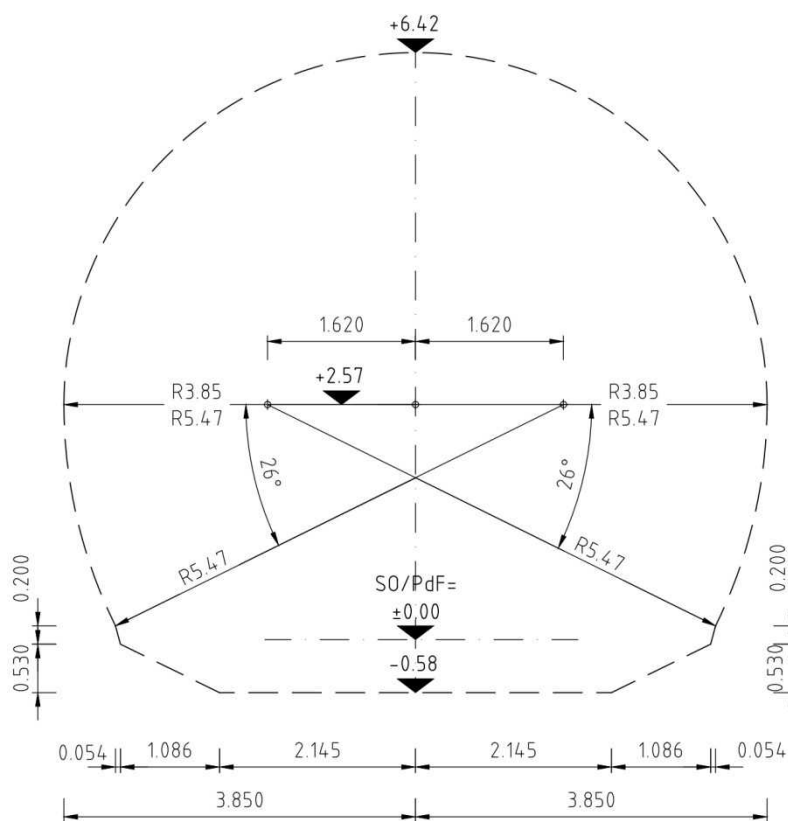


Abbildung 1: - Minimalprofil - Haupttunnel, zyklischer Vortrieb

Figura 1: - Sagoma minima - Galleria principale scavo con avanzamento ciclico



#### 4.1.2 Haupttunnel, kontinuierlicher Vortrieb

In folgender Abbildung wird das einzuhaltende Minimalprofil für den kontinuierlichen Vortrieb des Tunnels bestimmt (TBM).

Mit Einhaltung des in Abbildung 2 dargestellten lichten Querschnitts ist die Einhaltung aller betrieblichen Vorgaben (Lichtraumprofil, Fahrleitungsprofil, technischer Nutzraum) gegeben.

#### 4.1.2 Galleria principale, scavo con avanzamento continuo

Nella seguente illustrazione si definisce la sagoma minima da rispettare per lo scavo con avanzamento continuo della galleria (TBM).

Mantenendo la sezione limite di cui alla Figura 2 si rispettano anche tutte le indicazioni per l'esercizio (sagoma di ingombro, sagoma delle linee di contatto, spazi tecnici, sezione utile aerodinamica).

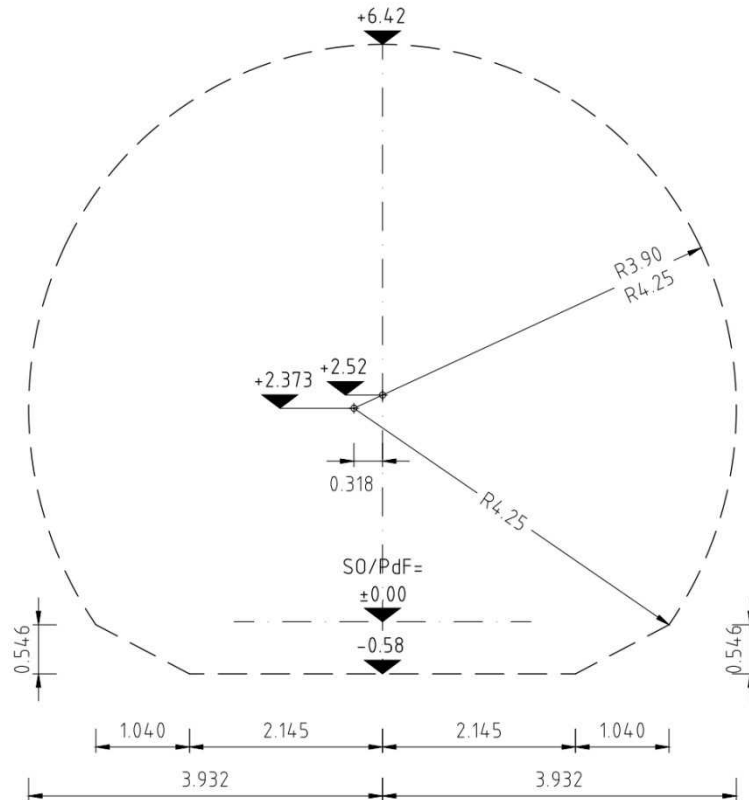


Abbildung 2: - Minimalprofil - Haupttunnel, kontinuierlicher Vortrieb

Figura 2: - Sagoma minima - Galleria principale scavo con avanzamento continuo

## 4.2 ERKUNDUNGSSTOLLEN

### 4.2.1 Erkundungsstollen, zyklischer Vortrieb

Das einzuhaltende Minimalprofil für den zyklischen Vortrieb mit zweischaligem Ausbau des Erkundungsstollens ist in nachfolgender Abbildung definiert.

## 4.2 CUNICOLO ESPLORATIVO

### 4.2.1 Cunicolo esplorativo, scavo con avanzamento ciclico

Nella seguente illustrazione si definisce la sagoma minima da rispettare per lo scavo d'avanzamento ciclico del cunicolo esplorativo, con doppio rivestimento.

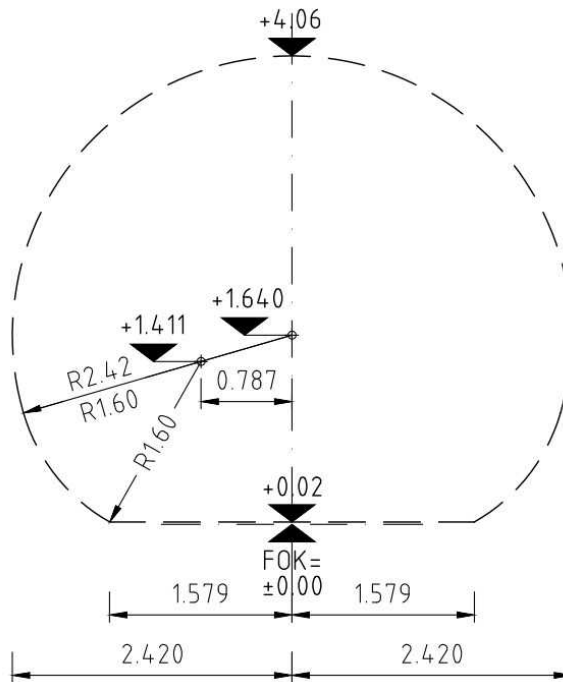


Abbildung 3: - Minimalprofil - Erkundungsstollen, zyklischer Vortrieb

Figura 3: - Sagoma minima - Cunicolo esplorativo, scavo con avanzamento ciclico

**4.2.2 Erkundungsstollen, kontinuierlicher Vortrieb**

In folgender Abbildung ist das einzuhaltende Minimalprofil für den kontinuierlichen Aushubvortrieb (TBM) gezeigt.

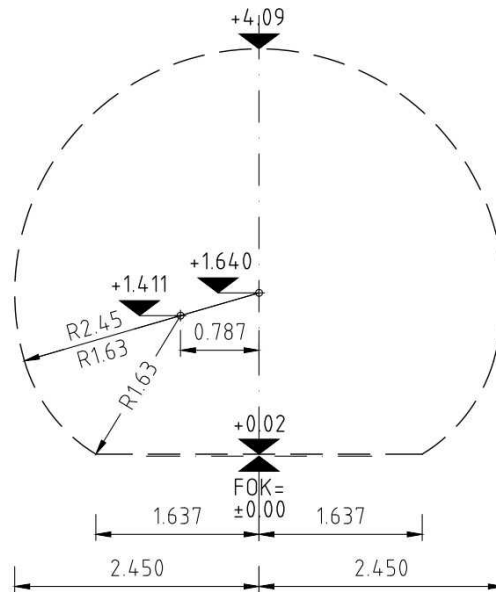


Abbildung 4: - Minimalprofil - kontinuierlicher Vortrieb

**4.2.2 Cunicolo esplorativo, scavo con avanzamento continuo**

Nella seguente illustrazione si definisce la sagoma minima per lo scavo con avanzamento continuo (TBM).

Figura 4: - Sagoma minima - Cunicolo esplorativo, scavo con avanzamento continuo

**4.3 QUERVERBINDUNGEN**

**4.2.3 Querverbindung Typ 1**

In der folgenden Grafik ist das einzuhaltende Minimal für den Ausbruch der Querverbindung Typ 1 gezeigt.

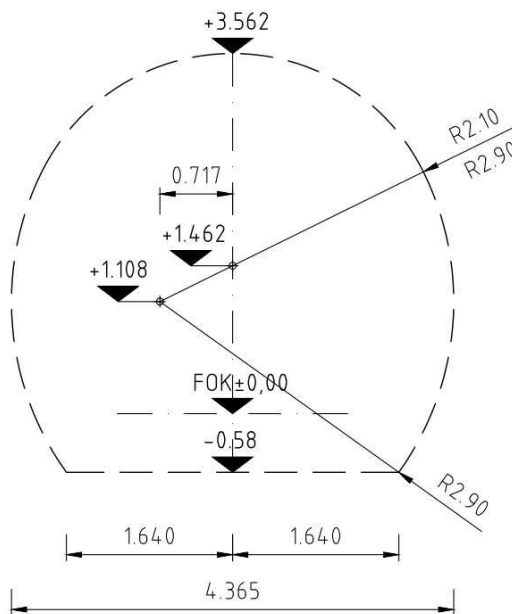


Abbildung 5: Minimalprofil - Querverbindung Typ 1

**4.4 CUNCICOLI TRASVERSALI DI COLLEGAMENTO**

**4.4.1 Cunicolo trasversale di collegamento tipo 1**

Nella seguente illustrazione si definisce la sagoma minima per lo scavo del cunicolo trasversale di collegamento tipo 1.

Figura 5: - Sagoma minima - Cunicolo trasversale di collegamento tipo 1

#### 4.2.4 Querverbindung Typ 2, 3 und 4

In der folgenden Abbildung ist das einzuhaltende Minimalprofil für den Ausbruch der Querverbindung Typ 2, 3 und 4 bestimmt.

#### 4.4.2 Cunicolo trasversale di collegamento tipo 2, 3 e 4

Nella seguente illustrazione si definisce la sagoma minima per lo scavo dei cunicoli trasversali di collegamento tipo 2, 3 e 4.

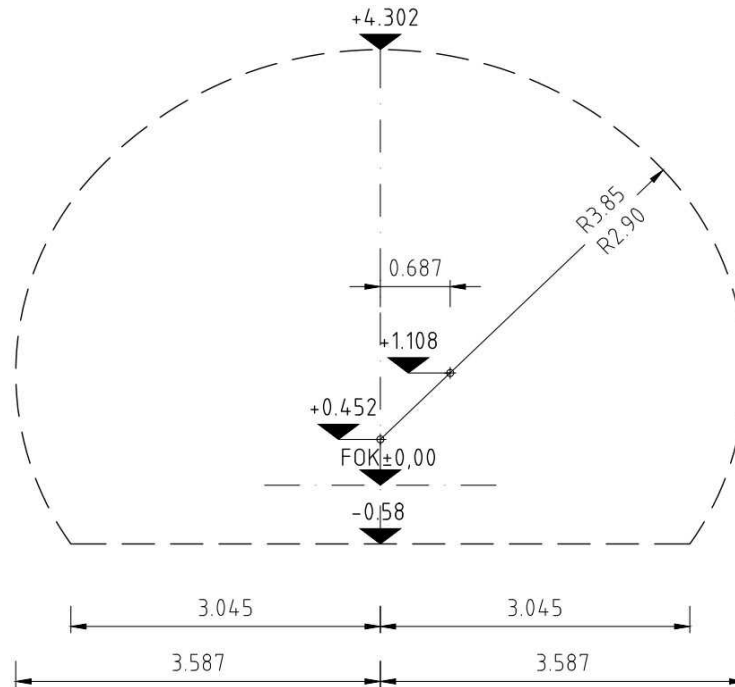


Abbildung 6: - Minimalprofil - Querverbindung Typ 2, 3, 4

Figura 6: - Sagoma minima - Cunicolo trasversale di collegamento tipo 2, 3 e 4

## 5 TOLERANZEN

### 5.1 BAUTOLERANZEN BEIM GEWÖLBE UND BEI DEN WIEDERLAGERN

Die Bautoleranzen werden gemäss Regelplanung in drei Kategorien unterteilt:

- $T_1$  = Toleranz für die Ausbruchssicherung (Spritzbeton oder Tübbingen);
- $T_c$  = Toleranz für die Schalung der Innenschale;
- $T_t$  = Trassierungstoleranz.

Das Ausmass solcher Toleranzen ist in Tabelle 3 und Tabelle 4 gemäss Aushub- und Schalentyps, sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung, zusammengefasst.

## 5 TOLLERANZE

### 5.1 TOLLERANZA DI COSTRUZIONE IN CALOTTA E SUI PIEDRITTI

Le tolleranze di costruzione, così come definite dalla Progettazione di Sistema, sono divise in tre gruppi:

- $T_1$  = Tolleranza sul rivestimento di prima fase (betoncino proiettato o conci in c.a.);
- $T_c$  = Tolleranza sul cassero del rivestimento definitivo;
- $T_t$  = Tolleranza di tracciamento.

L'entità di tali tolleranze è sinteticamente riportata in Tabella 3 e in Tabella 4 in funzione della tipologia di scavi e dei rivestimenti, sia in direzione orizzontale che verticale.

			$T_t$ [cm]	$T_1$ [cm]	$T_c$ [cm]
Zyklischer Vortrieb Scavo con avanzamento ciclico	Haupttunnel Galleria principale	Horizontal Orizzontale	±5	±2.5	±3.5
		Vertikal Verticale	±2	±2.5	±3.5
	Haupttunnel zweigleisig Galleria principale a due binari	Horizontal Orizzontale	±8	±2.5	±3.5
		Vertikal Verticale	±2	±2.5	±3.5
	Erkundungsstollen Cunicolo esplorativo	Horizontal Orizzontale	±35	±2.0	±3.0
		Vertikal Verticale	±10	±2.0	±3.0
	Querschlag Typ 1/2/3 Cunicoli trasversali di collegamento tipo 1/2/3	Horizontal Orizzontale	±4	±2.0	±3.0
		Vertikal Verticale	±2	±2.0	±3.0

Tabelle 3: Zusammenfassung der Toleranzen für die Querschnitte, die in traditionellem Ausbruch realisiert worden sind

Tabella 3: Riassunto delle tolleranze adottate per le sezioni di scavo in tradizionale

			$T_t$ [cm]	$T_1$ [cm]	$T_c$ [cm]
Kontinuierlich vortrieb Scavo con avanzamento continuo	Haupttunnel - Zweischaligem ausbau mit Tubbingen Galleria principale - Rivestimento doppio con conci	Horizontal Orizzontale	±9	±3.5	±3.5
		Vertikal Verticale	+5 / -13	±3.5	±3.5
	Haupttunnel - Vortrieb mit offener TBM Galleria principale - Avanzamento con TBM aperta	Horizontal Orizzontale	±9	±2.5	±3.5
		Vertikal Verticale	+5 / -13	±2.5	±3.5
	Erkundungsstollen - Zweischaligem ausbau mit Tubbingen Cunicolo esplorativo - Rivestimento doppio con concio	Horizontal Orizzontale	±35	±3.0	±3.0
		Vertikal Verticale	±10	±3.0	±3.0
	Erkundungsstollen - Vortrieb mit offener TBM Cunicolo esplorativo - Avanzamento con TBM aperta	Horizontal Orizzontale	±35	±2.5	±3.0
		Vertikal Verticale	±10	±2.5	±3.0

Tabelle 4: Zusammenfassung der Toleranzen für die Querschnitte, die in maschinellem Ausbruch realisiert worden sind

Tabella 4: Riassunto delle tolleranze adottate per le sezioni di scavo meccanizzato

Aus der Analyse der Mindestquerschnitte ( $x_{min}$ ) und der Laibungsradien ( $x_{intr}$ ) der Innenschalen der verschiedenen Abschnitte, welche in den Graphiken der Systemplanung dargestellt sind, geht deutlich hervor, dass im Fall der mit zyklischen Vortrieb ausgehobenen Tunnels die Trassierungstoleranz nicht vollständig im Abstand zwischen den zwei obengenannten Größen aufgenommen werden kann. Damit das innere Tunnellayout homogen erhalten bleibt, wird der Teil der Toleranz, welcher nicht innerhalb der Laibung der Innenschale aufgenommen werden kann, von der Außenschale übernommen.

Abbildung 7 zeigt eine schematische Darstellung zur Verdeutlichung der Projekt toleranzen. Zu beachten sind die Abmessungen des Ausbruches, die unter Berücksichtigung eines 5 cm Abdichtungspaket (3 cm Spritzbeton zur Nivellierung und 2 cm GFK Paket, Geotextil und eventuelle Noppenband) und unter Vernachlässigung der erwarteten Gebirgsverformungen (die vom Übermass aufgenommen werden) definiert worden ist.

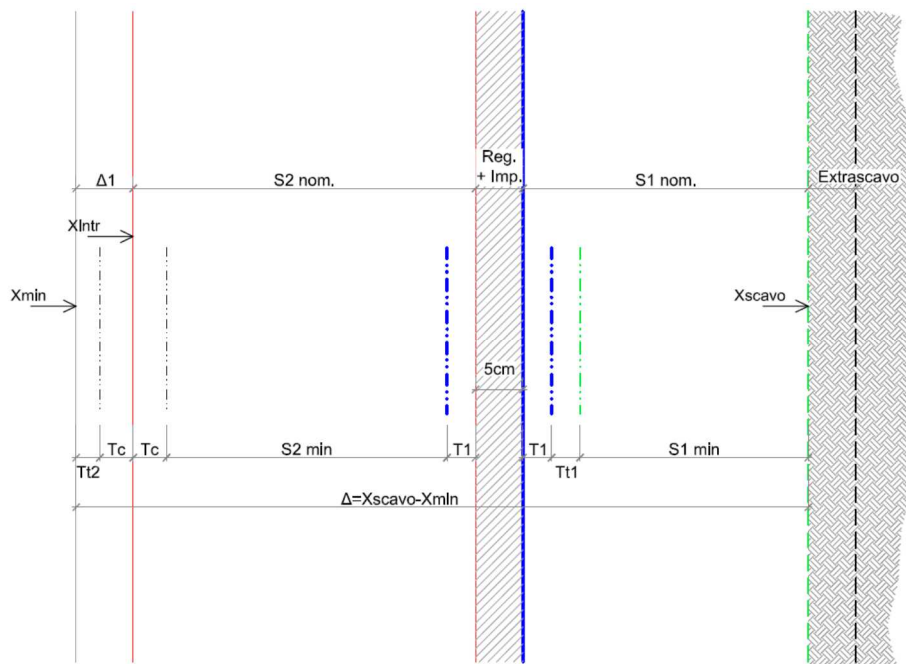


Abbildung 7: Schematische Darstellung der Toleranzen beim Gewölbe und bei den Wiederlagern

Dall'analisi delle sagome minime ( $x_{min}$ ) e dei raggi di intradosso ( $x_{intr}$ ) dei rivestimenti definitivi delle varie sezioni riportate negli elaborati grafici della Progettazione di Sistema è evidente che, nel caso di gallerie scavate con avanzamento ciclico, la tolleranza di tracciamento non può essere assorbita completamente nella distanza presente tra le due suddette grandezze. Nell'ottica di salvaguardare l'omogeneità del layout interno della galleria, la quota parte di tolleranza sul tracciamento che non può essere recuperata all'interno dell'intradosso del rivestimento definitivo viene affidata al rivestimento di prima fase.

In Figura 7 è riportato uno schema esplicativo delle tolleranze di progetto. Si noti che le dimensioni dello scavo sono definite considerando un pacchetto di impermeabilizzazione di 5cm (3 cm di betoncino di regolarizzazione più 2 cm per la posa del pacchetto costituito da PVC, geotessuto ed eventuale membrana bugnata) e senza considerare le deformazioni attese dell'ammasso roccioso (assorbite dall'extrascavo).

Figura 7: - Rappresentazione schematica delle tolleranze in calotta e sui piedritti

Allgemein ergibt sich die einzuhaltende Differenz  $\Delta$  zwischen Ausbruchradius und Minimalprofil aus der folgenden Gleichung:

$$\Delta = X_{scavo} - X_{min} = S_{1min} + S_{2min} + 2 \cdot T_1 + 2 \cdot T_c + T_t + I$$

wobei man ergänzend annimmt:

- $X_{min}$  = einzuhaltendes Minimalprofil;
- $S_{1min}$  = Mindeststärke der Ausbruchssicherung;

In linea di principio, la differenza tra il raggio di scavo e la sagoma minima  $\Delta$  da rispettare è definitiva secondo la seguente relazione:

$$\Delta = X_{scavo} - X_{min} = S_{1min} + S_{2min} + 2 \cdot T_1 + 2 \cdot T_c + T_t + I$$

dove, oltre ai termini già specificati, si è assunto:

- $X_{min}$  = Sagoma minima da rispettare;
- $S_{1min}$  = Spessore minimo del rivestimento di prima

- $S_{2min}$  = Mindeststärke der Innenschale;
- $l = 5\text{cm}$  = Stärke der Nivellierungs- und Abdichtungsschicht.

Die nominelle Stärke der Auskleidungen ist anhand der folgenden Gleichungen definiert:

$$S_{2nom} = S_{2min} + T_1 + T_c$$

$$S_{1nom} = S_{1min} + T_1 + T_{t1}$$

wobei:

- $S_{2nom}$  = nominelle Stärke der Innenschale;
- $S_{1nom}$  = nominelle Stärke der Ausbruchssicherung;
- $T_{t1}$  = Trassierungstoleranz der Aussenschale;

Für jeden berücksichtigten Querschnitt mit Annahme des einzuhaltenden Grenzprofils ( $x_{min}$ ) und des Laibungsradius der Innenschale ( $x_{intr}$ ), laut Systemplanung, erweisen sich daher die Geometrien nur dann eindeutig bestimmt, wenn der Prozentanteil des Fehlers für die Trassierungstoleranz der Außenschale ( $T_{t1}$ ) bestimmt ist. Wie zuvor schon erwähnt, entspricht dieser Prozentanteil einem Teil des Trassierungsfehlers  $T_t$ , welcher nicht vom Abstand zwischen dem abgrenzenden Innenprofil ( $x_{min}$ ) und dem Laibungsradius der Innenschale ( $x_{intr}$ ) aufgenommen werden kann, abzüglich der Schalungstoleranz ( $T_c$ ).

$$T_{t1} = T_t - [(X_{intr} - X_{min}) - T_c]$$

Die folgenden Ausbruchsquerschnitte werden für beide horizontalen und vertikalen Richtungen wie oben beschrieben definiert. Die Stärke der Aussenschale wird auf das 5 cm-Vielfache aufgerundet.

Der Erkundungsstollen stellt eine Ausnahme dieses Vorgehens dar. Die Verschiebung der Achse von der Verschiebungsachse, die horizontal höchstens 35 cm und vertikal höchstens 10 cm beträgt, wird nicht in der Definition der Regelquerschnitte berücksichtigt. Beim Zusammentreffen zweier Ausbruchsfrenten müssen die Höhendifferenzen auf die Achsenkote innerhalb 30 m nivelliert werden. Eine kontinuierliche Neigung der Sohlfläche muss jedoch gewährleistet werden.

Die Resultate dieses Vorgehens sind im Kapitel 6 dargestellt.

Was die Querverbindungen betrifft, ihre effektive Lage darf je nach Auskleidungstyp der Ausbruchssicherung des

fase;

- $S_{2min}$  = Spessore minimo del rivestimento di seconda fase (definitivo);
- $l = 5\text{cm}$  = Spessore dello strato di regolarizzazione più il pacchetto di impermeabilizzazione.

Lo spessore nominale dei rivestimenti è definito secondo le seguenti relazioni:

$$S_{2nom} = S_{2min} + T_1 + T_c$$

$$S_{1nom} = S_{1min} + T_1 + T_{t1}$$

dove:

- $S_{2nom}$  = Spessore nominale del rivestimento di seconda fase (definitivo);
- $S_{1nom}$  = Spessore nominale del rivestimento di prima fase;
- $T_{t1}$  = Tolleranza di tracciamento attribuita al rivestimento di prima fase;

Per ogni sezione considerata assunta la sagoma limite ( $x_{min}$ ) e il raggio di intradosso del rivestimento definitivo ( $x_{intr}$ ) come da Progettazione di Sistema, gli spessori dei rivestimenti risultano pertanto univocamente definiti solo una volta definita la percentuale della tolleranza di tracciamento ( $T_t$ ) da attribuire al rivestimento di prima fase ( $T_{t1}$ ). Come già accennato, tale percentuale corrisponde alla quota parte dell'errore di tracciamento ( $T_t$ ) che non può essere assorbita nella distanza tra la sagoma limite interna ( $x_{min}$ ) e il raggio di intradosso del rivestimento definitivo ( $x_{intr}$ ) al netto della tolleranza sul cassero ( $T_c$ ).

$$T_{t1} = T_t - [(X_{intr} - X_{min}) - T_c]$$

Le sezioni di scavo sono definite applicando il suddetto ragionamento sia in direzione orizzontale che in direzione verticale. Gli spessori dei rivestimenti di prima fase sono stati arrotondati, per eccesso, ai multipli di 5cm.

Fa eccezione alla presente procedura il cunicolo esplorativo. Lo scostamento dell'asse da quello di progetto, pari al massimo a 35 cm in orizzontale e 10 cm in verticale, non viene difatti tenuto in conto nella definizione della sezione tipo. Quando due scavi si incontrano le differenze di quota devono essere appianate livellando l'asse entro una lunghezza di 30 m. Si deve tuttavia garantire una pendenza continua del piano di scorrimento.

I risultati scaturiti dell'applicazione della procedura nelle diverse sezioni sono riportati al capitolo 6.

Infine, con riferimento ai cunicoli trasversali, la posizione effettiva si può discostare dalla posizione teorica in funzione

Haupttunnels von der theoretischen Lage abweichen. Bei einer Ausbruchsicherung aus Spritzbeton ist die maximale horizontale Toleranz  $\pm 10$  cm und die vertikale Toleranz  $\pm 2.5$  cm. Bei einer Ausbruchsicherung aus Tübbingungen darf die theoretische Lage der Querverbindung um max. 0.75 m (entspricht halbe Tübbinglänge) horizontal verschoben werden (0.75 m).

## 5.2 BAUTOLERANZEN DER SOHLE UND DES GEGENGEWÖLBES

### 5.2.1 Haupttunnel, zyklischer Vortrieb

Analog zum Gewölbe und zu den Wiederlagern werden für die Definition der Stärke des Gegengewölbes die vertikalen Trassierungstoleranzen  $T_t$  der Aussenschale  $T_1$  (oder des Magerbetons der Sohlplatte) angesetzt und die Toleranzen der Schüttung der Sohlplatte oder des Gegengewölbes  $T_c$ . Die drei Toleranzen sind gleich  $\pm 2$  cm.

Die Mindestdicke der Basissohle ist also gleich der nominellen Stärke, abgezogen von der Toleranz der Innenschale (2 cm), der Trassierungstoleranz in vertikaler Richtung (2 cm) und der Toleranz der Aussenschale, die für das Gegengewölbe gleich 2 cm anstatt 2.5 cm wie in [7] angenommen worden ist. Die 2.5 cm wurden für das Gewölbe benutzt.

$$S_{2min} = S_{2nom} - T_c - T_t - T_1 = S_{2nom} - 6cm$$

Die Toleranz für das Gegengewölbe bei der Ausbruchsicherung ist gleich  $\pm 2.0$  cm:

$$S_{1min} = S_{1nom} - T_1 = S_{1nom} - 2cm$$

Zu merken ist, dass die nominelle Stärke des Magerbetons bei der Sohle, wegen seiner strukturellen Funktion nicht vergrößert wird. Dabei werden Verminderungen (z.B. vom 10 zu 8 cm) wegen Baufehlern akzeptiert. Bei den Querschnitten, wo die Aussenschale eine strukturelle Funktion auch für das Gegengewölbe ausweist, wird die nominelle Stärke der Gegengewölbe um die gleiche nominelle Stärke der maximalen Gewölbentoleranzen erhöht.

Wie in Abbildung 8 zu sehen ist in den Auskleidungsstärken und der Ausbruchsachse das eventuelle Noppenband nicht berücksichtigt, davon ausgegangen, dass es nur lokal anwesend ist, kann es von den Toleranzen aufgenommen werden.

del tipo di rivestimento esterno messo in opera nella galleria principale. Se nella galleria principale è previsto un rivestimento esterno in betoncino proiettato la massima tolleranza in orizzontale è di  $\pm 10$ cm e la tolleranza in verticale è di  $\pm 2.5$ cm. Se nella galleria principale sono previsti conci in c.a., la posizione teorica del cunicolo può essere traslata in orizzontale di massimo metà concio (0.75m).

## 5.2 TOLLERANZE DI COSTRUZIONE DELLA PLATEA E DELL'ARCO ROVESCIO

### 5.2.1 Galleria principale, scavo con avanzamento ciclico

In analogia alla calotta e ai piedritti, gli spessori dei rivestimenti in arco rovescio sono definiti considerando le tolleranze sul tracciamento in direzione verticale  $T_t$ , sul rivestimento di prima fase (o sul calcestruzzo magro di fondazione)  $T_1$  e le tolleranze sul getto della platea di fondazione o dell'arco rovescio dove presente,  $T_c$ . Tutte le tre tolleranze sono assunte pari a  $\pm 2$  cm.

Lo spessore minimo della soletta di base sarà pertanto pari allo spessore nominale meno la tolleranza sul rivestimento definitivo (2 cm), la tolleranza di tracciamento in direzione verticale (2 cm) e la tolleranza sul rivestimento di prima fase, che in arco rovescio è stata assunta pari a 2 cm invece dei 2.5 cm indicati nell'elaborato [7] e adottati per la calotta (anche in analogia al fatto che anche la tolleranza sul rivestimento definitivo diminuisce da 3.5 a 2 cm passando dalla calotta alla soletta):

$$S_{2min} = S_{2nom} - T_c - T_t - T_1 = S_{2nom} - 6cm$$

Per quanto riguarda la tolleranza sul rivestimento di prima fase in arco rovescio si assume come detto il valore di  $\pm 2.0$ cm:

$$S_{1min} = S_{1nom} - T_1 = S_{1nom} - 2cm$$

Si precisa che non vengono aumentati gli spessori nominali del cls magro in platea, accettando riduzioni di spessore dovute agli errori costruttivi (es. da 10 cm a 8 cm) in ragione della funzione non strutturale di questo elemento. Nelle sezioni con rivestimento di prima fase strutturale anche in arco rovescio, lo spessore nominale di quest'ultimo, per omogeneità, potrà essere aumentato allo spessore nominale determinato con le tolleranze massime in calotta.

Come illustrato in Figura 8 gli spessori dei rivestimenti e il conseguente piano di scavo non considera lo spessore dell'eventuale membrana bugnata in quanto, essendo presente solo localmente, si ritiene possa essere ragionevolmente inglobata nelle suddette tolleranze.



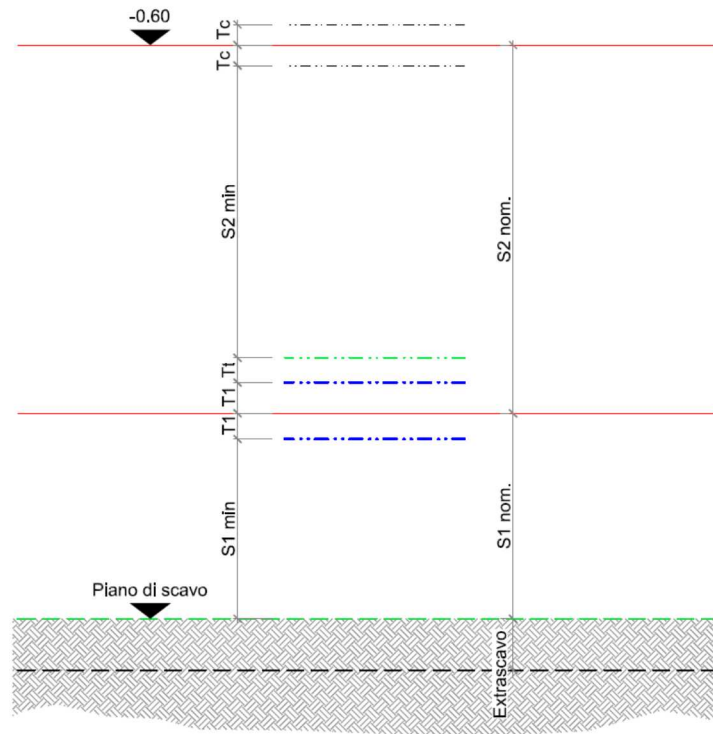


Abbildung 8: Schematische Darstellung der Toleranzen beim Gegengewölbe und bei der Sohle

Figura 8: - Rappresentazione schematica delle tolleranze in arco rovescio e in platea

### 5.2.2 Haupttunnel, kontinuierlicher Vortrieb

Die Mindestdicke des Gegengewölbes im Fall eines mechanisierten Ausbruchs resultiert nur unter Berücksichtigung des Trassierungsfehlers in vertikaler Richtung  $T_t$  und der Toleranzen der Bodenplattenschüttung  $T_c$ . Die Toleranz für den Tübbingring ( $\pm 3.5\text{cm}$ ) oder für die Ausbruchsicherung im Fall offener TBM Vortrieb ( $\pm 2.5\text{cm}$ ) wird nicht als Verminderung der Innenschalendicke des Gegengewölbes berücksichtigt, da es mit der Dicke des unter dem Basistubbing liegenden Mörtelbetts angepasst werden kann.

Die Mindestdicke ist also gleich der nominellen Dicke abgezogen von der Toleranz der Innenschale (2 cm) und der Trassierungstoleranz in vertikaler Richtung (5 cm für die Haupttröhre):

$$S_{2min} = S_{2nom} - T_c - T_t = S_{2nom} - 7\text{cm}$$

Zu bemerken ist ausserdem, es wird keine zusätzliche Verminderung der Dicke wegen dem Noppenband berücksichtigt, davon ausgegangen, dass es nur lokal vorhanden ist, kann es von den Toleranzen aufgenommen werden.

### 5.2.2 Galleria principale, scavo con avanzamento continuo

Lo spessore minimo dell'arco rovescio nel caso di scavo meccanizzato è calcolato considerando soltanto l'errore di tracciamento in direzione verticale  $T_t$  e le tolleranze sul getto della platea di fondazione  $T_c$ . La tolleranza sul rivestimento in conci ( $\pm 3.5\text{cm}$ ) o sul rivestimento di prima fase nel caso di TBM aperta ( $\pm 2.5\text{cm}$ ) non viene considerata come riduzione dello spessore del rivestimento definitivo in arco rovescio in quanto può essere recuperata aumentando o diminuendo la malta di allettamento al di sotto del concio di base.

In definitiva, lo spessore minimo sarà pari allo spessore nominale meno la tolleranza sul rivestimento definitivo (2cm) e la tolleranza di tracciamento in direzione verticale (5cm nelle gallerie di linea):

$$S_{2min} = S_{2nom} - T_c - T_t = S_{2nom} - 7\text{cm}$$

Si osserva inoltre che non viene considerata un'ulteriore riduzione dello spessore per considerare la membrana bugnata perché si ritiene possa essere ragionevolmente inglobata nelle altre tolleranze, soprattutto in virtù del fatto che è presente solo localmente.

### 5.2.3 Erkundungsstollen

Beim Erkundungsstollen entspricht die Aussenkante der Bodenplatte und der Sohle oberhalb des Ablaufkanals der Projektierungskote +/- 0,0 m. Die Toleranz dabei ist +/- 10 cm. Eine kontinuierliche und gleichmässige Neigung muss gewährleistet werden.

Bei den longitudinalen Anschlüssen zwischen Bodenplatte und Sohle, sowie zwischen den einzelnen Sohlblöcken, ist eine Kotendifferenz von 5 mm erlaubt (relative Toleranz).

## 5.3 BANKETT

Die Toleranzen des vorliegenden Kapitels beziehen sich auf das Profil nach der Sprengung der letzten Wand bei den Haupttröhren.

Die betretbare Oberfläche des Banketts und die abdeckende Sohle der Querverbindungen dürfen eine  $\pm 1,0$  cm Abweichung von der Projektierungskote aufweisen, und die Verschiebung in Bezug eines abgestuften, darüber gestellten Stabs der Länge 4 m muss kleiner als 5 mm betragen. Die Bankettränder auf der Gleisseite dürfen max  $\pm 1,5$  cm von der Projektierungslage horizontal abweichen (Abbildung 9).

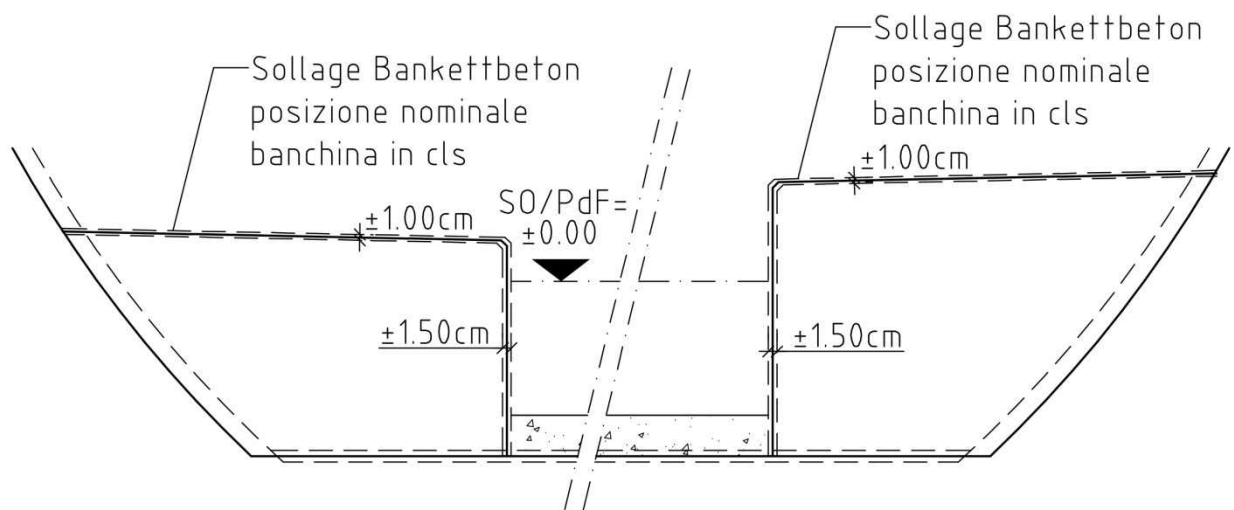


Abbildung 9: Toleranzen Haupttunnel - Bankett (Bankett aus Beton)

### 5.2.3 Cunicolo esplorativo

Nel cunicolo esplorativo, l'estradosso delle fondazioni e della platea sopra alla canaletta corrisponde alla quota progetto +/- 0,0 m. La tolleranza per questa quota è di +/- 10 cm. Deve comunque essere garantita una pendenza continua e uniforme.

Nei giunti longitudinali tra fondazioni e platea nonché nei giunti trasversali tra i singoli blocchi della platea è consentito un dislivello di quota di 5 mm (tolleranza relativa).

## 5.3 BANCHINE

Le tolleranze indicate nel presente capitolo si riferiscono alla poligonale a seguito di verifica dopo l'abbattimento dell'ultimo diaframma delle canne principali.

La superficie calpestabile delle banchine può discostarsi di  $\pm 1,0$  cm dalla quota di progetto e lo scostamento rispetto ad un'asta graduata lunga max. 4 m posta sulla superficie deve essere inferiore a 5 mm. I bordi laterali della banchina dalla parte del binario possono discostarsi di  $\pm 1,5$  cm in orizzontale dalla posizione di progetto (si veda Figura 9).

Figura 9: Tolleranze galleria principale - banchina (banchina in calcestruzzo)

### 5.3.1 Kabelschächte und Kabelleitungen

Für die Definition der Toleranzen nimmt man ÖNORM DIN 18200 "Toleranzen im Bauingenieurwesen - Bauwerke" als Bezug, mit den folgenden Anpassungen:

Kabelschächte:

- Abweichung der Schachtachse: +/- 15 mm

### 5.3.1 Pozzetti tiracavi e cavidotti

Per la definizione delle tolleranze si fa riferimento alla ÖNORM DIN 18200 "Tolleranze nell'ingegneria civile - opere" con le seguenti modifiche:

Pozzetti tiracavi:

- Deviazione dell'asse del pozzetto: +/- 15 mm

- Nettoabweichung der Länge und Breite:  $\pm 5$  mm
- Winkelabweichung vertikal und horizontal:  $\pm 3$  mm
- Deviazione larghezza e lunghezza nette:  $\pm 5$  mm
- Deviazione dell'angolo verticale e orizzontale:  $\pm 3$  mm

Auflagerfalz Schächte:

- Nettoabweichung Länge und Breite:  $\pm 5$  mm
- Abweichung Länge des Auflagerfalzes:  $\pm 3$  mm
- Abweichung Höhe des Auflagerfalzes:  $\pm 3$  mm
- Winkelabweichung vertikal und horizontal:  $\pm 1$  mm
- Abweichung horizontale Planheit der Falzoberfläche mit 1m abgestuftem Stab:  $< 2$  mm

Scanalatura dei pozzetti:

- Deviazione larghezza e lunghezza nette:  $\pm 5$  mm
- Deviazione larghezza della scanalatura:  $\pm 3$  mm
- Deviazione altezza della scanalatura:  $\pm 3$  mm
- Deviazione dell'angolo verticale e orizzontale:  $\pm 1$  mm
- Deviazione di planarità orizzontale superficie della scanalatura con asta graduata da 1 m:  $< 2$  mm

Schachtabdeckung:

- Abweichung entlang jeder Kante:  $\pm 2$  mm
- Abweichung des vertikalen Winkels:  $\pm 1$  mm
- Abweichung des horizontalen Winkels:  $\pm 2$  mm
- Abweichung horizontale Planheit entlang jeder Kante mit 1m abgestuftem Stab:  $< 2$  mm

Chiusini dei pozzetti:

- Deviazione su tutti i lati:  $\pm 2$  mm
- Deviazione dell'angolo verticale:  $\pm 1$  mm
- Deviazione dell'angolo orizzontale:  $\pm 2$  mm
- Deviazione di planarità su tutti i lati con asta graduata da 1 m  $< 2$  mm

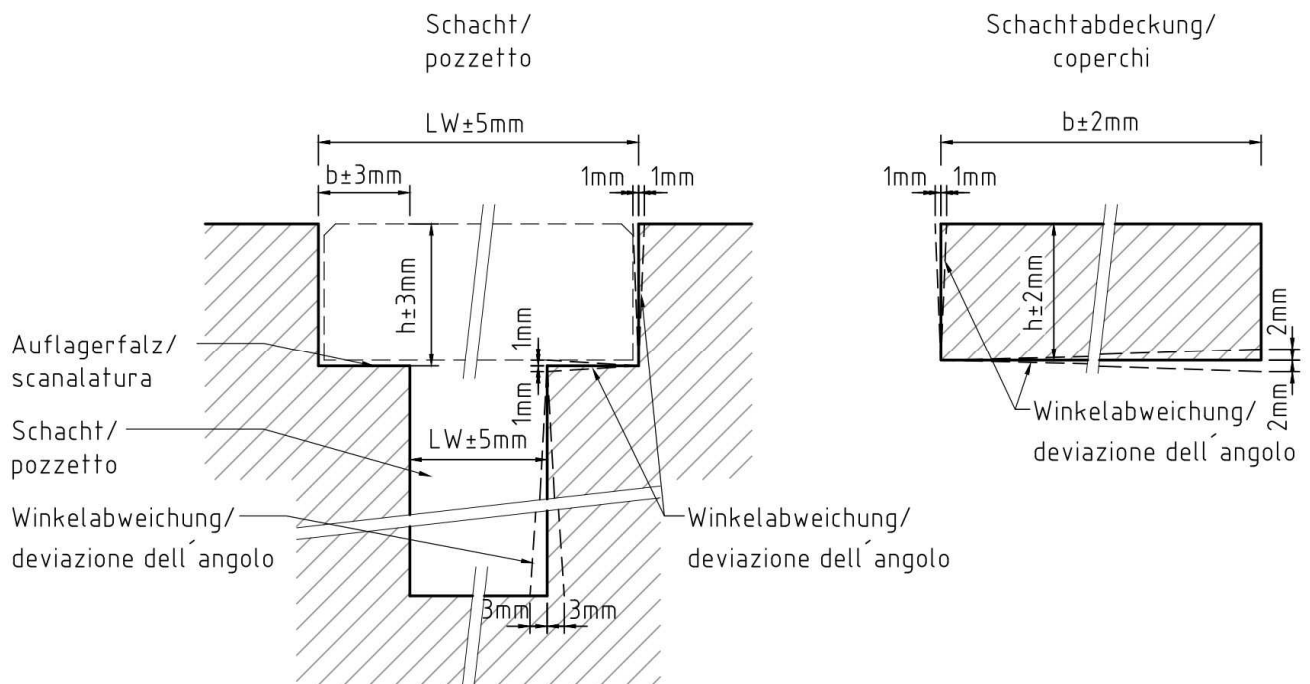


Abbildung 10: Toleranzen Kabelschacht

Figura 10: Tolleranze pozzetto di tiraggio

Die endgültige Oberfläche muss Schäden infolge Ziehen der Kabel ausschliessen.

Wenn die Realisierung gefertigt wird, müssen alle Leitungen (inkl. Querungen und Anlagen der Querverbindungen) sofort mit dem Leitungskaliber für die Bauwerkskontrolle gemessen werden, zur Überprüfung:

- Abwesenheit von Einklemmungen und Verschlüssen in den Leitungen
- Einhalten der Durchmessertoleranz
- Reinheit der Leitungen (Sand, Kies, Betonreste, Sonstiges, etc.)

Die Toleranz des Innendurchmessers (Mindestmass) ist in der folgenden Tabelle definiert, unter Anwendung vom Durchmesserkaliber (10% Toleranz des Innendurchmessers):

La superficie finita deve essere tale da evitare danni ai cavi quando questi vengono tirati.

A realizzazione ultimata, le varie tubazioni (inclusi attraversamenti, risalite, impianti tubi nei cunicoli trasversali di collegamento, ecc.) devono essere immediatamente verificati con calibro per tubazioni, anche ai fini del collaudo dell'opera, al fine di dimostrare che:

- i tubi non presentano strozzature né ostruzioni
- la tolleranza ammessa del diametro viene rispettata
- le tubazioni sono prive di sporcizia (sabbia, ghiaia, residui di cemento, corpi estranei, ecc.)

La tolleranza del diametro interno ammessa (dimensione minima) viene definita nella tabella sottostante, ricorrendo al diametro del calibro (tolleranza 10% del diametro interno):

DI – Rohrrinnen-Durchmesser / Diametro interno tubo [mm]	D – Kaliberdurchmesser / Diametro calibro [mm]	L – Kaliberlänge / Lunghezza calibro [mm]	f – Anfasung / smussatura. [mm]
50	45	95	15
60	54	120	10
80	72	160	15
100	90	200	20
120	108	240	25
150	135	300	30

Tabelle 5: Abmessung des Kalibers zur Leitungsüberprüfung

Tabella 5: Dimensione calibro per verifica tubi

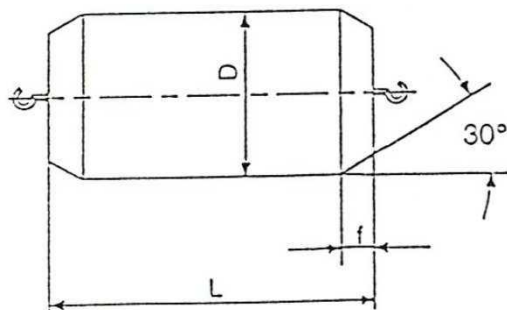


Abbildung 11: Longitudinaler Schnitt des Kalibers zur Leitungsüberprüfung

Figura 11: Sezione longitudinale calibro per verifica tubi

### 5.3.2 Drainageleitungen

Die Toleranzen für die Auflegung der Drainageleitungen sind  $\pm 25$  mm im Grundriss und  $\pm 10$  mm in der Höhe.

### 5.3.3 Aussparungen

Aussparungen und Schächte dürfen von der Projektierungslage um  $\pm 10$  cm abweichen (gemäß Ausführungsprojekt). Die Projektierungs-Nettoabmessungen der Aussparungen müssen  $\pm 1,0$  cm genau sein. Die Toleranzen senkrecht zur Tunnelachse müssen separat bestimmt werden.

### 5.3.4 Trennwände

Für die Trennwände der Querverbindungen und des Erkundungsstollens und für die Aussparungen (z.B. Türen) gilt DIN 18202 "Toleranzen im Bauingenieurwesen".

### 5.3.2 Condotte di drenaggio

Le tolleranze per la posa delle condotte di drenaggio corrispondono a  $\pm 25$  mm in pianta e  $\pm 10$  mm in altezza.

### 5.3.3 Aperture

Aperture e pozzetti possono discostarsi di  $\pm 10$  cm dalla posizione di progetto (in conformità al progetto esecutivo). Le misure nette di progetto delle aperture devono presentare una precisione di  $\pm 1,0$  cm. Le tolleranze in direzione perpendicolare all'asse della galleria devono essere stabilite a parte.

### 5.3.4 Pareti divisorie

Per le pareti divisorie nei cunicoli trasversali di collegamento e i locali di esercizio e per le aperture (ad es. porte) vale la direttiva DIN 18202 "Tolleranze nell'ingegneria civile".

## 6 GRAPHISCHE DARSTELLUNG DER TOLERANZEN

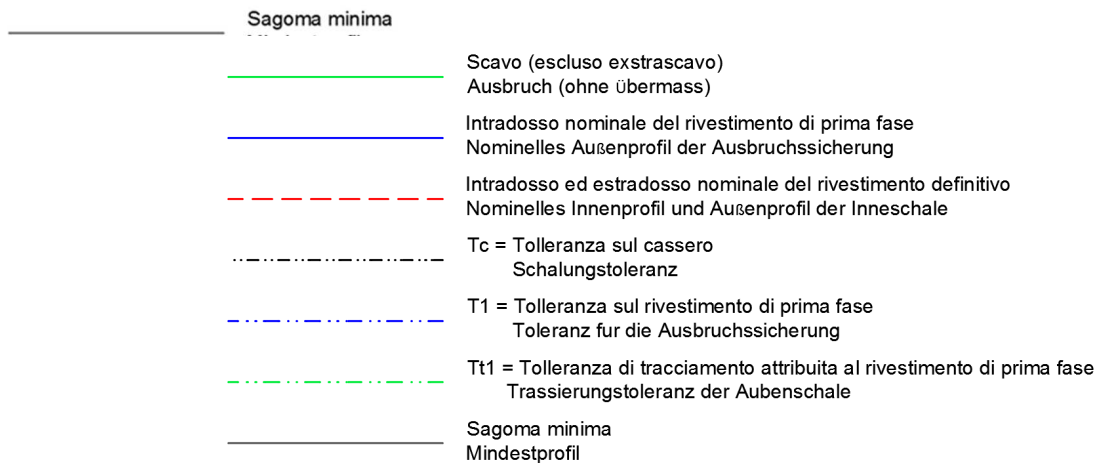


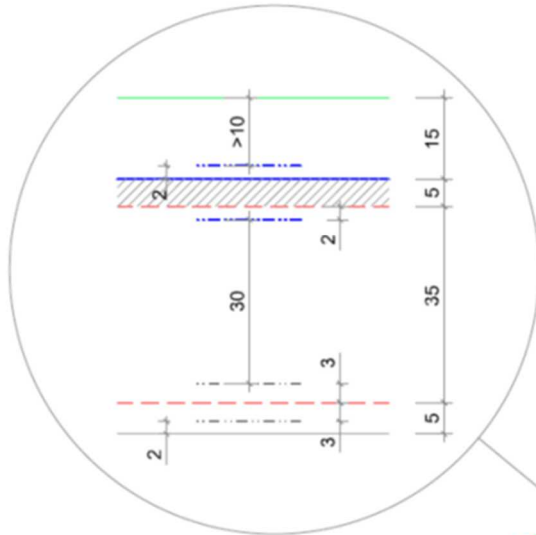
Abbildung 12: Legende

## 6 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE TOLLERANZE

Figura 12: Legenda

6.1 ZYKLISCHER VORTRIEB

6.1.1 Querverbindungen



6.1 SCAVO CON AVANZAMENTO CICLICO

6.1.1 Cunicoli trasversale di collegamento

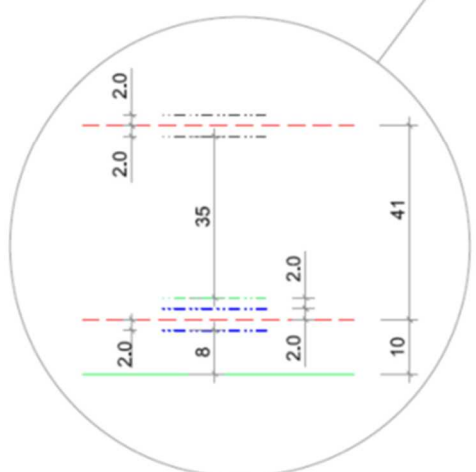
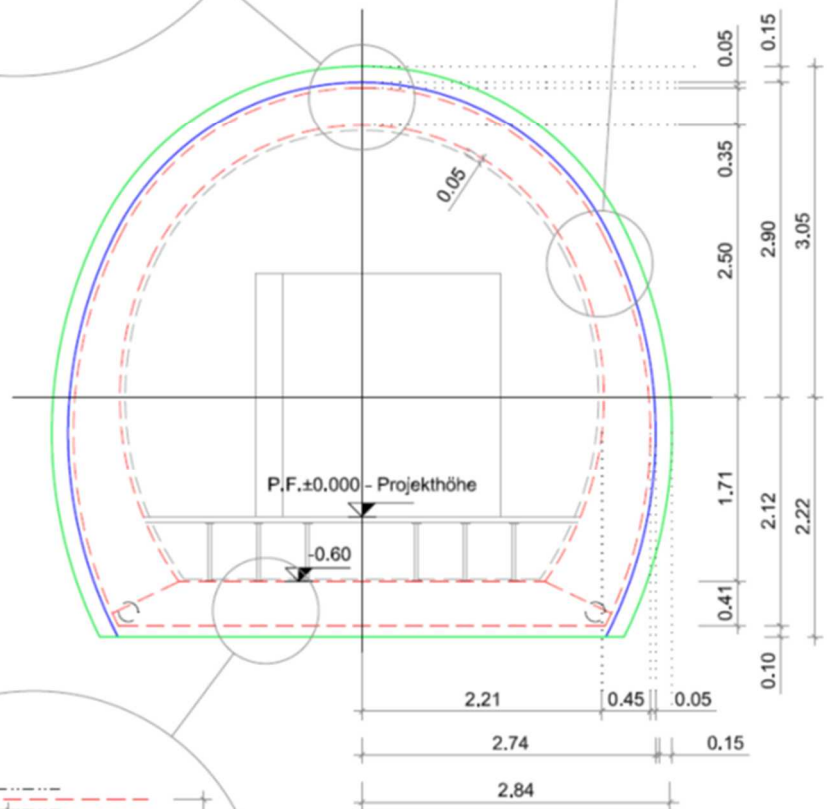
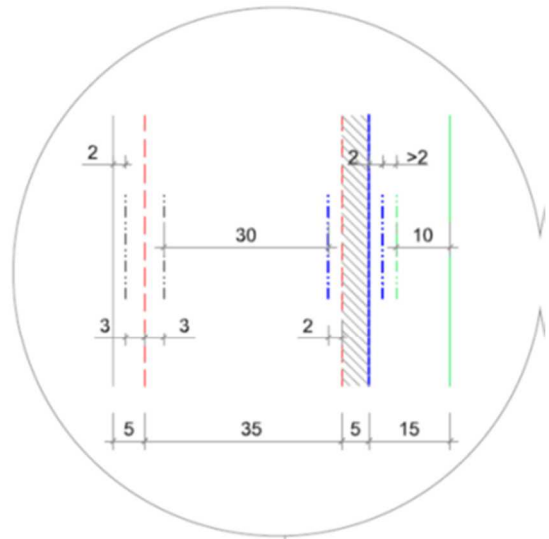


Abbildung 13: Querverbindung Typ 1

Figura 13: Cunicolo trasversale di collegamento tipo 1

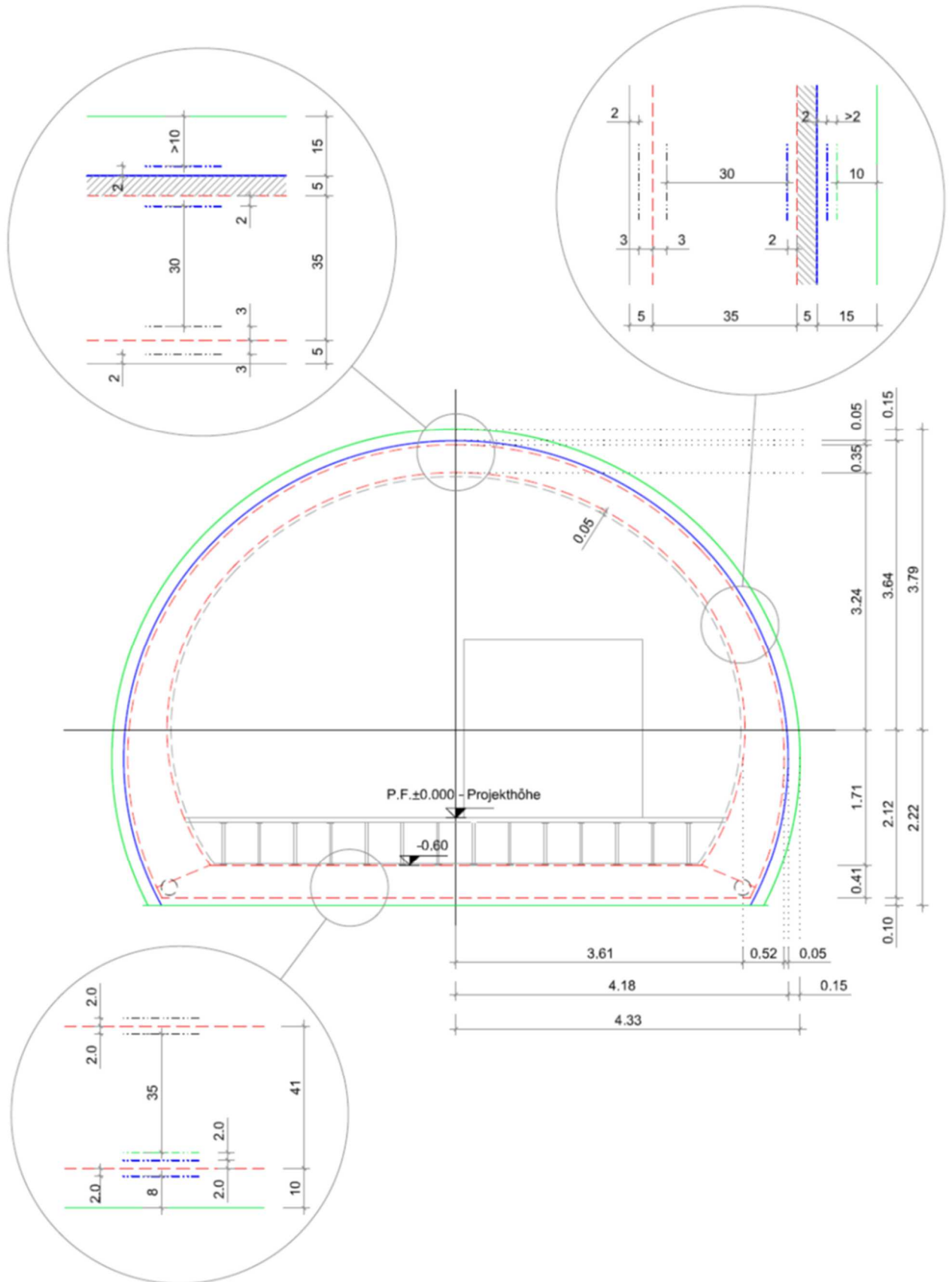


Abbildung 14: Querverbindung Typ 2, 3 und 4

Figura 14: Cunicolo trasversale di collegamento tipo 2, 3 e 4

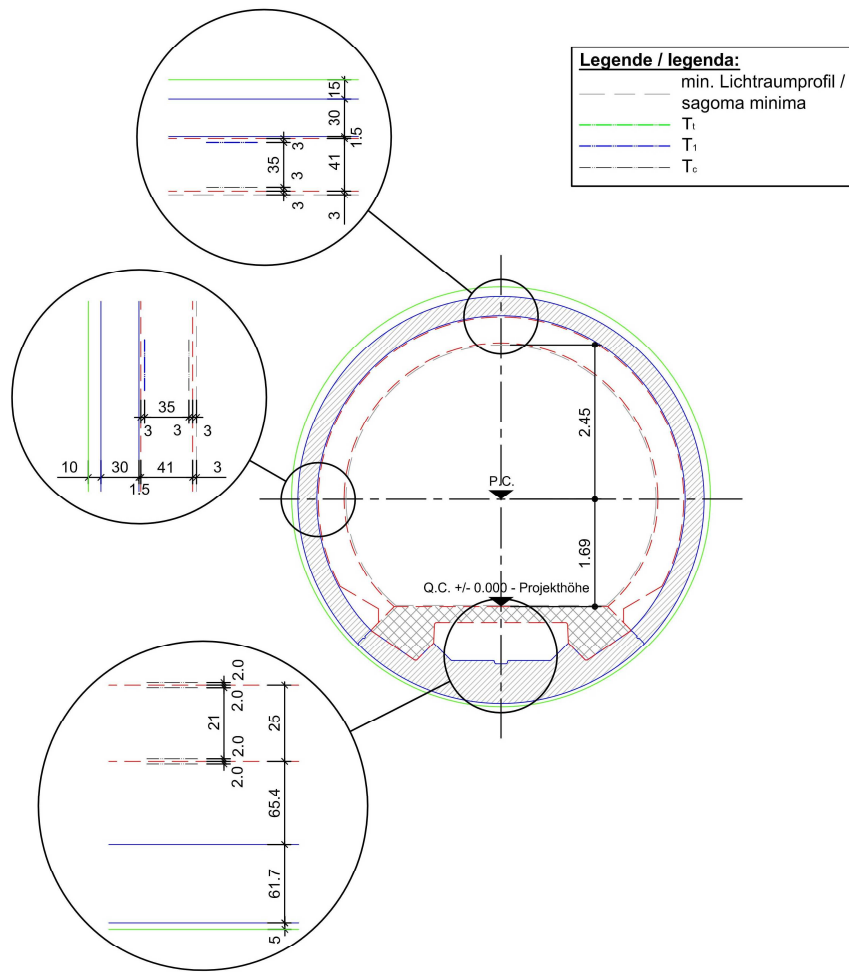


Abbildung 15: Erkundungsstollen - Regelprofil C-MS

Figura 15: Cunicolo esplorativo - Sezione C-MS



6.2 KONTINUIERLICHER VORTRIEB  
 6.2.1 Haupttunnel - Ausbruch mit Schild-TBM

6.2 SCAVO CON AVANZAMENTO CONTINUO  
 6.2.1 Galleria principale - Avanzamento con TBM scudata

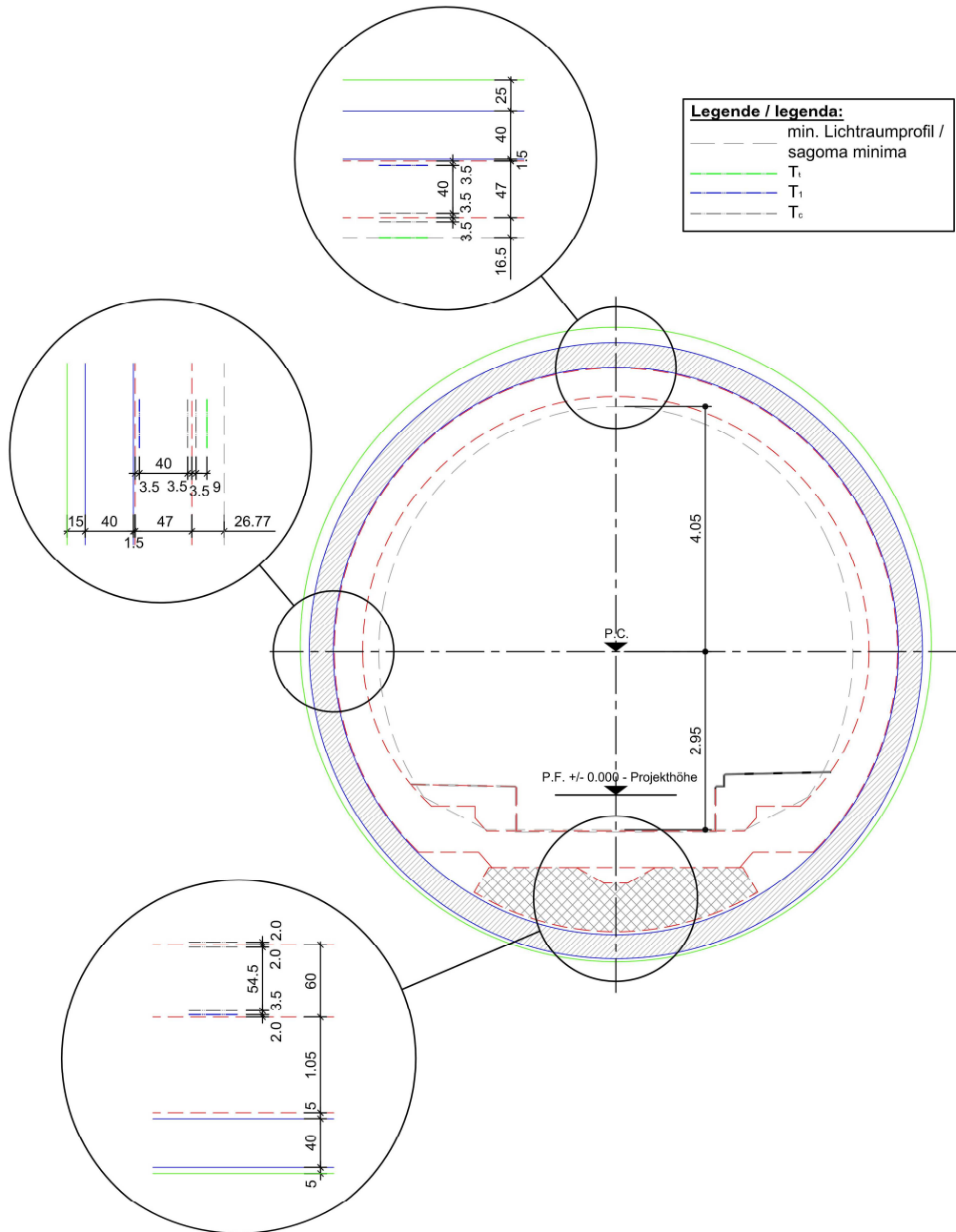


Abbildung 16: Haupttunnel - Regelprofil GL-MS

Figura 16: Galleria principale - Sezione GL-MS

## 7 VERZEICHNISSE

### 7.1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Trassierungstoleranzen für die Haupttröhre .....	13
Tabelle 2: Trassierungstoleranzen für den Erkundungsstollen	14
Tabelle 3: Zusammenfassung der Toleranzen für die Querschnitte, die in traditionellem Ausbruch realisiert worden sind	20
Tabelle 4: Zusammenfassung der Toleranzen für die Querschnitte, die in maschinellem Ausbruch realisiert worden sind	20
Tabelle 5: Abmessung des Kalibers zur Leitungsüberprüfung	27

### 7.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: - Minimalprofil - Haupttunnel, zyklischer Vortrieb	15
Abbildung 2: - Minimalprofil - Haupttunnel, kontinuierlicher Vortrieb	16
Abbildung 3: - Minimalprofil - Erkundungsstollen, zyklischer Vortrieb	17
Abbildung 4: - Minimalprofil - kontinuierlicher Vortrieb .....	18
Abbildung 5: Minimalprofil - Querverbindung Typ 1 .....	18
Abbildung 6: - Minimalprofil - Querverbindung Typ 2, 3, 4	19
Abbildung 7: Schematische Darstellung der Toleranzen beim Gewölbe und bei den Wiederlagern.....	21
Abbildung 8: Schematische Darstellung der Toleranzen beim Gegengewölbe und bei der Sohle .....	24
Abbildung 9: Toleranzen Haupttunnel - Bankett (Bankett aus Beton)	25
Abbildung 10: Toleranzen Kabelschacht.....	26
Abbildung 11: Longitudinaler Schnitt des Kalibers zur Leitungsüberprüfung.....	27
Abbildung 12: Legende .....	28
Abbildung 13: Querverbindung Typ 1 .....	29
Abbildung 14: Querverbindung Typ 2, 3 und 4 .....	30
Abbildung 15: Erkundungsstollen - Regelprofil C-MS .....	31
Abbildung 16: Haupttunnel - Regelprofil GL-MS.....	32

## 7 ELENCHI

### 7.1 ELENCO TABELLE

Tabella 1: Tolleranze di tracciamento nella galleria principale	13
Tabella 2: Tolleranze di tracciamento cunicolo esplorativo	14
Tabella 3: Riassunto delle tolleranze adottate per le sezioni di scavo in tradizionale .....	20
Tabella 4: Riassunto delle tolleranze adottate per le sezioni di scavo meccanizzato.....	20
Tabella 5: Dimensione calibro per verifica tubi .....	27

### 7.2 ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI

Figura 1: - Sagoma minima - Galleria principale scavo con avanzamento ciclico.....	15
Figura 2: - Sagoma minima - Galleria principale scavo con avanzamento continuo.....	16
Figura 3: - Sagoma minima - Cunicolo esplorativo, scavo con avanzamento ciclico.....	17
Figura 4: - Sagoma minima - Cunicolo esplorativo, scavo con avanzamento continuo.....	18
Figura 5: - Sagoma minima - Cunicolo trasversale di collegamento tipo 1.....	18
Figura 6: - Sagoma minima - Cunicolo trasversale di collegamento tipo 2, 3 e 4 .....	19
Figura 7: - Rappresentazione schematica delle tolleranze in calotta e sui piedritti .....	21
Figura 8: - Rappresentazione schematica delle tolleranze in arco rovescio e in platea .....	24
Figura 9: Tolleranze galleria principale - banchina (banchina in calcestruzzo)	25
Figura 10: Tolleranze pozzetto di tiraggio.....	26
Figura 11: Sezione longitudinale calibro per verifica tubi...	27
Figura 12: Legenda.....	28
Figura 13: Cunicolo trasversale di collegamento tipo 1 .....	29
Figura 14: Cunicolo trasversale di collegamento tipo 2, 3 e 430	
Figura 15: Cunicolo esplorativo - Sezione C-MS .....	31

**7.3 DOKUMENTATION**

- [1] 02\_H61\_EG\_991\_KAP\_D0700\_12004 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mails 2-3 – Gesamtbauwerke – Absteckplan– Grundriss Trassierung Oströhre
- [2] 02\_H61\_EG\_991\_KAP\_D0700\_12005 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mails 2-3 – Gesamtbauwerke – Absteckplan – Grundriss Trassierung Weströhre
- [3] 02\_H61\_EG\_991\_KLP\_D0700\_12050-12061 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mails 2-3 – Gesamtbauwerke – Lageplan – Lageplan der Bauwerke (Blätter 12/25 - 25/25)
- [4] 02\_H61\_EG\_991\_KLS\_D0700\_12100–12110 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mails 2-3 – Gesamtbauwerke – Längenschnitt – Bautechnisches Längenprofil und Trassierung – Oströhre (Blätter 15/25 - 25/25)
- [5] 02\_H61\_EG\_991\_KLS\_D0700\_12200 - 12210 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mails 2-3 – Gesamtbauwerke – Längenschnitt–Bautechnisches Längenprofil und Trassierung - Weströhre (Blätter 15/25 - 25/25)
- [6] 02\_H61\_OP\_085\_KLP\_D0700\_22127 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mails 2-3 – Logistikknoten – Lageplan – NL-Übersichtsplan
- [7] D016-III-01-TB-03002-25: Brenner Basistunnel - Regelplanung - Grundlagen für die Planung – Technische Merkmale und Spezifikationen – Technischer Bericht – Bauleranzen, Technische Vertragsbestimmungen [31.05.2013].
- [8] D016-V-02-RP-05048-25: Brenner Basistunnel - Regelplanung - Bauwerksplanung – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Offene TBM, zweisehaliger Ausbau, Ulmdrainagen [31.05.2013].
- [9] D016-V-02-RP-05059-25: Brenner Basistunnel - Regelplanung - Bauwerksplanung – Haupttunnel – Regelquerschnitt – TBM-S/DS, zweisehaliger Ausbau, [31.05.2013].
- [10] D016-V-02-RP-05064-25: Brenner Basistunnel - Regelplanung - Bauwerksplanung – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Zyklischer Vortrieb, zweisehaliger Ausbau mit Sohlplatte [31.05.2013].

**7.3 DOCUMENTI IN ENTRATA**

- [1] 02\_H61\_EG\_991\_KAP\_D0700\_12004 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Planimetria di tracciamento– Planimetria di tracciamento Galleria principale Est
- [2] 02\_H61\_EG\_991\_KAP\_D0700\_12005 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Planimetria di tracciamento– Planimetria di tracciamento Galleria principale Ovest
- [3] 02\_H61\_EG\_991\_KLP\_D0700\_12050-12061 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Planimetria – Planimetria delle opere (Tavv. 12/25 - 25/25)
- [4] 02\_H61\_EG\_991\_KLS\_D0700\_12100-12110 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Profilo longitudinale - Profilo longitudinale delle opere e di tracciamento - Galleria principale Est (Tavv. 15/25 - 25/25)
- [5] 02\_H61\_EG\_991\_KLS\_D0700\_12200 - 12210 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Profilo longitudinale - Profilo longitudinale delle opere e di tracciamento - Galleria principale Ovest (Tavv. 15/25 - 25/25)
- [6] 02\_H61\_OP\_060\_KHS\_D0700\_22127 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 – Nodo logistico – Planimetria – NL-Planimetria generale
- [7] D016-III-01-TB-03002-25: GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - PROGETTAZIONE DI SISTEMA - Dati di base per la progettazione - Specifiche e requisiti tecnici - Tolleranze costruttive - Condizioni contrattuali tecniche [31.05.2013].
- [8] D016-V-02-RP-05048-25: GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - PROGETTAZIONE DI SISTEMA - Progettazione delle opere - Sistema della galleria principale - Sezioni tipo - Sezioni gripper TBM, rivestimento doppio [31.05.2013].
- [9] D016-V-02-RP-05059-25: GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - PROGETTAZIONE DI SISTEMA - Progettazione delle opere - Sistema della galleria

- [11] D016-V-02-RP-05065-25: Brenner Basistunnel - Regelplanung - Bauwerksplanung – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Zyklischer Vortrieb, zweischaliger Ausbau mit Sohlgewölbe [31.05.2013].
- [12] D016-V-02-RP-05066-25: Brenner Basistunnel - Regelplanung - Bauwerksplanung – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Nothaltestelle, Zyklischer Vortrieb, zweischaliger Ausbau mit Sohlgewölbe [31.05.2013].
- [13] D016-V-02-RP-05067-25: Brenner Basistunnel - Regelplanung - Bauwerksplanung – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Nothaltestelle, Zyklischer Vortrieb, zweischaliger Ausbau mit Sohlplatte [31.05.2013].
- [14] D016-V-02-RP-05205-25: Brenner Basistunnel - Regelplanung - Bauwerksplanung – Querschläge – Regelquerschnitt – Querschlag Typ 2 mit Sohlgewölbe [31.05.2013].
- [15] D016-V-02-RP-05206-25: Brenner Basistunnel - Regelplanung - Bauwerksplanung – Querschläge – Regelquerschnitt – Querschlag Typ 2 mit Sohlplatte [31.05.2013].
- [16] D016-V-02-RP-05207-25: Brenner Basistunnel - Regelplanung - Bauwerksplanung – Querschläge – Regelquerschnitt – Querschlag Typ 1 [31.05.2013].
- [17] D016-V-02-RP-05208-25: Brenner Basistunnel - Regelplanung - Bauwerksplanung – Querschläge – Regelquerschnitt – Verbindungsstollen, Querschlag Typ 2 mit EKS [31.05.2013].
- [18] D016-V-02-RP-05230-25: Brenner Basistunnel - Regelplanung - Bauwerksplanung – Querschläge – Regelquerschnitt – Querschlag Typ 3 (Löschwasserbehälter) mit Sohlplatte [31.05.2013].
- [19] D016-V-02-RP-05231-25: Brenner Basistunnel - Regelplanung - Bauwerksplanung – Querschläge – Regelquerschnitt – Querschlag Typ 3 (Löschwasserbehälter) mit Sohlgewölbe [31.05.2013].
- principale - Sezioni tipo - TBM-S/DS, rivestimento doppio [31.05.2013].
- [10] D016-V-02-RP-05064-25: GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - PROGETTAZIONE DI SISTEMA - Progettazione delle opere - Sistema della galleria principale - Sezioni tipo - Tipo scavo tradizionale, rivestimento doppio con platea [31.05.2013].
- [11] D016-V-02-RP-05065-25: GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - PROGETTAZIONE DI SISTEMA - Progettazione delle opere - Sistema della galleria principale - Sezioni tipo - Tipo scavo tradizionale, rivestimento doppio, con arco rovescio [31.05.2013].
- [12] D016-V-02-RP-05066-25: GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - PROGETTAZIONE DI SISTEMA - Progettazione delle opere - Sistema della galleria principale - Sezioni tipo - Fermata d'emergenza, sezione scavo tradizionale, rivestimento doppio, con arco rovescio [31.05.2013].
- [13] D016-V-02-RP-05067-25: GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - PROGETTAZIONE DI SISTEMA - Progettazione delle opere - Sistema della galleria principale - Sezioni tipo - Fermata d'emergenza, sezione scavo tradizionale, rivestimento doppio, con platea [31.05.2013].
- [14] D016-V-02-RP-05205-25: GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - PROGETTAZIONE DI SISTEMA - Progettazione delle opere - Cunicoli trasversale - Sezioni tipo - Sezione trasversale tipo 2 con arco rovescio [31.05.2013]
- [15] D016-V-02-RP-05206-25: GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - PROGETTAZIONE DI SISTEMA - Progettazione delle opere - Cunicoli trasversale - Sezioni tipo - Sezione trasversale tipo 2 con platea [31.05.2013]
- [16] D016-V-02-RP-05207-25: GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - PROGETTAZIONE DI SISTEMA - Progettazione delle opere - Cunicoli trasversale - Sezioni tipo - Sezione trasversale tipo 1 [31.05.2013]
- [17] D016-V-02-RP-05208-25: GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - PROGETTAZIONE DI SISTEMA - Progettazione delle opere - Cunicoli trasversale - Sezioni tipo - Cunicolo collegamento cunicolo trasversale tipo 2 con cunicolo esplorativo [31.05.2013]
- [18] D016-V-02-RP-05230-25: GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - PROGETTAZIONE DI SISTEMA - Progettazione delle opere - Cunicolo trasversale - Sezioni tipo - Cunicolo trasversale tipo 3 (vasca

antincendio) con platea [31.05.2013]

[19] D016-V-02-RP-05231-25: GALLERIA DI BASE DEL  
BRENNERO - PROGETTAZIONE DI SISTEMA -  
Progettazione delle opere - Cunicolo trasversale -  
Sezioni tipo - Cunicolo trasversale tipo 3 (vasca  
antincendio) con arco rovescio [31.05.2013]