



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 Leitfaden für die Anwendung der Innenschale beim Vortrieb mit Schild -TBM		Titolo Linee guida per l'applicazione dei rivestimenti definitivi nelle tratte di scavo con TBM scudata					
 Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P <small>cdh Pro Iter S.r.l., Via G.B. Sammartini 5, 20125 Milano, Tel: +39 026787911, Fax: +39 0287152612</small>		<i>Generalplaner / Responsabile integrazioni prestazioni specialistiche</i> Ing. Enrico Maria Pizzarotti <i>Ord. Ingg. Milano N° A 29470</i>					
Mandataria  PRO ITER <small>Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.</small>	Mandante 	Mandante 	Mandante 				
<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	Ciceri / Pizzarotti	Pro Iter				
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	23052	21

Bearbeitungsstand
Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
21	Abgabe für Ausschreibung / Emissione per Appalto	Rivoltini	30.01.2015

1	EINTEILUNG	
1	INTRODUZIONE	3
2	REGELQUERSCHNITTE DER MIT SCHILD-TBM AUFGEFAHRENE ABSCHNITTE	
2	SEZIONI TIPO DELLE TRATTE REALIZZATE CON TBM SCUDATE	3
2.1	REGELQUERCHNITTE C-MS	
2.1	SEZIONI TIPO C-MS.....	7
2.2	REGELQUERCHNITTE GL-MS	
2.2	SEZIONI TIPO GL-MS	8
2.2.1	GL-MS mit Einschalige Auskleidung	
2.2.1	GL-MS con rivestimento singolo.....	9
2.2.2	GL-MS mit Zweischalige Auskleidung mit Sohle	
2.2.2	GL-MS con rivestimento doppio con platea.....	9
2.2.3	GL-MS mit Zweischalige Auskleidung mit Gegengewölbe	
2.2.3	GL-MS con rivestimento doppio con arco rovescio	10
3	KRITERIEN FÜR DIE ANWENDUNG DER VORTRIEBSQUERSCHNITTE	
3	CRITERI DI APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO IN AVANZAMENTO	12
3.1	VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER INDIKATOREN ZUR AUSWAHL DER REGELQUERSCHNITTE FÜR DEN ERKUNDUNGSSTOLLEN	
3.1	MODALITA' DI DETERMINAZIONE DEGLI INDICATORI PER LA SCELTA DELLE SEZIONI TIPO NEL CUNICOLO ESPLORATIVO	14
3.2	VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER INDIKATOREN FÜR DIE AUSWAHL DES REGELQUERSCHNITTS IN DER HAUPTRÖHRE	
3.2	MODALITA' DI DETERMINAZIONE DEGLI INDICATORI PER LA SCELTA DELLE SEZIONI TIPO NELLE GALLERIE DI LINEA.....	14
4	VERZEICHNISSE	
4	ELENCHI	16
4.1	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	
4.1	ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI.....	16
4.2	TABELLENVERZEICHNIS	
4.2	ELENCO TABELLE	16
4.3	REFERENZDOKUMENTE	
4.3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	16
4.3.1	Eingangsdokumente	
4.3.1	Documenti in ingresso	16

1 EINTEILUNG

Mit diesem Bericht sollen Leitlinien für die Anwendung der verschiedenen Arten von Innenschalen in den mit Schild-TBM aufgefahrener Strecken des Erkundungsstollens (von Km 13+290 bis Km 27+217) und der Hauptröhre (von Km 32+088 bis Km 44+192 Ref. Oströhre) festgeschrieben werden, ergänzend zu [1]: damit sollen die Kriterien für die Auslegung der systematischen und punktuellen Untersuchungen bereitgestellt werden, die zur Festlegung der Ausbruchquerschnitte und des Innenausbau erforderlich sind.

2 REGELQUERSCHNITTE DER MIT SCHILD-TBM AUFGEFAHRENEN ABSCHNITTE

Untersucht werden die Abschnitte des Erkundungsstollens nach der Montagekaverne bis zur Staatsgrenze und der Hauptröhre, ebenfalls von den Montagekavernen bis zur Staatsgrenze.

Tabelle 1 können die wichtigsten Abkürzungen für die Regelquerschnitte der Projektbauwerke entnommen werden

Bauwerk Opera	Abkürzung Sigla	Beschreibung / Descrizione
Erkundungsstollen Cunicolo Esplorativo	C-MS	Scavo meccanizzato con TBM scudata Maschineller Vortrieb mit Schild-TBM
Haupttunnel Galleria principale	GL-MS	Scavo meccanizzato con TBM scudata Maschineller Vortrieb mit Schild-TBM

Tabelle 1: Abkürzungen Regelquerschnitte

Beim Vortrieb mit Schild-TBM ist das kontinuierliche Setzen von Tübbing vorgesehen, die der Gebirgsstabilisierung beim Vortrieb dienen.

Lediglich in einigen Bereichen ist eine zusätzliche (zweischalige) Sicherung mit Ortbeton geplant.

Beim Erkundungsstollen wird die Innenschale (Abs.2.1) systematisch im Bereich (vor- und nachher) der Logistikbuchten und der erstem Block nach der Montagekaverne, im Bereich der Nothaltestelle, der Querverbindung CT5 und der Anbindungen an die Nischen geplant; in der Hauptröhre erfolgt der systematische Einbau einer Innenschale mit Sohle (Abs.2.2.2) in sämtlichen Anbindungsquerschnitten mit den Querverbindungen.

Weiter erfolgt der Innenausbau mit Ortbeton im

1 INTRODUZIONE

La presente relazione ha lo scopo di definire le linee guida per l'applicazione dei diversi tipi di rivestimento nelle tratte realizzate mediante scavo meccanizzato con TBM scudate del Cunicolo Esplorativo (da km 13+290 a km 27+217) e delle Gallerie di Linea (da km 32+088 a km 44+192 rif. canna est) e costituisce un completamento di [1] fornendo i criteri d'interpretazione delle indagini sistematiche e puntuali necessari per la definizione delle sezioni di scavo e del relativo rivestimento definitivo.

2 SEZIONI TIPO DELLE TRATTE REALIZZATE CON TBM SCUDATE

Si prendono in esame le tratte del Cunicolo Esplorativo dopo il Cameroni di Montaggio fino al Confine di Stato e delle Gallerie di Linea anch'esse dai Cameroni di Montaggio fino al Confine di Stato.

La Tabella 1 introduce le sigle identificative delle sezioni tipo applicate per le opere in esame.

Tabella 1: Sigle sezioni tipo.

La metodologia d'avanzamento con TBM scudata prevede la messa in opera in continuo di anelli di conci prefabbricati che garantiscono la stabilizzazione dell'ammasso roccioso durante l'avanzamento.

Solo in alcune zone è previsto un ulteriore rivestimento interno (rivestimento doppio), in calcestruzzo gettato in opera.

Nel Cunicolo Esplorativo il rivestimento interno (Par. 2.1) è applicato sistematicamente in prossimità (prima e dopo) delle Piazzole Logistiche e del primo campo di getto dopo il Cameroni di Montaggio, in corrispondenza della Fermata di Emergenza e del cunicolo trasversale CT5 e degli innesti con le nicchie; nelle Gallerie di Linea è previsto sistematicamente un rivestimento interno con platea (Par. 2.2.2) in tutte le sezioni d'innesto con i Cunicoli Trasversali.

Inoltre, sia nel Cunicolo Esplorativo sia nelle Gallerie di

Erkundungsstollen und in der Hauptröhre überall dort, wo folgende Merkmale anzutreffen sind:

- a) verminderte geomechanische Gebirgsqualität
- b) potentielle Bereiche mit quellendem Gebirge
- c) hoher Sulfatanteil (SO₄) im Bergwasser.

In diesen Abschnitten wird die Innenschale der GL-MS durch Entfernen des Basistübbings und Sohlschluss aus Stahlbeton. (Abs. 2.2.3) ausgebaut. Ausser den im Kapitel 3 festgelegten Bedingungen, wo die Innenschale mit Sohle vorgesehen ist

Gemäß der Projektplanung und den geologischen und hydrogeologischen Prognosen wie in [2], [3], [4] und [5] beschrieben, können den Tabellen 2 und 3 die Bereiche entnommen werden, wo die Anwendung der Regelquerschnitte für die untersuchten Abschnitte erfolgen soll.

Linea, il rivestimento interno gettato in opera è previsto nelle zone caratterizzate da:

- a) ridotta qualità geomeccanica;
- b) presenza di materiali potenzialmente rigonfianti;
- c) elevato contenuto di solfati (SO₄) nelle acque d'ammasso.

In queste tratte il rivestimento interno delle GL-MS è realizzato mediante la rimozione del concio di base e il getto di un arco rovescio in calcestruzzo armato (Par. 2.2.3), salvo nelle condizioni definite nel Capitolo 3, ove è previsto il rivestimento interno con platea.

Sulla base del layout di progetto e delle previsioni geologiche e idrogeologiche descritte in [2], [3], [4] e [5], si riportano in

Tabella 2 e in

Tabella 3 le zone di prevista applicazione delle sezioni tipo nelle tratte in oggetto.

Querschnitte / Sezioni	von / da	bis / a	L	Wahrscheinlichkeit Anwendung / Probabile applicazione	
	[km]	[km]	[m]	C-MS mit einschaliger Auskleidung / C-MS con rivestimento singolo	C-MS mit Innenschale / C-MS con rivestimento doppio
C-MS	13+289.3	13+301.8	12.5		100% (***)
	13+301.8	13+907.5	605.7	100%	
	13+907.5	13+982.5	75.0		100% (**)
	13+982.5	14+020.5	38.0	100%	
	14+020.5	14+032.	11.5		100%
	14+032.	14+074.	42.0	PL	
	14+074.	14+085.5	11.5		100%
	14+085.5	14+138.	52.5	100%	
	14+138.	14+788.	650.0		100% (****)
	14+788.	15+872.	1084.0	100%	
	15+872.	15+914.	42.0	PL	
	15+914.	17+872.	1958.0		100%
	17+872.	17+914.	42.0	PL	
	17+914.	18+848.	934.0		100%
	18+848.	19+618.	770.0	100%	
	19+618.	19+655.	37.0		100% (*)
	19+655.	19+860.5	205.5	100%	
	19+860.5	19+872.	11.5		100%
	19+872.	19+914.	42.0	PL	
	19+914.	19+982.5	68.5		100% (*)
	19+982.5	20+951.5	969.0	100%	
	20+951.5	20+989.	37.5		100% (*)
	20+989.	21+618.	629.0	100%	
	21+618.	21+655.5	37.5		100% (*)
	21+655.5	21+798.	142.5	100%	
	21+798.	21+872.	74.0		100%
	21+872.	21+914.	42.0	PL	
	21+914.	23+348.	1434.0		100%
	23+348.	23+860.5	512.5	100%	
	23+860.5	23+872.	11.5		100%
	23+872.	23+914.	42.0	PL	
	23+914.	23+925.5	11.5		100%
	23+925.5	24+285.5	360.0	100%	
	24+285.5	24+323.	37.5		100% (*)
	24+323.	24+952.5	629.5	100%	
	24+952.5	24+990.	37.5		100% (*)
	24+990.	25+860.5	870.5	100%	
	25+860.5	25+872.	11.5		100%
	25+872.	25+914.	42.0	PL	
	25+914.	25+984.5	70.5		100% (*)
25+984.5	27+213.	1228.5	100%		
(*) Die Länge der Nische ist in der Länge der Strecke inbegriffen La lunghezza del tratto comprende anche la lunghezza delle nicchie					
(**) Strecke im Bereich der Querverbindung CT5 / Tratto corrispondente al Cunicolo Trasversale CT5					
(***) Strecke im Bereich der Montagekaverne / Tratto corrispondente al Camerone di Montaggio					
(****) Strecke im Bereich der Nothaltestelle / Tratto corrispondente alla Fermata di Emergenza					
PL Ausweiche für Baulogistik / PL Piazzola Logistica					

Tabelle 2: Anwendungsbereiche der Querschnitte C-MS.

Tabella 2: Tratte di applicazione delle sezioni tipo C-MS.

Querschnitte / Sezioni	von / da	bis / a	L	Wahrscheinlichkeit Anwendung / Probabile applicazione		
	[km]	[km]	[m]	GL-MS mit Einschalige Auskleidung / GL-MS con rivestimento singolo	GL-MS mit Zweischalige Auskleidung mit Sohle / GL- MS con rivestimento doppio con platea	GL-MS mit Zweischalige Auskleidung mit Gegengewölbe / GL-MS con rivestimento doppio con arco rovescio
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%			

(**) Ausser den im Kapitel 3 festgelegten Bedingungen, wo die Innenschale mit Sohle vorgesehen ist
Salvo nelle condizioni definite nel Capitolo 3, ove è previsto il rivestimento interno con platea.

Tabelle 3: Anwendungsabschnitte der Regelprofile GL-MS.

Tabella 3: Tratte di applicazione delle sezioni GL-MS.

In den nachstehenden Absätzen folgt eine Übersicht der Regelquerschnitte C-MS und GL-MS, die bereits ausführlich unter [1] beschrieben wurden.

2.1 REGELQUERCHNITTE C-MS

Entlang dieser Strecke ist die Anwendung zwei verschiedener Regelprofile vorgesehen. Diese unterscheiden sich in der Anwesenheit der Innenschale:

- Erkundungsstollen mit einschaliger Auskleidung;
- Erkundungsstollen mit Innenschale.

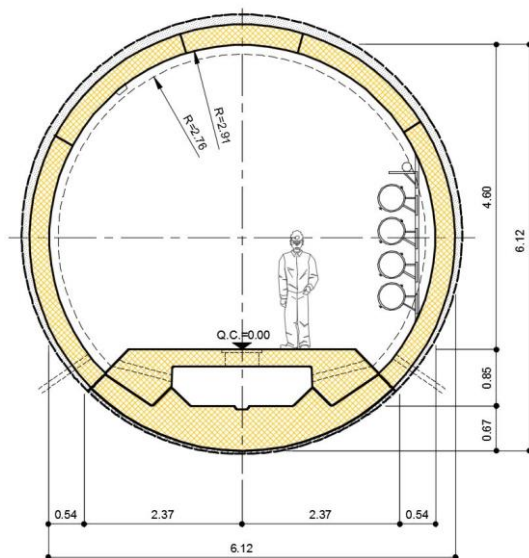


Abbildung 1: Erkundungsstollen, Regelprofil ohne und mit Innenschale [6].

Unter Berücksichtigung der Bautoleranzen und deren Optimierung beträgt der Innenradius des Regelquerschnittes (Innenkante der Innenschale):

- 2,91 m bei einschaliger Auskleidung;
- 2,48 m bei zweischaliger Auskleidung.

Der Ausbruchsradius beträgt 3,31 m, und kann bei höheren Konvergenzen bis auf 3,41 m mit ausfahrbaren Kronenmeißeln erhöht werden. Die Dicke der Tübbinge beträgt 30 cm, die Länge 1,50 m.

Für die Tübbinge gelangt Beton der Klasse C50/C60 sowohl bei den einschalig als auch bei den zweischalig ausgebauten Regelquerschnitten zum Einsatz.

Der Basistübbing weist eine besondere Geometrie auf, und besteht aus zwei Teilen. Der Basisring ist mit zwei Auskragungen ausgerüstet, damit die abschliessende Basissohle darauf abgestellt werden kann. In beiden Fällen bedarf es der Festigkeitsklasse C50/C60 für beide

Nei paragrafi seguenti si riporta sinteticamente una descrizione delle sezioni tipo C-MS e GL-MS, già ampiamente trattate in [1].

2.1 SEZIONI TIPO C-MS

Nel Cunicolo Esplorativo scavato con TBM scudata è prevista l'applicazione di due sezioni tipo che si differenziano per la presenza o meno di un rivestimento interno gettato in opera:

- Cunicolo Esplorativo con rivestimento singolo;
- Cunicolo Esplorativo con rivestimento doppio.

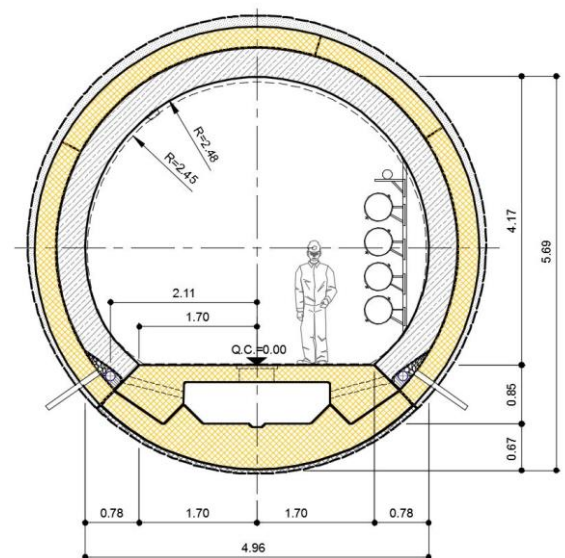


Figura 1: Cunicolo Esplorativo, sezione tipo applicata senza e con rivestimento interno gettato in opera [6].

Il raggio interno per la sezione tipo (intradosso del rivestimento finale), ottimizzato in funzione delle tolleranze costruttive è pari a:

- 2,91 m per sezione con rivestimento singolo;
- 2,48 m per sezione con rivestimento doppio.

Il raggio di scavo è di 3,31 m e, dove sono previste convergenze maggiori, può essere incrementato fino a 3,41 m mediante l'ausilio di cutters di corona espandibili. Lo spessore dei conci prefabbricati è di 30 cm e la loro lunghezza è prevista di 1,50 m.

E' richiesto per i conci prefabbricati l'utilizzo di un calcestruzzo di classe C50/60 sia per le sezioni tipo con rivestimento singolo sia per le sezioni con rivestimento doppio.

La porzione inferiore dell'anello in conci prefabbricati ha una geometria particolare ed è costituita da due pezzi separati: un concio di base sagomato con due "spalle" sulle quali viene posato il concio di chiusura, entrambi aventi classe di resistenza C50/60 per tutte e due le sezioni tipo, con

Regelquerschnitte (ein- oder zweischalig).

Bei den Abschnitten mit zweischaliger Auskleidung beträgt die nominelle Stärke des Ortbetons (C30/37) 41 cm beim Gewölbe (Nennwert). Bereinigt um die Bau- und Trassierungstoleranzen beträgt der Wert mindestens 35 cm.

2.2 REGELQUERSCHNITTE GL-MS

In der Hauptröhre sind drei verschiedene Regelprofile vorgesehen. Diese unterscheiden sich durch das Bestehen einer Innenschale (Ortbeton) und eines Sohlgewölbes:

- Hauptröhre mit einschaliger Auskleidung;
- Hauptröhre mit zweischaliger Auskleidung mit Sohle;
- Hauptröhre mit Innenschale und Sohlgewölbe.

Der Innenradius des Regelquerschnitts (Innerkante der Innenschale) wurde anhand der entsprechenden Bautoleranzen optimiert, und ist gleich:

- 4.64 m für den Regelquerschnitt einschalige Auskleidung;
- 4.20 m für den Regelquerschnitt mit zweischalige Auskleidung.

Der Ausbruchsradius beträgt 5.235 m, und kann dort, wo man mit höheren Konvergenzen rechnet, mit ausfahrbaren Kronenmeißeln auf 5.335 m erhöht werden. Die Schichtdicke der Tübbinge beträgt 45 cm beim einschaligen Ausbau und 40 cm beim zweischaligen Ausbau. Die geplante Tübbinglänge beträgt 1.50 m.

Neben dem Tübbingring gehört auch ein Basisstein zum Querschnitt (C30/37), der in den Abschnitten mit Sohlgewölbe aus Ortbeton (C30/37) abgetragen wird.

Für einschalig ausgebaute Querschnitte wird eine Beton-Festigkeitsklasse der Tübbinge von C50/C60 gefordert; bei zweischalig ausgebauten Querschnitten weisen die Tübbinge eine Festigkeitsklasse von C50/C60 auf, die Innenschale von C30/C37.

riestimento singolo o doppio.

Nelle zone dove è previsto il rivestimento doppio, in calotta il calcestruzzo gettato in opera (C30/37) ha uno spessore di 41 cm (nominale). Al netto delle tolleranze di costruzione e di tracciamento lo spessore è di 35 cm minimi.

2.2 SEZIONI TIPO GL-MS

Nelle Gallerie di Linea è prevista l'applicazione di tre sezioni tipo che si differenziano per la presenza o meno di un rivestimento interno gettato in opera, con o senza arco rovescio:

- Galleria di Linea con rivestimento singolo;
- Galleria di Linea con rivestimento doppio con platea;
- Galleria di Linea con rivestimento doppio con arco rovescio.

Il raggio interno per la sezione tipo (intradosso del rivestimento finale), ottimizzato in funzione delle tolleranze costruttive, è pari a:

- 4.64 m per sezione con rivestimento singolo;
- 4.20 m per sezione con rivestimento doppio.

Il raggio di scavo è di 5.235 m e dove sono previste convergenze maggiori, può essere incrementato fino a 5.335 m mediante cutters di corona espandibili. Lo spessore dei conci prefabbricati è pari a 45 cm nelle zone con rivestimento singolo e 40 cm dove il rivestimento è doppio. La lunghezza dei conci prefabbricati è prevista di 1.50 m.

Oltre all'anello in conci la sezione prevede la posa di un concio di base, anch'esso prefabbricato (C30/37) che viene asportato nelle tratte in cui è presente il rivestimento interno con arco rovescio gettato in opera (C30/37).

Per le sezioni tipo con singolo rivestimento è richiesta una classe di resistenza del calcestruzzo per i conci prefabbricati C50/60; per le sezioni con rivestimento doppio, una classe C50/60 per i conci prefabbricati e C30/37 per il getto del rivestimento interno.

2.2.1 GL-MS mit Einschalige Auskleidung

2.2.1 GL-MS con rivestimento singolo

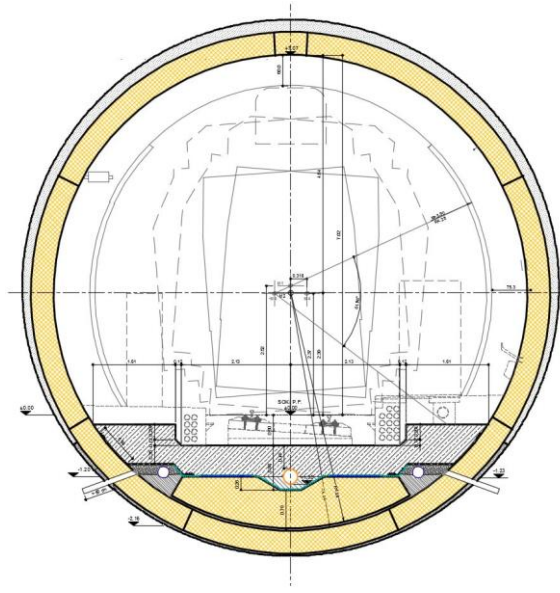


Abbildung 2: Hauptrohr mit einschaliger Auskleidung [7].

Figura 2: Galleria di linea con rivestimento singolo [7].

Beim einschaligen Ausbau wird in jedem Fall eine Ortbetonsohle eingebaut (C30/C37).

Nel caso di rivestimento singolo è comunque previsto il getto della platea (C30/37).

Die Mächtigkeit der Ortbetonsohle beträgt maximal 60 cm; sie wird armiert. Diese Schichtstärke ist als Nennwert zu betrachten und ergibt nach Abzug der Bau- und Trassierungstoleranzen, eine Mindeststärke von 53 cm.

Il getto di calcestruzzo della platea avrà uno spessore massimo di 60 cm e sarà armato. Tale spessore è da intendersi come spessore nominale che, al netto delle tolleranze di costruzione e di tracciamento, si traduce a 53 cm minimi.

2.2.2 GL-MS mit Zweischalige Auskleidung mit Sohle

2.2.2 GL-MS con rivestimento doppio con platea

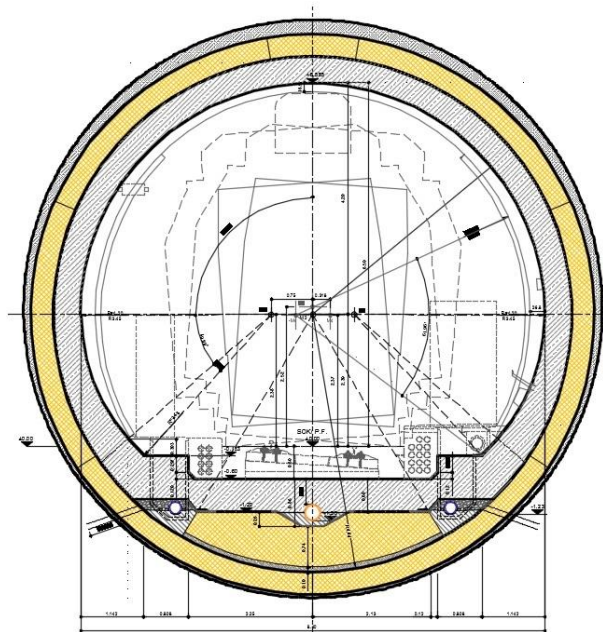


Abbildung 3: Hauptrohr mit Innenschale mit Sohle [8].

Figura 3: Galleria di linea con rivestimento doppio con platea [8].

Im Anschlussbereich mit der Querverbindungen ist eine zweischalige Auskleidung vorgesehen, unabhängig von der geomechanischen Situation.

Bei jeder Querverbindung erfolgt das Aufbringen in drei Schritten à je 12.5 m. Beim mittigen Block, der der Anschlussstrecke entspricht, werden Gewölbe und Sohle armiert, bei den seitlichen Blöcke lediglich die Sohle .

Die Innenschale besteht aus einer Ortsbetonschicht, ihre Mächtigkeit variiert zwischen 46 cm im Bereich des Gewölbes bis zu 60 cm im Bereich der Sohle. Bei diesen Schichtstärken handelt es sich um Nennwerte, die bereinigt um die Bau- und Trassierungstoleranzen bei Mindestwerten von jeweils 40 und 53 cm im Gewölbe- und Sohlenbereich liegen.

Die Innenschale mit Sohle kann auch bei den Strecken der Hauptröhren angewendet werden, wie im Kapitel 3 festgelegt ist.

Nelle zone degli innesti con i Cunicoli Trasversali è previsto un rivestimento doppio indipendentemente dalla situazione geomeccanica presente.

Per ogni innesto, è previsto il getto di tre campi da 12.5 m: quello centrale, in corrispondenza dell'innesto, sarà armato sia in platea che in calotta mentre i campi di "spalla" saranno armati solo in platea.

Il rivestimento definitivo è costituito da calcestruzzo gettato in opera con spessore variabile da 46 cm, in corrispondenza della calotta, a 60 cm in platea. Tali spessori sono da intendersi come spessori nominali che, al netto delle tolleranze di costruzione e di tracciamento, si traducono in 40 e 53 cm minimi, rispettivamente in calotta e platea.33

Il rivestimento interno con platea può essere adottato anche nelle tratte delle Gallerie di Linea definite nel Capitolo 3.

2.2.3 GL-MS mit Zweischalige Auskleidung mit Gegengewölbe

2.2.3 GL-MS con rivestimento doppio con arco rovescio

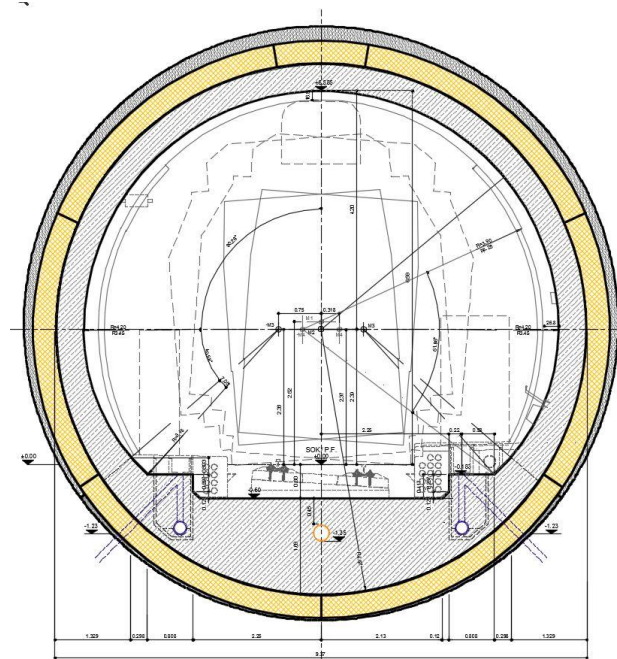


Abbildung 4: Hauptröhre mit Sohl gewölbe aus Ortsbeton und Innengewölbe [9]

Figura 4: Galleria di linea con rivestimento doppio con arco rovescio gettato in opera [9].

In den oben beschriebenen Bereichen, die besondere Merkmale aufweisen (S. 3), ausser die Bereiche mit Innenschale und Sohle (Kapitel 3), ist der zweischalige Ausbau mit Sohlgewölbe geplant.

Nelle zone particolari sopra definite (pag. 3), a eccezione delle tratte dove è previsto il rivestimento interno con platea (Cap. 3), è prevista l'applicazione di un rivestimento doppio con arco rovescio.

In diesem Fall wird der Basistübbing entfernt und ein Sohlgewölbe aus Ortbeton eingebaut. Die max. Schichtstärke des Sohlgewölbes beträgt 1.66 m (Nennwert). In diesem Fall ist die Innenschale mit einer Vollabdichtung vorgesehen. Jedoch ist die Entlastung der hydrostatischen

In tal caso si prevede di asportare il concio di base prefabbricato e di eseguire un arco rovescio in calcestruzzo armato gettato in opera. Lo spessore massimo dell'arco rovescio è di 1.66 m (nominale). In questo caso il rivestimento interno è previsto con impermeabilizzazione su

Lasten durch entsprechenden Drainagebohrungen geplant.

In der Kalotte wird eine Innenschale mit Nennstärke von 46 cm eingebaut. Nach Bereinigung um die Bau- und Trassierungstoleranzen beträgt die Schichtstärke mindestens 40 cm. Die Kalotte wird nicht armiert.

tutto il perimetro compreso arco rovescio, anche se comunque è consentito lo scarico delle pressioni idrostatiche attraverso apposite perforazioni drenanti.

Inoltre, in calotta viene gettato un rivestimento definitivo in calcestruzzo di spessore 46 cm (nominale). Al netto delle tolleranze di costruzione e di tracciamento, lo spessore si attesta a 40 cm minimi. La calotta non viene armata.

3 KRITERIEN FÜR DIE ANWENDUNG DER VORTRIEBSQUERSCHNITTE

Wie bereits in Kapitel 2 ausgeführt, ist unabhängig von den geomechanischen Bedingungen der systematische zweischalige Ausbau des Erkundungsstollens in folgenden Bereichen geplant:

- Logistikbuchten
- Anschlussbereiche mit den Nischen
- Not-Haltestellen
- Nach der Montagekaverne

sowie in der Hauptröhre, mit Sohle, bei den Anschlussbereichen mit den Querverbindungen.

Alle übrigen Anwendungen der Regelquerschnitte wie in Tabelle 2 und Tabelle 3 zusammengefasst bleiben bestehen und werden ggf. an die Ergebnisse der systematischen und punktuellen Aufschlüsse im Vortrieb und der Beweissicherungen während der Bauausführung angepasst. Besagte Aufschlüsse ergeben auch die Werte der nachstehend angeführten Indikatoren, die zum Ermitteln der Bereiche mit kritischen Bedingungen und den entsprechend anzuwendenden Regelquerschnitten erforderlich sind:

- aggressives Bergwasser (SO_4 Gehalt)
- RMR
- quellendes Gebirge (Rauhacken oder Anhydrit) in erheblichem Anteil
- Spannungen in Schale

Allgemein muss, sofern eine oder mehrere der folgenden Bedingungen gegeben sind:

- Aggressives Bergwasser $\text{SO}_4 > 3000 \text{ mg/l}$
- $\text{RMR} < 50$
- Quellendes Gebirge (Rauhacken oder Anhydrit) in erheblichem Anteil
- Spannungen in Schale $> 0.77 f_{cd}$ o f_{yd}

Der erste Indikator betrifft das Bestehen von aggressivem Bergwasser. Ist der SO_4 –Gehalt im Bergwasser höher als 3000 mg/l , muss im Erkundungsstollen der Ausbau mit Innenschale und in den Fahrtunneln mit Innenschale mit Sohlgewölbe und Abdichtung über das gesamte Ausbruchsprofil erfolgen.

In den übrigen Fällen werden der RMR-Wert und das

3 CRITERI DI APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO IN AVANZAMENTO

Come riportato nel Capitolo 2, indipendentemente dalle condizioni geomeccaniche, è prevista l'applicazione sistematica di un rivestimento doppio nel Cunicolo Esplorativo in prossimità di

- Piazzole Logistiche (prima e dopo)
- innesti con le nicchie
- Fermata di Emergenza e del CT5
- dopo il Camerone di Montaggio

e nelle Gallerie di Linea, con platea, in corrispondenza degli innesti con i Cunicoli Trasversali.

Tutte le altre previsioni di applicazione delle sezioni tipo, riassunte in

Tabella 2 e

Tabella 3, andranno confermate ed eventualmente adattate in base ai risultati ottenuti dalle indagini (sistematiche e puntuali) in avanzamento e dai monitoraggi in corso d'opera. Da tali rilievi si ricavano i valori dei seguenti indicatori da utilizzare per individuare le zone con criticità e le relative sezioni tipo da applicare:

- presenza di acque aggressive (contenuto di SO_4)
- RMR
- presenza di litotipi rigonfianti (carniole o anidriti)
- tensioni nel rivestimento

In generale, le condizioni potenzialmente critiche si presentano quando:

- presenza di acque aggressive $\text{SO}_4 > 3000 \text{ mg/l}$
- $\text{RMR} < 50$
- presenza di litotipi rigonfianti (carniole o anidriti) in percentuali significative
- tensioni nel rivestimento $> 0.77 f_{cd}$ o f_{yd}

Il primo indicatore al quale si fa riferimento è la presenza delle acque aggressive. Se il contenuto di SO_4 nelle acque d'ammasso risulta essere maggiore di 3000 mg/l , nel Cunicolo Esplorativo si dovrà applicare il rivestimento interno e nelle Gallerie di Linea il rivestimento interno con arco rovescio con impermeabilizzazione su tutto il contorno.

Negli altri casi bisognerà prendere in esame il valore di RMR

Bestehen von quellendem Gebirge herangezogen. Bei einem RMR-Wert unter 50 oder bei einem hohen Anteil von quellendem Gesteinsmaterial muss sichergestellt werden, dass die Spannung in den Tübbingen des Erkundungsstollens nicht über den Schwellenwerten von $0.77 f_{cd}$ o $0.77 f_{yd}$ liegt. Werden die Werte überschritten, erfolgt sowohl im Erkundungsstollen als auch in den Fahrtunnels ein Ausbau mit Innenschale.

Die Entscheidung der Art des Innenausbaus der Tunnel (mit Sohle oder Sohlgewölbe) richtet sich nach den Spannungswerten, die in den Tübbingen der Tunnel gemessen werden. Liegen die Spannungen unter f_{cd} o f_{yd} erfolgt der Ausbau zweischalig mit Sohle; sind die Spannungen höher, erfolgt der Ausbau mit Sohlgewölbe, gegebenenfalls ohne vollständige Abdichtung des Hohlraumprofils.

Unabhängig vom RMR-Wert und vom Bestehen quellenden Materials ist der Ausbau mit Innenschale immer dann vorgesehen, wenn die Spannungen in den Tübbingen im Erkundungsstollen bei der Messung mit Schwingsaiten-Extensometer über dem Schwellenwert von $0.77 f_{cd}$ o $0.77 f_{yd}$ liegen.

Beim Erkundungsstollen erfordert die Entscheidung zugunsten des zweischaligen Ausbaus den Einbau von Tübbingelemente mit den selben Abmessungen und Betonfestigkeitsklassen.

Bei den Abschnitten der Fahrtunnel dagegen werden in den zweischalig ausgebauten Abschnitten Tübbinge mit derselben Festigkeitsklasse aber anderen Schichtstärken als bei den einschalig ausgebauten Abschnitten verwendet. Deshalb muss bereits im Vorfeld bekannt sein, welche Art von Querschnitt zum Einsatz gelangt, um so die entsprechenden Tübbingelemente an der Baustelle vorzuhalten zu können, um Verzögerungen des Vortriebs zu vermeiden.

In diesem Zusammenhang sei in jedem Fall vermerkt, dass der Bau der Fahrtunnel nach jenem des Erkundungsstollens erfolgt; letzter genannter bietet damit die Möglichkeit, eine umfassende und frühzeitige Festschreibung der geologischen, geomechanischen und hydrogeologischen Bedingungen vorzunehmen. Die Aufschlüsse und Beweissicherungen der Tunnel werden detailliert im entsprechenden Bericht [10] und den zugehörigen Profilen [11], [12], [13], [14], [15], [16] und [17] beschrieben. Es folgt eine Übersicht der Anhaltspunkte für die Festschreibung der Indikatoren für das Gebirgsverhalten.

e la presenza di litotipi rigonfianti. Se l'RMR sarà minore di 50 o la percentuale di materiali rigonfianti sarà elevata, sarà necessario verificare che la tensione nei conci del Cunicolo Esplorativo non superi i valori di soglia $0.77 f_{cd}$ o $0.77 f_{yd}$. Se ciò sarà soddisfatto si manterrà il rivestimento singolo sia nel Cunicolo Esplorativo sia nelle Gallerie di Linea. Altrimenti, si applicheranno i rivestimenti interni sia nel Cunicolo sia nelle Gallerie.

Il tipo di rivestimento interno delle Gallerie (con platea o con arco rovescio) che si dovrà adottare dipenderà dai valori delle tensioni registrate nei conci delle Gallerie stesse. Se le tensioni monitorate, saranno inferiori a f_{cd} o f_{yd} si opererà per il rivestimento doppio con platea; per tensioni superiori si procederà al getto dell'arco rovescio, eventualmente senza impermeabilizzazione completa sul contorno.

Indipendentemente dal valore di RMR e dalla presenza di materiali rigonfianti, è prevista la realizzazione del rivestimento interno qualora le tensioni nei conci prefabbricati installati nel Cunicolo Esplorativo, misurate mediante estensimetri a corda vibrante, superino il valore di soglia $0.77 f_{cd}$ o $0.77 f_{yd}$.

Per quanto riguarda il Cunicolo Esplorativo, il passaggio da singolo a doppio rivestimento comporta la messa in opera di conci prefabbricati aventi stesse dimensioni e classi di resistenza del calcestruzzo.

Invece nelle tratte delle Gallerie di Linea, le sezioni con doppio rivestimento prevedono conci prefabbricati aventi stessa classe di resistenza ma spessori diversi rispetto a quelli delle sezioni con singolo rivestimento. Da qui nasce l'esigenza di conoscere in anticipo il tipo di sezione da applicare per garantire l'approvvigionamento della corretta tipologia di conci e non rallentare l'avanzamento dello scavo.

A tal proposito va tuttavia ricordato che lo scavo delle Gallerie di Linea segue lo scavo del Cunicolo Esplorativo. Quest'ultimo consente di definire compiutamente e in anticipo, rispetto alle Gallerie di Linea, il quadro geologico/geomeccanico e idrogeologico di riferimento. Le prospezioni e i monitoraggi nelle gallerie sono dettagliatamente descritti nell'apposita relazione [10] e nei relativi profili [11], [12], [13], [14], [15], [16] e [17]. Di seguito si riportano sinteticamente gli strumenti utili per la definizione degli indicatori del comportamento d'ammasso.

3.1 VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER INDIKATOREN ZUR AUSWAHL DER REGELQUERSCHNITTE FÜR DEN ERKUNDUNGSSTOLLEN

Zum Ermitteln der Indikatoren für die Auswahl des im Zuge der Bauausführungen erforderlichen Ausbaus werden folgende systematische Untersuchungen verwendet:

- Bohraufschlüsse ohne Kerngewinn zur Kennwerterhebung
- Geophysikalische und seismische Aufschlüsse mit TRT-Verfahren
- Geoelektrische BEAM-Aufnahmen
- Erfassen und Auswerten der Bohrkopf-Kennwerte
- Untersuchung des Ausbruchmaterials und des abgeleiteten Wassers.

Sollten die Untersuchungen kritische Bereiche ergeben, werden zusätzliche Kernbohrungen vorgenommen, sowie In-Situ-Prüfungen und die Entnahme von Proben für Laboruntersuchungen (an den Proben und den Gewässern).

Anhand dieser Untersuchungsergebnisse werden die RMR-Werte, das Bestehen potentiell quellenden Gebirges und der SO₄-Gehalt im Wasser bestimmt.

Die Messung der Spannungen in den Tübbingelementen erfolgt mit Schwingsaiten-Extensometern, die bei der Bewehrung der Tübbing eingeschweißt werden, und zwar in Abständen von etwa je 500 m und immer dann, wenn kritische Bereiche geortet werden [10].

Weiter erfolgt das Einbringen der Innenschale am Ende des Vortriebs des Erkundungsstollens. Damit bietet sich die Möglichkeit, die Spannungsentwicklung in den Tübbing über einen bestimmten Zeitraum zu beobachten und festzulegen, wo die Innenschale zum Einsatz gelangen soll.

3.2 VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER INDIKATOREN FÜR DIE AUSWAHL DES REGELQUERSCHNITTS IN DER HAUPTRÖHRE

Da dem Vortrieb des Hauptröhres jener des Erkundungsstollens um mindestens 500 m vorangeht, werden zur Bestimmung der Regelquerschnitte des Tunnels die Daten aus den Aufnahmen und Beweissicherungen für die jeweiligen Abschnitte des Erkundungsstollens herangezogen.

Insbesondere sind für die Auswahl der Tübbing neben dem Ergebnis der chemischen Wasseranalysen, mit der gebührenden Vorsicht auch die an den Tübbing im

3.1 MODALITA' DI DETERMINAZIONE DEGLI INDICATORI PER LA SCELTA DELLE SEZIONI TIPO NEL CUNICOLO ESPLORATIVO

Per ricavare gli indicatori necessari per la scelta del tipo di rivestimento in corso d'opera sono utilizzate le seguenti indagini sistematiche:

- sondaggi a distruzione di nucleo con rilievo dei parametri di perforazione;
- rilievi geofisici sismici TRT;
- rilievi geoelettrici BEAM;
- registrazione e analisi dei parametri di fresa;
- analisi del materiale di scavo e delle acque di drenaggio.

Inoltre, nel caso le indagini evidenzino delle criticità, si procederà all'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo integrativi, di prove in sito e al prelievo di campioni per l'esecuzione di prove di laboratorio (sui campioni prelevati e sulle acque).

Dai risultati di queste analisi si potranno determinare i valori del RMR, la presenza di litotipi potenzialmente rigonfianti e il contenuto di SO₄ nelle acque.

La misura delle tensioni nei conci prefabbricati verrà effettuata tramite estensimetri a corda vibrante saldati all'armatura dei conci, posizionati indicativamente ogni 500 m e comunque in corrispondenza delle zone critiche [10].

Si noti inoltre che il getto del rivestimento interno è previsto al termine dello scavo del Cunicolo Esplorativo. Sarà quindi possibile verificare l'evoluzione nel tempo delle tensioni nei conci prefabbricati e definire le tratte dove applicare il rivestimento interno fino a prima del getto dello stesso.

3.2 MODALITA' DI DETERMINAZIONE DEGLI INDICATORI PER LA SCELTA DELLE SEZIONI TIPO NELLE GALLERIE DI LINEA

Dato che l'avanzamento del Cunicolo Esplorativo precederà quello delle Gallerie di Linea di almeno 500 m, per l'applicazione delle sezioni tipo in Galleria si devono sfruttare i dati di rilievo e monitoraggio già acquisiti per la corrispondente tratta nel Cunicolo.

In particolare, per la scelta del tipo di conci da installare nelle Gallerie, oltre ai risultati delle analisi chimiche delle acque, si dovrà fare riferimento, con opportuna cautela, ai valori di

Erkundungsstollen gemessenen Spannungswerte und deren Entwicklung im zeitlichen Verlauf zwischen dem Einbau und jedem des Tübbingausbaus in den Fahrtunneln heranzuziehen.

Die Ergebnisse der Messungen und Beweissicherung im Stollen müssen durch entsprechende systematische und ergänzende Untersuchungen [10] validiert werden, die im Zuge des Vortriebs der Fahrtunnel durchgeführt werden.

Auch in den Tunnelröhren erfolgt die Spannungsmessung in den Tübbingelementen mit Schwingsaiten-Extensometern, die bei der Bewehrung der Tübbinge eingeschweißt werden, und zwar in Abständen von etwa je 500 m und immer dann, wenn kritische Bereiche geörtet werden. Weiter erfolgt das Einbringen der Innenschale am Ende des Vortriebs des Erkundungsstollens und der Fahrtunnel. Damit bietet sich die Möglichkeit, die Spannungsentwicklung in den Tübbingungen über einen bestimmten Zeitraum zu beobachten und festzulegen, wo die Innenschale zum Einsatz gelangen soll und welche Art zu wählen ist.

tensione riscontrati nei conci prefabbricati del Cunicolo Esplorativo e alla loro evoluzione nel tempo, nell'intervallo temporale tra la loro installazione e quella del rivestimento in conci delle Gallerie di Linea.

I risultati dei rilievi e dei monitoraggi nel Cunicolo dovranno essere confermati dalle analoghe indagini sistematiche e integrative [10] effettuate durante lo scavo delle Gallerie di Linea.

Anche nelle Gallerie la misura delle tensioni nei conci prefabbricati verrà effettuata tramite estensimetri a corda vibrante saldati all'armatura dei conci, posizionati indicativamente ogni 500 m e comunque in corrispondenza delle zone critiche. Si noti inoltre che il getto del rivestimento interno è previsto al termine dello scavo del Cunicolo Esplorativo e delle Gallerie di Linea. Sarà quindi possibile verificare l'evoluzione nel tempo delle tensioni nei conci prefabbricati sia del Cunicolo che delle Gallerie e definire le tratte dove applicare il rivestimento interno e la sua tipologia fino a prima del getto dello stesso.

4 VERZEICHNISSE

4.1 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- Abbildung 1: Erkundungsstollen, Regelprofil ohne und mit Innenschale [6]. 7
- Abbildung 2: Hauptrohr mit einschaliger Auskleidung [7].9
- Abbildung 3: Hauptrohr mit Innenschale mit Sohle [8].9
- Abbildung 4: Hauptrohr mit Sohl gewölbe aus Ortsbeton und Innengewölbe [9] 10

4.2 TABELLENVERZEICHNIS

- Tabelle 1: Abkürzungen Regelquerschnitte.....3
- Tabelle 2: Anwendungsbereiche der Querschnitte C-MS.....5
- Tabelle 3: Anwendungsabschnitte der Regelprofile GL-MS. 6

4.3 REFERENZDOKUMENTE

4.3.1 Eingangsdokumente

- [1] 02_H61_OP_035_KTB_D0700_23053 – Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung – D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 3 – Technischer Bericht – Leitfaden für die Wahl der Ausbruchquerschnitte
- [2] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13016 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Gesamtbauwerke - Technischer Bericht - Zusammenfassung der geologischen und hydrogeologischen Informationen
- [3] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13046 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Gesamtbauwerke - Technischer Bericht - Geologische, hydrogeologische und geomechanische Grundlagen-Dokumentation
- [4] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13018 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Gesamtbauwerke - Technischer Bericht - Allgemeiner geomechanischer Bericht
- [5] 02_H61_GD_090_GTB_D0700_23001 – Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung – D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 3 – Technischer Bericht – Geologischer Bericht – Detail
- [6] 02_H61_KU_015_KRP_D0700_23101 – Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung – D0700: Baulos Mault 2-3 – Erkundungsstollen – Regelprofil

4 ELENCHI

4.1 ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI

- Figura 1: Cunicolo Esplorativo, sezione tipo applicata senza e con rivestimento interno gettato in opera [6]. 7
- Figura 2: Galleria di linea con rivestimento singolo [7]. 9
- Figura 3: Galleria di linea con rivestimento doppio con platea [8]. 9
- Figura 4: Galleria di linea con rivestimento doppio con arco rovescio gettato in opera [9]. 10

4.2 ELENCO TABELLE

- Tabella 1: Sigle sezioni tipo. 3
- Tabella 2: Tratte di applicazione delle sezioni tipo C-MS. ... 5
- Tabella 3: Tratte di applicazione delle sezioni GL-MS. 6

4.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.3.1 Documenti in ingresso

- [1] 02_H61_OP_035_KTB_D0700_23053 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Opere generali Parte 3 – Relazione tecnica – Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo di scavo
- [2] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13016 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali - Relazione tecnica - Sintesi delle informazioni geologiche e idrogeologiche
- [3] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13046 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali - Relazione tecnica - Dati di base geologici, idrogeologici e geomeccanici
- [4] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13018 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali - Relazione tecnica - Relazione geomeccanica generale
- [5] 02_H61_GD_090_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
- [6] 02_H61_KU_015_KRP_D0700_23101 - Galleria di

- Regelprofil C-MS
- [7] 02_H61_TY_030_KRP_D0700_23312 – Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung – D0700: Baulos Muls 2-3 – Hauptröhren – Regelprofil – Regelprofil GL-MS Einschalg
- [8] 02_H61_TY_030_KRP_D0700_23301 – Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung – D0700: Baulos Muls 2-3 – Hauptröhren – Regelprofil – Regelprofil GL-MS Zweischalg
- [9] 02_H61_TY_030_KRP_D0700_23307 – Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung – D0700: Baulos Muls 2-3 – Hauptröhren – Regelprofil – Regelprofil GL-MS Zweischalg, Gewölbe ohne Sohlstein
- [10] 02_H61_MO_994_BT_B_D0700_17001 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke - Berechnungsbericht - Tunnelmonitoring und - untersuchungen
- [11] 02_H61_MO_994_BLS_D0700_17023 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke - Längenschnitt-Überwachung - Profil und Schnitte Erkundungsstollen (Blatt 2/4)
- [12] 02_H61_MO_994_BLS_D0700_17024 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke - Längenschnitt-Überwachung - Profil und Schnitte Erkundungsstollen (Blatt 3/4)
- [13] 02_H61_MO_994_BLS_D0700_17025 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke - Längenschnitt-Überwachung - Profil und Schnitte Erkundungsstollen (Blatt 4/4)
- [14] 02_H61_MO_994_BLS_D0700_17025 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke - Längenschnitt-Überwachung - Profil und Schnitte Erkundungsstollen (Blatt 4/4)
- [15] 02_H61_MO_994_BLS_D0700_17026 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke - Längenschnitt-Überwachung - Profil und Schnitte Oströhre (Blatt 6/7)
- [16] 02_H61_MO_994_BLS_D0700_17027 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke - Längenschnitt-
- Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Cunicolo esplorativo – Sezione tipo - Sezione tipo applicata C-MS
- [7] 02_H61_TY_030_KRP_D0700_23312 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Sezione tipo - Sezione tipo applicata GL-MS rivestimento singolo
- [8] 02_H61_TY_030_KRP_D0700_23301 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Sezione tipo - Sezione tipo applicata GL-MS rivestimento doppio
- [9] 02_H61_TY_030_KRP_D0700_23307 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Sezione tipo - Sezione tipo applicata GL-MS rivestimento doppio con arco rovescio
- [10] 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
- [11] 02_H61_MO_994_BLS_D0700_17023 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali - Profilo longitudinale - Monitoraggio - Profilo e sezioni Cunicolo Esplorativo (Tav. 2/4)
- [12] 02_H61_MO_994_BLS_D0700_17024 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali - Profilo longitudinale - Monitoraggio - Profilo e sezioni Cunicolo Esplorativo (Tav. 3/4)
- [13] 02_H61_MO_994_BLS_D0700_17025 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali - Profilo longitudinale - Monitoraggio - Profilo e sezioni Cunicolo Esplorativo (Tav. 4/4)
- [14] 02_H61_MO_994_BLS_D0700_17026 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali - Profilo longitudinale - Monitoraggio - Profilo e sezioni Galleria principale Est (Tav. 6/7)
- [15] 02_H61_MO_994_BLS_D0700_17027 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali - Profilo longitudinale - Monitoraggio - Profilo e sezioni

Überwachung - Profil und Schnitte Oströhre (Blatt 7/7)

[17] 02_H61_MO_994_BLS_D0700_17028 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke - Längenschnitt-Überwachung - Profil und Schnitte Weströhre (Blatt 6/7)

[18] 02_H61_MO_994_BLS_D0700_17029 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke - Längenschnitt-Überwachung - Profil und Schnitte Weströhre (Blatt 7/7)

Galleria principale Est (Tav. 7/7)

[16] 02_H61_MO_994_BLS_D0700_17028 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali - Profilo longitudinale - Monitoraggio - Profilo e sezioni Galleria principale Ovest (Tav. 6/7)

[17] 02_H61_MO_994_BLS_D0700_17029 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali - Profilo longitudinale - Monitoraggio - Profilo e sezioni Galleria principale Ovest (Tav. 7/7)