



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

WBS

Gesamtbauwerke

Opere generali

Dokumentenart

Tipo Documento

Technischer Bericht

Relazione tecnica

Titel

Titolo

Technische Vertragsbedingungen:
Untertagbau, TBM Vortrieb

Disposizioni tecniche di contratto:
lavori in sotterraneo, lavori di scavo con TBM



Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P
c/o Pro.ter S.r.l., Via G.B. Sammartini 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026787911, 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

Name / Nome

Gesellschaft / Società

Bearbeitet / Elaborato

30.01.2015

Donato

Pöyry

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

Projekt-
kilometer /
Chilometro
opera

von / da
bis / a
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

DT

990

KTB

D0700

11115

21

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Modifiche	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
21	Abgabe für 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	Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren / Completamento progetto e recepimento istruttoria	Correai	09.10.2014
10	Endabgabe / Consegna definitiva	Correa	31.07.2014

1	EINFÜHRUNG	
1	INTRODUZIONE	7
1.1	VORWORT	
1.1	PREMESSA	7
1.2	GLIEDERUNG DER TECHNISCHEN VERTRAGSBEDINGUNGEN	
1.2	STRUTTURA DELLE DISPOSIZIONI TECNICHE	7
1.3	ALLGEMEINE BESCHREIBUNG	
1.3	DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	8
1.3.1	Definition der Bauwerke im Baulos Muls 2-3	
1.3.1	Definizione delle opere del Lotto di costruzione Muls 2-3	9
1.3.2	Unterteilung des Loses Muls 2-3	
1.3.2	Suddivisione in parti del Lotto Muls 2-3	11
1.4	BAUWERKE MIT MECHANISIERTEM VORTRIEB	
1.4	OPERE CON SCAVO MECCANIZZATO	14
2	GEOLOGISCH-GEOMECHANISCHE EINORDNUNG UND VORAUSSICHTSEIGENSCHAFTEN DER GEBIRGE	
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMECCANICO E CARATTERISTICHE DI PREVISIONE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI	15
2.1	HAUPTTUNNELS SÜDSTRECKE (KM 49.1+17.867- 52.6+22.466 GL_OST)	
2.1	GALLERIE DI LINEA TRATTA SUD (KM 49.1+17.867- 52.6+22.466 GL_EST)	15
2.1.1	Verhaltensbedingungen der Gebirge	
2.1.1	Condizioni di comportamento dell'ammasso	15
2.1.2	Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski	
2.1.2	Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski	15
2.1.3	Vortrieb in Ablagerungen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen	
2.1.3	Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia	15
2.1.4	Festigkeit und Abrasivität	
2.1.4	Resistenza e abrasività	16
2.2	HAUPTTUNNELS NORDSTRECKE UND ERKUNDUNGSSTOLLEN	
2.2	GALLERIE DI LINEA TRATTA NORD E CUNICOLO ESPLORATIVO	17
2.2.1	Allgemeines	
2.2.1	Generalità	17
2.2.2	Ostalpines Kristallin (1)	
2.2.2	Basamento Cristallino Austroalpino (1)	18
2.2.2.1	Vortrieb in Gebirge der Klasse II und III nach Bieniawski	
2.2.2.1	Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski	18
2.2.2.2	Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen	
2.2.2.2	Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia	18
2.2.3	Amphibolit (2)	
2.2.3	Anfibolite (2)	18
2.2.3.1	Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski	
2.2.3.1	Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski	19
2.2.3.2	Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen	
2.2.3.2	Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia	19
2.2.4	Vorwiegend Bündnerschiefer der Pfit-scherdecke und der Glocknerdecke (3)	
2.2.4	Prevalentemente calcescisti della falda di Vizze e della falda del Glockner (3)	19
2.2.4.1	Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski	
2.2.4.1	Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski	19
2.2.4.2	Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen	
2.2.4.2	Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia	20
2.2.4.3	Vortrieb bei Vorkommen von Schwellungsphänomene	
2.2.4.3	Avanzamento in presenza di fenomeni di rigonfiamento	20

2.2.5	Zillertaler (4)	
2.2.5	Antiforme dello Zillertal (4)	20
2.2.5.1	Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski	
2.2.5.1	Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski	21
2.2.5.2	Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen	
2.2.5.2	Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia	21
2.2.5.3	Vortrieb bei Vorkommen von Schwellungsphänomene	
2.2.5.3	Avanzamento in presenza di fenomeni di rigonfiamento	21
2.2.6	Pfitterscherdecke, vorwiegend kalkreiche Bündnerschiefer und (5)	
2.2.6	Falda di Vizze, prevalentemente calcescisti calcarei e marmi calcarei (5)	21
2.2.6.1	Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski	
2.2.6.1	Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski	22
2.2.6.2	Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen	
2.2.6.2	Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia	22
2.2.6.3	Vortrieb bei Vorkommen von Schwellungsphänomene	
2.2.6.3	Avanzamento in presenza di fenomeni di rigonfiamento	22
2.2.6.4	Vortrieb bei zu schützenden Wasservorkommen	
2.2.6.4	Avanzamento in presenza di risorse idriche da preservare	22
2.2.7	Pfitterscherdecke, vorwiegend kalkreiche Bündner Schiefer (6)	
2.2.7	Falda di Vizze, prevalentemente calcescisti calcarei (6)	22
2.2.7.1	Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski	
2.2.7.1	Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski	23
2.2.7.2	Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen	
2.2.7.2	Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia	23
2.2.7.3	Vortrieb bei Vorkommen von Schwellungsphänomene	
2.2.7.3	Avanzamento in presenza di fenomeni di rigonfiamento	23
2.2.7.4	Vortrieb bei zu schützenden Wasservorkommen	
2.2.7.4	Avanzamento in presenza di risorse idriche da preservare	23
2.2.8	Untere Schieferhülle und Trias der Pfitterscherdecke (7)	
2.2.8	Schieferhülle inferiore, triassico alla base della falda del Vizze (7)	23
2.2.8.1	Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski	
2.2.8.1	Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski	24
2.2.8.2	Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen	
2.2.8.2	Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia	24
2.2.8.3	Vortrieb bei Vorkommen von Schwellungsphänomene	
2.2.8.3	Avanzamento in presenza di fenomeni di rigonfiamento	24
2.2.8.4	Vortrieb bei zu schützenden Wasservorkommen	
2.2.8.4	Avanzamento in presenza di risorse idriche da preservare	25
2.2.9	Zentralgneis (Altes Dach) des Tuxer Kerns (8)	
2.2.9	Gneiss centrale (Altes Dach), Nucleo del Tux (8)	25
2.2.9.1	Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski	
2.2.9.1	Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski	25
2.2.9.2	Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen	
2.2.9.2	Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia	26
2.2.10	Festigkeit und Abrasivität	
2.2.10	Resistenza e abrasività	26
3	ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN	
3	PRESCRIZIONI GENERALI	27
3.1	ALLGEMEINE GRUNDSÄTZE	
3.1	PRINCIPI GENERALI	27
3.2	VORTRIEBSDOKUMENTATION	
3.2	DOCUMENTAZIONE DI SCAVO	27

3.3	ÜBERWACHUNGSSYSTEME, PROSPEKTIONEN UND UNTERSUCHUNGEN	
3.3	SISTEMA DI MONITORAGGIO, PROSPEZIONI E INDAGINI.....	28
3.4	BEFESTIGUNGS- UND DRÄNAGEMASSNAHMEN	
3.4	INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO E DRENAGGIO	29
4	ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DIE MECHANISIERTEN VORTRIEBE	
4	REQUISITI GENERALI DEI SISTEMI DI SCAVO MECCANIZZATO	30
4.1	ALLGEMEINES	
4.1	GENERALITÀ.....	31
4.2	TECHNISCHE EIGENSCHFTEN	
4.2	CARATTERISTICHE TECNICHE.....	32
4.2.1	Bohrkopf	
4.2.1	Testa fresante	33
4.2.2	Nachläufer (Backup)	
4.2.2	Unità di backup.....	35
4.2.3	Schutterung	
4.2.3	Sistema di smarino.....	36
4.2.4	Sicherheitsvorrichtungen	
4.2.4	Dispositivi di sicurezza	36
4.2.5	Zusatz- und Spezialausrüstung	
4.2.5	Attrezzature supplementari e speciali.....	37
4.2.6	Ausbruchsdatenerfassung, -steuerung und -verwaltung	
4.2.6	Acquisizione, controllo e gestione dati di scavo	38
4.2.7	Belüftung und Kontrolle von explosionsfähigen Gasen und Strahlungen	
4.2.7	Ventilazione e controllo gas esplosivo e radiazioni	39
5	GRIPPER TBM	
5	GRIPPER TBM	40
5.1	TBM BEWEGUNG	
5.1	MOVIMENTAZIONE TBM	40
5.2	AUSBRUCHDURCHMESSER UND TOLERANZ	
5.2	DIAMETRO DI SCAVO E TOLLERANZE.....	40
5.3	STABILISIERUNGSMASSNAHMEN	
5.3	INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE.....	41
5.4	DRÄNAGEMASSNAHMEN	
5.4	INTERVENTI DI DRENAGGIO.....	42
5.5	SICHERUNGSMASSNAHMEN	
5.5	INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO.....	42
5.6	ÜBERWACHUNG, PROSPEKTIONEN UND UNTERSUCHUNGEN	
5.6	MONITORAGGIO, PROSPEZIONI E INDAGINI	42
5.7	INNENSCHALE	
5.7	RIVESTIMENTO INTERNO	43
5.8	LEISTUNGSDATEN	
5.8	DATI PRESTAZIONALI	43
6	SCHILD TBM	
6	TBM SCUDATE	47
6.1	TBM BEWEGUNG	
6.1	MOVIMENTAZIONE TBM	47
6.2	AUSBRUCHDURCHMESSER UND TOLERANZ	
6.2	DIAMETRO DI SCAVO E TOLLERANZE.....	47
6.3	TÜBBINGRING	
6.3	ANELLO IN CONCI PREFABBRICATI.....	48

6.3.1	Haupttunnels	
6.3.1	Gallerie di Linea	48
6.3.2	Erkundungsstollen	
6.3.2	Cunicolo Esplorativo.....	49
6.4	BEFESTIGUNGS- UND DRÄNAGEMASSNAHMEN	
6.4	INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO E DRENAGGIO	49
6.5	ÜBERWACHUNG, PROSPEKTIONEN UND UNTERSUCHUNGEN	
6.5	MONITORAGGIO, PROSPEZIONI E INDAGINI	49
6.6	INNENAUSBAU	
6.6	RIVESTIMENTO INTERNO	50
6.7	LEISTUNGSDATEN	
6.7	DATI PRESTAZIONALI	50
6.8	TÜBBINGE	
6.8	CONCI PREFABBRICATI	58
6.8.1	Beton	
6.8.1	Calcestruzzo.....	59
6.8.2	Schalungssätze	
6.8.2	Casseri	60
6.8.3	Bewehrung	
6.8.3	Armatura.....	60
6.8.4	Betondeckung	
6.8.4	Copriferro delle barre in acciaio.....	61
6.8.5	Fugenarten	
6.8.5	Tipologia dei giunti.....	61
6.8.5.1	Fugen zwischen den Tübbingsegmenten	
6.8.5.1	Giunti tra i conci.....	62
6.8.5.2	Fugen zwischen den Tübbingringen	
6.8.5.2	Giunti tra gli anelli.....	62
6.8.6	Hydraulische Dichte der Fugen zwischen den Tübbing	
6.8.6	Tenuta idraulica dei giunti tra i conci	63
6.8.6.1	Elastomerdichtungen	
6.8.6.1	Guarnizioni elastomeriche	64
6.8.6.2	Innenseitige Versiegelung	
6.8.6.2	Sigillatura all'intradosso.....	65
6.8.6.3	Zusätzliche Injektionen	
6.8.6.3	Iniezione complementari.....	66
6.8.6.4	Prüfungen und Nachweise	
6.8.6.4	Procedure di prova	66
6.8.7	Ringspaltverfüllung	
6.8.7	Intasamento dell'intercapedine tra concio e ammasso roccioso.....	66
6.8.7.1	Zementmörtel	
6.8.7.1	Malta.....	67
6.8.7.2	Perlkies	
6.8.7.2	Pea-gravel	68
6.8.7.3	Blähton (Alternativmaterial)	
6.8.7.3	Argilla espansa (materiale alternativo)	69
6.8.7.4	Kontrolle und Prüfungen	
6.8.7.4	Controllo e verifica.....	69
6.8.7.5	Injektionsverfahren	
6.8.7.5	Modalità di iniezione	69
6.8.7.6	Verfüllinjektionen	
6.8.7.6	Iniezioni d'intasamento	70

6.8.8	Herstellung und Einbau der Tübbinge	
6.8.8	Produzione e montaggio dei conci	70
6.8.8.1	Allgemeines	
6.8.8.1	Generalità	70
6.8.8.2	Umschlag, Stapelung und Transport	
6.8.8.2	Trasbordo, accatastamento e trasporto	72
6.8.8.3	Montage der Tübbinge	
6.8.8.3	Montaggio dei conci	72
6.8.8.4	Toleranzen für den Ringbau	
6.8.8.4	Tolleranza dell'anello posato	73
6.8.9	Tübbingkontrolle und -prüfungen	
6.8.9	Controllo e verifica dei conci	73
6.8.9.1	Definition von Fehlstellen	
6.8.9.1	Definizione dei difetti	74
6.8.9.2	Instandsetzen von Fehlstellen	
6.8.9.2	Ripristino dei difetti	74
7	VERZEICHNISSE	
7	ELENCHI	75
7.1	TABELLENVERZEICHNIS	
7.1	ELENCO DELLE TABELLE	75
7.2	REFERENZDOKUMENTE	
7.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	75
7.2.1	Eingangsdokumente	
7.2.1	Documenti in ingresso	75
7.2.1.1	Ausführungsprojekt Baulos Muls 2-3	
7.2.1.1	Progetto Esecutivo Lotto Muls 2-3	75
7.2.2	Normen und Richtlinien	
7.2.2	Normative e linee guida	78

1 EINFÜHRUNG

1.1 VORWORT

Im gegenständlichen Kapitel werden die technischen Spezifikationen für den kontinuierlichen maschinellen Vortrieb mit TMB und den Tunnelausbau mit Tübbingsringen (wo vorgesehen) festgeschrieben

Alle Leistungen, welche zur Erfüllung der Vorgaben laut gegenständlichem Dokument erforderlich sind, gehen vollständig zu Lasten des Auftragnehmers, außer es ist anderslautend beschrieben

1.2 GLIEDERUNG DER TECHNISCHEN VERTRAGSBEDINGUNGEN

Die technischen Vertragsbedingungen bestehen aus den nachfolgend angeführten Dokumenten

Technische Vertragsbedingungen

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11100

Projektbezogene technische Vertragsbedingungen

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11105

Technische Vertragsbedingungen Arbeiten Übertag

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11110

Technische Vertragsbedingungen Untertagbau, konventioneller Vortrieb

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11115

Technische Vertragsbedingungen Untertagbau, maschineller Vortrieb

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11120

Technische Vertragsbedingungen Untertagbau, Innenschale

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11125

Technische Vertragsbedingungen Untertagbau, unterirdische Anlagen

Technische Vertragsbedingungen, Anlagen

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11130

Anlage A: Rechtsvorschriften

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11135

Anlage B: Bestimmungen zur Prüfung der Dicke der Innenschale

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11140

Anlage C: Bestimmungen zur Prüfung der Abdichtungen und der Wasserableitung

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11145

Anlage D: Bestimmungen zur Betonprüfung

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11150

Anlage E: Bestimmungen zur Prüfung der vorgefertigten

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

Nel presente documento vengono definite le specifiche tecniche relative allo scavo con sistema ad avanzamento continuo meccanizzato con macchine TBM e alla posa del rivestimento in anelli di conci prefabbricati delle gallerie (dove previsto).

Tutti gli oneri derivanti dall'ottemperanza delle disposizioni previste nel presente documento sono a totale carico dell'Appaltatore, salvo che non sia precisato diversamente.

1.2 STRUTTURA DELLE DISPOSIZIONI TECNICHE

Le disposizioni tecniche di Contratto sono composte dai documenti riportati qui di seguito

Disposizioni tecniche di Contratto

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11100

Disposizioni tecniche particolari

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11105

Disposizioni Tecniche di Contratto: lavori in superficie

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11110

Disposizioni Tecniche di Contratto: lavori in sotterraneo, lavori di scavo tradizionale

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11115

Disposizioni Tecniche di Contratto: lavori in sotterraneo, lavori di scavo con TBM

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11120

Disposizioni Tecniche di Contratto: lavori in sotterraneo, Rivestimenti definitivi

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11125

Disposizioni Tecniche di Contratto: lavori in sotterraneo, Impiantistica in sotterraneo

Disposizioni tecniche di Contratto, allegati

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11130

Allegato A: Normative

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11135

Allegato B: Disposizioni di verifica spessore rivestimento

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11140

Allegato C: Disposizioni di verifica impermeabilizzazioni e smaltimento delle acque

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11145

Allegato D: Disposizioni di verifica calcestruzzo

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11150

Allegato E: Disposizioni di verifica conci prefabbricati

Tübinge

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11155

Anlage F: Bestimmungen zur Prüfung der Kabelschächte

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11160

Anlage G: Bestimmungen zur Prüfung der Herstellung der Betonzuschlagstoffe

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11165

Anlage H: Besondere Stützmaßnahmen und Abdichtungsmaßnahmen im Gebirge

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11170

Anlage I: Schema elektrische Stromversorgung

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11175

Anlage L: Bauleranzien

Technische Vertragsbedingungen, Anhang

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11180

Hinweise zum Leistungsverzeichnis und Abrechnungsbestimmungen: Arbeiten Überdag

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11185

Hinweise zum Leistungsverzeichnis und Abrechnungsbestimmungen: Untertagbau

1.3 ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

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+15) beibehalten.

Zwischen den zwei Tunneln liegen alle 333 m Verbindungsquerstellen.

Das System wird durch einen Erkundungsstollen ergänzt, der tiefer als die Hauptröhren liegt, um nicht mit den Verbindungsquerstellen zu interferieren. Laut Lageplan liegt der Erkundungsstollen 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 Streckenführung 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

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11155

Allegato F: Disposizioni di verifica tubi passacavi

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11160

Allegato G: Disposizioni di verifica produzione aggregati per calcestruzzo

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11165

Allegato H: Interventi particolari di consolidamento ed impermeabilizzazione dell'ammasso roccioso

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11170

Allegato I: Schema di approvvigionamento energia elettrica

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11175

Allegato L: Tolleranze costruttive

Disposizioni tecniche di Contratto, appendici

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11180

Avvertenze all'elenco prestazioni e disposizioni per la contabilità: Lavori in superficie

02_H61_DT_990_KTB_D0700_11185

Avvertenze all'elenco prestazioni e disposizioni per la contabilità: Lavori in sotterraneo

1.3 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

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+15).

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

Integra il sistema un Cunicolo Esplorativo collocato ad una quota inferiore rispetto alle canne principali per non interferire con i cunicoli trasversali di collegamento. Planimetricamente il Cunicolo Esplorativo 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

Verbundstrecken anbinden, mit einer Geraden von ca. 1.500 m zu enden. Die Details zum Verlauf in Lage und Höhe sind in den Plänen [8] und [9] 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 [11] [12] erfasst.

1.3.1 Definition der Bauwerke im Baulos Muls 2-3

Die in der Ausführungsplanung des Bauloses Muls 2-3 geplanten und auf dem Bauwerkslageplan [10] dargestellten Bauwerke sind folgende: (NB: die Kilometrierungen des Erkundungsstollens steigen nach Norden, die der Haupttunnel und des Zugangsstollens nach Süden an).

Bauwerke nördlich der Anbindung des Fensterstollens Muls an die Haupttunnel

- 1) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) „Ende Baulos Muls 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 Muls 1“: Innenschale der bestehenden Haupttunnelstrecke, die in der Strecke des Bauloses Muls 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 Muls befinden (von km 48.9+02 bis 49.0+83 ca.);
- 3) Haupttunnel (GL) West (Gleis 2) „Ende Baulos Muls 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 Muls 1“: Innenschale der bestehenden Haupttunnelstrecke, die im Bereich des Bauloses Muls 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 Muls befinden (von km 48.8+73 bis 49.0+57 ca.);
- 5) Fensterstollen Muls (M): Innenschale des Tunnels und alle dazugehörigen schon bestehenden Bauwerke, bestehend aus: „Abschnitt A“, „Abschnitt B“ Logistikkaverne und dazugehörigem

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 [8] [9].

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 [11] [12].

1.3.1 Definizione delle opere del Lotto di costruzione Muls 2-3

Le opere previste nel Progetto Esecutivo del Lotto Muls 2 – 3, rappresentate sulla Planimetria delle opere [10], sono le seguenti: (N.B.: le progressive del Cunicolo Esplorativo sono crescenti verso nord; quelle delle Gallerie di Linea e della Galleria di Accesso, verso sud).

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

- 1) Galleria di Linea (GL) est (dispari) “fine Lotto Muls 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 Muls 1”: rivestimento definitivo della tratta della Galleria di Linea esistente, scavata nell'ambito del Lotto Muls 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 Muls (tra km 48.9+02 e 49.0+83 circa);
- 3) Galleria di Linea (GL) ovest (pari) “fine Lotto Muls 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 Muls 1”: rivestimento definitivo della tratta della Galleria di linea esistente, scavata nell'ambito del Lotto Muls 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 Muls (tra km 48.8+73 e 49.0+57 circa);
- 5) Finestra di Muls (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

Verbindungstunnel, Lüftungszentralkaverne mit entsprechenden Verbindungstunneln und Absaugschacht;

- 6) Nothaltestelle (FdE) "Trens" – System von Tunneln, Kavernen, Stollen, usw., dessen Projektion auf die Oströhre der Haupttunnels von km 44.5+15 bis km 45.0+25 (Vortrieb und Innenschale) liegt;
- 7) Zugangstunnel (GA) zur Nothaltestelle Trens, die sich zwischen dem Fensterstollen Mauls und dem Zentralstollen Trens befindet (Vortrieb und Innenschale);
- 8) Neuer Logistik Knoten (NL): Er befindet sich seitlich der Trasse des Zugangstollens und besteht aus einer Logistikkaverne, drei Verbindungstunnel mit dem Zugangstunnel, einer logistischen Umleitung zwischen dem Zugangstunnel (GA) und den beiden Hauptröhren sowie einem Verbindungsschacht zum Erkundungsstollen [19];
- 9) Erkundungsstollen (CE) "Ende Baulos Mauls 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 Wasserdränageanlagen 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 Mauls mit den Haupttunnels

- 12) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) „TBM-Montagekaverne Mauls – 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 Mauls 1 – Eisack-Unterquerung“, von km 49.0+57 ca. bis km 54.0+02 ca. (entspricht 54.0+42 ca. der angrenzenden Baulose) (Vortrieb und Innenschale);

In dieser Strecke verlaufen die Haupttunnel Ost und West doppelgleisig von km 52.6+29 ca. für Tunnel Ost, und von km 52.8+66 ca für Tunnel West, bis zur Südgrenze des Bauloses Mauls 2-3 (ca. km 54.0+15 für die Oströhre, ca. km 54.0+02.

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 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 [19];
- 9) Cunicolo Esplorativo (CE) " fine Lotto Mules 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 Mules con le gallerie principali

- 12) Galleria di Linea (GL) est (dispari) "camerone montaggio TBM Mules – 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 dei lotti adiacenti) (scavo e rivestimento definitivo).

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 Mules 2-3 (km 54.0+15 per la canna est, km 54.0+02 circa per la canna

für die Weströhre).

Die Baulosgrenzen gehen aus den Plänen [10] hervor, auf die verwiesen wird.

1.3.2 Unterteilung des Loses Mauls 2-3

Aufgrund der baulichen Eigenschaften der zuvor ermittelten Bauwerke wurde das Baulos Mauls 2-3 in drei Teile wie folgt geteilt::

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

- Haupttunnels (GL), traditioneller Aushub 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 Haupttunnel Strecke, welche im Rahmen des Baulos Mauls 1 errichtet 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 Baulos Mauls 1 errichtet wurden:
 - von km 48.9+02 ca. bis km 49.0+83 ca. - Oströhre;
 - von km 48.8+73 ca. bis km 49.0+57 ca. - Weströhre.
- Fensterstollen Mauls (M) und dazugehörige Bauwerke, Innenschale und Endgestaltung der bereits in den vorhergehenden Baulosen ausgeführten Bauwerke, bestehend aus:
 - Fensterstollen Mauls (M), 1'607 m ca. lang;
 - Abschnitt A (M-A), ca. 172 m lang;
 - Abschnitt B (M-B), ca. 176 m lang;
 - Logistikkaverne, 40 m ca, und dazugehöriger Verbindungstunnel, ca. 142m lang;
 - Zentrale Lüftungskaverne, 67 m, Verbindungsstrecken zum Fensterstollen Mauls (212 m ca.) und Absaugschacht ca. 47 m hoch.
- Erkundungsstollen (CE), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
 - Verbreiteter Querschnitt (CL) von km 12.4+59,5 bis km 13.2+30
 - Logistische Ausweichen (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 ausgeführten

ovest), si presentano a doppio binario.

I limiti del lotto di costruzione sono rilevabili nelle tavole [10], alle quali si rimanda.

1.3.2 Suddivisione in parti del Lotto Mules 2-3

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

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

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

Erkundungsstollenstrecke, bestehend aus:

- Demontagekaverne der aus Aicha kommenden TBM (MCSS), ca. 40 m lang, von km 10.4+19 bis km 10.4+54.
- Verbreiteter Querschnitt (CL) von km 10.4+54 bis km 10.9+16;
- Regelquerschnitt (CE) von km 10.9+16 bis km 12.4+59,5
- Bestehende logistische Ausweichen (PL-E), an km 11.1+97,5; km 11.4+93,5; km 11.7+19,5; km 12.0+15; km 12.3+42,5
- Verbindungstunnel (GC): Endgestaltung des bereits im Baulos Mauls 1 errichteten Bauwerks, zwischen dem Haupttunnel, Weströhre, und dem Erkundungsstollen auf einer Länge von ca. 420 m.
- Haupttunnel (GL) südlich des Fensterstollens; hauptsächlich mit offener TBM vorgetriebene Strecke (Vortrieb und Innenschale):
 - von km 49.0+83 ca. (Ende TBM-Montagekaverne, welche im Rahmen des Bauloses Mauls 1 ausgeführt wurde) bis km 52.6+22 ca. - Oströhre;
 - von km 49.0+57 ca. (Ende TBM Montagekaverne, welche im Rahmen des Bauloses Mauls 1 ausgeführt wurde) bis km 52.8+44 ca.

In dieser Strecke werden die Haupttunnel Ost und West, von km 49.0+83 ca. für Tunnel Ost, und von km 49.0+57 ca. für Tunnel West, bis km 49.1+18 Ost, und km 49.2+41 West, jeweils auf einer Länge von 35 m und 184 m, mit einem verbreiterten Querschnitt für den TBM Durchgang, konventionell vorgetrieben.

- 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 angrenzenden Baulose).

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 FdE) und von km 44.5+55 (Ende FdE) bis km 44.3+51 (TBM-Montagekaverne) - Oströhre;
 - von km 46.7+32 ca. bis km 44.9+88 (Anfang FdE) und von km 44.5+18 (Ende FdE) 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 Oströhre;

costituito da:

- Camerone di smontaggio della TBM proveniente da Aica (MCSS), della lunghezza di 40 m circa, tra km 10.4+19 e km 10.4+54.
- Sezione allargata (CL) tra km 10.4+54 e km 10.9+16;
- Sezione corrente (CE) tra km 10.9+16 e km 12.4+59,5
- 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 Mules 1, compresa tra la Galleria di Linea, canna ovest, e il Cunicolo Esplorativo, per una lunghezza di 420 m circa.
- Galleria di Linea (GL) a sud dalla Finestra di Mules, tratta realizzata prevalentemente con TBM aperta (scavo e rivestimento definitivo):
 - da km 49.0+83 circa (fine camerone di montaggio TBM realizzato nell'ambito del Lotto Mules 1) a km 52.6+22 circa - canna est;
 - da km 49.0+57 circa (fine camerone di montaggio TBM realizzato nell'ambito del Lotto Mules 1) a km 52.8+44 circa

In questa tratta le gallerie principali est ed ovest a partire dalla km 49.0+83 circa, per la galleria est, e dalla km 49.0+57 circa, per la galleria ovest, fino alla km 49.1+18 est e 49.2+41 ovest, rispettivamente per una lunghezza di 35m e 184m, vengono scavate con metodi tradizionali con una sezione allargata che permette il passaggio della TBM.

- Gallerie di Linea a doppio binario (GL-D), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
 - da km 52.6+29 circa al km 54.0+15 - canna est;
 - da km 52.8+66 circa a km 54.0+02 circa - canna ovest (corrispondente alla 54.0+42 circa dei lotti adiacenti).

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

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

- von km 44.9+88 ca. bis km 44.5+18 – FdE Weströhre;
- Verbindungsstollen für die Nothaltestelle FdE-C01 ÷ FdE-C06,
- Querkaverne Trens: Verbindungsquerstollen Typ 5 (km 45.3+75 Oströhre).
- Zentralstollen von Trens und Sauglüftungsquerstollen, 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;
 - Lüftungsstollen FdE-V-01 ÷ FdE-V06 und Ausblasstollen (km 44.5+35 Oströhre)
- Zugangstunnel (GA) zur Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb und Innenschale: der 3.805 m lange Tunnel beginnt mit einer Abzweigung bei km 1.4+79 ca. des Fensterstollen Mauls.
- Neuer Logistik Knoten (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.);
 - Logistische Verbindungsumleitung 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 Bauwerkskilometrierungen.
- 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 12+460 (betr. Oströhre 46+843) 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 angrenzenden Baulose) - Weströhre.
- Erkundungsstollen (CE), TBM-Vortrieb und Innenschale:
 - von km 13.2+90 ca. (TBM-Montagekaverne) bis km 27.2+17 (Staatsgrenze).
 - In dieser Strecke ist außerdem, mit einem Zwischenabstand von jeweils 2 km, die Ausführung von sieben logistische Ausweichen geplant.
- Rohbauausrüstung des Erkundungsstollens (CE), die im Wesentlichen aus der Beleuchtungsanlage, der MS/NS-Verteilung, der Löschwasserversorgung, dem GSM-Fernmeldenetz, sowie den selektiven Wasserdränageanlagen besteht.

Parte 3 - Cunicolo Esplorativo dal km 12+460 (rif. canna est 46+843) 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 dei lotti adiacenti) - canna ovest.
- Cunicolo Esplorativo (CE), scavo meccanizzato e rivestimento definitivo:
 - da km 13.2+90 circa (camerone di montaggio TBM) a km 27.2+17 (Confine di Stato).
 - nella presente tratta inoltre è prevista la realizzazione di sette piazzole logistiche distribuite lungo tale tratta, posizionate ad un interasse costante di 2km
- Dotazioni impiantistiche a servizio del Cunicolo Esplorativo (CE), costituite essenzialmente dall'impianto di illuminazione, distribuzione MT/BT, dalla rete idrica antincendio, dalla rete di telecomunicazione GSM e dagli impianti di drenaggio selettivo delle acque.

1.4 BAUWERKE MIT MECHANISIERTEM VORTRIEB

Im Rahmen der Planung des Baulos Mals 2 und 3 des Brenner Basistunnels sind folgende Bauwerke mit Vollausbau durch mechanisiertem, kontinuierlichen Vortrieb vorgesehen:

1.4 OPERE CON SCAVO MECCANIZZATO

Nell'ambito del progetto del Lotto Mals 2-3 del Tunnel di Base del Brennero, sono previste con sistema di scavo meccanizzato a piena sezione ad avanzamento continuo le seguenti opere:

BAUWERK/OPERA		KENNZEICHNUNG/SIGLA	KILOMETRIERUNGEN/PROGRESSIVE		
Cunicolo Esplorativo	Erkundungsstollen	CE	Km	27.2+17.000	- 13.2+90.000
Galleria di Linea – tratta nord	Hauptröhre - Nordstrecke	GL (est / Ost)	Km	32.0+88.000	- 44.1+91.750
Galleria di Linea – tratta nord	Hauptröhre - Nordstrecke	GL (ovest / West)	Km	32.0+47.000	- 44.1+54.569
Galleria di Linea – tratta sud	Hauptröhre - Südstrecke	GL (est / Ost)	Km	49.1+17.867	- 52.6+22.466
Galleria di Linea – tratta sud	Hauptröhre – Südstrecke	GL (ovest / West)	Km	49.2+41.000	- 52.8+44.554

Tabelle 1: Bauwerke mit mechanisiertem Vortrieb

Tabella 1: Parti d'opera con scavo meccanizzato

2 GEOLOGISCH-GEOMECHANISCHE EINORDNUNG UND VORAUSSICHTSEIGENSCHAFTEN DER GEBIRGE

2.1 HAUPTTUNNELS SÜDSTRECKE (KM 49.1+17.867-52.6+22.466 GL_OST)

2.1.1 Verhaltensbedingungen der Gebirge

Längs seiner gesamten Entwicklung durchqueren die Tunnel den Brixener Granit, im Allgemeinen von diskreter bis guter Qualität (Prävalenz von Klassen II und III nach Bieniawski) und welcher durch hoher Festigkeit und Schleifvermögen der Matrize gekennzeichnet ist.

Entlang der Streckenentwicklung sind außerdem einige Zonen und einige tektonische Hauptstrukturen vorgesehen, die durch minderwertigere geomechanische Bedingungen und größeren Wasservorkommen gekennzeichnet sind [14]. Die Gesteinsüberdeckungen variieren von 900 m bis 1275 m..

2.1.2 Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski

Die Gebirge der Klasse II und III nach Bieniawski betreffen ca. 87% der Streckenentwicklung.

Die Brixener Granite sind durch eine einaxiale durchschnittliche Druckfestigkeit von circa 115-130 MPa gekennzeichnet; lokal, auf eine Entwicklung, welche als 6% des gesamten Ausbruchs angesehen werden kann, beträgt stattdessen diese Festigkeit 90 MPa.

In diesen Teilstücken sind keine Instabilitätsphänome des generalisierten Holraums weder was die Stirnseite und noch was die Ausbruchswände betrifft, vorgesehen.

Mit Zunahme der Überdeckungen nimmt hingegen die Gefahr zu, dass sich typische Phänomene von zerbrechlichem Gesteinsverhalten (Spalling, Slabbing, Rockburst) einstellen, die in dem Nachgeben von lokalisierten Gesteinsportionen bestehen, generell an Wänden auch mit gewaltigen Energiefreisetzen. Diese Gefahr erhöht sich besonders bei Überdeckungen über 1000 m.

2.1.3 Vortrieb in Ablagerungen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen

In der Zone GB-G-GA2 (Km 50+3.220 – 50.3+950) ist, auf ca. 20% deren Länge, das Vorkommen von Material der Klasse IV, laut Bienawski, vorgesehen [14].

Außerdem, werden eine Reihe von Strukturen vorhergesehen, an denen minderwertige geomechanische Bedingungen erwartet werden [18].

Die Gesamtentwicklung längs der gegenständlichen Strecke der Bereiche mit Gebirge unter der dritten Klasse entspricht ungefähr 13% vom Ganzen.

Bei den schlechtesten Bedingungen von Überdeckung und

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMECCANICO E CARATTERISTICHE DI PREVISIONE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI

2.1 GALLERIE DI LINEA TRATTA SUD (KM 49.1+17.867- 52.6+22.466 GL_EST)

2.1.1 Condizioni di comportamento dell'ammasso

Lungo tutto il suo sviluppo le gallerie attraversano la formazione dei Graniti di Bressanone, generalmente di qualità da discreta a buona (prevalenza di classi II e III secondo Bieniawski) e caratterizzata da elevata resistenza ed abrasività della matrice.

Lungo lo sviluppo della tratta sono inoltre previste alcune zone e alcune strutture tettoniche principali, caratterizzate da condizioni geomeccaniche più scadenti e da maggiore presenza d'acqua [14]. Le coperture rocciose variano da 900 m a 1275 m.

2.1.2 Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski

Gli ammassi di classe II e III secondo Bieniawski interessano circa l'87% dello sviluppo del tracciato.

I Graniti di Bressanone sono caratterizzati da una resistenza a compressione monoassiale media di circa 115-130 MPa; localmente, per uno sviluppo che si può ritenere pari al 6% di quello totale dello scavo, tale resistenza è invece pari a 90 MPa.

Non sono previsti in queste tratte fenomeni di instabilità generalizzata della cavità, né per quanto riguarda il fronte, né per quanto riguarda le pareti dello scavo.

Per elevate coperture aumenta invece il rischio che si verifichino fenomeni tipici di rocce a comportamento fragile (spalling, slabbing, rockburst) consistenti nel cedimento di porzioni localizzate di roccia anche con violenti rilasci di energia. Tale rischio diventa alto in modo particolare con coperture superiori a 1000 m.

2.1.3 Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia

Nella zona GB-G-GA2 (Km 50+3.220 – 50.3+950) è prevista la presenza, per il 20% circa della sua lunghezza di materiale appartenente alla Classe IV secondo Bieniawski [14].

Inoltre, lungo il tracciato, sono previste una serie di altre strutture in corrispondenza delle quali sono attese condizioni geomeccaniche scadenti [18].

Lo sviluppo complessivo lungo la tratta in esame delle zone con ammasso di classe inferiore alla terza è pari a circa il 13% del totale.

Nelle condizioni peggiori per copertura e caratteristiche

Gebirgsfestigkeit sind entsprechende Konvergenzen in einer Größenordnung des Planungsextraaushubs (10cm) vorhergesehen.

An einigen dieser Strukturen sind darüber hinaus auch bedeutende Wassereinbrüche vorhergesehen [18].

2.1.4 Festigkeit und Abrasivität

In folgende Tabelle werden indikativ die Festigkeits- und Abrasivitätseigenschaften des Gesteins in der gegenständlichen Strecke aufgezeigt; insbesondere wurden als repräsentativ die Eigenschaften der Gebirge GB-G-GA5 und GB-G-GA6, welche ungefähr 65% der gesamten Strecke verkörpern. Für die Eigenschaften sämtlicher Gebirge siehe den Bericht [14] und das Profil [18].

Die Höchstwerte der auf der Strecke vorgesehenen einaxialen Druckfestigkeit ergeben sich von 131/27 MPa (siehe Bildunterschrift Tabelle 2).

dell'ammasso roccioso sono previste convergenze relative dell'ordine di grandezza dell'extrascavo di progetto (10cm).

In corrispondenza di alcune di queste strutture sono inoltre previste significative venute d'acqua [18].

2.1.4 Resistenza e abrasività

A titolo indicativo, nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche di resistenza e di abrasività della roccia nella tratta in oggetto; in particolare, si sono considerate come rappresentative le caratteristiche degli ammassi GB-G-GA5 e GB-G-GA6, che rappresentano all'incirca il 65% dell'intera tratta. Per le caratteristiche di tutti gli ammassi si vedano la relazione [14] e il profilo [18].

I valori massimi di resistenza a compressione monoassiale previsti lungo la tratta risultano pari a **131/27** MPa (si veda didascalia Tabella 2).

Geologische homogene Bereiche - Repräsentative Gebirge	Indexwerte	Einachsiale Druckfestigkeit	CAI (Cerchar Abrasivitätsindex)
Settore geologico omogeneo - Ammasso rappresentativo	Parametri indice	Resistenza a compressione monoassiale	CAI (Indice di abrasività Cerchar)
		[MPa]	[-]
Brixner Granit / Granito di Bressanone - GB-G-GA5 - GB-G-GA6	GSI=77/14 RMR=72/13	122/28	4.8/ 0.4

Tabelle 2: Festigkeit und Abrasivität der repräsentativen Gebirge der Südstrecke; pro Parameter werden der Mittelwert (M) und die quadratische Mittelabweichung (S) in der Darstellung [M/S] angegeben.

Tabella 2: Resistenza e abrasività degli ammassi rappresentativi della tratta Sud; per ogni parametro sono indicati valore medio (M) e scarto quadratico medio (S), nella rappresentazione [M/S].

2.2 HAUPTTUNNELS NORDSTRECKE UND ERKUNDUNGSSTOLLEN

2.2.1 Allgemeines

Gemäß der in [13] aufgerufenen geologischen und geomechanischen Basisdaten, kann die Strecke in acht geologisch homogene Sektoren unterteilt werden, welche in folgende Tabelle zusammengefasst sind. Aus Darstellungsgründen werden in diesem Bericht diese Sektoren von Süden nach Norden fortlaufend nummeriert.

2.2 GALLERIE DI LINEA TRATTA NORD E CUNICOLO ESPLORATIVO

2.2.1 Generalità

In accordo con i dati geologici e geomeccanici di base richiamati in [13], la tratta nord può essere suddivisa in otto settori geologici omogenei, riassunti nella seguente tabella. Per facilità di esposizione, nella presente relazione questi settori sono stati numerati progressivamente da sud a nord.

Geologische homogene Bereiche Settore geologico omogeneo	Numero	Überdeckung Copertura [m] min - max	Kennzeichnung /Sigla	von / da [km]	bis / a [km]
Ostalpines Kristallin Grundgebirge Basamento Cristallino Austroalpino	1	800 - 1110	GL (est) CE	46.7+03(*) 12.6+00(*)	45.5+10 13.7+98
Amphibolit Anfibolite	2	1095 - 1210	GL (est) CE	45.5+10 13.7+98	45.1+10 14.1+98
Vorwiegend Bündnerschiefer der Pfit-scherdecke und der Glocknerdecke Prevalentemente calcescisti della falda di Vizeze e della falda del Glockner	3	930 - 1530	GL (est) CE	45.1+10 14.1+98	42.8+55 16.4+52
Zillertaler Antiform Antiforme dello Zillertal	4	1200 - 1600	GL (est) CE	42.8+55 16.4+52	40.9+70 18.3+35
Pfiftscherdecke, vorwiegend kalkreiche Bünd- nerschiefer und Kalkmarmore Falda di Vizeze, prevalentemente calcescisti calcarei e marmi calcarei	5	860 - 1265	GL (est) CE	40.9+70 18.3+35	39.1+24 20.1+83
Pfiftscherdecke, vorwiegend kalkreiche Bündner Schiefer Falda di Vizeze, prevalentemente calcescisti calcarei	6	605 - 860	GL (est) CE	39.1+24 20.1+83	37.3+18 21.9+90
Untere Schieferhülle und Trias der Pfit-scherdecke Schieferhülle inferiore, triassico alla base della falda del Vizeze	7	724 - 773	GL (est) CE	37.3+18 21.9+90	35.9+90 23.3+18
Zentralgneis (Altes Dach) des Tuxer Kerns Gneiss centrale (Altes Dach), Nucleo del Tux	8	920 - 1685	GL (est) CE	35.9+90 23.3+18	32.0+88 27.2+17

Tabelle 3 Geologisch homogene Sektoren der Nordstrecke (indikative Kilometrierungen Oströhre). (*) Aufgrund der bei der Festlegung der Südgrenze dieses Sektors verfolgten Prinzipien siehe [14].

Tabella 3: Settori geologici omogenei della tratta nord (progressive indicative canna est). (*) Per i principi seguiti nella determinazione del limite sud di questo settore si veda [14].

Im Allgemeinen werden auf der ganzen Nordstrecke bei schlechtesten Bedingungen der Überdeckungen und der Gebirgsfestigkeit sind relative Maximalkonvergenzen der natürlichen Hohlräume in einer zehnfachen Größenordnung vorhergesehen.

In generale, in tutta la tratta nord, nelle condizioni peggiori per copertura e resistenza dell'ammasso roccioso, sono previste convergenze relative massime della cavità naturale di ordine pluridecimetrico.

2.2.2 Ostalpines Kristallin (1)

Längs dieser Strecke durchqueren die Tunnel die Schicht hauptsächlich Paragneis, generell von diskreter bis guter Qualität (Prävalenz von Klassen II und III nach Bieniawski), die durch diskreter Festigkeit und Schleifvermögen der Matrize gekennzeichnet ist.

Entlang der Trasse sind darüber hinaus einige tektonische Hauptstrukturen vorgesehen, die durch minderwertigere geomechanische Bedingungen gekennzeichnet sind. Für die Zuweisung der Klassen siehe Bericht [14].

2.2.2.1 Vortrieb in Gebirge der Klasse II und III nach Bieniawski

Die Gebirge der Klasse II und III nach Bieniawski betreffen die gesamte Trassenentwicklung, mit Ausnahme der Störung S19.

Die Paragneis sind durch eine einaxiale durchschnittliche Druckfestigkeit von ca. 75 MPa gekennzeichnet; stattdessen lokal, auf eine Entwicklung, die als 10% des gesamten Ausbruchs angesehen werden kann, kommt Material mit Festigkeit von 140 MPa vor.

In diesen Teilstücken sind keine Instabilitätsphänomene des generalisierten Holraums weder was die Stirnseite und noch was die Ausbruchswände betrifft, vorgesehen.

Mit Zunahme der Überdeckungen nimmt hingegen die Gefahr zu, dass sich typische Phänomene von zerbrechlichem Gesteinsverhalten (Spalling, Slabbing, Rockburst) einstellen, die in dem Nachgeben von lokalisierten Gesteinsportionen bestehen, auch mit gewaltigen Energiefreisetzungen. Diese Gefahr erhöht sich besonders bei Überdeckungen über 1000m.

2.2.2.2 Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen

In dieser Strecke wird die Störung S19 (geschätzte L=20 m) vorhergesehen, an der minderwertige geomechanische Bedingungen erwartet werden [17].

Auf Höhe der Störung S19 sind darüber hinaus auch bedeutende Wassereinbrüche vorhergesehen [17].

2.2.3 Amphibolit (2)

Längs dieser Strecke durchqueren die Tunnel hauptsächlich Amphibolit, generell von guter Qualität (Prävalenz von Klasse II nach Bienawski), durch hoher Festigkeit und Schleifvermögen der Matrize gekennzeichnet.

Entlang der Trasse sind darüber hinaus einige tektonische Hauptstrukturen vorgesehen, die durch minderwertigere geomechanische Bedingungen gekennzeichnet sind. Für die Zuweisung der Klassen siehe Bericht [14].

2.2.2 Basamento Cristallino Austroalpino (1)

In questo settore le gallerie attraversano principalmente Paragneiss, generalmente di qualità da discreta a buona (prevalenza di classi II e III secondo Bieniawski) e caratterizzati da discreta resistenza ed abrasività della matrice.

Lungo il tracciato sono inoltre previste alcune strutture tettoniche principali, caratterizzate da condizioni geomeccaniche più scadenti [14].

2.2.2.1 Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski

Gli ammassi di classe II e III secondo Bieniawski interessano l'intero sviluppo del tracciato, tranne la faglia S19.

I Paragneiss sono caratterizzati da una resistenza a compressione monoassiale media di circa 75 MPa; localmente, per uno sviluppo che si può ritenere pari al 10% di quello totale dello scavo, è presente un materiale la cui resistenza media è invece pari a 140 MPa.

Non sono previsti in queste tratte fenomeni di instabilità generalizzata della cavità, né per quanto riguarda il fronte, né per quanto riguarda le pareti dello scavo.

Con l'aumentare delle coperture aumenta invece il rischio che si verifichino fenomeni tipici di rocce a comportamento fragile (spalling, slabbing, rockburst) consistenti nel cedimento di porzioni localizzate di roccia anche con violenti rilasci di energia. Tale rischio diventa alto in modo particolare con coperture superiori a 1000m.

2.2.2.2 Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia

In questa tratta è prevista la presenza della faglia S19 (Lpresunta=20 m) dove sono attese condizioni geomeccaniche scadenti [17].

In corrispondenza della faglia S19 sono inoltre previste significative venute d'acqua [17].

2.2.3 Anfibolite (2)

In questo settore le gallerie attraversano principalmente Anfiboliti, generalmente di qualità buona (prevalenza di classe II secondo Bieniawski) e caratterizzate da elevata resistenza ed abrasività della matrice.

Lungo il tracciato sono inoltre previste e alcune strutture tettoniche principali, caratterizzate da condizioni geomeccaniche più scadenti [14].

2.2.3.1 Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski

Die Gebirge der Klasse II nach Bieniawski betreffen die gesamte Entwicklung der Trassenführung, mit Ausnahme der Störungen S19 und TWS1.

Die Amphibolite sind durch eine einaxiale durchschnittliche Druckfestigkeit von circa 140 MPa gekennzeichnet; stattdessen lokal, auf eine Entwicklung, die als 15% des gesamten in diesen Gesteinsarten angesehen werden kann, kommt Material mit Festigkeit von 75 MPa vor.

In diesen Teilstücken sind keine Instabilitätsphänomene des generalisierten Holraums weder was die Stirnseite noch was die Ausbruchswände betrifft, vorgesehen.

Mit Zunahme der Überdeckungen nimmt hingegen die Gefahr zu, dass sich typische Phänomene von zerbrechlichem Gesteinsverhalten (Spalling, Slabbing, Rockburst) einstellen, die in dem Nachgeben von lokalisierten Gesteinsportionen bestehen, auch mit gewaltigen Energiefreisetzen. Diese Gefahr erhöht sich besonders bei Überdeckungen über 1000m..

2.2.3.2 Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen

In dieser Strecke werden die Störungen TWS1 (geschätzte L = 70 m) und S19 (geschätzte L = 20 m) vorhergesehen, an denen minderwertige geomechanische Bedingungen erwartet werden [17].

Auf Höhe der Störung S19 sind darüber hinaus auch bedeutende Wassereinbrüche vorhergesehen [17].

2.2.4 Vorwiegend Bündnerschiefer der Pfifscherdecke und der Glocknerdecke (3)

Längs dieser Strecke durchqueren die Tunnel die Schicht hauptsächlich Bündnerschiefer, generell von guter Qualität (Prävalenz von Klasse II und III nach Bieniawski), die durch diskreter Festigkeit und Schleifvermögen der Matrice gekennzeichnet ist.

Entlang der Trasse sind darüber hinaus einige Zonen und einige tektonische Hauptstrukturen vorgesehen, die durch minderwertigere geomechanische Bedingungen und größeren Wasservorkommen gekennzeichnet sind. Für die Zuweisung der Klassen siehe Bericht [14].

2.2.4.1 Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski

Die Gebirge der Klasse II und III nach Bieniawski betreffen circa 88% der Trassenführung in diesem Bereich.

Die Bündnerschiefer sind durch eine einaxiale durchschnittliche Druckfestigkeit von circa 41 MPa gekennzeichnet; lokal, auf eine Entwicklung, die als 24% des gesamten Ausbruchs angesehen werden kann, kommen Materialien, deren Festigkeit von 48 MPa bis 97 MPa variiert,

2.2.3.1 Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski

Gli ammassi di classe II e III secondo Bieniawski interessano l'intero dello sviluppo del tracciato, tranne le faglie S19 e TWS1.

Le Anfiboliti sono caratterizzati da una resistenza a compressione monoassiale media di circa 140 MPa; localmente, per uno sviluppo che si può ritenere pari al 15% di quello totale in questi litotipi, è presente un materiale la cui resistenza media è invece pari a 75 MPa.

Non sono previsti in queste tratte fenomeni di instabilità generalizzata della cavità, né per quanto riguarda il fronte, né per quanto riguarda le pareti dello scavo.

Con l'aumentare delle coperture aumenta invece il rischio che si verifichino fenomeni tipici di rocce a comportamento fragile (spalling, slabbing, rockburst) consistenti nel cedimento di porzioni localizzate di roccia anche con violenti rilasci di energia. Tale rischio diventa alto in modo particolare con coperture superiori a 1000m.

2.2.3.2 Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia

In questa tratta è prevista la presenza delle faglie TWS1 (Lpresunta=70 m) e S19 (Lpresunta=20 m), dove sono attese condizioni geomeccaniche scadenti [17].

In corrispondenza della faglia S19 sono inoltre previste significative venute d'acqua [17].

2.2.4 Prevalentemente calcescisti della falda di Vizzate e della falda del Glockner (3)

In questo settore le gallerie attraversano principalmente Calcescisti, generalmente di qualità buona (prevalenza di classe II e III secondo Bieniawski) e caratterizzati da discreta resistenza e abrasività della matrice.

Lungo il tracciato sono inoltre previste alcune zone e alcune strutture tettoniche principali, caratterizzate da condizioni geomeccaniche più scadenti e da maggiore presenza d'acqua [14]

2.2.4.1 Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski

Gli ammassi di classe II e III secondo Bieniawski interessano circa l'88% dello sviluppo del tracciato in questa zona.

I Calcescisti sono caratterizzati da una resistenza a compressione monoassiale media di circa 41 MPa; localmente, per uno sviluppo che si può ritenere pari al 24% di quello totale dello scavo, sono presenti materiali la cui resistenza è variabile da 48 MPa a 97 MPa.

vor.

Aufgrund der hohen Überdeckungen sind in diesen Teilstücken Instabilitätsphänomene des Hohlraums möglich.

2.2.4.2 Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen

In dieser Strecke ist das Vorkommen einiger Störungen, mit einer Gesamtlänge von ca. 10% deren Entwicklung, an denen minderwertige geomechanische Bedingungen erwartet werden [17][16].

Es werden auch Strecken in Klasse IV auf einer Länge von 2%-3% der Gesamtentwicklung vorgesehen.

Auf Höhe der Störungen sind darüber hinaus auch bedeutende Wassereinträge vorhergesehen [17][16].

2.2.4.3 Vortrieb bei Vorkommen von Schwellungsphänomene

In der Gegenständlichen Strecke können sich in untergeordneter Weise anhydritführende Gesteine (Anhydritschiefer) als Dezimeter- bis Metermächtige Einschlüsse auftreten. Außerdem ist das Vorkommen von Verformungssteile durch Anhydritauflösung (Rauhacke) möglich.

Schwellversuche an Gesteinsproben der Bohrung Vi-B-03/01 haben Schwelldrücke in der Größenordnung von 0.1 bis 0.3 MPa ergeben.

2.2.5 Zillertaler (4)

Für diesen Bereich besteht eine bedeutende Prognoseunsicherheit hinsichtlich der auftretenden Gebirge und deren Mächtigkeit.

Im südlichen Teil durchqueren die Tunnel die Gesteine der Aigerbacher Formation der Oberen Schieferhülle im Meter- und Dezimeterwechsel (Chlorit-Kalkschiefer, Glimmerquarzite, Quarzphyllite/Glimmerschiefer sowie Anhydritführende Gesteine) und die Kaserer Formation, welche gefaltet und unter der Aigerbacher Formation liegt (Phyllite, teilweise granatreiche Glimmerschiefer, Meta-Konglomerate und Meta-Arkosen, Prasinite sowie in geringerem Maße Hornblendeschiefer und Chloritschiefer).

Im Nordteil sind Gebirge der Kaserer Formation, der Trias im Allgemeinen (auch in Form von Falten/tektonische Splitterungen), der Aigerbacher Formation insbesondere, sowie der Bünderschiefer (chloritarme Kalkschiefer, Quarzitkarbonat-Schiefer, Glimmermarmor). Es ist außerdem die Möglichkeit von Verformungs- und Auflösungsphänomenen der Triasgesteine vorhanden.

Im Allgemeinen handelt es sich um Gebirge von diskreter bis guter Qualität (Prävalenz von Klasse II nach Bieniawski), und durch diskreter Festigkeit und Schleifvermögen der Matrix gekennzeichnet.

Entlang der Trasse sind darüber hinaus einige Zonen und

A causa delle elevate coperture, in queste tratte sono possibili fenomeni di instabilità della cavità.

2.2.4.2 Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia

In questa tratta è prevista la presenza di alcune faglie di lunghezza complessiva pari a circa 10% del suo sviluppo, dove sono attese condizioni geomeccaniche scadenti [17][16].

Sono previste anche tratte in classe IV per una lunghezza pari a circa 2%-3% dello sviluppo complessivo.

In corrispondenza della faglie sono inoltre previste significative venute d'acqua [17][16].

2.2.4.3 Avanzamento in presenza di fenomeni di rigonfiamento

Nella tratta in oggetto, in via subordinata possono presentarsi rocce contenenti anidrite (scisti anidritici) come inclusioni misurabili in decimetri o metri. Inoltre, è possibile la presenza di prodotti di trasformazione per dissoluzione dell'anidrite (carniole).

Prove di rigonfiamento su campioni di roccia del sondaggio Vi-B-03/01 rivelano una pressione di rigonfiamento nell'ordine di 0.1-0.3 MPa.

2.2.5 Antiforme dello Zillertal (4)

Per questo settore sussiste una notevole incertezza nelle previsioni per quanto concerne le tipologie di ammasso roccioso e il relativo spessore.

Nella parte sud le gallerie attraversano le rocce della formazione dell'Aigerbach della Obere Schieferhülle in alternanza metrica – decametrica (calcescisti cloritici, quarziti micacei, filladi quarzifere/micascisti nonché rocce ricche di anidrite) e la formazione Kaserer, che si presenta ripiegata e al di sotto della formazione Aigerbach (filladi, in parte di scisti micacei ricchi di granato, meta-conglomerati e meta-arcosi, prasiniti e in misura minore scisti di orneblenda e cloritici).

Nella parte nord sono previsti ammassi rocciosi della formazione Kaserer, del triassico in genere (anche sotto forma di pieghe / incagliamenti tettonici), della formazione Aigerbach in particolare, nonché rocce del Bünderschiefer (calcescisti poco calcarei, scisti carbonatici di quarzite, marmi micacei). C'è inoltre la possibilità di fenomeni trasformativi e dissolutivi delle rocce triassiche.

Si tratta in generale di ammassi di qualità da discreta a buona (prevalenza di classe II e III secondo Bieniawski) e caratterizzati da discreta resistenza ed abrasività della matrice.

Lungo il tracciato sono inoltre previste alcune zone e alcune

einige tektonische Hauptstrukturen vorgesehen, die durch minderwertigere geomechanische Bedingungen und größeren Wasservorkommen gekennzeichnet sind [14].

2.2.5.1 Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski

Die Gebirge der Klasse II und III nach Bieniawski betreffen circa 95% der gegenständlichen Strecke.

Die Gebirge sind durch eine einaxiale durchschnittliche Druckfestigkeit, welche von 71 zu 117 MPa variiert.

In diesen Teilstücken sind Instabilitätsphänomene des Holraums vorgesehen.

Außerdem, mit Zunahme der Überdeckungen nimmt die Gefahr zu, dass sich typische Phänomene von zerbrechlichem Gesteinsverhalten (Spalling, Slabbing, Rockburst) einstellen, die in dem Nachgeben von lokalisierten Gesteinsportionen bestehen, auch mit gewaltigen Energiefreisetzen. Diese Gefahr erhöht sich besonders bei Überdeckungen über 1000m.

2.2.5.2 Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen

In dieser Strecke werden einige Störungen vorhergesehen, an denen minderwertige geomechanische Bedingungen erwartet werden [16].

Es werden auch Strecken in Klasse IV auf einer Länge von 1%-2% der Gesamtentwicklung vorgesehen.

Auf Höhe der Störungen sind darüber hinaus auch bedeutende Wassereinträge vorhergesehen [16].

2.2.5.3 Vortrieb bei Vorkommen von Schwellungsphänomene

In der gegenständlichen Strecke tritt, meist sehr untergeordnet, auch Anhydrit auf. In den meisten Fällen tritt diese als Bestandteil des geschieferten Gesteins mit Schichtsilikaten, Quarz und eventuell Karbonat auf, das als Anhydritschiefer bezeichnet wird.

Üblicherweise sind diese Anhydritschiefer Meter bis Dezimetermächtig und können mehrfach auftreten.

Außerdem ist das Vorkommen von Verformungsteile durch Anhydritauflösung (Rauhacke) möglich.

Schwellversuche an Gesteinsproben der Bohrung Vi-B-03/01 haben Schwelldrücke in der Größenordnung von 0.1 bis 0.3 MPa ergeben.

2.2.6 Pfitscherdecke, vorwiegend kalkreiche Bündnerschiefer und (5)

Längs dieser Strecke durchqueren die Tunnel hauptsächlich Bündnerschiefer, generell von guter Qualität (Klasse II und III nach Bieniawski) und durch gute Festigkeit und diskretes Schleifvermögen der Matrize gekennzeichnet.

Entlang der Trasse sind darüber hinaus einige Zonen und

strukturen tettonische principali, caratterizzate da condizioni geomeccaniche più scadenti e da maggiore presenza d'acqua [14].

2.2.5.1 Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski

Gli ammassi di classe II e III secondo Bieniawski interessano circa il 95% dello sviluppo della tratta in oggetto.

Gli ammassi sono caratterizzati da una resistenza media a compressione monoassiale variabile da 71 MPa a 117 MPa.

In queste tratte sono possibili fenomeni di instabilità della cavità.

Con l'aumentare delle coperture aumenta inoltre il rischio che si verifichino fenomeni tipici di rocce a comportamento fragile (spalling, slabbing, rockburst) consistenti nel cedimento di porzioni localizzate di roccia anche con violenti rilasci di energia. Tale rischio diventa alto in modo particolare con coperture superiori a 1000m.

2.2.5.2 Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia

In questa tratta è prevista la presenza di alcune faglie, dove sono attese condizioni geomeccaniche scadenti [16].

Sono previste anche tratte in classe IV per una lunghezza pari a circa 1%-2% dello sviluppo complessivo.

In corrispondenza della faglie e dei contatti tettonici sono inoltre previste significative venute d'acqua [16].

2.2.5.3 Avanzamento in presenza di fenomeni di rigonfiamento

Nella tratta in oggetto sono presenti anche tratti contenenti anidrite, in via solitamente molto secondaria. Nella maggior parte dei casi si presenta come parte integrante della roccia scistosa con fillosilicati, quarzo ed eventualmente carbonato, denominata scisto anidritico.

Solitamente, gli scisti anidritici hanno uno spessore da metrico a decametrico e possono presentarsi in modo ricorrente.

Inoltre, è possibile la presenza di prodotti di trasformazione per dissoluzione dell'anidrite (carniole).

Prove di rigonfiamento su campioni di roccia del sondaggio Vi-B-03/01 rivelano una pressione di rigonfiamento nell'ordine di 0.1-0.3 MPa

2.2.6 Falda di Vizzo, prevalentemente calcescisti calcarei e marmi calcarei (5)

In questo settore le gallerie attraversano principalmente Calcescisti e marmi, generalmente di qualità buona (classe II e III secondo Bieniawski) e caratterizzati da buona resistenza e discreta abrasività della matrice.

Lungo il tracciato sono inoltre previste alcune zone e alcune

einige tektonische Hauptstrukturen vorgesehen, die durch minderwertigere geomechanische Bedingungen und größeren Wasservorkommen gekennzeichnet sind [14].

2.2.6.1 Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski

Die Gebirge der Klasse II und III nach Bieniawski betreffen die Gesamtstrecke, mit Ausnahme der Störungen S08 und S09.

Die Gebirge sind durch eine einaxiale durchschnittliche Druckfestigkeit, welche von 54 MPa bis zu 105 MPa variiert.

Aufgrund der Hohen Überdeckungen sind in diesen Teilstücken Instabilitätsphänomene des Holraums möglich.

2.2.6.2 Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen

In dieser Strecke werden die Störungen S08 und S09 vorhergesehen, an denen minderwertige geomechanische Bedingungen erwartet werden [16].

An einigen der Störungen sind darüber hinaus auch bedeutende Wassereinträge vorhergesehen [16].

2.2.6.3 Vortrieb bei Vorkommen von Schwellungsphänomene

In der gegendständliche Strecke tritt, meist sehr untergeordnet, auch Anhydrit auf. In den meisten Fällen tritt diese als Bestandteil des geschieferten Gesteins mit Schichtsilikaten, Quarz und eventuell Karbonat auf, das als Anhydritschiefer bezeichnet wird.

Üblicherweise sind diese Anhydritschiefer Meter bis Dezimetermächtig und können mehrfach auftreten.

Außerdem ist das Vorkommen von Verformungsteile durch Anhydritauflösung (Rauhacke) möglich.

Schwellversuche an Gesteinsproben der Bohrung Vi-B-03/01 haben Schwelldrücke in der Größenordnung von 0.1 bis 0.3 MPa ergeben.

2.2.6.4 Vortrieb bei zu schützenden Wasservorkommen

in den oberflächlichen Marmorschichten treten nicht tiefe Fließsysteme auf, welche auch wichtige Quellen, wie die eingefasste Kaltwasserquelle, speisen.

In Bezug auf Details über die Interferenzen mit den Gewässern siehe Bericht [23].

2.2.7 Pfitscherdecke, vorwiegend kalkreiche Bündner Schiefer (6)

in diesem Sektor durchqueren die Tunnel hauptsächlich kalkreichen Bündnerschiefer, generell von guter Qualität (Klasse II und III nach Bieniawski) und durch gute Festigkeit und diskretes Schleifvermögen der Matrize gekennzeichnet.

Entlang der Trasse sind darüber hinaus einige Zonen und

strukturen tettonische principali, caratterizzate da condizioni geomeccaniche più scadenti e da maggiore presenza d'acqua [14].

2.2.6.1 Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski

Gli ammassi di classe II e III secondo Bieniawski interessano l'intero dello sviluppo del tracciato, tranne le faglie S08 e S09.

Gli ammassi sono caratterizzati da una resistenza media a compressione monoassiale variabile da 54 MPa a 105 MPa.

A causa delle elevate coperture, in queste tratte sono possibili fenomeni di instabilità della cavità.

2.2.6.2 Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia

In questa tratta è prevista la presenza delle faglie S08 e S09, dove sono attese condizioni geomeccaniche scadenti [16].

In corrispondenza della faglie sono inoltre previste significative venute d'acqua [16].

2.2.6.3 Avanzamento in presenza di fenomeni di rigonfiamento

Nella tratta in oggetto sono presenti anche tratti contenenti anidrite, in via solitamente molto secondaria. Nella maggior parte dei casi si presenta come parte integrante della roccia scistosa con fillosilicati, quarzo ed eventualmente carbonato denominato scisto anidritico.

Solitamente, gli scisti anidritici hanno uno spessore da metrico a decametrico e possono presentarsi in modo ricorrente.

Inoltre, è possibile la presenza di prodotti di trasformazione per dissoluzione dell'anidrite (carniole).

Prove di rigonfiamento su campioni di roccia del sondaggio Vi-B-03/01 rivelano una pressione di rigonfiamento nell'ordine di 0.1-0.3 MPa.

2.2.6.4 Avanzamento in presenza di risorse idriche da preservare

Nei livelli di marmi in superficie sono presenti sistemi di flusso non profondi, che alimentano sorgenti anche rilevanti, quali la sorgente captata di Kaltwasser.

Per dettagli sull'interferenza con le risorse idriche superficiali si veda la relazione [23].

2.2.7 Falda di Vize, prevalentemente calcescisti calcarei (6)

In questo settore le gallerie attraversano principalmente Calcescisti calcarei, generalmente di qualità buona (classe II e III secondo Bieniawski) e caratterizzati da buona resistenza e discreta abrasività della matrice.

Lungo il tracciato sono inoltre previste alcune zone e alcune

einige tektonische Hauptstrukturen vorgesehen, die durch minderwertigere geomechanische Bedingungen und größeren Wasservorkommen gekennzeichnet sind [14].

2.2.7.1 Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski

Die Gebirge der Klasse II und III nach Bieniawski betreffen die Gesamtstrecke, mit Ausnahme der Störungen S08 und S05.

Die Gebirge sind durch eine einaxiale durchschnittliche Druckfestigkeit, welche von 54 MPa bis zu 105 MPa variiert.

Aufgrund der Hohen Überdeckungen sind in diesen Teilstücken Instabilitätsphänomene des Holraums möglich.

2.2.7.2 Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen

In dieser Strecke werden die Störungen TWS1 (L=70m) und S19 (L=20m) vorhergesehen, an denen minderwertige geomechanische Bedingungen erwartet werden [15][16].

An einigen der Störungen sind darüber hinaus auch bedeutende Wassereintrüche vorhergesehen [15][16].
Untere Schieferhülle

2.2.7.3 Vortrieb bei Vorkommen von Schwellungsphänomene

In der gegendständliche Strecke tritt, meist sehr untergeordnet, auch Anhydrit auf. In den meisten Fällen tritt diese als Bestandteil des geschieferten Gesteins mit Schichtsilikaten, Quarz und eventuell Karbonat auf, das als Anhydritschiefer bezeichnet wird.

Üblicherweise sind diese Anhydritschiefer Meter bis Dezimetermächtig und können mehrfach auftreten.

Außerdem ist das Vorkommen von Verformungsteile durch Anhydritauflösung (Rauhacke) möglich.

Schwellversuche an Gesteinsproben der Bohrung Vi-B-03/01 haben Schwelldrücke in der Größenordnung von 0.1 bis 0.3 MPa ergeben.

2.2.7.4 Vortrieb bei zu schützenden Wasservorkommen

Entlang der Störung S05 könnte sich ein Teil des Flusssystemes FSI-R-4 entwickeln (unwahrscheinliche, aber mögliche Hypothese); dieser Fluss könnte auch mit der Speisung der Brennerquelle verbunden sein, obwohl diese Annahme für unwahrscheinlicher als die einer Speisung durch das FSI-R-3 System angesehen wird.

In Bezug auf Details über die Interferenzen mit den Gewässern siehe Bericht [23].

2.2.8 Untere Schieferhülle und Trias der Pfitscherdecke (7)

In diesem Streckenabschnitt wird eine wechselhafte Abfolge mesozoischer Metasedimente prognostiziert. Von Norden

strukturen tettoniche principali, caratterizzate da condizioni geomeccaniche più scadenti e da maggiore presenza d'acqua [14].

2.2.7.1 Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski

Gli ammassi di classe II e III secondo Bieniawski interessano l'intero dello sviluppo del tracciato, tranne le faglie S08 e S05.

Gli ammassi sono caratterizzati da una resistenza media a compressione monoassiale variabile da 54 MPa a 105 MPa.

A causa delle elevate coperture, in queste tratte sono possibili fenomeni di instabilità della cavità.

2.2.7.2 Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia

In questa tratta è prevista la presenza delle faglie S08 e S05, dove sono attese condizioni geomeccaniche scadenti [15][16].

In corrispondenza della faglie e del contatto con lo Schieferhülle inferiore sono inoltre previste significative venute d'acqua [15][16].

2.2.7.3 Avanzamento in presenza di fenomeni di rigonfiamento

Nella tratta in oggetto sono presenti anche tratti contenenti anidrite, in via solitamente molto secondaria. Nella maggior parte dei casi si presenta come parte integrante della roccia scistosa con fillosilicati, quarzo ed eventualmente carbonato, denominata scisto anidritico.

Solitamente, gli scisti anidritici hanno uno spessore da metrico a decametrico e possono presentarsi in modo ricorrente.

Inoltre, è possibile la presenza di prodotti di trasformazione per dissoluzione dell'anidrite (carniole).

Prove di rigonfiamento su campioni di roccia del sondaggio Vi-B-03/01 rivelano una pressione di rigonfiamento nell'ordine di 0.1-0.3 MPa.

2.2.7.4 Avanzamento in presenza di risorse idriche da preservare

Lungo la faglia S05 potrebbe svilupparsi parte del sistema di flusso FSI-R-4 (ipotesi poco probabile ma possibile); tale flusso potrebbe essere connesso con l'alimentazione delle sorgenti delle Terme del Brennero, anche se questa ipotesi è ritenuta meno probabile di quella di un'alimentazione dal sistema FSI-R-3.

Per dettagli sull'interferenza con le risorse idriche superficiali si veda la relazione [23].

2.2.8 Schieferhülle inferiore, triassico alla base della falda del Vize (7)

Lo scavo di questa tratta interesserà una successione variabile di metasedimenti mesozoici. Da nord (contatto con lo Gneiss

(Kontakt mit Zentralgneis) nach Süden (Kontakt mit den kalkreichen Bündnerschiefer), sind dies:

- 1) Basiskalkmarmor und Dolomit-/Kalkmarmoren
- 2) Hochstegen-Formation (Kalkmarmor)
- 3) Triasgesteine (Quarzite, Dolomit-/Kalkmarmor und Anhydrit/Gips)
- 4) Kaserer-Formation (Glimmerschiefern, Quarziten, Arkosegneisen und Metakonglomeraten, Phyllite, z.T. Karbonat führend)
- 5) Über 1 km mächtige Wechselfolge mehrfach gefalteter Seidlwinkl-Formation. (Kalk- und Dolomitmarmor) und Aigerbach-Formation (Quarziten, Serizitphylliten, Chloritschiefern, Arkosegneise, glimmereiche Kalkmarmor, Dolomitmarmor, Anhydritlagen). Auflösungszone mit Mikrokarst bis hin zu Dolomitsandlagen.

Generell handelt es sich um Gebirge von guter Qualität (Prävalenz von Klasse II nach Bieniawski) und durch diskreter Festigkeit und Schleifvermögen der Matrize gekennzeichnet.

Entlang der Trasse sind darüber hinaus einige Zonen und einige tektonische Hauptstrukturen vorgesehen, die durch minderwertigere geomechanische Bedingungen und größeren Wasservorkommen gekennzeichnet sind [14].

2.2.8.1 Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski

Die Gebirge der Klasse II und III nach Bieniawski betreffen circa 80% der Trassenführung.

Die Gebirge sind durch eine einaxiale durchschnittliche Druckfestigkeit, welche von 40 MPa bis zu 117 MPa variiert.

In diesen Teilstücken sind Instabilitätsphänome des Holraums vorgesehen.

2.2.8.2 Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen

In dieser Strecke werden einige Störungen vorhergesehen, an denen minderwertige geomechanische Bedingungen erwartet werden [15].

Es werden auch Strecken in Klasse IV auf einer Indikativen Länge von 9% der Gesamtentwicklung vorgesehen.

Auf Höhe der Störungen und der tektonischen Kontakte sind darüber hinaus auch bedeutende Wassereinträge vorhergesehen [15].

2.2.8.3 Vortrieb bei Vorkommen von Schwellungsphänomene

In der gegendständliche Strecke tritt, meist sehr untergeordnet, auch Anhydrite auf. In den meisten Fällen tritt diese als Bestandteil des geschieferten Gesteins mit

Centrale) a sud (contatto con i Calcescisti calcarei) si troveranno:

- 1) Marmi di base e marmi dolomitici/calcarei
- 2) Formazione di Hochstegen (marmo calcareo)
- 3) Rocce triassiche (quarzite, marmi dolomitici/calcarei e anidrite/gesso)
- 4) Formazione di Kaserer (micascisti, quarziti, gneiss arcosici e metaconglomerati, filladi, in parte carbonatici)
- 5) Alternanza spessa oltre 1 km delle Formazioni di Seidlwinkl (marmi calcarei e dolomitici) e di Aigerbach (quarziti, filladi sericitiche, scisti cloritici, gneiss arcosici, marmi calcarei ricchi di miche, marmi dolomitici, livelli di anidrite), ripiegate più volte. Zone di dissoluzione con microcarsismo fino a livelli di sabbia dolomitica.

Si tratta in generale di ammassi di qualità da discreta a buona (prevalenza di classe II e III secondo Bieniawski) e caratterizzati da discreta resistenza e abrasività della matrice.

Lungo il tracciato sono inoltre previste alcune zone e alcune strutture tettoniche principali, caratterizzate da condizioni geomeccaniche più scadenti e da maggiore presenza d'acqua [14].

2.2.8.1 Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski

Gli ammassi di classe II e III secondo Bieniawski interessano circa l'80% dello sviluppo del tracciato.

Gli ammassi sono caratterizzati da una resistenza media a compressione monoassiale variabile da 40 MPa a 117 MPa.

In queste tratte sono possibili fenomeni di instabilità della cavità.

2.2.8.2 Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia

In questa tratta è prevista la presenza di alcune faglie, dove sono attese condizioni geomeccaniche scadenti [15].

Sono previste anche tratte in classe IV per una lunghezza indicativa pari a circa 9% dell'intero sviluppo.

In corrispondenza della faglie e dei contatti tettonici sono inoltre previste significative venute d'acqua [15].

2.2.8.3 Avanzamento in presenza di fenomeni di rigonfiamento

Nella tratta in oggetto sono presenti anche tratti contenenti anidrite, in via solitamente molto secondaria. Nella maggior parte dei casi si presenta come parte integrante della roccia

Schichtsilikaten, Quarz und eventuell Karbonat auf, das als Anhydritschiefer bezeichnet wird.

Üblicherweise sind diese Anhydritschiefer Meter bis Dezimetermächtig und können mehrfach auftreten.

Außerdem ist das Vorkommen von Verformungsteile durch Anhydritauflösung (Rauhwanne) möglich.

Schwellversuche an Gesteinsproben der Bohrung Vi-B-03/01 haben Schwelldrücke in der Größenordnung von 0.1 bis 0.3 MPa ergeben.

2.2.8.4 Vortrieb bei zu schützenden Wasservorkommen

In diesem Gebiet ist eine mögliche Interferenz mit der Brenner Thermalquellen möglich, deren Speisung auf das System FSI-R-3 oder außerdem auf das System FSI-R-4 zurückgeführt werden kann. Bei beiden Systemen ist eine Interferenz durch den Tunnel, jeweils in den Abschnitten km 35+960 – 36+090 und km 37+245 – 37+330 möglich.

In Bezug auf Details über die Interferenzen mit den Gewässern siehe Bericht [23].

2.2.9 Zentralgneiss (Altes Dach) des Tuxer Kerns (8)

In diesem Sektor durchqueren die Tunnel hauptsächlich Gneiss, generell von diskreter bis guter Qualität (Klassen I, II und III nach Bieniawski) und durch hoher Festigkeit und Schleifvermögen der Matrix gekennzeichnet.

Entlang der Trasse sind darüber hinaus einige tektonische Hauptstrukturen vorgesehen, die durch minderwertigere geomechanische Bedingungen gekennzeichnet sind. Für die Zuweisung der Klassen siehe Bericht [14].

2.2.9.1 Vortrieb in Gebirgen der Klasse II und III nach Bieniawski

Die Gebirge der Klasse II und III nach Bieniawski betreffen die Gesamtstrecke, mit Ausnahme der Störungen S504 und SL01.

Die Gneiss sind durch eine einaxiale durchschnittliche Druckfestigkeit, welche von 115 MPa bis zu 218 MPa variiert, lokal auf eine Entwicklung die als 6% des Gesamtausbruchs angesehen werden kann, beträgt stattdessen diese Festigkeit 47 MPa.

In den von geringerer Druckfestigkeit charakterisierten Strecken sind Instabilitätsphänomene des Hohlraums vorgesehen.

Mit Zunahme der Überdeckungen nimmt die Gefahr zu, dass sich typische Phänomene von zerbrechlichem Gesteinsverhalten (Spalling, Slabbing, Rockburst) einstellen, die in dem Nachgeben von lokalisierten Gesteinsportionen bestehen, auch mit gewaltigen Energiefreisetzungen. Diese Gefahr erhöht sich besonders bei Überdeckungen über 1000m.

scistosa con fillosilicati, quarzo ed eventualmente carbonato, denominata scisto anidritico.

Solitamente, gli scisti anidritici hanno uno spessore da metrico a decametrico e possono presentarsi in modo ricorrente.

Inoltre, è possibile la presenza di prodotti di trasformazione per dissoluzione dell'anidrite (carniole).

Prove di rigonfiamento su campioni di roccia del sondaggio Vi-B-03/01 rivelano una pressione di rigonfiamento nell'ordine di 0.1-0.3 MPa.

2.2.8.4 Avanzamento in presenza di risorse idriche da preservare

In questa zona è possibile l'interferenza con le sorgenti delle terme del Brennero, la cui alimentazione principale può essere riferita al sistema FSI-R-3 o, Inoltre, al sistema FSI-R-4. Per entrambi questi sistemi è possibile una interferenza da parte del tunnel, rispettivamente nelle tratte km 35+960 – 36+090 e km 37+245 – 37+330 (canna est).

Per dettagli sull'interferenza con le risorse idriche superficiali si veda la relazione [23].

2.2.9 Gneiss centrale (Altes Dach), Nucleo del Tux (8)

In questo settore le gallerie attraversano principalmente Gneiss, generalmente di qualità da discreta a buona (classi II e III secondo Bieniawski) e caratterizzati da elevata resistenza ed abrasività della matrice.

Lungo il tracciato sono inoltre previste alcune strutture tettoniche principali, caratterizzate da condizioni geomeccaniche più scadenti. Per l'attribuzione delle classi di veda la relazione [14].

2.2.9.1 Avanzamento in ammassi di classe II e III secondo Bieniawski

Gli ammassi di classe II e III secondo Bieniawski interessano l'intero dello sviluppo del tracciato, tranne le faglie S504 e SL01.

Gli Gneiss sono caratterizzati da una resistenza a compressione monoassiale media variabile da 115 MPa a 218 MPa; localmente, per uno sviluppo che si può ritenere pari al 6% di quello totale dello scavo, la resistenza è invece pari a 47 MPa.

Nelle tratte caratterizzate da minori resistenza a compressione sono possibili fenomeni di instabilità della cavità.

Con l'aumentare delle coperture aumenta il rischio che si verifichino fenomeni tipici di rocce a comportamento fragile (spalling, slabbing, rockburst) consistenti nel cedimento di porzioni localizzate di roccia anche con violenti rilasci di energia. Tale rischio diventa alto in modo particolare con coperture superiori a 1000m.

2.2.9.2 Vortrieb in Bereichen der Klasse IV und in den Verwerfungsbereichen

In dieser Strecke werden die Störungen S504 (geschätzte L=13 m) und SL01 (geschätzte L=22 m) vorgesehen, an denen minderwertige geomechanische Bedingungen erwartet werden [15].

Auf Höhe der Störungen sind darüber hinaus auch bedeutende Wassereinbrüche vorhergesehen [15].

2.2.10 Festigkeit und Abrasivität

Zur Information werden in folgende Tabelle die Festigkeits- und Abrasivitätseigenschaften der gegenständlichen Sektoren aufgezeigt; im allgemeinen wurden als repräsentativ für jede Strecke die Eigenschaften der Gebirge, welche größtenteils der Länge verkörpern. Hingegen für die Gebiete der Zillertaler Antiform (4), der Pfitscherdecke (5) und der Trias am Fuße der Pfitscherdecke (7) werden mehrere Gebirge angegeben, da es nicht möglich ist einen überwiegenden zu ermitteln.

Für die Eigenschaften sämtlicher Gebirge siehe den Bericht [14] und die Profile [15]-[18].

2.2.9.2 Avanzamento nelle zone di classe IV e nelle zone di faglia

In questa tratta è prevista la presenza delle faglie S504 (Lpresunta=13 m) e SL01 (Lpresunta=22 m), dove sono attese condizioni geomeccaniche scadenti [15].

In corrispondenza delle faglie sono inoltre previste significative venute d'acqua [15].

2.2.10 Resistenza e abrasività

A titolo informativo, nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche di resistenza e di abrasività dei settori in oggetto; in generale, si sono considerate come rappresentative di ciascuna tratta le caratteristiche degli ammassi che rappresentano la maggior parte della lunghezza. Per le zone dell'Antiforme dello Zillertal (4), della Falda di Vizze (5) e del triassico alla base della falda del Vizze (7) sono invece indicati più ammassi in quanto non è possibile identificarne uno predominante.

Per le caratteristiche di tutti gli ammassi si vedano la relazione [14] e i profili [15]-[18].

Geologische homogene Bereiche / Repräsentative Gebirge	Indexwerte	Einaxiale Druckfestigkeit	CAI (Cerchar Abrasivitätsindex)
Settore geologico omogeneo / Ammasso rappresentativo	Parametri indice	Resistenza a compressione monoassiale	CAI (Indice di abrasività Cerchar)
		[MPa]	[-]
1 / GA-BCA-GS-10g	GSI=50/5 RMR=60/ 5	75/5	3.8/0.5
2 / GA-BCA-A-10g	GSI=65/5 RMR=70/ 5	140/48	4.3/0.4
3 / GA-BST-KS-8e/8f	GSI=50/5 RMR=60/ 5	41/18	2.7/0.4
4 / GA-T-PH-6 e GA-T-PH-6a	GSI=40/5 RMR=50/5	90/18	3.1/0.7
4 / GA-US-PH-6 e GA-US-PH-6a	GSI=35/5 RMR=45/5	71/15	3/0.3
4 / GA-US-Q-6 e GA-US-Q-6a	GSI=55/5 RMR=60/5	117/36	4/0.8
4 / GA-BS-GM-6a	GSI=50/5 RMR=55/5	98/23	2/0.47
5 / GA-BS-GM-5c	GSI=55/5 RMR=60/5	98/23	2/0.5
5 / GA-BS-KS-5c	GSI=50/5 RMR=60/5	98/22	2/0.7
6 / GA-BS-KS-4b e GA-BS-KS-4c	GSI=50/5 RMR=55/5 o 60/5	98/22	2/0.7
7 / GA-T-M-2b	GSI=55/5 RMR=65/5	60/20	-
7 / GA-T-PH-2b	GSI=45/5 RMR=50/5	90/18	3.1/0.7
8 / GA-ZG-G-1z e GA-ZG-G-1b	GSI=70/5 RMR=75/5	218/20	5.1

Tabelle 4 Festigkeit und Abrasivität der repräsentativen Gebirge der Nordstrecke; pro Parameter werden der Mittelwert (M) und die quadratische Mittelabweichung (S) in der Darstellung [M/S] angegeben.

Tabella 4: Resistenza e abrasività degli ammassi rappresentativi della tratta Nord; per ogni parametro sono indicati valore medio (M) e scarto quadratico medio (S) nella rappresentazione [M/S].

3 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

3.1 ALLGEMEINE GRUNDSÄTZE

Der Auftragnehmer trägt allein die Verantwortung für die korrekte Ausführung und die Funktionalität der errichteten Bauwerke. Die Einhaltung der Bestimmungen des gegenständlichen Dokuments enthebt den Auftragnehmer nicht seiner vertraglichen Pflichten oder Verantwortung.

Die im vorliegenden Kapitel dargelegten Vorschriften und Minimalanforderungen werden auf alle mit kontinuierlichen Vortrieb (mechanisiertem Vortrieb) Arbeiten im Untertagebau angewandt

Die folgenden Spezifikationen sind verbindlich für den Auftragnehmer und seine technischen Plan- und Baustellenwahl, welche stets von Auftraggeber/BL im Voraus mitgetragen und genehmigt werden müssen.

Der Auftragnehmer ist und bleibt in jedem Fall allein verantwortlich für jede Detailplanungs- und Ausführungsphase der Arbeiten, sowohl der Qualität der Arbeiten selbst als auch der Sicherheit der eingesetzten Arbeiterschaft.

Innerhalb des hier festgelegten Rahmens obliegt dem Auftragnehmer die Auswahl der Geräte und der Vortriebsmethoden.

Unbeschadet der Verantwortung des Auftragnehmers müssen alle Vortriebsysteme, die der Auftragnehmer in den verschiedenen geomechanischen Bedingungen anwenden will, grundsätzlich stets von Auftraggeber/BL genehmigt werden.

Bei der Planung der Ausrüstung und Methodologie, sowie der Ausführung der Vortriebsarbeiten muss der Auftragnehmer grundsätzlich eine Ausbruchmethode wählen, welche die negativen Auswirkungen (Entspannungen, Setzungen, Einbrüche usw.) auf das Gebirge minimieren.

Es ist Aufgabe des Auftragnehmers, im Laufe der Arbeiten Art und Ausmaß der Sicherheitsmaßnahmen für das Personal und alle verwendeten Gerätschaften festzusetzen, wofür er in jedem Fall weiterhin allein die Verantwortung trägt.

3.2 VORTRIEBSDOKUMENTATION

Das Fortschreiten der Ausbruchsarbeiten wird vom Auftragnehmer dokumentiert, durch das Erstellen der entsprechenden Dokumentation mit sämtlichen Informationen bzgl. der Vortriebsarbeiten in den Haupttunnels, welche in Kap. 4.2.6 genauer angegeben werden.

Der Auftraggeber muss diese Dokumentation dem Auftraggeber/BL liefern und dessen Kontrolltätigkeit fördern, durch Gewährleistung jeglicher technische und logistische Unterstützung und falls erforderlich aktiv mit Personal und Mitteln unterstützen.

3 PRESCRIZIONI GENERALI

3.1 PRINCIPI GENERALI

L'Appaltatore è l'unico responsabile della corretta esecuzione dei lavori e della funzionalità delle opere realizzate. Il rispetto delle disposizioni contenute nel presente documento non solleva l'Appaltatore da nessun obbligo o responsabilità contrattuale.

Le prescrizioni e i requisiti minimi definiti nel presente documento si applicano a tutte le opere realizzate in sotterraneo con sistema ad avanzamento continuo (scavo meccanizzato).

Le specifiche qui definite sono vincolanti per l'Appaltatore e per le sue scelte tecniche progettuali e di cantiere, che devono essere sempre condivise ed approvate preventivamente dal Committente/DL.

L'Appaltatore è e rimane in ogni caso l'unico responsabile delle fasi di progettazione di dettaglio e di realizzazione delle opere, sia nei riguardi della qualità delle opere stesse che della sicurezza delle maestranze impegnate.

Nei limiti di quanto qui previsto, la scelta della apparecchiature e della metodologia di scavo è onere dell'Appaltatore.

Ferma restando la responsabilità dell'Appaltatore, i sistemi di avanzamento che l'Appaltatore intende impiegare nelle diverse condizioni geomeccaniche devono essere sempre, di norma, approvati preventivamente dal Committente/DL.

Nella progettazione delle attrezzature e delle metodologie e nell'esecuzione dei lavori di avanzamento l'Appaltatore dovrà, in linea generale, adottare una metodologia di scavo che renda minimi gli effetti negativi (detensionamenti, assestamenti, crolli, etc) sull'ammasso roccioso.

E' onere dell'Appaltatore stabilire in corso d'opera il tipo e l'entità delle misure volte a garantire la sicurezza del personale impiegato e di tutti gli strumenti utilizzati, di cui rimane in ogni caso il solo responsabile.

3.2 DOCUMENTAZIONE DI SCAVO

L'avanzamento delle attività di scavo è documentato dall'Appaltatore mediante opportuna documentazione riportante tutte le informazioni relative alle attività di scavo nelle gallerie, meglio specificate nel cap. 4.2.6

L'Appaltatore è tenuto a fornire al Committente/DL tale documentazione e a favorire l'attività di controllo di quest'ultimo garantendo ogni supporto tecnico e logistico e supportandolo attivamente con personale e mezzi, qualora richiesto.

3.3 ÜBERWACHUNGSSYSTEME, PROSPEKTIONEN UND UNTERSUCHUNGEN

Das Überwachungssystem muss gemäß den Planungsangaben und den in [7] aufgezeigten Vorgaben installiert und verwaltet werden.

Alle für die Messungen verwendeten Instrumente und Geräte müssen ausdrücklich im Voraus vom Auftraggeber/BL genehmigt werden.

Bei der Verwendung der Messgeräte muss der Auftragnehmer in jedem Fall alle Einbauvorschriften der Gerätehersteller befolgen.

Der Auftragnehmer trägt die Verantwortung für alle Erhebungen und Messungen, welche in den Vertragspreisen beinhaltet und abgefunden werden oder mit bestimmten Listenpreisen, und er muss sie fachgerecht und mit größtmöglicher Genauigkeit ausführen, durch Bereitstellung aller zweckdienlichen geeigneten Geräte sowie korrektem Einbau jedes Gerät und Schutz vor jedem möglichen Schaden.

Der Auftragnehmer muss in jedem Fall die Mess- und Erhebungstätigkeiten von Auftraggeber/BL aktiv unterstützen und technische und logistische Hilfestellung bieten, sowie die während des Vortriebs erhobenen Daten fristgemäß liefern.

Der Auftraggeber/BL kann in jedem Fall und nach eigenem Ermessen, jede Änderung zur Art der verwendeten Messinstrumente, ihres Standorts und der Messmodalitäten verfügen.

Insbesondere in den Fällen, wo die angetroffene Situation gegenüber der Prognose ungünstiger ist, unter besonderen geologischen Bedingungen oder solchen, die riskante Veränderungen für Geräte und/oder Strukturen bewirken könnten oder wo durch den Tunnelvortrieb Verformungen oder größere Entspannungen auftreten, bzw. in allen vom Auftraggeber/BL als notwendig erachteten Fällen, kann der Auftraggeber/BL die Ergänzung des Systems durch den Einbau weiterer Messstationen und/oder zusätzlicher Messgeräte; sowie eine Abänderung der Verteilung und Zusammensetzung der im Projekt vorgesehenen Messstationen fordern, um sie dort anzubringen, wo sie von größerer Bedeutung erscheinen, oder auch deren Anzahl erhöhen.

Die Aushubrüstungen müssen auch mit allen zur Messung, Erhebung und Überwachungen notwendigen Vorrichtungen und Voreinstellungen die in der Planung [7] vorgesehen sind. Insbesondere:

- Vortriebs- und Radialvollbohrungen mit Erhebung der Bohrparameter oder Kernbohrungen;

3.3 SISTEMA DI MONITORAGGIO, PROSPEZIONI E INDAGINI

Il sistema di monitoraggio deve essere implementato e gestito secondo le indicazioni del progetto e in accordo con le specifiche riportate in [7].

Tutti gli strumenti e le attrezzature da impiegare nelle misure devono essere preventivamente approvati dal Committente/DL.

Nell'impiego delle apparecchiature di misura, l'Appaltatore deve in ogni caso rispettare tutte le prescrizioni di installazione fornite dai produttori degli strumenti stessi.

L'Appaltatore è responsabile di tutti i rilievi e le misure che risultano compresi e compensati nei prezzi contrattuali o con appositi prezzi di elenco ed è tenuto ad eseguirli a regola d'arte con il massimo scrupolo possibile, fornendo tutta l'attrezzatura idonea ed adeguata allo scopo, installando correttamente ogni apparecchio e proteggendolo da ogni possibile danno.

L'Appaltatore è in ogni caso tenuto a sostenere attivamente il lavoro di misura e rilievo del Committente/DL, a fornire ogni supporto tecnico e logistico di assistenza, nonché a fornire tempestivamente i dati rilevati durante l'avanzamento degli scavi.

Il Committente/DL può in ogni caso disporre, a suo insindacabile giudizio, qualsiasi modifica al tipo di strumenti di misura impiegati, alla loro collocazione ed alle modalità di rilievo.

In particolare, nei casi in cui si riscontrino situazioni più gravose rispetto a quelle previste, o condizioni geologiche particolari o suscettibili di evoluzioni che comportino rischi per le attrezzature e/o le strutture, o zone alterate anche a seguito di movimenti o rilasci causati dallo scavo delle gallerie, o comunque in tutti i casi in cui lo ritenga necessario, il Committente/DL può richiedere l'integrazione del sistema con l'installazione di ulteriori sezioni strumentate e/o di strumentazione aggiuntiva nonché la modifica della distribuzione o della composizione delle sezioni di misura previste in progetto in modo da posizionarle nelle zone risultate di maggiore interesse, o anche aumentando il loro numero.

Le attrezzature di scavo devono essere dotate di tutte le apparecchiature e predisposizioni necessarie per effettuare le misure, rilievi e controlli previsti in progetto [7]. In particolare:

- Sondaggi in avanzamento e radiali a distruzione di nucleo con rilievo dei parametri di perforazione o a carotaggio continuo;

- Geoelektrische Erhebungen des Typs Beam;
- Aufzeichnungen der TBM-Vortriebsparameter;
- Überwachung der Gase und der Strahlungen.

- Rilievi geoelettrici tipo "Beam";
- Registrazione dei parametri di scavo delle TBM;
- Monitoraggio dei gas e delle radiazioni.

3.4 BEFESTIGUNGS- UND DRÄNAGEMASSNAHMEN

Die Aushubausrüstungen müssen auch mit allen zur Messung, Erhebung und Überwachungen notwendigen Vorrichtungen und Voreinstellungen die in der Planung [5] vorgesehen sind. Insbesondere:

Alle für die Maßnahmenausführung verwendeten Einrichtungen müssen ausdrücklich im Voraus von Auftraggeber/Bauleitung genehmigt werden.

Insbesondere, müssen die vorzubereitenden Einrichtungen folgende Ausführungen ermöglichen:

- Vortriebsbefestigungsmaßnahmen an Ausbruchumfang und Ortsbrust
- Vortriebsdränage- oder Radialmaßnahmen:

3.4 INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO E DRENAGGIO

Le attrezzature di scavo devono essere dotate di tutte le apparecchiature e predisposizioni necessarie per effettuare gli interventi di consolidamento e drenaggio descritti nel progetto e in [5].

Tutte le apparecchiature da impiegare per l'esecuzione degli interventi devono essere preventivamente approvate dal Committente/DL.

In particolare, le attrezzature da predisporre devono consentire l'esecuzione di:

- interventi di consolidamento in avanzamento sul contorno e sul fronte di scavo;
- interventi di drenaggio in avanzamento o radiali.

4 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DIE MECHANISIERTEN VORTRIEBE

Dem Auftragnehmer fällt die detaillierte Festschreibung aller konstruktions- und projekttechnischen Einzelheiten des mechanisierten Vortriebssystems, unter Beachtung der Vorgaben des gegenständlichen Dokuments, der Ausschreibungsunterlagen, der geltenden Bestimmungen und des Auftraggebers/BL.

Haftung, Leistungen und Risiken für die umfassende und vollständige Übereinstimmung der gewählten TBM und ihrer Arbeitsweise bzgl. den in der Planung beschriebenen Mindestanforderungen, inklusive der damit verbundenen geologischen Risiken, sind und bleiben beim Auftragnehmer.

Jede technische und projektrelevante Entscheidung des Auftragnehmers, sowohl im Zuge der Detailplanung der Geräte und der Methodologie als auch im Zuge der Bauausführung, muss stets im Vorfeld von Auftraggeber/BL genehmigt werden, gemäß den in den Ausschreibungsunterlagen festgelegten Verfahren.

Zuverlässigkeit, Funktionalität und Optimierung des gesamten mechanisiertem Ausbruchsystems sowie das Erreichen der finalen zeitlichen, wirtschaftlichen und qualitativen Leistungsziele fallen in vollem Umfang in die Haftungspflicht des Auftragnehmers.

Die Ausführungsplanung sieht den Vortrieb mit Hilfe folgender Tunnelbohrmaschinen vor :

- Gripper TBM für den Vortrieb der Haupttunnels in der Südstrecke.
- Schild-TBM für den Vortrieb der Haupttunnels und des Erkundungsstollens in der Nordstrecke.

Auflage des Auftragnehmers wird die gesamte Anpassung des technischen Plans in Folge der ausgewählten Vortriebsausrüstungen sein. Dieser Plan muss, unter Beachtung der Angaben dieses Dokuments, der Planungsdokumente, der geltenden Vorschriften und des Auftraggebers/BL, in alle mit den Vortriebsausrüstungen verbundenen baulichen, planerischen, logistischen, Anlage- und Zeitaspekten detailliert werden.

Die gesamte Dokumentation muss im Voraus vom Auftraggeber/BL, gemäß der von der Vertragsdokumentation festgelegten Art und Weise eingereicht und genehmigt werden.

Leistungs- und Haftungspflicht des Auftragnehmers ist es im Detail alle technischen Aspekte bzgl. des Ausbruchbeginns sowie des Transports-, Installations-, Montage- und Demontageverfahrens der TBM zu beschreiben. Der Auftragnehmer muss einen beschreibenden technischen Bericht der durchgeführten Auswahlen gemäß der Bestimmungen der Ausschreibungsunterlagen verfassen, und diese, rechtzeitig, in jedem Fall mindestens drei Monate vor Baubeginn, zur Genehmigung dem Auftraggeber/BL vorlegen.

4 REQUISITI GENERALI DEI SISTEMI DI SCAVO MECCANIZZATO

All'Appaltatore compete la definizione di dettaglio di tutti gli aspetti costruttivi e progettuali legati al sistema meccanizzato di scavo, nel rispetto delle indicazioni fornite dal presente documento, dai documenti di progetto, dalla normativa vigente e dal Committente/DL.

La responsabilità, gli oneri ed i rischi relativi alla piena e completa corrispondenza della TBM scelta e del suo funzionamento rispetto ai requisiti minimi ed alle prestazioni descritte in progetto, compresi i rischi di natura geologica ad essa correlati, è e resta totalmente a carico dell'Appaltatore.

Ogni scelta tecnica e progettuale dell'Appaltatore, sia in fase di sviluppo del progetto di dettaglio delle attrezzature e delle metodologie sia in fase di costruzione, deve essere sempre preventivamente approvata dal Committente/DL secondo le modalità e nelle forme stabilite dai documenti contrattuali.

L'affidabilità, la funzionalità e l'ottimizzazione di tutto il sistema meccanizzato di scavo nonché il raggiungimento degli obiettivi finali in termini di tempi, economicità e qualità di produzione sono e rimangono piena ed esclusiva responsabilità dell'Appaltatore.

Il Progetto Esecutivo prevede l'esecuzione degli scavi con l'ausilio dei seguenti tipi di macchine:

- Gripper TBM per lo scavo delle Gallerie di Linea nella tratta sud.
- TBM scudata per lo scavo delle Gallerie di Linea e del Cunicolo Esplorativo nella tratta nord.

Sarà onere dell'Appaltatore il completo adattamento del progetto tecnico conseguente all'adozione delle attrezzature di scavo prescelte. Tale progetto deve essere definito nel dettaglio di tutti gli aspetti costruttivi, progettuali, logistici, impiantistici e temporali legati alla attrezzatura di scavo, nel rispetto delle indicazioni fornite dal presente documento, dai documenti di progetto, dalla normativa vigente e dal Committente/DL.

Tutta la documentazione deve essere presentata e approvata preventivamente dal Committente/DL secondo le modalità e nelle forme stabilite dai documenti contrattuali.

E' onere e responsabilità dell'Appaltatore definire nel dettaglio tutti gli aspetti tecnici relativi alla partenza degli scavi ed al procedimento di trasporto, installazione, montaggio e smontaggio delle TBM. L'Appaltatore deve redigere una relazione tecnica descrittiva delle scelte operate in conformità alle indicazioni riportate nei documenti progettuali, e deve trasmetterla al Committente/DL per approvazione con sufficiente anticipo rispetto all'inizio delle attività e comunque non inferiore a 3 mesi.

4.1 ALLGEMEINES

Die Detailplanung und die Lieferung der TBM gehören zur Leistungs- und Haftungspflicht des Auftragnehmers. In diesem Dokument werden die Richtlinien und Mindestanforderungen für die Erstellung der Ausführungsplanung in puncto Leistungen und Sicherheitsausstattung für den mechanisierten Vortrieb festgelegt.

Der Auftragnehmer muss einen vollständigen und umfassenden Bericht erstellen, in dem er seine Planungsentscheidungen und die festgelegten technischen Spezifikationen der TBM, welche er zur Planangabenerfüllung anwenden möchte beschreibt und begründet.

Die vom Auftragnehmer gelieferten Vortriebsgeräte müssen sich in einem dem Neuzustand gleichwertigen Betriebszustand befinden, und sich; aus Sicht der technischen und leistungsspezifischen Merkmale sowie der Materialien gemäß dem höchsten technischen Standard der derzeit im Handel verfügbaren Geräte befinden.

Die Konformität mit den Anforderungen und die volle Betriebs- und Funktionsfähigkeit der Vortriebseinrichtung müssen dem Auftraggeber/BL dargebracht werden.

Die gewählten Maschinen müssen auch, im Vorfeld, durch Besichtigungen unmittelbar am Herstellerwerk vom Auftraggeber/BL genehmigt werden. Diese Besichtigungen müssen mit dem Auftraggeber/BL mindestens vier Wochen zuvor vereinbart werden. Während dieser Besichtigungen muss der Auftragnehmer die Koordinierung für Funktionstests und Prüfungen der Hauptsysteme und –komponenten der gewählten Maschine vornehmen.

Das Gesamtprojekt der TBM, deren Merkmale, Ausstattungen, Bestückungen, Tübbingeinbaumodalitäten, System zur Abraumförderung, Anlagen, alle weiteren Elemente müssen vom Auftragnehmer sorgfältig geprüft werden, um die Eignung zur Ausführung bei den geologischen und hydrogeologischen von der Planung vorgesehenen Bedingungen mit den größtmöglichen Leistungsmerkmalen fristgerecht und entsprechend den vorgegebenen Sicherheitsanforderungen nachzuweisen und gewährleisten.

Insbesondere, hinsichtlich des Maschinenbohrkopfes und der Merkmale der Vortriebsgeräte, muss der Auftragnehmer Sorge tragen, dass geeignete Materialien verwendet werden, um einen übermäßigen Werkzeugverschleiß während des Vortriebs zu vermeiden, sodass diese für die voraussichtlichen Abrasivitätsmerkmale des Gesteins ausgelegt sind, entsprechend der geplanten Vortriebe.

Der Auftragnehmer, außerdem,:

- Ist für die Qualität der mit den TBMs verwendeten und montierten Materialien und Geräte verantwortlich, und muss sicherstellen, dass diese den Anforderungen der zu verrichtende Aufgabe

4.1 GENERALITÀ

La progettazione di dettaglio e la fornitura delle TBM sono onere e responsabilità dell'Appaltatore. Nel presente documento restano stabilite le linee guida ed i requisiti minimi in termini di prestazioni e dotazioni di sicurezza relative allo scavo meccanizzato.

L'Appaltatore deve produrre una relazione completa ed esaustiva che descriva e giustifichi le scelte progettuali e le specifiche tecniche stabilite per le TBM che intende adottare per ottemperare alle indicazioni di progetto.

Le attrezzature di scavo fornite dall'Appaltatore devono essere in condizioni equivalenti allo stato di nuovo e conformi, per caratteristiche tecniche, potenzialità, prestazioni e materiali ai più elevati standard tecnologici attualmente disponibili sul mercato.

La conformità ai requisiti e la piena funzionalità delle attrezzature di avanzamento devono essere presentate al Committente/DL.

Le macchine scelte devono essere approvate dal Committente/DL preventivamente anche attraverso visite da effettuarsi direttamente presso lo stabilimento di produzione. Tali visite andranno concordate con il Committente/DL con un anticipo non inferiore alle 4 settimane. Durante tali visite l'Appaltatore deve coordinare l'esecuzione dei test di funzionamento e verifica sui sistemi e sulle componenti delle macchine selezionate.

Il progetto complessivo delle TBM, le loro caratteristiche, attrezzature, equipaggiamenti, modalità di posa dei conci, sistema di trasporto del materiale di scavo, impianti, ed ogni altro elemento devono essere attentamente valutati dall'Appaltatore per verificare e garantire l'idoneità ad eseguire i lavori nelle condizioni geologiche ed idrogeologiche previste in progetto con le massime prestazioni possibili, nel rispetto delle tempistiche contrattuali e secondo i livelli di sicurezza stabiliti.

In particolare, per quanto riguarda la testa fresante della macchina e le caratteristiche degli utensili di scavo, l'Appaltatore deve predisporre l'impiego di materiali atti ad evitare un'usura eccessiva dei suddetti utensili durante il processo di scavo, in maniera che risultino adeguati ad affrontare qualsiasi condizione di resistenza e abrasività della roccia, compatibilmente con gli avanzamenti previsti.

Inoltre l'Appaltatore:

- è responsabile della qualità dei materiali e delle attrezzature utilizzate e montate sulle TBM e deve garantire che siano adatti ai requisiti del lavoro da eseguire;

entspricht;

- muss sicherstellen, dass das für den Vortrieb eingesetzte Personal eingehendes Wissen der Besonderheiten und Eigenschaften der eingesetzten Maschine hat, um die Gewalt der Vortriebsvorrichtungen zu haben. Er hat die Aufgabe, für jeden Zuständigkeitsbereich getrennt, die notwendige Schulung für dessen Ausbildung auszuführen, und muss dem Auftraggeber/BL die technische Eignung des eigenen Personals mit dazu bestimmte Dokumentation beweisen;
- muss an der Baustelle eine gebührende Lagerkapazität für sämtliche für die Fortführung der Arbeiten (Tübbings, Lehrgerüste, Anker, usw.) notwendigen Ausrüstungen bereitstellen, um die optimale Beschickung der Ortsbrust zu ermöglichen und damit Verzögerungen und Zwangspausen während des Vortriebs zu vermieden werden;
- muss an der Baustelle ein gebührendes Lager für Ersatzteile und jegliches weitere Zubehör für den vorschriftsmäßigen Maschinenbetrieb halten; und in der Lage sein, unverzüglich sämtliche Wartungs- oder Reparaturleistungen zu veranlassen, ohne Wartezeiten, die durch Transport oder Produktion der Teile selbst bedingt sind.
- deve garantire che il personale addetto allo scavo abbia approfondita conoscenza delle specifiche e delle caratteristiche delle macchine sulle quali andrà ad operare in modo da avere la padronanza dei dispositivi di scavo. Ha il compito di svolgere, separatamente per le singole aree di competenza, l'addestramento necessario per la loro formazione e deve dimostrare al Committente/DL l'idoneità tecnica del proprio personale mediante apposita documentazione;
- deve prevedere un'adeguata capacità di stoccaggio in cantiere di tutte le attrezzature necessarie per il proseguimento dei lavori (conci, centine, ancoraggi, etc), in modo da garantire sempre un'ottimale alimentazione del fronte di scavo della macchina ed evitare quindi ritardi e soste forzate nell'avanzamento dei lavori;
- deve mantenere in cantiere un'adeguata scorta di parti di ricambio e di ogni altro accessorio necessario al corretto funzionamento della macchina, ed essere in grado di provvedere con la massima tempestività ad ogni necessità di manutenzione e riparazione, senza attese dovute al trasporto o alla produzione delle parti stesse.

Jedes verschleißanfällige Teil der TBM (Bohrkopfwerkzeug, Meißel, Lager, Schildschwanzdichtungen, sonstige Dichtungen, usw.) muss unmittelbar im Tunnel im Rahmen eines Standardverfahrens ausgewechselt werden können.

Ogni parte delle TBM soggetta ad usura (utensili in testa fresa, taglienti, cuscinetti, guarnizione di coda, guarnizioni secondarie, etc) deve essere sostituibile con procedura standardizzata eseguibile direttamente in galleria.

Belüftung und Entstaubung des im Zuge des Vortriebes entstandenen Staubs müssen entsprechend den Plananordnungen und den geltenden Vorschriften gewährleistet werden.

La ventilazione e la rimozione delle polveri generate durante il processo di scavo dalle macchine devono essere garantite secondo le disposizioni di progetto e le norme vigenti.

Notwendige Schmiermittel und Öle für den Betrieb aller mechanischen Frästeile müssen biologisch abbaubar sein. Eventuelle Leckstellen werden unverzüglich repariert, um Verschmutzungen der unmittelbaren Umgebung und der Umwelt zu vermeiden.

I lubrificanti ed i grassi necessari al funzionamento di tutti i componenti meccanici delle frese devono essere biodegradabili. Ogni eventuale perdita deve essere immediatamente riparata per non causare impatti sull'ambiente circostante.

4.2 TECHNISCHE EIGENSCHFTEN

4.2 CARATTERISTICHE TECNICHE

Der Nenndurchmesser der Maschinen muss vom Auftragnehmer nach Maßgabe und unter Beachtung der Maße der Planungsquerschnitte laut Ausschreibungsunterlagen, gemäß den Toleranzen laut Dokument [6], geprüft werden.

Il diametro nominale delle macchine deve essere verificato dall'Appaltatore in funzione e nel rispetto delle dimensioni descritte nelle sezioni di progetto, conformemente alle tolleranze previste nel documento [6].

Die technischen Merkmale der gewählten Maschinen, hinsichtlich des Vorschubs und der maximalen bei den Vortriebsphasen anwendbaren Drehmomentleistung müssen den Anforderungen und Bestimmungen der Ausschreibungsunterlagen, der geltenden Vorschriften und des Auftraggebers/BL entsprechen.

Le caratteristiche tecniche delle macchine selezionate, in termini di spinta e coppia massima applicabile durante il processo di scavo, devono soddisfare i requisiti e le indicazioni fornite dai documenti di progetto, dalla normativa vigente e dal Committente/DL.

Die TBM muss in der Lage sein, die Vorschubrichtung entlang

Le TBM devono essere in grado di poter correggere la propria

der Längsvortriebsachse zu korrigieren, mit gebührendem Mindestkurvenradius entsprechend den auszuführenden Bauwerken.

Es muss ein adäquates Steuerungssystem mit Display installiert werden, um jederzeit die aktuelle Position relativ zur Trassierung überprüfen zu können. Das Display muss für den Maschinenfahrer zu jeder Zeit einsehbar sein.

Die Trassierungsüberwachungen müssen in mit dem Auftraggeber/BL regelmäßigen Abständen erfolgen.

Sämtliche Elektro- und Hydraulikanlagen der TBM müssen absolut dicht bzw. undurchlässig sein.

Das Ausbruchssystem muss die Möglichkeit vorsehen, die Wasserableitung in Ortsbrustnähe bis max. 100 l/s vorzunehmen; das Wasser muss über starren Rohren in einen auf dem Nachläufer installierten Rezirkulationstank von 30 m³ abgeschlaucht werden.

4.2.1 Bohrkopf

Zur Leistungs- und Haftungspflicht des Auftragnehmers gehört die Festlegung aller konstruktionstechnischen Detailaspekte des Bohrkopfes und des zugehörigen Werkzeugs sowie des Wirkungsgrades der Vortriebsleistung und –geschwindigkeit im Verhältnis zu den Gebirgen, die es zu durchdringen gilt, und deren geologischen und geotechnischen Merkmalen.

Die Bohrkopfrotationsgeschwindigkeit muss stufenlos einstellbar sein, um sie den jeweiligen Vortriebsbedingungen anpassen zu können.

Der Bohrkopfantrieb erfolgt über Elektro- oder Hydraulikmotoren mit fortlaufender Regulierung. Es sind alle gebührenden Maßnahmen zu treffen, um den Synchronbetrieb der verschiedenen Motoren zu optimieren. Das gesamte Motorsystem (Rotationsübertragung und Leistungssteuerung) muss mit einer entsprechenden Stoßdämpfung zur Aufnahme der Erschütterungen im Falle einer Rotationsblockierung ausgestattet sein.

Die Geräteanordnung innerhalb des Bohrkopfes muss einen optimalen Fluss des Abraums und der Baustoffe gewährleisten, ohne Behinderungen und mit absolut sicheren Betriebsbedingungen für Arbeiter und Geräte.

Die allgemeine Konfiguration des Bohrkopfes, die Wahl und Anordnung des Werkzeugs, der Öffnungen, der Baustoffe, usw. muss entsprechend den Anforderungen des Vortriebs und der Bohrkopfwartung und –instandsetzung erfolgen, sodass sich in jedem Fall die optimale und günstigste Lösung ergibt.

Die gesamte Werkzeugbestückung des Bohrkopfes erfolgt als Nachladesystem (Back-Loading), sodass Sichtprüfungen und Komponentenwechsel ohne unmittelbaren Zugang zur

directione di marcia lungo l'asse longitudinale di avanzamento con il raggio minimo di curvatura compatibile con le opere da realizzare.

Deve essere installato un adeguato sistema di comando con display di visualizzazione per poter verificare in qualsiasi momento la posizione rispetto al tracciato del progetto. Il display deve sempre essere visibile al conducente della macchina.

I controlli di tracciamento devono essere eseguiti a intervalli regolari concordati con il Committente/DL.

Tutti gli impianti elettrici ed idraulici delle TBM devono avere caratteristiche di perfetta impermeabilità e tenuta.

I sistemi di scavo devono inoltre prevedere la possibilità di smaltimento delle acque vicino al fronte fino ad un massimo di 100 l/s; l'acqua dovrà essere convogliata in tubazioni rigide a una vasca di rilancio di 30 m³ installata sul backup.

4.2.1 Testa fresante

E' onere e responsabilità dell'Appaltatore la definizione di tutti gli aspetti costruttivi di dettaglio della testa e dei suoi strumenti, nonché la sua efficacia in termini di rendimento e velocità di scavo rispetto agli ammassi rocciosi da attraversare ed alle loro caratteristiche geologiche e geomeccaniche.

La velocità di rotazione della testa deve essere modulabile con continuità, in modo da poter essere adattata ad ogni condizione di scavo.

La testa deve essere movimentata con motori a variazione continua, elettrici o idraulici. Devono essere previste ed adottate tutte le misure necessarie e sufficienti per ottimizzare il sincronismo tra l'azione dei vari motori. Il sistema di trasmissione della rotazione e di controllo di potenza dei motori deve assorbire gli shock generati da un eventuale blocco della rotazione.

La disposizione degli apparati all'interno della testa della fresa deve garantire il flusso ottimale dello smerino e dei materiali da costruzione, senza ostacoli ed in condizioni di completa sicurezza operativa per gli operatori e per le apparecchiature stesse.

La configurazione generale della testa di scavo, la scelta e la disposizione degli utensili, delle aperture, dei materiali etc, deve tenere conto di tutte le esigenze di scavo e di manutenzione ordinaria ed eccezionale della fresa, in modo da risultare, in ogni caso, la soluzione ottimale e più vantaggiosa.

Tutti gli utensili montati sulla testa di scavo devono essere di tipo "back-loading", e permettere quindi che l'ispezione visuale e l'eventuale operazione di sostituzione possa avvenire senza

Ortsbrust erfolgen können.

Das Rotationssystem des Fräskopfs muss:

- beide Drehrichtungen zulassen,
- die ständige Änderung der Rotationsgeschwindigkeit zulassen,
- für Noteingriffe ein Freigabemoment von mindestens 1.5 Mal des maximalen Nominalmoments gewährleisten.

Das maximale Drehmoment am Bohrkopf ist entsprechend für den Auftrag der Höchstlast auf den Bohrkopf im Zuge des Bohrbeginns zu bemessen.

Die Steigerung des Ausbruchsquerschnittes muss im Bedarfsfall auch durch die Regulierung der radialen Erweiterung der Perimeterausbruchswerkzeuge möglich sein. Der Spielraum für das Überprofilieren des Ausbruchsdurchmessers darf nicht kleiner als 10 cm sein, bemessen auf den Radius.

Die Copycutter-Position muss mit einem von der Führerkabine aus unterstützten Hydrauliksystem ohne Personaleinsatz in unmittelbarer Kopfnähe in der Arbeitsphase eingestellt werden können.

Die Position des Bohrkopfes im Verhältnis zur normalen Rotationsachse wird einstellbar sein, d.h., sie kann sich als außerachsig zum Schild erweisen, um, bei Bedarf, in der Lage zu sein den Ausbruchsquerschnitt zu erweitern.

Im Bedarfsfall (bei Prüfungen des Verschleißzustandes des Bohrkopfes und/oder der Werkzeugbestückung, Instandsetzung der Bohrkopffläche, usw.) muss ein Freiraum von mindestens 60 cm zwischen Ortsbrust und der Bohrkopffläche durch das Rückziehen des Bohrkopfes geschaffen werden können.

Im Bohrkopf müssen mindestens 2 Öffnungen vorgesehen werden, welche das Durchführen verschiedener Werkzeuge und Geräte ermöglichen, mit direktem Zugang zur Ortsbrust für jede eventuelle betriebliche Notwendigkeit, so für Prüfungen, Inspektionen, Probenahmen, Aufschlussbohrungen, Konsolidierungen, geotechnische Prüfungen, usw.

Für die Überwachung und Minderung der Staubbildung am Vortrieb ist der Bohrkopf mit einer entsprechenden Injektionsvorrichtung zum Ausbringen von Wasser oder anderen Flüssigkeiten unmittelbar an der Ortsbrust bestückt.

Das Dichtsystem der Bohrkopfzylinder muss mit einem entsprechenden Drucksystem zum konstanten Schmieren und Versorgung mit Schmierfett ausgestattet, effizient und sicher sein; es dürfen weder Staub noch Verunreinigungen eindringen, noch Schäden oder Betriebsstörungen eintreten können, die eine außerplanmäßige Wartungsunterbrechung erforderlich machen, bevor nicht mindestens 15

accessi diretti al fronte di scavo.

Il sistema di rotazione della testa fresante deve:

- permettere entrambe le direzioni di rotazione;
- permettere la variazione continua della velocità di rotazione;
- garantire, per interventi di emergenza, una coppia di sbloccaggio pari ad almeno 1.5 volte la coppia nominale massima.

Il valore nominale della massima coppia azionabile sulla testa deve essere adeguato e tale da garantire l'applicazione del massimo carico della testa durante la fase di inizio scavo.

La sezione di scavo deve poter essere incrementata, dove necessario, attraverso la regolazione dell'espansione radiale degli utensili di scavo perimetrali. La possibilità di sovraprofilazione del perimetro di scavo deve risultare non inferiore a 10 cm sul raggio.

La posizione del copycutter deve poter essere regolata mediante un sistema idraulico assistito dalla cabina dell'operatore, senza impiego di personale nelle immediate vicinanze della testa in fase di lavoro.

La posizione della testa di perforazione rispetto al suo normale asse di rotazione potrà essere regolabile, ovvero potrà risultare disassabile rispetto allo scudo in modo da essere in grado, in caso di necessità, di aumentare la sezione scavata.

In caso di necessità (verifiche dello stato di usura della testa e/o degli utensili di scavo, manutenzione straordinaria della superficie della testa, etc) deve essere possibile creare uno spazio libero di almeno 60 cm fra il fronte di scavo e la superficie fresante della testa attraverso un movimento di arretramento della testa fresante stessa.

Nella testa devono essere previste almeno 2 aperture che ne consentano l'attraversamento con utensili ed apparecchiature varie, con accesso diretto al fronte di scavo per ogni eventuale necessità operativa come verifiche, ispezioni, prelievi, sondaggi, consolidamenti, prove geotecniche, etc.

Per il controllo e l'abbattimento delle polveri prodotte dal materiale di scavo deve essere previsto sulla testa un idoneo dispositivo per l'iniezione diretta di acqua o altro fluido sul fronte di scavo.

Il sistema di tenuta dei cuscinetti della testa deve essere permanentemente lubrificato con sistema in pressione e trafilatura continua di grasso lubrificante; deve essere in grado di prevenire in maniera efficiente l'eventuale entrata di polvere o impurezze di qualunque tipo e deve essere in grado di assicurare che non avvengano danneggiamenti o malfunzionamenti tali da necessitare soste di manutenzione

Tunnelkilometer aufgefahen wurden.

Die Bohrkopf-Antriebsmotoren werden effizient und sicher wassergekühlt.

4.2.2 Nachläufer (Backup)

Abmessungen und mechanische Merkmale des Nachläufers der TMB müssen die einschränkungs- und behinderungsfreie Bewegung der TBM im Tunnel und des Ausbaus im gesamten Intervall der festgelegten Mindestkurvenradien ermöglichen.

Die Planung der einzelnen Nachläufereinheiten und die Gesamtlänge müssen die bestmögliche baubetriebliche Organisation der Arbeitsbereiche im Tunnel ermöglichen, nach Maßgabe der jeweiligen Arbeitsschritte, sowie sämtlicher weiterer Tätigkeiten (Arbeiten an den Bereichen außerhalb des Tunnelquerschnitts, Nischeneinrichtung, usw.).

Aufbau, Abmessungen, Statik und Mechanik des Nachläufers entfallen in die Leistungs- und Haftungspflicht des AN, der bei der Festlegung die gegenständlichen Bestimmungen sowie alle weiteren bautechnischen Variablen hinsichtlich des Vortriebs, der Beförderung von Bauteilen, Baumaterial und aller mechanischen und elektrischen Geräte, die im Nachläufer untergebracht werden, berücksichtigen muss.

Die endgültige Dimensionierung des Nachläufers und seiner Innenausstattung für die Versorgungs- und Entsorgungslogistik muss so erfolgen, dass die größtmögliche Produktionsleistung der Tunnelbohrmaschine unterstützt wird.

Grundsätzlich muss der Nachläufer im Bedarfsfall vollkommen vom Rest der Maschine abkoppelbar sein.

Die Mindestlichte zwischen dem Lichtraumprofil des Nachläuferaufbaus, unter Berücksichtigung der festen Anlagen im Inneren des Nachläufers und der Laibung des Tunnelausbaus darf nicht weniger als 0,50 m betragen.

Jeder Anhänger des Nachläufers muss den Bewegungen und den von der TBM ausgeführten Bögen unter Beibehaltung seiner ursprünglichen Funktionalität frei folgen können, besonders was das auf dem Backup montierten Ausbruchmaterialband betrifft.

Das Nachläufersystem muss so ausgerüstet werden, dass die Installation der Basistübbings und die Mörtelinspritzung auf der Rückseite möglich seien.

Die Nachläufereinheit muss insbesondere ausgestattet sein mit Wasser Entsorgungssystem mit einem Lagertank von mindestens 30m³ in dem sie in der Lage, zumindest zwei Pumpen 35 bis 40 kW betrieben ausgestattet werden.

Die Nachläufereinheit muss insbesondere ausgestattet sein mit:

leistungsfähige Förderbandanlage, welche auch für den

eccezionale prima di aver realizzato almeno 15 km di scavo della galleria.

I motori di azionamento della testa devono essere raffreddati ad acqua in maniera efficiente e sicura.

4.2.2 Unità di backup

Le caratteristiche dimensionali e meccaniche del backup devono consentire ogni movimento della macchina all'interno della galleria e del rivestimento, nella direzione di scavo, senza alcun vincolo né ostacolo, entro l'intervallo completo dei raggi minimi di curvatura stabiliti.

La progettazione delle singole unità del backup e la lunghezza complessiva devono garantire la migliore organizzazione funzionale delle aree di lavoro all'interno del tunnel, in funzione delle specifiche attività da svolgere, nonché di tutte le eventuali attività accessorie (lavori su spazi esterni alla sezione trasversale della galleria, realizzazione di nicchie, etc).

La concezione strutturale, dimensionale, statica e meccanica del backup è onere e responsabilità dell'Appaltatore che deve tenere conto, nella sua definizione, di quanto qui previsto e di ogni altra variabile costruttiva relativa allo scavo, alla movimentazione dei materiali e a tutti gli apparati meccanici ed elettrici che devono essere posizionati al suo interno.

Il dimensionamento finale complessivo del backup e dei suoi apparati interni di movimentazione e trasporto dei materiali deve essere adeguato a sostenere la massima potenzialità produttiva attesa dalla macchina di scavo.

Il backup deve essere in ogni caso, all'occorrenza, completamente separabile dal resto della macchina.

Il franco minimo fra la sagoma della struttura del backup, considerando gli impianti fissi al suo interno, e l'intradosso del rivestimento della galleria non deve essere minore di 0,50 m.

Ogni rimorchio del backup deve poter seguire liberamente le manovre e le curve effettuate dalla macchina mantenendo inalterata la sua funzionalità originaria, in particolare per quanto riguarda il nastro di smarino montato sul backup.

Il sistema di backup deve essere attrezzato in modo che sia possibile l'installazione dei conci di base e l'esecuzione delle iniezioni a tergo con malta.

Il backup dovrà essere dotato di sistema di smaltimento dell'acqua con una vasca di accumulo di almeno 30m³ in cui dovranno poter funzionare almeno 2 pompe da circa 35-40 KW.

L'unità di backup in particolare deve essere attrezzata con:

- efficiente impianto a nastro trasportatore, adatto

Transport von matschigem Ausbruchmaterial bei hohen Wasserführungen geeignet ist und mit einer automatischen Abschalteneinheit im Störfall (z.B. Unterbrechungen) ausgestattet ist;

Im Bereich des Nachläufers ist ein schallgedämmter und klimatisierter sowie ständig einsatzbereiter Bürocontainer mit mindestens einem für Auftraggeber/BL reservierten voll ausgestatteten Arbeitsplatz, mit PC mit online Anbindung an die TBM-Daten und Auswertesoftware der Maschinendaten ausgestattet.

Die Durchfahrt des Nachläufers unter statisch vollkommen sicheren Bedingungen auf den Tübbings des Ausbaus muss genauestens vom AN überprüft werden. Jedenfalls kann die Durchfahrt nicht bevor die Betonbettung der Sohlelemente den erforderlichen Mindestfestigkeitswert erreicht hat erfolgen.

Der Nachläufer muss über die gesamte Länge beidseitig mit Metalllaufstegen ausgestattet sein.

Um Beschädigungen des Förderbandes auszuschließen muss an der Stirnseite des Förderbandes eine leistungsgerechte Brechanlage installiert werden, um so sicherzustellen, dass die Körnung des Ausbruchmaterials den max. Sieblinien entspricht.

Der Nachläufer muss auch die Lagerung aller Zubehörvorrichtungen für die Bohrungen und die Befestigungsmaßnahmen (Bohrköpfe, Leitungen, Ersatzteile, Pumpen, Mischer, usw.), welche stets für jeden Bedarfsfall einsatzbereit sein müssen, ermöglichen.

4.2.3 Schutterung

Die Schutterung erfolgt über ein Förderband, das entsprechend der Vortriebsgeschwindigkeit des Ausbruchs für den Dauerbetrieb bemessen ist:

Das Förderband muss folgenden Anforderungen entsprechen:

- vom Trichter bis zum Nachläufer einziehbar sein, um so rasch erforderliche Wartungseingriffe oder sonstige Maßnahmen vorzunehmen;
- mit einem hydraulischen Antriebsmotor versehen sein, um so variable Geschwindigkeiten entsprechend der Vortriebsgeschwindigkeit des Ausbruchs zu ermöglichen
- mit einer Wasserbedüsungsanlage zur Staubbindung und zum Befeuchten des Abraums ausgestattet sein.

4.2.4 Sicherheitsvorrichtungen

Die Sicherheitsvorrichtungen, mit denen die TBM bestückt ist, müssen den Vorgaben laut Sicherheitsplan entsprechen.

Grundsätzlich muss eine Erste-Hilfe-Stelle im Nachläufer

auch al trasporto di smarino molle, in presenza di elevata venuta d'acqua, e dotato di un'unità di spegnimento automatico in caso di guasti (ad es. interruzioni);

- in prossimità del carro di servizio installazione di un container uso ufficio insonorizzato e climatizzato, sempre pronto all'uso, con almeno una postazione di lavoro completamente attrezzata riservata al Committente/DL, dotata di computer con collegamento on-line ai dati della TBM e software di elaborazione dei dati della macchina.

Il transito in condizioni di completa sicurezza statica del backup sui conci di base del rivestimento deve essere attentamente verificato dall'Appaltatore. In ogni caso il transito non potrà avvenire prima che la resistenza del letto di malta di posa degli elementi di fondo abbia raggiunto i valori minimi necessari.

L'unità di backup deve essere dotata, per tutta la sua lunghezza, di passerelle metalliche pedonali su entrambi i lati.

Per evitare danneggiamenti del nastro trasportatore le dimensioni massime degli inerti del materiale di scavo devono essere controllate da un frantoio di capacità adeguata installato in testa al nastro trasportatore.

L'unità di backup deve anche consentire l'immagazzinamento di tutti i dispositivi accessori per le perforazioni e per gli interventi di consolidamento (punte, tubazioni, ricambi, pompe, miscelatori, etc) che devono essere sempre prontamente disponibili ad ogni necessità.

4.2.3 Sistema di smarino

Il sistema di smarino è previsto costituito da un nastro trasportatore dimensionato per lavorare in continuo secondo la velocità di avanzamento dello scavo.

Il nastro di scarico deve:

- dalla tramoggia sino al backup, essere retrattile per procedere rapidamente ad ogni manutenzione o intervento necessario;
- essere azionato da motori idraulici per ottenere velocità variabili in relazione alla velocità di avanzamento dello scavo;
- essere equipaggiato con un impianto ad acqua per l'abbattimento della polvere e per mantenere eventualmente bagnato il marino.

4.2.4 Dispositivi di sicurezza

I dispositivi di sicurezza in dotazione alle TBM devono essere conformi a quanto previsto nei Piani di Sicurezza.

In ogni caso all'interno del backup deve essere presente una

eingerichtet sein, die der Anzahl der an der Baustelle anwesenden Arbeiter entspricht und aus jeder Stelle der TBM einfach erreichbar ist.

Die Versorgung des Nachläufers erfolgt über versorgungsfreie Einheiten, die eine mindestens dreistündige Notbeleuchtung gewährleisten.

Die Möglichkeit, etwaige Verletzte vom Maschineninneren nach außen und in Richtung Sicherheitsausgänge zu transportieren, gemäß den laut Sicherheitsplan vorgeschriebenen Verfahren und Mindestfristen, muss sichergestellt sein.

Eine automatische Brandmeldeanlage muss in sämtlichen Gefahrenbereichen (Trafos, Schalträumen, Hydraulikaggregate, usw.) installiert sein. Alle Fahrzeuge, die in hoch brandgefährdeten Bereichen arbeiten, müssen mit gebührenden Alarm- und Schutzvorrichtungen ausgestattet sein.

Alle Fluchtwege, die vom Vortriebsbereich wegführen müssen im Notfall und zumindest über die ganze Länge, die der Nachläufer einnimmt, mit einer Brandschutzanlage mit Wasservorhang ausgestattet sein.

4.2.5 Zusatz- und Spezialausrüstung

Im Bereich unmittelbar hinter dem Bohrkopf und innerhalb des Schildbereiches ist die Bohrmaschine mit entsprechendem Gerät zur Ausführung von Konsolidierungs-, Prospektions-, Drainage- und Stabilisierungsmaßnahmen, der im Plan vorgesehenen Hohlräume ausgerüstet.

Die Ausstattung für die Bohrungen umfasst ein System zur automatischen Aufzeichnung der Daten wie in [7] aufgezeigt.

Es muss auch die Preventer Verfügbarkeit vorgesehen werden, die am Bohrlochmund bei Druckwasservorkommen eingesetzt wird.

Die TBM müssen mit einem umfassenden und leistungsfähigen System zur Ausführung von Dränagen, Injektionen und Konsolidierungen an der Ortsbrust und am Ausbruchumfang ausgestattet sein.

Das Injektionssystem muss in der Lage sein jedes beliebige Verpressmaterial wie Zementmörtel oder Spezialharzen zu benutzen.

Dem AN obliegt die Auswahl und Leistungsgarantie aller erforderlichen Spezial- und Hilfsgeräte, deren technischen Spezifikationen müssen angemessen sein und allen potentiellen und vorhersehbaren Gebirgsbedingungen sowie allen weiteren potentiellen Ausbruchsanforderungen Rechnung tragen.

camera di primo soccorso adeguata rispetto al numero dei lavoratori presenti e in posizione facilmente raggiungibile da ogni punto della macchina.

Il backup deve essere alimentato tramite gruppi autonomi che garantiscano l'illuminazione di emergenza per almeno 3 ore.

Deve essere garantita la possibilità di trasportare eventuali infortunati all'esterno della macchina e verso le uscite di sicurezza con le modalità ed entro i tempi massimi prefissati dai Piani di sicurezza.

Deve essere installato un sistema automatico di allarme antincendio in tutte le aree a rischio (trasformatori, sale quadri elettrici, centraline olodinamiche, etc), con segnale di avvertimento sia visivo, sia acustico. Tutti i veicoli operanti in zone ad alto rischio incendio devono avere a bordo dispositivi di allarme e di protezione adeguati, con trasmissione dati nella stazione di controllo.

Tutta l'intera tratta occupata dalle unità del backup, devono essere equipaggiate con un impianto di protezione antincendio a cortina d'acqua.

4.2.5 Attrezzature supplementari e speciali

La macchina deve essere attrezzata con idonei apparati speciali per l'esecuzione di interventi di consolidamento, di prospezione, di drenaggio e di stabilizzazione della cavità previsti in progetto.

L'equipaggiamento per le perforazioni deve prevedere un sistema di registrazione in continuo dei dati secondo quanto riportato in [7].

Deve anche essere prevista la disponibilità di un "preventer" da installare a boccaforo nelle perforazioni in presenza di acqua in pressione.

Inoltre le TBM devono essere dotate di un sistema completo ed efficiente per l'esecuzione di drenaggi, di iniezioni e di consolidamenti sulfronte e sul contorno.

Il sistema di iniezione deve essere in grado di utilizzare ogni tipo di materiale, come malte cementizie e resine speciali.

E' responsabilità dell'Appaltatore la scelta e la garanzia di efficienza di tutti gli apparati speciali ausiliari necessari, le cui specifiche tecniche devono essere adeguate e sufficienti per ogni possibile e prevedibile condizione dell'ammasso roccioso e di ogni altra possibile esigenza e necessità del processo di scavo.

4.2.6 Ausbruchsdatenerfassung, -steuerung und -verwaltung

Die TBM müssen mit einem vollkommen automatischen und computergesteuerten Kontrollsystem (PLC) ausgestattet sein, welches die Erfassung und Kontrolle aller Betriebsparameter der Maschine und deren Nebengeräte erlaubt. Dieses System muss dem höchsten Stand der derzeit verfügbaren Technik gemäß und angemessen sein.

Weiter muss das System auch für das Erfassen sämtlicher Betriebsstörungsdaten der Maschine und der Verwaltung von Alarmmeldungen in Echtzeit ausgelegt sein.

Das einwandfreie Funktionieren des automatischen Kontrollsystems der Maschine muss im Beisein des Auftraggebers/BL, dem die endgültigen Genehmigung obliegt, getestet werden.

Das System muss in der Lage sein, während des Ausbruchs die Daten unterbrechungsfrei zu überwachen und vor Ort sowie ferngesteuert auf Festplatten maschinenextern abzuspeichern. Diese Daten müssen seitens des AN aufbewahrt werden und fortwährend dem Auftraggeber/BL zur Verfügung stehen. Die aufgezeichneten Daten dürfen in keinem Fall gelöscht werden.

Alle vom System bereitgestellten Daten müssen aufgezeichnet und, in einem geeigneten Format zur Weiterverwendung als Grundlage für die Erstellung von Reports, Tabellen, Grafiken und Berichten, mit unterschiedlichen Zeitintervallen (täglich, wöchentlich, monatlich), wie gemeinsam mit Auftraggeber/BL vereinbart, dem Auftraggeber/BL zur Verfügung gestellt,

Das Steuersystem muss die Möglichkeit zur Verwaltung und Optimierung des Bohrkopfbetriebs und Vortriebs bieten; hierzu erfolgt die kontinuierliche und automatische Bedienung der Maschinensteuerung über die stufenweise Regelung deren typischen mechanischen Parametern (Vorschub, Rotationsgeschwindigkeit, Drehzahl, usw.).

Das unterbrechungsfreie und automatische Erfassen der Daten durch das computergesteuerte Steuersystem muss in der Lage sein die Möglichkeit zur Aufzeichnung und Verwaltung der maßgeblichen Ausbruchsparameter (das in [7].aufgezeigte wiederaufnehmend):

- Gesamtvorschub , Rotationsgeschwindigkeit, Rotationsrichtung, Bohrkopf -Drehmoment;
- Gesamtvorschub und Anpressdruck der Vorschubzylinder;
- Richtung, Neigung, tatsächlich zurückgelegte Wegstrecke und Vortriebsgeschwindigkeit, Abweichungen des Ausbruchs von der Plan-Trassierung;
- Spannung, Versorgungsstrom, Rotationsgeschwindigkeit und Temperatur der Bohrkopfmotoren und der vorrangigen

4.2.6 Acquisizione, controllo e gestione dati di scavo

Le TBM devono essere provviste di sistema di controllo (PLC) completamente automatizzato e computerizzato, che consenta la raccolta ed il controllo di tutti i parametri di funzionamento della macchina e dei suoi apparati ausiliari. Tale sistema deve essere conforme ed adeguato al più elevato livello della tecnologia attualmente disponibile.

Il sistema deve anche essere idoneo all'acquisizione di tutti i dati relativi ai malfunzionamenti della macchina ed alla gestione degli allarmi in tempo reale.

Il perfetto funzionamento del sistema di controllo automatizzato della macchina deve essere testato alla presenza del Committente/DL, a cui spetta l'approvazione finale.

Il sistema deve essere in grado, durante lo scavo, di monitorare e registrare in continuo i dati su supporti rigidi in locale ed in remoto all'esterno della macchina. Tali dati devono essere conservati a cura dell'Appaltatore e resi permanentemente disponibili al Committente/DL. In nessun caso è ammessa la cancellazione di alcun dato registrato.

Tutti i dati forniti dal sistema devono essere registrati e resi disponibili al Committente/DL in formato tale da consentirne l'utilizzo come base di riferimento per la produzione di report, tabelle, grafici e relazioni, con diversa cadenza periodica (quotidiana, settimanale, mensile) stabilita di comune accordo con il Committente/DL stesso.

Il sistema di controllo deve essere in grado di gestire ed ottimizzare il funzionamento della testa fresante e l'avanzamento dello scavo, intervenendo in forma continua ed automatica sul sistema di guida della macchina, attraverso la variazione modulata dei suoi parametri meccanici caratteristici (spinta, velocità di rotazione, coppia, etc).

L'acquisizione continua ed automatica dei dati da parte del sistema di controllo computerizzato deve essere in grado di registrare e gestire i seguenti parametri fondamentali di scavo (riprendendo quanto riportato in [7]):

- spinta complessiva, velocità di rotazione, senso di rotazione, coppia della testa fresante;
- forza complessiva e pressione applicate dai singoli martinetti di spinta;
- direzione, inclinazione, percorso effettivo e velocità di avanzamento, deviazioni dello scavo rispetto al tracciato previsto;
- tensione, corrente di alimentazione, velocità di rotazione e temperatura dei motori della testa e delle principali utenze elettriche (pompe oleodinamiche,

Stromanschlüsse (Hydraulikpumpen, Transport- und Fördereinrichtungen, Bohrvorrichtungen, usw.);

- Druck und Temperatur der vorrangigen Hydraulik-, Kühl- und Schmierkreisläufe;
- Mengengewicht des Ausbruchmaterials und Prognoseabweichungen, nach Maßgabe der Bohrkopfrotationsgeschwindigkeit beurteilt;
- Druck und Mengengewicht und Volumen des Verpressgutes zum Verfüllen des Ringspaltes;
- effektive Maschinenbetriebszeiten (Bohrvorgänge und Pausen);
- Verschleiß der Disken und Schneidrollen des Bohrkopfes, Wartungs- und Instandsetzungszeiten.

apparati di trasporto e movimentazione, perforatori, etc);

- pressione e temperatura di tutti i principali circuiti oleodinamici e di raffreddamento e lubrificazione;
- Mengengewicht des Ausbruchmaterials und Prognoseabweichungen, nach Maßgabe der Bohrkopfrotationsgeschwindigkeit beurteilt;
- Druck und Mengengewicht und Volumen des Verpressgutes zum Verfüllen des Ringspaltes;
- tempistiche di funzionamento effettive della macchina (processo di scavo e soste);
- usura degli utensili taglienti e fresanti principali della testa e tempistiche di manutenzione ordinaria e straordinaria, interventi di sostituzione.

4.2.7 Belüftung und Kontrolle von explosionsfähigen Gasen und Strahlungen

Das Belüftungs- und Entstaubungssystem, das in der TBM installiert ist, muss gebührend bemessen sein und den Bestimmungen der Sicherheitspläne und der geltenden Vorschriften entsprechen.

Es muss außerdem eine automatische und ständige Kontrolle der explosionsfähigen Gase und Strahlungen laut den in [7] gelieferten Angaben vorgenommen werden.

4.2.7 Ventilazione e controllo gas esplosivo e radiazioni

Il sistema di ventilazione e controllo delle polveri installato nella macchina deve essere adeguato e conforme a quanto previsto nei Piani di sicurezza ed alla normativa vigente.

Deve essere inoltre effettuato il controllo automatico e continuo della concentrazione di gas esplosivi e di radiazioni secondo le indicazioni fornite in [7].

5 GRIPPER TBM

In diesem Kapitel werden die für die Gripper TBM erforderlichen technischen Mindesteigenschaften, welche zum Vortrieb der Haupttunnels längs der Südstrecke [Tabella 1] anzuwenden sind, zusammengefasst.

5.1 TBM BEWEGUNG

Die Ausführungsplanung sieht die Einführung der Gripper TBM (oder deren Einzelteile) in den Tunnel über den Maulser Fensterstollen vor; von dort aus wird diese bis zur bestehenden Montagekaverne an km 49'082 der Oströhrenstrecke transportiert.

Nach Ausführung der Oströhrenstrecke wird die Gripper TBM demontiert und in die Oströhre überführt, wo sie zur Vortriebsausführung der Röhre selbst wieder montiert wird.

Am Ende des Vortriebs der Oströhrenstrecke wird die Gripper TBM demontiert und wieder durch die Oströhre, die Kaverne und den Maulser Fensterstollen nach Außen transportiert.

Wenn nicht ausdrücklich in den Planungsdokumenten vorgesehen sind sämtliche Vorrichtungen, Ausrüstungen, Vorbereitungen und generell alle Lasten, welche aus Transport und Bewegung der TBM und/oder deren Komponenten von und zu Herstellungswerk / Baustelle / Lager / Ortsbrust, aus den Montagen und Demontagen, dem Rückgang, den Verlagerungen und den Anläufen der TBM, usw. folgen, als bereits eingeschlossen und mit den Vertragspreisen abgefunden zu betrachten.

5.2 AUSBRUCHDURCHMESSER UND TOLERANZ

Die Gripper TBM muss einen Bohrdurchmesser von $D = 9,72$ m haben (Mindestbohrdurchmesser bei abgenutzten Werkzeugen).

Dieser Durchmesser sichert sämtliche Betriebsanforderungen (Gabarit und Innenlichtraumprofil, Außen- und Innenschale, Bautoleranz, usw.) und berücksichtigt auch einen radialen planmäßigen Extraaushub von 5 cm, um die vorgesehenen Verformungen des Gebirges, in Klasse II und III nach Bienawski, zu erlauben.

Die TBM muss mit geeigneten Lösungen (Copycutter) ausgerüstet sein, um, falls dies aufgrund des Felszustandes ratsam erscheint, einen radialen Extraaushub von 10 cm zu ermöglichen.

Es wird festgestellt, dass:

- theoretischer Mindestausbruchdurchmesser $D_t = 9,62$ m: Außenschalenrücken in den Ausbruchquerschnitten GL-MA2, MA3, MRb;
- Ausbruchdurchmesser $D = 9,72$ m: theoretischer Mindestausbruchdurchmesser erhöht um 5 cm radialen planmäßigen Extraaushub, in den

5 GRIPPER TBM

In questo capitolo si sintetizzano le caratteristiche tecniche minime richieste per la Gripper TBM da adottare per lo scavo delle Gallerie di Linea lungo la tratta sud [Tabella 1].

5.1 MOVIMENTAZIONE TBM

Il Progetto Esecutivo prevede l'introduzione in galleria della Gripper TBM (o sue componenti) attraverso la Finestra di Mules; da qui viene trasportata fino alla caverna di montaggio esistente situata sulla linea al km 49+082 in galleria est.

Dopo aver eseguito l'avanzamento della tratta in canna est, la Gripper TBM viene smontata e trasportata in canna ovest dove viene rimontata per eseguire lo scavo della canna stessa.

Al termine dello scavo della tratta in canna ovest, la Gripper TBM viene smontata e trasportata all'esterno transitando nuovamente per la canna ovest, il camerone e la Finestra di Mules.

Tutti le predisposizioni, le attrezzature, gli approntamenti e in generale tutti gli oneri conseguenti al trasporto e alla movimentazione della TBM e/o delle sue parti da e per lo stabilimento di produzione / cantiere / deposito / fronti di scavo, ai montaggi, agli smontaggi, arretramento, trasferimenti e agli start-up della TBM, ecc., ove non esplicitamente previsti nei documenti di progetto, sono da considerare già compresi e compensati con i prezzi contrattuali.

5.2 DIAMETRO DI SCAVO E TOLLERANZE

La Gripper TBM deve avere un diametro della testa $D = 9,72$ m (diametro di scavo minimo nel caso di utensili consumati).

Questo diametro assicura tutte le esigenze funzionali (gabari e sagoma limite interna, rivestimento di 1° fase e rivestimento definitivo, tolleranze di costruzione, etc.) e tiene conto anche di un extrascavo radiale sistematico di 5 cm per consentire le deformazioni dell'ammasso previste in classe II e III secondo Bienawski.

La TBM deve essere dotata di soluzioni idonee (copy cutter) per consentire un ulteriore extrascavo radiale di 10 cm, qualora le condizioni dell'ammasso roccioso lo richiedessero.

Si definisce:

- diametro teorico minimo $D_t = 9,62$ m: l'estradosso del rivestimento di 1° fase nelle sezioni di scavo GL-MA2, MA3, MRb;
- diametro di scavo $D = 9,72$ m: il diametro teorico minimo incrementato dell'extrascavo radiale sistematico di 5 cm, nelle sezioni di scavo GL-MA2,

Ausbruchquerschnitten GL-MA2, MA3, MRb;

Der Extraaushub der weiteren Gebirgsverformung im Ausbruchquerschnitt GL-MA4., welches von 10 cm vorgesehen ist, wird mittels Einsatz des Copycutters ausgeführt, wobei man einen Ausbruchdurchmesser $D = 9,92$ m erhält.

Der Preis für den Ausbruch der theoretischen Mindestoberfläche der Planausbruchquerschnitten enthält und findet insbesondere folgendes ab:

- systematischer Extraaushub von 5 cm radial am theoretischen Mindestdurchmesser $D_t = 9,62$ m, für die Ausbruchquerschnitte GL-MA2, MA3, MARb;
- Extraaushub von 10 cm radial am Ausbruchdurchmesser $D = 9,72$ m, welcher mit geeigneten mechanischen Maßnahmen an den Cutters am Ausbruchumfang für den Ausbruchquerschnitt GL-MA4 erhalten wird.

5.3 STABILISIERUNGSMASSNAHMEN

Auf der Rückseite der TBM werden traditionelle Stabilisierungsmaßnahmen eingebaut, insbesondere Radial- und Vortriebsanker, Baustahlgitter, Lehrgerüste aus Stahlprofile und faserverstärkter Spritzbeton.

Die in der Planung vorgesehenen Ausbruchquerschnitte, in [21] und Planungszeichnungen beschrieben, sehen die Inbetriebsetzung folgende Stabilisierungsmaßnahmenarten vor:

- Baustahlmatten, \varnothing 6mm, Raster 150x150mm, aus Stahl B450C;
- Lehrgerüste Typ 2IPN1610 aus Stahl S355JR, Abstand von 0.5m bis 1.50 m
- Anker Typ SuperSwellex Pm24 mit Fließgrenze $N_y > 200$ kN, Länge 4.50m, Abstand $p = 1.80$ m quer x 1.50m längs, Verteilung am Ausbruchumfang 90° - 120° - 270° ;
- Anker Typ Dywidag- SN \varnothing 28 aus Stahl ST670/800; mit Spreizkopf, Fließgrenze $N_y > 413$ kN, Kopfwiderstand $N_y > 200$ kN, Länge 5.50m, Abstand $p = 1.80$ m quer x 1.50m längs; Verfüllarbeiten mit Zementmörtel mit $R_{ck} > 25$ MPa, R_{cm} nach 24 Stunden ≥ 10 MPa; Verteilung am Ausbruchumfang 270° .
- Bohrscharubenanker Typ R38N, Fließgrenze $N_y \geq 400$ kN, Länge 6.00m, Abstand $p = 1.80$ m quer x 1.50m längs; Verfüllarbeiten mit Zementmörtel mit $R_{ck} > 25$ MPa, R_{cm} nach 24 Stunden ≥ 10 MPa; Verteilung am Ausbruchumfang 270° .
- Vortriebsbohrscharubenanker Typ R51N (eventuell) mit Fließgrenze $N_y \geq 630$ kN, Länge von 9.00m bis

MA3, MRb;

L'extrascavo per le ulteriori deformazioni dell'ammasso nella sezione di scavo GL-MA4, previsto di 10 cm, viene realizzato mediante l'utilizzo dei copycutter, ottenendo un diametro di scavo $D = 9,92$ m.

Il prezzo dello scavo della superficie teorica minima delle sezioni di progetto comprende e compensa in particolare:

- extrascavo sistematico di 5 cm radiali sul diametro teorico minimo $D_t = 9,62$ m, per le sezioni di scavo GL-MA2, MA3, MARb;
- extrascavo di 10 cm radiali sul diametro di scavo $D = 9,72$ m, ottenuto con opportune soluzioni meccaniche sui cutters al contorno, per la sezione di scavo GL-MA4.

5.3 INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE

A tergo della TBM verranno messi in opera interventi di stabilizzazione di tipo tradizionale, in particolare ancoraggi, radiali e in avanzamento, rete elettrosaldata in acciaio, centine in profilati in acciaio e betoncino proiettato fibrorinforzato.

Le sezioni di scavo previste in progetto, descritte in [21] e nei disegni di progetto, prevedono la messa in opera dei seguenti tipi di interventi di stabilizzazione:

- Rete elettrosaldata, diametro \varnothing 6, maglia 150mmx150mm in acciaio B450C;
- Centine tipo 2IPN160 in acciaio S355JR, interasse da 0.5 a 1.50m
- Ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 200$ kN, lunghezza 4.50m, passo $p = 1.80$ m trasv x 1.50m long, distribuzione sul contorno 90° - 120° - 270° ;
- Ancoraggi tipo Dywidag SN \varnothing 28, in acciaio ST670/800, con testa a espansione; resistenza allo snervamento $N_y > 413$ kN, resistenza testa $N_y > 200$ kN, lunghezza 5.50m, passo $p = 1.80$ m trasv x 1.50m long.; cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, R_{cm} a 24h ≥ 10 MPa; distribuzione sul contorno fino a 270° .
- Ancoraggi Autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento $N_y \geq 400$ kN, lunghezza 6.00m, passo $p = 1.80$ m trasv x 1.50m long; cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, R_{cm} a 24h ≥ 10 MPa, distribuzione sul contorno fino a 270° .
- Ancoraggi Autoperforanti in avanzamento tipo R51N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento $N_y \geq 630$ kN, lunghezza da 9.00m a 12.00m, passo p

12.00m, Abstand p = 0.90m quer x 3.00m längs; Verfüllarbeiten mit Zementmörtel mit Rck>25 MPa, Rcm nach 24 Stunden ≥ 10 MPa, Verteilung am Ausbruchumfang 120°.

- Faserverstärkter Spritzbeton der Festigkeitsklasse CFSpC 30/37 am Ausbruchumfang.

Für sämtliche oben beschriebenen Stabilisierungsmaßnahmen gelten die in [1] enthaltenen technischen Anordnungen.

5.4 DRÄNAGEMASSNAHMEN

Mit Bezug auf Kap. 3.4 erweisen die Dränagemassnahmen, welche entlang des Ausbruchs geplant und in [22] beschrieben sind, folgende Eigenschaften:

- Radiale Dränagen (bei begrenzten Wasserzutritten (<5 l/s) und von kurzer Dauer): Nr. 5 Bohrungen für jeden Ausbruchquerschnitt, welche auf Höhe der Wasserzutritte, L=4m, Ø=76mm, eventuell mit mikrorissigem Rohr, Ø=62mm, s=5mm, mit Geotextilmantelung ausgestattet, positioniert werden.
- Vortriebdränagen (bei kontinuierlichen Wasserzutritten über 5 l/s): alle 20m Nr. 2 Schrägbohrungen mit 5° Neigung horizontal und vertikal zur Tunnelachse, L=30m, Ø=76mm, eventuell mit mikrorissigem Rohr, Ø=62mm, s=5mm, mit Geotextilmantelung ausgestattet.

Für sämtliche oben beschriebenen Stabilisierungsmaßnahmen gelten die in [1] enthaltenen technischen Anordnungen.

5.5 SICHERUNGSMASSNAHMEN

Die Gripper TBM muss, falls dies nötig wäre, mit für die Ausführung von Vortriebssicherungsmaßnahmen notwendigen Vorrichtungen und Voreinstellungen ausgestattet sein, gemäß [5] und in Kap. 3.4 aufgelistet.

5.6 ÜBERWACHUNG, PROSPEKTIONEN UND UNTERSUCHUNGEN

Das Überwachungssystem muss gemäß den Planungsangaben und den in [7] aufgezeigten Vorgaben installiert und verwaltet werden.

Insbesondere muss die Gripper TBM mit sämtlichen notwendigen Vorrichtungen und Voreinstellungen ausgestattet sein, für die Ausführung von:

- Vortriebvollbohrungen mit Erhebung der Bohrungsparameter von maximaler 150 m Länge Neigung ≤ 10°, Bohrungsdurchmesser ≥ 76 mm, Verteilung am Umfang auf 120°.
- Aufzeichnung der TBM Ausbruchparameter;

= 0.90m trasv x 3.00m long; cementazione con malta cementizia avente Rck≥25 MPa, Rcm a 24h≥10 MPa, distribuzione sul contorno fino a 120°.

- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno.

Per tutti gli interventi di stabilizzazione sopra descritti valgono le disposizioni tecniche contenute in [1].

5.4 INTERVENTI DI DRENAGGIO

Con riferimento al par. 3.4, gli interventi di drenaggio previsti lungo lo scavo e descritti in [22] presentano le seguenti caratteristiche:

- Drenaggi radiali (in presenza di venute d'acqua limitate <5 l/s e di breve durata): n. 5 perforazioni per ogni sezione, da posizionare in corrispondenza alle venute d'acqua, L=4m, Ø=76mm, eventualmente attrezzate con tubo microfessurato Ø=62mm, s=5mm, rivestito con geotessile.
- Drenaggi in avanzamento: (in presenza di venute d'acqua continue superiori a 5 l/s): ogni 20m n. 2 perforazioni inclinate di 5° in orizzontale e in verticale rispetto all'asse della galleria, L=30m, Ø=76mm, eventualmente attrezzate con tubo microfessurato Ø=62mm, s=5mm rivestito con geotessile.

Per tutti gli interventi di drenaggio sopra descritti valgono le disposizioni tecniche contenute in [1].

5.5 INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO

La Gripper TBM deve essere attrezzata con le apparecchiature e le predisposizioni necessarie per l'esecuzione di interventi di consolidamento in avanzamento, qualora dovessero essere necessari, secondo quanto indicato in [5] ed elencati al par.3.4.

5.6 MONITORAGGIO, PROSPEZIONI E INDAGINI

Il sistema di monitoraggio deve essere installato e gestito secondo le indicazioni del progetto e in accordo con le specifiche riportate in [7].

In particolare, la Gripper TBM deve essere dotata di tutte le apparecchiature e predisposizioni necessarie per l'esecuzione di:

- Sondaggi in avanzamento a distruzione di nucleo con rilievo dei parametri di perforazione della lunghezza massima 150 m, inclinazione ≤ 10°, diametro perforazione ≥ 76 mm, distribuzione sul contorno a 120°;
- Registrazione dei parametri di scavo della TBM;

- Überwachung der Gase und der Strahlungen.

5.7 INNENSCHALE

Für die Betriebsphase ist die Ausführung der Innenschale in bewehrtem am Rand abgedichtetem Ortbeton geplant.

Die Schale muss eine Mindeststärke von 35 cm (nominal 41 cm) haben, unter Beachtung des in den Planungszeichnungen dargestellten Lichtraumprofils und der in [6] angegebenen Toleranzen.

5.8 LEISTUNGSDATEN

Die Gripper TBM muss die in Kap. 4 beschriebenen Anforderungen erfüllen.

Der Fräskopf muss für den Ausbruch unterschiedlicher längs der Trasse vorgesehenen Gesteinsarten [Tabella 2] entwickelt werden und folglich mit geeigneten Schneidegeräte versehen sein.

Der Abstand zwischen den Scheiben und ihrem Überstand im Vergleich zur Kopfstruktur muss entsprechend unter Berücksichtigung der auszubrechenden Bodentypologie berechnet werden.

Die Schneidegeräte müssen einen Durchmesser von $\geq 17''$, mit annehmbaren Druck von ≥ 250 kN per Cutter. Es müssen weitere streckbare Schneideplatten ($N. \geq 2$) zur Ausführung eines maximalen Extraaushubs von 10 cm eingerichtet werden.

Das vom Drehungssystem dem Fräskopf übertragene nominale Motordrehmoment muss ausreichend sein, um den Gesteinsausbruch mit den vom Auftragnehmer berechneten Geschwindigkeiten, zur Einhaltung der Vertragstermine, zu sichern.

- Fräskopfdruck (netto) bei Normalbetrieb: ≥ 19.000 kN
- Nominales Motordrehmoment ≥ 9000 kN·m
- Variable stufenlose Drehungszahl von 0 bis auf 5 Drehungen/Min

Im Bereich hinter dem Fräskopf muss die Maschine mit folgendem ausgestattet sein:

- Vollbohrer für:
- Radialanker mit Längen bis 6 m, Verteilung am Ausbruchprofil auf 270° , Bohrungsdurchmesser 51 mm;
- Vortriebsanker am Ausbruchprofil mit Verteilung auf 120° , Neigung $\leq 10^\circ$, Längen ≤ 12 m;
- Radialdränage mit Längen von 4m, Verteilung am Ausbruchprofil auf 120° , Bohrungsdurchmesser ≥ 76 mm;
- Vortriebsdränage, Länge 30 m, Neigung $\leq 10^\circ$,

- Monitoraggio dei gas e delle radiazioni.

5.7 RIVESTIMENTO INTERNO

Per la fase di esercizio, è prevista l'esecuzione di un rivestimento interno in c.a., gettato in opera e impermeabilizzato sul contorno.

Il rivestimento deve avere uno spessore minimo di 35 cm (nominale 41 cm), nel rispetto della sagoma utile illustrata nei disegni di progetto e delle tolleranze indicate in [6].

5.8 DATI PRESTAZIONALI

La Gripper TBM deve soddisfare le prescrizioni riportate al cap. 4.

La testa fresante deve essere concepita per lo scavo dei diversi tipi di roccia previsti lungo il tracciato [Tabella 2] e di conseguenza munita di utensili da taglio idonei.

La distanza tra i cutters e la loro sporgenza rispetto alla struttura della testa deve essere opportunamente calcolata tenendo conto della tipologia di terreno da scavare.

Gli utensili da taglio devono avere un diametro $\geq 17''$, con una spinta ammissibile ≥ 250 kN per cutter. Devono essere disposti ulteriori dischi di taglio estensibili ($n \geq 2$) per l'esecuzione di un extrascavo massimo di 10cm.

La coppia motrice nominale trasmessa alla testa fresante dal sistema di rotazione deve essere sufficiente a garantire lo scavo nelle rocce incontrate alle velocità che l'Appaltatore ha messo a base dei suoi calcoli, per rispettare le scadenze contrattuali.

- Pressione testa fresante (netta) in esercizio regolare: ≥ 19.000 kN
- Coppia motrice nominale ≥ 9000 kN·m
- Numero di giri variabile senza gradini da 0 fino a minimo 5 giri/min

Nella zona dietro la testa fresante la macchina deve essere equipaggiata con:

- perforatrice a distruzione di nucleo per:
 - ancoraggi radiali con lunghezze fino a 6 m, distribuzione sul profilo di scavo a 270° , diametro perforazione 51 mm;
 - ancoraggi in avanzamento, sul contorno del profilo di scavo con distribuzione a 120° , inclinazione $\leq 10^\circ$, lunghezze ≤ 12 m;
 - drenaggi radiali con lunghezze di 4m, distribuzione sul profilo di scavo a 120° , diametro perforazione ≥ 76 mm;
 - drenaggi in avanzamento, lunghezza 30 m,

- Bohrungsdurchmesser ≥ 76 mm, Verteilung am Ausbruchprofil auf 180° ;
- Vortriebsbefestigungen, Bohrungsdurchmesser ≥ 101 mm, Länge 12 m, an der Ortsbrust mit Verteilung auf 360° (durch die Öffnungen des Fräskopfes), Länge 15 m am Ausbruchprofil mit Verteilung auf 360° und Neigung $\leq 10^\circ$.
- Erektor für Stahlgitter und Metallprofile mit hydraulischem Griff- und Hebesystem der Profile.
- inclinazione $\leq 10^\circ$, diametro perforazione ≥ 76 mm, distribuzione sul contorno di scavo a 180° ;
- consolidamenti in avanzamento, diametro perforazione ≥ 101 mm, lunghezza 12 m, sul fronte con distribuzione a 360° (attraverso le aperture della testa fresante), lunghezza 15 m sul contorno del profilo di scavo con distribuzione a 360° e inclinazione $\leq 10^\circ$.
- erettore per rete elettrosaldata e profilati metallici, dotato di un sistema idraulico di presa e sollevamento dei profilati.

Das Kolbenfressen im Motorraum kann mit einfachem oder doppeltem Schema sein, mit 2 oder 4 passend bemessenen „Schuhen“ der Lastverteilung, um übermäßigen Druck aufs Gebirge zu vermeiden, welche von hydraulischen Schubzylindern bewegt werden.

Auf der Rückseite des Motorraums muss eine Anlage zur Installation des Basistübbings und für die Mörtelinspritzungen (Einbau unmittelbar hinter der hinteren TBM Stütze) vorbereitet werden.

In diesem Bereich muss die Maschine außerdem mit einen Bohrer ausgerüstet sein für die Ausführung am Rand (Verteilung auf 120°) von Vortriebsvollbohrungen mit Parameteraufzeichnung, Länge 150 m, Neigung $\leq 10^\circ$, Bohrungsdurchmesser ≥ 76 mm, eventuell mit Preventer ausgestattet.

Der Nachläufer muss geplant sein, um die Maschinenschubkraft in der „Wieder-kolbenfressensphase“ begrenzt ist.

Auf der Rückseite des Nachläufers muss die Maschine mit einer Anlage zur Anbringung des Spritzbetons, welches am Ausbruchrand bis zum Basistübbing ausgeführt werden muss.

Die Maschine muss in jedem Fall so vorgerüstet sein, dass im Bedarfsfall das Einbringen zusätzlicher Anker, Baustahlmatten oder Spritzbeton in einer geringeren Entfernung von der Ortsbrust vom Nachläufer aus erfolgen kann.

In Tabelle 5 wird eine Zusammenfassung der funktionellen TBM Hauptmerkmale aufgezeigt.

Il sistema di grippaggio, nella zona dei motori, potrà essere semplice o a doppio schema, con 2 o 4 scarpe di ripartizione del carico di opportune dimensioni per evitare eccessive pressioni sull'ammasso, movimentate da cilindri idraulici di spinta.

A tergo della zona motori deve essere predisposto l'impianto per l'installazione del concio di base e per le iniezioni a tergo con malta (posa in opera immediatamente dietro all'appoggio posteriore della TBM)

In tale area la macchina deve essere inoltre equipaggiata con una perforatrice per l'esecuzione sul contorno (distribuzione 120°) di sondaggi in avanzamento a distruzione di nucleo con registrazione dei parametri, lunghezza 150 m, inclinazione $\leq 10^\circ$, diametro perforazione ≥ 76 mm, attrezzati eventualmente con preventer.

Il backup deve essere progettato in modo da limitare lo sforzo di trascinarsi della macchina in fase di "rigrippaggio".

A tergo del backup, la macchina deve essere equipaggiata con un impianto per l'esecuzione del calcestruzzo proiettato da eseguire sul contorno dello scavo fino al concio di base.

L'equipaggiamento della macchina dovrà comunque essere tale da consentire, qualora risulti necessario, l'esecuzione di ancoraggi integrativi, posa di rete elettrosaldata o esecuzione di betoncino proiettato, a una minor distanza dal fronte, dall'interno del backup.

In Tabella 5 si riporta un riepilogo delle principali caratteristiche prestazionali della TBM.

Diametro di scavo Ausbruchdurchmesser	9,72 m
Diametro teorico minimo Theoretischer Mindesturchmesser	9,62 m
Extrascavo con copycutters Extraaushub mit Copycutters	10 cm radiali
Tfesta fresante Fräskop	Scavo in tipi diversi di roccia [Tabella 2] Dotata di doppio senso di rotazione Aperture per accessibilità al fronte: n. minimo 2 Ausbruch in unterschiedlichen Gesteinstypen [Tabella 2] Mit doppeltem Drehsinn ausgestattet Öffnungen zur Ortsbrusterreichbarkeit: Minimum Nr.2
Utensili da taglio Schneidegeräte	Dischi: diametro $\geq 17''$ Spinta ammissibile > 250 kN Dischi estensibili per extrascavo: n. minimo 2 Platten: Durchmesser $\geq 17''$ Annehmbarer Schub > 250 kN Streckbare Platten für Extraaushub: Minimum Nr.2
Pressione testa fresante (netta) in esercizio regolare Fräskopfdruck (netto) bei Normalbetrieb	≥ 19.000 kN
Coppia motrice nominale massima Nominaler Höchstmotordrehmoment	≥ 9000 kN·m
Numero di giri variabile senza gradini Variable stufenlose Drehungszahl	da 0 fino a minimo 5 giri/min von 0 bis auf mindestens 5 Drehungen/Min
Unità gripper Grippereinheit	A semplice o doppio schema con cilindri idraulici di spinta
Perforatore dietro la testa fresante Bohrmaschine hinter Fräskopf	Ancoraggi radiali Lunghezza massima 6 m Diametro perforazione $\varnothing 51$ mm Disposizione sul profilo scavo: 270° Radialanker Maximale Länge 6 m Bohrungsdurchmesser $\varnothing 51$ mm Verteilung auf Ausbruchprofil: 270° Ancoraggi in avanzamento Lunghezza massima 12m Inclinazione rispetto asse galleria $\leq 10^\circ$ Disposizione radiale sul profilo scavo: 120° Radiale Vortriebsanker Maximale Länge 12m Neigung zur Tunnelachse $\leq 10^\circ$ Radiale Verteilung auf Ausbruchprofil: 120° Drenaggi radiali Lunghezza massima 4 m Diametro perforazione $\geq \varnothing 76$ mm Disposizione radiale sul profilo di scavo: 180° Radialdränagen Maximale Länge 4m Bohrungsdurchmesser $\geq \varnothing 76$ mm Radiale Verteilung auf Ausbruchprofil: 180°

	<p>Drenaggi in avanzamento Lunghezza massima 30 m Diametro perforazione $\varnothing \geq 76$ mm Inclinazione verticale e orizzontale rispetto asse galleria $\leq 10^\circ$ Disposizione sul profilo scavo: 270°</p> <p>Vortriebsdränagen Maximale Länge 30m Bohrungsdurchmesser $\varnothing \geq 76$ mm Vertikale und horizontale Neigung zur Tunnelachse $\leq 10^\circ$ Verteilung auf Ausbruchprofil: 270°</p>
	<p>Consolidamento in avanzamento Lunghezza massima 12m Diametro perforazione $\varnothing \geq 101$ mm Inclinazione rispetto asse galleria $\leq 10^\circ$ Distribuzione sul fronte a 180° (attraverso le aperture della testa fresante)</p> <p>Vortriebsbefestigung Maximale Länge 12m Bohrungsdurchmesser $\varnothing \geq 101$ mm Neigung zur Tunnelachse $\leq 10^\circ$ Verteilung auf Ortsbrust auf 180° (durch die Fräskopfföffnungen)</p>
	<p>Consolidamento in avanzamento Lunghezza massima 15m Diametro perforazione $\varnothing \geq 101$ mm Inclinazione rispetto asse galleria $\leq 10^\circ$ Disposizione sul profilo scavo: 180°</p> <p>Vortriebsbefestigung Maximale Länge 15m Bohrungsdurchmesser $\varnothing \geq 101$ mm Neigung zur Tunnelachse $\leq 10^\circ$ Verteilung auf Ausbruchprofil: 180°</p>
Erettore dietro la testa fresante Erektor hinter Fräskopf	<p>Rete elettrosaldata, profilati metallici</p> <p>Baustahlgitter, Metallprofile</p>
Perforatore in coda zona motori (backup) Bohrmaschinen am Ende des Motorraums (Backup)	<p>Sondaggi a distruzione di nucleo in avanzamento con registrazione dei parametri Lunghezza massima 150 m Diametro perforazione $\varnothing \geq 76$ mm Inclinazione rispetto asse galleria $\leq 10^\circ$ Distribuzione sul contorno a 120° Eventuale preventer a boccaforo</p> <p>Vortriebvollbohrungen mit Parameteraufzeichnung Max. Länge 150 m Bohrungsdurchmesser $\varnothing \geq 76$ mm Neigung zur Tunnelachse $\leq 10^\circ$ Verteilung auf Ausbruchprofil: 120° Eventueller Preventer am Bohrlochmund</p>
Attrezzatura dietro zona motori (backup) Ausrüstung hinter Motorraum (Nachläufer)	<p>Posa concio di base con relativa iniezione di malta</p> <p>Einbau Basistübbing mit entsprechende Mörtelinjection</p>
Attrezzatura speciale nel backup Sonderausrüstung im Nachläufer	<p>Impianto per la miscelazione e iniezione sospensioni di cemento, miscele chimiche e malte cementizie</p> <p>Misch- und Spritzanlage für Zementsuspensionen, chemische Gemisch und Zementmörtel</p>
Attrezzatura dietro backup Sonderausrüstung hinter Nachläufer	<p>Impianto calcestruzzo proiettato</p> <p>Spritzbetonanlage</p>

5: Gripper TBM Vorgaben

5: Specifiche Gripper TBM

6 SCHILD TBM

In diesem Kapitel werden die erforderlichen technischen Mindestmerkmale der Schild-TBM, welche für den Vortrieb der Haupttunnels und des Erkundungsstollens längs der Nordstrecke [Tabelle 1] verwendet werden, zusammengefasst.

6.1 TBM BEWEGUNG

Die Ausführungsplanung sieht die Einführung zwei Schild-TBM (oder deren Einzelteile) in den Haupttunnels, welche über den Maulser Fensterstollen bis zur den Montagekavernen auf den Strecken an km 44'351 des Tunnels Ost und an km 44'314 des Tunnels West transportiert werden.

Auch die Ausführung des Erkundungsstollens nach Norden ist mit einer Schild-TBM geplant. Die Maschine wird vom Maulser Fensterstollen eingeführt und durch Strecke A zum bestehenden Erkundungsstollen bis zur unterirdischen Montagekaverne an km 13.290 verlagert

Am Ende des Vortriebs sowohl der Hauptröhren als auch des Erkundungsstollens werden die Maschinen demontiert und durch die gleiche Eingangsstrecke nach Außen transportiert.

Wenn nicht ausdrücklich in den Planungsdokumenten vorgesehen sind sämtliche Vorrichtungen, Ausrüstungen, Vorbereitungen und generell alle Lasten, welche aus Transport und Bewegung der TBM und/oder deren Komponenten von und zu Herstellungswerk / Baustelle / Lager / Ortsbrust, aus den Montagen und Demontagen, dem Rückgang, den Verlagerungen und den Anläufen der TBM, usw. folgen, als bereits eingeschlossen und mit den Vertragspreisen abgefunden zu betrachten.

6.2 AUSBRUCHDURCHMESSER UND TOLERANZ

Die Schild-TBM müssen einen Bohrdurchmesser D von 10.47 m und 6.62 m jeweils für die Haupttunnels und für den Erkundungsstollen (Mindestbohrdurchmesser bei abgenutzten Werkzeugen).

Der Durchmesser D sichert sämtliche funktionelle Anforderungen wie Gabarit und Innenlichtraumprofil, Tübbings und Innenschale (wo vorhanden), Bauleranzen, usw.

Der Zwischenraum bei Durchmesser D und Tübbingrücken, mit Durchmesser D_c , von 10.17m und 6.42 m, jeweils für Haupttunnels und Erkundungsstollen, stellt eine ringförmige Spalte auf der Tübbingrückseite dar.

Der Maschinenfräskopf wird außerdem mit geeigneten Lösungen (Copycutter) zur Erreichung eines Extraaushubs von 10 cm ausgerüstet sein.

6 TBM SCUDATE

In questo capitolo si sintetizzano le caratteristiche tecniche minime richieste per le TBM scudate che verranno adottate per lo scavo delle Gallerie di Linea e del Cunicolo Esplorativo lungo la tratta nord [Tabella 1].

6.1 MOVIMENTAZIONE TBM

Il Progetto Esecutivo prevede l'introduzione nelle Gallerie di Linea di due TBM scudate (o dei loro componenti) che, attraverso la Finestra di Mules vengono trasportate fino ai Cameroni di Montaggio situati sulle linee al km 44+351 in galleria est e al km 44+314 in galleria ovest.

Anche lo scavo del Cunicolo Esplorativo verso nord è previsto con una TBM scudata. La macchina viene introdotta dalla Finestra di Mules e, attraverso il Ramo A, trasferita al Cunicolo Esplorativo esistente fino al camerone di montaggio sotterraneo ubicato al km 13+290.

Al termine dello scavo sia delle due canne principali sia del Cunicolo Esplorativo, le macchine vengono smontate e trasportate all'esterno transitando per il medesimo percorso di ingresso.

Tutti le predisposizioni, le attrezzature, gli approntamenti e in generale tutti gli oneri conseguenti al trasporto e alla movimentazione delle TBM e/o delle loro parti da e per lo stabilimento di produzione / cantiere / deposito / fronti di scavo, ai montaggi, agli smontaggi, arretramento, trasferimenti e agli start-up delle TBM, ecc., ove non esplicitamente previsti nei documenti di progetto, sono da considerare già compresi e compensati con i prezzi contrattuali.

6.2 DIAMETRO DI SCAVO E TOLLERANZE

Le TBM scudate devono avere un diametro della testa D pari a 10.47 m e 6.62 m rispettivamente per le Gallerie di Linea e per il Cunicolo Esplorativo (diametro di scavo minimo nel caso di utensili consumati).

Il diametro D assicura tutte le esigenze funzionali quali gabarit e sagoma limite interna, conci prefabbricati e rivestimento definitivo (ove presente), tolleranze di costruzione, etc.

L'interspazio tra il diametro D e l'estradosso dei conci prefabbricati avente diametro D_c pari a 10.17 m e 6.42 m rispettivamente per le Gallerie di Linea e per il Cunicolo Esplorativo, rappresenta l'intercapedine anulare a tergo dei conci.

La testa fresante delle macchine sarà inoltre dotata di soluzioni idonee (copycutter) per conseguire un extrascavo di 10 cm.

		Haupttunnels/Gallerie Linea	di	Erkundungsstollen/Cunicolo Esplorativo
TBM-Ausbruchdurchmesser/Diametro scavo TBM	D	10,47 m		6,62 m
Tübbingrückendurchmesser/Diametro estradosso conci prefabbricati	D _c	10,17 m		6,42 m
Spalte zwischen D und D _c /Intercapedine tra D e D _c	(D – D _c)/2	15 cm		10 cm
Radialer Extraushub/Extrascavo radiale		10 cm		10 cm

Tabelle 6: TBM- und Tübbing-Geometrie

Tabella 6: Geometria TBM e conci prefabbricati

Der Ausbruchpreis der Planungsquerschnitte enthält den Extraushub und findet ihn ab.

Il prezzo di scavo delle sezioni di progetto comprende e compensa l'extrascavo di 10 cm.

6.3 TÜBBINGRING

Der Innendurchmesser der Tübbingschale ist durch Erfassung der strukturellen Stärke der Innenschale (wo vorhanden) und der in [6] angegebenen Toleranzen bestimmt.

Der Auftragnehmer muss diese Werte unter Berücksichtigung der Bautoleranzen, der Tübbingmontage, der Ovalisierung, usw. gewährleisten.

Der Auftragnehmer muss eine Detailplanung der Tübbings einreichen, welche schlüssig mit den Systemmerkmalen der Herstellung und der ausgewählten Ausrüstungen ist, unter Beachtung der in den Planungsdokumenten angegebenen Festigkeits-, Haltbarkeits- und hydraulischen Dichtigkeitsvorschriften.

Der Auftragnehmer muss 90 Tage vor Baubeginn den Plan dem Auftraggeber/BL übergeben.

6.3.1 Haupttunnels

Der Plan sieht zwei Tübbing-Typologien vor:

- mit 45 cm Stärke für einschalige Tunnels;
- mit 40 cm Stärke für doppelschalige Tunnels.

In beiden Fällen besteht der Ring aus 6+1 Elementen und den Basistübbing in Stahlbeton mit einer Durchschnittslänge von 1.50 m.

Der im Plan vorgesehene Ring ist vom Universaltyp (konisch): durch Rotation des Rings auf der eigenen Achse können die Längsstöße zwischen den Tübbings versetzt werden und der Höhenverlauf der Strecke und/oder die Abweichungen von denselben gefolgt werden.

Bei der Tübbingrotation können nur die Stellungen angenommen werden, welche die Stoßversetzung sichern.

6.3 ANELLO IN CONCI PREFABBRICATI

Il diametro interno del rivestimento in conci prefabbricati è definito considerando le esigenze di spessore strutturali del rivestimento definitivo (ove presente) e le tolleranze indicate in [6].

L'Appaltatore deve garantire tali valori, tenendo conto delle tolleranze di costruzione, di montaggio conci, ovalizzazione, etc.

L'Appaltatore dovrà presentare un progetto di dettaglio dei conci prefabbricati coerente con le caratteristiche del sistema di produzione e delle attrezzature di scavo prescelte nel rispetto delle prescrizioni di resistenza, durabilità e tenuta idraulica indicate nei documenti di progetto.

L'Appaltatore dovrà presentare il progetto al Committente/DL 90 giorni prima dell'inizio lavori.

6.3.1 Gallerie di Linea

Il progetto prevede due tipologie di conci prefabbricati:

- spessore 45 cm, in caso di galleria a singolo rivestimento;
- spessore 40 cm, in caso di galleria con doppio rivestimento.

In entrambi i casi, l'anello è costituito da 6+1 elementi, più un concio di base, in calcestruzzo armato di lunghezza media pari a 1.50 m.

L'anello previsto in progetto è di tipo universale (tapered): mediante la rotazione dell'anello rispetto al proprio asse, è possibile sfalsare i giunti longitudinali tra i conci e seguire l'andamento plano-altimetrico del tracciato e/o le deviazioni dallo stesso.

Nella rotazione dei conci, sono accettabili solo le posizioni che garantiscono lo sfalsamento dei giunti.

Die geometrischen Ringeigenschaften sind:

- Ring mit 45 cm Stärke:
 - o Laibungsradius = 4.635 m,
 - o Rückenradius = 5.085 m.
- Ring mit 40 cm Stärke:
 - o Laibungsradius = 4.685 m,
 - o Rückenradius = 5.085 m.

6.3.2 Erkundungsstollen

Die Tübbingstärke ist von 30 cm.

Der Ring besteht aus Tübbings in Stahlbeton mit konstanter Länge von 1.50 m.

Der Ring besteht aus 3 Elementen und den Schlusstübbing sowie den Basistübbing mit Schlusstübbing.

Der Innenradius des Rings ist von 2.91m, während der am Rücken von 3.21m ist.

Der im Plan vorgesehene Ring ist rechteckig. Die Rotation des Schlüssels auf der Ringachse, ermöglicht es die Längsstöße zwischen den Tübbings zu versetzen. Eventuelle Höhenänderungen können nur mittels Ausgleich mit Scheiben gefolgt werden.

6.4 BEFESTIGUNGS- UND DRÄNAGEMASSNAHMEN

Die TBMs müssen mit allen zur Ausführung der in [5] ermittelten und in Kap. 3.4 aufgelisteten notwendigen Vorrichtungen und Voreinstellungen ausgerüstet sein.

6.5 ÜBERWACHUNG, PROSPEKTIONEN UND UNTERSUCHUNGEN

Das Überwachungssystem muss gemäß den Planungsangaben und den in [7] aufgezeigten Vorgaben installiert und verwaltet werden.

Insbesondere müssen die Maschinen mit sämtlichen notwendigen Vorrichtungen und Voreinstellungen ausgestattet sein, für die Ausführung von

- Vortriebsvollbohrungen mit Aufzeichnung der Bohrungsparameter, maximal 150 m lang, Bohrungsdurchmesser ≥ 76 mm, Verteilung auf Ausbruchprofil auf 120° mit Neigung $\leq 10^\circ$;
- Aufzeichnung der Ausbruchparameter der TBM;
- Gas- und Strahlungsüberwachung;
- Geoelektrische Messung des Typs Beam;
- Radial- oder Vortriebskernbohrungen, maximal 150 m lang, Bohrungsdurchmesser ≥ 101 mm, Verteilung auf 120° auf Kappenprofil mit Neigung $\leq 10^\circ$.

Le caratteristiche geometriche dell'anello risultano:

- Anello di spessore 45cm:
 - o raggio intradosso = 4.635 m,
 - o raggio estradosso = 5.085 m.
- Anello di spessore 40cm:
 - o raggio intradosso = 4.685 m,
 - o raggio estradosso = 5.085 m.

6.3.2 Cunicolo Esplorativo

Lo spessore dei conci prefabbricati è di 30 cm.

L'anello è costituito da conci prefabbricati in cls armato di lunghezza costante pari a 1.50 m.

L'anello è costituito da 3 elementi più il concio di chiave e il concio di base completo di concio di chiusura.

Il raggio interno dell'anello è pari a 2.91 m, mentre quello all'estradosso è di 3.21 m.

L'anello previsto in progetto è di tipo rettangolare. La rotazione della chiave rispetto all'asse dell'anello consente di sfalsare i giunti longitudinali tra i conci. Eventuali variazioni plan-altimetriche potranno essere seguite solo mediante l'introduzione di spessoramenti.

6.4 INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO E DRENAGGIO

Le TBM devono essere dotate di tutte le apparecchiature e predisposizioni necessarie per l'esecuzione degli interventi individuati in [5] ed elencati al par. 3.4.

6.5 MONITORAGGIO, PROSPEZIONI E INDAGINI

Il sistema di monitoraggio deve essere installato e gestito secondo le indicazioni del progetto e in accordo con le specifiche riportate in [7].

In particolare, le macchine devono essere dotate di tutte le apparecchiature e predisposizioni necessarie per l'esecuzione di:

- Sondaggi in avanzamento a distruzione di nucleo con registrazione dei parametri di perforazione, della lunghezza massima 150 m, diametro perforazione ≥ 76 mm, distribuzione sul contorno a 120° con inclinazione $\leq 10^\circ$;
- Registrazione dei parametri di scavo delle TBM;
- Monitoraggio dei gas e delle radiazioni;
- Rilievi geoelettrici tipo "Beam";
- Sondaggi a carotaggio continuo in avanzamento o radiali della lunghezza massima 150 m, diametro perforazione ≥ 101 mm, distribuzione 120° sul contorno di calotta con inclinazione $\leq 10^\circ$.

6.6 INNENAUSBAU

Für die Betriebsphase in den doppelschaligen Haupttunnels und den Erkundungsstollen [24] ist die Ausführung einer Innenschale aus bewehrtem Ortbeton und Randabdichtung geplant.

Für die Haupttunnels muss die Innenschale eine Mindeststärke von 40 cm (nominal 47 cm) haben unter Beachtung des in den Planungszeichnungen dargestellten Lichtraumprofils.

Für den Erkundungsstollen muss die Innenschale eine Mindeststärke von 35 cm (nominal 41 cm) haben unter Beachtung des in den Planungszeichnungen dargestellten Lichtraumprofils.

6.7 LEISTUNGSDATEN

Die Schild-TBM, sowohl für den Haupttunnel- als auch für den Erkundungstunnelvortrieb müssen die in Kap. 4 beschriebenen Anforderungen erfüllen.

Der Fräskopf muss für den Ausbruch unterschiedlicher längs der Trasse vorgesehenen Gesteinsarten [Tabelle 4] entwickelt werden und folglich mit geeigneten Schneidegeräten versehen sein.

Der Abstand zwischen den Scheiben und ihrem Überstand im Vergleich zur Kopfstruktur muss entsprechend unter Berücksichtigung der auszubrechenden Bodentypologie berechnet werden.

Das vom Drehungssystem dem Fräskopf übertragene nominale Motordrehmoment muss ausreichend sein, um den Gesteinsausbruch mit den vom Auftragnehmer berechneten Geschwindigkeiten, zur Einhaltung der Vertragstermine, zu sichern.

Die Schneidegeräte müssen einen Mindestdurchmesser von 17", mit annehmbarem Druck von ≥ 250 kN per Cutter. Es müssen weitere streckbare Schneideplatten (Nr. ≥ 2) zur Ausführung eines maximalen Extraushubs von 10 cm eingerichtet werden.

Haupttunnel

- Fräskopfdruck (netto) bei Normalbetrieb ≥ 20.000 kN
- Maximales nominales Motordrehmoment ≥ 9500 kN·m
- Variable stufenlose Drehungszahl von 0 bis auf Minimum 5 Drehungen/Min

Erkundungsstollen

- Fräskopfdruck (netto) bei Normalbetrieb ≥ 12.000 kN
- Maximales nominales Motordrehmoment ≥ 4000 kN·m

6.6 RIVESTIMENTO INTERNO

Per la fase di esercizio, nelle tratte di Gallerie di Linea e di Cunicolo Esplorativo con doppio rivestimento [24], è prevista l'esecuzione di un rivestimento interno in c.a. gettato in opera e impermeabilizzato sul contorno.

Per le Gallerie di Linea, il rivestimento deve avere uno spessore minimo di 40 cm (nominale 47 cm), nel rispetto della sagoma utile illustrata nei disegni di progetto.

Per il Cunicolo Esplorativo, il rivestimento deve avere uno spessore minimo di 35 cm (nominale 41 cm), nel rispetto della sagoma utile illustrata nei disegni di progetto.

6.7 DATI PRESTAZIONALI

Le TBM scudate, sia per lo scavo delle Gallerie di Linea, che del Cunicolo Esplorativo, devono soddisfare le prescrizioni riportate al cap. 4.

La testa fresante deve essere concepita per lo scavo dei diversi tipi di roccia previsti lungo il tracciato [Tabella 4] e di conseguenza munita di utensili da taglio idonei.

La distanza tra i dischi, il loro numero, la loro sporgenza rispetto alla struttura della testa e le loro caratteristiche devono essere opportunamente calcolati tenendo conto della tipologia di terreno da scavare.

La coppia motrice nominale trasmessa alla testa fresante dal sistema di rotazione deve essere sufficiente a garantire lo scavo nelle rocce incontrate alle velocità che l'Appaltatore ha messo a base dei suoi calcoli, per rispettare le scadenze contrattuali.

Gli utensili da taglio devono avere un diametro minimo di 17", con una spinta ammissibile ≥ 250 kN per cutter. Devono essere disposti ulteriori dischi di taglio estensibili ($n \geq 2$) per l'esecuzione di un extrascavo massimo di 10cm.

Galleria principale

- Pressione testa fresante (netta) in esercizio regolare ≥ 20.000 kN
- Coppia motrice nominale massima ≥ 9500 kN·m
- Numero di giri variabile senza gradini da 0 fino a minimo 5 giri/min

Cunicolo Esplorativo

- Pressione testa fresante (netta) in esercizio regolare ≥ 12.000 kN
- Coppia motrice nominale massima ≥ 4000 kN·m

- Variable stufenlose Drehungszahl von 0 bis auf Minimum 8 Drehungen/Min

Die Maschinen müssen mit einem Vorschubzylinderset am Ende des Schildes ausgestattet sein, welches zum Einsatz kommt, indem es sich am gerade eingebauten und noch im Schild gehaltenen Schalenring stützt. Falls nötig müssen die tiefergelegten Schwanzzylinder sich, auch ohne kompletten Schalenring, auf den Tübbingen stützen und den Schub ermöglichen.

Der Gesamtschub der Zylinder für den TBM Vortrieb muss ausreichend sein, um den Schneidegeräten (Cutter) den für den Vortrieb notwendigen Schub im Verhältnis zu den Festigkeitseigenschaften des Gesteins zu leisten und um eventuell die Reibung Schild-Gestein in den gravierendsten Konvergenzen zu überwinden.

Die Schubverteilung auf dem Tübbinring sowie die Detailbemessung der Tübbings selbst müssen so sein, dass jeglicher Strukturschaden vermieden wird.

Die Maschinen müssen außerdem mit einem Perimeterinjektionssystem für Schmiermittel versehen sein, um die Abriebkräfte auf die Schildfläche der TBM zu vermindern.

Das Vortriebssystem mit Hydraulikzylindern muss zur Gänze einstellbar sein. Ein Automatiksystem muss die Übertragung; deren Regelung stufenweise und ohne jeglichen Schaden an der Schale selbst erfolgen muss, der Vorschubkraft auf die bereits verbauten Schalentübbinge kontrolliert werden.

Die Metallstruktur des Schildes muss für jede TBM zur Überwindung der Belastungen, welche sich aus den erwarteten Lasten in den spezifischen Planungszuständen ergeben (Gesteinslasten, dynamische Lasten durch Bergschläge, TBM Betriebslasten), bemessen werden.

Die Schildlänge muss die geringste sein, um die Reibungsfläche zwischen Schild und Gebirge zu reduzieren; in jedem Fall muss sie kompatibel sowohl mit den Voraussetzungen des Mindestabstands für den Tübbingeinbau im Verhältnis zur Ortsbrust (im Detailplan seitens des Auftragsnehmers zu bestimmen) als auch den Betriebsanforderungen des Ausbruchs und der Anordnung der Geräte im Schildinneren sein.

Das Schild muss eventuell eine Differenz zwischen Außendurchmesser am Kopf und am Ende haben (Kegelförmigkeit), um Gebirgsverformungen zu ermöglichen.

Es müssen geeignete Vorrichtungen zur Korrektur von eventuellen Schildrotationen um die eigene Achse (Schlingerbewegung).

Das Schild muss mit angemessenen und in Anzahl und Maße ausreichenden Öffnungen (slot) versehen sein, durch die Schrägbohrungen für Vortriebebefestigung hinsichtlich der

- Numero di giri variabile senza gradini da 0 fino a minimo 8 giri/min

Le macchine devono essere dotate di un set di martinetti di spinta in corrispondenza della coda dello scudo che entra in azione appoggiandosi all'anello di rivestimento appena posato e ancora contenuto nello scudo. In caso di necessità i martinetti di coda posizionati più in basso dovranno poter trovare contrasto sui conci e permettere la spinta, anche in assenza di un anello di rivestimento completo.

La spinta totale dei martinetti per l'avanzamento delle TBM deve essere sufficiente a fornire agli utensili di taglio (cutters) la spinta necessaria all'avanzamento in rapporto alle caratteristiche di resistenza della roccia ed eventualmente a vincere l'attrito scudo-roccia nelle condizioni più gravose di convergenza.

La distribuzione della spinta sull'anello di conci prefabbricati e il dimensionamento di dettaglio dei conci stessi devono essere tali da evitare qualsiasi danneggiamento della struttura.

Le macchine devono inoltre essere dotate di un sistema di iniezione perimetrale di miscele lubrificanti, per la riduzione delle forze di attrito sulla superficie dello scudo.

Il sistema di avanzamento tramite martinetti oleodinamici deve essere completamente regolabile. Un sistema automatico deve controllare la trasmissione della spinta di avanzamento sui conci del rivestimento già posato in opera, la quale deve avvenire con la massima gradualità e senza provocare alcun danno al rivestimento stesso.

La struttura metallica dello scudo, per ogni TBM, deve essere dimensionata per far fronte alle sollecitazioni derivanti dai carichi attesi nelle specifiche condizioni del progetto (carichi della roccia, carichi dinamici dati dai colpi di montagna, carichi di esercizio delle TBM).

La lunghezza dello scudo deve essere la minima possibile al fine di ridurre la superficie di attrito tra lo scudo e l'ammasso; in ogni caso deve essere compatibile sia con le ipotesi sulla distanza minima per la messa in opera dell'anello di conci rispetto al fronte (da definire nel Progetto di Dettaglio a cura ed onere dell'Appaltatore), sia con le esigenze operative dello scavo e della disposizione delle attrezzature all'interno dello scudo.

Lo scudo deve eventualmente avere una differenza tra il diametro esterno in testa e in coda (conicità) per consentire le deformazioni dell'ammasso.

Devono essere predisposti opportuni dispositivi per la correzione delle eventuali rotazioni dello scudo attorno al proprio asse (rollio).

Lo scudo deve essere dotato di aperture ("slot") adeguati e sufficienti in numero e dimensioni, attraverso i quali sia possibile effettuare le perforazioni inclinate per consolidamenti

Ortsbrüste (Kap. 6.4 und 6.5) oder um Schmiermittelinjektionen während des Vortriebs, oder bei Stillstand, ausgeführt werden können. Diese Löcher müssen so weit wie möglich in regelmäßigem Abstand am gesamten Umfang aufgeschlagen werden.

Das Schildinnere muss mit Vollbohrer ausgestattet sein für die Ausführung von:

- Vortriebsbefestigungen, Bohrungsdurchmesser ≥ 101 mm, Länge 12 m und Verteilung an der Ortsbrüst auf 360° (durch die Fräskopfföffnungen);
- Vortriebsbefestigungen, Bohrungsdurchmesser ≥ 101 mm, Länge 15 m auf Ausbruchprofil, mit Verteilung auf 360° und Neigung $\leq 10^\circ$;
- Vortriebsdränagen, Länge 30 m, Neigung $\leq 10^\circ$, Bohrungsdurchmesser ≥ 101 mm, auf Ausbruchprofil mit Verteilung auf 180° ;

Der Einbau der Stahlbeton-Tübbings muss mit dazu geeigneter Hebe- und Versetzapparatur (Erektor) mit Ansaugplatten (Vakuumsystem) erfolgen.

Die technischen Merkmale des Hebe- und Versetzsystems (Erektor) der Tübbings und dessen Betriebsmodalitäten müssen der Bewegung von Fertigteilen unter absoluten Sicherheitsbedingungen, sowohl für die Tübbings selbst, die keinesfalls bei dem Einbau beschädigt werden dürfen, als auch für das arbeitende Personal, angepasst sein.

Der Erektor der Tübbings muss sicher, zuverlässig und höchst effizient arbeiten. Das Verhältnis zwischen maximaler Auflast durch Saugwirkung und Tübbinggewicht darf nicht unter 3 liegen.

Die Bewegungsmechanik des Erektors muss die notwendigen Bewegungsstufen für eine ordnungsgemäße Ringmontage bieten und muss in der Lage sein die Montage eines kompletten Rings unter Normalbedingungen in nicht mehr als durchschnittliche 20 Minuten ermöglichen und jedenfalls in einem für die Einhaltung der Vortriebszeiten ausreichenden Zeitraum; unter diesen Bewegungsstufen sind zu erwähnen:

- Längsverschiebung
- 360° Drehung, eventuell in zwei Spiegeldrehungen zur Vertikalen unterteilt
- Radialbewegung des Erektorkopfes
- Längsneigung des Erektorkopfes
- Querneigung des Erektorkopfes

in advancemento rispetto al fronte degli scavi (par. 6.4 e 6.5) o per eseguire iniezioni di agenti lubrificanti sia durante l'avanzamento o in caso di fermo. Tali fori devono essere distanziati in modo il più possibile uniforme lungo tutta la circonferenza.

L'interno dello scudo deve essere equipaggiato con perforatrice a distruzione di nucleo per l'esecuzione di:

- consolidamenti in advancemento, diametro perforazione ≥ 101 mm, lunghezza 12 m e distribuzione sul fronte a 360° (attraverso le aperture della testa fresante);
- consolidamenti in advancemento, diametro perforazione ≥ 101 mm, lunghezza 15 m sul contorno del profilo di scavo con distribuzione a 360° e inclinazione $\leq 10^\circ$;
- drenaggi in advancemento, lunghezza 30 m, inclinazione $\leq 10^\circ$, diametro perforazione ≥ 101 mm, sul contorno di scavo con distribuzione a 180° .

La posa dei conci prefabbricati in calcestruzzo armato deve avvenire tramite idonea apparecchiatura (erettore) di sollevamento e posizionamento con presa a ventosa (sistema "vacuum").

Le caratteristiche tecniche del sistema di sollevamento e posizionamento (erettore) dei conci e le sue modalità di funzionamento devono essere adeguate alla movimentazione degli elementi prefabbricati in condizione di completa sicurezza sia per i conci stessi, che non devono in alcun modo essere danneggiati durante il processo di posa, sia per il personale operativo.

L'erettore dei conci deve essere sicuro, affidabile, ed altamente efficiente. Il rapporto tra la forza massima applicabile per sezione ed il peso del concio non potrà essere inferiore a 3.

La meccanica di movimento dell'erettore deve avere i gradi di libertà necessari al corretto montaggio dell'anello e in grado di consentire il montaggio di un anello completo in condizioni standard in un tempo non superiore a 20 minuti medi e comunque sufficiente per il rispetto dei tempi di advancemento; tra questi gradi di libertà si citano:

- Spostamento longitudinale
- Rotazione di 360° , eventualmente ripartita in due rotazioni speculari rispetto alla verticale
- Movimento radiale della testa dell'erettore
- Inclinazione della testa dell'erettore in senso longitudinale
- Inclinazione della testa dell'erettore in senso trasversale

- Drall des Erektorkopfes

Der Erektor muss in der Lage sein die kontinuierliche Sauganwendung für mindestens 30 Minuten zu halten; falls die Fernsteuerung eine plötzliche Störung erweisen sollte, muss es möglich sein den Tübbing, aus einem absolut sicheren Standpunkt seitens des Arbeiters, durch Handsteuerung einzubauen.

Die Bedienung des Erektors muss sowohl per Fern- als auch per Handsteuerung erfolgen.

Das rückseitige Dichtungssystem des Schildes muss bequem zugänglich und in einzelne Elemente vom Maschineninneren ersetzbar sein und so sein, dass die bestmöglichen Sicherheitsbedingungen für die Arbeiter gegeben sind.

Es müssen angemessene Vorsorgemaßnahmen für den Fall, dass das in den Ringspalt verpresste Material in den Schildschwanz eindringt, vorgesehen werden. Das Dichtungssystem des Schildschwanzes sieht daher die Nutzung eines Metallbürstensystems vor, welches für maximalen Druck hinter der Tübbingauskleidung ausgelegt ist.

Am Ende des Schildes, im Vorderteil des Nachläufers, müssen die TBM mit einem Bohrer ausgerüstet sein, mit folgenden Eigenschaften: Maximallänge 150 m, Neigung $\leq 10^\circ$, Bohrungsdurchmesser ≥ 101 mm, Verteilung auf Ausbruchprofil auf 120° , welcher am Ausbruchrand Vortriebsvollbohrungen mit Parameteraufzeichnungen oder Kernbohrungen ermöglicht.

Die Bohrungen, welche durch die Ringtübbings erfolgen, müssen mit Preventer, welche bei Druckwasservorkommen am Bohrlochmund eingesetzt wird, ausgestattet werden können, und müssen für die Schüttungsüberwachung des abgefangenen Wassers eingeschaltet bleiben.

Die Arbeitsbereiche innerhalb der Nachläufereinheit müssen außerdem Raum für zu mindest folgende Einrichtungen bieten:

- Ausrüstung und Material für das Verfüllen des Ringspaltes (auf der Rückseite der Tübbings);
- Geräte für das Handling und den Einbau der Tübbingsegmente, einschließlich der Hebevorrichtungen;
- Geräte und Anlagen zur Ausführung der Vortriebsbefestigungen;

Die TBM des Erkundungsstollens und der entsprechende Nachläufer mit allen darin enthaltenen Anlagen, Ausrüstungen und Vorrichtungen müssen Deflagrationssicher ausgeführt werden.

In den Tabelle 7 und 8 wird eine Zusammenfassung der funktionellen TBM Hauptmerkmale aufgezeigt.

- Torsione della testa dell'erettore

L'erettore deve essere in grado di mantenere l'applicazione della suzione in maniera continuativa per un tempo minimo di 30 min; nel caso in cui avvenga un malfunzionamento repentino del sistema di comando remoto, deve essere possibile installare il concio con comandi manuali, in una posizione di assoluta sicurezza da parte dell'operatore.

L'erettore di conci deve quindi essere azionabile sia in maniera remota sia in modalità manuale.

Il sistema di tenuta posteriore dello scudo deve essere facilmente ispezionabile e sostituibile per singoli elementi dall'interno della macchina e tale da garantire la completa protezione del personale operativo.

Devono essere previste le adeguate misure di prevenzione per l'eventualità che il materiale iniettato nell'intercapedine anulare entri dalla coda dello scudo. Il sistema di tenuta della coda deve pertanto prevedere l'utilizzo di un sistema di spazzole metalliche, capace di sostenere la massima pressione a tergo del rivestimento in conci.

Alla coda dello scudo, nella parte anteriore del backup, le TBM devono essere attrezzate con una perforatrice che consenta l'esecuzione sul contorno di sondaggi in avanzamento a distruzione di nucleo con registrazione dei parametri o a carotaggio continuo, aventi le seguenti caratteristiche: lunghezza massima 150 m, inclinazione $\leq 10^\circ$, diametro perforazione ≥ 101 mm, distribuzione sul contorno a 120° .

Le perforazioni, che verranno effettuate attraverso i conci dell'anello, devono poter essere attrezzate con "preventer" da installare boccaforo in caso di presenza di acqua in pressione e devono essere mantenute attive per il monitoraggio delle portate delle acque intercettate.

Le aree di lavoro presenti all'interno dell'unità di backup devono inoltre comprendere almeno gli spazi funzionali relativi a:

- attrezzature e materiali necessari per l'esecuzione del riempimento dell'intercapedine anulare (a tergo dei conci prefabbricati);
- apparati per la movimentazione e la posa dei conci prefabbricati, compresi i dispositivi di sollevamento;
- attrezzature e impianti per l'esecuzione dei consolidamenti in avanzamento.

La TBM del Cunicolo Esplorativo e il relativo backup con tutti gli impianti, le attrezzature e le predisposizioni in essi contenuti dovranno essere realizzati in esecuzione antideflagrante.

Nelle Tabelle 7 e 8 si riporta un riepilogo delle principali caratteristiche prestazionali della TBM.

Diametro di scavo Ausbruchdurchmesser	10,47 m
Diametro estradosso anello in conci prefabbricati Rückendurchmesser Tübbingring	10,17 m
Intercapedine tra scavo e conci Fuge zwischen Ausbruch und Tübbings	15 cm radiali
Extrascavo con copycutters Extraaushub mit Copycutters	10 cm radiali
Spessore conci prefabbricati Tübbingsstärke	40 cm - 45 cm
Larghezza media conci prefabbricati Durchschnittliche Tübbingsbreite	1.5 m
Tipo di anello Ringtyp	Universale: 6 +1 conci Universal: 6+1 Tübbings
Testa fresante Fräskop	Scavo in tipi diversi di roccia [Tabella 4] Dotata di doppio senso di rotazione Aperture per accessibilità al fronte: minimo 2 Ausbruch in unterschiedlichen Gesteinstypen [Tabelle 4] Mit doppeltem Drehsinn ausgestattet Öffnungen zur Ortsbrusterreichbarkeit: Minimum 2
Utensili da taglio Schneidegeräte	Dischi: diametro $\geq 17''$ Spinta ammissibile > 250 kN Dischi estensibili per extrascavo: n. minimo 2 Platten: Durchmesser $\geq 17''$ Annehmbarer Schub > 250 kN Streckbare Platten für Extraaushub: Minimum Nr. 2
Pressione testa fresante (netta) in esercizio regolare Fräskopfdruck (netto) bei Normalbetrieb	≥ 20.000 kN
Coppia motrice nominale massima Nominaler Höchstmotordrehmoment	≥ 9500 kN·m
Numero di giri variabile senza gradini Variable stufenlose Drehungszahl	da 0 fino a minimo 5 giri/min von 0 bis auf mindestens 5 Drehungen/Min
Perforatore dietro la testa fresante, all'interno dello scudo Bohrmaschine hinter Fräskopf, im Schildinneren	Consolidamento sul fronte Lunghezza massima 12 m Diametro perforazione $\varnothing \geq 101$ mm Inclinazione rispetto asse galleria $\leq 10^\circ$ Distribuzione sul fronte a 360° (attraverso le aperture della testa fresante) Befestigung an der Ortsbrust Maximale Länge 12 m Bohrungsdurchmesser $\varnothing \geq 101$ mm Neigung zur Tunnelachse $\leq 10^\circ$ Verteilung auf Ortsbrust auf 360° (durch die Fräskopfoffnungen)

	<p>Consolidamento in avanzamento Lunghezza massima 15 m Diametro perforazione $\varnothing \geq 101$ mm Inclinazione rispetto asse galleria $\leq 10^\circ$ Disposizione sul profilo scavo: 360°</p> <p>Vortriebsbefestigung Maximale Länge 15 m Bohrungsdurchmesser $\varnothing \geq 101$ mm Neigung zur Tunnelachse $\leq 10^\circ$ Verteilung auf Ausbruchprofil: 360°</p>
	<p>Drenaggi in avanzamento Lunghezza massima 30 m Diametro perforazione $\varnothing \geq 101$ mm Inclinazione rispetto asse galleria $\leq 10^\circ$ Disposizione sul profilo scavo: 180°</p> <p>Radiale Vortriebsdränager Maximale Länge 30 m Bohrungsdurchmesser $\varnothing \geq 101$ mm Neigung zur Tunnelachse $\leq 10^\circ$ Verteilung auf Ausbruchprofil: 180°</p>
Erettore in coda scudo Erektor am Schildende	<p>Sollevamento e posa conci prefabbricati</p> <p>Tübbinghebung und -einbau</p>
Attrezzatura in coda scudo (backup) Ausrüstung am Schildende (Nachläufer)	<p>Posa concio di base e relativa iniezione a tergo</p> <p>Einbau Basistübbing und entsprechende Injektion auf der Rückseite</p>
Perforatore in coda scudo (backup) Bohrer am Schildende (Nachläufer)	<p>Sondaggi a distruzione di nucleo in avanzamento con registrazione dei parametri Diametro perforazione $\varnothing \geq 76$ mm Sondaggi a carotaggio continuo Lunghezza massima 150 m Diametro perforazione $\varnothing \geq 101$ mm Inclinazione rispetto asse galleria $\leq 10^\circ$ Distribuzione sul contorno a 120° Preventer a boccaforo</p> <p>Vortriebsvollbohrungen mit Parameteraufzeichnung Bohrungsdurchmesser $\varnothing \geq 76$ mm Kernbohrungen Max. Länge 150 m Bohrungsdurchmesser $\varnothing \geq 101$ mm Neigung zur Tunnelachse $\leq 10^\circ$ Verteilung auf Ausbruchprofil auf 120° Preventer am Bohrlochmund</p>
Attrezzatura nel backup Ausrüstung im Nachläufer	<p>Impianto per la miscelazione e iniezione sospensioni di cemento, miscele chimiche e malte cementizie Impianto per iniezione di pea-gravel</p> <p>Misch- und Spritzanlage für Zementsuspensionen, chemische Gemisch und Zementmörtel Spritzanlage für Perlkies</p>

7: Schild-TBM Vorgaben für die Haupttunnels

7: Specifiche TBM scudata per Gallerie di Linea

Diametro di scavo Ausbruchdurchmesser	6,62 m
Diametro estradosso anello in conci prefabbricati Rückendurchmesser Tübbingring	6,42 m
Intercapedine tra scavo e conci Fuge zwischen Ausbruch und Tübbings	10 cm radiali
Extrascavo con copycutters Extraaushub mit Copycutters	10 cm radiali
Spessore / larghezza conci prefabbricati Tübbingsstärke / Tübbingsbreite	30 cm /1.5 m
Tipo di anello Ringtyp	rettangolare: 3 conci + chiave + concio di base rechteckig: 3 Tübbings + Schlusstübbing + Basistübbing
Testa fresante Fräskopf	Scavo in tipi diversi di roccia [Tabella 4] Dotata di doppio senso di rotazione Aperture per accessibilità al fronte: minimo 2 Ausbruch in unterschiedlichen Gesteinstypen [Tabelle 4] Mit doppeltem Drehsinn ausgestattet Öffnungen zur Ortsbrusterreichbarkeit: Minimum 2
Utensili da taglio Schneidegeräte	Dischi: diametro $\geq 17''$ Spinta ammissibile > 250 kN Dischi estensibili per extrascavo: n. minimo 2 Platten: Durchmesser $\geq 17''$ Annehmbarer Schub > 250 kN Streckbare Platten für Extraaushub: Minimum Nr. 2
Pressione testa fresante (netta) in esercizio regolare Fräskopfdruck (netto) bei Normalbetrieb	≥ 12.000 kN
Coppia motrice nominale massima Nominaler Höchstmotordrehmoment	≥ 4000 kN·m
Numero di giri variabile senza gradini Variable stufenlose Drehungszahl	da 0 fino a minimo 8 giri/min von 0 bis auf mindestens 8 Drehungen/Min
Perforatore dietro la testa fresante, all'interno dello scudo Bohrmaschine hinter Fräskopf, im Schildinneren	Consolidamento sul fronte Lunghezza massima 12 m Diametro perforazione $\varnothing \geq 101$ mm Inclinazione rispetto asse galleria $\leq 10^\circ$ Distribuzione sul fronte a 360° (attraverso le aperture della testa fresante) Befestigung an der Ortsbrust Maximale Länge 12 m Bohrungsdurchmesser $\varnothing \geq 101$ mm Neigung zur Tunnelachse $\leq 10^\circ$ Verteilung auf Ortsbrust auf 360° (durch die Fräskopfoffnungen) Consolidamento in avanzamento Lunghezza massima 15 m Diametro perforazione $\varnothing \geq 101$ mm Inclinazione rispetto asse galleria $\leq 10^\circ$ Disposizione sul profilo scavo: 360° Vortriebsbefestigung Maximale Länge 15 m Bohrungsdurchmesser $\varnothing \geq 101$ mm Neigung zur Tunnelachse $\leq 10^\circ$ Verteilung auf Ausbruchprofil: 360°

	<p>Drenaggi in avanzamento Lunghezza massima 30 m Diametro perforazione $\varnothing \geq 101$ mm Inclinazione rispetto asse galleria $\leq 10^\circ$ Disposizione sul profilo scavo: 180°</p> <p>Radiale Vortriebsdränagen Maximale Länge 30 m Bohrungsdurchmesser $\varnothing \geq 101$ mm Neigung zur Tunnelachse $\leq 10^\circ$ Verteilung auf Ausbruchprofil: 180°</p>
<p>Erettore in coda scudo Erektor am Schildende</p>	<p>Sollevamento e posa conci prefabbricati Tübbinghebung und -einbau</p>
<p>Perforatore in coda scudo (backup) Bohrer am Schildende (Nachläufer)</p>	<p>Sondaggi a distruzione di nucleo in avanzamento con registrazione dei parametri Diametro perforazione $\varnothing \geq 76$ mm Sondaggi a carotaggio continuo Lunghezza massima 150 m Diametro perforazione $\varnothing \geq 101$ mm Inclinazione rispetto asse galleria $\leq 10^\circ$ Distribuzione sul contorno a 120° Preventer a boccaforo</p> <p>Vortriebsvollbohrungen mit Parametereaufzeichnung Bohrungsdurchmesser $\varnothing \geq 76$ mm Kernbohrungen Max. Länge 150 m Bohrungsdurchmesser $\varnothing \geq 101$ mm Neigung zur Tunnelachse $\leq 10^\circ$ Verteilung auf Ausbruchprofil auf 120° Preventer am Bohrlochmund</p>
<p>Attrezzatura speciale nel backup Sonderausrüstung im Nachläufer</p>	<p>Impianto per la miscelazione e iniezione sospensioni di cemento, miscele chimiche e malte cementizie Impianto per iniezione di pea-gravel</p> <p>Misch- und Spritzanlage für Zementsuspensionen, chemische Gemisch und Zementmörtel Spritzanlage für Perlkies</p>

8: Schild-TBM Vorgaben für Erkundungstunnel

8: Specifiche TBM scudata per Cunicolo Esplorativo

6.8 TÜBBINGE

Die Innenfläche der Tübbe muss folgendermaßen vorgerüstet sein:

- Dorn für das Zentrieren während des Setzens mit dem Erektor
- Reflektoren zum Ausrichten der Laser-Objektive
- Sämtliche Öffnungen zum Anbringen der Installationen (Förderband, Belüftung und Bewetterung, Beleuchtung usw.).
- Innenseitige Nut, die sich über den gesamten Tübbingumfang zieht, für das Hinterfüllen der Fuge mit Rundschnur aus Polyurethan und Silikonkitt (lediglich im Erkundungsstollen und in den Fahrtunnel mit Schichtdicke 45 cm);
- Aussparungen beim Guss zum Einbringen und zur Befestigung der Längsverbindingsschrauben zwischen den Ringen.

Die Seitenflächen der Tübbinge müssen folgendermaßen vorgerüstet sein:

- Profile für das Anbringen der Abdichtungen über den gesamten Umfang (wo dies nicht beim Guss erfolgt)
- Halbkreisrunde Einkerbung für die Aufnahme der Führungsstäben
- Überzüge im Bereich der Längsverbindingselemente zwischen den Ringen
- Bohrlöcher für die Verbindungsschrauben der Tübbinge

Weiter müssen laut Ausführungsprojekt sämtliche Tübbinge der Fahrtunnel, mit Ausnahme des Schlusssteins, mit Öffnungen zum Verfüllen des Zwischenraums zwischen Ausbau und Gebirge versehen sein, die mit dichter Drosselklappe und Gewindestopfen mit hydrophiler und dehnbarer Rundschnur ausgestattet sein.

Das Sohlsegment im Erkundungsstollens weist eine ganz besondere Geometrie auf, die ihn von allen anderen unterscheidet, denn er ist vorgerüstet um:

- Den Schlussstein aufzunehmen;
- Das gesamte Berg- und Fahrbahnwasser des Erkundungsstollens sowie das Drainagewasser aus dem Fahrtunnel zu sammeln und Richtung Portal Aicha abzuleiten.

Der Schlussstein ist seinerseits mit sämtlichen Öffnungen für den die Ausrüstung der Zugshuttle versehen; jeder 35° Tübbing ist mit Aussparungen von $\phi 120$ mm zum Ableiten des Wassers in die darunter liegende Rinne ausgestattet. Weiter muss jeder 35° Tübbing mit einer Aussparung für den

6.8 CONCI PREFABBRICATI

La superficie interna dei conci deve essere predisposta con:

- coni per il centraggio durante il posizionamento con l'erettore;
- mire per il posizionamento degli obiettivi laser;
- tutti i fori necessari per il fissaggio delle installazioni (nastro trasportatore, ventilazione, illuminazione, etc);
- una gola in intradosso, in corrispondenza di tutto il perimetro del concio, per consentire una sigillatura di fondo giunto con cordone poliuretano e mastice siliconico (solo nei conci del Cunicolo Esplorativo e delle Gallerie di Linea con spessore 45 cm);
- risparmi nel getto per consentire la messa in opera e il fissaggio dei bulloni di collegamento longitudinale tra gli anelli.

Le superfici laterali dei conci devono prevedere:

- le sagomature necessarie per l'alloggiamento delle guarnizioni di impermeabilizzazione lungo tutto il perimetro (dove non sono previste ancorate al getto);
- uno scasso semicircolare per l'alloggiamento delle barre guida;
- le cuffie in corrispondenza dei connettori longitudinali che consentono di collegare tra loro gli anelli;
- i fori per l'installazione dei bulloni di collegamento tra i conci.

Nella configurazione di P.E., inoltre, tutti i conci, tranne quello di chiave delle Gallerie di Linea, devono essere predisposti con fori per l'iniezione dell'intercapedine tra il rivestimento e l'ammasso, dotati di chiusura a tenuta realizzata mediante valvola a farfalla e tappo filettato con cordone idrofilico espansivo.

Il concio di base del Cunicolo Esplorativo presenta una geometria particolare, diversa da tutti gli altri conci, in quanto deve essere predisposto per:

- ospitare il concio di chiusura;
- raccogliere e convogliare verso il portale di Aica le acque di drenaggio e di piattaforma del Cunicolo Esplorativo e le acque di drenaggio delle Gallerie di Linea.

Il concio di chiusura, a sua volta, deve essere provvisto di tutti i fori necessari per l'armamento dei treni shuttle, uno ogni 35° concio, deve presentare dei risparmi $\phi 120$ mm per consentire il deflusso delle acque nella canale sottostante. Un concio ogni 35°, infine, deve presentare un risparmio per l'alloggiamento del

Inspektionsschacht versehen sein.

pozzetto di ispezione.

Die Details können den Projektunterlagen entnommen werden..

I dettagli sono riportati negli elaborati di progetto.

6.8.1 Beton

Für die Tübbinge sind zwei Festigkeitsklassen vorzusehen:

- C30/37;
- C50/60;

und die folgenden Expositionsklassen [31]:

- XC3 – XC4;
- XA1 – XA2 – XA3.

Damit sind für die Tübbingfertigung folgende Betonarten geplant:

- C30/37/XC4/XA1/Dmax22
- C50/60/XC4/XA2/Dmax22
- C50/60/XC4/XA3/Dmax22

In der nachstehenden Tabelle ist die Betonart für die jeweiligen Bauteile laut Projekt angeführt:

6.8.1 Calcestruzzo

Il progetto dei conci prevede l'utilizzo di due classi di resistenza

- C30/37;
- C50/60;

e delle seguenti classi di esposizione [31]:

- XC3 – XC4;
- XA1 – XA2 – XA3.

Per la produzione dei conci sono pertanto previsti i seguenti tipi di calcestruzzo:

- C30/37/XC4/XA1/Dmax22
- C50/60/XC4/XA2/Dmax22
- C50/60/XC4/XA3/Dmax22

La seguente tabella riporta la tipologia di calcestruzzo da adottare per ciascun elemento strutturale previsto in Progetto:

Regelquerschnitt/ Sezione tipo	Strukturelement/ Elemento strutturale	Beton/Calcestruzzo
GL-MS – Einschaliger Ausbau/Singolo rivestimento	Ringsegmente/Conci dell'anello (Schichtdicke /spessore 45 cm)	C50/60/XC4/XA2/Dmax22
	Sohlsegment/Concio di base	C30/37/XC4/XA1/Dmax22
GL-MS – Zweischaliger Ausbau/Doppio rivestimento	Ringsegmente/ Conci dell'anello (Schichtdicke /spessore 40 cm)	C50/60/XC4/XA2/Dmax22
	Sohlsegment/Concio di base	C30/37/XC4/XA1/Dmax22
C-MS	Ringsegmente/ Conci dell'anello (Schichtdicke /spessore 30 cm)	C50/60/XC4/XA2/Dmax22
	Sohl- und Schlussegment/ Concio di base e di chiusura	C50/60/XC4/XA3/Dmax22

Tabelle 9 Festigkeitsmerkmale der Tübbinge

Tabella 9: Caratteristiche di resistenza dei conci prefabbricati

Beton C30/37/XC4/XA1/Dmax22 ist auch für das Sohlsegment des Fahrtunnels (Grippe-r TBM) vorgesehen, siehe hierzu Kapitel 5.

Il calcestruzzo C30/37/XC4/XA1/Dmax22 è previsto anche per il concio di base delle Gallerie di Linea con Gripper TBM, oggetto del capitolo 5.

Fertigung und Eignungsnachweise der Tübbinge erfolgen gemäß [3] und [4].

La produzione e le prove di idoneità dei conci devono essere eseguite in accordo a [3] e [4].

Dabei müssen insbesondere die Rohstoffe folgenden Vorschriften entsprechen:

In particolare, le materie prime del calcestruzzo devono essere conformi alle seguenti Normative:

- Zuschlagstoffe → EN12620;
- Zement → EN197-1
- Wasser → EN1008

- Aggregati → EN12620;
- Cemento → EN197-1
- Acqua → EN1008

- Zusatzmittel → EN934-2
- Zusätze → EN12620, EN450, EN 13263

- Additivi → EN934-2
- Aggiunte → EN12620, EN450, EN 13263

Mindestanforderungen für die Festigkeitsklassen sowie der Zement-Mindestgehalt und das Wasser-Zement-Verhältnis müssen den Vorgaben laut [31] entsprechen.

I requisiti minimi per le classi di resistenza, così come il contenuto minimo di cemento ed il rapporto a/c, devono essere conformi a quanto stabilito in [31].

6.8.2 Schalungssätze

Die Schalungssätze für die Tübbinge müssen robust konstruiert, an den Fugen abgedichtet und regelmäßig gewartet sein, um sicher zu stellen, dass die Abmessungen der Tübbinge ständig in den vorgegebenen Toleranzen liegen [3].

6.8.2 Casseri

I casseri per l'esecuzione dei conci devono essere di costruzione robusta, i rispettivi giunti devono essere chiusi a tenuta e regolarmente sottoposti a manutenzione al fine di garantire che le dimensioni dei conci prefabbricati siano sempre entro le tolleranze specificate [3].

Die Werkpläne aller Gussformen, welche zur Betonage der Tübbingsegmente verwendet werden, müssen vor Herstellung der Prototypen dem AG/BL zur Genehmigung vorgelegt werden.

I dettagli costruttivi dei casseri che vengono utilizzati per il getto dei conci, devono essere messi a disposizione del Committente/DL per sua approvazione prima dell'inizio della produzione.

6.8.3 Bewehrung

Ebenso muss die Bewehrung jedes Tübbingtyps vom AN/BL geprüft und freigegeben werden.

6.8.3 Armatura

L'armatura di ogni tipo di concio deve essere verificata e approvata dal Committente/DL.

Für die Durchführung gelten die [33] und [25] sofern nachfolgend nicht anders vorgesehen.

Per la realizzazione valgono le norme [33] e [25], se non diversamente previsto in seguito.

Zur Bewehrung der Tübbinge werden vorprofilierte Stahlstäbe und/oder Bewehrungskörbe verwendet. Betonstahl und Betonstahlmatten aus glatten Stäben sind nicht zugelassen.

Per l'armatura dei conci si utilizzano barre di acciaio presagomate e/o gabbie elettrosaldate. Non sono ammessi acciai di armatura e reti elettrosaldate con barre lisce.

Der Einsatz von Stahlstäben und -Matten, die verformt sind oder aus Abbrüchen stammen, ist nicht zulässig.

Non è ammesso l'utilizzo di barre e reti deformate o provenienti da demolizioni.

Zur Tübbingbewehrung können Rödeln/Flechtarbeit oder geschweißte Körbe zum Einsatz kommen. Werden geschweißte Bewehrungskörbe eingesetzt, muss der AN den Festigkeitsnachweis für dynamische Beanspruchung führen. Das vom AN gewählte Bewehrungssystem muss von der BL genehmigt werden.

Per l'armatura dei conci prefabbricati è ammesso l'impiego di gabbie sia a semplice legatura che saldate. Nel caso di impiego di gabbie saldate deve essere dimostrata a cura dell'Appaltatore la resistenza nei confronti delle azioni dinamiche. Il Committente/DL deve approvare il sistema di armatura scelto dall'Appaltatore.

Beim Einbau sind die Stahlstäbe sauber und weisen keine Spuren von Schmutz, Staub, Öl oder Rostsplitter auf.

Al momento della posa in opera le barre devono risultare pulite e prive di sporcizia, polvere, olio nonché di scaglie di ruggine sfaldate.

Für die Bewehrung ist ein FPC-Zertifikat (Factory Production Control) und eine Kopie der Zertifizierung über die Qualifikation durch den zentralen technischen Dienst (STC) des Obersten Rates für Öffentliche Arbeiten (CC.SS.LL.PP) erforderlich.

Per l'impiego di acciaio per cemento armato è necessario il certificato FPC (Factory Production Control) e una copia dell'Attestato di Qualificazione rilasciato dal Servizio tecnico centrale del CC.SS.LL.PP.

Folgende Betonstahl sind für die Bemessung heranzuziehen:

Per il dimensionamento si utilizza il seguente acciaio di armatura:

$$B450C - f_{yk} = 450 \text{ MN/m}^2$$

Hierbei ist:

dove:

f_{yk} charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls

f_{yk} Tensione caratteristica di snervamento acciaio per cemento armato

Es dürfen nur Stähle verwendet werden, die den Bestimmungen laut [25] entsprechen.

Für Tübbingsegmente mit Schichtdicke 45 cm in den Fahrtunneln müssen zusätzliche Bewehrungskörbe aus Vinylesterharzen und Glas E (GFK) bei den Kanten verwendet werden, wie in den Projektunterlagen dargestellt.

Der GFK-Bewehrungskorb des Typs NSSR-ES-5 muss folgende Mindestanforderungen erfüllen:

- Nenndurchmesser 5mm;
- Spannungsquerschnitt 19mm²;
- Glasverstärkung E
- Vinylesterbeständigkeit
- Dichte = 1.9 g/cm³;
- Glasgehalt 60%;
- E-Modul ≈ 35 GPa;
- Zugfestigkeit ≥ 800 MPa;
- Bruchverformung ≥ 1.5 %.

Die GFK-Merkmale müssen nach CNR DT203 Anhang B geprüft werden.

Vor Beginn der ersten Betonierung ist die Bewehrung jedes Fertigteiltyps vom Vertreter des AG freigegeben zu lassen. Vertreter des AG haben zu jeder Zeit freien Zutritt zum Werk, um die Arbeiten zu kontrollieren.

6.8.4 Betondeckung

Das Nennmaß der Betondeckung ist gemäß die Summe aus Mindestbetondeckung und Vorhaltemaß (nach [25] und [26]). Zur Gewährleistung einer Nutzungsdauer von 200 Jahren erfolgt die Erhöhung der Mindestbetondeckung um 10 mm.

C _{min,dur}	Anforderungsklasse gemäß NTC 2008 Classe di requisito secondo NTC 2008	XC3	XC4
		20 mm	30 mm
	Nutzungsdauer 200 Jahre Durabilità 200 anni	+ 10 mm	+ 10 mm
Einbautoleranzen / Tolleranza di posa		+5 mm	+5 mm
Herstellung von Elementen für die Qualitätskontrolle / Produzione di elementi sottoposte a controlli di qualità		-5 mm	-5 mm
C _{nom} :		30 mm	40 mm
C _{nom} con C≥C40/50:		-	35 mm

Tabelle 10: Nennmaß der Betondeckung

Der Einheitlichkeit halber ist eine Betondeckung von 4 cm für sämtliche Expositionsklassen vorgesehen.

6.8.5 Fugenarten

Die Verbindung der Tübbingsegmente erfolgt durch Verbindungen zwischen den ringbildenden Segmenten und

Sono ammessi solo acciai conformi alle norme [25].

Nei conci di spessore 45 cm delle Gallerie di Linea deve essere prevista una gabbia di armatura integrativa, in resina di vinilestere e vetro E (resistenza in ambiente avente pH > 11), in corrispondenza degli spigoli, come indicato negli elaborati di progetto.

La gabbia in VTR, tipo NSSR-ES-5, deve avere le seguenti caratteristiche minime:

- diametro nominale 5mm;
- area resistente 19mm²;
- rinforzo vetro E;
- resina vinilestere;
- densità = 1.9 g/cm³;
- contenuto in vetro 60%;
- modulo di elasticità ≈ 35 GPa;
- resistenza a trazione ≥ 800 MPa;
- deformazione a rottura ≥ 1.5 %.

Le caratteristiche del VTR devono essere testate secondo le CNR DT203 App. B.

Prima dell'inizio delle operazioni di getto, l'armatura di tutti gli elementi prefabbricati deve essere approvata da un rappresentante del Committente/DL. I rappresentanti del Committente/DL possono accedere in qualunque momento allo stabilimento per controllare i lavori.

6.8.4 Copriferro delle barre in acciaio

La dimensione nominale del copriferro è la somma del copriferro minimo e delle tolleranze (secondo la [25] e la [26]). Per garantire una vita di impiego di 200 anni, il copriferro minimo viene aumentato di 10 mm.

Tabella 10: Dimensione nominale del copriferro

Per uniformità si prevede un copriferro di 4 cm in tutte le classi di esposizione.

6.8.5 Tipologia dei giunti

Il sistema di collegamento tra i conci prevede connessioni tra i conci stessi, al fine di formare l'anello, e elementi di

den Verbindungselementen zwischen den Ringen in Richtung Tunnelachse.

Das Befestigungssystem wird vom AN in einem eigenen Detailprojekt festgelegt, nach Maßgabe der nachstehenden Vorgaben, und der BL zur Genehmigung vorgelegt.

Befestigungssysteme, die übermäßige punktuelle Lasten bewirken, sind grundsätzlich zu vermeiden.

Alle Metallteile mit definitiver Funktionalität, die nicht im Beton versenkt sind, müssen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeitsanforderungen aus Edelstahl sein. Diese Elemente müssen den Vorgaben laut [34] entsprechen.

6.8.5.1 Fugen zwischen den Tübbingsegmenten

Anschluss und Ausfluchten der Tübbingsegmente erfolgt durch den Einbau von Führungsstäben und Ankern, sowohl im Erkundungsstollen als auch im Fahrtunnel.

Führungsstäbe

Zur Steigerung der Präzision beim Tübbingeinbau sind Führungsstäbe in den Längsverbindungen zwischen den Segmenten vorgesehen. Hierzu müssen die Kontaktflächen zwischen den Segmenten mit einer halbreisrunden Einkerbung vorgerüstet sein, die besagte Führungsstäbe aufnehmen kann. Der Durchmesser des Führungsstabs beträgt 50 mm, bei 575 mm Länge, sowohl bei den Tübbing in Fahrtunnel als auch im Erkundungsstollen.

Der Führungsstab muss auf einer Seite der Einkerbung im Tübbingsegment verklebt werden.

Führungsstäbe können aus PVC oder anderem schlagfestem Kunststoff sein.

Verbindungsanker

Neben den Führungsstäben erfolgt der Anschluss zwischen zwei anliegenden Tübbingsegmenten durch zwei Ankerschrauben, die seitlich zum Führungsstab angebracht werden.

Vorgesehen sind Stahlankerschrauben Ø 24 mm Festigkeitsklasse 8.8, und zwar sowohl für den Erkundungsstollen als auch für die Fahrtunnel.

Zum Arretieren der Schrauben sind die Tübbinge an der Innenseite mit einer Aussparung von 25x20 cm versehen, wie in den Projektunterlagen dargestellt.

6.8.5.2 Fugen zwischen den Tübbingringen

Verbindung und Ausrichten der Tübbingringe erfolgt durch den Einbau von Längsverbindungen aus Stahl.

Anders als im Fahrtunnel, wo Universaltübbinge zum Einsatz gelangen, sind im Erkundungsstollen Stahleinsätze vorgesehen.

collegamento tra gli anelli in direzione dell'asse della galleria.

L'Appaltatore deve predisporre il Progetto di Dettaglio del sistema di fissaggio nel rispetto delle indicazioni fornite in progetto e sottoporlo al Committente/DL per approvazione.

In ogni caso devono essere evitati sistemi di attacco che provochino nel conglomerato sforzi localizzati eccessivi.

Tutti gli elementi metallici con funzione definitiva e non annegati nel calcestruzzo devono essere realizzati in acciaio inox ai fini di soddisfare i requisiti di durabilità. Tali elementi devono essere conformi alle [34].

6.8.5.1 Giunti tra i conci

La connessione e l'allineamento tra i conci deve essere garantita mediante la messa in opera di barre guida e di bulloni, sia nel Cunicolo Esplorativo che nelle Gallerie di Linea.

Barre guida

Per aumentare la precisione di posa del rivestimento in conci sono previste barre guida nelle connessioni longitudinali tra i conci. A tal fine, le superfici di contatto tra i conci devono essere predisposte con un incavo semicircolare atto ad ospitare tale barra. La barra guida ha un diametro di 50 mm e una lunghezza di 575 mm, sia nei conci delle Gallerie di Linea che del Cunicolo Esplorativo.

La barra guida deve essere incollata su un lato nell'incavo del concio.

E' ammesso l'utilizzo di barre guida in PVC o di altre apposite materie plastiche infrangibili.

Bulloni di collegamento

Oltre alle barre guida, il collegamento tra due conci adiacenti è garantito mediante due bulloni posizionati lateralmente alla barra.

Sono previsti bulloni Ø 24 mm in acciaio classe di resistenza 8.8 sia nel Cunicolo Esplorativo che nelle Gallerie di Linea.

Al fine di consentire il serraggio dei bulloni, i conci presentano una tasca all'intradosso di circa 25 x 20 cm, come rappresentato negli elaborati di progetto.

6.8.5.2 Giunti tra gli anelli

La connessione e l'allineamento tra gli anelli deve essere garantita mediante la messa in opera di connettori longitudinali in acciaio.

A differenza delle Gallerie di Linea, per la quale sono previsti conci universali, nel Cunicolo Esplorativo è previsto l'utilizzo di spessoramenti/inserti in acciaio.

Verbindungselemente

Laut Projekt sind Längsverbindungen des Typs Smartblock 90-160/300-60 mit folgenden Mindestfestigkeitsanforderungen vorgesehen:

- Mindestauszugsfestigkeit → 10 kN
- Mindestscherfestigkeit → 140 kN

Die Verbindungselemente sind in gleichmäßigen Abständen und der Mitte der Tübbingstärke angeordnet.

Die Tübbingsegmente müssen zum vorschriftsmäßigen Ausrichten bei jedem Verbindungselement mit einem Überzug versehen werden

Einsätze

Im Erkundungsstollen werden zwischen zwei benachbarten Tübbingringen Einsätze an den jeweils geeigneten Stellen angebracht, um die Höhen-Lagen-Ausrichtung der Trasse zu folgen und etwaige Abweichungen der Maschine zu korrigieren oder Unregelmäßigkeiten des Tübbingrings auszugleichen, vor dem Einsetzen den darauffolgenden Tübbingrings.

Die max. Stärke der Einsätze beträgt 2.5 mm, gleich maximal der Hälfte des Gaps der Tübbingdichtungen.

6.8.6 Hydraulische Dichte der Fugen zwischen den Tübbing

Zum Vermeiden von Wasserzutritten und zur Gewährleistung einer angemessenen Dichtigkeit müssen sämtliche Tübbingsegmente über den gesamten Umfang mit entsprechenden Elastomer-Dichtungen versehen sein.

Die Elastomer-Dichtungen werden in den Guss eingebracht oder in eine Einkerbung über den gesamten Umfang des Segments verklebt.

Wo gesteigerte Anforderungen hinsichtlich der Dichtigkeit aufgrund potentieller Wasserzutritte bestehen, sind folgende Elemente erforderlich:

- Dichtungen mit hydrophiler Rundschnur
- Doppeldichtungen (Innen- und Außenseite der Tübbingsegmente)
- Versiegeln der Fugensohle mit Polyurethan-Rundschnur und Silikonkitt (entsprechende Rille)
- Anbringen eines Verpressröhrchens an der Kante jedes Tübbingsegmens im Ringfugenbereich, um so ggf. ein späteres Verfüllen mit hydrophilen Acrylharzen zum Versiegeln der Fugen zu ermöglichen.

Die Fugen des Erkundungsstollens (Schichtdicke 30 cm) müssen an der Außenseite mit einer Dichtung mit hydrophiler und dehnbarer Rundschnur, die beim Guss eingebracht wird, sowie einer innenseitigen Nut zum Versiegeln mit

Connettori

Il progetto prevede connettori longitudinali tipo Smartblock 90-160/300-60 aventi le seguenti resistenze minime di progetto:

- Resistenza minima a sfilamento → 10 kN
- Resistenza minima a taglio → 140 kN

I sistemi di connessione sono equidistanziati lungo lo sviluppo del concio e posizionati in mezzera dello spessore.

I conci prefabbricati devono essere predisposti con una cuffia in corrispondenza di ciascun connettore per permettere il suo posizionamento.

Inserti

Nel Cunicolo Esplorativo è previsto l'utilizzo di spessoramenti in acciaio tra due anelli contigui, in opportune posizioni, al fine di seguire l'allineamento plano-altimetrico del tracciato, correggere eventuali deviazioni della macchina o compensare eventuali irregolarità nel piano dell'anello, prima della posa dell'anello successivo.

In generale, gli inserti non devono essere più spessi di 2.5 mm, pari al massimo alla metà del gap delle guarnizioni del concio.

6.8.6 Tenuta idraulica dei giunti tra i conci

Per evitare l'infiltrazione di acqua e garantire un'adeguata impermeabilità, tutti i conci devono essere dotati, lungo tutto il loro perimetro, di apposite guarnizioni di tenuta realizzate con materiali elastomerici.

Le guarnizioni elastomeriche sono ancorate nel getto o incollate in un incavo su tutto il perimetro del concio.

Ove è stato necessario incrementare il livello di sicurezza nei confronti di possibili infiltrazioni d'acqua, sono previste:

- guarnizioni con cordone idrofilico;
- doppie guarnizioni (sia intradosso che in estradosso dei conci);
- sigillatura di fondo giunto con cordone poliuretano e mastice siliconico all'intradosso dei conci (in apposita gola);
- predisposizione di un tubicolo ubicato in uno spigolo di ogni concio in corrispondenza dei giunti tra gli anelli per consentire un'eventuale iniezione successiva di resine acriliche idrofiliche di sigillatura dei giunti.

In particolare, i conci del Cunicolo Esplorativo (spessore 30 cm) devono prevedere una guarnizione in estradosso con cordone idrofilico espansivo ancorata al getto, e una gola in intradosso per consentire la sigillatura di fondo giunto con

Polyurethan-Rundschnur und Silikonkitt versehen werden.

Die Tübbinge der Fahrtunnel mit zweischaligem Ausbau (Schichtdicke 40 cm) sind mit einer Dichtung an der Tübbingaußenseite versehen, die beim Guss eingebracht wird, während die Tübbinge des Fahrtunnels beim einschaligen Ausbau (Schichtdicke 45 cm) mit doppelter Dichtung (innen- und außenseitig) versehen sind; an der Innenseite mit hydrophiler und dehnbarer Rundschnur, die beim Guss eingebracht wird, an der Außenseite mit verklebter Dichtung. Die 45-cm-Tübbingsegmente müssen weiter mit einer innenseitigen Nut zum Versiegeln der Fugen mit Polyurethan-Rundschnur und Silikonkitt versehen und im Fugenbereich mit einem Verpressröhrchen an den Tübbingkanten im Ringfugenbereich vorgerüstet sein, um so ggf. ein späteres Verfüllen mit hydrophilen Acrylharzen zum Versiegeln der Fugen zu ermöglichen. zu ermöglichen.

Der nachstehenden Tabelle kann die Übersicht der Abdichtungen für die jeweiligen Tübbinge entnommen werden:

cordone poliuretano e mastice siliconico.

I conci della Galleria di Linea con doppio rivestimento (spessore 40 cm) devono prevedere una guarnizione in estradosso dei conci ancorata al getto, mentre i conci delle Gallerie di Linea con singolo rivestimento (spessore 45 cm) devono prevedere una doppia guarnizione, sia in intradosso che in estradosso, di cui, quella in estradosso con cordone idrofilico espansivo ancorata al getto e quella in intradosso incollata. Inoltre, i conci da 45 cm devono prevedere la gola in intradosso per consentire la sigillatura di fondo giunto con cordone poliuretano e mastice siliconico e la predisposizione di un tubicolo negli spigoli dei conci, in corrispondenza dei giunti tra gli anelli, per consentire una successiva eventuale iniezione di resine acriliche idrofiliche.

La seguente tabella riporta un riassunto dei sistemi di impermeabilizzazione previsti per ciascuna tipologia di conci:

Regelquerschnitt/Sezion e tipo	Elastomer-Dichtung /Guarnizione elastomerica			Fugenversieglung mit Polyurethan-Rundschnur und Silikonkitt/ Sigillatura di fondo giunto con cordone poliuretano	Verpressrohr für Acrylharze/ Tubicolo per eventuale iniezione di resine acriliche
	Außenseitig/In estradosso		Innenseitig/In intradosso		
	Mit Rundschnur, Gussverankert/ Con cordone idrofilico	Ohne Rundschnur/ Senza cordone idrofilico	Ohne Rundschnur, verklebt/ Senza cordone idrofilico		
GL-MS – Einschaliger Ausbau/Singolo rivestimento (45 cm)	x		x	x	x
GL-MS – Zweischaliger Ausbau/Doppio rivestimento (40 cm)		x			
C-MS (30 cm)	x			x	

Tabelle 11: Merkmale der Fugendichtungssysteme der Tübbinge

Tabella 11: Caratteristiche dei sistemi di tenuta idraulica dei giunti dei conci

6.8.6.1 Elastomerdichtungen

Die Dichtigkeit der Dichtungen der Tübbingsegmente wird durch den Einbau von Dichtungsbändern aus Elastomer-Profilen mit oder ohne hydrophiler und dehnbarer Rundschnur gewährleistet.

Die Elastomerdichtungsbänder müssen folgenden Anforderungen gerecht werden:

- Funktionsfähigkeit;
- Alterungsbeständigkeit;
- Langzeitverhalten;
- Beständigkeit gegen Umwelteinflüsse auch aus dem Betrieb des Tunnels und;

6.8.6.1 Guarnizioni elastomeriche

La tenuta delle giunzioni dei conci prefabbricati è garantita dalla installazione di guarnizioni impermeabili composte di profili elastomerici, con o senza cordone idrofilico espansivo, lungo tutto il perimetro del concio.

Le guarnizioni elastomeriche devono soddisfare i seguenti requisiti:

- funzionalità;
- durabilità;
- costanza del comportamento nel tempo;
- resistenza alle azioni ambientali, incluse quelle dovute all'esercizio della galleria;

- Materialverträglichkeit mit den umgebenden Medien;

und mindestens folgende Merkmale aufweisen:

- hydraulische Druckfestigkeit = 10 bar;
- Gap = 5 mm;
- Offset = 10 mm.

Die geometrischen Merkmale der Dichtungen sind den geometrischen Merkmalen der Tübbinge anzupassen; sie müssen mit vorprofilierten Kanten versehen sein, damit es beim Einbau nicht zu Beschädigungen kommt.

Bei Klebedichtungen müssen die Einkerbungen der Tübbingsegmente im Vorfeld mit einem EP-Kleber versiegelt werden, um so Leckstellen durch Hohlräume im Beton zu vermeiden.

Das Verhältnis zwischen der Profildicke der Kerbsohle und der Profilhöhe beträgt mindestens 2:1. Einzuhalten sind die Fertigungstoleranzen von +/- 0,5 mm für Breite und Höhe.

Werden die Dichtungen mit dem Guss einbracht, müssen sie in der Schalung sicher befestigt werden; beim Ausschalen dürfen weder das Tübbingsegment noch die zugehörige Dichtung beschädigt werden.

Das Dichtungsmaterial - verklebt oder vergossen - muss den unter den gegebenen Umgebungsbedingungen (unter Berücksichtigung sämtlicher lokaler Einflussfaktoren aus den Bodenverhältnissen, den Grundwasserverhältnissen und den Gasbedingungen mit den entsprechenden chemischen, physikalischen und biologischen Wirkgrößen) den Anforderungen der Dauerhaftigkeit entsprechen.

Elastomere für Tübbingdichtungen müssen der [35] entsprechen (IRHD = International Rubber Hardness Degrees zwischen 60 und 75).

Die Hersteller von Dichtungen für Tübbingsegmente müssen nach [32] oder einer anderen, nationalen Norm zertifiziert sein.

Dichtungsrahmen sind so zu verpacken, zu transportieren und zu lagern, dass sie nicht beschädigt werden und gegen UV-Bestrahlung, Feuchtigkeit und andere Einflüsse geschützt sind.

Vor dem Einbau der Dichtungen erfolgt eine gebührende Behandlung mit Schmiermitteln.

6.8.6.2 Innenseitige Versiegelung

Die Tübbing des Erkundungstollens (Schichtdicke 30 cm) und der einschalig ausgebauten Fahrtunnel (Schichtdicke 45 cm) müssen innenseitig mit einer Nut versehen sein, um nach dem Einbau des Rings die Versiegelung sämtlicher Radial- und Längsfugen mit Polyurethan-Rundschnur und Silikonkutt vorzunehmen.

- compatibilità del materiale con l'ambiente circostante;

e devono avere almeno le seguenti caratteristiche:

- resistenza pressione idraulica = 10 bar;
- gap = 5 mm;
- offset = 10 mm.

La geometria delle guarnizioni deve essere adattata alla geometria dei conci e deve avere spigoli presagomati per evitarne il danneggiamento durante la messa in opera.

Gli incavi dei conci per guarnizioni incollate devono essere preventivamente sigillati con un collante a base epossidica al fine di evitare perdite causate da vuoti nel calcestruzzo.

Il rapporto tra larghezza del profilo nel fondo dell'incavo e l'altezza del profilo deve essere almeno 2:1. Sono da rispettare le tolleranze di produzione pari a +/- 0,5 mm per la larghezza e l'altezza.

Nel caso di guarnizioni ancorate al getto, quest'ultime devono essere fissate con sicurezza nel cassero e durante la procedura di disarmo non bisogna danneggiare né il segmento di concio prefabbricato né la corrispondente guarnizione.

Il materiale delle guarnizioni, sia incollate che ancorate al getto, deve essere durevole (per l'intera durata di utilizzo) nelle condizioni ambientali locali (considerando tutti gli influssi locali derivanti dal terreno, dalle acque freatiche e dei gas che determinano aggressioni chimiche, fisiche e biologiche).

Le guarnizioni elastomeriche dei conci devono essere conformi alla norma [35] (IRHD = International Rubber Hardness Degrees tra 60 e 75).

Le guarnizioni per i segmenti dei conci devono essere muniti di certificazione ([32] o altra norma nazionale).

Le guarnizioni devono essere protette da danni durante il trasporto e lo stoccaggio e da raggi UV, umidità e altri fattori ambientali.

Le guarnizioni devono essere lubrificate prima della messa in opera.

6.8.6.2 Sigillatura all'intradosso

I conci del Cunicolo Esplorativo (spessore 30 cm) e della Galleria di Linea con singolo rivestimento (spessore 45 cm) devono avere una gola in intradosso per consentire, dopo la messa in opera dell'anello, la sigillatura di tutti i giunti, radiali e longitudinali, mediante un elemento di fondo giunto poliuretano e mastice siliconico.

6.8.6.3 Zusätzliche Injektionen

Die Tübbinge der einschalig ausgebauten Fahrtunnel (Schichtdicke 45 cm) müssen, mit Ausnahme des Schlusssteins, mit einem Verpressröhrchen im Kantenbereich der einzelnen Tübbingsegmente versehen sein, um das Hinterfüllen der Ringfugen im Bereich zwischen innenseitiger und außenseitiger Dichtung mit hydrophilen Acrylharzen zu ermöglichen.

Die Verpressröhrchen müssen mit dichtem Verschlussstopfen versehen sein.

6.8.6.4 Prüfungen und Nachweise

Ein Dichtungsprototyp muss im Zuge der Erstprüfungen zum Eignungsnachweis unter den ungünstigsten Gap- und Offset-Bedingungen erfolgen. Die Prüfungsergebnisse müssen dem AG/BL vorgelegt werden.

Der Nachweis für die Eignung der Dichtungsrahmen ist gemäß [36] zu erbringen.

6.8.7 Ringspaltverfüllung

Das geeignete Verfüllen des Ringspalt es obliegt allein dem AN, zu dessen Leistungspflicht die Erstellung der detaillierten Ausführungsverfahren zum Verfüllen gehört, nach Maßgabe der nachstehend angeführten Mindestanforderungen und Vorschriften; diese sind vor Baubeginn der BL zur Genehmigung vorzulegen.

Das Verfüllen des Ringspalt es erfolgt unmittelbar nach dem Einbau des vollständigen Tübbingrings durch die Verpressöffnungen, im Schutze des Schildschwanzes unmittelbar nach Absetzen des Rings.

Der untere Bereich des Rings (im Bereich der Öffnung von etwa 100°) ist mit Mörtel zu verpressen, und zwar unmittelbar nach dem Schildschwanz. Dickbettmörtel wird auch unter dem Sohlstein der Fahrtunnel und der mit der Gripper TMB aufgefahrenen Tunnel eingebracht (siehe Kapitel 5).

Der übrige Bereich des Ringspalt es, sprich der Öffnungsbereich von ca. 260° wird mit Perlkies (Einkornkies, Körnung 8/11 mm) verfüllt.

Lediglich in einigen Sonderbereichen, beispielsweise bei den Anschlussbereichen mit den Querverbindungen ist das nachfolgende Verfüllen mit Zementmörtel über den gesamten Ringraum zum Verfüllen der Perlkies-Hohlräume vorgesehen, so dass ein teilweiser Abbruch des Ausbaus möglich ist, um so den Eintritt des Verfüllmaterials hinter den Tübbingen (Perlkies) zu verhindern.

Bei besonders schubhaftem Gebirge kann der AN nach eigenem Ermessen Mischgut mit Blähton-Mineralstoffen zum Verfüllen des Hohlraums zwischen dem Gebirge und der

6.8.6.3 Iniezione complementari

I conci della Galleria di Linea con singolo rivestimento (spessore 45 cm), escluso il concio di chiave, devono essere dotati di un tubicolo in prossimità dello spigolo di ogni concio che consenta di eseguire delle iniezioni di resine acriliche idrofiliche nei giunti tra gli anelli, nella porzione di conci compresa tra la guarnizione di intradosso e di estradosso.

I tubicoli devono essere dotati di tappo di chiusura a tenuta.

6.8.6.4 Procedure di prova

Un prototipo delle guarnizioni deve essere testato in prove preliminari per determinarne l'idoneità anche nelle condizioni peggiori di gap e offset. I risultati delle prove devono essere forniti come documentazione al Committente/ DL.

La verifica di idoneità della guarnizione deve soddisfare i requisiti secondo [36].

6.8.7 Intasamento dell'intercapedine tra concio e ammasso roccioso

L'esecuzione di un idoneo riempimento della intercapedine anulare è totale responsabilità dell'Appaltatore, che ha l'onere di sviluppare le modalità esecutive di dettaglio del riempimento, nel rispetto dei requisiti minimi e delle indicazioni fornite qui di seguito, e sottoporle al Committente/DL per approvazione prima dell'inizio delle attività di cantiere.

Il riempimento dell'intercapedine deve avvenire subito dopo l'installazione dell'anello completo tramite le apposite aperture previste allo scopo nei conci, a ridosso della coda dello scudo, appena questo ha liberato l'anello.

La zona inferiore dell'anello (nella zona di apertura di circa 100°) deve essere riempita con iniezioni di malta, immediatamente a valle della coda dello scudo. Un riempimento con malta di allettamento è previsto anche sotto il concio di base delle Gallerie di Linea comprese quelle scavate con Gripper TBM, oggetto del capitolo 5.

Il resto della intercapedine anulare, ovvero la zona di apertura di circa 260°, deve essere riempita con pea-gravel (ghiaietto monogranulare di pezzatura 8/11 mm).

Solo in alcune zone particolari, come ad esempio in corrispondenza degli innesti con i Cunicoli Trasversali, è prevista un'iniezione successiva con boiacca cementizia su tutto il contorno dell'anello per il riempimento degli spazi intergranulari del pea-gravel e consentire così la demolizione parziale del rivestimento evitando l'ingresso nelle gallerie del materiale di riempimento presente a tergo dei conci (pea-gravel).

In presenza di ammassi particolarmente spingenti è ammesso, a discrezione dell'Appaltatore, senza che da ciò derivi incremento di costi per il Committente, l'utilizzo di conglomerati

Außenkante der Tübbing-Segmente verwenden, ohne dass sich hieraus hierfür dem AG zusätzliche Kosten ergeben.

6.8.7.1 Zementmörtel

Der Ringspaltverfüllmörtel hat im Regelfall folgende Eigenschaften aufzuweisen:

- Volumenbeständigkeit im erhärteten Zustand;
- Kraftschlüssigkeit zwischen Ausbau und Gebirge;
- Grundwasserverträglichkeit;
- gute Verarbeitbarkeit;
- gute Pumpfähigkeit;
- hohe Suspensionsstabilität;
- gebührende Steifigkeit und Druckfestigkeit;
- Erosionsbeständigkeit bei fließendem Grundwasser.

Der Auftragnehmer muss sicherstellen, dass Formänderungen der gebauten Tübbingringe durch das Gewicht der Tunnelbohrmaschine und des Nachläufers und der Nachläufer zuverlässig vermieden werden. Die Erstarrung soll bei 20°C spätestens innerhalb 45 min nach der Injektion eintreten. Die Festigkeit des Mörtels wird in Versuchen mit 100 mm Würfeln ermittelt. Sie darf 1.5 N/mm² nach 24 Stunden nicht unterschreiten.

Es ist Zement der Sorte CEM III/B gemäss [37] zu verwenden. Bei Sulfatangriff muss C₃A-freier Zement zusammen mit einem geeigneten Zusatzstoff eingesetzt werden, wobei der Anteil des Zusatzstoffs ca. 40 Masse-% des Bindemittels betragen muss.

Enthält der Mörtel sulfatresistenten Zement (Expositionsklassen XA2 und XA3), darf keine Flugasche verwendet werden.

Steinmehl muss den Anforderungen der [38] an Zusatzstoff der Type I gemäß [31] erfüllen. Bei Sulfatangriff darf der CaCO₃-Gehalt im Steinmehl 10% nicht überschreiten.

Zement mit dem Hauptbestandteil CaCO₃ ist nicht zulässig. Der Anteil von CaCO₃ im Bindemittel darf 5% nicht übersteigen.

Bezüglich der Alkali-Silikat-Reaktion gelten die Anforderungen gemäß [4].

Der Wassergehalt soll gerade ausreichend sein, um eine geschmeidige und fließfähige Mischung zu erhalten.

Als Zusatzmittel sind nur Einpresshilfen und gegebenenfalls Stabilisierer zu verwenden.

Die Zusatzmittel müssen der [39] entsprechen. Bentonit muss der [40] entsprechen. Anmachwasser muss der [41] entsprechen.

Das Absetzmass nach 2 Stunden darf maximal 3,0%

con inerti di argilla espansa per il riempimento dell'intercapedine tra l'ammasso e l'estradosso dei conci prefabbricati.

6.8.7.1 Malta

La malta di iniezione deve avere le seguenti proprietà:

- stabilità volumetrica dopo l'indurimento;
- accoppiamento tra rivestimento e ammasso;
- compatibilità con l'acqua di falda;
- buona lavorabilità;
- buona proprietà di pompaggio;
- alta stabilità in sospensione;
- adeguata rigidità e resistenza a compressione;
- resistenza all'erosione in presenza di acqua di falda corrente.

L'Appaltatore deve indicare i dettagli riguardanti la malta, i tempi di presa e di sviluppo della resistenza al fine di sorreggere il peso della fresa e del backup evitando deformazioni dell'anello. Come minimo, deve essere raggiunto un inizio dell'indurimento a 20° C entro 45 minuti dall'iniezione. Il requisito minimo di resistenza della malta che viene determinato da test con cubetti di 100 mm non deve essere inferiore a 1,5 N/mm² dopo 24 ore. La proposta deve essere sottoposta al Committente/DL prima dell'inizio dei lavori per essere approvata.

Si deve utilizzare il cemento del tipo CEM III/B secondo [37]. In caso di attacco chimico si deve utilizzare un tipo di cemento privo di C₃A assieme ad un aggiunta idonea; la quantità dell'aggiunta deve essere pari a ca. 40 % in massa del legante.

La cenere volante non può essere utilizzata nelle tratte dove è richiesta la resistenza ai solfati (classi di esposizione XA2 e XA3).

Sabbia di frantoio deve essere conforme alla [38] come aggiunta del tipo I secondo [31]. In caso di attacco solfatico la percentuale di CaCO₃ nella sabbia di frantoio non deve superare il 10 %.

Non è ammesso l'impiego di cemento il cui materiale componente principale è CaCO₃. La percentuale di CaCO₃ nel legante non deve superare il 5%.

Per quanto concerne la reazione alcali-aggregati devono essere soddisfatti i requisiti riportati nel documento [4].

La percentuale d'acqua deve essere mantenuta più bassa possibile per ottenere una miscela elastica e fluida.

Sono da impiegare solo additivi espansivi e eventualmente additivi stabilizzanti.

Sono consentiti solo additivi conformi alla [39]. La bentonite deve essere conforme alla [40] e l'acqua d'impasto deve essere conforme alla [41].

Il coefficiente di sedimentazione dopo 2 ore deve essere al

betragen.

Mörtel soll innerhalb einer Stunde nach dem Mixen verwendet werden.

Der Auftragnehmer hat in Vorversuchen nachzuweisen, dass die in der Ausführung der Vortriebe erforderlichen Erstarrungszeiten und die Festigkeitszunahme erreicht werden.

Vor Beginn der Ausführung sind der Örtlichen Bauaufsicht alle Details zum Primärverpressmörtel, zur Einwilligung zu übergeben. Aus den Angaben müssen insbesondere die vorgeschlagenen Beschleuniger und Verzögerer, sowie die benötigten Abbindezeiten und die Festigkeitsentwicklung hervorgehen.

Mörtel, die Polymeradditive enthalten, dürfen nur in einem kolloidalen Mischer gemischt werden.

Aufzeichnungen über die Kalibrierung der Dosieranlage und die Dosierung jeder Charge sind aufzubewahren, um die Konformität mit der geplanten Rezeptur zu belegen. Alternativ können Mörtelfestigkeitsversuche durchgeführt werden.

6.8.7.2 Perlkies

Der Perlkies ist ein Einkornkies aus gewaschenem Rundkorn.

Als Rundkorn wird ein Korn bezeichnet, dessen Oberfläche zu mehr als 50 % natürlich gerundet ist. Die Bestimmung des Rundkornanteils hat an einer Probe aus mindestens 200 Körnern zu erfolgen. Die Bestimmung des prozentuellen Anteils an Rundkorn erfolgt in Masseprozent.

Die Korngrößenverteilung zum Verfüllen des Hohlraums ist vom AN gemäß den Einbaubedingungen und in Anbetracht der Möglichkeit späterer Verfüllungen und in jedem Fall in einer Größenordnung zwischen 8-11 mm festzulegen.

Die Anforderungen an die Mineralstoffe können [38] entnommen werden.

massimo pari al 3,0 %.

La malta deve essere utilizzata entro un'ora dalla miscelazione.

Devono essere eseguiti test preliminari sulla malta per certificare il raggiungimento dei necessari tempi di indurimento e dell'aumento della resistenza.

Prima dell'esecuzione dei lavori devono essere sottoposti tutti i particolari inerenti alla malta di iniezione alla Direzione Lavori, in modo da essere approvata. Devono essere presentati gli acceleranti e ritardanti previsti, così come i tempi necessari di indurimento e dell'aumento della resistenza.

Le malte che contengono additivi polimerici devono essere miscelate esclusivamente in un miscelatore colloidale.

Le annotazioni sul dosaggio e sulla calibratura dell'impianto di dosaggio devono essere conservate per dimostrare che il dosaggio della malta è conforme alla ricetta pianificata. In alternativa possono essere condotti test sulla resistenza della malta.

6.8.7.2 Pea-gravel

Il pea-gravel è una ghiaia mono-granulare costituita da materiale lavato e forma arrotondata.

Si definisce granulo tondo un granulo con almeno il 50 % della superficie arrotondata. Per definire la frazione di granuli tondi si deve eseguire una prova su almeno 200 granuli. La frazione di granuli tondi si esprime in percentuale.

Il frazionamento per il riempimento dell'intercapedine è da definire dall'Appaltatore in funzione delle condizioni di posa e in funzione di eventuali iniezioni successive e comunque nel range 8-11 mm.

I requisiti per gli aggregati si riferiscono alla [38].

Anteil Überkorn bis zum nächstgrösseren Prüfsieb	Aliquota di granulometria superiore fino al prossimo setaccio di prova	< 10%
Anteil Unterkorn bis zum nächstkleineren Prüfsieb	Aliquota di granulometria inferiore fino al prossimo setaccio di prova	< 10%
Anteil gerundetes Korn	Percentuale granuli rotondi	95%
Plattigkeitskennzahl	Indici di appiattimento	Kategorie FI ₁₅
Kornformkennzahl	Indice di forma	Kategorie SI ₁₅
Frost-Tau-Widerstand	Resistenza a gelo e disgelo	Kategorie F ₂
Feinanteile < 0,063 mm	Contenuto dei fini	Kategorie f _{1,5}
Widerstand gegen Zertrümmerung (LA-Koeffizient)	Resistenza alla frammentazione	LA 30
Säurelöslicher Sulfatgehalt SO ₃	Solfati solubili in acido SO ₃	Kategorie AS _{0,8}

Tabelle 12: Anforderungen Perlkies

Tabella 12: Requisiti del pea-gravel

Als Prüfsiebe sind der Grundsiebsatz sowie der Ergänzungssiebsatz 1 gemäß [38] zu verwenden

Der Perlkies darf keine Bestandteile enthalten, welche das Erhärten von Beton beeinträchtigen.

6.8.7.3 Blähton (Alternativmaterial)

Mischgut mit einem hohen Blähtonanteil kann zum Verfüllen des Hohlräume zwischen dem Vortrieb und der Außenkante der Tübbing verwendet werden.

Mischgut mit Blähton eignet sich dort, wo die vom Gebirge auf den Ausbau übertragene Last verringert werden und gleichzeitig eine ausreichende Ringsteifigkeit beim Einbau gewährleistet werden muss. Der hohe Hohlraumgehalt und die begrenzte Spitzenfestigkeit verleihen dem Blähton seine Eignung für den Fall eines Einbruchs durch Gebirgslastübertragung, so dass die vom Gebirge auf den Tübbingausbau übertragene Last begrenzt wird.

Merkmale und Korngrößen des Blähtons werden vom AN nach Absprache mit dem AG/BL festgelegt. Nachstehend werden einige Referenzwerte angeführt:

- max. Durchmesser des Mineralstoffes 10 mm
- Dichte des Blähtons $\approx 400 \text{ kg/m}^3$
- Mindestzementgehalt 100 kg/m^3 ;
- Würfelfestigkeit $\geq 0.5 \text{ MPa}$;
- Verfestigung bei 60% Verformung $\approx 1.5 \text{ Mpa}$.

6.8.7.4 Kontrolle und Prüfungen

Die Erstprüfung von Mörtel und Perlkies ist gemäß [2] durchzuführen. Die Prüfungen und Einteilung des Perlkieses in Klassen (mit Ausnahme des Über- und Unterkornanteils) erfolgen gemäß [38].

6.8.7.5 Injektionsverfahren

Die Leistungsmerkmale des Verpresssystems zum Verfüllen mit Perlkies müssen den Leistungsanforderungen an die höchste Vortriebsgeschwindigkeit der TBM entsprechen.

Verpressdruck und –materialmengen werden vom AN festgelegt, der hierzu die Variabilität der geotechnischen Gebirgsbedingungen berücksichtigt, die aufmerksam während des Einbaus überwacht werden.

Die geeigneten Verfahren für die Injektionen mit Verfüllmaterial und das vorschriftsmäßige und vollständige Verfüllen den Ringspaltes werden im Zuge des Einbaus konstant überwacht, dokumentiert und dem AG/BL zur Verfügung gestellt.

Während des Verfüllens des Ringspaltes wird die statische und geometrische Stabilität der Auskleidung geprüft und gemessen, es dürfen keinerlei Verformungen an den Ringen oder Rissbildungen am Beton auftreten. Diese zusätzliche Überwachung wird dokumentiert und der BL zur Verfügung

Come setacci di prove possono essere utilizzati i setacci della serie di base così come quelli della serie 1 secondo [38].

Il ghiaietto non deve contenere componenti, che influenzano la maturazione del calcestruzzo.

6.8.7.3 Argilla espansa (materiale alternativo)

Conglomerati con un'elevata percentuale di inerti di argilla espansa possono essere utilizzati per il riempimento dell'intercapedine tra lo scavo e l'estradosso dei conci.

I conglomerati con argilla espansa sono idonei laddove è necessario ridurre gli sforzi trasmessi dall'ammasso al rivestimento, pur garantendo una rigidità sufficiente per la stabilità dell'anello nella fase di messa in opera. Grazie all'elevato rapporto di vuoti e alla limitata resistenza di picco, l'argilla espansa è infatti un materiale capace di collassare sotto i carichi trasmessi dall'ammasso, limitando così il trasferimento dei carichi dall'ammasso al rivestimento in conci.

Le caratteristiche e la pezzatura dell'argilla espansa devono essere definite dall'Appaltatore e concordate con il Committente/DL. Di seguito alcuni valori di riferimento:

- diametro massimo dell'inerte 10 mm
- densità dell'argilla espansa $\approx 400 \text{ kg/m}^3$
- contenuto massimo di cemento 100 kg/m^3 ;
- resistenza caratteristica cubica $\geq 0.5 \text{ MPa}$;
- incrudimento al 60% della deformazione $\approx 1.5 \text{ MPa}$

6.8.7.4 Controllo e verifica

Le verifiche preliminari della malta e del pea-gravel devono essere conformi a [2]. Le verifiche e la suddivisione in classi del pea-gravel (ad eccezione delle frazioni di sopra e sotto vaglio) si eseguono in accordo alla norma [38].

6.8.7.5 Modalità di iniezione

La capacità del sistema di iniezione di riempimento deve essere compatibile con i requisiti richiesti di massima velocità di avanzamento della TBM.

Le pressioni di iniezione ed i volumi iniettati di materiale devono essere valutati dall'Appaltatore tenendo conto della variabilità delle condizioni geomeccaniche dell'ammasso roccioso ed attentamente monitorati durante la fase di posa.

Le idonee modalità di iniezione del materiale di riempimento ed il corretto e completo intasamento della intercapedine anulare devono essere costantemente monitorate durante la posa in opera. Tale controllo deve essere documentato e messo a disposizione del Committente/DL.

Durante il riempimento dell'intercapedine anulare deve essere verificata e misurata la stabilità statica e geometrica del rivestimento, con la totale assenza di deformazioni degli anelli, fessurazioni nel calcestruzzo. Tale ulteriore controllo sul rivestimento deve essere documentato e messo a disposizione

gestellt.

Während des Verfüllens des Ringspalt es werden auch die Ringdichtungen auf schadhafte Stellen untersucht.

Injektionen sind mit einem ausreichenden Verpressdruck auszuführen, der es ermöglicht, den Ringspalt vollständig mit Injektionsgut zu verfüllen.

Die Injektionen erfolgen durch entsprechende Verpressöffnungen in den Tübbingen. Die Einsätze müssen mit dichter Drosselklappe und dichtem Verschlussstopfen sowie hydrophiler und dehnbarer Rundschnur.

Die Injektion erfolgt progressiv von der Sohle bis zur Kalotte, um so schrittweise eine zunehmende Verlagerung des gesamten Luft- und Wasserüberschusses aus dem Hohlraum nach oben zu erwirken.

6.8.7.6 Verfüllinjektionen

Bei Öffnungen im Tübbingring, die nachträglich für Nischen und Querverbindungen geschaffen wurden, erfolgt nach dem Verfüllen des Ringspalt es mit Perlkies das Verfüllen mit gebührender Zementsuspension.

Diese Injektionen erfolgen hinter dem Nachläufer der TBM, gesondert von der Vortriebseinheit.

Dazu werden die für die Perlkiesinjektionen verwendeten Öffnungen in den Tübbingen genutzt. Der Verfülldruck darf nicht zu hoch sein, um eine Beschädigung der Tübbinge oder Dichtungen auszuschließen.

6.8.8 Herstellung und Einbau der Tübbinge

6.8.8.1 Allgemeines

Die Anlage des Betonlieferwerkes bzw. Fertigteilwerkes muss den Anforderungen der einschlägigen Bestimmungen entsprechen.

Die Produktionsstätte für das Tübbingsystem muss zwingend ein zertifiziertes und vom AG/BL genehmigtes Qualitätssicherungssystem mit Kontroll- und Überwachungsprogramm entsprechend den Anforderungen der [32] aufweisen.

Die Betriebsgebäude und die Herstellprozesse müssen jederzeit für Inspektionen durch den AG/BL zugänglich sein. Der Auftragnehmer muss für Kontrollen des AG/BL die notwendige Unterstützung bereitstellen.

Das Trocknen und Aushärten der Tübbinge erfolgt unter kontrollierten Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen. Die Verwendung von Beschleunigern ist erlaubt, soweit die mechanischen und statischen Betonmerkmale innerhalb der festgelegten Grenzwerte bleiben. Das unmittelbare Beheizen der Schalungen ist nicht zulässig.

Wird eine Wärmelagerung angewendet, so ist die

del Committente/DL.

Durante il riempimento della intercapedine anulare deve anche essere verificata a completa assenza di danni alle guarnizioni fra gli anelli.

Le iniezioni devono essere effettuate a una pressione sufficiente per consentire di riempire completamente l'intercapedine con materiale iniettato.

L'iniezione è effettuata attraverso i fori di iniezione presenti nei conci prefabbricati. Gli inserti devono essere dotati di valvola a farfalla con tappo di chiusura a tenuta con cordone idrofilico espansivo.

L'iniezione deve essere effettuata in sequenza a partire dalla platea fino alla calotta, al fine di spostare gradualmente e in misura crescente tutta l'aria e l'acqua in eccesso fuori dalla cavità verso l'alto.

6.8.7.6 Iniezioni d'intasamento

In caso di aperture dell'anello di conci praticate in un tempo successivo per nicchie e cunicoli trasversali di collegamento all'intasamento con pea-gravel del vuoto anulare segue un'iniezione con adeguate sospensioni cementizie.

I lavori di iniezione secondaria avvengono dietro il backup della TBM, separati dall'unità di avanzamento.

Per i lavori di riempimento secondario si utilizzano le aperture nei conci utilizzate per l'iniezione del pea-gravel. La pressione di riempimento deve essere limitata per evitare danni ai conci o alle guarnizioni.

6.8.8 Produzione e montaggio dei conci

6.8.8.1 Generalità

Gli impianti dello stabilimento di produzione e prefabbricazione dei conci devono rispondere ai requisiti delle Normative vigenti.

Lo stabilimento per la produzione dei conci deve avere un sistema di qualità, certificato ed approvato dal Committente/DL, con un piano di controllo e di supervisione, in ottemperanza alle prescrizioni della [32].

Gli edifici industriali e i processi di produzione devono essere accessibili al Committente/DL per essere ispezionati al fine di verificare la qualità della produzione. L'Appaltatore deve garantire tutto il supporto necessario al Committente/DL in occasione di ogni controllo.

La maturazione dei conci deve avvenire in ambienti a temperatura e umidità controllate. E' ammesso l'impiego di sistemi di accelerazione della maturazione del calcestruzzo che garantiscano il mantenimento delle caratteristiche meccaniche e statiche del calcestruzzo entro i limiti stabiliti. Non è consentito il riscaldamento diretto delle casseforme.

Se si applica un trattamento termico, la durata preliminare del

Vorlagerungsdauer auf 3 Stunden festzulegen. Die Vorlagerungsdauer kann auf 1 Stunde verkürzt werden, wenn C₃A-freier Zement verwendet wird. Bei der Anwendung eines Wärmebehandlungsprogramms ist die erforderliche Vorlagerungsdauer anzugeben.

Unabhängig, ob eine Wärmebehandlung erfolgt oder nicht, ist eine maximale Bauteiltemperatur im Kern des Tübbings von 55 °C einzuhalten. Wird eine Wärmebehandlung durchgeführt, so darf eine zulässige maximale Aufwärmgeschwindigkeit von 20 K/h nicht überschritten werden.

Der Temperaturverlauf an drei unterschiedlichen Messstellen, verteilt über den Querschnitt des Tübbings, ist zum Nachweis des Temperaturverlaufs bis zu 72 Stunden zu prüfen.

Nach dem Überschreiten der maximalen Bauteiltemperatur (maximale gemessene Temperatur im Tübbingkern) dürfen folgende Werte nicht überschritten werden:

periodo di preriscaldamento sarà di 3 ore, da ridurre fino a 1 ora in caso di utilizzo di cemento senza C₃A. Se si utilizza un programma di trattamento termico si deve indicare la durata dello stoccaggio preliminare.

Che venga o no applicato il trattamento termico, la temperatura massima del nucleo del concio non può superare i 55°C. In caso di trattamento termico, non si può superare la velocità massima di riscaldamento di 20°K/h.

L'andamento della temperatura deve essere documentato in tre diversi punti di misurazione, distribuiti lungo la sezione del concio, per verificare le variazioni nell'arco di 72 ore.

In caso di superamento delle temperature massime dell'opera (temperatura massima misurata all'interno del concio) non possono essere superati i seguenti valori:

Max. Temperaturdifferenz / Abkühlgeschwindigkeit Massima differenza di temperatura / velocità di raffreddamento	Bedingung / Condizione
Max. Temperaturdifferenz Kern – Oberfläche Max. differenza di temperatura interno-superficie	25 K
Max. Temperaturdifferenz Oberfläche – Umgebungstemperatur bei der Auslieferung ins Freilager. (Eine Überschreitung dieses Wertes ist nur mit statischem Nachweis möglich, Rissicherheit im Zustand I) Max. differenza di temperatura superficiale – ambiente in caso di deposito esterno (un solo superamento del valore è ammesso solo se verificato staticamente - verifica alla fessurazione 1° stadio)	25 K
Max. zul. Abkühlgeschwindigkeit der Oberfläche Max. velocità di raffreddamento superficiale ammessa	10 K/h

Tabelle 13: Zulässiger Temperaturverlauf

Tabella 13: Andamento ammesso della temperatura

Das Reife-Verfahren (Trocknen und Aushärten) mit oder ohne thermische Aufbereitung muss detailliert in einem Bericht beschrieben und der BL zur Genehmigung vorgelegt werden.

Alle Segmente sind mit den folgenden eingekerbten Angaben zu versehen:

- Art des Tübbingrings
- Art des Tübbingsegments mit Angaben zur Position oder Ausrichtung des Segments im Ring
- eindeutige Identifikation der Gussform
- Datum des Gusses
- CE-Zeichen

Die Toleranzen für die Fertigung der Tübbingsegmente und des Rings können dem Dokument [3] entnommen werden.

Für jeden Tübbing ist ein digital verarbeitbares Produktionsprotokoll anzulegen, welches die Berechnung, Produktionsdaten und Prüfergebnisse umfasst.

Il processo di maturazione, con o senza trattamento termico, deve essere sviluppato in dettaglio in una relazione che deve essere sottoposta al Committente/DL per approvazione.

Tutti i conci devono presentare marcature sulle quali devono essere incise le seguenti informazioni:

- tipo di anello;
- tipo di concio con indicazione di qualsiasi informazione speciale riguardante la posizione o l'orientamento del segmento nell'anello;
- un'identificazione univoca del cassero;
- data del getto;
- marcatura CE.

Le tolleranze per l'esecuzione dei conci e dell'anello sono contenute nel documento [3].

Per ogni concio deve essere creato un protocollo di produzione digitale che contiene il calcolo, i dati di produzione e i risultati delle verifiche.

6.8.8.2 Umschlag, Stapelung und Transport

Die Geräte und Verfahren für den Umschlag, das Heben und Setzen der Tübbingsegmente sowie die entsprechenden Stapelverfahren dürfen keinerlei Schädstellen an den Tübbing bewirken.

Dem AG obliegt es zu gewährleisten, dass die Tübbingsegmente bei der Ausschalung eine gebührende Festigkeit erreicht haben, so dass Umschlag und Lagerung absolut rissfrei erfolgen können.

Wenn die Injektionslöcher für den Umschlag der Tübbinge benutzt werden, muss der Auftragnehmer deren Eignung hierfür sicherstellen.

Bei der Lagerung am Werk und an der Baustelle müssen die Tübbingsegmente gebührend vor Witterungseinflüssen bzw. niedrigen Temperaturen geschützt werden, um eine Beeinträchtigung zu vermeiden. Lieferung und Anbringen einer entsprechenden Schutzabdeckvorrichtung obliegt dem AN und ist in den Vertragspreisen vergütet.

Die Beförderung vom Werk an die Baustelle kann erst nach Erreichen der entsprechenden Festigkeit erfolgen und in jedem Fall erst frühestens 28 Tage nach dem Guss.

Im Zuge des Umschlags und der Beförderung muss der AN entsprechende Prüfverfahren laut Detailprojekt durchführen und die entsprechenden Nachweise der BL/AB G vorlegen, und zwar vor Beginn der Serienfertigung.

6.8.8.3 Montage der Tübbinge

Vor der Montage jedes Tübbingringes müssen jegliches loses Material oder andere Hindernisse aus dem Ringbaubereich entfernt werden.

Die Errichtung jedes Ringes beginnt in der Regel mit dem Einbau des Sohlsegments. Anschließend werden beidseitig abwechselnd die Ulmensegmente eingebaut und verschraubt. Letztlich wird der Schlussstein in seiner vorbestimmten Position eingesetzt. Bereits eingebaute Segmente müssen während dem Ringbau lagestabil in ihrer Position gehalten werden.

Die Verbindungsschrauben müssen beim Einbau der einzelnen Tübbingsegmente angezogen werden, um die Trennflächen in Kontakt und die Kompression der Dichtungen aufrecht zu erhalten.

Nach Beendigung des Ringeinbaus und vor dem nächsten Vortriebshub für den darauffolgenden Ring sind alle umlaufenden Verschraubungen festzuziehen. Nach Fertigstellung des darauffolgenden Rings müssen die Ringfugenverschraubungen des letzten Ringes erneut nachgezogen werden.

Alle Befestigungssysteme müssen den Empfehlungen des Tübbingherstellers entsprechen.

6.8.8.2 Trasbordo, accatastamento e trasporto

Le modalità di sollevamento, il tipo di apparecchio e i metodi di trasporto, la configurazione di stoccaggio non devono danneggiare i conci.

E' comunque onere dell'Appaltatore garantire una resistenza dei conci al momento dello scassero sufficiente per la movimentazione e lo stoccaggio degli stessi in totale assenza di apertura di fessure.

Se vengono utilizzati i fori di iniezione per il trasporto dei conci prefabbricati, l'Appaltatore deve garantire l'idoneità degli stessi.

I conci prefabbricati depositati presso lo stabilimento e il cantiere, devono essere idoneamente protetti dalla intemperie affinché i medesimi non si deteriorino per effetto degli agenti atmosferici e/o delle basse temperature. La fornitura e posa di un'adeguata protezione è onere dell'Appaltatore ed è compresa e compensata nei prezzi contrattuali.

Il trasporto dallo stabilimento di produzione al cantiere potrà avvenire solo quando verrà raggiunta la resistenza caratteristica dei conci e comunque non prima di 28 giorni dal getto.

Per tutte le fasi di movimentazione dovranno essere effettuate dall'Appaltatore, nell'ambito del Progetto di Dettaglio, opportune verifiche da documentare al Committente/DL prima dell'inizio della produzione.

6.8.8.3 Montaggio dei conci

Prima del montaggio di ogni anello in conci prefabbricati occorre rimuovere dall'area dell'anello qualsiasi materiale sciolto o altri ostacoli.

La posa di ciascun anello inizia con il montaggio del concio in arco rovescio o del concio di base per il Cunicolo Esplorativo, a cui fa seguito l'installazione e l'avvitamento dei segmenti sui piedritti e successivamente di quelli superiori sino al concio di chiave. I conci che sono già stati posati devono essere tenuti stabili in fase di posa degli altri conci.

I bulloni di collegamento tra i conci devono essere avvitati nel momento del montaggio dei singoli conci al fine di mantenere in contatto le superfici dei giunti e di mantenere la compressione corretta delle guarnizioni.

Al termine della realizzazione di un anello e prima dell'avanzamento per la realizzazione dell'anello successivo, tutti i bulloni devono essere avvitati a fondo. Dopo aver terminato l'anello successivo, i collegamenti a vite dell'anello devono essere nuovamente serrati.

Tutti i sistemi di fissaggio devono essere conformi alle raccomandazioni del produttore.

6.8.8.4 Toleranzen für den Ringbau

Für den Ringbau gelten die Toleranzen gemäß [3].

Nach erfolgter Genehmigung sind Versuchssegmente herzustellen, die durch den AG/BL inspiziert und überprüft werden. Die Prototypen müssen wischfest und dauerhaft markiert werden und sind für Referenzzwecke sicher aufzubewahren.

Treten Abweichungen von den zulässigen Toleranzen ein, muss der AN nach Absprache mit dem AG/BL entsprechende Korrekturmaßnahmen vorschlagen. Der Vortrieb wird erst nach Genehmigung durch den AG/BL wieder aufgenommen

6.8.9 Tübbingkontrolle und -prüfungen

Vor dem Einbau muss die Überprüfung der Tübbinge nach den Vorgaben laut [3] erfolgen, um das Bestehen der nachstehenden Fertigungsmängel auszuschließen oder deren Zulässigkeit nachzuweisen.

- Kiesnester
- Fehlende Betonteile
- unzulässige Lunker
- Abrisse
- Unterschreiten der zulässigen Betonüberdeckung
- Schadhafte Stellen der im Guss eingebrachten Dichtung oder Bruchstellen in der Nut bei verklebten Dichtungen oder Aussparungen.

Die Endkontrolle stützt sich auf die Zwischenkontrollen, die Kontrollen während der Fertigung und die anschließende Sichtprüfung und erfolgt am letzten Lagerort vor der Beförderung in den Tunnel. Mängel am Tübbing und den Dichtungsrahmen müssen von AG/BL gemeinsam mit dem AN aufgenommen werden.

AG/BL und AN müssen gemeinsam die Feststellung der Schäden vornehmen, die beim Umschlag vom Lager- zum Einbauort erfolgt sind. Kann der Mangel nicht behoben werden, muss der Tübbing ausgesondert werden.

Auch fehlstellen an Tübbingsegmenten z.B. infolge Beschädigungen beim Einbau, Vortriebspresenkräften, Lasten der Nachläufer, Gebirgsdruck usw., welche nach dem Ringbau festgestellt werden, sind vom Auftragnehmer gemeinsam mit der Örtlichen Bauaufsicht zu erfassen und zu dokumentieren.

Werden Fehlstellen, Mängel oder Abweichungen festgestellt, muss der AN einen Lösungsvorschlag vorlegen, der mit dem AG/BL zu vereinbaren ist. Ist eine Behebung der Mängel, Fehlstellen und Abweichungen nicht möglich, muss das Tübbingsegment ausgesondert werden.

6.8.8.4 Tolleranza dell'anello posato

Per la realizzazione dell'anello valgono le tolleranze riportate in [3].

Devono essere realizzati almeno 2 anelli di prova completo e assemblati per ogni tipologia prevista in progetto che devono essere ispezionati dal Committente/DL prima dell'inizio della produzione.

Se si verificano differenze dalle tolleranze ammesse, l'Appaltatore deve proporre adeguate misure correttive e concordarle con il Committente/DL. L'avanzamento può ripartire soltanto dopo l'approvazione del Committente/DL.

6.8.9 Controllo e verifica dei conci

Prima della posa in opera, i conci devono essere verificati, secondo le indicazioni contenute in [3], al fine di constatare l'assenza o comunque l'ammissibilità dei seguenti possibili difetti nella produzione:

- Nidi di ghiaia
- Elementi incompleti
- Cavità superficiali
- Fessure
- Copriferro inferiore ai limiti consentiti
- Danneggiamenti delle guarnizioni ancorate o rotture nelle gole sede delle guarnizioni incollate o di altre cave e forometrie.

Il controllo finale, basato su controlli intermedi, su controlli in fase di produzione e sul successivo controllo visivo, si esegue nell'ultimo punto di stoccaggio prima del trasporto in galleria. I difetti sul concio e sulle guarnizioni devono essere individuate congiuntamente dal Committente/DL e dall'Appaltatore.

Il Committente/DL e l'Appaltatore devono individuare in contraddittorio i danni verificatisi durante il trasporto dal punto di stoccaggio al luogo di posa. Se i danni non possono essere riparati, il concio deve essere scartato.

Anche i danni arrecati ai conci a seguito per es. della posa, delle spinte dei pistoni, delle pressioni del carro di servizio della TBM, della pressione dell'ammasso ecc, devono essere individuati in contraddittorio tra Committente/DL e Appaltatore e da quest'ultimo documentati in dettaglio.

Se vengono rilevati difetti o difformità, l'Appaltatore deve presentare una proposta di risoluzione. Quest'ultima è da concordare con il Committente/DL. Se i danni non possono essere riparati, il concio deve essere scartato.

6.8.9.1 Definition von Fehlstellen

- Nester

Nester sind Fehlstellen im Tübbing, die durch partielles unzureichendes Verdichten des Betons oder durch undichte Schalung und Auslaufen von Zementleim entstehen.

- Fehlende Betonteile

Fehlende Betonteile sind Fehlstellen, die durch unvollständiges Verfüllen der Schalung mit Beton entstehen.

- Unzulässige Lunker

Unzulässige Lunker sind Fehlstellen an der Betonoberfläche die durch Lufteinschlüsse in der Schalung (in der Regel an der Konterschabung) entstehen und die definierte Tiefe und Häufigkeit überschreiten.

Die maximale Tiefe darf 5 mm nicht überschreiten.

- Abrisse

Abrisse und Abplatzungen sind Fehlstellen am erhärteten Beton, die durch das Ausschalen des Tübbings bei zu geringer Betonfestigkeit, unsachgemäßen Transport oder beim Einbau entstehen.

- Unterschreitung der zulässigen Betonüberdeckungen

Die Mindestbetondeckung darf aus bautechnischen Gründen und zur Sicherstellung der Lebensdauer nicht unterschritten werden.

- Dichtungsrahmen

Beschädigungen des Dichtungsrahmens und fehlerhafte Verklebungen sind nicht zulässig.

6.8.9.2 Instandsetzen von Fehlstellen

Die Art der Instandsetzung ist vom Ort des Entstehens und von der Lage der Fehlstelle am Stein abhängig. Nicht alle Fehlstellen an Tübbingen müssen oder können instandgesetzt werden. Die Kriterien für das Aussondern der Tübbinge finden sich in der Tabelle im [3].

6.8.9.1 Definizione dei difetti

- Nidi di ghiaia

I nidi di ghiaia nel calcestruzzo sono difetti che si presentano a seguito di costipamento insufficiente del calcestruzzo o di un cassero non a tenuta e della fuoriuscita di boiaccia cementizia.

- Elementi incompleti

Sono difetti che si presentano a seguito di un riempimento non completo della cassaforma.

- Cavità superficiali

Le cavità superficiali sono difetti sulla superficie del calcestruzzo dovuti alle inclusioni d'aria nella cassaforma (generalmente sul cassero esterno) le cui profondità e frequenza superano i limiti prestabiliti.

La profondità non può superare i 5 mm.

- Fessure

Fessure e sbrecciamenti sono difetti che si verificano sul calcestruzzo indurito a seguito del disarmo del concio con resistenza del calcestruzzo troppo bassa, trasporto non eseguito correttamente o nella posa in opera.

- Copriferro inferiore ai limiti consentiti

Il copriferro minimo deve essere mantenuto per ragioni costruttive e di durabilità.

- Struttura della guarnizione

Non sono ammessi danni alla guarnizione e incollaggi difettosi.

6.8.9.2 Ripristino dei difetti

Il tipo di ripristino dipende dal luogo di formazione e dalla posizione del difetto sul concio. Non tutti i difetti dei conci devono o possono essere ripristinati. Il documento [3] contiene i criteri secondo i quali un concio deve essere scartato o può essere riparato.

7 VERZEICHNISSE

7.1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Bauwerke mit mechanisiertem Vortrieb	14
Tabelle 2: Festigkeit und Abrasivität der repräsentativen Gebirge der Südstrecke; pro Parameter werden der Mittelwert (M) und die quadratische Mittelabweichung (S) in der Darstellung [M/S] angegeben.....	16
Tabelle 3 Geologisch homogene Sektoren der Nordstrecke (indikative Kilometrierungen Oströhre). (*) Aufgrund der bei der Festlegung der Südgrenze dieses Sektors verfolgten Prinzipien siehe [14].	17
Tabelle 4 Festigkeit und Abrasivität der repräsentativen Gebirge der Nordstrecke; pro Parameter werden der Mittelwert (M) und die quadratische Mittelabweichung (S) in der Darstellung [M/S] angegeben.....	26
Tabelle 5: Gripper TBM Vorgaben.....	46
Tabelle 6: TBM- und Tübbing-Geometrie	48
Tabelle 7: Schild-TBM Vorgaben für die Haupttunnels.....	55
Tabelle 8: Schild-TBM Vorgaben für Erkundungstunnel.....	57
Tabelle 9 Festigkeitsmerkmale der Tübbinge.....	59
Tabelle 10: Nennmaß der Betondeckung.....	61
Tabelle 11: Merkmale der Fugendichtungssysteme der Tübbinge	64
Tabelle 12: Anforderungen Perlkies.....	68
Tabelle 13: Zulässiger Temperaturverlauf	71

7.2 REFERENZDOKUMENTE

7.2.1 Eingangsdokumente

7.2.1.1 Ausführungsprojekt Baulos Mauls 2-3

- [1] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11110 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht - Technische Vertragsbedingungen: Untertagbau, konventioneller Vortrieb.
- [2] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11145 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht - Anlage D: Prüfbestimmungen Beton
- [3] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11150 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht

7 ELENCHI

7.1 ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Parti d'opera con scavo meccanizzato.....	14
Tabella 2: Resistenza e abrasività degli ammassi rappresentativi della tratta Sud; per ogni parametro sono indicati valore medio (M) e scarto quadratico medio (S), nella rappresentazione [M/S].....	16
Tabella 3: Settori geologici omogenei della tratta nord (progressive indicative canna est). (*) Per i principi seguiti nella determinazione del limite sud di questo settore si veda [14].	17
Tabella 4: Resistenza e abrasività degli ammassi rappresentativi della tratta Nord; per ogni parametro sono indicati valore medio (M) e scarto quadratico medio (S) nella rappresentazione [M/S].....	26
Tabella 5: Specifiche Gripper TBM.....	46
Tabella 6: Geometria TBM e conci prefabbricati.....	48
Tabella 7: Specifiche TBM scudata per Gallerie di Linea	55
Tabella 8: Specifiche TBM scudata per Cunicolo Esplorativo.....	57
Tabella 9: Caratteristiche di resistenza dei conci prefabbricati ..	59
Tabella 10: Dimensione nominale del copriferro.....	61
Tabella 11: Caratteristiche dei sistemi di tenuta idraulica dei giunti dei conci	64
Tabella 12: Requisiti del pea-gravel	68
Tabella 13: Andamento ammesso della temperatura	71

7.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

7.2.1 Documenti in ingresso

7.2.1.1 Progetto Esecutivo Lotto Mules 2-3

- [1] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11110 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Relazione tecnica - Disposizioni tecniche di contratto: lavori in sotterraneo, lavori di scavo tradizionale.
- [2] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11145 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Relazione tecnica - Disposizioni tecniche di contratto: Allegato D – Disposizioni di verifica calcestruzzo.
- [3] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11150 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Relazione

- Anlage E: Prüfbestimmungen Tübbinge
- [4] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11160 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht - Anlage G: Prüfbestimmungen Produktion Betonzuschlagstoffe
- [5] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11165 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht - Anlage H: Besondere Maßnahme zur Verbesserung und Abdichtung des Gebirges
- [6] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11175 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht - Anlage L: Bautoleranzen.
- [7] 02_H61_MO_994_BT B_D0700_17001 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht - Bericht zu Überwachungen und Erkundung im Tunnel
- [8] 02_H61_EG_991_KAP_D0700_12004 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Absteckplan– Grundriss Trassierung Oströhre
- [9] 02_H61_EG_991_KAP_D0700_12005 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Absteckplan – Grundriss Trassierung Weströhre
- [10] 02_H61_EG_991_KLP_D0700_12050-12061 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Lageplan – Lageplan der Bauwerke (Blätter 12/25 - 25/25)
- [11] 02_H61_EG_991_KLS_D0700_12100–12110 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Längenschnitt – Bautechnisches Längenprofil und Trassierung – Oströhre (Blätter 15/25 - 25/25)
- [12] 02_H61_EG_991_KLS_D0700_12200 - 12210 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Längenschnitt–Bautechnisches - Längenprofil und Trassierung - Weströhre (Blätter 15/25 - 25/25)
- tecnica - Disposizioni tecniche di contratto: Allegato E – Disposizioni di verifica conci prefabbricati.
- [4] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11160 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Relazione tecnica - Disposizioni tecniche di contratto: Allegato G – Disposizioni di verifica produzione aggregati per calcestruzzo.
- [5] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11165 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Relazione tecnica - Disposizioni tecniche di contratto: Allegato H: Interventi particolari di consolidamento e impermeabilizzazione dell'ammasso roccioso.
- [6] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11175 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Relazione tecnica - Disposizioni tecniche di contratto: Allegato L: Tolleranze costruttive.
- [7] 02_H61_MO_994_BT B_D0700_17001 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Relazione tecnica - Relazione sui monitoraggi e le prospezioni in galleria
- [8] 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
- [9] 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
- [10] 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)
- [11] 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)
- [12] 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

- [13] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13016 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke - Technischer Bericht - Zusammenfassung der geologischen und hydrogeologischen Informationen
- [14] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13018 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke - Technischer Bericht - Allgemeiner geomechanischer Bericht
- [15] 02_H61_GD_992_GLS_D0700_13019 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke - Geomechanischer Längsschnitt - 1/4 - von km 32+000 bis km 38+250
- [16] 02_H61_GD_992_GLS_D0700_13020 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke - Geomechanischer Längsschnitt - 2/4 - von km 38+250 bis km 43+850
- [17] 02_H61_GD_992_GLS_D0700_13021 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke - Geomechanischer Längsschnitt - 3/4 - von km 43+850 bis km 49+000
- [18] 02_H61_GD_992_GLS_D0700_13022 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke - Geomechanischer Längsschnitt - 4/4 - von km 49+000 bis km 54+015
- [19] 02_H61_OP_085_KLP_D0700_22127 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Logistikknoten – Lageplan – NL-Übersichtsplan
- [20] 02_H61_EG_991_KTB_D0700_15005 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke - Techn. Bericht - Risikobewältigung
- [21] 02_H61_GD_090_KTB_D0700_21043 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 1 - Techn. Bericht - Leitfaden für die Wahl des Ausbruchstypstyps.
- [22] 02_H61_OP_090_KRQ_D0700_21088 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 1 – Regelquerschnitt - Drainagemaßnahmen in der Vortriebsphase.
- [23] 02_H61_OP_035_KTB_D0700_23058 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 3 - Techn. Bericht - Schutz der Grundwasserreserven
- [13] 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
- [14] 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
- [15] 02_H61_GD_992_GLS_D0700_13019_ Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali - Profilo geomeccanico - 1/4 - da km 32+000 a km 38+250
- [16] 02_H61_GD_992_GLS_D0700_13020_ Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali - Profilo geomeccanico - 2/4 - da km 38+250 a km 43+850
- [17] 02_H61_GD_992_GLS_D0700_13021_ Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali - Profilo geomeccanico - 3/4 - da km 43+850 a km 49+000
- [18] 02_H61_GD_992_GLS_D0700_13022_ Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali - Profilo geomeccanico - 4/4 - da km 49+000 a km 54+015
- [19] 02_H61_OP_060_KHS_D0700_22127 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Nodo logistico – Planimetria – NL-Planimetria generale
- [20] 02_H61_EG_991_KTB_D0700_15005 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali- Relazione tecnica — Procedura di gestione del rischio
- [21] 02_H61_GD_090_KTB_D0700_21043- Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali Parte 1 – Relazione Tecnica - Linee guida per l'applicazione delle sezioni di scavo.
- [22] 02_H61_OP_090_KRQ_D0700_21088 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali Parte 1 – Sezione tipo - Interventi di drenaggio in avanzamento.
- [23] 02_H61_OP_035_KTB_D0700_23058 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali Parte 3 - Relazione tecnica - Relazione sulla salvaguardia delle risorse idriche

[24] 02_H61_OP_035_KTB_D0700_23052 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 3 - Techn. Bericht - Leitfaden für die Anwendung der Innenschale beim Vortrieb mit Schild -TBM

[24] 02_H61_OP_035_KTB_D0700_23052 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Relazione tecnica - Linee guida per l'applicazione dei rivestimenti definitivi nelle tratte di scavo con TBM scudata

7.2.2 Normen und Richtlinien

- [25] Technische Konstruktionsnormen 2008 – NTC 2008;
- [26] Leitfaden N.617, Anordnung zur Anwendung der "Neue technische Konstruktionsnormen", des MD 14. Januar 2008
- [27] UNI 11104:2004 – Beton - Spezifikation, Leistung, Herstellung und Konformität – Ergänzungsanweisungen zur Anwendung der EN 206-1.
- [28] UNI EN 206-1:2006 - Beton - Teil 1: Spezifikation, Leistung, Herstellung und Konformität
- [29] UNI EN 16191:2014- Maschinen für den mechanisierten Tunnelaushub - Sicherheitsanforderungen
- [30] UNI EN 815:2007– Sicherheit der TBM und der Maschinen für den mechanisierten Schachtaushub ohne Antriebswelle.
- [31] UNI EN 206-1: Beton - Teil 1: Spezifikation, Leistung, Herstellung und Konformität
- [32] EN ISO 9001: Qualitätsverwaltungssysteme - Anforderungen
- [33] UNI EN 1992-1-1: Planung von Betonstrukturen. Teil 1-1: Gesamtregelung und Gebäuderegulung
- [34] EN ISO 3506-2: Mechanical properties of corrosion-resistant stainless steel fasteners
- [35] EN 681-2: Elemente der Elastomer-Dichtungen - Werkstoff-Anforderungen für Rohrleitungs-Dichtungen in Wasser- und Abwasseranwendungen eingesetzt - Thermoplastische Elastomere.
- [36] „STUVA-Empfehlungen für die Prüfung und den Einsatz von dichtungsprofilen in Tübbingauskleidungen“ (Autorenteam STUVAtec, Tunnel 8/2005).
- [37] UNI EN 197/1 Zusammensetzung, Merkmale und Konformitätskriterien für Normalbeton
- [38] EN 12620 Betonaggr
- [39] EN 934-2: Zusätze für Beton, Mörtel und Injektionsmörtel – Betonzusätze – Bestimmungen und Anforderungen.
- [40] DIN 4127 Erd- und Grundbau - Prüfverfahren für

7.2.2 Normative e linee guida

- [25] Norme Tecniche delle Costruzioni 2008 – NTC 2008;
- [26] Circolare n.617, Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008
- [27] UNI 11104:2004 – Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- [28] UNI EN 206-1:2006 - Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- [29] UNI EN 16191:2014- Macchine per scavo meccanizzato di gallerie - Requisiti di sicurezza
- [30] UNI EN 815:2007 - Sicurezza delle frese a piena sezione non scudate e delle macchine per scavo meccanizzato di pozzi senza l'ausilio di alberi di trazione.
- [31] UNI EN 206-1: Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- [32] EN ISO 9001: Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti
- [33] UNI EN 1992-1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- [34] EN ISO 3506-2: Mechanical properties of corrosion-resistant stainless steel fasteners
- [35] EN 681-2 : Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Elastomeri termoplastici.
- [36] STUVA Recommendations for Testing and Application of sealing Gaskets in segmental Linings (Autorenteam STUVAtec, Tunnel 8/2005).
- [37] UNI EN 197/1 composizione, caratteristiche e criteri di conformità per i cementi comuni
- [38] EN 12620 Aggregati per calcestruzzo
- [39] EN 934-2: Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni e requisiti.
- [40] DIN 4127: Lavori in terra e Fondazioni - Metodi di

Bohrungsschlämme im Schlitzwandbau und für deren Ausgangsstoffe

prova per fanghi di perforazione utilizzati per la costruzione di diaframmi e loro prodotti costituenti

[41] EN 1008: Wasser für Betongemisch – Probenahme-, Prüf- und Bewertungsspezifikationen der Wassereignung, einschließlich des Wiederverwertungswassers der Betonindustrieverfahren als Wasser für Betongemisch

[41] EN 1008: Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo