



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

Projekteinheit	WBS
MA-VORBEREITENDE BAUMAßNAHMEN	MA-OPERE PROPEDEUTICHE
Dokumentenart	Tipo Documento
G-GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE	G-GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA
Titel	Titolo
Seismischer Bericht	Relazione sismica

  <p>GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - BRENNER BASISTUNNEL BBT SE</p> <p>Piazza Stazione 1 • I-39100 Bolzano Tel.: +39 0471 0622-10 • Fax: +39 0471 0622-11 Amraser Str. 8 • A-6020 Innsbruck Tel.: +43 512 4030 • Fax: +43 512 4030-110 Email: bbt@bbt-se.com • www.bbt-se.com</p>		Datum/data	Name/nome				
	Bearbeitet / Elaborato	27/05/2016	A.Damiano				
	Geprüft / Verificato	27/05/2016	P.Perello				
	Freigegeben Autorizzato	27/05/2016	P.Perello				
	Gesehen BBT Visto BBT_RUP						
Projekt-kilometer / Progressiva di progetto	von / da bis / a bei / al	Bau-kilometer / Chilometro opera	von / da bis / a bei / al	Status Do-kument / Stato docu-mento			
Staat Stato	Los Lotto	Einheit Unità	Nummer Numero	Dokumentenart Tipo Documento	Vertrag Contratto	Nummer Codice	Revision Revisione
02	H81	MA	2GH8AF001	GTB	D0932	00201	02

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
02	Deckblatt Bearbeitung / Revisione cartiglio	Perello	27/05/2016
01	Emissions folgenden Prüfungsbericht / Emissione a seguito rapporto di verifica ITCF-C13038-02-ATF-RA-00001	Perello	20/11/2015
00	Erstversion Prima Versione	Perello	16/10/2014

INHALTSVERZEICHNIS INDICE

1.	EINLEITUNG.....	5
1.	INTRODUZIONE	5
1.1.	Referenzstandard	6
1.1.	Normativa di riferimento	6
2.	GEOLOGISCHE EINLEITUNG.....	6
2.	INTRODUZIONE GEOLOGICA.....	6
2.1.	Geographischer Rahmen	6
2.1.	Inquadramento geografico	6
2.2.	Geologischer Rahmen.....	6
2.2.	Contesto geologico.....	6
2.3.	Bauwerksbeschreibung	7
2.3.	Descrizione dell'opera	7
3.	KURZFASSUNG	8
3.	RELAZIONE DI SINTESI	8
4.	AUFGABENSTELLUNG.....	10
4.	OBIETTIVI DELLO STUDIO	10
5.	ERKUNDUNGSMAßNAHMEN UND GRUNDLAGEN	11
5.	INDAGINI E FONDAMENTI.....	11
5.1.	Projektsrelevante Fragestellungen.....	11
5.1.	Problematiche rilevanti ai fini del progetto	11
5.2.	Direkte Aufschlussverfahren	12
5.2.	Indagini dirette	12
5.2.1.	Erkundungsbohrungen.....	12
5.2.1.	Sondaggi geognostici.....	12
5.3.	Indirekte Aufschlussverfahren	12
5.3.	Indagini indirette	12
5.3.1.	Seismik.....	12
5.3.1.	Sismica.....	12
5.4.	Bohrlochversuche.....	14
5.4.	Prove in foro	14
5.4.1.	SPT	14
5.4.1.	SPT	14
5.4.2.	Durchlässigkeitsversuche	14
5.4.2.	Prove di permeabilità	14
5.4.3.	Bohrlochaufweitungsversuche	15
5.4.3.	Prove dilatometriche	15
6.	SEISMIZITÄT	15
6.	SISMICITÀ	15

6.0.1.	Ergebnisse der durchgeführten seismischen Untersuchungen – seismische Baugrundklassen ...	18
6.1.1.	Risultati delle indagini sismiche eseguite – Classi sismiche del terreno	18
6.0.1.1.	Seismisches Profil L1	18
6.1.1.1.	Profilo sismico L1.....	18
6.0.1.2.	Seismisches Profil L2	19
6.1.1.2.	Profilo sismico L2.....	19
6.0.1.3.	20	
6.1.1.3.	Misure HVSR	20
6.0.1.4.	Seismische Kategorien des Untergrundes und topographische Verhältnisse für die geplanten Bauwerke.....	21
6.1.1.4.	Dettaglio delle categorie sismiche di sottosuolo e delle condizioni topografiche per le opere in progetto.....	21
7.	SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	22
7.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	22
7.1.	Seismizität und seismische Charakterisierung des Projektareals.....	22
7.1.	Sismicità e caratterizzazione sismica dell'area di progetto.....	22

1. EINLEITUNG

Der Brenner Basistunnel ist mit einer Länge von knapp über 55 km das Kernelement des Eisenbahnkorridors München-Verona. Dieser ist gemäß der Entscheidung Nr. 884/2004/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 als TEN – Achse Nummer 1 Berlin-Verona / Mailand-Bologna-Neapel-Messina-Palermo Bestandteil der Eisenbahnverbindungen für Nord-Süd-Verkehre.

Der Ausbau der Gesamtachse soll stufenweise erfolgen, um bedarfsgerecht Teilabschnitte dem Verkehr zur Verfügung stellen zu können. Diese Vorgehensweise gewährleistet, dass die erforderlichen hohen Investitionen nicht über lange Zeiträume ungenutzt bleiben. Während Teile dieser Achse, wie zum Beispiel die Strecken zwischen Florenz und Rom sowie zwischen Rom und Neapel, bereits errichtet und in Betrieb sind, sind andere Abschnitte, wie zum Beispiel Nürnberg – Ingolstadt, derzeit vor der Fertigstellung; weitere Abschnitte, wie zum Beispiel Erfurt – Nürnberg, die Unterinntalstrecke zwischen Radfeld und Baumkirchen oder Verona – Bologna sind in Bau. Die restlichen Bereiche sind in einem Planungsstadium unterschiedlicher Tiefe.

Im Abschnitt zwischen der südlichen Einmündung des Brenner Basistunnels (im Folgenden BBT) und der nördlichen Einmündung des Schalderertunnels verläuft die Eisenbahnlinie oberirdisch. In diesem Bereich sind laut Projekt eine Reihe von Nebenarbeiten für die Zufahrtsstraße zum Rettungsplatz bei der südlichen Einmündung des BBT, die technischen Gebäude für den Tunnelservice und den Bahnhof (im Folgenden Bhf) Franzensfeste vorgesehen. Ein Teil dieser Arbeiten betrifft den Bereich der Baustelle für die Anbringung der Eisenbahnausrüstung des Basistunnels.

Die Arbeiten betreffen außerdem den Ausbau und die Sanierung des Bhf Franzensfeste und beinhalten hydraulische Verbauungen an zwei rechtsseitigen Zubringerästen des Flusses Eisack sowie die Anbringung von Schutzmaßnahmen gegen Steinschlag für die Abminderung des geomorphologischen Risikos im Bereich der neuen Bahnlinie und des gesamten Bahnhofsareals von Franzensfeste.

Das vorliegende Dokument wurde von GDP consultants innerhalb des Auftrags D0932 im Zuge der geologisch-geotechnischen Planung angefertigt, einschließlich der nötigen Untersuchungen für die seismische Charakterisierung der oben genannten Bauwerke, die detailliert im folgenden Kapitel 2.3 angeführt sind.

1. INTRODUZIONE

La Galleria di base del Brennero si sviluppa per una lunghezza poco superiore ai 55 Km e costituisce la parte centrale del corridoio ferroviario Monaco di Baviera – Verona. Tale tratta è inserita nel collegamento ferroviario Nord-Sud denominato TEN – Asse n. 1 Berlino-Verona / Milano-Bologna-Napoli-Messina-Palermo, previsto dalla decisione n. 884/2004/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004.

Il potenziamento dell'asse complessivo dovrà avvenire per fasi, in modo tale da disporre delle capacità necessarie in relazione all'evoluzione della domanda di trasporto. Tale procedimento garantisce che gli alti investimenti necessari non rimangano inutilizzati per lunghi periodi. Mentre parti di questo asse sono già realizzate e in esercizio, come ad esempio le tratte Firenze-Roma e Roma-Napoli, altre stanno per essere terminate (Norimberga – Ingolstadt); altre ancora, ad es. Erfurt – Norimberga, bassa valle dell'Inn tra Radfeld e Baumkirchen, Verona Bologna, sono in costruzione. Riguardo tutte le tratte rimanenti sono in corso le progettazioni, a un differente livello di dettaglio.

Nella tratta compresa tra l'imbocco Sud del Tunnel di Base (nel seguito BBT) e l'imbocco nord della Galleria Scaleres, la linea ferroviaria si sviluppa in esterno. In quest'area il progetto prevede la costruzione di una serie di opere accessorie relative all'accesso all'area di soccorso in prossimità dell'imbocco Sud del BBT, ai fabbricati tecnici di servizio al tunnel ed alla stazione ferroviaria di Fortezza. Una parte di queste opere sono interferenti con l'area di cantiere per la realizzazione dell'attrezzaggio ferroviario del tunnel di base.

Queste opere si inquadrano inoltre nel potenziamento e riqualificazione della stazione ferroviaria di Fortezza e comprendono altresì opere di sistemazione idraulica delle aste di due corsi d'acqua affluenti di destra del Fiume Isarco e installazione di protezioni contro la caduta massi, volte alla mitigazione del rischio geomorfologico sulla nuova linea ferroviaria e sull'intera area della stazione di Fortezza

Il presente documento è stato redatto da GDP consultants nell'ambito dell'incarico D0932, relativo alla progettazione geologica-geotecnica, comprensiva della indagini necessarie alla caratterizzazione sismica delle suddette opere, che sono meglio dettagliate nel successivo paragrafo 2.3

1.1. Referenzstandard

- MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE: Decreto 14 Gennaio 2008, (G.U. 4 Febbraio 2008, n. 29 – S.O. n. 30) Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008).
- MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE: Circolare 2 Febbraio 2009, n. 617: Istruzioni per l'applicazione delle „Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni“ di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.
- D.P.R. 207/2010, Sezione IV - Progetto Esecutivo, art. 33-43
- D.Lgs 163/2006, Allegato XXI, Sezione III - Progetto Esecutivo, art. 19-26.

2. GEOLOGISCHE EINLEITUNG

2.1. Geographischer Rahmen

Die geplanten Arbeiten umfassen den südlichsten Abschnitt des BBT und erstrecken sich bis zum geographisch rechten Hangfuß des Eisacktales, gegenüber der Ortschaft und dem Bhf Franzensfeste

Auf Höhe dieses Abschnittes zweigt quer zur Richtung des Haupttales das Tal des Riolbaches ab. Daneben werden die steilen Talflanken noch von zahlreichen N-S bis NE-SW verlaufenden Gräben und Rinnen zerschnitten.

Die höchste Erhebung im unmittelbaren Projektgebiet ist der Riol (1547 m) mit seiner, als Hohe Wand bezeichneten, steil nach S bis SE abfallenden Flanke.

Die größte Ortschaft im Eisacktal auf Höhe des Projektabschnitts ist das Dorf Franzensfeste. Neben diesem Wohnzentrum gibt es im Projektabschnitt verstreut noch einige Höfe und Gebäude, vor allem westlich der alten Eisenbahnlinie.

2.2. Geologischer Rahmen

Der betrachtete Abschnitt des BBT wird aus geologischer Sicht dem Südalpin zugerechnet.

Südlich der Periadriatische Linie tritt der Trassenkorridor in das südalpine Grundgebirge ein, bestehend aus dem granitisch-granodioritischen Pluton von

1.1. Normativa di riferimento

- MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE: Decreto 14 Gennaio 2008, (G.U. 4 Febbraio 2008, n. 29 – S.O. n. 30) Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008).
- MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE: Circolare 2 Febbraio 2009, n. 617: Istruzioni per l'applicazione delle „Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni“ di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.
- D.P.R. 207/2010, Sezione IV - Progetto Esecutivo, art. 33-43.
- D.Lgs 163/2006, Allegato XXI, Sezione III - Progetto Esecutivo, art. 19-26.

2. INTRODUZIONE GEOLOGICA

2.1. Inquadramento geografico

Il settore in cui sono previste le opere in progetto costituisce l'estremità meridionale del BBT e si estende alla base del versante destro idrografico della Valle Isarco, di fronte all'abitato ed alla Stazione Ferroviaria di Fortezza.

Trasversalmente rispetto alla direzione della valle principale si diparte, all'altezza di questo settore, la valle del Rio Riol. I fianchi ripidi della valle sono solcati inoltre da numerose altre incisioni e canali con andamento da N-S a NE-SW.

Il rilievo più pronunciato situato direttamente nell'ambito dell'area di progetto è il Monte Riol (1547 m), con il suo fianco ripido rivolto verso Sud e SE noto come "Hohe Wand".

Il principale abitato nella Val d'Isarco all'altezza dell'area di progetto è il paese di Fortezza. Oltre a questo centro abitato si trovano, distribuiti nell'area di progetto, ancora alcuni masi ed edifici, in particolare nella zona ad Ovest della linea ferroviaria storica.

2.2. Contesto geologico

Dal punto di vista geologico, il settore qui considerato del BBT è da ascrivere al Sudalpino.

A Sud del Lineamento Periadriatico il tracciato entra nel basamento cristallino sudalpino, costituito dal Plutone granitico-granodioritico di Bressanone, dal

Brixen, dem Gabbro des Scheibenbergs und den umhüllenden Metamorphiten (Phyllite, granatführende Glimmerschiefer) der Brixner Quarzphyllit Einheit.

Der Brixner Granit ist flächenmäßig das verbreitetste Festgestein des Projektgebietes. Gegen Süden erfolgt der Übergang zum Brixner Quarzphyllit.

Der Brixner Pluton (Perm) ist ein in Ost-West-Richtung gestreckter, linsenförmiger Körper, der in ziemlich oberflächennahes Krustenniveau am nördlichen Rand des südalpinen Grundgebirges intrudiert ist. Sein Nordrand ist eindeutig tektonischer Natur (nördliche Judikarienlinie und Pustertal Linie – Periadriatische Linie), sein Südrand ist von intrusiver Natur mit kontaktmetamorpher Überprägung auf den umgebenden Phylliten und Glimmerschiefern (Brixner Quarzphyllit).

Neben den genannten Festgesteinen treten vor allem entlang der Eisacktal-Furche quartäre Lockergesteine mit unterschiedlicher Mächtigkeit auf.

Von Bedeutung sind im Projektabschnitt außerdem künstliche Aufschüttungen, vor allem der Bahndamm des Bahnhofs- und Rangierbereichs Franzensfeste, aber auch der Straßenunterbau der Staatsstraße sowie künstliche Aufschüttungen und verschiedene Oberflächenstrukturen im Ortskern.

2.3. Bauwerksbeschreibung

Der BBT besteht grundsätzlich aus einem System von zwei einspurigen Tunnelröhren. Im Projektabschnitt Franzensfeste sind darüber hinaus noch zwei Verbindungstunnel geplant, welche den BBT mit der Bestandsstrecke verbinden sollen. Im letzten Tunnelabschnitt vor dem Bhf Franzensfeste werden die beiden Röhren aus betrieblichen Gründen auf jeweils einen zweigleisigen Querschnitt aufgeweitet und es erfolgt eine Verknüpfung mit der Bestandsstrecke.

Die laut Projekt vorgesehenen Nebenarbeiten für die südliche Einmündung des BBT im Bereich des Bhf Franzensfeste wurden in zwei Sublose unterteilt:

- a) Sublos 1 – Neue Unterführung und Erschließung Riotal:
 - Unterführung der Bahnlinie Verona-Brenner südlich des Bhf Franzensfeste, entlang der Zufahrtsstraße zum geplanten Rettungsplatz bei der südlichen Einmündung des BBT
 - Neue Brücke über den Riobach
 - Anpassung der bestehenden Straße in der Ortschaft Riol bis Station 750 m und der Anbindung an die SS12.
 - Hydraulische Verbauungen am Riobach im Bereich zwischen dem Rückhaltebe-

Gabbro del Monte del Bersaglio e dalle metamorfite incassanti (filladi, micascisti granatiferi) dell'unità della Fillade quarzifera di Bressanone.

Il Granito di Bressanone è la roccia arealmente più diffusa nell'area di progetto. Più a Sud si trova la zona di passaggio verso la Fillade quarzifera di Bressanone.

Il plutone di Bressanone (Permiano) è un corpo lenticolare con andamento Est-Ovest intruso a livelli cristallini relativamente superficiali del margine settentrionale del basamento cristallino sudalpino. Il suo limite settentrionale ha chiaramente carattere tettonico (Linea delle Giudicarie Nord e Linea della Pusteria – Lineamento Periadriatico) mentre il suo limite meridionale è di natura intrusiva con impronta metamorfica di contatto sulle filladi e micascisti incassanti (Fillade quarzifera di Bressanone).

Oltre alle rocce menzionate, nel solco della Val d'Isarco affiorano rocce sciolte quaternarie con spessori variabili.

Nell'area di progetto assumono inoltre importanza i depositi antropici, costituenti in gran parte il rilevato ferroviario dell'area di stazione e scalo di Fortezza, nonché il rilevato della strada Statale e riporti e strutture superficiali varie presenti all'interno del nucleo abitato.

2.3. Descrizione dell'opera

Il BBT consiste fondamentalmente in un sistema a due canne ad un binario. Nel settore di progetto di Fortezza sono previste inoltre due gallerie di collegamento che devono collegare il BBT con il tracciato esistente. Nell'ultima tratta del tunnel, prima della stazione di Fortezza, le due canne, per motivi di esercizio, vengono allargate ad una sezione a due binari e ne risulta così un collegamento con il tracciato esistente.

Nella zona della stazione di Fortezza, le opere accessorie alla zona di imbocco Sud del BBT previste in progetto sono state suddivise in due sublotti e sono le seguenti:

- b) Sublotto 1 – Nuovo sottopasso e viabilità Riol:
 - Sottopasso della linea ferroviaria Verona-Brennero a Sud della stazione di Fortezza, lungo la strada di accesso all'area di soccorso prevista all'imbocco Sud del BBT.
 - Nuovo ponte sul rio Riol.
 - Adeguamento della strada esistente in località Riol, fino alla progressiva 750 m e suo collegamento alla SS12.
 - Sistemazione idraulica del Rio Riol nel tratto compreso tra il bacino di accumulo

cken und dem Beginn der Drainageverrohrung, die das Bahnhofsareal unterquert.

per debris flow e l'inizio della tubazione di drenaggio in sottoattraversamento dell'area di stazione.

a) Sublos 2 – Arbeiten betreffend den Bereich der Baustelle für die Anbringung die Eisenbahnausrüstung des BBT:

- Arbeiten an der südlichen Einmündung des Brenner Basistunnels und Notausgang NA1.
- Anpassung der bestehenden Straße nach Station 750 m und Errichtung des darauf folgenden Abschnittes der Zufahrtsstraße zum Rettungsplatz.
- Unterführung der künftigen Eisenbahnlinie nördlich des Bhf Franzensfeste, entlang der besagten Zufahrtsstraße zum Rettungsplatz.
- Hydraulische Verbauungen am Riobach im Bereich der Unterquerung des Bahnhofsareals bis zur Mündung in den Eisack.
- Hydraulische Verbauungen am Hohe Wand Bach, mit Errichtung eines Rückhaltebeckens und Unterführung der bestehenden Eisenbahnlinie bis zur Mündung in den Eisack.
- Rettungsplatz
- Neue Fußgängerunterführung
- Neuer befahrbarer Kabelschacht
- Gebäude elektrisches Unterwerk Franzensfeste
- Gebäude T.E und I.S.
- Löschwasserbecken
- Betriebsgebäude Mittelspannung
- Lärmschutzwand und Vibrationsschutz
- Rückhaltebecken für gefährliche Flüssigkeiten

Steinschlagschutzzäune

Der vorliegende Bericht bezieht sich auf die Arbeiten von Sublos 1.

c) Sublotto 2 – opere interferenti con l'area del cantiere per l'attrezzaggio ferroviario BBT:

- Opere dell'imbocco Sud della Galleria di Base del Brennero e uscita emergenza NA1.
- Adeguamento della strada esistente oltre la progressiva 750 m e realizzazione della tratta successiva della strada di accesso all'area di soccorso.
- Sottopasso della futura linea ferroviaria, a Nord della stazione di Fortezza, lungo la suddetta strada di accesso all'area di soccorso.
- Sistemazione idraulica del Rio Rioli nel tratto in in sottoattraversamento dell'area di stazione fino allo sbocco nel fiume Isarco.
- Sistemazione idraulica del Rio Hohe Wand, con realizzazione di bacino di ritenuta per i debris flow e opere di sottopasso della linea ferroviaria esistente fino allo sbocco nel fiume Isarco.
- Area di soccorso
- Nuovo sottopasso pedonale
- Nuovo collettore cavi carrabile
- Edifici Sotto Stazione Elettrica di Fortezza
- Edificio FSA T.E e I.S.
- Vasca acqua antincendio
- Edificio MT
- Barriere antirumore e protezioni alle vibrazioni
- Vasca ritenuta liquidi pericolosi
- Barriere paramassi.

La presente relazione è relativa alle opere del sublotto 1

3. KURZFASSUNG

Der vorliegende Bericht stellt die seismischen Verhältnisse im Projektabschnitt Franzensfeste dar. Der Projektabschnitt erstreckt sich bis zum orographisch rechten Hangfuß des Eisacktales, gegenüber der Ortschaft Franzensfeste, auf Höhe des Zuflusses des Riobaches. Die beschriebenen geologischen Verhältnisse beziehen sich auf die Nebenarbeiten bei

3. RELAZIONE DI SINTESI

La presente relazione tratta le condizioni sismiche nell'area di progetto di Fortezza, che si estende alla base del versante destro della Valle Isarco di fronte all'abitato di Fortezza, all'altezza della confluenza del Rio Rioli. Le suddette condizioni geologiche sono riferite alle opere accessorie dell'imbocco Sud del BBT, come sono state dettagliate nel paragrafo precedente.

der südlichen Einmündung des BBT, die im vorigen Abschnitt detailliert beschrieben wurden.

Die folgende Ausarbeitung stützt sich auf die Ergebnisse der zwei früheren Erkundungsphasen, die in den Jahren 2009 (BBT) und 1988 (RFI) durchgeführt wurden, und auf das im Vorfeld ausgearbeitete geologisch-geotechnische Modell für den Bereich Franzensfeste und Unterführung des Eisack (consorzio ITE – 2007 – Vertrag D0150).

Im Zuge der oben genannten Untersuchungskampagnen wurden im Bahnhofsbereich Franzensfeste 5 bzw. 3 Erkundungsbohrungen mit Tiefen zwischen 20 und 40 m durchgeführt. In den Bohrungen wurden SPT-Versuche sowie Durchlässigkeitsversuche vom Typ Lefranc durchgeführt.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden außerdem seismische Untersuchungen durchgeführt, die der projektbezogenen seismischen Charakterisierung des Untergrundes für die Gründungen und den Ausbau der verschiedenen Bauwerke, aber auch der Erkenntnis des geologischen Aufbaus und der Stratigraphie des Areals dienen.

Im Hinblick auf die Seismik kann festgehalten werden, dass das Projektareal in Vergangenheit von seismischen Ereignissen geringer Energie mit Magnituden von maximal 5,2 (Erdbeben Passeiertal vom 17/7/2001) charakterisiert ist.

Die Anwendung der von der italienischen Regelung NTC-08 vorgesehenen Bestimmungen ergibt für die Gemeinde Franzensfeste eine seismische Beschleunigung zwischen 0,038 und 0,072 g mit einem Wiederkehrintervall der Erdbeben zwischen 181 und 2475 Jahren, je nach Grenzzustand, der in der Regelung angewandt wird. Dieser Festlegung wurde eine Nennlebensdauer von 100 Jahren und die Nutzungsklasse IV für die geplanten Bauwerke (Tabelle 2.4.1 und 2.4.2 NTC-08) zu grunde gelegt. Die zur Herstellung der Erdbebenbeschleunigung bestimmten Methoden sind in Absatz 6 festgelegt.

Im Zuge des vorliegenden Auftrags wurden geeignete geophysikalische Untersuchungen durchgeführt. Es wurden seismische Profile nach der Refraktionsmethode aufgenommen sowie HVSR-Tests nach Nakamura durchgeführt, um den Parameter Vs30 für den Untergrund der geplanten Bauwerke zu bestimmen, und folglich nach den laut NTC-08 vorgesehenen Richtlinien die seismische Baugrundklasse des Untergrundes für die Auswahl des lithologischen Verstärkungskoeffizienten der Grundbeschleunigung zu definieren. Durch die genannten seismischen Untersuchungen konnten für die geplanten Bauwerke seismische Baugrundklassen der Kategorie B.

Die Geländeklassen für die Bestimmung des topographischen Verstärkungskoeffizienten der seismischen Grundbeschleunigung werden mit T1 für die flachen Gebiete des Projektareals bestimmt und mit T2 für die Hangbereiche.

te.

Le seguenti elaborazioni si basano sull'integrazione dei risultati di due fasi di indagini pregresse eseguite nel 2009 (BBT) e nel 1988 (RFI), con il modello geologico e geotecnico precedentemente elaborato per la zona di Fortezza ed il sottopasso dell'Isarco (consorzio ITE – 2007 – contratto D0150).

Nell'area della stazione ferroviaria di Fortezza le due campagne di indagini dirette sopracitate hanno comportato la perforazione rispettivamente di 5 e 3 sondaggi geognostici di profondità variabile tra 20 e 40 m. Nei sondaggi in questione sono state realizzate prove in foro SPT e prove di permeabilità tipo Lefranc.

Nell'ambito del presente sono inoltre state eseguite delle indagini sismiche necessarie alla caratterizzazione sismica progettuale dei terreni di fondazione e scavo delle varie opere, oltre che alla ricostruzione dell'assetto geologico e stratigrafico dell'area.

Per quanto attiene alla sismicità dell'area, essa si ubica in una zona del territorio italiano caratterizzata nel passato dal verificarsi di eventi sismici di bassa energia, con magnitudi non superiore a 5,2 (Sisma della Val Passiria del 17/7/2001).

L'applicazione delle modalità previste dalla normativa italiana NTC-08 per il comune di Fortezza porta a determinare dei valori dell'accelerazione sismica variabili tra 0,038 e 0,072 g con dei tempi di ritorno dei sismi di riferimento compresi tra 181 e 2475 anni a seconda dei vari stati limite presi in considerazione dalla normativa. La determinazione è stata fatta considerando una vita nominale di 100 anni ed una classe d'uso IV per le opere in progetto (tabelle 2.4.1 e 2.4.2 NTC-08). I metodi utilizzati per determinare l'accelerazione sismica sono indicati al paragrafo 6.

L'esecuzione, nell'ambito del presente incarico, di apposite indagini geofisiche, consistenti in linee sismiche tomografiche a rifrazione e misure passive delle frequenze di risonanza in sito (HVSR) ha consentito di definire i valori del parametro Vs30 per il sottosuolo delle opere in progetto e quindi di determinare, secondo le modalità previste dalle NTC-08 (tabella 3.3.II), la categoria sismica del sottosuolo per la scelta del coefficiente di amplificazione litologica dell'accelerazione base. Mediante le suddette indagini sismiche sono stati individuati, per le opere in progetto, suoli di categoria sismica B.

Le categorie topografiche per la determinazione del coefficiente di amplificazione topografica dell'accelerazione sismica di base sono T1 per le porzioni pianeggianti dell'area di progetto e T2 per alcune porzioni dell'area poste sul pendio del conoi-

4. AUFGABENSTELLUNG

Im Zuge der Ausarbeitung des Ausführungsprojektes zu den Nebenarbeiten im Bereich der südlichen Einmündung des BBT wurden direkte geologische, geotechnische und hydrogeologische Untersuchungen sowie seismische Untersuchungen durchgeführt. Ziel des Auftrags D0932, dessen Ergebnisse im vorliegenden Bericht beschrieben werden, ist die Ausarbeitung des geologisch-geotechnischen Projektes für die beschriebenen Baumaßnahmen, das in folgende Phasen gegliedert wird:

Grundlagenerhebung

Die Tätigkeit beinhaltet die Übernahme und Prüfung der (von der BBT SE zur Verfügung gestellten) bestehenden Unterlagen und die anschließende Ausarbeitung eines geologisch-geotechnischen Übersichtsplanes des von den Baumaßnahmen betroffenen Bereiches in geeignetem Maßstab einschließlich der verfügbaren Erkundungsmaßnahmen (Bohrungen, seismische Profile, geologische Kartierung, etc.). Dok. n° 02-H81-MA-2GH8AF001-GLP-D0932-00401-00

Erstellung der geologischen Dokumentation

Die Tätigkeit beinhaltet die Erstellung des geologischen und hydrogeologischen Berichts und des seismischen Berichts über den von den Baumaßnahmen betroffenen Bereich und der entsprechenden Planunterlagen.

Der geologische Bericht muß, auf der Grundlage der geologischen Untersuchungen (von der BBT SE gelieferte Dokumentation der Bohrungen), die Identifizierung der vorhandenen Formationen, die Untersuchung der lithologischen Typen, der Struktur und des physikalischen Untergrundcharakters beinhalten; er definiert das geologisch-technische Modell des Untergrundes; er muss die stratigraphischen, strukturellen, hydrogeologischen, geomorphologischen, lithotechnischen und physikalischen Aspekte sowie das daraus ableitbare geologische Risiko und das Verhalten mit und ohne Errichtung der Bauwerke beschreiben und charakterisieren.

Dok. n° 02-H81-MA-2GH8AF001-GTB-D0932-00101-00

Der seismische Bericht (dieses Dokument) hat die geologische und morphologische Einordnung der seismischen Kategorien des von den Maßnahmen betroffenen Bereiches zu beinhalten, mit Bezug auf die in den geltenden Gesetzesbestimmungen festgelegten Makrobereiche; die in den Überprüfungen verwendeten Planungskriterien und das anzuwendende Recht sind anzuführen.

4. OBIETTIVI DELLO STUDIO

Nell'ambito della realizzazione del progetto esecutivo delle opere accessorie alla zona di imbocco Sud del BBT sono state eseguite indagini dirette geologiche, geotecniche e idrogeologiche ed indagini sismiche. L'incarico D0932, i cui risultati sono descritti nel presente rapporto, ha come obiettivo la realizzazione del progetto geologico-geotecnico delle opere in oggetto, articolato nelle seguenti fasi:

Analisi dei dati di base

L'attività comprende la presa in consegna e verifica dei documenti esistenti (messi a disposizione da BBT-SE) e la successiva elaborazione, in scala adeguata di una planimetria geologico-geotecnica dell'area interessata dalla realizzazione delle opere, comprensiva delle misure di prospezione disponibili (sondaggi, profili sismici, mappatura geologica, ecc.)

Rif. Doc. n° 02-H81-MA-2GH8AF001-GLP-D0932-00401-00

Elaborazione della documentazione geologica

L'attività comprende la redazione della relazione geologica e idrogeologica e della relazione sismica dell'area interessata dalla realizzazione delle opere e dei relativi elaborati grafici.

La relazione geologica è finalizzata a fornire, sulla base delle indagini geologiche (documentazione dei sondaggi fornita da BBT-SE), l'identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo; definisce il modello geologico-tecnico del sottosuolo; essa deve illustrare e caratterizzare gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici e fisici, nonché il conseguente livello di pericolosità geologica e il comportamento in assenza ed in presenza delle opere.

Rif. Doc. n° 02-H81-MA-2GH8AF001-GTB-D0932-00101-00

La relazione sismica (presente documento) è finalizzata a fornire e l'individuazione delle categorie sismiche della zona oggetto di intervento, con riferimento alle macrozone stabilite dalla normativa vigente; l'indicazione dei criteri di progettazione utilizzati nelle verifiche e della normativa di riferimento.

Die zur Vertiefung der oben beschriebenen geologischen Untersuchung ausgearbeiteten graphischen Elaborate enthalten geologisch - hydrogeologische Längsprofile und geologisch - hydrogeologische Querschnitte im Maßstab 1:2000 /1:2000 mit den folgenden Nummern:

02-H81-MA-2GH8AF001-GLS-D0932-00701-00;
02-H81-MA-2GH8AF001-GSN-D0932-00801-00.

Erstellung der geotechnischen Dokumentation

Die Tätigkeit beinhaltet die Erstellung des geotechnisch-geomechanischen Berichts für die Nebenarbeiten im Bereich der südlichen Einmündung des BBT.

Der geotechnisch-geomechanische Bericht muß das mechanische Verhalten des direkt oder indirekt von der Errichtung der Bauwerke beeinflussten Bodenvolumens definieren, das seinerseits wiederum das Verhalten der Bauwerke selbst beeinflusst. Der Bericht beschreibt weiters die Berechnungen für diejenigen Aspekte, die sich auf die Beziehungen zwischen Bauwerk und Boden beziehen.

Im Bericht müssen die Werte der geotechnischen Input-Parameter definiert werden, welche die Grundlage für die anschließende Ausführungsplanung der Bauwerke bilden.

Dok. n° 02-H81-MA-2GH8AF001-GTB-D0932-00901-00.

Die zur Vertiefung der oben beschriebenen geotechnisch-geomechanischen Untersuchung ausgearbeiteten graphischen Elaborate enthalten geotechnisch-geomechanische Längsprofile und geotechnisch-geomechanische Querschnitte im Maßstab 1:2000 /1:2000 mit den folgenden Nummern:

02-H81-MA-2GH8AF001-GLS-D0932-01001-00;
02-H81-HB-2GH8AF001-GSN-D0932-01101-00.

Alle o.a. Geologischen-geotechnischen Unterlagen einschl. aller durchgeführten Studien und Analysen wurden gemäß den Bestimmungen des Ministerialdekrets vom 14. Jänner 2008 „Neue technische Normen für den Bau“ erstellt.

5. ERKUNDUNGSMABNAHMEN UND GRUNDLAGEN

5.1. Projektsrelevante Fragestellungen

Ziel der durchgeführten, spezifischen Untersuchungen und der herangezogenen, bereits vorhandenen Untersuchungsergebnisse war eine Abklärung der

Gli elaborati grafici redatti a corredo dello studio geologico sopradescritto consistono in profili geologici – idrogeologici longitudinali e sezioni geologiche – idrogeologiche trasversali a scala 1:2000 / 1:200, con i seguenti codici:

Rif. Doc. n°:
02-H81-MA-2GH8AF001-GLS-D0932-00701-00;
02-H81-MA-2GH8AF001-GSN-D0932-00801-00.

Elaborazione della documentazione geotecnica

L'attività comprende la redazione della relazione geotecnica-geomeccanica delle opere accessorie alla zona di imbocco Sud del BBT

La relazione geotecnica e geomeccanica è finalizzata a definire il comportamento meccanico del volume del terreno influenzato, direttamente o indirettamente, dalla costruzione delle opere e che a sua volta influenzerà il comportamento delle opere stesse. La relazione illustrerà inoltre i calcoli per gli aspetti che si riferiscono al rapporto del manufatto con il terreno.

Nella relazione dovranno essere definiti i valori dei parametri geotecnici di input che costituiscono la base per la successiva progettazione esecutiva delle opere.

Rif. Doc. n° 02-H81-MA-2GH8AF001-GTB-D0932-00901-00.

Gli elaborati grafici redatti a corredo dello studio geotecnico-geomeccanico sopradescritto consistono in profili geotecnici-geomeccanici longitudinali e sezioni geotecnico-geomeccaniche trasversali caratteristiche riferite alle opere specifiche a scala 1:2000 / 1:200, con i seguenti codici:

Rif. Doc. n°:
02-H81-MA-2GH8AF001-GLS-D0932-01001-00;
02-H81-MA-2GH8AF001-GSN-D0932-01101-00.

Tutta la documentazione geologico-geotecnica sopra richiamata, compresi tutti gli studi e le analisi eseguiti, è stata redatta in ottemperanza ai contenuti del D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.

5. INDAGINI E FONDAMENTI

5.1. Problematiche rilevanti ai fini del progetto

Lo scopo delle indagini specifiche realizzate e di quelle preesistenti di cui sono stati utilizzati i risultati era quello di chiarire le problematiche del sottosuolo

Untergrundverhältnisse im Bereich von Franzensfeste in Bezug auf die Realisierung des Ausführungsprojektes der Bauwerke.

Folgende Fragestellungen wurden als projektsrelevant definiert:

- Untergrundaufbau entlang des Trassenabschnitts Franzensfeste
Das Vorhandensein von großen granitischen Findlingen im Untergrund des Bauareals
- Lage der Felslinie in den Bereichen
 - Nördlich des Bhf Franzensfeste
 - Südlich des Bhf. Im Bereich der neuen Unterführung Riöl
- Geotechnische Eigenschaften der im Bauwerksbereich zu erwartenden lithologischen Einheiten.
- Die Grundwasserstände im Bauareal
- Hydraulische Durchlässigkeiten der im Bauwerksbereich zu erwartenden lithologischen Einheiten.

Nachfolgend sind Art und Umfang der 1988, 2005 und 2009 im Trassenabschnitt Franzensfeste durchgeführten Erkundungsmaßnahmen aufgelistet.

5.2. Direkte Aufschlussverfahren

5.2.1. Erkundungsbohrungen

Im Projektgebiet erfolgten 10 Erkundungsbohrungen in 3 verschiedenen Kampagnen:

- 3 Bohrungen im Jahr 1988, durchgeführt von RFI
- 2 Bohrungen im Jahr 2005, durchgeführt von BBT
- 5 Bohrungen im Jahr 2009, durchgeführt von BBT

Alle genannten Bohrungen wurden im Rotationsbohrungsverfahren mit Kerngewinnung durchgeführt und erreichten Tiefen zwischen 20 und 40 m. 9 Bohrungen sind Vertikalbohrungen und 1 Bohrung erfolgte in einem Winkel von 80° von der Horizontale in Richtung Südosten (siehe folgende Tabelle). Die Bohrungen Umfragedaten sind in Anhang Sonder gegeben (dok. 02-H81-MA-2GH8AF001-G-DP-D0932-012-01-00).

5.3. Indirekte Aufschlussverfahren

5.3.1. Seismik

nell'area di Fortezza, rilevanti ai fini della realizzazione del progetto esecutivo delle opere.

Le seguenti problematiche sono state considerate come rilevanti ai fini del progetto:

- L'assetto del sottosuolo lungo il settore della tratta di Fortezza
- La presenza di trovanti granitici di grosse dimensioni nel sottosuolo dell'area di costruzione
- La posizione della superficie sepolta del substrato roccioso nelle zone:
 - A Nord della stazione di Fortezza
 - A Sud della stazione nell'area del nuovo sottopasso Riöl
- Le caratteristiche geotecniche delle unità litologiche che sono previste nella zona di costruzione.
- I livelli della falda nella zona di costruzione.
- Le permeabilità idrauliche delle unità litologiche che sono previste nella zona di costruzione.

Di seguito sono elencate modalità ed entità delle indagini condotte negli anni 1988, 2005 e 2006 nel settore della tratta di Fortezza.

5.2. Indagini dirette

5.2.1. Sondaggi geognostici

Nell'area di progetto sono stati eseguiti 10 sondaggi geognostici, suddivisi in tre differenti campagne:

- 3 sondaggi eseguiti nel 1988 per conto di RFI
- 2 sondaggi eseguiti per conto di BBT nel 2005
- 5 sondaggi eseguiti per conto di BBT nel 2009

Tutti i suddetti sondaggi sono stati eseguiti a rotazione con carotaggio continuo, a profondità variabili da un minimo di 20 ad un massimo di 40 metri. 9 sondaggi sono verticali ed 1 è stato perforato inclinato di 80° dall'orizzontale, verso SudOvest (si veda la Tabella seguente). I dati dei sondaggi sono riportati nell'allegato apposito (doc. 02-H81-MA-2GH8AF001-G-DP-D0932-012-01-00).

5.3. Indagini indirette

5.3.1. Sismica

Zusätzlich zu den 2 seismischen Tomographien aus dem Jahr 2005 wurden über das Projektgebiet verteilt 3 neue seismische Profile gemessen. Die Profile sind überwiegend in Talrandlagen angeordnet, um Informationen über den Verlauf der Felslinie in diesen Bereichen zu erhalten.

Es wurden außerdem passive, punktuelle seismische Untersuchungen der lokalen Frequenzen durchgeführt, um gemeinsam mit den seismischen Tomographien die Bauwerke seismisch zu charakterisieren.

Es kamen folgende Verfahren zum Einsatz

- Seismische Tomographie (Vp und Vs)
- Punktuelle passive HVSR-Messungen

In nachfolgender Tabelle sind die durchgeführten Aufschlussverfahren zusammengefasst

Oltre alle due linee sismiche tomografiche disponibili dalle indagini del 2005, sono stati eseguiti 3 nuovi profili sismici distribuiti nell'area di progetto. I profili sono stati stesi principalmente ai margini della valle per ottenere informazioni sull'andamento del livello del substrato in quest'area.

Sono inoltre stati realizzati rilievi sismici passivi puntuali delle frequenze locali di sito finalizzati, insieme alle linee tomografiche, alla caratterizzazione sismica delle opere.

Sono stati utilizzati i seguenti metodi

- Tomografia sismica (Vp e Vs)
- Misure puntuali passive HVSR.

Nella Tabella seguente sono riassunti i metodi utilizzati.

Sondaggi / Bohrungen				
Denominazione / Bezeichnung	Zona /Bereich	Tipo / Typ	Lungh. [m] / Länge [m]	Inclinaz. [°] / Neigung [°]
Fo-1-1988 (RFI)	Stazione di Fortezza Nord Bahnhof Franzensfeste nördlich	Sond. a rotazione RKB	20	90
Fo-2-1988 (RFI)	Parcheggio Sud Stazione di Fortezza Parkplatz südlich Bhf Franzensfeste	Sond. a rotazione RKB	20	90
Fo-3-1988 (RFI)	Stazione di Fortezza Nord-Ovest Bahnhof Franzensfeste nörd-westlich	Sond. a rotazione RKB	20	90
Fo-B-02/05	Margine valle Nord stazione di Fortezza Talrand nördlich Bhf Franzensfeste	Sond. a rotazione RKB	40	90
Fo-B-03/05	Margine valle Nord stazione di Fortezza Talrand nördlich Bhf Franzensfeste	Sond. a rotazione RKB	30	80° vs SW
Fo-B-06/09	Strada Riol Riolstraße	Sond. a rotazione RKB	30	90
Fo-B-07/09	Margine valle SudOvest stazione di Fortezza Talrand süd-westlich Bhf Franzensfeste	Sond. a rotazione RKB	20	90
Fo-B-08/09	Parcheggio Sud Stazione di Fortezza Parkplatz südlich Bhf Franzensfeste	Sond. a rotazione RKB	20	90
Fo-B-09/09	Margine valle Sud stazione di Fortezza Talrand südlich Bhf Franzensfeste	Sond. a rotazione RKB	23,5	90
Fo-B-10/09	Stazione di fortezza Sud – Ferrovia del Brennero Km 198+050 Bhf Franzensfeste südlich – Brenner Eisenbahn km 198+050	Sond. a rotazione RKB	20	90
Sismica / Seismik				
Profil 3	Margine valle Nord stazione Fortezza Talrand nördlich Bhf Franzensfeste	tomografia Tomographie	350	-
Profil 4	Margine valle Nord stazione Fortezza Talrand nördlich Bhf Franzensfeste	tomografia Tomographie	200	-
Profilo L1	Margine valle Sud stazione di Fortezza Talrand südlich Bhf Franzensfeste	tomografia Tomographie	120	-
Profilo L2	Strada Riol – ponte sul Rio Riol Riolstraße - Brücke über den Riobach	tomografia Tomographie	120	-
Profilo L3	Margine valle Nord-Ovest stazione Fortezza	tomografia	120	-

	Talrand nörd-westlich Bhf Franzensfeste	Tomographie		
Profilo L4	Margine valle Nord-Ovest stazione Fortezza Talrand nörd-westlich Bhf Franzensfeste	tomografia Tomographie	120	-
HVSR 1	Stazione di Fortezza Sud – Ferrovia del Brennero Km 198+050 Bhf Franzensfeste südlich – Brenner Eisenbahn km 198+050	Sismica passiva HVSR Passive Seismische HVSR	-	-
HVSR 2	Margine valle Sud stazione di Fortezza Talrand südlich Bhf Franzensfeste	Sismica passiva HVSR Passive Seismische HVSR	-	-
HVSR 3	Stazione di Fortezza Sud – Ferrovia del Brennero Km 198+250 Bhf Franzensfeste südlich – Brenner Eisenbahn km 198+250	Sismica passiva HVSR Passive Seismische HVSR	-	-
HVSR 4	Stazione di Fortezza – Ferrovia del Brennero Km 198+450 Bhf Franzensfeste – Brenner Eisenbahn km 198+450	Sismica passiva HVSR Passive Seismische HVSR	-	-
HVSR 5	Stazione di Fortezza – Ferrovia del Brennero Km 198+650 Bhf Franzensfeste nördlich – Brenner Eisenbahn km 198+650	Sismica passiva HVSR Passive Seismische HVSR	-	-
HVSR 6	Stazione di Fortezza Nord-Ovest Bahnhof Franzensfeste nörd-westlich	Sismica passiva HVSR Passive Seismische HVSR	-	-
HVSR 7	Margine valle Nord-Ovest stazione Fortezza Talrand nörd-westlich Bhf Franzensfeste	Sismica passiva HVSR Passive Seismische HVSR	-	-
HVSR 8	Stazione di Fortezza Nord – Ferrovia del Brennero Km 198+900 Bhf Franzensfeste nördlich – Brenner Eisenbahn km 198+900	Sismica passiva HVSR Passive Seismische HVSR	-	-
HVSR 9	Stazione di Fortezza Nord – Ferrovia del Brennero Km 198+950 Bhf Franzensfeste nördlich – Brenner Eisenbahn km 198+950	Sismica passiva HVSR Passive Seismische HVSR	-	-
HVSR 10	Stazione di Fortezza Nord – Ferrovia del Brennero Km 199+000 Bhf Franzensfeste nördlich – Brenner Eisenbahn km 199+000	Sismica passiva HVSR Passive Seismische HVSR	-	-
HVSR 11	Stazione di Fortezza Bhf Franzensfeste	Sismica passiva HVSR Passive Seismische HVSR	-	-

Tabelle 1: Zusammenstellung der durchgeführten Aufschlussverfahren

Tabella 1: Elenco dei metodi utilizzati

5.4. Bohrlochversuche

5.4.1. SPT

In den Lockermaterialabschnitten wurden nach Möglichkeit SPT's in regelmäßigen Abständen durchgeführt. Aufgrund der bereichsweise hohen Blockführung kamen die Versuche nicht in allen Bohrungen zur Ausführung.

Die Ergebnisse der Versuchen sind in Anhang Sonder gegeben (dok. 02-H81-MA-2GH8AF001-G-DP-D0932-012-01-00).

5.4.2. Durchlässigkeitsversuche

In den Bohrlöchern wurden zur Ermittlung der hydraulischen Leitfähigkeit der relevanten geologischen Einheiten in-situ-Durchlässigkeitsversuche ausgeführt. Die folgenden Versuche wurden eingesetzt:

- Festgestein
 - Lugeon Versuche

5.4. Prove in foro

5.4.1. SPT

Nei settori caratterizzati da terreni sciolti sono stati eseguiti, ove possibile, SPT a intervalli regolari. Data la data la quantità talora alta di blocchi non si sono potute eseguire le prove in tutti i sondaggi.

I risultati delle prove sono riportati nell'allegato apposito (doc. 02-H81-MA-2GH8AF001-G-DP-D0932-012-01-00).

5.4.2. Prove di permeabilità

Per valutare la conducibilità idraulica delle unità geologiche principali sono state eseguite prove di permeabilità in situ nei fori. Sono state condotte le seguenti prove:

- Roccia
 - Prova Lugeon

- Lockergestein
 - Lefranc Versuche

Die Ergebnisse der Versuchen sind in Anhang Sonder gegeben (dok. 02-H81-MA-2GH8AF001-G-DP-D0932-012-01-00).

5.4.3. Bohrlochaufweitungsversuche

In den ausgewählten Festgesteinsabschnitten der Bohrungen wurden Bohrlochaufweitungsversuche (kurz BLA) zur Ermittlung der Gebirgssteifigkeit durchgeführt. Zum Einsatz kam eine Dilatometersonde.

Die Ergebnisse der Versuchen sind in Anhang Sonder gegeben (dok. 02-H81-MA-2GH8AF001-G-DP-D0932-012-01-00).

- Terreni sciolti
 - Prova Lefranc

I risultati delle prove sono riportati nell'allegato apposito (doc. 02-H81-MA-2GH8AF001-G-DP-D0932-012-01-00).

5.4.3. Prove dilatometriche

Per la valutazione della resistenza dell'ammasso roccioso sono state eseguite prove dilatometriche in settori in roccia selezionati all'interno dei sondaggi. A tal fine è stata utilizzata una sonda dilatometrica.

I risultati delle prove sono riportati nell'allegato apposito (doc. 02-H81-MA-2GH8AF001-G-DP-D0932-012-01-00).

Aufschluss Sondaggio	SPT	Durchlässigkeitsver- suche Lockergestein Prove di permeabilità in terreni sciolti	Durchlässigkeitsver- suche Festgestein Prove di permeabilità in roccia	BLA / prove dilato- metriche	Strukturlog Log strutturale	Gammalog Log gamma ray	Kaliberlog Caliper	Sonic Log	Fluideparameter Parametri del fluido
Fo-1-1988 (RFI)	2	3							
Fo-2-1988 (RFI)	1	2							
Fo-3-1988 (RFI)	2	2							
Fo-B-02/05	3	3							
Fo-B-03/05			3	1	1				
Rb-B-07/09	7								
Rb-B-09/09	1								

Tabelle 2: Zusammenstellung der durchgeführten In-situ Bohrloch-Versuche

Tabella 2: Elenco delle prove in foro eseguite in situ.

6. SEISMIZITÄT

Die Erdbebengefährdung sowie die zur Beurteilung verwendete Methodik sind im Schlussbericht der Arbeitsgruppe UIBK-GBA-CFR umfassend für den gesamten BBT Trassenkorridor dargestellt. Betreffend Details zur Seismizität im Bereich Franzensfeste wird deshalb auf diesen Bericht verwiesen.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Untersuchungen zusammengefasst.

Südtirol ist eine Zone, die durch niedrige Seismizität gekennzeichnet ist, mit seltenen und schwachen Ereignissen. Die aktivste Zone liegt im Umkreis des

6. SISMICITÀ

La pericolosità sismica e la metodologia utilizzata per la sua valutazione sono presentate nella relazione finale del gruppo di lavoro UIBK-GBA-CFR che comprende l'intero tracciato del BBT. Per dettagli riguardanti la sismicità nel settore di Fortezza si rimanda quindi a questa relazione.

Di seguito vengono riassunti i risultati delle ricerche.

L'Alto Adige è una zona caratterizzata da una bassa sismicità, con eventi rari e di debole intensità. La zona più attiva è situata nell'area del Massiccio

Ortler Massivs; weiter nach Osten wird die Seismizität sporadischer. In Tabelle 5 sind die Erdbeben aufgezeichnet, die im Katalog CPTI04 für Südtirol angeführt sind. Es handelt sich generell um Erdbeben, die durch niedrige Energie gekennzeichnet sind. Das stärkste in Südtirol registrierte Erdbeben war das Beben von Meran am 17.07.2001 mit einer Magnitude von 5,2.

Neben der lokalen Seismizität erfährt das Gebiet auch Erdbeben, die ihren Ursprung in den angrenzenden Zonen haben, im Besonderen im Engadin, im Veltlin, in der Zone des Comer See und in den Venetischen Voralpen.

Basierend auf MPS 2004 (aus UIBK-GBA-CFR (2006)), ist die Zone des BBT Korridors durch maximale Bodenbeschleunigungen a_{max} mit 10% Überschreitungswahrscheinlichkeiten in 50 Jahren zwischen 0,025 und 0.050 g gekennzeichnet.

dell'Ortles; più a Est la sismicità diviene sporadica. Nella Tabella 5 sono elencati i sismi inseriti nel catalogo CPTI04 dell'Alto Adige. Si tratta generalmente di sismi a bassa energia. Il sisma più forte registrato in Alto Adige è stato quello di Merano del 17.07.2001 con una magnitudo pari a 5,2.

Oltre alla sismicità locale l'area ha risentito anche di sismi che avevano origine in aree limitrofe, in particolare in Engadina, in Valtellina, nella zona del Lago di Como e nelle Prealpi Venete.

Basandosi sull'MPS 2004 (Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale) (da UIBK-GBA-CFR ;2006), la zona del corridoio del tracciato è caratterizzata da accelerazione del terreno con probabilità di superamento a_{max} 10% in 50 anni tra 0,025 e 0.050 g.

Zone Zona	Horizontale Beschleunigung mit Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10% in 50 Jahren [a_h/g] Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]
1	> 0.25
2	0.15-0.25
3	0.05-0.15
4	<0.05

Tabelle 3: Bestimmung der seismischen Zonen auf Basis der Werte der horizontalen Beschleunigung des Untergrundes mit Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10 % in 50 Jahren (Anhang 1 der Verordnung PCM n. 3274 vom 20.03.03)

Tabella 3: Determinazione delle zone sismiche sulla base dei valori dell'accelerazione orizzontale del sottosuolo con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (Allegato 1 del Decreto PCM n. 3274 del 20.03.03)

In Anwendung der NTC-08 und unter Verwendung der Rechenunterlagen Spettri-NTCver.1.0.3.xls, zur Verfügung gestellt vom Obersten Rat für Öffentliche Arbeiten, für die Gemeinde Franzensfeste, sowie unter Berücksichtigung einer Nennlebensdauer von 100 Jahren (Tab. 2.4.1 NTC-08) und der Nutzungsklasse IV (Tab. 2.4.2 NTC-08) für die geplanten Bauwerke, erhält man Beschleunigungswerte für den Untergrund a_g für die Erdbeben mit den Wiederkehrzeiten, die in Abhängigkeit der verschiedenen, von der Gesetzgebung vorgesehenen Grenzzuständen variieren. Die Ergebnisse sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

In applicazione della NTC-08, mediante l'utilizzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, per il comune di Fortezza, considerando valori di 100 anni della vita nominale (Tab. 2.4.1 NTC-08) sia per il sottopasso che per il ponte sul Rio Riold ed una classe di uso IV (Tab. 2.4.2 NTC-08) per le opere in progetto, si ottengono le accelerazioni al suolo a_g dei sismi di riferimento con tempi di ritorno variabili in funzione dei vari stati limite considerati dalla normativa. I risultati sono riportati nella seguente tabella.

Stati Limite Grenzzustände		Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica T_r (anni) Wiederkehrinter-vall zur Definition der Erdbeben- einwirkung T_r (Jahre)	P_{VR} – Probabilità di superamento nel pe- riodo di riferimento V_R PVR – Wahrscheinlichkeit der Überschreitung im Bezugszeitraum V_R	Accelerazione orizzontale [g] Horizontale Be- schleunigung [g]
Stati Limite di Esercizio – SLE	SLO	181	81%	0,038
Betriebsgrenz- zustände – SLE	SLD	302	63%	0,044
Stati Limite Ultimi – SLU	SLV	2475	10%	0,072
Grenz- zustände – SLU	SLC	2475	5%	0,072

Tabelle 4: *Bestimmung der seismischen Beschleunigung und der Bezugszeiten entsprechend den Vorgaben laut italienischer Gesetzgebung NTC-08. Ergebnisse in Anwendung der Rechenunterlagen Spettri-NTCver.1.0.3.xls, für die Gemeinde Franzensfeste und für die geplanten Bauwerke*

Tabella 4: *Determinazione dei valori dell'accelerazione sismica e dei tempi di riferimento secondo le modalità previste dalla normativa italiana NTC-08. Risultati mediante l'uso del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, per il comune di Fortezza e per le opere in progetto*

In nachfolgender Tabelle sind alle Erdbeben angeführt, die sich im Nahbereich des Projektgebietes seit dem Jahre 1700 ereignet haben, und deren Magnitude größer gleich 3,5 war (Auskunft ZAMG, Stand Juli 2001, sowie CPTI-Katalog, 2004, ergänzt mit der Datenbank ISIDe für das Gebiet im Umkreis von 50 km von Franzensfeste).

Nella Tabella seguente sono riportati tutti i sismi che sono avvenuti nel settore settentrionale dell'area di progetto dal 1700, con magnitudo maggiore o uguale a 3,5 (Informazioni ZAMG, Situazione Luglio 2001, e Catalogo CPTI, 2004, integrato con il database ISIDe per l'area di raggio 50 km da Fortezza).

Datum /Data	HH:MM	gg. Breite latitudine	gg. Länge longitudine	Magnitude magnitudo	I_0	Epizentrum /epicentro
01.09.1850	09:45	46,80	11,95	4,3	6,0	Dietenheim
27.05.1862	01:20	46,74	12,39	4,8	6,0	Sillian
19.06.1902	09:23	46,90	11,30	4,3	6,0	Ridnaun / Ridanna
14.09.1905	05:00	47,00	11,50	4,0	5,5	Brenner Bad / Terme di Brennero
20.09.1913	03:46	47,10	11,30	3,5	4,5	Neustift / Novacella
26.03.1924	17:09	46,90	11,40	5,0	7-8	Sterzing / Vipiteno

15.03.1961	01:50	46,70	10,80	4,1	6,0	Östl. von Brixen /E di Bressanone
06.08.1985	10:37	46,78	11,59	3,6	-	Franzensfeste Rioltal / Fortezza Valle Riol
20.08.1990	13:33	47,21	11,37	3,9	-	Riedbach
17.07.2001	15:06	46,80	11,10	5,2	6-7	Passeiertal, nördl. von Meran / Val Passiria, a N di Merano

Tabelle 5: Erdbeben mit einer Magnitude $\geq 3,5$ im Projektsgesamtgebiet seit 1700

Tabella 5: Sismi con magnitudo $\geq 3,5$ nell'area di progetto dal 1700.

6.0.1. Ergebnisse der durchgeführten seismischen Untersuchungen – seismische Baugrundklassen

6.1.1. Risultati delle indagini sismiche eseguite – Classi sismiche del terreno

6.0.1.1. Seismisches Profil L1

6.1.1.1. Profilo sismico L1

Das Seismische Profil L1 wurde im südlichsten Bereich des Untersuchungsareals durchgeführt. Es zeigt eine relativ homogene Geschwindigkeitsverteilung der seismischen P-Wellen, ohne bedeutende Schwankungen. Die Werte der seismischen Geschwindigkeit nehmen mit zunehmender Tiefe kontinuierlich ohne unerwartete Schwankungen des seismischen Gradienten zu.

Eseguito nella parte più a sud dell'area indagata, evidenzia una distribuzione delle velocità delle onde sismiche P piuttosto omogenea, senza variazioni significative. I valori delle velocità sismiche aumentano progressivamente con la profondità non evidenziando variazioni improvvise nell'andamento del gradiente sismico.

Das tomographische Modell zeigt oberflächennahe Böden mit geringen seismischen Geschwindigkeiten zwischen 600 und 1.000 m/s mit einer größeren Mächtigkeit am Beginn des Profils, die zum Ende des Profils hin abnimmt. Darunter nehmen die seismischen Geschwindigkeiten konstant zu mit Werten zwischen 1.000 und 2.500 m/s. Nur am Anfang des Profils scheint die Tiefe des letzten Refraktors größer zu sein.

Il modello tomografico mostra superficialmente terreni con bassi valori di velocità sismiche compresi tra 600 e 1.000 m/s con spessore maggiore nella parte iniziale del profilo per poi diminuire procedendo verso la parte terminale. Inferiormente le velocità sismiche aumentano in maniera costante con valori compresi tra 1.000 e 2.500 m/s. Solamente nella parte iniziale del profilo la profondità di quest'ultimo rifrattore sembrerebbe essere maggiore.

Für den Verlauf der SH-Wellen ergibt die Interpretation eindeutig geringe Werte für die seismische Geschwindigkeit im Bereich zwischen 200 und 500 m/s mit einer konstanten Mächtigkeit von ca. 20 m unter GOK für die gesamte Länge des Profils. Unterhalb dieser Tiefe zeigt die Interpretation Böden mit Geschwindigkeiten zwischen 500 und 1.000 m/s.

Per quanto riguarda l'andamento delle Onde SH, l'interpretazione evidenzia valori di velocità sismica decisamente bassi, compresi tra 200 e 500 m/s con spessore di circa 20 m p.c. costante per tutta la lunghezza del profilo. Al di sotto di questa profondità l'interpretazione evidenzia, terreni con velocità sismica compresa tra 500 e 1.000 m/s.

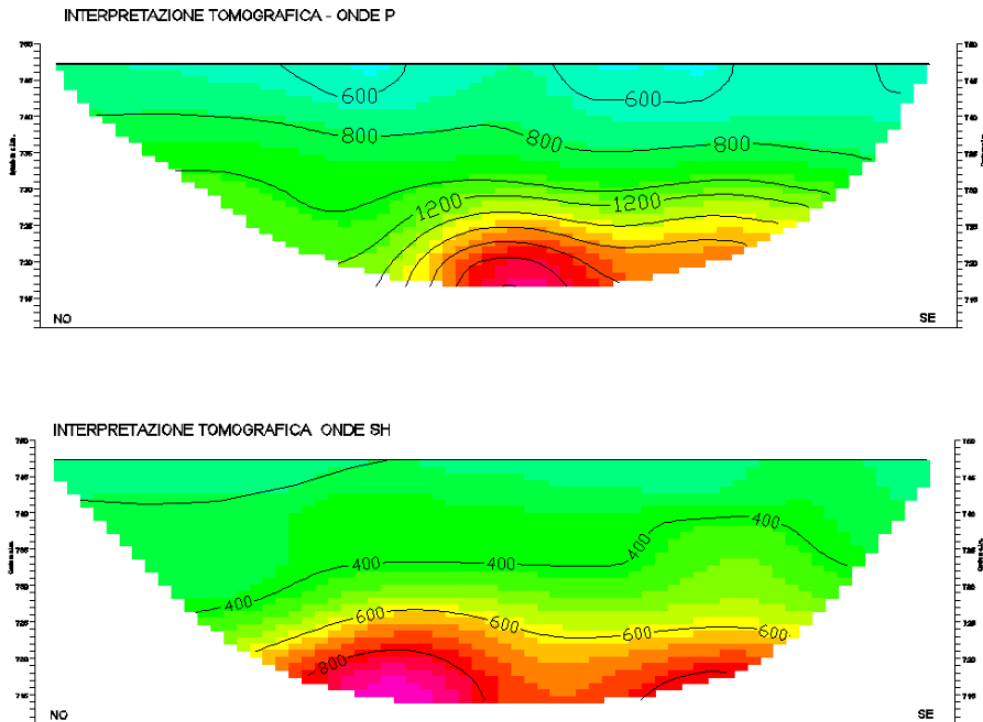


Abbildung 1: Seismisches Profil L1 - tomographische Interpretation nach P-Wellen (oben) und Sh-Wellen (unten)

Illustrazione 1: Profilo sismico L1 – interpretazioni tomografiche in onde P (alto) ed onde Sh (basso)

Basierend auf die Werte für die SH-Wellen konnte der charakteristische Wert für Vs30 für diesen Bereich (Zone Südunterführung Franzensfeste) berechnet werden

$$Vs30 = 461 \text{ m/s Klasse B}$$

Sulla base dei valori delle onde Sh è stato possibile calcolare il valore di Vs30 caratteristico per quest'area (zona sottopasso Sud Fortezza):

$$Vs30 = 461 \text{ m/s Classe B}$$

6.0.1.2. Seismisches Profil L2

Die Interpretation des seismischen Profils L2 unterscheidet sich ziemlich vom vorangegangenen.

Die Böden im oberflächennahen Bereich zeigen eindeutig mittlere-hohe Geschwindigkeiten mit Werten zwischen 1.000 und 1.400 m/s und Mächtigkeiten zwischen 3 m unter GOK und 9 m unter GOK. Darunter nimmt der seismische Gradient kontinuierlich ohne bedeutende Schwankungen zu. Die Geschwindigkeiten liegen zwischen 1.400 und 2.600 m/s.

Auch die Verteilung der SH-Wellen in diesem Profil unterscheidet sich vom vorherigen. Die Geschwindigkeiten sind höher als im Profil L1. Der oberflächennahe Bereich ist von einer mittleren seismischen Geschwindigkeit von ca. 500 m/s charakterisiert, die einen ziemlich unregelmäßigen Verlauf und eine zunehmende Mächtigkeit gegen Ende des Profils aufweist.

Darunter befindet sich ein Bodenbereich mit seismischen Geschwindigkeiten zwischen 600 und 800 m/s., der im Bereich zwischen dem Explosionspunkt 1 und dem Explosionspunkt 7 eine ordentliche Mächtigkeit aufweist und danach plötzlich abnimmt. Darunter nehmen die Geschwindigkeiten konstant ohne bedeutende Schwankungen zu. Die maximalen Geschwindigkeiten liegen bei ca.

6.1.1.2. Profilo sismico L2

L'interpretazione del profilo sismico L2, ha invece evidenziato una situazione abbastanza differente dal precedente.

I terreni nella parte superficiale evidenziano velocità decisamente medio alti con valori compresi tra 1.000 e 1.400 m/s e spessori compresi tra un minimo di 3 m p.c. ad un massimo di 9 m p.c. Inferiormente il gradiente sismico aumenta in maniera costante senza variazioni significative con velocità comprese tra 1.400 e 2.600 m/s.

Anche la distribuzione delle onde Sh per questo profilo è diversa dal precedente con valori di velocità decisamente più alti rispetto al profilo L1. La parte superficiale è caratterizzata da velocità sismica media di circa 500 m/s, con un andamento piuttosto irregolare e spessore che aumenta nella parte finale del profilo.

Inferiormente si evidenzia una porzione di terreno con velocità sismica compresa tra 600 e 800 m/s che presenta uno spessore decisamente importante tra il punto di scoppio 1 ed il punto di scoppio 7, per poi diminuire bruscamente. Inferiormente le velocità aumentano in maniera costante senza variazioni significative con velocità massime di circa

1.800 m/s.

1.800 m/s .

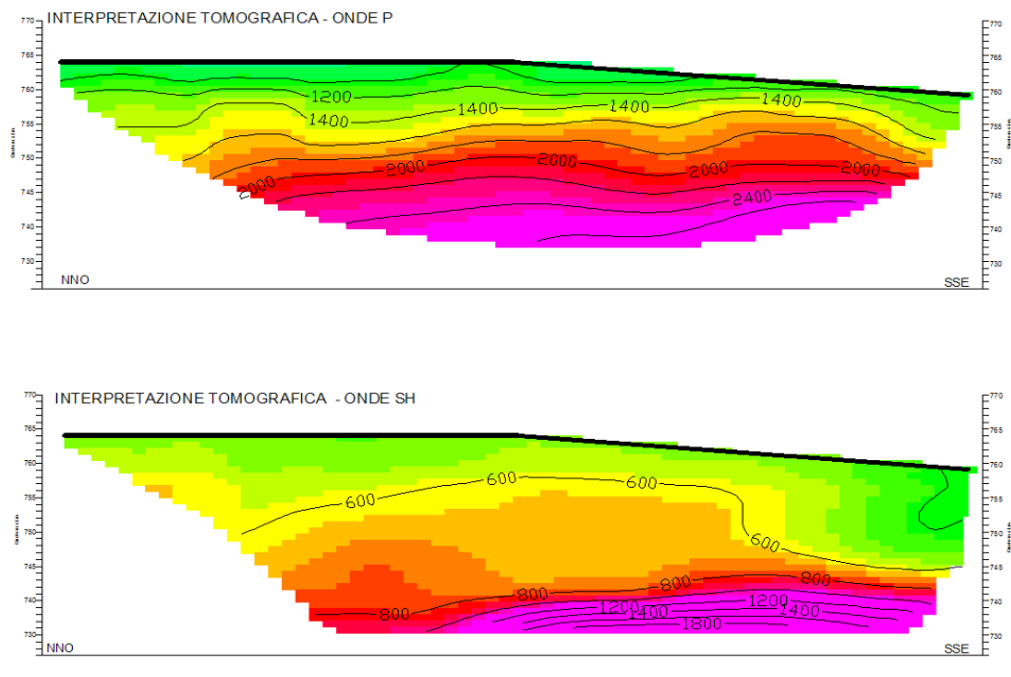


Abbildung 2: Seismisches Profil L2 - tomographische Interpretation nach P-Wellen (oben) und Sh-Wellen (unten)

Illustrazione 2: Profilo sismico L2 – interpretazioni tomografiche in onde P (alto) ed onde Sh (basso)

Basierend auf die Werte für die SH-Wellen konnte der charakteristische Wert für Vs30 für diesen Bereich (Zone neue Brücke über den Riobach) berechnet werden

$$Vs30 = 665 \text{ m/s Klasse B}$$

Sulla base dei valori delle onde Sh è stato possibile calcolare il valore di Vs30 caratteristico per quest'area (zona nuovo ponte sul Rio Riol):

$$Vs30 = 665 \text{ m/s Classe B}$$

Der berechnete Wert bezieht sich auf die Vertikale in der Mitte des seismischen Profils.

Il valore calcolato è riferito alla verticale al centro del profilo sismico.

6.0.1.3.

6.1.1.3. Misure HVSR

Im Folgenden werden die Ergebnisse der HVSR-Analysen durch Registrierung von seismischem Umweltlärm angegeben.

Di seguito si riportano i risultati delle analisi HVSR delle registrazioni di rumore sismico ambientale.

Für jeden Messpunkt mit der Bezeichnung H mit einer fortschreitenden Nummer werden die Frequenzwerte der Resonanz angegeben, die signifikante Spitzen im der HVSR-Diagramm darstellen.

Per ciascun sito di misura identificato dalla denominazione H e da un numero progressivo, si riportano i valori delle frequenze di risonanza associate a picchi significativi della curva HVSR.

Mit der Bezeichnung F0 (Grundfrequenz der Resonanz) wurden jene Frequenzen bezeichnet, die die Hauptspitze im HVSR-Diagramm darstellen.

Con la denominazione F0 (frequenza di risonanza fondamentale) sono state identificate le frequenze associate al picco principale della curva HVSR.

Wenn im HVSR-Diagramm eine weitere signifikante Spitze vorhanden ist, wurde diese Resonanzfrequenz mit F1 bezeichnet.

Nel caso in cui la curva HVSR abbia evidenziato un ulteriore picco significativo, questa frequenza di risonanza è stata identificata con la denominazione F1

Für jede einzelne Probe wird die Resonanzfrequenz F0 angegeben mit der jeweiligen Amplitude der Spitze im HVSR-Diagramm und die Resonanzfrequenz F1, wenn vorhanden.

Per ciascuna singola prova si riporta la frequenza di risonanza F0 con relativa ampiezza del picco della curva HVSR e, quando presente, la frequenza di risonanza F1.

Misura HVSR / HVSR-Messung	F0 (Hz)	Ampiezza / Amplitude
H1	4.03	>8
H2	2.03	>6
H3	8.84	>4
H4	1.63	>7
H5	2.81	>3
H6	5.88	>7
H7	6.25	>8
H8	2.34	>3
H9	3.13	>3
H10	11.13	<3
H11	8.91	<3

Tabelle 6: Zusammenfassung der Ergebnisse der passiven seismischen HVSR-Tests

Tabella 6: Sintesi dei risultati delle prove sismiche passive HVSR.

6.0.1.4. Seismische Kategorien des Untergrundes und topographische Verhältnisse für die geplanten Bauwerke

In der folgenden Tabelle werden die seismischen Kategorien des Untergrundes und die topographischen Verhältnisse angeführt, die laut den Tabellen der NTC (tab. 3.2.II und 3.2.IV) ermittelt wurden. Die seismischen Kategorien des Untergrundes sind anhand der Werte für Vs30 definiert. Diese werden entweder aus den Daten der seismischen Tomographien (SH-Wellen) vertikal auf die Bauwerke berechnet oder für jene Bauwerke, die nicht in den seismischen Profilen direkt, sondern nur mit den passiven HVSR-Messungen untersucht wurden, anhand des stratigraphischen und geotechnischen Modells zugeordnet.

6.1.1.4. Dettaglio delle categorie sismiche di sottosuolo e delle condizioni topografiche per le opere in progetto

Nella seguente tabella è riportata l'indicazione delle categorie sismiche di sottosuolo e delle condizioni topografiche definite secondo le tabelle delle NTC (tab. 3.2.II e 3.2.IV). Le categorie sismiche di sottosuolo sono definite a seguito dei valori di Vs30 calcolati sulle verticali delle opere nelle tomografie sismiche (onde Sh), od attribuiti per analogia di modello stratigrafico e geotecnico per quelle opere non indagate direttamente con i profili sismici ma solo con le misure passive HVSR.

Opera / Bauwerk	Categoria sismica di sottosuolo / Seismische Baugrundklasse	Condizioni topografiche / topografische Verhältnisse
	(tab 3.2.II NTC)	(tab 3.2.IV NTC)
Nuova Viabilità Riol - strada accesso ad area Soccorso e sottostazione - da pk 0+000 a pk 0+750 / Neue Erschließung Rioltal – Zufahrtsstraße zum Rettungsplatz und Unterwerk von km 0+000 bis km 0+750	B	T2
Sottopasso Sud linea Ferroviaria esistente e nuova linea BBT, compresi muri di sostegno / Südunterführung bestehende Eisenbahnlinie und neue BBT-Linie, mit Stützmauern	B	T1
Ponte Rio Riol / Brücke Rioltal	B	T2
Sistemazione idraulica Rio Riol nel tratto compreso tra il bacino di accumulo per debris flow e l'inizio della tubazione di drenaggio in sottoattraversamento dell'area di stazione / Hydraulische Verbauungen am Rioltal im Bereich zwischen dem Rückhaltebecken und dem Beginn der Drainagever-	B	T2

rohrung, die das Bahnhofsareal unterquert.		
--	--	--

Tabelle 7: Baugrundklassen und topographische Verhältnisse für die geplanten Bauwerke (tabelle 3.2.II e 3.2.IV NTC-08)

Tabella 7: Dettaglio della categoria sismica di sottosuolo e delle condizioni topografiche per le opere in progetto (tabelle 3.2.II e 3.2.IV NTC-08)

7. SCHLUSSBEMERKUNGEN

7.1. Seismizität und seismische Charakterisierung des Projektareals

Südtirol, wo sich auch das Projektareal befindet, war in Vergangenheit von seismischen Ereignissen geringer Energie mit Magnituden von maximal 5,2 (Erdbeben Passeiertal vom 17/7/2001) charakterisiert.

Unter Berücksichtigung einer Nennlebensdauer von 100 Jahren und einer Nutzungsklasse IV für die geplanten Bauwerke führt die Anwendung der italienischen Gesetzgebung NTC-08 für die Gemeinde Franzensfeste zu seismischen Beschleunigungswerten zwischen 0,038 und 0,072 g mit einem Wiederkehrintervall der Erdbeben zwischen 181 und 2475 Jahren für die von der Bestimmung vorgesehenen Grenzzustände.

Aufgrund der durchgeführten geophysikalischen Untersuchungen konnten die Werte für den Parameter Vs30 für den Untergrund der geplanten Bauwerke bestimmt werden und folglich die seismische Baugrundklasse des Untergrundes für die Auswahl des lithologischen Verstärkungskoeffizienten der Grundbeschleunigung definiert werden. Für die geplanten Bauwerke konnten daher seismische Baugrundklassen der Kategorie B bestimmt werden.

Die Geländeklassen für die Bestimmung des topographischen Verstärkungskoeffizienten der seismischen Grundbeschleunigung werden mit T1 für die flachen Gebiete des Projektareals bestimmt und mit T2 für die Hangbereiche.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

7.1. Sismicità e caratterizzazione sismica dell'area di progetto

L'Alto Adige, dov'è ubicata l'area di progetto, è una zona del territorio italiano caratterizzata nel passato dal verificarsi di eventi sismici di bassa energia, con magnitudo non superiore a 5,2 (Sisma della Val Passiria del 17/7/2001).

Considerando una vita nominale di 100 anni ed una classe d'uso IV per le opere in progetto, l'applicazione delle modalità previste dalla normativa italiana NTC-08 per il comune di Fortezza porta a determinare dei valori dell'accelerazione sismica variabili tra 0,038 e 0,072 g con dei tempi ritorno dei sismi di riferimento compresi tra 181 e 2475 anni per gli stati limite considerati dalla normativa.

Le indagini geofisiche eseguite ha consentito di definire i valori del parametro Vs30 per il sottosuolo delle opere in progetto e quindi di determinare, la categoria sismica del sottosuolo per la scelta del coefficiente di amplificazione litologica dell'accelerazione base. Le opere in progetto sono da realizzarsi su suoli di categoria sismica B.

Le categorie topografiche per la determinazione del coefficiente di amplificazione topografica dell'accelerazione sismica di base sono T1 per le porzioni pianeggianti dell'area di progetto e T2 per alcune porzioni dell'area poste sul pendio del conoide e sul versante vallivo.