



Projekt/progetto:

**UMFAHRUNG VAHRN  
BAUARBEITEN OHNE ANSCHLUSS BRIKEN NORD  
CIRCONVALLAZIONE VARNA  
OPERE CIVILI SENZA COLLEGAMENTO BRESSANONE NORD**

**AUSFÜHRUNGSPROJEKT - PROGETTO ESECUTIVO**

4	16.01.2020	Aktualisierung 2019 /Aggiornamento 2019	div.	G. Fischnaller	G. Fischnaller
3	04.12.2018	Aktualisierung Preisver. /Aggiornamento prezzario	div.	G. Fischnaller	G. Fischnaller
2	05.07.2018	Bemerkungen Projektprüfer/Osservazioni verifikatore	div.	G. Fischnaller	G. Fischnaller
1	23.01.2018	Anpassung TU Vahrn / Adeguamento GA Varna	div.	G. Fischnaller	G. Fischnaller
0	22.01.2016	erste Ausgabe / prima edizione	div.	G. Fischnaller	G. Fischnaller
Rev.	Datum/data	Ausgabe, Änderung/edizione, aggiornamento	erstellt/elaborato	geprüft/esaminato	freigeg./approv.

Auftraggeber:

**AUTONOME PROVINZ BOZEN  
Abteilung Tiefbau  
Amt für Straßenbau Nord/Ost**

Committente:

**PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO  
Ripartizione infrastrutture  
Ufficio tecnico strade nord/est**

Dokumenttitel:

**TECHNISCHER BERICHT**

titolo del documento:

**RELAZIONE TECNICA**



PLANUNGSGRUPPE

c/o EUT Engineering GmbH  
Dantestraße 134, 39042 Brixen

ILF - EUT

Tel. +39 0472 272400  
E-mail: info@eut.bz.it



GRUPPO DI PROGETTAZIONE

c/o EUT Engineering srl  
Via Dante 134, 39042 Bressanone



Dokument/documento:

BV-V-101

Einlage Nr./allegato n.:

**1-1**

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ALLGEMEINES</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Chronologie des Projektes</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>Projektdaten</b>	<b>2</b>
<b>1.3</b>	<b>Planungsgrundlagen</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>AUFLAGEN DER ÄMTER</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE IM PROJEKTGEBIET</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>ENTWURFSELEMENTE UND REGELQUERSCHNITTE</b>	<b>11</b>
<b>4.1</b>	<b>Geometrische Grundlagen Freie Strecke</b>	<b>11</b>
<b>4.2</b>	<b>Geometrische Grundlagen Tunnel Offene Bauweise</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>TRASSENBESCHREIBUNG</b>	<b>13</b>
<b>5.1</b>	<b>Geschwindigkeitsdiagramm</b>	<b>14</b>
<b>5.2</b>	<b>Lagemäßiger Trassenverlauf</b>	<b>14</b>
<b>5.3</b>	<b>Längsneigung</b>	<b>15</b>
<b>5.4</b>	<b>Haltesichtweite</b>	<b>15</b>
<b>5.5</b>	<b>Lage- und höhenmäßige Übereinstimmung</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>ANSCHLÜSSE AN DAS BESTEHENDE STRASSENNETZ</b>	<b>16</b>
<b>6.1</b>	<b>Knoten Brixen Nord</b>	<b>16</b>
<b>6.2</b>	<b>Knoten Vahrn Nord</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>LEITPLANKEN</b>	<b>20</b>
<b>8</b>	<b>STRASSENENTWÄSSERUNG</b>	<b>22</b>
<b>8.1</b>	<b>Aufgabenstellung, Randbedingungen</b>	<b>22</b>
<b>8.2</b>	<b>Bemessungsgrundlagen</b>	<b>22</b>
<b>8.2.1</b>	<b>Bemessungszufluss</b>	<b>23</b>
<b>8.2.2</b>	<b>Maßnahmen der Straßenwasserableitung</b>	<b>25</b>
<b>8.2.3</b>	<b>Maßnahmen der Straßenwasserbehandlung</b>	<b>26</b>
<b>8.3</b>	<b>Dimensionierung der Straßenwasserableitung</b>	<b>26</b>
<b>8.3.1</b>	<b>Rohrleitungen</b>	<b>27</b>
<b>8.3.2</b>	<b>Versickerungsbecken</b>	<b>27</b>
<b>8.4</b>	<b>Vorfluterbeurteilung</b>	<b>30</b>
<b>8.4.1</b>	<b>Umfahrungsstraße Knoten Vahrn Nord - Ausleitung Versickerungsbecken</b>	<b>30</b>
<b>9</b>	<b>QUERUNG SCHALDERERBACH</b>	<b>31</b>
<b>10</b>	<b>TUNNEL RASTSTATION UND VAHRN</b>	<b>32</b>
<b>10.1</b>	<b>Tunnel Raststation</b>	<b>32</b>
<b>10.1.1</b>	<b>Querschnitt</b>	<b>32</b>
<b>10.1.2</b>	<b>Baugrubensicherung</b>	<b>33</b>
<b>10.1.3</b>	<b>Abdichtung und Entwässerung</b>	<b>34</b>
<b>10.1.4</b>	<b>Fahrbahntwässerung</b>	<b>34</b>
<b>10.2</b>	<b>Tunnel Vahrn</b>	<b>34</b>
<b>10.2.1</b>	<b>Kasten</b>	<b>35</b>
<b>10.2.2</b>	<b>Deckelbauweise</b>	<b>37</b>

10.2.3	Abdichtung	38
10.2.4	Grundwasserableitung	39
10.2.5	Fahrbahntwässerung	39
<b>10.3</b>	<b>Betriebsgebäude</b>	<b>39</b>
<b>11</b>	<b>STÜTZMAUERN</b>	<b>40</b>
<b>12</b>	<b>LÄRMSCHUTZWÄNDE</b>	<b>41</b>
<b>13</b>	<b>ZUFAHRT RASTSTATION UND GEH- UND RADWEG</b>	<b>41</b>
<b>14</b>	<b>TUNNELAUSRÜSTUNG</b>	<b>42</b>
<b>15</b>	<b>AUSLEGUNG DES SICHERHEITSSYSTEMS FÜR DEN BETRIEB (ART. 26, KOMMA 1, BUCHSTABE H DES D.P.R. 207/2010)</b>	<b>42</b>
<b>16</b>	<b>ARBEITSPROGRAMM – BAUDURCHFÜHRUNG</b>	<b>44</b>
<b>16.1</b>	<b>Baustelleneinrichtungs- und temporäre Ablagerungsflächen für Aushubmaterial</b>	<b>44</b>
<b>16.2</b>	<b>Verkehrsführung</b>	<b>45</b>
<b>16.3</b>	<b>Disposition des Aushubmaterials</b>	<b>45</b>
<b>16.4</b>	<b>Besondere Randbedingungen für den Tunnel Vahrn</b>	<b>48</b>
<b>16.5</b>	<b>Bauwerküberwachung in der Bauphase</b>	<b>48</b>
<b>16.6</b>	<b>Bodendenkmäler</b>	<b>48</b>
<b>16.7</b>	<b>Überschneidungen mit Infrastrukturen/Werkleitungen</b>	<b>49</b>
<b>16.8</b>	<b>Bauzeitabschätzung</b>	<b>50</b>
<b>17</b>	<b>BAUKOSTEN</b>	<b>51</b>

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSE GENERALI</b>	<b>52</b>
<b>1.1</b>	<b>Cronologia del progetto</b>	<b>52</b>
<b>1.2</b>	<b>Dati di progetto</b>	<b>53</b>
<b>1.3</b>	<b>Elementi di base del progetto</b>	<b>53</b>
<b>2</b>	<b>PRESCRIZIONI DEGLI ENTI</b>	<b>57</b>
<b>3</b>	<b>COMPORTAMENTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI NELL'AREA DI PROGETTO</b>	<b>61</b>
<b>4</b>	<b>ELEMENTI DI PROGETTO E SEZIONI TIPO</b>	<b>62</b>
<b>4.1</b>	<b>Elementi geometrici principali – Tratto a cielo aperto</b>	<b>62</b>
<b>4.2</b>	<b>Elementi geometrici principali - Galleria artificiale</b>	<b>62</b>
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DEL TRACCIATO</b>	<b>64</b>
<b>5.1</b>	<b>Diagramma delle velocità</b>	<b>65</b>
<b>5.2</b>	<b>Andamento planimetrico</b>	<b>65</b>
<b>5.3</b>	<b>Andamento altimetrico</b>	<b>65</b>
<b>5.4</b>	<b>Visibilità e arresto</b>	<b>66</b>
<b>5.5</b>	<b>Coordinamento plano-altimetrico</b>	<b>66</b>
<b>6</b>	<b>COLLEGAMENTI ALLA RETE STRADALE ESISTENTE</b>	<b>67</b>
<b>6.1</b>	<b>Svincolo Bressanone nord</b>	<b>67</b>
<b>6.2</b>	<b>Svincolo Varna nord</b>	<b>68</b>
<b>8</b>	<b>DISPOSITIVI DI RITENUTA</b>	<b>71</b>
<b>9</b>	<b>DRENAGGIO STRADALE</b>	<b>73</b>
<b>9.1</b>	<b>Obiettivo e condizioni al contorno</b>	<b>73</b>
<b>9.2</b>	<b>Principi di dimensionamento</b>	<b>73</b>
<b>9.2.1</b>	Afflusso di dimensionamento	74
<b>9.2.2</b>	Smaltimento delle acque stradali	76
<b>9.2.3</b>	Interventi per il trattamento delle acque stradali	77
<b>9.3</b>	<b>Dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque stradali</b>	<b>77</b>
<b>9.3.1</b>	Tubazioni	77
<b>9.3.2</b>	Bacino di filtrazione	77
<b>9.4</b>	<b>Valutazione dei ricettori idrici</b>	<b>80</b>
<b>9.4.1</b>	Circonvallazione svincolo Varna nord - bacino di filtrazione	80
<b>10</b>	<b>SOTTOATTRAVERSAMENTO RIO SCALERES</b>	<b>81</b>
<b>11</b>	<b>GALLERIE AUTOGRILL E VARNA</b>	<b>82</b>
<b>11.1</b>	<b>Galleria Autogrill</b>	<b>82</b>
<b>11.1.1</b>	Sezione tipo	82
<b>11.1.2</b>	Consolidamento delle pareti di scavo	83
<b>11.1.3</b>	Impermeabilizzazione e drenaggio	83
<b>11.1.4</b>	Smaltimento delle acque di piattaforma	84
<b>11.2</b>	<b>Galleria Varna</b>	<b>84</b>
<b>11.2.1</b>	Sezione scatolare	85
<b>11.2.2</b>	Tipologia con metodo Milano	86
<b>11.2.3</b>	Impermeabilizzazione	88

11.2.4	Deflusso dell'acqua di falda	88
11.2.5	Smaltimento delle acque di piattaforma	88
11.3	<b>Centrale di servizio</b>	<b>89</b>
12	<b>MURI DI SOSTEGNO</b>	<b>90</b>
13	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RUMORE</b>	<b>91</b>
14	<b>ACCESSO ALL'AREA DI SERVIZIO E STRADA PEDOCICLABILE</b>	<b>91</b>
15	<b>IMPIANTI TECNOLOGICI IN GALLERIA</b>	<b>92</b>
16	<b>CONCEZIONE DEL SISTEMA DI SICUREZZA PER L'ESERCIZIO (ART. 26, COMMA 1, LETTERA H DEL D.P.R. 207/2010)</b>	<b>92</b>
17	<b>PROGRAMMA DEI LAVORI – ESECUZIONE</b>	<b>94</b>
17.1	<b>Aree di cantiere e di deposito temporaneo del materiale di scavo</b>	<b>94</b>
17.2	<b>Gestione del traffico</b>	<b>94</b>
17.3	<b>Gestione del materiale di scavo</b>	<b>95</b>
17.4	<b>Particolari condizioni al contorno per la Galleria Varna</b>	<b>98</b>
17.5	<b>Monitoraggio in corso d'opera</b>	<b>98</b>
17.6	<b>Beni archeologici</b>	<b>99</b>
17.7	<b>Interferenze con sottoservizi</b>	<b>99</b>
17.8	<b>Stima della durata dei lavori</b>	<b>100</b>
18	<b>COSTI DI COSTRUZIONE</b>	<b>101</b>

## 1 ALLGEMEINES

Das Projekt "Umfahrung Vahrn" sieht einen Neubau einer Umfahrungsstraße als Variante zur bestehenden Staatsstraße SS12 vor, um die vom Durchzugsverkehr entlang des Eisacktales stark betroffene Gemeinde Vahrn zu entlasten.

### 1.1 Chronologie des Projektes

Im Jänner 2008 wurde beschlossen, das genehmigte Projekt der Umfahrung Vahrn in 2 funktionale Baulose aufzuteilen. Der südliche Teil der Umfahrung Vahrn mit dem Anschluss Brixen Nord wurde als getrenntes Ausführungsprojekt (Anschluss Brixen Nord) ausgeschrieben und in den Jahren 2008 bis 2011 errichtet und im Jahr 2011 zusammen mit der Westumfahrung Brixen in Betrieb genommen. Das Ausführungsprojekt für das rd. 1,5 km lange Baulos Vahrn von der Abzweigung Brixen Nord bis zum Anschluss Vahrn Nord wurde zeitlich zurückgestellt und in der Zwischenzeit der Brennerautobahn A22 und dem zuständigen Transport- und Infrastrukturministerium zur Genehmigung vorgelegt.

Im vorliegenden Ausführungsprojekt der Umfahrung Vahrn wurde gegenüber dem Ausführungsprojekt 2008 gemäß Vorgaben der Brennerautobahn AG und des Transport- und Infrastrukturministerium der Tunnel unter der Raststation Plose abgeändert und an beiden Portalen um 12,5 m verlängert. Zudem wurde die Baumethode optimiert, so dass die Flächeninanspruchnahme an der Raststation während der Bauausführung minimiert wird. Der südliche Tunnelabschnitt des Tunnels Raststation wird nun in Deckelbauweise errichtet und die Aufschüttungen südlich und nördlich der Raststation wurden vergrößert, um zusätzliche Parkflächen für die Raststation zu gewinnen. Der Knotenbereich Anschluss Brixen Nord wurde bereits zur Gänze mit dem Baulos Anschluss Brixen Nord errichtet.

Die Trasse wurde auch im Bereich Tunnel Vahrn und Knoten Vahrn Nord von der A22 abgerückt, um den Mindestabstand der neuen Umfahrungsstraße in den freien Streckenabschnitt von 12,5 m zum Zaun (pertinenza) der A22 einzuhalten. Der Tunnel Vahrn wurde gegenüber dem Ausführungsprojekt 2008 um rd. 125 m nach Süden hin verlängert.

Im Sommer 2015 wurde von der Gemeindeverwaltung von Vahrn (mit Beschluss des Gemeinderates vom 16.06.2015) aufgrund von Einsprüchen der betroffenen Grundeigentümer die Umplanung des Knoten Vahrn Nord in einen Halbanschluss verlangt.

Aufbauend auf die Ergebnisse der im Herbst 2015 im Auftrag der Gemeindeverwaltung von Vahrn durchgeführten Verkehrsuntersuchung des Büros Planoptimo (Ing. H. Köll) wurde von der Gemeinde Vahrn mit Beschluss des Gemeinderates vom 11.02.2016 für den Knoten Vahrn Nord die Ausführung eines Vollanschlusses verlangt. In der Besprechung von 08.03.2016 zwischen der Gemeinde- und Landesverwaltung und den beauftragten Techniker, wurde die Umplanung des Knoten Vahrn Nord zu einem Vollanschluss entsprechend der ursprünglichen Projektlösung genehmigt.

## 1.2 Projektdaten

Die gegenüber dem genehmigten Ausführungsprojekt 2008 im Bereich Tunnel Raststation, Tunnel Vahrn und Knoten Vahrn Nord geänderte Trassenführung der Umfahrungsstraße weist nunmehr folgende Projektdaten auf:

Entwurfsgeschwindigkeit	80 km/h
Trassenlänge	1.519 m
Länge Tunnel Raststation	255 m
Länge Tunnel Vahrn	590 m
Max. Steigung	5,50 %
Min. Radius freie Strecke	300 m
Min. Radius im Tunnel	400 m

## 1.3 Planungsgrundlagen

Als Planungsgrundlagen dienten folgende Unterlagen, die bei Bearbeitungsbeginn und teilweise bereits für die Bearbeitung des Vor- und Einreichprojektes vorhanden waren:

- Kartographische Grundlage: digitaler Lageplan mit Höhenschichtlinien und Höhennetz (ohne Koordinaten) des Vermessungsbüros Leonardelli, Brixen
- Machbarkeitsstudie 2001 "Umfahrungsstraße der Stadt Brixen und Vahrn" des Bauingenieurbüros Valdemarin, Brixen
- Auszüge aus dem Einreichprojekt 2003 "Umfahrungsstraße der Stadt Brixen" des Bauingenieurbüros Valdemarin, Brixen
- Einreichprojekt 2004 „Umfahrung Vahrn“ der Planungsgruppe ILF-EUT, Brixen
- Auszüge aus dem Ausführungsprojekt "Umfahrungsstraße der Stadt Brixen" des Bauingenieurbüros Valdemarin, Brixen, Oktober 2005
- Bauleitplan der Gemeinde Vahrn (digitales Rasterbild)

Folgende Planungsgrundlagen wurden speziell für das Projekt beauftragt und erarbeitet:

- Terrestrische Vermessung des Projektgebietes Planungsgruppe ILF-EUT, Topotec 2015
- Teilungspläne Planungsgruppe ILF-EUT, Topotec: April 2014 Militärareal; Oktober 2015 südliche Erweiterung Raststation Plose
- Orthophoto (Neubefliegung) samt Auswertung und Bestimmung der Traufhöhen im gesamten Planungsgebiet durch das Vermessungsbüro Geomatica, Lavis
- Terrestrische Zusatzdetailvermessungen der Autobahn-Lärmschutzwände und der Abbiegespur zur Raststation Plose durch das Vermessungsbüro Geomatica, Lavis
- Teilungspläne erstellt durch das Vermessungsbüro Geomatica, Lavis, für den Blasegger Hof und das Militärareal aufgrund der ursprünglichen Trassenführung mit dem Anschluss Brixen Nord gemäß Projekt Ing. Valdemarin

Außerdem wurden im Laufe der Bearbeitung folgende weitere Unterlagen erhoben:

- Ausführungsprojekt „Anpassung der Zufahrt nach Vahrn“ des Bauingenieurbüros Valdemarin, Brixen
- Orthophotos der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol aus dem Jahr 2014 (Farbe)
- Mündliche Auskünfte und allgemeine Bachbeschreibung zum Schaldererbach durch das zuständige Amt für Wildbach- und Lawinenverbauung, Brixen
- Angaben zu Biotopen, Mooren und Feuchtgebieten, Naturdenkmäler
- Katasterunterlagen der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol aus dem Jahr 2016
- Diverse Abrechnungspläne der Kunstbauwerke, Lagepläne und Lärmschutzwandpläne der A 22, Brennerautobahnverwaltung, Trient
- Diverse Datenerhebungen bezüglich Werkleitungen aller potentiellen Leitungsträger im gesamten Planungsgebiet, insbesondere der Stadtwerke Brixen bezüglich ihrer beiden Trafokabinen „Brixia“ und „Mobil Total“
- Diverse Datenerhebungen und Untergrunderkundungen bezüglich Geologie und Geotechnik (siehe auch Geologischer Bericht und Geotechnischer Bericht)

Folgende weitergehende Grundlagen wurden zur Bearbeitung der Straßenbau herangezogen:

- CNR 28 marzo 1973 n. 31 “Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade”
- M.D. vom 5. November 2001 “Funktionelle und geometrischen Normen für den Bau von Straßen” Ministerium für Infrastruktur und Transport
- D.LH. vom 27. Juni 2006, Nr. 28 “Funktionelle und geometrische Normen für die Planung und den Bau von Straßen in der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol”
- Legislativdekret vom 30. April 1992, Nr. 285 Straßenverkehrsordnung
- D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 e ss.mm.ii. “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada”
- M.D. 18 Februar 1992, n. 223: “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”
- M.D. 21 Juni 2004 “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”

Folgende weitergehende Grundlagen wurden zur Bearbeitung der Tunnelausrüstung herangezogen:

- EU - Richtlinie 2004/54/EG vom 29.04.2004 über Mindestanforderungen an die Sicherheit von Tunneln im transeuropäischen Straßennetz. Amtsblatt Nr. L167 / S. 39 ff. vom 30.04.2004
- GvD vom 5.10.06, Nr. 264, Umsetzung der EU-Richtlinie 2004/54/EG über die Sicherheit von Tunnels im transeuropäischen Straßennetz (D.Lgs. 5 ottobre 2006, n. 264



Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea)

- Richtlinie „Funktionelle und geometrische Normen für die Planung und den Bau von Straßen in der Autonomen Provinz Bozen - Südtirol“ (Juni 2006)
- Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln“ (RABT), (Ausgabe 2006)
- ANAS - Richtlinie für die Verkehrssicherheit in Straßentunnel („Direttiva per la sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali“), (Ausgabe 2009)
- UNI 11095: Beleuchtung von Straßentunnel „Illuminazione delle Gallerie Stradali“ und CEI Normen für tech. Anlagen
- RVS - Richtlinie 09.01.14 „Bauliche Anlagen“ der österreichischen Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr (FSV), (Ausgabe 2014)
- RVS - Richtlinie 09.02.22 "Tunnelausrüstung, Betrieb und Sicherheit“ der österreichischen Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr (FSV), (Ausgabe 2014)

Die folgenden Grundlagen wurden zur Bearbeitung der Straßenentwässerung herangezogen:

- Tabellarische Zusammenstellung von Niederschlagsspenden in Brixen, Hydrographisches Amt, Bozen
- Maßnahmen und Festlegungen zur Tunnelentwässerung, Amt für Gewässerschutz, Bozen

Die folgenden Grundlagen wurden zur Bearbeitung der Kunstbauten herangezogen:

- D.M. 14.01.2008 Norme tecniche per le costruzioni, NTC 2008
- D.LH. vom 1. September 2015, Nr. 22 Aufhebung der Verordnung betreffend „Bestimmungen über erdbebensicheres Bauen“ Autonome Provinz Bozen - Südtirol
- [EN 1991-1-1] Allgemeine Einwirkungen - Wichten, Eigengewichte und Nutzlasten für den Hochbau
- [EN 1991-1-2] Eurocode 1 - Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen - Brandeinwirkungen auf Tragwerke
- [EN 1991-1-3] Eurocode 1 - Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten
- [EN 1991-1-4] Allgemeine Einwirkungen, Windlasten
- [EN 1991-1-5] Eurocode 1 - Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen - Temperatureinwirkungen
- [EN 1992-1-1] Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton - und Spannbetontragwerken - Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau
- [EN 1993-5] Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlkonstruktionen - Teil 5: Pfähle und Spundwände

- [EN 1997-1] Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
- [EN 1997-2] Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [EN 1998-1] Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten
- [UNI EN 1536] Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Bohrpfähle
- [UNI EN 1537] Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Verpressanker
- [UNI EN 12063] Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Spundwandkonstruktionen
- [UNI EN 14199] Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Pfähle mit kleinem Durchmesser (Mikropfähle)
- [UNI EN 206-1] Beton: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformität

## 2 AUFLAGEN DER ÄMTER

Im Gutachten der Amtsdirektorenkonferenz (Sitzung vom 09.08.2006) sind folgende Auflagen zum Einreichprojekt 2006 enthalten und diese wurden in das vorliegende Ausführungsprojekt eingearbeitet:

- \* Der Ausführungsplan der Baustelleneinrichtung muss dem Amt für Luft und Lärm vorgelegt werden, wobei auch auf die Lärm- und Staubbelastung durch den Bau des Tunnels-Vahrn eingegangen werden muss.
- \* Für die Häusergruppe 214 – 217 soll zum Zweck eines erhöhten Lärmschutzes die Dammneigung erhöht werden.
- \* Die Baustellen müssen über ein Befeuchtungs- oder Bewässerungssystem verfügen, um die Staubentwicklung durch Aufwirbelung auf ein Minimum zu reduzieren. Lagerstätten müssen mit einem automatischen Beregnungssystem ausgestattet werden.
- \* Die Baustellen und deren Zufahrtsstraßen müssen so weit wie möglich mit einem nicht staubenden Straßenbelag versehen sein und regelmäßig gereinigt werden.
- \* Die Zufahrtsstraßen müssen über ein Reifenreinigungssystem verfügen.
- \* Alle mobilen Maschinen, die über keine Straßenzulassung verfügen, müssen die EU-Richtlinie 97/68/EU Art. 9, Absatz 3 einhalten. Insbesondere dürfen diese die Schadstoffgrenzwerte laut Anhang I, Punkt 4.3.2 der obgenannten EU-Richtlinie nicht überschreiten.
- \* Alle mit Dieseltreibstoff betriebenen Maschinen und Geräte mit einer Leistung von über 75 kW, die unterirdisch auf den Baustellen verwendet werden, müssen mit einem Partikelfiltersystem angemessener Effizienz ausgerüstet werden.
- \* Im Ausführungsprojekt sind Details und Bemessungen zu den beiden Absetz- bzw. Filterbecken sowie den Rückhaltebecken mit den Zu- und Ableitungen, den Baustelleneinrichtungen (Werkstatt, Betankungsbereich, sanitäre Anlagen, usw.) und den entsprechenden Infrastrukturen (Schwarzwasseranschlüsse) anzuführen.
- \* Es sind die notwendigen Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung von Verunreinigungen von Boden und Gewässern zu treffen, im Besonderen bei den Wartungsarbeiten und beim Tanken der Maschinen sowie bei der Lagerung von Treibstoff, gemäß den Bestimmungen des Artikels Nr. 19 des Dekretes des Landeshauptmannes Nr. 3/80.
- \* Gemäß Artikel 39 des Landesgesetzes vom 18.06.2002, Nr. 8 ist mindestens 15 Tage vor Inbetriebnahme der Absetz- bzw. Filterbecken sowie des Rückhaltebeckens der Antrag auf Bauabnahme und Ermächtigung beim Amt für Gewässerschutz einzureichen, wobei folgende Unterlagen beizulegen sind:
  - Datum der Inbetriebnahme der Anlagen;
  - Erklärung über die Übereinstimmung mit den im Projekt angegebenen Eigenschaften, unterzeichnet von einem anerkannten im Berufsalbum eingetragenen Techniker. Mit der Vorlegung des Antrags auf Ermächtigung ist die Ableitung provisorisch ermächtigt, und zwar ab dem im Antrag angegebenen Datum.

- \* Am Ablauf der Grundwasserabsenkungen in die Weißwasserkanalisation sind die Emissionsgrenzwerte gemäß der Anlage D des Landesgesetzes vom 18.06.2002, Nr. 8 stets einzuhalten.
- \* Überschüssiges Aushubmaterial muss in dafür ermächtigten Deponien abgelagert werden.
- \* Das anfallende Abbruchmaterial der rückzubauenden Bauwerke ist den geltenden gesetzlichen Bestimmungen gemäß zu entsorgen bzw. zu verwerten.
- \* Sämtliche an der Baustelle anfallende Abfälle sind gesetzesmäßig zu entsorgen.
- \* Es muss eine hydrogeologische Studie beim Amt für Gewässernutzung eingereicht werden unter Berücksichtigung folgender Punkte:
  - Fortsetzung der Grundwasserstandsmessungen an den im Einreichprojekt 2006 angeführten Messpegeln.
  - Sofortiger Beginn der Beweissicherung mit Messungen des Grundwasserstandes/Schüttung, Temperatur und Leitfähigkeit an folgenden Messstellen:
    - o Tiefbrunnen De Nardo, Bodenverbesserungskonsortium Vahrn, Ermittlung der Messparameter bei In- und Außerbetriebnahme der Pumpanlagen
    - o Quelle Kostner
    - o Messpegel BV 04/7 als Referenzmessstelle.
  - Abteufung eines Grundwasserbeobachtungspegels in der unmittelbaren Nähe des Militärkasernenareals und Messung der oben angeführten Parameter.
- \* Grenzsteine, Grenzzeichen und trigonometrische Punkte dürfen nicht beschädigt bzw. entfernt werden.
- \* Bäume dürfen nur nach erfolgter Auszeige durch die Forstbehörde geschlägert werden.
- \* Das Abrollen von Steinen und losem Material ist durch geeignete Schutzbauten zu verhindern.
- \* Während und nach der Durchführung der Arbeiten sind die Anweisungen zu befolgen, welche die Forstbehörde in forstlich-hydrogeologischer Hinsicht erteilt.
- \* Entfernte Gehölze sind durch Neupflanzungen einheimischer Arten zu ersetzen. Das Aufkommen und die Entwicklung der Pflanzungen sind durch geeignete Pflege- und Schutzmaßnahmen zu gewährleisten.
- \* Für die Arbeiten in Bereichen, die einer speziellen Schutzbindung bezüglich Denkmalpflege oder Archäologie unterliegen, sind vor Beginn die entsprechenden Gutachten seitens des Amtes für Bau- und Kunstdenkmäler sowie des Amtes für Bodendenkmäler einzuholen.

#### Haupttrasse:

- \* Die Trassenführungen der zeitweilig angelegten Bauzufahrten sind derart zu wählen, dass keine Schlägerung oder Rodung von Gehölzen notwendig wird.

- \* Die Anbindung der Auffüllungen an das umliegende, bestehende Gelände muss zu allen Seiten hin flach in das umliegende Gelände übergehen (keine „künstliche“ Steilböschungen usw.).
- \* Im gesamten Projektbereich sind die Mauersichtflächen auf das unbedingt notwendige Mindestmaß zu reduzieren.
- \* Es soll die Möglichkeit überprüft werden, die bestehenden Sichtmauerenteile der Autobahn durch geeignete Bepflanzungen zu verdecken.
- \* Bestehende Gehölze (Einzelbäume, Hecken und Wälder) sind soweit als möglich zu schonen. Dementsprechend muss auf verschiedene vorgesehene Aufschüttungen (z.B.: im Bereich der Profile 31 – 41) verzichtet werden. Im Bereich der Profile 31 – 41 wäre eine hügelartige Aufschüttung innerhalb der als landwirtschaftliches Grün eingetragener Ebene wünschenswert, welche zwischen Neutrassse und Autobahnböschung liegt, um die Bildung eines naturnahen Bereiches zu ermöglichen.

**Vorhaben Schalderbach:**

- \* Der Schaldererbach ist vom Ursprung bis zur Mündung als Naturdenkmal ausgewiesen und steht damit unter besonderem Schutz. Zumal der betroffene Bachabschnitt ökologisch wie ästhetisch in sehr schlechtem Zustand erscheint, müssen die neuerlichen Bauvorhaben eine Verbesserung der Ausgangssituation nach sich ziehen.
- \* Die Bachsohle ist durch geeignete Störsteine aufzuwerten. Die Ufermauern sind als Natursteinmauern, ohne sichtbare Mörtelfuge zu erstellen, wobei örtlich vorkommendes Gesteinsmaterial zu verwenden ist.
- \* Der betroffene Fischwasserbewirtschafter, Martin Springeth, und die entsprechende Dienststelle für Jagd- und Fischereiaufsicht sind mindestens 10 Tage vor Beginn der Arbeiten im Bachbett des Schalderbaches zu verständigen, damit Maßnahmen zum Schutz des Fischbestandes festgelegt werden können, welche bindend und genauestens einzuhalten sind. Insbesondere muss eine Abfischung des betroffenen Abschnittes mit dem Elektrofischfanggerät vor Beginn der Arbeiten im Bach möglich sein.
- \* Für die Arbeiten im Schalderbach muss ein Limnologe namhaft gemacht werden, welcher die Planung und Ausführung der Arbeiten überwacht. Das Bachbett muss so gestaltet werden, dass ein bestmöglicher Fischlebensraum entsteht; hierbei muss vor allem auf die Struktur geachtet werden.
- \* Während der Arbeiten im Bachbett des Schalderbaches muss das betroffene Gewässer zur jeweils gegenüberliegenden Uferseite umgeleitet oder verrohrt werden, damit alle Arbeiten im Trockenen ausgeführt werden können.
- \* Nach Beendigung der Bauarbeiten ist das Bachbett wieder in seinem ursprünglichen Zustand herzustellen.
- \* Bei den Zementierarbeiten ist strengstens darauf zu achten, dass kein Zementgemisch in das Gewässer gelangt.

- \* Bei der Ausführung der Arbeiten muss darauf geachtet werden, dass das Wasser des Schaldererbaches nicht getrübt wird.
- \* Die Arbeiten sind in möglichst kurzer Zeit durchzuführen. Allfällige Schäden am Fischbestand sowie eventuelle Spesen für Maßnahmen zum Schutz des Fischbestandes sind dem betroffenen Fischwasserbewirtschafter bzw. Fischerverein angemessen zu vergüten.
- \* Das Ausführungsprojekt ist erneut der Amtsdirektorenkonferenz vorzulegen.

Die Dienststellenkonferenz für den Umweltbereich des Ausführungsprojekt in der Sitzung vom 7. September 2016 überprüft und mit Vorschriften genehmigt hat. Diese Vorschriften wurden mit Schreiben des Amtes für Umweltverträglichkeitsprüfung vom 8. März 2017 (Prot. Nr. 149161) abgeändert bzw. integriert. Die vorgeschriebenen Vorschriften wurden in das vorliegende Ausführungsprojekt eingearbeitet:

- \* Die neue MS- Trafostation ist ohne künstliche Geländeänderung im Gelände zu positionieren. Auf Flügelmauern, Auskragungen oder Aufkantung (Attika usw.) ist weitestgehend zu verzichten. Das Gebäude ist als freistehendes Ort betonbauwerk vorzusehen und angemessen im Gelände zu positionieren. Als Schalung sind raue Bretterschalungen vorzusehen.
- \* Anstelle der geplanten Schwergewichtsmauer mit Steinverkleidung als Verkleidung der Betonaußenwand des Tunnels, (Sichthöhe von über 8 m) soll die Betonaußenwand nur durch eine schmale Vormauerung (inkl. Dränschicht) aus Ortbetonguss – rau, leicht schräg geschalt – geschützt werden. Der Wortlaut dieser Vorschrift wird folglich durch folgenden ersetzt: Zum Schutz der Betonaußenwand des Tunnels ist nur der unbedingt notwendige Schutzbeton inkl. Der notwendigen Dränschichten anzubringen. Anstelle der aufwändigen Steinverkleidungen ist die, in Sicht verbleibende Oberfläche in rau, leicht geneigter Bretterschaltung auszuführen. Durch die minimierte Bauweise reduziert sich die Höhe der Sichtbetonflächen maßgeblich, wobei sich zugleich die zur Begrünung zur Verfügung stehende Fläche maßgeblich vergrößert.

### 3 GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE IM PROJEKTGEBIET

Im Projektgebiet treten ausschließlich mächtige Lockergesteinsablagerungen auf. Diese setzen sich aus einer komplexen Abfolge von mehr oder weniger deutlich geschichteten, gemischt- bis feinkörnigen glazialen, fluviatilen und lakustrinen Bildungen zusammen. Oberflächennah dominieren die gemischtkörnigen Schwemm-/ Murfächerablagerungen von Schalderer- und Spiluckerbach.

Die Straßentrasse der Umfahrung Vahrn mit den Tunneln „Vahrn“ und „Raststation“ folgt in N-S-Richtung mehr oder weniger der Brennerautobahn. Diese verläuft auf einem künstlich errichteten Damm, an den wiederum unmittelbar westlich des Eisenbahndamms anschließt. Diese Dämme stehen im nördlichen Projektabschnitt nach beiden Seiten frei und erreichen im Mittel eine Höhe von ca. 5 m über dem Urgelände.

Große Teile des Projektgebietes sind durch anthropogene Eingriffe nachhaltig verändert worden. Neben den Gebieten längs der Autobahn und der Eisenbahn sind erhebliche Einschnitte und Aufschüttungen im Ortsbereich erfolgt.

Die Gebietsentwässerung erfolgt teilweise unterirdisch in den durchlässigen Anteilen der Lockergesteine. Die Murschutt-/ bzw. Schwemmkegelablagerungen besitzen eine mittlere Wasserdurchlässigkeit, während die nahezu im gesamten westlichen Projektgebiet unterlagernden Seesedimente wasserundurchlässig sind. Die unterirdische Entwässerung ist somit an die Murschuttsedimente und künstlichen Aufschüttungen bzw. ist der Verlauf des Grundwasserspiegels an die Oberfläche der Seesedimente gebunden.

Der Grundwasserspiegel ist nach den Wasserstandsmessungen nahe dem Schaldererbach mit wenigen Meter u. GOK am höchsten und fällt gegen Süden, Südosten und Norden gegenüber der Oberfläche ab.

Der geplante Tunnel „Vahrn“ reicht im südlichen Abschnitt ins Grundwasser. In den übrigen Abschnitten (u. a. auch im Tunnel „Raststation“) sind je nach Witterungsverhältnissen an den bergseitigen Hanganschnitten (etwa im Bereich der Mlitärkaserne) geringe Hangwasserzutritte zu erwarten).

Generell lässt sich nach dem derzeitigen Kenntnisstand keine kontinuierlich ausgebildete Grundwasser-Oberfläche erkennen. Vielmehr zeigen die gemessenen Wasserstände in den Pegeln lokal stark variierende (an die erosiv geprägte Grenze zwischen See- und Murschuttablagerungen gebundene) GW-Gradienten an. Die generelle Grundwasserströmung zeigt Richtung Südosten.

## 4 ENTWURFSELEMENTE UND REGELQUERSCHNITTE

### 4.1 Geometrische Grundlagen Freie Strecke

Die technischen Grundlagen der Planung sind einerseits durch die Machbarkeitsstudie 2001 „Umfahrungsstraße der Stadt Brixen und Vahrn“ (Straßenkategorie), andererseits durch das Einreichprojekt 2003 „Umfahrungsstraße der Stadt Brixen“ (Querschnittsabmessungen) vorgegeben und sind seitens des Auftraggebers für verbindlich erklärt worden, wobei die seit der Einreichung der Machbarkeitsstudie eingetretene Normänderung (C.N.R. 2001) berücksichtigt wurde.

Im Hinblick auf die funktionalen Eigenschaften wurde ein Straßen-Regelquerschnitt mit einer 2-Spurlösung mit Gegenverkehr gemäß Regelquerschnitt 7A „Funktionelle und geometrische Normen für die Planung und den Ausbau von Straßen in der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol“ (D.L.H. vom 27. Juni 2006, Nr. 28), wobei jedoch die Breite einer jeden Fahrspur von 3,50 auf 3,75 m verbreitert wird, in Anlehnung an die bereits fertig gestellten Baulose, sowie mit einem seitlichen Bankett von jeweils 0,50 m, sodass eine Gesamtbreite der Straßenplattform von 8,50 m entsteht. Auf Grundlage der angeführten Landesrichtlinien wurden die folgenden Entwurfselemente für die Staatsstraße SS12 angewandt:

- \* Entwurfsgeschwindigkeit: 80 km/h
- \* Maximal zulässige Längsneigung 7%
- \* Querschnittsabmessungen der durchgehenden Straße:
  - \* Fahrbahnbreite: zwei Fahrstreifen zu je 3,75 m
  - \* im Freien:
    - ⇒ Seitenstreifen (Randstreifen) beidseitig 0,50 m
    - ⇒ Bankett beidseitig 1,00 m
  - \* im Tunnel:
    - ⇒ Seitenstreifen (Randstreifen) beidseitig 0,50 m
    - ⇒ Hochbord (Notgehweg) beidseitig 1,00 m
    - ⇒ Lichte Höhe: 5,00 m

Der Fahrbahnaufbau der freien Strecke:

* Verschleißschicht (bituminöse Decke)	4 cm
* Obere bituminöse Tragschicht	6 cm
* Untere bituminöse Tragschicht	10 cm
* <u>Ungebundene Tragschicht</u>	<u>≥ 50 cm</u>
Gesamtstärke des Fahrbahnaufbaus	≥ 70 cm

### 4.2 Geometrische Grundlagen Tunnel Offene Bauweise

Der Querschnitt des Tunnels wird in erster Linie durch die Abmessungen des einzuhaltenen Lichtraumprofiles (8,50 x 5,00 m) bestimmt. Dieses ist in analog zum Einreichprojekt



„Umfahrungsstraße der Stadt Brixen“ für die zweispurige Umfahrungsstraße folgend vorgegeben:

* Fahrbahnbreite: zwei Spuren zu je 3,75 m	7,50 m
* Seitenstreifen (Randstreifen) beidseitig 0,50 m	1,00 m
* Notgehweg (Hochbord) TU Raststation beidseitig 1,10 m	2,20 m
* Notgehweg (Hochbord) TU Vahrn beidseitig 1,00 m	2,00 m
* Gesamtbreite Tunnel Raststation	10,70 m
* Gesamtbreite Tunnel Vahrn	10,50 m
* Lichte Höhe Fahrbahn Tunnel Raststation	5,56 m
* Lichte Höhe Fahrbahn Tunnel Vahrn	5,45 m
* Lichte Höhe Gehweg	2,50 m

Unterhalb der Notgehwege, welche ausbetoniert werden, werden die Kabelschutzrohre für die Versorgungskabel der technischen Anlagen untergebracht. Die seitliche Abgrenzung bilden dabei Randsteinfertigteile, die wegen der Frost-/Tausalzbeständigkeit als Granitbordsteine ausgeführt werden.

Der folgende Fahrbahnaufbau entspricht im Wesentlichen dem der freien Strecke:

* Verschleißschicht (bituminöse Decke)	4 cm
* Obere bituminöse Tragschicht	6 cm
* Untere bituminöse Tragschicht	10 cm
* <u>Ungebundene Tragschicht</u>	<u>≥ 20 cm</u>
Gesamtstärke des Fahrbahnaufbaus im Tunnel	≥ 40 cm

## 5 TRASSENBESCHREIBUNG

Die Umfahrung Vahrn schließt unmittelbar am nördlichen Ende des Projektes „Anschluss Brixen Nord“ der Planungsgruppe ILF - EUT an. Als Beginn der Umfahrung Vahrn wird entsprechend der Kilometrierung des Ausführungsprojektes „Anschluss Brixen Nord und Umfahrungsstraße der Stadt Brixen“ der km 3+160 festgelegt.

Die Trasse der Umfahrung Vahrn beginnt bei der o.a. Station nördlich der Abzweigung Brixen Nord. Hier steigt die Umfahrungsstraße mit 2,5 % Längsneigung an, und die Trasse holt mit einem Rechtsbogen zu einer Wendelinie aus (Radien 400 m) und unterquert mit einem Tunnel (L=255 m) die Raststation Plose. Nach der Errichtung des Tunnels Raststation werden von der Brennerautobahngesellschaft die Parkplätze und die sonstigen betroffenen Flächen der Raststation Plose gemäß ihrem eigenen Projekt wiederhergestellt und vergrößert. Der südlich der Raststation liegende Zwickel zwischen SS12 und A22 wird von der Brennerautobahngesellschaft selbst bis auf Höhe der A22 aufgefüllt und rekultiviert und anschließend die Parkflächen hergestellt. Die Zufahrt zur Raststation und die Parkplätze für die Angestellten werden über dem künftigen Tunnel wiedererrichtet. Da die bestehende Trafostation „Total“ der Stadtwerke Brixen nahe der Zufahrtsrampe direkt im Trassenbereich der neuen Umfahrung liegt, muss sie im Zuge der Tunnelerrichtung verlegt werden.

Im freien Streckenabschnitt zwischen dem Tunnel Raststation und dem Tunnel Vahrn wird zusätzlich eine Lärmschutzwand am rechten Bankettrand vorgesehen. Der nördlich der Raststation liegende Zwickel zwischen SS12 und A22 wird bis ca. auf Höhe der A22 mit Tunnelaushubmaterial aufgefüllt und rekultiviert, und in diesem Bereich führt ein neu zu errichtender Geh- und Radweg von der Zufahrt Raststation zum bestehenden Durchlass unterhalb der A22.

Nach dem Ende der Wendelinie (langgezogener Rechtsbogen Radius 400 m) und einem kurzen Gegenbogen (R=2000 m) beginnt der Tunnel Vahrn. In der Gradienten steigt die Trasse bis km 3+556,845 weiterhin mit 2,5%. Im Anschluss steigt die Trasse mit 2,6% Längsneigung, um in den Tunnel Vahrn zu führen.

Im südlichen Kasernenbereich, der teilweise angeschnitten wird, werden die dort befindlichen Sportanlagen durch die Trasse der Umfahrungsstraße berührt. Die talseitige Dammböschung wird mit 2:3 ausgeführt. Im Bereich Tunnel Vahrn wird talseitig ebenfalls eine Dammböschung und abschnittsweise eine Schwergewichtsmauer vorgesehen. Trotzdem wird auch hier das Kasernenareal geringfügig angeschnitten und es muss daher ein kurzes Stück der Kasernenmauer (Nordwestecke) samt zwei kleinen Anbauten abgebrochen werden. Zur A22 hin ist ebenfalls eine Einschüttung der Tunnelröhre vorgesehen.

Der Tunnel Vahrn beginnt bei km 3+800,0 und wird in Abschnitten mit parallel laufenden Autobahnkünstbauten in Deckelbauweise mit Bohrpfählen (1,20 m Durchmesser) ausgeführt. Da jedoch der hohe bestehende und begrünte Autobahndamm nach Errichtung des Tunnels Vahrn wieder hergestellt werden soll, ist in Abschnitten mit Autobahndämmen einerseits zur Bauherstellung eine hohe Böschungssicherung (Nagelwand, Kleinbohrpfähle und rückverankerte Bohrpfahlwand), andererseits aufgrund der zukünftig hohen einseitigen Überschüttung ein biegesteifer Kastenquerschnitt nötig. So ist es erforderlich, dass die

Bauweise und der Querschnitt des Tunnels mehrmals wechseln, um die bestmögliche Anpassung des Bauwerkes an die Bestandsgegebenheiten zu erreichen.

An der knappsten Stelle nähert sich der Tunnel dem nördlichen Widerlagerflügel der Autobahnbrücke über den Schaldererbach bis auf 1,0 m. Durch diese engstmögliche Bündelung mit der Autobahn kann das gegenüber liegende Grabner Haus zur Gänze erhalten bleiben. Höhenmäßig ergibt sich zusätzlich ein Zwangspunkt aufgrund des neuen Projektes „Anpassung der Zufahrt nach Vahrn“ des Bauingenieurbüros Valdemarin, aus dem sich ein Mindestvertikalabstand im Achsschnittpunkt von 7,05 m ableiten lässt. Die ebenfalls höhenrelevante Sohle des Schaldererbaches wird geringfügig angehoben und über die Tunneldecke geführt.

Danach steigt der Tunnel mit 5,5% (Wannenradius=3.000 m), um ein schnelles Auftauchen und damit eine möglichst kurze Tunnellänge (590 m) zu gewährleisten. Im Zuge der Bauausführung müssen das Archiv der Volksbank, der sogenannte Falk Stadel und die Garage des Grabner Hauses abgerissen, sowie der Schaldererbach um ca. 1 m angehoben werden. Danach entfernt sich die Trasse in einer langgezogenen S-Kurve (Radien 1000 m und 600 m) wieder von der Autobahn. Das Nordportal des Tunnel Vahrn liegt bei km 4+390.

Nach dem Nordportal wird rechts eine Stützmauer mit Lärmschutzverkleidung und links eine Einschnittsböschung vorgesehen. Im weiteren Verlauf bindet die Umfahrungrasse mit einer Geraden in die bestehende SS12 ein. In diesem Bereich wird der neue Knoten Vahrn Nord vorgesehen, der als T-Knoten in Form eines Vollanschlusses die Zufahrt in alle Richtungen ermöglicht. Der durch den Knoten entstehende Zwickel der alten SS12 wird rekultiviert. Das Projektende ist mit dem Ende der Linksabbiegespur der Umfahrung Vahrn definiert (km 4+679,395).

## **5.1 Geschwindigkeitsdiagramm**

Das Geschwindigkeitsdiagramm ist in den Dokumenten BV-V-141 und BV-V-142 angeführt. Analog den bereits fertig gestellten Baulosen der Umfahrungrasse wurde eine maximale Geschwindigkeit von 70 Km/h berücksichtigt, mit Ausnahme der Ausfahrtsbereiche und Knoten, wo eine Geschwindigkeit von 60 km/h vorgesehen wird.

## **5.2 Lagemäßiger Trassenverlauf**

Die Eigenschaften der geometrischen Elemente zum lagemäßigen Trassenverlauf sind in den Dokumenten BV-V-141 und BV-V-142 angeführt.

Die Kurven zwischen den Geraden wurden auf Grundlage des Mindestradius gemäß D.LH. vom 27. Juni 2006, Nr. 28 dimensioniert, welches für eine Entwurfsgeschwindigkeit  $V_P$  von 70 km/h einen Mindestradius von 180 m vorsieht.

Für die Kurven mit variablem Radius wurde für den Parameter „A“ der Klotoiden wurden die Vorgaben der oben angeführten Norm berücksichtigt, welche für eine Entwurfsgeschwindigkeit  $V_P$  von 70 km/h ein  $A_{min}$  von 60 m vorsieht.

### 5.3 Längsneigung

Die Eigenschaften der geometrischen Elemente zum höhenmäßigen Trassenverlauf sind in den Dokumenten BV-V-141 und BV-V-142 angeführt.

### 5.4 Haltesichtweite

Für die neue Umfahrungsstraße ist eine einzige Fahrbahn mit Gegenverkehr vorgesehen, entsprechend entfällt die Berechnung der Sichtweite für Spurwechsel und Überholen, da Überholmanöver nicht erlaubt werden und das Verbot entsprechend signalisiert wird.

Für den Wert der Haltesichtweite in Funktion der Längsneigung und der Geschwindigkeit wurde auf das D.LH. vom 27. Juni 2006, Nr. 28 Bezug genommen. Es sei festgehalten, dass aufgrund der geringen Neigungsänderungen die Haltesichtweite auf der gesamten berücksichtigten Trassenlänge gewährleistet ist.

### 5.5 Lage- und höhenmäßige Übereinstimmung

Die Regeln für eine gute Abstimmung sind wie folgt:

- Es muss vermieden werden, den Startpunkt einer lagemäßigen Kurve in den Nahbereich einer höhenmäßigen Kuppe zu legen.
- Es muss vermieden werden, den Startpunkt eines lagemäßigen Übergangspunktes direkt nach einem konkaven Übergangspunkt zu legen.
- Sollte es nicht möglich sein, die Punkte entsprechend zu verschieben, kann die Situation verbessert werden, indem darauf geachtet wird, dass das Verhältnis zwischen vertikalem Radius  $R_v$  und dem lagemäßigen Kurvenradius  $R \geq 6$  sei.
- Es muss vermieden werden, dass kleinere vertikale konkave Übergänge innerhalb der großräumigen lagemäßigen Kurven zu liegen kommen.
- Es muss vermieden werden, dass konkave Übergänge direkt nach dem Ende einer lagemäßigen Kurve zu liegen kommen.
- Es muss vermieden werden, dass der Hochpunkt eines konkaven Übergangs mit einem Richtungswechsel im lagemäßigen Verlauf zusammenfällt.
- Sämtliche höhenmäßigen Übergänge halten diese Vorgaben ein und entsprechend ist eine gute Übereinstimmung von des lage- und höhenmäßigen Trassenverlaufs gegeben. Auch eine Überprüfung betreffend Trassenverlusten erbrachte ein gutes Ergebnis.

## 6 ANSCHLÜSSE AN DAS BESTEHENDE STRASSENNETZ

Im genehmigten Bauleitplan der Gemeinde Vahrn sind in Hinblick auf eine möglichst weitgehende Entlastung der Gemeinde Vahrn vom Durchzugsverkehr zwei Anschlüsse der bestehenden SS12 an die neue Umfahrungsstraße vorgesehen:

- \* Brixen Nord:  
Verbindung zwischen der bestehenden SS12 und der neuen Umfahrung mittels Abzweigung/Anschluss Brixen Nord und Anbindung an den Kreisverkehr an der SS12 und SS49. Dieser Anschluss ist Projektbestandteil des Bauloses Anschluss Brixen Nord und im vorliegenden Baulos ist nur die Vervollständigung vorgesehen;
- \* Vahrn Nord (Vollanschluss):  
Verbindung zwischen der bestehenden SS12 und der neuen Umfahrung.  
Dieser Anschluss ist Projektbestandteil der Umfahrung Vahrn.

Die geltenden Normen zu Straßenverbindungen gemäß D.M. 19/04/2006 ("Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali") sehen eine Abweichung vom selbigen D.M. 19/04/2006 vor, sofern die Verbindungen nicht bereits in Bau sind oder vor Inkrafttreten der Norm mit Einreichprojekt geplant wurden, siehe Art. 2 "Le norme allegare non si applicano alle intersezioni in corso di realizzazione ed a quelle per le quali, al momento della sua entrata in vigore, sia già state redatto il progetto definitivo...". Im vorliegenden Fall wurde das Einreichprojekt am 15.06.2006 genehmigt.

Der geltende Bezug hinsichtlich der Verbindungsknoten entspricht daher den Vorgaben in den "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade" im Bollettino Ufficiale des CNR vom 28. März 1973, Nr. 31 ("Norme CNR 31/73"). Die Anschlüsse in Projekt entsprechen planaren Anbindungen vom Typ 2 - "Intersezioni a raso di tipo II" gemäß Normen CNR 31/73 (Abs. 10.3).

Analog zum genehmigten Einreichprojekt wurden die eigenen Linksabbiegestreifen beibehalten, die neben dem Hauptstrang einen Aufstaubereich aufweisen, allerdings wurden die Auffahrspuren entfernt, da sie gemäß Tab. 1 des D.M. 19/04/2006 nicht mehr anwendbar sind und dezidiert unzulässig sind.

### 6.1 Knoten Brixen Nord

Im Rahmen des gegenständlichen Ausführungsprojektes ist die Vervollständigung des Knotens Brixen Nord des Bauloses Umfahrung Brixen geplant. Es sind folgende Maßnahmen im vorliegenden Projekt vorgesehen:

- die Links-Abbiegespur ab der Hauptstraße in Fahrtrichtung Süden;

Das vorgesehene Verkehrsschema liegt im Rahmen der Abbildungen 26 und 26a der Normen CNR 31/73. Für die Abfahrt von der Hauptstraße liefern die Normen CNR 31/73 folgende Angaben bezüglich der Ausfädelspuren, unter Berücksichtigung des Schemas in der nachfolgenden Abbildung (fig. 31 der Normen CNR 31/73).

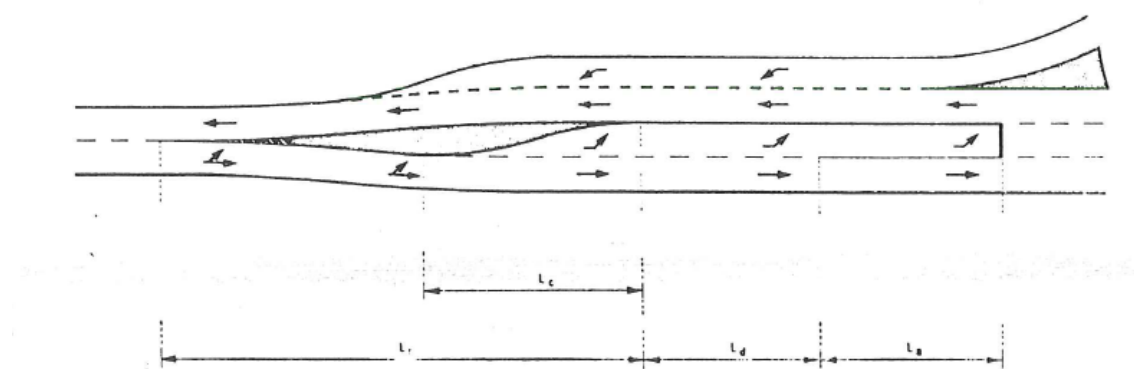


FIG. 31-a

Nachfolgend angegeben die Eigenschaften der entsprechenden Elemente:

- Der Aufstaubereich muss mindestens 20 m lang sein
- Die Länge der Verzögerungsstrecke wird gemäß Tabelle 4 der CNR31/73 ermittelt, bei einer Entwurfsgeschwindigkeit Knoten von 60 km/h entspricht sie 40 m
- Die notwendige Länge der Spurwechselstrecke wird gemäß Tabelle 4 der CNR31/73 ermittelt, bei einer Entwurfsgeschwindigkeit Knoten von 60 km/h entspricht sie 45 m
- Der Verzugsbereich weist eine Länge von  $L_r = V_c \sqrt{a}$  auf, wobei  $a$  der halben Spurbreite der zusätzlichen Spur entspricht bzw. von 3,50 m

Infolge dieser Betrachtungen zur Dimensionierung der Fahrspur ergeben sich folgende Abmessungen:

Entwurfsgeschwindigkeit Knoten	Vc	Kmh	60
Neigung	i	%	-2,5
Länge Spurwechselstrecke	Lc	m	40
Länge Verzögerungsstrecke	Ld	m	25
Länge Aufstaubereich	La	m	20
Länge Verzugsbereich	Lr		79
<b>Mindestlänge</b>	<b>Lr+Ld+La</b>	<b>m</b>	<b>124</b>
<b>Effektive Projektlänge</b>		<b>m</b>	<b>125</b>

## 6.2 Knoten Vahrn Nord

Die Aufgabe des Anschlusses Nord ist, möglichst viel Verkehr aus Richtung Norden von der bestehenden SS12 auf die neue Umfahrungsstraße zu verlagern und das Ortsgebiet von Vahrn (bzw. in weiterer Folge von Brixen) damit vom Durchgangsverkehr zu entlasten. Als Lösung ist ein T-Knoten (Vollanschluss) mit, Linksabbiegestreifen (von Norden) vorgesehen, um die Hauptverkehrsrichtung zur neuen Umfahrung vorzugeben und den Verkehrsfluss auf der neuen Umfahrung nicht zu unterbrechen. Für das Abbiegen nach rechts von der Hauptstraße ist zwar keine eigene Fahrspur notwendig (Entwurfsgeschwindigkeit Knoten < 80 km/h), zur Erleichterung der Abfahrt wurde jedoch eine Verbreiterung der Fahrbahn vorgesehen.

Auch für die eher geringen Anforderungen des Anrainerverkehrs bzw. Pendlerverkehrs ist diese Lösung ausreichend. Weiters kann die Grundbeanspruchung auf ein Minimum reduziert und die bestehende Staatsstraße annähernd unverändert bleiben. Der durch den Anschluss entstehende kleine Zwickel an der bestehenden SS12 wird rekultiviert.

Das vorgesehene Verkehrsschema liegt im Rahmen der Abbildungen 26 und 26a der Normen CNR 31/73. Für die Abfahrt von der Hauptstraße liefern die Normen CNR 31/73 folgende Angaben bezüglich der Ausfädelspuren, unter Berücksichtigung des Schemas in der vorhergehenden Abbildung (fig. 31 der Normen CNR 31/73).

Nachfolgend angegeben die Eigenschaften der entsprechenden Elemente:

- Der Aufstaubereich muss mindestens 20 m lang sein
- Die Länge der Verzögerungsstrecke wird gemäß Tabelle 4 der CNR31/73 ermittelt, bei einer Entwurfsgeschwindigkeit Knoten von 60 km/h entspricht sie 40 m
- Die notwendige Länge der Spurwechselstrecke wird gemäß Tabelle 4 der CNR31/73 ermittelt, bei einer Entwurfsgeschwindigkeit Knoten von 60 km/h entspricht sie 45 m
- Der Verzugsbereich weist eine Länge von  $L_r = V_c \sqrt{a}$  auf, wobei  $a$  der halben Spurbreite der zusätzlichen Spur entspricht bzw. von 3,50 m

Infolge dieser Betrachtungen zur Dimensionierung der Fahrspur ergeben sich folgende Abmessungen:

Entwurfsgeschwindigkeit Knoten	Vc	Kmh	60
Neigung	i	%	-5
Länge Spurwechselstrecke	Lc	m	40
Länge Verzögerungsstrecke	Ld	m	25
Länge Aufstaubereich	La	m	20
Länge Verzugsbereich	Lr		79
<b>Mindestlänge</b>	<b>Lr+Ld+La</b>	<b>m</b>	<b>124</b>
<b>Effektive Projektlänge</b>		<b>m</b>	<b>150</b>





## 7 LEITPLANKEN

Der Leitplankentyp wurde gemäß den „Funktionellen und geometrischen Normen für die Planung und den Ausbau von Straßen in der Autonomen Provinz Bozen - Südtirol“ (D.LH. Nr. 28 vom 27.06.2006) definiert, welche das M.D. Nr. 223 vom 18.02.1992 und nachfolgende Aktualisierungen, einbeziehen.

Vor allem wurde auch die letzte Aktualisierung vom 21.06.2004 berücksichtigt, wobei die darin angeführten Kriterien, für die Festlegung der zu sichernden Abschnitte und für die Typenwahl ausschlaggebend war. Außerdem wurde der europäische Norm EN 1317 Rechnung getragen, welche im M.D. vom 21.06.2004 umgesetzt wurde und die technischen Eigenschaften der Leitplanken festlegt.

Mit einem angenommenen DTV (durchschnittlicher täglicher Verkehr in beide Fahrtrichtungen) > 1000 und einem Schwerverkehrsanteil größer 15%, kann das Verkehrsaufkommen, gem. Art. 91, Tab. X-03 des zitierten D.LH. (bzw. gem. Art. 6 des zitierten M.D.), dem „Typ III“ zugeordnet werden.

Dieser Verkehrskategorie mit hohem Verkehrsaufkommen (gem. D.LH. 28/2006), bzw. sekundären überörtlichen Straßenverbindung vom Typ C (gem. M.D. 05.11.2001), entspricht folgende Klassifizierung, im Sinne einer Mindestanforderung und bezogen auf den jeweiligen Einsatzort:

- Fahrbahnteiler H2
- Seitlicher Rand H2
- Rand Brücke-Mauer H3

Aufgrund zuvor gemachten Angaben und auch aufgrund der einheitlichen Fortführung des vorhergehenden, bereits realisierten, Abschnittes der Umfahrungsstraße und gemäß den Vorgaben des Art. 6 des M.D. 21.06.2004 (*“Per motivi di ottimizzazione della gestione della strada, il progettista cercherà di minimizzare i tipi da utilizzare seguendo un criterio di uniformità”*) wird folgende Straßenleitplanke verwendet:

- Seitlicher Rand H2 PAB TE

An den Kopf- und Fußenden der Leitplanken ist die Verwendung von speziellen Endstücken vorgesehen (in den Boden versenkte bzw. nach außen gedrehte Endstücke).

Zum Aufprallschutz gegen die vertikalen Portalwände sind im Bereich der Tunnelportale Leitplanken vom Typ PAB H2 TE vorgesehen.

Im freien Streckenabschnitt von ca. km 3+525 bis km 3+800, bzw. zwischen dem Tunnel Raststation und dem Tunnel Vahrn, wird, in Übereinstimmung mit dem bereits realisierten Abschnitt der Umfahrungsstraße (Baulos Knoten Brixen Nord), eine Straßenleitplanke zum Schutz der geplanten hölzernen Lärmschutzwand errichtet.

Um die vorgeschriebene Funktionalität des Rückhaltesystems sicherzustellen, darf der lichte Abstand zwischen der Lärmschutzwand und der Leitplanke den Mindestwert für die entsprechende Rückhalteklasse nicht unterschreiten.

Aufgrund des M.D. 21.07.2010 (*“...Sono espressamente escluse dal campo di applicazione della norma in argomento le progettazioni inerenti le strade extraurbane ed urbane con velocità di progetto inferiore a 70 km/h”*) sind örtliche und überörtliche Straßen mit einer Projektgeschwindigkeit von weniger als 70 km/h von dieser Regelung explizit ausgenommen. Trotzdem sind im Sinne einer angestrebten Erhöhung der Verkehrssicherheit, auch entlang der Zufahrtsstraße (für die Lieferanten und das Personal) zur Raststation der A22, Straßenleitplanken des Typs H2 PAB TE vorgesehen.

Die Anordnung der Rückhaltesysteme sind in den Plänen BV-V-197, BV-V-198 und BV-V-199 ersichtlich.

## 8 STRASSENENTWÄSSERUNG

### 8.1 Aufgabenstellung, Randbedingungen

- Maßnahmen der Straßenwasserableitung und Dimensionierung der Rohrleitungen, Mulden und Gräben
- Maßnahmen für die Straßenwasserbehandlung und Dimensionierung der Anlagen
- Beurteilung der quantitativen Auswirkungen der Beckenableitungen in die Vorfluter

Die Parallellegung einer neuen Verkehrsader an eine bestehende Autobahn erfordert im Gegensatz zu einer Planung im freien Gelände eine erhöhte Rücksichtnahme auf den Bestand, aber nur im Ausnahmefall die Einbeziehung von vorhandenen Bauten oder Anlagen in die neuen Entwässerungsanlagen, wenn diese aus technischen Gründen nicht weiterhin getrennt bestehen bleiben können.

Während daher die erforderlichen Entwässerungsanlagen der SS12 dem Stand der Technik entsprechend neu errichtet werden, muss die bestehenden Ausleitungen der Brennerautobahn soweit wie möglich unverändert beibehalten oder nur lokal verlegt, sowie gegebenenfalls saniert werden. In zwei der bisherigen Autobahnausleitungen werden zukünftig auch Wässer der SS 12 eingeleitet und abgeführt, deren Mengen, Abflussanteile und Auswirkungen nachfolgend untersucht werden. Die Wässer jedoch, die von der Autobahn und ihren Nebenanlagen stammen, sind im Wesentlichen hinsichtlich Menge und Herkunft unbekannt. Da jedoch der Bestand dieser Ausleitungen (und damit deren wasserrechtliche Situation) nicht verändert wird, war eine diesbezügliche Recherche für diese Planung nicht erforderlich.

Zu diesem Zweck wurden die beiden geplanten Vorfluterausleitungen untersucht und die Auswirkungen quantitativ beurteilt. Diese Abschätzung erfolgte aufgrund der vorhandenen Unterlagen zu den Vorflutern unter Betrachtung des Ausmaßes der Einleitung bis zu einem 5-jährlichen Ereignis.

### 8.2 Bemessungsgrundlagen

Die Berechnung des Regenabflusses geht von der Erkenntnis aus, dass Niederschlagsintensität und Niederschlagsdauer verkehrt proportional sind. Die Niederschlagsspende  $r$  (l/s.ha) oder die Niederschlagsintensität (Niederschlagsstärke)  $i$  (mm/min) nimmt damit bei gleicher Jährlichkeit  $n$  (1/a) mit zunehmender Niederschlagsdauer  $t$  (min) ab. Zur Bestimmung der Wasserfrachten aus Niederschlagsereignissen wird üblicherweise die „rationale Methode“ herangezogen. Dabei rechnet sich der Abfluss aus einem Einzugsgebiet aus dem Produkt der Niederschlagsspende, Einzugsgebietsgröße und zugehöriger Niederschlagsdauer. Sämtliche Verluste durch Verdunstung, Versickerung, Muldenauffüllung und durch die Speicherkapazität des Bodens und der Vegetation werden im Faktor Abflussbeiwert  $\psi$  definiert. Der zum Abfluss gelangende Niederschlag ist also nur ein Teil des fallenden Niederschlags.

Es gilt die Formel:  $Q = r_{n,t} * \psi * F$

Q	Abfluss (l/s)
$r_{n,t}$	Regenspende für die Jährlichkeit n und der Dauer t (l/s.ha)
$\psi$	Abflussbeiwert (-)
F	Fläche (ha)

#### 8.2.1 Bemessungszufluss

Der Bemessungszufluss errechnet sich als Produkt von

Bemessungsregenspende  $r_{n,t}$  (siehe Pkt. 8.2.1.1)

Abflussbeiwert  $\psi$  (siehe Pkt. 8.2.1.2)

Einzugsgebietsgröße F (siehe Pkt. 8.2.1.3)

Für die Dimensionierung der Wasserableitung bis zu den Anlagen zur Wasserbehandlung wird folgendes charakteristisches Regenereignis angenommen:

- Spitzenregenspende: Dies ist jene Regenspende mit der Dauer t, bei der in einem Einzugsgebiet innerhalb einer bestimmten statistischen Häufigkeit (5-jährlich) der höchste Abfluss resultiert.

Zur Dimensionierung der Anlagenteile zur Wasserbehandlung werden folgende charakteristische Regenereignisse angenommen:

- Stundenniederschlag: Dies ist jene Regenspende einer bestimmten statistischen Häufigkeit (1-jährlich) mit der Dauer 1 Stunde.
- Tagesniederschlag: Dies ist jene Regenspende einer bestimmten statistischen Häufigkeit mit der Dauer 24 Stunden (Regelbetrieb 1-jährlich, schadlose Wasserabfuhr 5-jährlich).

Für die Beurteilung der Auswirkungen der zusätzlichen Wasserableitung in die Vorfluter werden folgende charakteristische Ereignisse angenommen:

- Schadloser Abfluss ( $n=0,2$ ): Dies ist jener Beckenabfluss (5-jährlich), der bei maximalem Bemessungswasserspiegel über den Notüberlauf maximal abfließt. Er entspricht, da das Becken vollläuft und der Boden unter dem Filterbecken als bereits gesättigt angenommen wird, naturgemäß dem Beckenzulauf eines 5-jährlichen Tagesniederschlags. Dieser Abfluss ist für die durch Becken beeinflusste SS 12-Entwässerung heranzuziehen.
- Für die Beurteilung der Auswirkungen der nicht durch Becken beeinflusste Autobahnenentwässerung wird die 5-jährliche Spitzenregenspende herangezogen.

##### 8.2.1.1 Bemessungsregenspende $r_{n,t}$

Die maßgeblichen Regenspenden wurden aus der tabellarischen Zusammenstellung der jährlichen maximalen Niederschlagsspenden für verschiedene Niederschlagsdauern an der Messstelle Brixen (Daten des Hydrographischen Amtes Bozen mit Schreiben vom 8. März 2004) nach folgender Methode ausgewertet:

Die Daten entstammen Messungen aus dem Zeitraum 1924 bis 2001, wobei insbesondere für Niederschlagsdauern kleiner einer Stunde bis in die 60er Jahre wesentliche Datenlücken

bestehen, die jedoch für die gewählte Auswertungsmethode und ihre Ergebnisse unbedeutend sind.

Für die vorliegende Bemessung wurden die Daten getrennt für 15 Minuten, 1 Stunde, und 24 Stunden jeweils in Klassen (Abstände je 1 Millimeter Niederschlag) eingeteilt und für diese Klassen die jeweiligen Über- und Unterschreitungshäufigkeiten ermittelt.

Die folgende statistische Auswertung dieser Datensätze wird mit Hilfe einer logarithmischen Normalverteilung graphisch vorgenommen. Diese Verteilung entspricht in einem „Wahrscheinlichkeitspapier mit logarithmischer Teilung“ einer Geraden, das heißt, dass die empirischen Datensätze mit ihrer Summenhäufigkeit auf der symmetrisch (doppelt) logarithmischen Wahrscheinlichkeitsachse und mit ihrem Niederschlag auf der einfach logarithmischen Achse eingetragen werden, und die statistische Verteilung mittels einer Regressionsgeraden angenähert werden kann. Diese Gerade erlaubt sodann eine einfache graphische Inter- und Extrapolation der Niederschlagsspenden für die gewünschten Wiederkehrintervalle / Summenhäufigkeiten.

Das Problem bei Extrapolationen liegt jedoch einerseits in der Eintrittswahrscheinlichkeit von 100% für das 1-jährliche Ereignis innerhalb eines begrenzten Beobachtungszeitraumes, da es ja naturgemäß immer einen empirischen Mindestwert gibt, der jedenfalls mindestens einmal erreicht wurde. Je länger jedoch die Beobachtungsdauer wäre, desto kleiner wäre (wahrscheinlich) dieser Mindestwert, der dann das 1-jährliche Ereignis in dieser Zeitspanne markierte. Sichtbar wird dieses Randproblem am Wahrscheinlichkeitspapier, das theoretisch „unendlich“ sein müsste, praktisch aber bei 0,1% beginnt und bei 99,9% endet.

Andererseits gibt es naturgemäß im Randbereich eine nicht-lineare Verteilung der Daten, das heißt, dass es auch bei unendlicher Beobachtungsdauer (praktisch) keinen unendlich kleinen Mindestwert gibt, sondern dieser Mindestwert einem natürlichen, aber unbekannten „Grenzwert“ zustrebt. Unter Berücksichtigung dieser theoretischen Probleme und der erforderlichen Genauigkeit wurden daher für die 1-jährlichen Daten die „wahrscheinlichkeitstheoretisch unkorrekten“ jeweiligen Mindestwerte innerhalb der (durchaus ausreichend langen) Beobachtungsdauer herangezogen. Diese Werte liegen zudem hinsichtlich einer Dimensionierung von Anlagen auf der sicheren, weil immer höheren Seite. Die Daten für die 5-jährlichen Ereignisse entstammen dagegen der o.g. Summenhäufigkeitsauswertung.

Im Sinne einer Plausibilitätsüberprüfung wurden die erhaltenen Daten danach mit bekannten Datensätzen anderer Stationen verglichen und als brauchbar eingestuft.

Für die Festlegung der Ereignisintensität ist die Regendauer  $t$  heranzuziehen. Die Regendauer  $t$  wird

- für die Berechnung des Spitzenzuflusses ( $q_{\max}$ ) entweder strangweise jener rechnerischen Fließzeit gleichgesetzt, ab der das gesamte Einzugsgebiet zum Abfluss beiträgt oder vereinfacht generell mit 15 Minuten angenommen.

Im gegenständlichen Projekt wird für die Wasserableitung bis zu den Anlagen zur Wasserbehandlung vereinfacht mit einer Regendauer von 15 Minuten gerechnet.

- für andere Dimensionierungsnotwendigkeiten gesondert festgesetzt (Stundenniederschlag, Tagesniederschlag).

Im gegenständlichen Projekt ist im Einzugsgebiet nur mit geringem Hangwasseranfall zu rechnen. Die Form des Einzugsgebiets wird durch eine im Verhältnis zur Breite wesentlich größere Längserstreckung bestimmt, wobei die variable Gesamtbreite von der Einschnittstiefe bzw. vom Abstand zur A22 Brennerautobahn abhängt. Die rechnerische Fließzeit wird daher hauptsächlich durch die Länge des Einzugsgebiets definiert, liegt aber jedenfalls weit unter der angenommenen Regendauer von 24 Stunden. Für eine korrekte Anlagendimensionierung ist daher eine Berücksichtigung des Niederschlags der gesamten Hang- bzw. Böschungseinzugsflächen erforderlich.

#### 8.2.1.2 Abflussbeiwert $\psi$

Für die in Pkt. 8.2.1.3 festgelegten Teileinzugsflächen werden die Abflussbeiwerte wie folgt angenommen.

Fahrbahn (versiegelte Straßenfläche inkl. Bankett)	$\psi = 0,9$
Straßenböschung	$\psi = 0,6$
begrünte Entwässerungsmulde	$\psi = 0,15$
Rekultivierung (inkl. Flächen mit sehr geringen Hangneigungen)	$\psi = 0,15$

#### 8.2.1.3 Einzugsgebietsfläche F

Die Festlegung des Einzugsgebietes erfolgt durch die Entwässerungsabschnitte, welche sich durch verschiedenste Randbedingungen eingrenzen lassen.

Die Entwässerungsbereiche quer zur Straßenachse lassen sich nach der Art bzw. Richtung der Querneigung der Fahrbahn einteilen:

Im Einschnitt entwässern die Fahrbahn, das Bankett und die Böschungsflächen über eine Mulde mit Muldeneinlaufschächten in den darunter liegenden Rohrkanal.

Die Begrenzungen der Abschnitte in der Längsrichtung ergeben sich normalerweise durch Hochpunkte in der Nivellette. Weitere Begrenzungen stellen naturgemäß immer Brückenobjekte dar, an denen die Längsentwässerung in Form von Rohrleitungen und Mulden unterbrochen werden muss. Beides ist im vorliegenden Projekt nicht zutreffend. Die einzigen Begrenzungen sind durch Änderungen der Querneigung der SS12, bestehende Ausleitungen der Brennerautobahn sowie durch Anfang und Ende von Stützmauern gegeben.

#### 8.2.2 Maßnahmen der Straßenwasserableitung

Wie erwähnt, ergibt sich aus der Querneigung der Fahrbahn eine Zweiteilung der Entwässerungsabschnitte quer zur Straßenachse. Die Frostschutzschicht entwässert am Planum zu den Drainagen unterhalb der Mulden. Diese Drainagerohrleitungen sind als Drainagerohre bzw. Mehrzweckrohre in der Abstufung von DN250, DN315 und DN400 vorgesehen.

Die Entwässerung erfolgt über Einlaufschächte (Straßenabläufe und Muldeneinlaufschächte) in diese Mehrzweckrohre.

Die Dimensionierung der Kanäle erfolgt für die Mehrzweckrohre nach Abflusswertediagrammen. Die Dimensionierung aller anderen Rohrleitungen wird nach Prandtl-Colebrook für eine absolute Rauigkeit  $k_b = 0,25$  mm (Kunststoffrohre) durchgeführt. Das Gefälle wird hier durch ein Mindestgefälle von 0,3% bestimmt. Der Mindestdurchmesser wird bei Kunststoffrohren mit 20cm festgelegt.

Das maßgebliche Regenereignis zur Dimensionierung der Straßenwasserableitung und in weiterer Folge von Sammelschächten hat eine Jährlichkeit von 5. Als maßgebliche Regendauer wird generell 15 Minuten gewählt (siehe Pkt. 8.2.1.1). Daraus ergeben sich **167 l/s.ha Bemessungsniederschlag** für die Straßenentwässerung.

### 8.2.3 Maßnahmen der Straßenwasserbehandlung

Auf Grundlage der unterschiedlichen Randbedingungen wurden folgende Maßnahmen der Straßenwasserableitung und der Straßenwasserbehandlung ausgewählt. Die Gestaltungsmöglichkeiten für das Entwässerungssystem sind in diesem Fall durch die Lage der projektierten Straße zur A22 Brennerautobahn und zum Gelände, durch den Untergrundaufbau und durch das Vorhandensein lediglich weniger künstlicher Vorfluter eingeschränkt. Dies bedingt den aufwendigen Längstransport von Wässern in Mulden und Kanälen zu den Vorflutern. Die Auswahl der geplanten Maßnahmen und ihre Abhängigkeit von den genannten Randbedingungen seien hier generell festgehalten:

- Entwässerung über die Böschungsschulter:  
In jenen Abschnitten wo das Straßenplanum über dem bestehenden Gelände liegt, ist bei entsprechender Fahrbahnquerneigung die freie Entwässerung über die Böschungsschulter möglich. Die Wässer versickern flächig über den Straßendamm und im angrenzenden Gelände. Ein etwaiger Schadstoffeintrag in den Untergrund erfolgt nicht konzentriert, die Filter- und Reinigungswirkung wird durch den Oberboden sichergestellt. Im gegenständlichen Projekt ist diese Art der Entwässerung vor allem im Bereich von Ausschlitzungen und Auffüllungen und im Dammbereich nördlich der Autobahnraststation Plose möglich.
- Entwässerung durch Maßnahmen der Längsentwässerung:  
Bedingt durch die bestehende Autobahnböschung (westseitige Einschnittssituation entlang der gesamten Trasse) sind bei gleichzeitigen ostseitigen Einschnitten oder Stützmauern die Wässer über Mulden, Drainagen und Rohrkanäle in Trassenlängsrichtung zu befördern, an den Abschnittsendpunkten zu sammeln, und zu den Vorflutern zu transportieren.

## 8.3 Dimensionierung der Straßenwasserableitung

In den Entwässerungslageplänen sind sämtliche Entwässerungseinrichtungen dargestellt und die Dimensionierung dieser Einrichtungen erfolgt in nachfolgenden Tabellen:

### 8.3.1 Rohrleitungen

Für den Abfluss maßgebende Rohrleitungen:

Strang	Gefälle [%]	$Q_{n=5}$ [l/s]	Rohrart	RohrØ [mm]	$Q_{zul}$ [l/s]
KS 163 - KS 162	1,55	65	PP	250	94
KS 134 - Becken	1,39	172	PP	400	308

### 8.3.2 Versickerungsbecken

Nachweis Beckenvolumen:



## Dimensionierung einer Versickerungsmulde nach ATV- DVWK-A 138

Versickerungsbecken Vahrn

### Auftraggeber:

Autonome Provinz Bozen - Südtirol  
Ressort für Bauten  
Amt für Straßenbau Nord/Ost

### Muldenversickerung:

Beckenlänge: 50m / Beckenbreite: 10m      Einstauhöhe gew.: 150 cm

**Eingabedaten:**  $V = [(A_u + A_s) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_s \cdot k_f / 2] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$

Einzugsgebietsfläche	$A_E$	m <sup>2</sup>	8.220
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (ATV-DVWK-A 138)	$\Psi_m$	1	1,00
undurchlässige Fläche	$A_u$	m <sup>2</sup>	8.220
Versickerungsfläche	$A_s$	m <sup>2</sup>	500
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	$k_f$	m/s	5,0E-05
gewählte Regenhäufigkeit	$n$	1/Jahr	0,2
Zuschlagfaktor	$f_z$	1	1,2

### örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	286,0
10	211,0
15	167,0
30	103,0
60	58,0
90	41,0
120	32,0

### Berechnung:

V [m <sup>3</sup> ]
85,3
123,5
143,8
167,0
164,5
150,7
133,1

### Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	30
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	103
<b>erforderliches Muldenspeichervolumen</b>	<b>V</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>167,0</b>
Einstauhöhe in der Mulde	$z_M$	m	0,33
Entleerungszeit der Mulde	$t_E$	h	3,7

### Bemerkungen:

Vorhandenes Beckenvolumen = 800 m<sup>3</sup>

## Dimensionierung einer Versickerungsmulde nach ATV- DVWK-A 138

Versickerungsbecken Vahrn

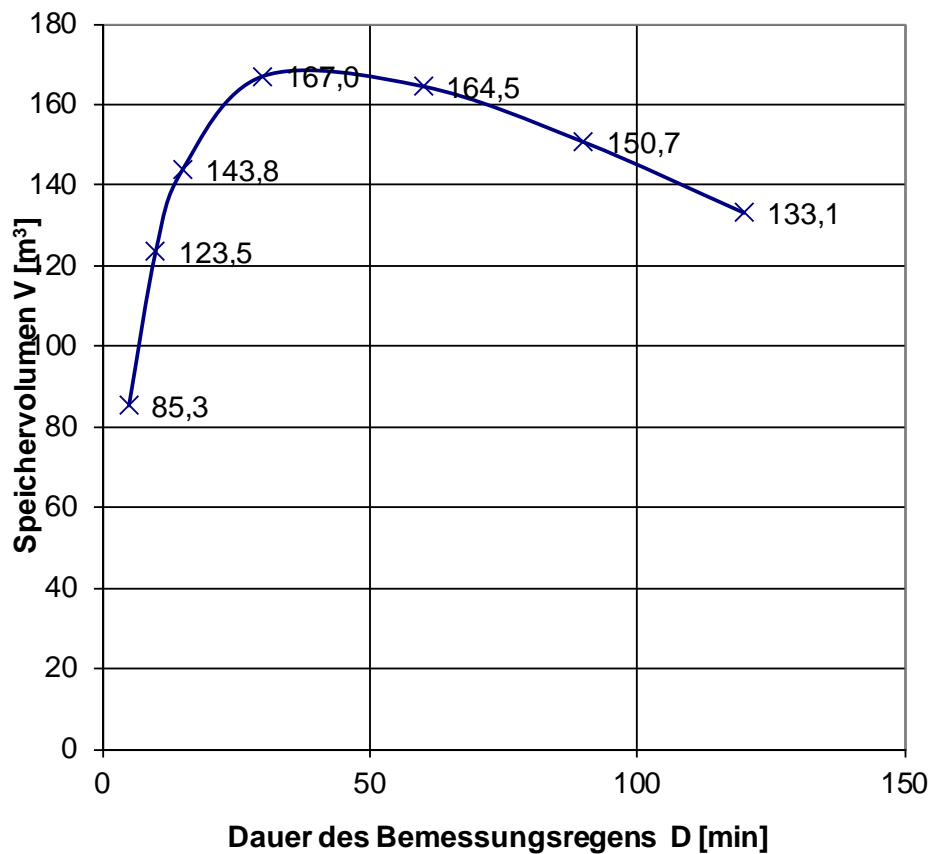
### Auftraggeber:

Autonome Provinz Bozen - Südtirol  
Ressort für Bauten  
Amt für Straßenbau Nord/Ost

### Muldenversickerung:

Beckenlänge: 50m / Beckenbreite: 10m      Einstauhöhe gew.: 150 cm

### Muldenversickerung



## 8.4 Vorfluterbeurteilung

Die Entwässerung der Straßenwässer der Umfahrung Vahrn erfolgt in neu zu schaffende Mulden (bzw. Kanäle), wobei diese Vorflutssysteme abschnittsweise gleichzeitig auch als neue Vorfluter der bestehenden und aufzunehmenden Autobahntwässerung dienen. Die Wässer werden danach gemeinsam in die bestehenden Autobahnvorflutssysteme (Kanäle) eingeleitet.

Die zusätzlichen Ausleitungen der SS12 ziehen aber aufgrund der im Vergleich zu den vorhandenen relativ großen Wassermengen der A22 nur unwesentliche Änderungen für die Autobahnvorfluter (Kanäle) nach sich, und haben mit Sicherheit keine negativen Einflüsse auf die nachfolgenden öffentlichen Gewässer (diese haben schon bisher alle Autobahntwässerungen praktisch ohne nennenswerte Retention schadlos aufgenommen).

Bestehende Autobahnwässer, die unverändert aufgenommen und mit lediglich veränderter Kanal- oder Muldenführung dem gleichen Vorfluter zugeführt werden, werden dagegen nicht gesondert beurteilt. Dies betrifft insbesondere die bestehende Autobahntwässerung in den Schaldererbach, die weder qualitativ noch quantitativ verändert wird.

Diese Kapazitätsbeurteilungen sind in Form von Tabellen berechnet und zusammengefasst.

### 8.4.1 Umfahrungsstraße Knoten Vahrn Nord - Ausleitung Versickerungsbecken

Die Straßenoberflächenwässer des Streckenabschnittes Tunnel Raststation bis Knoten Vahrn Nord werden durch den Tunnel Vahrn und den Tunnel Raststation nach Süden geführt und gemeinsam mit den in diesem Bereich anfallenden Straßenwässern in das Versickerungsbecken ausgeleitet. Die Oberflächenwässer der A22 im Bereich Tunnel Vahrn werden in einem Graben über dem Tunnel wie bisher gesammelt und in den bestehenden Kanal DN800 im Bereich der Kaserne ausgeleitet. Dieser Kanal bringt bereits Teile des gesammelten Böschungswässer zwischen Autobahn und SS12 mit, und wurde mangels genauerer Unterlagen dem Gefälle nach geschätzt und daraus die maximale Kapazität abgeleitet, welche jedenfalls um ein Vielfaches größer als die zusätzlichen maximalen Einleitungen durch den neuen Geh- und Radweg neben der SS12 (max. 5 l/s) ist. Die grundsätzliche Zustimmung des bisherigen Betreibers (A22 Brennerautobahn) wurde dazu bereits eingeholt.

## 9 QUERUNG SCHALDERERBACH

Die Umfahrungstrasse quert nördlich des Kasernengeländes unter ausgesprochen beengten Verhältnissen zuerst die Vahrner Straße und danach den Schaldererbach. Die Machbarkeitsstudie ging dabei vornehmlich aus Lärmschutzgründen von einem Tunnel unter dem Schaldererbach aus. Dieses Argument wog auch in der Diskussion des Trassenvergleichs so schwer, dass die Tunnellösung beibehalten wurde.

Der Nachteil dieser Lösung liegt neben den wesentlich höheren Investitions- und Erhaltungskosten in den höhenbestimmenden Lagen sowohl der Vahrner Straße als auch des Schaldererbaches. Um die Tunnellänge zu optimieren, wurde unter Berücksichtigung des Ausführungsprojekts „Anpassung der Zufahrt nach Vahrn“ der Tunnel in diesem Bereich soweit gehoben, bis die Tunneldecke an die ungebundene Tragschicht (Frostschuttschicht) der Vahrner Straße stößt. Um diese Maximalhöhe umsetzen zu können, muss aber auch die Sohle des Schaldererbaches geringfügig gehoben werden.

Dazu wurde nach Festsetzung der erforderlichen Anhebung ein Gespräch mit dem zuständigen Amt für Wildbach- und Lawinenverbauung geführt, um die grundsätzliche Machbarkeit dieser Maßnahme abzuklären. Dieses Gespräch ergab, dass das Amt keine grundsätzlichen Vorbehalte gegen eine derartige Veränderung der bestehenden, gepflasterten Bachsohle hat, solange die gegebene Hochwassersicherheit durch gleichzeitige und sohlparallele Hebung der Ufermauern bestehen bleibt.

Es erfolgt somit eine lokale Hebung der Bachsohle im Bereich der Tunnelquerung unter folgenden Randbedingungen:

- \* Hebung oberwasserseits 0 cm
- \* Hebung unterwasserseits ca. 90 cm
- \* Blocksteinrampe im Anschluss an die Hebung
- \* Pflasterung der Bachsohle mit einzelnen verankerten Störsteinen
- \* Aufhöhung der bachbegleitenden Ufermauern parallel zur Sohlhebung zumindest bis unterstrom der Blocksteinrampe

Die Hochwasserangaben im Bereich der Mündung (knapp unterhalb der Querung) lauten gemäß der allgemeinen Bachbeschreibung:

HQ	ca. 60 m <sup>3</sup> /s
MQ	ca. 0,85 m <sup>3</sup> /s
MNQ	ca. 0,27 m <sup>3</sup> /s

## 10 TUNNEL RASTSTATION UND VAHRN

### 10.1 Tunnel Raststation

Der Tunnel Raststation ist ein 255 m langer Tunnel in Deckelbauweise bzw. in offener Bauweise, welcher sich von km 3+261 bis km 3+516 erstreckt. Die Tunneltrasse führt nahe der Autobahn A22 vorbei und befindet sich teilweise direkt unter der Verkehrs-/Parkfläche der Autobahnraststation Plose.

Um den Parkplatzbetrieb der Raststation nicht zu sehr zu beeinträchtigen, wird von km 3+285 (24 m nach dem Südportal) bis km 3+381 auf eine Länge von 96 m der Tunnel in Deckelbauweise (Bohrpfahlwände mit Deckel) hergestellt. Der 12 m lange Südportalblock, der Aufweitungsblock und der weitere Tunnel von km 3+381 bis 3+516 (135 m) werden in Offener Bauweise (geschaltes Rahmenbauwerk) errichtet.

Der Tunnel befindet sich im Aufschüttungskegel der Autobahn A22 und der Autobahnraststation Plose. Er wird im Endzustand größtenteils mit ca. 3,0 m Überdeckung eingeschüttet. Um die Parkplatzfläche der Raststation zu vergrößern, wird nun die Böschungsgeometrie des Schüttkegels in Richtung des Sportplatzanlage Vahrn verändert, indem bereichsweise eine Steinmauer neben dem Tunnelbauwerk hergestellt wird.

#### 10.1.1 Querschnitt

Der lichte Querschnitt des Tunnels ist definiert durch eine lichte Höhe über FOK von 5,56 m in Tunnelachse und einer lichten Weite von 10,70 m, welche sich aus einer Fahrbahnbreite von 8,50 m und beidseitigen erhöhten Seitenstreifen von je 1,10 m Breite zusammensetzt.

Aufgrund des engen Bogenradius und der hohen Querneigung werden zur Berücksichtigung des Bogenstiches des Blockpolygons die erhöhten Seitenstreifen von 1,0 m auf 1,10 m verbreitert. Die maximale Querneigung der Straße, resultierend aus dem minimalen Bogenradius von 400 m, beträgt 4%.

Die Bohrpfähle der Deckelbauweise werden tangierend angeordnet und mit einem Durchmesser von 1,20 m ausgeführt. Sollten beim Bohren Findlinge angetroffen werden, so können diese bei 1,20 m Pfahldurchmesser leichter ausgebaggert werden. Nach dem Aushub bis UK Deckel wird der 1,20 m starke Deckel armiert und betoniert. Dieser Deckel kann in die Bohrpfähle mit Hilfe einer Rahmeneckbewehrung eingespannt werden. Nachdem der Stahlbeton des Deckels die nötige Haftzugfestigkeit besitzt, kann er abgedichtet, mit einem Schutzbeton versehen und wieder eingeschüttet werden, so dass der Parkplatz des Rastplatzes wieder uneingeschränkt benutzt werden kann. Zeitgleich mit dem Einschütten kann mit den Ausgrabungsarbeiten unter dem Deckel begonnen werden. Nach dem Aushub werden die Bodenplatte und die 30 cm starken Vorsatzwände, danach die Vorsatzwände selbst und der weitere Innenausbau hergestellt.

Die herkömmliche Offene Bauweise wird üblicherweise, z.B. mit Hilfe eines Schalwagens, errichtet. Vorlaufend wird die Bodenplatte armiert und betoniert. Danach werden blockweise

die 80 cm starken Wände und die 1,20 m dicke Tragwerksdecke in einem Betoniervorgang (Schalwagen) hergestellt.

Portalquerschnitte:

Beide Tunnelportale werden entsprechend der architektonischen Gestaltung im Eingangsbereich ausgebildet. Im anschließenden Regelbereich der Portalblöcke hat der Querschnitt folgende Abmessungen:

Südportal (Block 1 von km 3+261 bis km 3+273):

Sohlplatte: Dicke 80 cm bei Innenkante Wand mit 1,5% Neigung zur Tunnelmitte.

Wände: Dicke 80 cm mit 10 cm Aussparung für Lärmschutzverkleidung (effektive Betonstärke somit 70 cm).

Decke: Übergang vom Dachprofil zu schrägem Pult mit einer Mindestneigung von 1,5%

Nordportal (Block 22 von km 3+509 bis km 3+516):

Sohlplatte: Dicke 80 cm bei Innenkante Wand mit 1,5% Neigung zur Tunnelmitte.

Wände: Dicke 80 cm mit 10 cm Aussparung für Lärmschutzverkleidung (effektive Betonstärke somit 70 cm).

Decke: Dachprofil mit 1,5% Neigung auf beide Seiten.

Die Regelblocklänge beträgt 12,0 m. Der Nordportalblock 22 und der anschließende Tunnelblock 21 sind Passblöcke mit 7,0 m bzw. 8,0 m Blocklänge.

Die Blockfugen werden als Pressfugen ausgeführt und mit einem Dehnfugenband abgedichtet.

Die Fugen der Portalblöcke zu den Tunnelblöcken und zu den anschließenden Flügelmauern werden als Bewegungsfugen mit Fugeneinlage und Dehnfugenbändern ausgebildet.

#### 10.1.2 Baugrubensicherung

Der Tunnel wird im südlichen Teil in Deckelbauweise und im nördlichen Teil in einer Offenen Baugrube errichtet.

Im Bereich der Offenen Bauweise sind bergseitig steile Böschungsflanken mit entsprechender Sicherung in Form von Spritzbeton und Ankern bzw. gegebenenfalls abschnittsweise in Form von Bohrpfählen aus Ortbeton erforderlich.

Zur Erhaltung der Mobilfunkanlage im Portalbereich Süd ist bereichsweise auch talseitig eine steile Böschung mit Sicherung in Form von Spritzbeton und Ankern vorgesehen.

Die übrigen talseitigen Abschnitte können ohne Sicherung frei geböscht werden.

### 10.1.3 Abdichtung und Entwässerung

Der Grundwasserspiegel liegt unterhalb der Tunnelsohle. Zur Aufnahme anfallender Sickerwässer wird beidseitig eine Drainageleitung angeordnet.

Die Abdichtung der Seitenwände und der Decke gegen Sickerwässer erfolgt mittels Bitumenbahnen.

Die Entwässerung der Hang- und Fahrbahnwässer erfolgt getrennt.

Die Hangwässer werden in Drainageleitungen gesammelt, abgeleitet und im Portalbereich Süd in das Versickerungsbecken ausgeleitet.

### 10.1.4 Fahrbahnentwässerung

Auf der Fahrbahn ist mit Anfall von verschiedenen Flüssigkeiten bei der Tunnelreinigung, bei Unfällen (Ausfließen von Schadstoffen) und beim Löschen von etwaigen Tunnelbränden zu rechnen. Da es sich dabei auch um brennbare und gefährliche Flüssigkeiten handeln kann, ist zu trachten, diese möglichst rasch von der Fahrbahn abzuleiten.

Die Fahrbahnwässer werden in Einlaufschächten gefasst und in eine Sammelleitung aus PP-Rohren eingeleitet. Die Einlaufschächte werden mit einem Siphon ausgerüstet, um brennende Flüssigkeiten zu löschen.

Die Bemessung der Einlaufschächte und deren Abstand wird von der bei anderen Tunnelprojekten bewährten Vorgabe bestimmt, dass 200 l/s punktuell abfließende Flüssigkeit innerhalb von 200 m vom Kanalsystem aufzunehmen sind. Dieser Forderung kann durch die Anordnung von Doppeleinlaufgittern im Abstand von 48 m entsprochen werden.

Die in der Sammelleitung abfließenden Flüssigkeiten werden in ein Auffangbecken am Südportal eingeleitet. Der Inhalt des Auffangbeckens wird gemäß Vorgabe des Amtes für Gewässerschutz mit 16,5 m³ festgelegt.

Das Auffangbecken wird über einen Notüberlauf mit der Straßenentwässerung im folgenden Voreinschnitt verbunden. Zur Entleerung des im Auffangbecken gesammelten Wassers ist ein Grundausruf vorgesehen. Der Normalfall sieht vor, dass das im Auffangbecken gesammelte Wasser bei geringer Verschmutzung durch Entleeren in die örtliche Schmutzwasserleitung eingeleitet wird. Bei erheblicher Verschmutzung ist es erforderlich die Flüssigkeit des Auffangbeckens in einen Tankwagen abzupumpen und ordnungsgemäß zu entsorgen.

Das Auffangbecken wird zusätzlich mit einer Sonde zur Messung der Füllhöhe und mit einer mineralölabscheidenden Tauchwand ausgestattet.

## 10.2 Tunnel Vahrn

Der Tunnel Vahrn ist ein 590 m langer Tunnel in Deckelbauweise bzw. in offener Bauweise, welcher sich von km 3+800 bis km 4+390 erstreckt. Dieser Tunnel liegt abschnittsweise sehr nahe an der A22 Brennerautobahn, die auf einem geschütteten Damm verläuft. Die Dammböschung kommt im Endzustand über weite Strecken auf dem Tunnel zu liegen, zum Teil stehen seitlich neben dem Tunnel hohe, die Autobahn stützende Mauern. Abhängig

vom Abstand zur Autobahn und von den Autobahnbauwerken werden unterschiedlich angepasste Konstruktionen gewählt.

Zu unterscheiden ist zwischen einem geschlossenen Kasten und dem Tunnel in Deckelbauweise (Bohrpfahlwände mit Deckel). Der geschlossene Kasten wird überall dort angeordnet, wo die Platzverhältnisse den Bau einer getrennten Baugrubensicherung erlauben. Dort, wo dies nicht möglich ist, wird die Deckelbauweise gewählt.

Die Aufteilung dieser Bauweisen ist wie folgt:

km 3+800 bis km 3+811,000	Kasten, Portal Süd
km 3+811,000 bis km 4+087,000	Kastenquerschnitt
km 4+087,000 bis km 4+248,000	Deckelbauweise
km 4+248,000 bis km 4+380,000	Kastenquerschnitt
km 4+380,000 bis km 4+390	Kasten, Portal Nord

Der lichte Querschnitt des Tunnels ist definiert durch eine lichte Höhe von 5,45 m und eine lichte Weite von 10,50 m. Die maximale Querneigung der Straße beträgt 4,0%. Die Bodenplatte ist zur Tragschichtentwässerung in der Mitte oberflächlich 1,5% geneigt. In der Bodenplatte werden Entwässerungsleitungen geführt. Dazu wird die Bodenplatte lokal nach unten auf 0,70 m verstärkt.

## 10.2.1 Kasten

### 10.2.1.1 Regelquerschnitt

Der Querschnitt ist ein geschlossener rechteckiger Rahmen. Die geschlossene Bodenplatte wird aufgrund des anstehenden Grundwassers gewählt.

Im Eingangsbereich bei den Portalen wird der konstruktive Querschnitt links und rechts um je 0,10m aufgeweitet, um Platz für eine Lärmschutzverkleidung zu bieten.

Der Tunnel wird in der Regel mit horizontaler Decke und Bodenplatte hergestellt. Die Decke erhält oben ein Dachprofil mit 1,5% Querneigung

In Abhängigkeit von der Belastung erhält der Kasten unterschiedliche Platten- und Wandstärken.

#### Typ K1

Der Kasten Typ K1 wird in den Bereichen mit der höchsten Überschüttung angeordnet. Es handelt sich um die Abschnitte

km 3+979,000 bis km 4+087,000

km 4+248,000 bis 4+260,000

Die Decke und die talseitige Wand wird mit 1,40 m Stärke hergestellt. Dies ist notwendig, da durch die hohe einseitige Einschüttung durch den Autobahndamm große Schnittkräfte auftreten. Um autobahnseitig Platz zu sparen, wird die westseitige Wand 80 cm stark belassen. Die Bodenplatte ist durchgehend 1,20 m stark.



### Typ K2

Der Kasten Typ K2 wird bei mittlerer Beanspruchung eingesetzt. Es handelt sich um die Abschnitte

km 4+395,000 bis km 4+979,000

km 4+260,000 bis km 4+308,000

Die Deckenstärke beträgt 1,00 m, die Dicke der Ostwand beträgt 1,00 m. Die Bodenplatte und die Westwand sind 0,80 m dick.

### Typ K3

Der Kasten Typ K3 wird bei geringerer Beanspruchung eingesetzt. Es handelt sich um die Abschnitte

km 3+811,000 bis km 3+895,000

km 4+296,000 bis km 4+380,000

Die Stärke der Decke und Bodenplatte beträgt 0,80 m, die Dicke der Wände beträgt 0,80 m.

#### 10.2.1.2 Portale

Die Portale entsprechen von den Grundabmessungen dem Kastenquerschnitt Typ K3. Sie sind auf den portalnahen letzten 3 Metern in Decke und Wand aufgeweitet. Die sichtbaren Wand- und Deckenstirnseiten sind auf 0,30 m verjüngt.

#### 10.2.1.3 Baugrubensicherung

Der Kasten wird in einer offenen Baugrube errichtet.

Im Osten ist es in der Regel möglich, mit einer geböschten Baugrube und Nagelwände das Auslangen zu finden. Im Westen ist über große Längen eine Sicherung durch Kleinbohrpfähle oder eine aufgelöste Bohrpfahlwand notwendig.

Für die Sicherung mit Kleinbohrpfählen werden Pfähle mit einem Durchmesser 195 mm mit einem Achsabstand von 40 cm gewählt.

Die aufgelöste Bohrpfahlwand wird mit Pfählen mit 90 cm Durchmesser und einem Achsabstand von 1,70 m hergestellt. Bei dieser Aufteilung ist eine Ausfachung der Zwischenräume mit Spritzbetongewölben technisch möglich.

Die Pfähle werden mehrfach geankert. Dies ist auch notwendig, um unzulässige Setzungen der Autobahn zu verhindern.

Der Abstand der Bohrpfähle vom Tunnel ist durch den notwendigen Arbeitsraum (Abdichtung, Verfüllung), den Platz für die Ankerköpfe und die Herstellungstoleranzen bedingt.

Die Ausfachung zwischen den Pfählen ist zu perforieren, um einen Aufstau von Hangwasser hinter den Pfählen zu verhindern. Wasserzutritte sind geordnet abzuleiten.

## 10.2.2 Deckelbauweise

### 10.2.2.1 Querschnitt

Bei beengten Platzverhältnissen wird der Tunnel in Deckelbauweise errichtet. Dies ist immer dort der Fall, wo die Stützwände, Brücke und Durchlässe der A22 so nahe am Tunnel liegen, dass eine getrennte Baugrubensicherung nicht möglich ist. Die Pfähle der Deckelbauweise sind gleichzeitig Baugrubensicherung und permanente Außenwand des Tunnels.

### 10.2.2.2 Deckel

Der Deckel wird ostseitig auf die Bohrpfähle aufgelegt, westseitig in die über Deckeloberkante hinaufgeführten Pfähle eingenutet. Der Deckel wird im Regelfall horizontal errichtet und mittels Aufbeton ein Gefälle in Richtung Osten für die Abdichtung hergestellt.

Die Deckelstärke hängt von der Auflast ab.

#### Typ D1

Der Deckel Typ D1 wird in den Bereichen mit der höchsten Überschüttung angeordnet. Es handelt sich um die Abschnitte

km 4+087,000 bis km 4+123,000

km 4+164,000 bis 4+176,000

km 4+212,000 bis km 4+248,000

Die Deckenstärke beträgt 1,40 m.

#### Typ D2

Der Deckel Typ D2 wird in den Bereichen mit mittlerer Überschüttung angeordnet. Es handelt sich um die Abschnitte

km 4+123,000 bis km 4+145,497

km 4+155,960 bis km 4+164,000

km 4+176,000 bis km 4+212,000

Die Deckenstärke beträgt 1,20 m.

#### Typ D3

Der Typ D3 ist ein Sonderblock. Hier wird der Schaldererbach überführt. Da die Sohle des Baches nur gering angehoben werden soll, muss die Decke schwächer ausgebildet werden. Auf der Tunneldecke wird ein Trog aufgelegt, der das Bachbett bildet.

km 4+145,497 bis km 4+155,960

Die Deckenstärke beträgt 0,80 m

#### 10.2.2.3 Pfähle

Die Wände der Deckelbauweise werden westseitig von überschrittenen Bohrpfählen mit einem Durchmesser von 1,20 m gebildet. Der Achsabstand der Pfähle beträgt 1,00 m. Ostseitig sind die Pfähle tangierend ausgebildet.

Die autobahnseitigen Pfähle stützen die vorhandenen Bauwerke. Zum Teil kragen die Pfähle bis ca. 5 m über Deckeloberkante hinaus. Um die Lasten im Bauzustand aufnehmen zu können, müssen diese Pfähle geankert werden.

Zur Ableitung von Hangwasser werden zwischen den Autobahnbauwerken und den Bohrpfählen Entwässerungsmulden errichtet. Die anfallenden Wässer sind über diese geordnet abzuleiten.

#### 10.2.2.4 Wanne

Unter dem Deckel wird eine wasserdichte Stahlbetonwanne eingebaut. Die Wandstärke beträgt 40 cm, die Bodenplatte ist 80 cm dick.

Gegen den Lastfall Auftrieb stützt sich die Wanne gegen den Deckel nach oben ab. Bei geringem Grundwasserstand wirken die ständigen Lasten und Verkehrslasten im Tunnel nach unten, so dass die Sohlplatte als gebettete Platte wirkt.

#### 10.2.2.5 Herstellung

Bauvorbereitend wird ein Arbeitsplanum auf Höhe der Fundamentoberkante der Bestandsbauwerke der Autobahn vorbereitet. Von hier werden die westseitigen Pfähle gebohrt. Parallel können die ostseitigen Pfähle hergestellt werden, die aber nur bis auf Höhe der Deckelunterkante betoniert werden.

Jetzt kann der Aushub bis auf Unterkante Tunneldecke erfolgen. Wo erforderlich werden die Pfähle von Zwischenebenen aus geankert.

Der Deckel wird auf einer Sauberkeitsschicht mit entsprechender Überhöhung betoniert. Nach dem Aushärten kann unter ihm der weitere Aushub erfolgen. Die Einschüttung auf dem Deckel erfolgt vorerst ohne Wiederherstellung der Autobahnböschungen. Nach Erreichen der Tragfähigkeit kann die Restaufschüttung auf dem Deckel erfolgen.

#### 10.2.3 Abdichtung

Der Tunnel Vahrn steht auf nahezu seiner ganzen Länge im Grundwasser. In Bereichen ist das Grundwasser bis ca. Oberkante des Tunnels zu erwarten.

Aus diesem Grund wird der Tunnel als wasserdichte Stahlbetonkonstruktion ausgebildet. Die Trogaußenwände erhalten eine Folienabdichtung. In den Arbeitsfugen werden Dichtfugenbänder eingelegt, in den Raumfugen ausreichend dimensionierte Dehnfugenbänder. Die Fugenbänder werden so miteinander verbunden, dass ein dichtes Gesamtsystem erhalten wird.

An den schwierig herzustellenden Fugen, wie z.B. beim Übergang von der Wannenwand zum Deckel, werden zusätzlich Injektionsschläuche verlegt.

Die Decken erhalten zusätzlich eine Bitumenfolienabdichtung.

#### 10.2.4 Grundwasserableitung

Die überwiegend im Sohlbereich anstehenden lakustrinen Sedimente sind wasserempfindlich. Sie werden unmittelbar vor Herstellung der Bodenplatte gegen nichtbindigen, gut verdichtbaren Boden ausgetauscht.

Eine Längsströmung des Grundwassers entlang des Tunnels ist nicht erwünscht, da diese die vorhandenen Grundwasserströme stark verändern würde. Die gewählte Bauweise verhindert derartige Ströme. Um den Abfluss der Hangwässer quer zum Tunnel zu ermöglichen, werden abschnittsweise unter dem Tunnel Schotterdüker angeordnet. Dadurch wird zusätzlich zur Überströmung eine Wasserwegigkeit mittel Unterströmung geschaffen. Vor der Einschüttungen ist erforderlich die Baugrubenwände gezielt durchzustößen.

#### 10.2.5 Fahrbahntwässerung

Auf der Fahrbahn ist mit Anfall von verschiedenen Flüssigkeiten bei der Tunnelreinigung, bei Unfällen (Ausfließen von Schadstoffen) und beim Löschen von etwaigen Tunnelbränden zu rechnen. Da es sich dabei auch um brennbare und gefährliche Flüssigkeiten handeln kann, ist zu trachten, diese möglichst rasch von der Fahrbahn abzuleiten.

Die Fahrbahnwässer werden in Einlaufschächten gefasst und in eine Sammelleitung aus PP-Rohren eingeleitet. Die Einlaufschächte werden mit einem Siphon ausgerüstet, um brennende Flüssigkeiten zu löschen.

Die Bemessung der Einlaufschächte und deren Abstand wird von der bei anderen Tunnelprojekten bewährten Vorgabe bestimmt, dass 200 l/s punktuell abfließende Flüssigkeit innerhalb von 200 m vom Kanalsystem aufzunehmen sind. Dieser Forderung kann durch die Anordnung von Doppeleinlaufgittern im Abstand von 48 m entsprochen werden.

Die in der Sammelleitung abfließenden Flüssigkeiten werden in ein Auffangbecken am Südportal eingeleitet. Der Inhalt des Auffangbeckens wird gemäß Vorgabe des Amtes für Gewässerschutz mit 16,5 m³ festgelegt.

Das Auffangbecken wird über einen Notüberlauf mit der Straßenentwässerung im folgenden Voreinschnitt verbunden. Zur Entleerung des im Auffangbecken gesammelten Wassers ist es erforderlich, die Flüssigkeit des Auffangbeckens in einen Tankwagen abzupumpen.

Das Auffangbecken wird zusätzlich mit einer Sonde zur Messung der Füllhöhe und mit einer mineralölabscheidenden Tauchwand ausgestattet.

### 10.3 Betriebsgebäude

Das gemeinsame Betriebsgebäude für die Tunnel Raststation und Vahrn befindet sich beim Südportal des Tunnel Vahrn.

## **11 STÜTZMAUERN**

Am Nordportal des Tunnels Raststation ist von km 3+516 bis km 3+528 westseitig eine Stützmauer erforderlich.

Nach dem Nordportal des Tunnels Vahrn wird rechtsseitig von km 4+390 bis km 4+434,6 eine Winkelstützmauer hergestellt. Vor dem Südportal des Tunnels Vahrn wird rechtsseitig von km 3+752 bis km 3+800 eine Winkelstützmauer hergestellt.

Die Wandoberflächen sind Sichtbeton. Sämtliche Mauern erhalten eine Verkleidung aus stehenden Fertigteilelementen. Die Fertigteilelemente bestehen aus einer Tragschale und einer schallschluckenden Porenbetonauflage.

Mauern mit geringer Höhe sind einfache Winkelstützmauern. Die Mauerkrone ist 0,30 m stark. Hinter der Mauer wird eine Mulde ausgebildet.

Bei größeren Mauerhöhen wird eine Spornmauer errichtet. Der Sporn wird in solcher Höhe angeordnet, die ein Verfüllen problemlos ermöglicht.

## 12 LÄRMSCHUTZWÄNDE

An der Umfahrungsstraße wird auf der freien Strecke zwischen dem Tunnel Raststation und dem Tunnel Vahrn auf der Ostseite eine durchgehende hochabsorbierende Lärmschutzwand mit Holzpaneelen errichtet. Die Lärmschutzwand ist 238 m lang und hat variable Höhe (mind. 2,5 m hoch).

Sämtliche Stützmauern werden mit schallabsorbierenden Elementen aus Porenbeton verkleidet, während die Tunneleingangsbereiche mit Aluminium-Paneele versehen werden.

## 13 ZUFAHRT RASTSTATION UND GEH- UND RADWEG

Bei ca. km 3+470 quert die Umfahrungsstraße die Zufahrtsrampe zur Raststation Plose so tief, dass die Lage und Höhe der Zufahrt kaum geändert werden muss. Um die Umfahrungsstraße überqueren zu können, wird die Zufahrt Raststation Plose nach dem Bau des Tunnels Raststation in annähernd gleicher Lage und geringfügig höher wiedererrichtet. Im Zuge dieser Wiedererrichtung wird auch die Parkfläche neu gestaltet und vergrößert, und es wird ein neuer Geh- und Radweg zwischen der A22 und der Umfahrungsstraße vom Parkplatz Richtung Norden bis zum bestehenden Durchlass der A22 hergestellt.

In der Zeit der Bausausführung für den Tunnel Raststation wird für die Bediensteten der Raststätte im Bereich der nahegelegenen Baustelleneinrichtungsfläche beim Militärfußballfeld ein Ersatzparkplatz für ca. 20 PKW eingerichtet. Die Bediensteten können über einen geschützten Fußweg (Steg über den Tunnel) die Raststation erreichen. Für die Zulieferer wird ein mit Hubwägen befahrbarer Zugang zur Raststätte jederzeit sichergestellt.

## 14 TUNNELAUSRÜSTUNG

Die Tunnelausrüstung ist auch Teil des vorliegenden Projektes. In Mappe 8 sind sämtliche Unterlagen zur betriebstechnischen Tunnelausrüstung enthalten und beschrieben.

## 15 AUSLEGUNG DES SICHERHEITSSYSTEMS FÜR DEN BETRIEB (ART. 26, KOMMA 1, BUCHSTABE H DES D.P.R. 207/2010)

Die Projektierung des Bauwerkes erfolgte in Übereinstimmung mit dem D.P.P. n. 28 vom 27. Juni 2006 betreffend die "Funktionellen und Geometrischen Normen für die Planung und den Bau von Strassen" der Provinz Bozen, unter Berücksichtigung der Eigenschaften der bereits realisierten und für den Verkehr geöffneten Abschnitte der Umfahrung Vahrn.

Man verweist auf die jeweiligen Dokumente und auf die diesbezüglichen Kapitel des vorliegenden Berichtes für eine genaue Definition:

- **Linienführung:** sie zeichnet sich aus durch ihre Linearität und durch die angenehme Kurvenführung mit Radien nie unter  $R = 300\text{m}$ . Die gewählte vertikale Linienführung ist vorteilhaft für die freien Sichtweiten und die Bremsstrecken.
- **Querprofil:** Das gewählte Querprofil (7A gemäß den "Funktionellen und Geometrischen Normen für die Planung und den Bau von Strassen" der Provinz Bozen – D.P.P. n. 28 vom 27 Juni 2006) mit einer Aufweitung der Fahrstreifenbreite von 3,50m auf 3,75m, analog den bereits realisierten Abschnitten, ist angemessen und ausreichend dimensioniert.
- **Ableitung Fahrbahnwässer:** man hat großen Wert auf die Ausführung von Drainagen sowohl der Fahrbahn als auch der Böschungen gelegt.
- **Kreuzungen:** Die Kreuzung Vahrn Nord wurde optimiert, um eine maximale Kapazität zu erreichen, auch unter Berücksichtigung der Verkehrsstudie, welche von der Gemeinde Vahrn in Auftrag gegeben wurde.
- **Haltebuchten:** Es wurde eine Haltebucht sowohl auf der Fahrspur Nord als auch auf der Fahrspur Süd im offenen Abschnitten zwischen den Tunneln realisiert.

Besondere Aufmerksamkeit wurde allen Einrichtungen und zusätzlichen Bauwerken geschenkt, welche zusammen mit den bereits in den letzten Kapiteln angeführten geometrischen Eigenschaften der Linienführung zur aktiven und passiven Sicherheit des Fahrzeugverkehrs beitragen. Besonders wird auf die folgenden Einrichtungen hingewiesen, welche einen zusätzlichen Beitrag zur Sicherheit des Bauwerkes leisten:

- Die Projektierung der Leitplanken erfolgte unter Berücksichtigung der aktuell gültigen Normen, des geforderten Rückhaltevermögens und durch Verwendung von zertifizierten Produkten (Leitplanke H2 PAB TE)
- Die Kreuzungsbereiche und die Abschnitte im Freien wurden mit hocheffizienten LED Lampen, welche auf Masten montiert sind, ausreichend beleuchtet.

- In den Außenbereichen werden die Straßenschilder gemäß Straßenkodex, ausgelegt um optimale Sichtverhältnisse in jeder Wetterlage zu garantieren, reflektierend der Klasse 2 ausgeführt, während im Tunnel hinterleuchtete Schilder verwendet werden.

Die Tunnel erfüllen alle Anforderungen an die geforderten Ausrüstungen und die Sicherheitsverwaltung, wie in den "Funktionellen und Geometrischen Normen für die Planung und den Bau von Strassen" der Provinz Bozen für Tunnel der Klasse C (Tunnel Vahrn) und der Klasse D (Tunnel Raststation) vorgesehen. Damit sind zusätzliche zu den gewöhnlichen technischen Ausrüstungen zur Sicherstellung des Betriebes und der Sicherheit des Tunnels folgende Ausrüstungen vorhanden:

- Feste Beleuchtungsanlage und Notbeleuchtung mit LED- Körpern
- Videoüberwachung zur Erkennung von Vorfällen im Tunnel, wie Stau oder Unfälle. Es ist eine Videoüberwachung mit Videokameras im Tunnel und an den Portalen vorgesehen.
- Radioanlage: notwendig um im Notfall im gesamten Bereich des Tunnels für den Betreiber und die Einsatzkräfte die Kommunikation aufrecht zu erhalten. Um die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer im Tunnel zu erhöhen, ist mindestens eine Radiostation vorgesehen, um Verkehrsinformationen durchzugeben und um im Notfall Anweisungen zum Verhalten über die Kommandozentrale oder den Überwachungsraum geben zu können.
- Brandmeldeanlage: die Räume der Betriebszentrale sind mit optisch/ thermischen Brandmeldern ausgestattet. Das manuelle Brandmeldesystem setzt sich aus Not-schaltern mit Glasschutz zusammen.
- Feuerlöscher: es werden zwei Feuerlöscher alle 150m vorgesehen, Pulverlöscher des Typs ABC mit einer Ladung von 6kg und einem Löschvermögen 34°-223B-C. Auch im Bereich der Portale sind zwei Feuerlöscher vorgesehen.
- Hydranten: vor jedem Portal wird ein oberirdischer Hydrant gemäß UNI 7546/8 vorgesehen.
- Höhenkontrolle: an der Kreuzung Vahrn Nord ist ein Höhenkontrollsystem für Fahrzeuge vorgesehen, welches die Durchfahrt von Fahrzeugen mit einer Höhe über 5,05m verhindert und die über der Fahrbahn installierten Ausrüstungen schützt.
- Automatisches Alarmsystem und Telefonanlage: die gesamte Verwaltung, Kontrolle und Überwachung des Tunnels, wie auch die Übertragung aller Allarme und der Notrufe erfolgen über das Telefonnetz.
- Notausgang: die Fluchtwege der beiden Tunnel führen über die jeweiligen Portale. Die Fluchtwege sind über zwei unterschiedliche Hinweissysteme, beleuchtete Schilder für die Selbstrettung und Hinweisschilder der Fluchtwege für die Wahrnehmung und die Orientierung bei der Vorbeifahrt, angezeigt. Beide Schilder zeigen den Abstand der Notausgänge an.
- 
- Optisches Führungssystem mit LED an den Rändern des Bankettes.



- Überwachungsanlage
- Anlage zur Verkehrsermittlung

Die Tunnelausrüstung wird nach dem neuesten Stand der Technik ausgelegt und beinhaltet die fortschrittlichsten auf dem Markt vorhandenen Technologien. Jede Ausrüstung wird ausreichend und umfänglich in den jeweiligen Projektbeilagen (siehe Mappe 8) beschrieben. Für vertiefte Ausführungen wird darauf verwiesen.

Das gesamte Projekt ist darauf ausgelegt, Eingriffe nach der Eröffnung für den Verkehr zu minimieren, um das geforderte Nutzungsziel zu erreichen und die Beeinträchtigungen der Verkehrsteilnehmer zu minimieren.

## 16 ARBEITSPROGRAMM – BAUDURCHFÜHRUNG

Die Baustellenorganisation und Bauphasenplanung stellt mit Ausnahme auf einige kritische Bereiche (Raststation Plose, Tunnel Vahrn im Nahbereich der Brennerautobahn mit der Unterquerung des Schalderer Baches / Vahrner Straße) aufgrund der bestehenden Geländetopographie mit einer geringen Bebauung sowie der geplanten Erschließung der einzelnen Baubereiche keine besonderen Schwierigkeiten dar. Die Bauarbeiten in den kritischen Bereichen, insbesondere für den Tunnel Vahrn mit der Unterquerung der Vahrner Straße und des Schalderer Baches und der unmittelbar an die Baustelle angrenzende Bebauung (Gebäude, Bauwerke der Brennerautobahn, usw.) sowie der vielen dort verlaufenden Werkleitungen bedürfen hingegen einer eingehenden und detaillierten Bauablaufplanung, insbesondere was die äußeren Rahmenbedingungen, wie die Zufahrtsmöglichkeiten, die Verlegung/Umlegung der Werkleitungen usw. betrifft.

Im Abschnitt der Umfahrung Vahrn Nord sind die Bauarbeiten für die zwei Tunnelbauwerke in offener Bauweise bzw. Deckelbauweise zeitlich bestimmend, wobei der Tunnel Vahrn aufgrund der beengten Platzverhältnisse und der wechselnden Bauverfahren deutlich aufwendiger und damit zeitintensiver ist. Diese Tunnel liefern auch die maßgebenden Aushubmengen, welche z. T. für die Anschüttungen und Hinterfüllungen im gesamten Baustellenbereich herangezogen werden, so dass der Bauablauf zur Vermeidung von unnötigen Massentransporten dahingehend abgestimmt werden muss.

### 16.1 Baustelleneinrichtungs- und temporäre Ablagerungsflächen für Aushubmaterial

Als Hauptbaustelleneinrichtungs- und temporäre Ablagerungsflächen für das Aushub- und Tunnelausbruchmaterial ist im Projekt die Restfläche des Militärfußballfeldes nördlich der Raststation Plose (Plan Nr. BV-V-115). In der Bauphase kann dieses Areal mittels provisorischer Baustraßen entlang der Haupttrassen bzw. über die bereits bestehenden Zufahrten von der Alten Vahrner Straße aus leicht erschlossen werden.

Im südlichen Bereich dieser Fläche muss auch der Ersatzparkplatz für die Raststation Plose errichtet werden.

Alle weiteren Bauflächen beschränken sich auf das unbedingt notwendige Ausmaß, um die geplanten Bauwerke und Maßnahmen kosten- und termingerecht unter Einhaltung der fachspezifischen Sicherheitsauflagen erstellen zu können.

## 16.2 Verkehrsführung

Die Zufahrt zur Baustelle und den Baustelleneinrichtungsflächen erfolgt für den Südabschnitt (südlich des Fußballplatzes von Vahrn) über die Trasse des Anschlusses Brixen Nord.

Für den Mittelabschnitt (Militärsporthplatz bis Schaldererbach) wird die Baustelle ebenfalls über die Alte Straße und die bestehenden Zufahrten zur Raststation Plose sowie über die bestehende Zufahrtsstraße südlich der Militärkaserne erschlossen.

Für den Nordabschnitt erfolgt die Zufahrt zur Baustelle vom Norden her über die bestehende SS12, sowie zum Tunnel Vahrn je nach Baufortschritt entweder über die Ortszufahrt nach Vahrn Oberdorf oder vom Süden her über die Trasse der Umfahrung Vahrn selbst. Der Hauptbaustellenverkehr (z.B. Massentransporte von Aushubmaterial) wird aus baupraktischen Gründen und zur Vermeidung von zusätzlichen Beeinträchtigungen / Belastungen auf dem öffentlichen Straßennetz, vorwiegend über interne Baustraßen, welche auf den Trassen der Umfahrung Vahrn errichtet werden, abgewickelt. Im Zuge der Umbauarbeiten für den Knoten Vahrn Nord wird es zu kurzfristigen, provisorischen Verkehrsumleitungen kommen.

## 16.3 Disposition des Aushubmaterials

Ausgehend von dem, in der Massenermittlung des Ausführungsprojektes errechneten, Aushub- und Aufschüttungsvolumen, wurde der Bedarf von wiederverwertbarem Material in den unterschiedlichen Bauphasen analysiert, außerdem die Mengen des überschüssigen Materials, welches an entsprechende Orte zu transportieren und dort einzubauen und definitiv zu deponieren ist.

Das Aushubmaterial der Umfahrung Vahrn besteht im Wesentlichen aus zwei unterschiedlichen Fraktionen, einer unterschiedlich starken gemischtkörnigen Murschuttablagerung im oberen Bereich und einer schluffigen Seeablagerung (lakustrine Sedimente) darunter.

Während die oberen Schichten (Murschuttablagerungen) als Dammbaumaterial für den Straßenkörper und Anschüttungen generell als geeignet eingestuft wird, ist die untere Schicht (lakustrine Sedimente) nur unter gewissen Bedingungen verwendbar.

Aus der nachfolgenden Tabelle geht hervor, dass schätzungsweise rund 33.000 m<sup>3</sup> Aushubmaterial von der Baustelle abtransportiert und in geeigneten Ablagerungsflächen endgelagert werden müssen.

<b>AUSHÜBE SCAVI</b>			
		Classificazione	
	Aushub Scavo [m³]	Wiederverwendbar für Aufschüttung, Wiederverfüllung Riutilizzabile per rilevati e rinterri [m³]	Deponie Discarica
freie Strecke			
Tratti all'aperto	25.000	25.000	
Tunnel Raststation			
Galleria Autogrill	38.000	38.000	
Tunnel Vahrn			
Galleria Varna	83.000	79.700	3.300
<b>Summe Totale</b>	<b>146.000</b>	<b>142.700</b>	<b>3.300</b>
<b>Dammschüttungen und Hinterfüllungen Rilevati e rinterri</b>			
freie Strecke			
Tratti all'aperto			44.800
Tunnel Raststation			
Galleria Autogrill			20.800
Tunnel Vahrn			
Galleria Varna			44.100
<b>Summe Totale</b>			<b>109.700</b>
<b>Massenüberschuß Esubero</b>			
			<b>33.000</b>

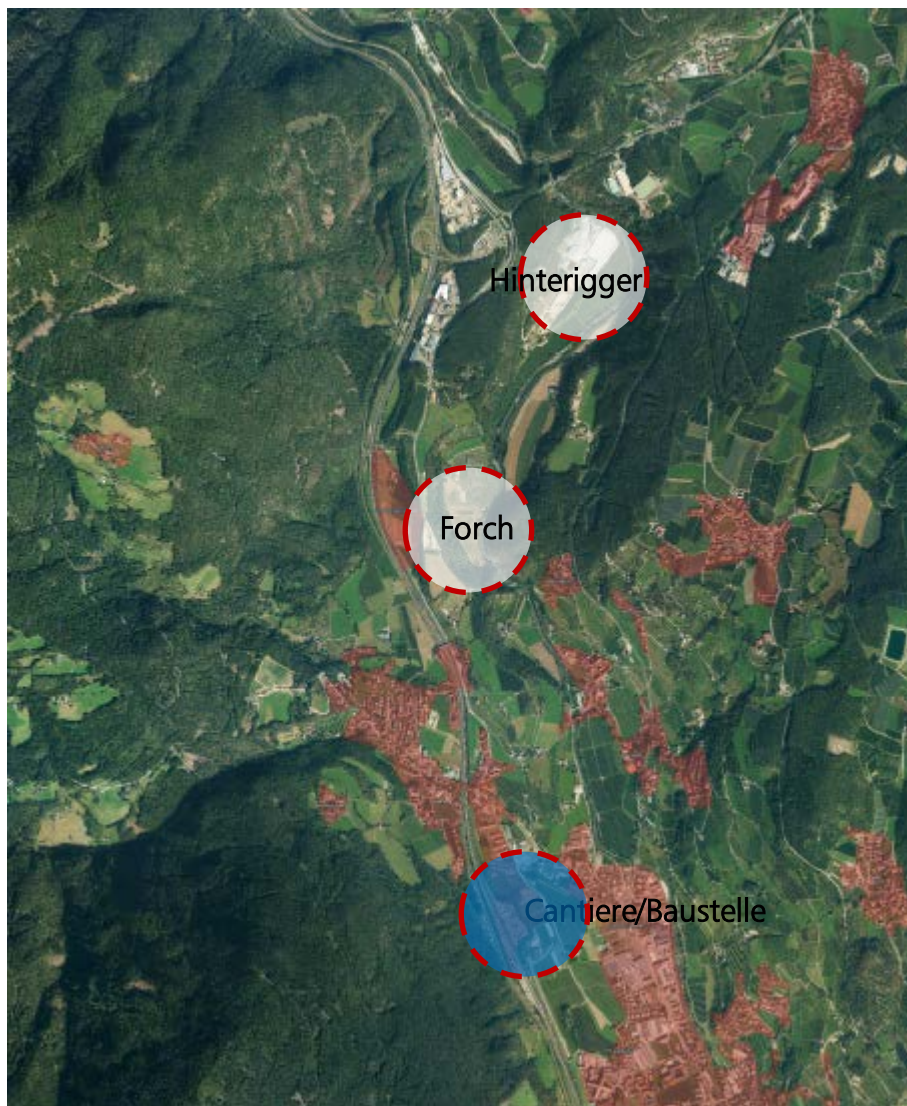
Aus der Massenbilanz geht folgendes hervor:

Das Gesamtaushubvolumen (Festvolumen) der Tunnels Vahrn und Raststation, sowie der freien Streckenabschnitte, beträgt insgesamt rund 146.000 m³.

Rund 110.000 m³ (Festvolumen) davon können im Baustellenbereich für Dammschüttungen und sonstige Anschüttungen / Hinterfüllungen wiederverwendet werden.

Ziel ist es, das auf der Baustelle anfallenden Aushubmaterial bestmöglich zu verwerten und möglichst wiedereinzubauen. Das überschüssige und auf der Baustelle nicht wieder verwendbare Aushubmaterial muss vom Auftragnehmer in genehmigten Ablagerungsflächen endgelagert werden (Fa. Beton Eisack südlich der Örtlichkeit Forch oder im Bereich Hintergrigger).

Die Standorte sind einfach zu erreichen und über das bestehende Verkehrsnetz erschlossen und liegen zudem in erreichbarer Nähe (ca. 5-6 km ab Baustelle).



Besonderes Augenmerk ist dabei auf die witterungssensiblen und qualitativ problematischen lakustrinen Sedimente zu legen. Diese sind einerseits beim Aushub so zu schützen und andererseits im Einbau so einzusetzen, dass damit auch setzungsempfindliche Straßendämme / Anschüttungen errichtet werden können. Die Behandlung reicht hier von der Abdeckung des Materials gegen Niederschlag bis zum lagen- und streifenweisen Einbau, um die vertikale Wasserwegigkeit in den Dämmen zu erhalten. Die generelle technische Eignung für die Verwendung dieser Sedimente für Anschüttungen/Hinterfüllungen ist durch die geotechnischen Untersuchungen bestätigt worden.

Die Lieferung frei Baustelle der Baustoffe wie Beton und Straßenbeläge weist keine Schwierigkeiten auf und bedarf keiner großen Transportstrecken, da in der Gegend Betriebe vorhanden sind, die Beton und Straßenbeläge herstellen und liefern und auch bereits bei den Arbeiten zu den bereits fertig gestellten Baulosen der Umfahrungsstraße beigezogen wurden.

#### 16.4 Besondere Randbedingungen für den Tunnel Vahrn

Die Errichtung des Tunnels Vahrn unter außergewöhnlich beengten Bedingungen in unmittelbarer Nähe zahlreicher Wohngebäude mit der Unterquerung eines Verkehrsweges und eines Fließgewässers bedarf eines gut durchdachten Bauablaufs sowie einer technisch einwandfreien Organisation der Baustelle. Logistisch ist zu bedenken, dass die Zufahrt nach Vahrn Oberdorf grundsätzlich offen zu halten ist. Diese Voraussetzungen wurden durch eine gute Blockeinteilung mit der Möglichkeit einer lokalen Umleitung über den jeweiligen Nachbarblock erfüllt.

Die Baudurchführung im Bereich der hohen Autobahnböschungen (km 4+200) erfordert darüber hinaus eine Bohrpfahlwand zur Sicherung der Autobahn. Daher ist es nötig, aus Sicherheitsgründen, während der Errichtung der Bohrpfahlwand eine kurze Baustelle auf der Autobahn in Fahrtrichtung Brenner einzurichten, die im Wesentlichen aus einer Sperre der Nothaltespur besteht. Diese Maßnahmen sind daher in Koordination und im Einvernehmen mit der Autobahnverwaltung durchzuführen.

#### 16.5 Bauwerküberwachung in der Bauphase

Während der gesamten Bauzeit ist eine lückenlose Überwachung des Baugrubenverbaus (Bohrpfahlwände, Nagelwände) und der Bestandsobjekte vorgesehen, speziell der Bauwerke der Brennerautobahn A22 und der angrenzenden Gebäude.

Um die von den Aushubphasen verursachten Verformungen zu überwachen, ist ein geeignetes Monitoring-Messsystem (gemäß den Plänen BV-S-262 und BV-S-304) einzurichten, bestehend aus Festpunkten und Objektpunkten (optische Zielmarken).

Die Messungen sind, zumindest bis zur Fertigstellung des Aushubes, täglich durchzuführen, wobei die Verformungen dreidimensional zu erfassen sind.

Falls es besondere Umstände erfordern oder im Falle von abnormen Situationen, werden die topographischen Aufnahmen verdichtet, um die Geschwindigkeit der Bewegungen und deren etwaige Stabilisierung zu kontrollieren. Die Nullmessung muss sofort nach Festlegung der Meßpunkte erfolgen und auf jeden Fall vor jedem nachfolgenden Arbeitsschritt (z.B. vor einem zusätzlichen Aushub, vor der Vorspannung der Anker, etc.).

Die Ergebnisse der Verformungsmessungen werden ausgewertet und in in tabellarischer sowie graphischer Form (Diagramme Verformung – Zeit) ausgegeben. Die Übermittlung an den Bauherren erfolgt täglich und nach jeder Messung.

#### 16.6 Bodendenkmäler

Das betroffene Bauareal ist von archäologischem Interesse. Es ist daher nicht auszuschließen, dass es im Zuge der Erdbauarbeiten zu prähistorischen Funden von hohem kulturgeschichtlichem Wert kommt. So haben die bereits unter der Aufsicht des Amtes für Bodendenkmäler stattgefundenen Sondierungsgrabungen längs der Trasse folgendes zu Tage gefördert:

- Im nördlichen Abschnitt von Vahrn hauptsächlich frühmittelalterliche Fundstücke und Münzen aus dem 17./18. Jahrhundert. In der nördlichen Hälfte dieses Abschnittes beginnt ein mächtiges Mauerwerk, vielleicht eine Terrassenanlage oder ein Straßenrelikt, mit einigen, sicherlich nicht in chronologisch intakten Fundschichten angetroffenen, Fragmenten (bisher wenige) von später Terra-Sigillata (hochwertige Keramik aus der Römerzeit, 4./5. Jh. n. Chr).
- Im südlichen Bereich von Vahrn tonige Schichthorizonte, in denen Steinblöcke liegen, ähnlich jenen eines Kultplatzes.
- Ebenfalls im südlichen Bereich von Vahrn dunkle, ca. 1 m mächtige Schichthorizonte sicherlich aus prähistorischer Zeit, wie man aus den Keramikfundstücken schließen kann.

Daher müssen die Aushubarbeiten in Anwesenheit und unter der Aufsicht einer archäologischen Assistenz durchgeführt werden, mit besonderer Vorsicht und nach den Anweisungen derselben (z.B. abschnittsweise Bonifizierung in geeigneten Teillängen für eine Tiefe von ca. 1 m oder Verwendung eines Tieflöffels ohne Zähne, um nicht den Erhaltungszustand der Fundstücke und der archäologisch relevanten Zusammensetzungen möglichst intakt zu halten). Im Falle von Funden, bei denen ein schichtweises Freilegen notwendig ist, werden die entsprechenden Entscheidungen zu gegebenen Zeitpunkt getroffen. Falls das angetroffene Material eine geringere archäologische Relevanz hat, können die Bonifizierung und die Sicherstellung eventueller Funde hingegen ohne größere Zeitverluste und Zusatzkosten vorstattengehen.

## **16.7 Überschneidungen mit Infrastrukturen/Werkleitungen**

Mit Hilfe einer Bestandsaufnahme wurden die bestehenden Werkleitungen erhoben. Deren Lage und die notwendigen Umleitungen in der Bauphase sind im Detail in den Plänen BV-U-011 und BV-U-013 ersichtlich. Besonders wird auf folgende Bestandsleitungen hingewiesen:

- **Schmutzwassersammler:**  
Der derzeit bestehende Schmutzwassersammler im Bereich der Dorfeinfahrt Vahrn muss für eine Länge von ca. 100 m ausgetauscht werden.
- **Telefon- und Glasfaserleitungen:**  
Vorhandene Telefon- und Glasfaserleitungen der Telecom und der Brennercom überschneiden sich im Bereich der Dorfeinfahrt von Vahrn mit den Bauarbeiten und sind im Einvernehmen mit den Betreibergesellschaften örtlich umzuleiten. Da es sich um Leitungen in Konzession handelt, erfolgt die Verlegung durch den Betreiber.
- **Stromleitungen der Stadtwerke Brixen:**  
Im Zuge der Versetzung der Unterstationen „Total“ und „Brixiae“ müssen auch die dazugehörigen Stromleitungen angepasst werden. Die Lieferung und der Einbau der Stromkabel mitsamt den Verbindungen erfolgten direkt durch die Stadtwerke Brixen, während der AN für die Erdbauarbeiten und den Einbau der Kabelleerrohre sowie die Lieferung und den Einbau der Kabelschächte zuständig ist.

- **Beregnungsanlage:**  
Auf den landwirtschaftlichen Grünflächen im Eigentum der Diözese Bozen-Brixen und zwischen der Autobahn A22 und der ehemaligen Militärkaserne Verdona gibt es Beregnungsanlagen, die sich mit den geplanten Baumaßnahmen überlagern.
- **Fernwärmeleitungen (FWV Vahrn):**  
Im Zuge des Teilabbruches des Archives der Volksbank und der Verlegung der E-Kabine müssen auch die Anschlussrohre der Fernwärmeversorgung angepasst werden.

## **16.8 Bauzeitabschätzung**

Die Bauzeit für die Umfahrung Vahrn beträgt insgesamt 32 Monate, wobei das Kernstück der geplanten Umfahrung, der Tunnel Vahrn, bauzeitbestimmend ist.

Ein detaillierter Bauzeitplan (Bauprogramm) liegt dem vorliegenden Ausführungsprojekt bei (Plan Nr. BV-V-116).

## 17 BAUKOSTEN

Für den Kostenvoranschlag wurden – soweit vorhanden – die Einheitspreise dem Richtpreisverzeichnis für Tiefbauarbeiten der Provinz Bozen (2019) entnommen. Fehlende Preise sind auf Grundlage von Preisanalysen ermittelt worden.

Der Gesamtbetrag der Bauarbeiten einschließlich der technischen Anlagen für die Umfahrung Vahrn ohne Anschluss Brixen Nord inklusive der Kosten für die Sicherheit beläuft sich auf 24,5 Mio. Euro.

Der Gesamtbetrag des Bauvorhabens zusammen mit der Summe zur Verfügung der Verwaltung in Höhe von ca. 14,0 Mio. Euro, wurde demnach mit rd. **38,5 Mio. Euro** veranschlagt.



## 1 PREMESSE GENERALI

Il progetto della “Circonvallazione di Varna” prevede la costruzione di un nuovo tracciato come variante all'esistente strada statale SS12, al fine di alleggerire il Comune di Varna dall'intenso traffico di passaggio lungo la Val d'Isarco.

### 1.1 Cronologia del progetto

Nel gennaio 2008 è stato deciso di suddividere il progetto approvato della Circonvallazione di Varna in due lotti. Il tratto sud della Circonvallazione di Varna, incluso il collegamento Bressanone Nord è stato appaltato separatamente (Lotto Collegamento Bressanone nord) e realizzato tra il 2008 e il 2011 ed è stato aperto al traffico assieme alla Circonvallazione di Bressanone nel 2011. Il progetto esecutivo del Lotto di Varna, lungo 1,5km che va dallo svincolo Bressanone nord fino allo svincolo Varna nord, è stato nel frattempo posticipato e sottoposto per approvazione all'Autostrada del Brennero A22 e al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Il progetto esecutivo della Circonvallazione di Varna è stato ulteriormente modificato, rispetto alla versione del 2008, nel tratto in galleria sotto l'area di servizio Autogrill, secondo le prescrizioni della stessa A22 e del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, prevedendo un allungamento in entrambe le zone di imbocco di 12,5m. Inoltre, è stato ottimizzato il metodo di scavo in modo da ridurre in fase di lavoro l'occupazione di aree di pertinenza autostradale. Per la realizzazione del tratto sud della Galleria Autogrill è stato previsto di adottare la soluzione con pali e solettone di copertura (cosiddetto “metodo Milano”) e il rilevato a sud e a nord è stato ampliato con conseguente guadagno di aree di parcheggio per la stazione di servizio autostradale. Lo svincolo Bressanone nord è stato inserito completamente nel lotto Collegamento Bressanone Nord.

Il tracciato è stato modificato anche nel tratto della Galleria Varna e dello svincolo Varna nord, allontanandolo dall'A22, per consentire anche nei tratti all'aperto il rispetto della distanza minima di 12,50 m dal confine autostradale. Rispetto al progetto 2008 la galleria Varna è stata allungata verso sud di circa 125 m.

Nell'estate 2015 l'amministrazione comunale di Varna (con delibera del 16.06.2015), visti i ricorsi presentati dai proprietari delle aree oggetto di esproprio, ha chiesto la modifica dello svincolo Varna nord in un semisvincolo.

Successivamente, in base alle analisi sul traffico condotte nell'autunno 2015 dallo Studio Planoptimo (Ing. K Köll) incaricato dal comune stesso, il comune di Varna ha chiesto, con una nuova delibera in data 11.02.2016, di modificare nuovamente lo svincolo in uno svincolo completo. In occasione della riunione del 08.03.2016, assieme alle amministrazioni comunale e provinciale e ai tecnici incaricati, è stata approvata la modifica definitiva in svincolo completo, così come prevedeva la soluzione originaria di progetto.

## 1.2 Dati di progetto

Il tracciato, che è stato modificato rispetto al progetto esecutivo approvato nel 2008, nella zona delle gallerie Autogrill e Varna e dello svincolo Varna nord, presenta le seguenti caratteristiche:

Velocità di progetto	80 km/h
Lunghezza del tracciato	1.519 m
Lunghezza Galleria Autogrill	255 m
Lunghezza Galleria Varna	590 m
Pendenza max.	5,50%
Raggio min. tratto all'aperto	300 m
Raggio min. in galleria	400 m

## 1.3 Elementi di base del progetto

Alla base della progettazione è stata posta la seguente documentazione, già presente prima dell'elaborazione e, in parte, prodotta proprio per l'elaborazione del progetto preliminare e definitivo:

- Documenti cartografici di base: planimetria digitale con curve di livello e rete altimetrica (senza coordinate) - Studio topografico Leonardelli, Bressanone
- Studio di fattibilità "Circonvallazione della Città di Bressanone e di Varna" - Studio d'ingegneria Valdemarin, Bressanone, 2001
- Estratti dal progetto definitivo "Circonvallazione della Città di Bressanone" - Studio d'ingegneria Valdemarin, Bressanone, 2003
- Progetto definitivo "Circonvallazione di Varna" - Gruppo di progettazione ILF-EUT, Bressanone, 2004
- Estratti dal progetto esecutivo "Circonvallazione della Città di Bressanone" - Studio d'ingegneria Valdemarin, Bressanone, ottobre 2005
- Piano urbanistico del Comune di Varna (formato digitale)

Per il progetto è stato affidato l'incarico di elaborazione ed è stata prodotta la seguente documentazione progettuale di base:

- Rilievo terrestre dell'area di progetto Gruppo di progettazione ILF-EUT, Topotec 2015
- Disegni di frazionamento Gruppo di progettazione ILF-EUT, Topotec: Aprile 2014 areale militare; Ottobre 2015 ampliamento sud dell'area di servizio Plose
- Ortofoto (nuovo volo) con valorizzazione e definizione delle altezze in gronda nell'intera area di progetto, studio topografico Geomatica, Lavis
- Rilievi geodetici di dettaglio supplementari delle barriere autostradali antirumore e della corsia di uscita per l'area di servizio Plose, studio topografico Geomatica, Lavis

- Piani di frazionamento redatti dallo studio topografico Geomatica, Lavis per il Maso Blasegger e per l'areale militare sulla base del tracciato originario, con lo svincolo Bressanone nord in conformità al progetto dell'Ing. Valdemarin.

Nel corso dell'elaborazione è stato fatto inoltre riferimento alla seguente documentazione:

- Progetto esecutivo „Adeguamento dell'accesso verso Varna” - Studio d'ingegneria Valdemarin, Bressanone
- Ortofoto a colori della Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige, anno 2014
- Informazioni e descrizione generale del Rio Scaleres da parte dell'Ufficio Provinciale Bacini Montani competente, Bressanone
- Dati su biotopi, torbiere e zone umide, patrimonio naturale
- Documenti catastali Provincia Autonoma di Bolzano, anno 2016
- Vari disegni di contabilità delle opere d'arte, planimetrie ed elaborati grafici delle barriere antirumore dell'A22, amministrazione Autostrada del Brennero, Trento
- Vari rilievi dei sottoservizi nell'intera area di progetto e in particolare dati dell'Azienda servizi municipalizzati di Bressanone per le cabine di trasformazione “Brixia” e “Mobil Total”
- Vari rilievi e prospezioni del sottosuolo geologico-geotecniche (vedi anche relazione geologico-geotecnica)

Per la progettazione stradale si è fatto riferimento a:

- CNR 28 marzo 1973 n. 31 “Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade”
- D.P.P. 27 giugno 2006, n. 28, “Norme funzionali e geometriche per la progettazione e la costruzione di strade nella Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige”
- D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 e ss.mm.ii. “Nuovo Codice della Strada”
- D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 e ss.mm.ii. “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada”
- D.M. 18 febbraio 1992, n. 223: “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”
- D.M. 21 giugno 2004 “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”

Per la progettazione degli impianti tecnici in galleria si è fatto riferimento a:

- Direttiva 2004/54/CE del 29.04.2004 relativa ai requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea. Gazzetta Europea n. L167 / p. 39 ss. del 30.04.2004
- D.Lgs. 05.10.2006, n. 264 Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea

- Norme funzionali e geometriche per la progettazione e la costruzione di strade nella Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige (giugno 2006)
- Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT), Ausgabe 2006 (RABT - Direttiva austriaca per l'attrezzaggio e l'esercizio delle gallerie stradali, 2006)
- ANAS - Direttiva per la sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali", 2009
- UNI 11095 - Illuminazione delle Gallerie Stradali e norme CEI per impianti tecnici
- RVS - Richtlinie 09.01.14 „Bauliche Anlagen“ der österreichischen Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr (FSV), Ausgabe 2014 (Direttiva austriaca RVS 09.01.14 "Impianti costruttivi" della Società di ricerca su strade e traffico, 2014)
- RVS - Richtlinie 09.02.22 "Tunnelausrüstung, Betrieb und Sicherheit" der österreichischen Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr (FSV), Ausgabe 2014 (Direttiva austriaca RVS - 09.02.22 "Impianti tecnici, esercizio e sicurezza" della Società di ricerca su strade e traffico, 2014)

Per elaborare il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma ci si è basati sulla documentazione seguente:

- Tabella riassuntiva delle precipitazioni a Bressanone, Ufficio Idrografico, Bolzano
- Interventi e definizioni relativamente al sistema di drenaggio in galleria, Ufficio tutela acque

Per la progettazione delle opere d'arte si è fatto riferimento a:

- D.M. 14.01.2008 Norme tecniche per le costruzioni, NTC 2008
- D.P.P 01.09.2015, n. 22 Abrogazione del regolamento concernente "Disposizioni per le opere edili antisismiche", Provincia Autonoma di Bolzano
- [EN 1991-1-1] Eurocodice 1 - Azioni in generale - Parte 1-1: Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici
- [EN 1991-1-2] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture - Parte 1-2: Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco
- [EN 1991-1-3] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve
- [EN 1991-1-4] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento
- [EN 1991-1-5] Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche
- [EN 1992-1-1] Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- [EN 1993-5] Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 5: Pali e palancole

- [EN 1997-1] Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali
- [EN 1997-2] Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo
- [EN 1998-1] Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche, regole per gli edifici
- [UNI EN 1536] Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Pali trivellati
- [UNI EN 1537] Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Tiranti di ancoraggio
- [UNI EN 12063] Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Palancolate
- [UNI EN 14199] Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Micropali
- [UNI EN 206-1] Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità

## 2 PRESCRIZIONI DEGLI ENTI

Nel parere espresso dalla conferenza dei direttori d'ufficio (seduta del 09.08.2006) sono contenute le prescrizioni esposte di seguito, relative al progetto definitivo 2006; dette condizioni sono state inserite nel presente progetto esecutivo:

- \* Il progetto esecutivo del cantiere deve essere presentato all'Ufficio aria e rumore, senza tralasciare l'inquinamento acustico e da polveri generato dalla costruzione della Galleria di Varna.
- \* Per gli abitati dal n. civico 214 al 217 l'inclinazione del rilevato deve essere incrementata, per una migliore protezione acustica.
- \* I cantieri devono disporre di un sistema di umidificazione e d'irrigazione, per ridurre al minimo la formazione polveri. Aree di deposito devono essere dotate di sistemi di irrigazione automatici.
- \* I cantieri e le rispettive strade di accesso devono essere provvisti di pavimentazione che generi la quantità minima di polveri e devono essere periodicamente puliti.
- \* Le strade di accesso devono essere dotate di un sistema di lavaggio delle gomme.
- \* Tutte le macchine mobili non omologate devono rispettare la direttiva EU 97/68/EU Art. 9, comma 3; in particolare, detti mezzi non devono superare i valori limite d'inquinanti fissati nell'appendice I, punto 4.3.2 della direttiva EU sopracitata.
- \* Tutte le macchine alimentate a diesel e gli apparecchi con potenza superiore a 75 kW, per le attività sotterranee di cantiere, devono essere provvisti di sistemi di filtri per particelle di adeguata efficienza.
- \* Il progetto esecutivo deve contenere dettagli e dimensionamenti relativi ad entrambi i bacini di decantazione e filtranti, così come per le vasche di ritenuta con le tubazioni d'immissione e di scarico, per i cantieri (officina, area rifornimento carburante, impianti sanitari, ecc.) e per le relative infrastrutture (allacci per la depurazione delle acque nere).
- \* Devono essere adottati gli accorgimenti necessari per evitare fenomeni di contaminazione del terreno e delle acque, soprattutto durante i lavori di manutenzione e durante le operazioni di rifornimento delle macchine, così come nello stoccaggio di carburante, in ottemperanza a quanto previsto nell'articolo n. 19 del decreto n. 3/80 del Presidente della Giunta Provinciale.
- \* In ottemperanza all'articolo 39 della legge provinciale n. 8 del 18.06.2002, la domanda di collaudo e di autorizzazione deve essere presentata all'Ufficio tutela acque almeno 15 giorni prima della messa in funzione del serbatoio di decantazione e filtrante, così come della vasca di ritenuta. Da allegare la seguente documentazione:
  - Data della messa in funzione degli impianti;
  - Dichiarazione dell'idoneità con le caratteristiche del progetto, firmata da un tecnico iscritto all'albo professionale. Con la presentazione della domanda di autorizzazione, lo scarico è autorizzato in via provvisoria, ovvero a partire dalla data apposta nella domanda.

- \* In corrispondenza dello scarico delle acque risultanti dagli abbassamenti delle falde al sistema di canalizzazione delle acque bianche, devono essere sempre rispettati i valori limite delle emissioni, di cui all'appendice D della legge provinciale n. 8 del 18.06.2002.
- \* Il materiale di risulta dall'attività di scavo deve essere stoccato nei depositi autorizzati.
- \* Il materiale di risulta dalle previste demolizioni di opere deve essere smaltito o utilizzato secondo le disposizioni giuridiche vigenti.
- \* Tutti i rifiuti prodotti nel cantiere devono essere smaltiti a norma di legge.
- \* Uno studio idrogeologico deve essere depositato in via definitiva presso l'Ufficio gestione delle risorse idriche; nello studio si deve tenere conto di quanto segue:
  - Proseguimento delle misurazioni del livello di falda sui piezometri citati nel progetto definitivo 2006
  - Avvio immediato del monitoraggio con misure del livello della falda/presidio, di temperatura e di conducibilità elettrica presso i seguenti punti di misura:
    - o Pozzo De Nardo, consorzio di miglioramento fondiario Varna, determinazione dei parametri di misura alla messa in funzione e alla disattivazione degli impianti di pompaggio
    - o Sorgente Kostner
    - o Piezometro BV 04/7 come stazione di misura di riferimento
  - Infissione di un piezometro nelle immediate vicinanze dell'areale militare e misura dei parametri precedentemente adottati.
- \* Cippi di confine, segni di confine e punti trigonometrici non devono essere né danneggiati né allontanati.
- \* Gli alberi possono essere abbattuti soltanto previa autorizzazione da parte dell'autorità forestale.
- \* Fenomeni di rotolamento di pietrame e di materiale sciolto devono essere evitati tramite idonee costruzioni di difesa.
- \* Durante e dopo l'esecuzione dei lavori, devono essere rispettate le disposizioni silvicole ed idrogeologiche emesse dall'autorità forestale
- \* Gli arbusti rimossi devono essere sostituiti con nuovi interventi di piantumazione di specie autoctone. La buona riuscita degli interventi di piantumazione deve essere garantita attraverso interventi idonei di cura e tutela.
- \* Prima di avviare i lavori in aree caratterizzate da particolari vincoli di tutela culturale o archeologica, occorre essere in possesso del relativo parere da parte dell'Ufficio beni architettonici ed artistici, così come dell'Ufficio beni archeologici

**Tracciato principale:**

- \* Le tratte di accesso provvisorie al cantiere devono essere scelte in modo che non si debbano eseguire abbattimenti né disboscamenti.
- \* I raccordi dei rinterri al terreno esistente devono avere un andamento piano (senza la formazione di ripide scarpate „artificiali“, ecc)

- \* Le superfici visibili dei muri devono assolutamente essere ridotte al minimo necessario su tutta l'area di progetto.
- \* Occorre accertare la possibilità di rinverdire le parti visibili dei muri presenti lungo l'autostrada con idonei interventi di piantumazione.
- \* Gli arbusti esistenti (alberi, siepi e boschi) devono essere preservati; in tal senso, occorre rinunciare ad alcuni dei previsti riempimenti (ad esempio, nella zona delle sezioni 31 – 41). Nella zona delle sezioni 31–41 sarebbe preferibile realizzare un riempimento tipo collinare all'interno della pianura indicata come verde agricolo; detto riempimento dovrà essere ubicato tra il tracciato nuovo e la scarpata dell'autostrada, in modo da rendere possibile la formazione di una area naturale.

#### Opera Rio Scaleres:

- \* Il Rio Scaleres è identificato, dalla sorgente alla foce, come patrimonio naturale e, in quanto tale, è posto sotto tutela ambientale. Il degrado, sia sul piano ecologico che estetico, del tratto del rio impattato, rende doveroso apportare, attraverso le nuove opere, un miglioramento della situazione di partenza.
- \* Il fondo del rio deve essere rivalutato con idonei massi. I muri di sponda devono essere realizzati con muri in sassi, con delle fughe non visibili e con l'impiego di pietrame da cava.
- \* L'acquicoltore interessato Martin Springeth e l'Ufficio interessato addetto alla sorveglianza ittico-venatoria devono essere avvertiti almeno 10 giorni prima l'avvio dei lavori sul letto del Rio Scaleres, in modo da poter individuare gli interventi per la protezione del patrimonio ittico, da mettere in atto il più fedelmente ed accuratamente possibile. Prima dei lavori, in particolare, i tratti interessati dagli stessi devono essere liberati dai pesci, ricorrendo ad uno storditore elettrico.
- \* Per i lavori nel Rio Scaleres deve essere nominato un limnologo con il compito di supervisionare la progettazione e l'esecuzione dei lavori. Al letto del fiume deve essere conferita una struttura che rappresenti l'habitat migliore per il patrimonio ittico; particolare attenzione va dunque posta alla sua struttura.
- \* Durante i lavori nel letto del rio Scaleres, le acque interessate dai lavori devono essere deviate verso la sponda opposta o deviate con tubazioni, per consentire uno svolgimento dei lavori in condizioni asciutte.
- \* A lavori conclusi il letto del rio deve essere riportato allo stato originale.
- \* Durante i lavori occorre assolutamente evitare l'ingresso in acqua di miscela cementizia.
- \* Durante l'esecuzione dei lavori occorre assolutamente evitare intorbidamenti delle acque del rio Scaleres.
- \* I lavori devono essere portati a termine nel più breve tempo possibile. Eventuali danni al patrimonio ittico, così come eventuali spese correlate agli interventi di tutela del patrimonio ittico, devono essere risarciti all'acquicoltore o alle associazioni di pesca.



- \* Il progetto esecutivo deve essere nuovamente presentato alla conferenza dei direttori d'ufficio.

La conferenza di servizi in materia ambientale nella seduta del 7 settembre 2016 ha esaminato il progetto esecutivo approvandolo con le seguenti prescrizioni, poi modificate e integrate con lettera dell'Ufficio Valutazione dell'impatto ambientale dell'8 marzo 2017 (n. prot. 149161), che sono state inserite nel presente progetto:

- \* La nuova cabina MT deve essere inserita nel contesto senza alterazioni e vanno evitati muri d'ala, sbalzi, muri di coronamento, etc. Il manufatto va realizzato in opera usando come cassetture assi ruvide.
- \* Die neue MS- Trafostation ist ohne künstliche Geländeänderung im Gelände zu positionieren. Auf Flügelmauern, Auskragungen oder Aufkantung (Attika usw.) ist weitestgehend zu verzichten. Das Gebäude ist als freistehendes Ortbetonbauwerk vorzusehen und angemessen im Gelände zu positionieren. Als Schalung sind raue Bretterschaltungen vorzusehen.
- \* Al posto die muri a gravità con rivestimento in pietra previsti a mascheramento della parete esterna della galleria (altezza di oltre 8 m), va previsto un muro di rivestimento in c.a. gettato in opera, con superficie ruvida e leggermente inclinata. Grazie a questa misura si riduce l'altezza visibile delle superfici in calcestruzzo e parimenti si ampliano le superfici rinverdibili.
- \* Anstelle der geplanten Schwergewichtsmauer mit Steinverkleidung als Verkleidung der Betonaußenwand des Tunnels, (Sichthöhe von über 8 m) soll die Betonaußenwand nur durch eine schmale Vormauerung (inkl. Dränschicht) aus Ortbetonguss – rau, leicht schräg geschalt – geschützt werden. Der Wortlaut dieser Vorschrift wird folglich durch folgenden ersetzt: Zum Schutz der Betonaußenwand des Tunnels ist nur der unbedingt notwendige Schutzbeton inkl. Der notwendigen Dränschichten anzubringen. Anstelle der aufwändigen Steinverkleidungen ist die, in Sicht verbleibende Oberfläche in rauer, leicht geneigter Bretterschaltung auszuführen. Durch die minimierte Bauweise reduziert sich die Höhe der Sichtbetonflächen maßgeblich, wobei sich zugleich die zur Begrünung zur Verfügung stehende Fläche maßgeblich vergrößert.

### 3 COMPORTAMENTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI NELL'AREA DI PROGETTO

L'area di progetto è rappresentata prevalentemente da grandi depositi di roccia sciolta, che rivela una sequenza complessa di formazioni di origine glaciale, alluvionale e lacustre, di granulometria da mista a sottile, in strati più o meno evidenti. In prossimità della superficie sono dominanti i depositi di coni alluvionali e di debris flow del Rio Scaleres e del Rio Spelonca.

Il tracciato della circonvallazione di Varna, con le gallerie Varna e Autogrill segue, in direzione N-S, il percorso dell'Autostrada del Brennero. L'autostrada corre su un rilevato artificiale, che si collega, ad ovest, direttamente al rilevato ferroviario. Nel tratto nord del progetto, entrambi i rilevati sono liberi sui lati ed hanno un'altezza media di ca. 5 m dal piano campagna.

Ampie parti dell'area di progetto sono rimaste segnate da interventi antropici. Accanto alle aree lungo l'autostrada e la ferrovia, ad est, sono stati eseguite trincee e riporti considerevoli.

Il drenaggio dell'area è, in parte, sotterraneo nelle componenti permeabili delle rocce sciolte. I depositi di debris flow e di coni alluvionali presentano un grado medio di permeabilità all'acqua, mentre i sedimenti lacustri che, nell'area ovest di progetto, costituiscono quasi l'intero substrato, sono impermeabili all'acqua. Il drenaggio sotterraneo è pertanto legato ai depositi di debris flow ed ai riporti artificiali ed è rappresentato dall'andamento del livello di falda sulla superficie dei sedimenti lacustri.

Secondo quanto rilevato con le misure del livello dell'acqua, il livello massimo della falda si trova in prossimità del Rio Scaleres, ed è di alcuni metri sopra al piano campagna, per poi scendere in direzione sud, sudest e nord rispetto alla superficie.

La galleria Varna raggiunge nel tratto sud il livello della falda. Nei restanti tratti (e anche nella galleria Autogrill sulle pendici di monte (circa nella zona dell'areale militare) sono da attendersi, a seconda delle condizioni atmosferiche, venute minime di acqua.

In generale, allo stato attuale delle conoscenze, non risulta la presenza di una superficie di falda dalla struttura continua. I livelli di acqua misurati coi piezometri rivelano piuttosto gradienti di falda molto variabili a livello locale (in seguito al confine tra depositi lacustri e depositi di debris flow, fortemente segnato dall'erosione). Il flusso generale della falda ha direzione sudest.

## 4 ELEMENTI DI PROGETTO E SEZIONI TIPO

### 4.1 Elementi geometrici principali – Tratto a cielo aperto

Gli elementi tecnici del progetto sono stati determinati in parte sulla base dello studio di fattibilità 2001 “Circonvallazione della Città di Bressanone e di Varna” (categoria della strada) e in parte sulla base del progetto definitivo 2003 “Circonvallazione della Città di Bressanone” (dimensioni delle sezioni), e sono stati dichiarati vincolanti da parte del committente, tenuto conto delle modifiche normative sopravvenute dopo la consegna dello studio di fattibilità (CNR 2001).

Per quanto riguarda le caratteristiche funzionali, è stata adottata una sezione trasversale stradale con soluzione base a 2 corsie di marcia corrispondente alla sezione 7A delle “Norme funzionali e geometriche per la progettazione e la costruzione di strade nella Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige” (D.P.P. n. 28 del 27 giugno 2006), aumentando però la larghezza di ciascuna corsia da 3,50 a 3,75 m, in analogia ai lotti della variante già realizzati, e banchine laterali pari a 0,50 m, per una larghezza complessiva della piattaforma stradale pari a 8,50 m. In base alle suddette norme provinciali, sono stati adottati i seguenti elementi di progetto per la strada statale SS12:

- \* Velocità di progetto: 80 km/h
- \* Dimensioni delle sezioni stradali (7A):
  - \* Larghezza carreggiata: due corsie da 3,75 m ciascuna
  - \* Tratti all'aperto:
    - ⇒ Banchina su ambo i lati 0,50 m
    - ⇒ Margine esterno su ambo i lati 1,00 m
  - \* In galleria:
    - ⇒ Banchina su ambo i lati 0,50 m
    - ⇒ Marciapiede di servizio su ambo i lati 1,00 m
    - ⇒ Altezza libera: 5,00 m

Sovrastruttura della strada nei tratti esterni:

* Strato di usura bituminoso	4 cm
* Strato portante bituminoso superiore (Binder)	6 cm
* Strato portante bituminoso inferiore	10 cm
* <u>Strato di fondazione</u>	<u>≥ 50 cm</u>
Spessore totale sovrastruttura stradale	≥ 70 cm

### 4.2 Elementi geometrici principali - Galleria artificiale

La sezione della galleria è determinata in primo luogo dalle dimensioni della sagoma limite (8,50 x 5,00 m) da rispettare. La sagoma, in analogia al progetto definitivo “Circonvallazione

della Città di Bressanone", per la circonvallazione a due corsie, è stabilita nel modo seguente:

* Larghezza carreggiata: 2 corsie da 3,75 m	7,50 m
* Banchina su ambo i lati 0,50 m	1,00 m
* Marciapiede di servizio Galleria Autogrill 1,10 m	2,20 m
* Marciapiede di servizio Galleria Varna 1,00 m	2,00 m
* Larghezza totale Galleria Autogrill	10,70 m
* Larghezza totale Galleria Varna	10,50 m
* Altezza libera in carreggiata Galleria Autogrill	5,56 m
* Altezza libera in carreggiata Galleria Varna	5,45 m
* Altezza libera zona marciapiede	2,50 m

All'interno dei marciapiedi, che saranno completamente gettati in opera, saranno posati i cavidotti necessari agli impianti tecnici della galleria. La delimitazione laterale è costituita da cordone in granito resistenti al gelo e ai sali.

La sovrastruttura della strada corrisponde sostanzialmente a quella prevista nei tratti esterni:

* Strato di usura bituminoso	4 cm
* Strato portante bituminoso superiore (Binder)	6 cm
* Strato portante bituminoso inferiore	10 cm
* <u>Strato di fondazione</u>	<u>≥ 20 cm</u>
Spessore totale sovrastruttura stradale in galleria ≥ 40 cm	

## 5 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

La circonvallazione di Varna si collega direttamente all'estremità nord del progetto "Collegamento Bressanone Nord" del gruppo di progettazione ILF-EUT e inizia a nord dello svincolo Bressanone nord, alla progressiva km 3+160 del progetto esecutivo "Collegamento Bressanone Nord e Circonvallazione della Città di Bressanone".

Da qui la strada sale con pendenza del 2,5% e, partendo con una curva a destra, compie una clotoide (raggio di 400 m) e sottoattraversa in galleria ( $L=255$  m) l'area di servizio autostradale Plose. Dopo la costruzione della galleria Autogrill, la stessa Autostrada del Brennero si farà carico del ripristino e dell'ampliamento dei parcheggi e delle altre aree interessate dai lavori secondo il proprio progetto. Provvederà prima al rinterro dell'area a sud compresa tra SS12 e A22 fino a quota del piano autostradale e quindi al ripristino finale dei parcheggi. L'accesso alla stazione di servizio e ai parcheggi per il personale addetto sarà ricostruito sopra la futura galleria. Poiché l'attuale cabina di trasformazione "Total" dell'ASM di Bressanone si trova in prossimità della strada di accesso e direttamente sul tracciato della nuova circonvallazione, dovrà essere spostata nell'ambito dei lavori.

Nel tratto all'aperto, tra la galleria Autogrill e la galleria Varna, è prevista una barriera anti-urto sul lato valle della strada. L'area a nord della stazione di servizio, tra la SS12 e l'autostrada A22, sarà riempita fino a quota del piano autostradale con il materiale di scavo della galleria e poi rinverdita. In questa zona sarà anche realizzata una pista pedociclabile per l'accesso all'area di servizio dall'esistente sottopassaggio dell'A22.

Alla fine della clotoide (curva a destra molto ampia con raggio di 400 m) e dopo una breve controcurva ( $R=2000$  m) inizia la galleria Varna. Il tracciato sale fino al km 3+556,845 con pendenza del 2,5% e nel tratto successivo aumenta al 2,6% per permettere di ricongiungersi alla galleria Varna.

Nella zona a sud delle caserme, solo in parte interessate dai lavori, il tracciato della circonvallazione attraversa gli impianti sportivi ivi presenti. La scarpata del nuovo rilevato verso valle sarà realizzata con pendenza 2:3. Anche nella zona d'imbocco della galleria Varna è prevista la realizzazione di una scarpata verso valle e a tratti un muro a gravità. L'areale militare sarà parzialmente interessato e sarà necessario demolire un tratto del muro di cinta (angolo nord-ovest) e alcune piccole costruzioni. Sul lato verso la A22 la galleria verrà ritombata.

La galleria Varna inizia alla progressiva km 3+800 e sarà realizzata, nei tratti adiacenti alle opere d'arte autostradali, con il cosiddetto "metodo Milano", ovvero con pali trivellati di grosso diametro (diametro 1,20 m) e solettone di copertura. Poiché l'attuale rilevato dell'autostrada dovrà essere riprofilato dopo la realizzazione della galleria Varna, è necessario prevedere da un lato la realizzazione, in concomitanza con il corrispondente rilevato autostradale, di un'alta protezione della scarpata (parete chiodata, micropali, paratia con pali trivellati a grosso diametro di 0,90 m), dall'altro è necessario prevedere una sezione scatolare rigida che tenga conto dell'elevata copertura futura gravante solo su un lato. Per adattare al meglio l'opera alle condizioni esistenti sarà necessario variare più volte le modalità costruttive e la sezione della galleria.

Nel punto più stretto, la galleria si avvicina fino a 1,0m dal muro d'ala della spalla nord del ponte autostradale sul Rio Scaleres. Con questo avvicinamento all'autostrada è possibile mantenere completamente intatta la casa Grabner che si trova di fronte. A livello altimetrico si ha un punto fisso imposto dal nuovo progetto "Adeguamento dell'accesso verso Varna" dello Studio di Ingegneria Valdemarin, dal quale risulta una distanza minima verticale nel punto di intersezione con l'asse di 7,05m. Anche il fondo del Rio Scaleres dovrà essere alzato e fatto passare sopra la soletta della galleria.

La galleria sale quindi con pendenza del 5,5% (raggio del raccordo concavo = 3.000m), per garantire di emergere rapidamente in superficie e quindi ridurre il più possibile la lunghezza della stessa (590m). Nel corso dei lavori per la realizzazione della galleria è necessario demolire l'archivio della Banca Popolare, il fienile Falk e il garage della casa Grabner, nonché è necessario sollevare di ca. 1m il fondo del Rio Scaleres. Il tracciato si allontana poi nuovamente dall'autostrada con una lunga curva a S (raggi 1000m e 600 m). Il portale nord della galleria Varna si trova alla progressiva km 4+390.

All'uscita dalla galleria sarà realizzato un muro di sostegno rivestito con pannelli antirumore sul lato valle, mentre sul lato monte sarà realizzata una semplice scarpata. La circonvallazione prosegue quindi in rettilineo per raccordarsi all'esistente tracciato della SS12. In questa zona è previsto il nuovo svincolo di Varna nord, che collega con un incrocio a T l'accesso verso Varna alla nuova circonvallazione. L'area della vecchia SS12 che rimane dalla realizzazione di questo svincolo sarà rinverditata. Il tracciato termina alla fine della corsia di svolta a sinistra della circonvallazione di Varna (km 4+679,395).

### 5.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato negli elaborati BV-V-141 e BV-V-142. Per uniformità con gli altri lotti della circonvallazione già realizzati si è scelto di impostare una velocità massima di 70 Km/h, tranne che in corrispondenza degli svincoli che è pari a 60 km/h.

### 5.2 Andamento planimetrico

Le caratteristiche degli elementi geometrici costituenti l'andamento planimetrico sono riportate negli elaborati BV-V-141 e BV-V-142.

Le curve interposte tra i rettilineo dei tracciati sono state dimensionate sulla base del raggio minimo imposto dal D.P.P. n. 28 del 27 giugno 2006, che per una  $V_P$  di 80 km/h è pari a 250 m.

Per le curve a raggio variabile, il parametro "A" delle clotoidi, sono state rispettate le indicazioni imposte dalla succitata norma che prescrive per una  $V_P$  di 80 km/h un  $A_{min}$  di 80 m.

### 5.3 Andamento altimetrico

Le caratteristiche degli elementi geometrici costituenti l'andamento altimetrico sono riportate negli elaborati BV-V-141 e BV-V-142.

#### 5.4 Visibilità e arresto

Per la nuova circonvallazione costituita da una unica carreggiata bidirezionale, si escludono il calcolo della distanza di visibilità per il cambio corsia e anche per il sorpasso poiché è interdetta la manovra di sorpasso mediante apposita segnaletica.

Per il valore della visibilità di arresto in funzione della pendenza longitudinale e della velocità si è fatto riferimento al D.P.P. n. 28 del 27 giugno 2006. Si evidenzia che in relazione ai bassi valori della differenza di pendenza fra le livellette, la distanza di visibilità per l'arresto è garantita lungo tutto il tracciato in esame.

#### 5.5 Coordinamento plano-altimetrico

Le regole da osservare per un buon coordinamento sono le seguenti:

- Occorre evitare che il punto di inizio di una curva planimetrica coincida o sia prossimo con la sommità di un raccordo verticale convesso.
- Occorre evitare che un raccordo planimetrico inizi immediatamente dopo un raccordo concavo.
- Quando non sia possibile spostare i due elementi in modo che le posizioni dei rispettivi vertici coincidano, un miglioramento della qualità ottica del tracciato lo si ottiene imponendo che il rapporto fra il raggio verticale  $R_v$  ed il raggio della curva planimetrica  $R$  sia  $\geq 6$ .
- Occorre evitare l'inserimento di raccordi verticali concavi di piccolo sviluppo all'interno di curve planimetriche di grande sviluppo.
- Occorre evitare il posizionamento di un raccordo concavo immediatamente dopo la fine di una curva planimetrica.
- Occorre evitare che il vertice di un raccordo concavo coincida o sia prossimo ad un punto di flesso della linea planimetrica.

Tutti i raccordi altimetrici rispettano le regole e pertanto si ottiene un buon coordinamento plano-altimetrico. Anche la verifica relativa alle perdite di tracciato da esito positivo.

## 6 COLLEGAMENTI ALLA RETE STRADALE ESISTENTE

Nell'attuale piano urbanistico comunale di Varna, sono previsti due collegamenti della esistente SS12 alla nuova circonvallazione, al fine di ridurre il più possibile il traffico di transito attraverso il comune di Varna:

- Bressanone nord:  
Raccordo tra l'esistente SS12 e la nuova circonvallazione mediante lo svincolo Bressanone Nord e collegamento alla rotatoria con la SS12 e la SS49. Questo collegamento è parte integrante del progetto della circonvallazione della città di Bressanone e il presente lotto ne prevede il solo completamento;
- Varna Nord (svincolo completo):  
Raccordo tra l'esistente SS12 e la nuova circonvallazione. Questo collegamento è parte del progetto della circonvallazione di Varna.

Le attuali norme per il progetto delle intersezioni, costituite dal D.M. 19/04/2006 ("Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali") prevedono la deroga all'applicazione dello stesso D.M. 19/04/2006, ove all'art. 2 si evidenzia che "Le norme allegate non si applicano alle intersezioni in corso di realizzazione ed a quelle per le quali, al momento della sua entrata in vigore, sia già stato redatto il progetto definitivo...", nella cui fattispecie si inquadra l'intervento di progetto, il cui progetto definitivo è stato approvato in data 15.06.2006.

Il riferimento per il progetto delle intersezioni è stato quindi quello delle indicazioni delle "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade" di cui al Bollettino Ufficiale del CNR 28 marzo 1973 n. 31 ("Norme CNR 31/73"). Gli svincoli di progetto si inquadrano come "Intersezioni a raso di tipo II" secondo le Norme CNR 31/73 (par. 10.3).

Come nel progetto definitivo approvato, sono state mantenute le corsie specializzate di svolta a sinistra dalla principale (corsia di accumulo), tuttavia sono state eliminate le corsie di entrata (o immissione), visto che in base a quanto riportato alla Tab. 1 del D.M. 19/04/2006 risulterebbero non più applicabili, in quanto esplicitamente "Non ammesse".

### 6.1 Svincolo Bressanone nord

Nell'ambito del presente Progetto Esecutivo è previsto il completamento del progetto dello Svincolo Bressanone nord, afferente al lotto della circonvallazione di Bressanone, per il quale gli interventi ricadenti nell'ambito del presente progetto, riguardano:

- la corsia specializzata di svolta a sinistra dalla strada principale in direzione sud;

Lo schema previsto in progetto si colloca nell'ambito degli schemi di cui alla Fig. 26 e 26a delle Norme CNR 31/73. Per l'uscita dalla strada principale, le Norme CNR 31/73 forniscono le seguenti indicazioni per le corsie di accumulo, prendendo in considerazione lo schema riportato nella figura seguente (fig. 31 delle norme CNR 31/73).



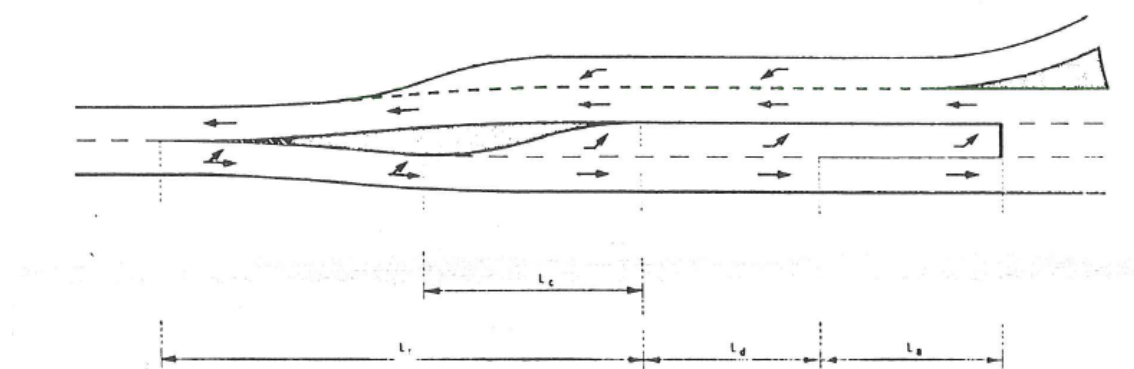


FIG. 31-a

Nel seguito si riportano le caratteristiche degli elementi compositivi:

- Il tratto di accumulo non dovrà avere una lunghezza inferiore a 20 m
- La lunghezza del tratto di decelerazione è determinata in base alla Tab. 4 della CNR31/73 e, per velocità dell'intersezione di 60 km/h, è pari a 40 m
- La lunghezza del tratto necessario al cambio corsia è determinata in base alla Tab. 4 della CNR31/73 e, per velocità dell'intersezione di 60 km/h, è pari a 45 m
- Il tratto di raccordo avrà lunghezza pari a  $L_r = V_c \sqrt{a}$ , con  $a$  pari a metà della larghezza della corsia supplementare di 3,50 m

Secondo queste considerazioni il dimensionamento della corsia porta ai seguenti risultati:

Velocità intersezione	Vc	Kmh	60
Pendenza	i	%	-2,5
Lunghezza cambio corsia	Lc	m	40
Lunghezza decelerazione	Ld	m	25
Lunghezza accumulo	La	m	20
Lunghezza di raccordo	Lr		79
<b>Lunghezza minima</b>	<b>Lr+Ld+La</b>	<b>m</b>	<b>124</b>
<b>Lunghezza effettiva di progetto</b>		<b>m</b>	<b>125</b>

## 6.2 Svincolo Varna nord

Funzione dello svincolo Varna Nord è quello di trasferire quanto più traffico possibile proveniente da nord dall'esistente SS12 sulla nuova circonvallazione e quindi di alleggerire l'abitato di Varna (e successivamente di Bressanone) dal traffico di transito. Come

soluzione è prevista la realizzazione di uno svincolo a T con corsia di svolta a sinistra (da nord), per dare la precedenza alla carreggiata principale verso la nuova circonvallazione e in modo da non interrompere il flusso di traffico sulla nuova circonvallazione. Per la svolta a destra dalla principale, sebbene non sia necessaria una corsia specializzata (velocità dell'intersezione < 80 km/h) è stato comunque realizzato un allargamento della carreggiata a miglioramento della manovra.

Anche per le esigenze, piuttosto limitate, del traffico locale o pendolare, avvalorate dallo studio sul traffico condotto dal comune di Varna, questa soluzione risulta essere sufficiente. Inoltre, si riduce al minimo l'occupazione di terreni e si mantiene pressoché invariata l'esistente strada statale.

Lo schema previsto in progetto si colloca nell'ambito degli schemi di cui alla Fig. 26 delle Norme CNR 31/73. Per l'uscita dalla strada principale, le Norme CNR 31/73 forniscono le seguenti indicazioni per le corsie di accumulo, prendendo in considerazione lo schema riportato nella figura seguente (fig. 31 delle norme CNR 31/73).

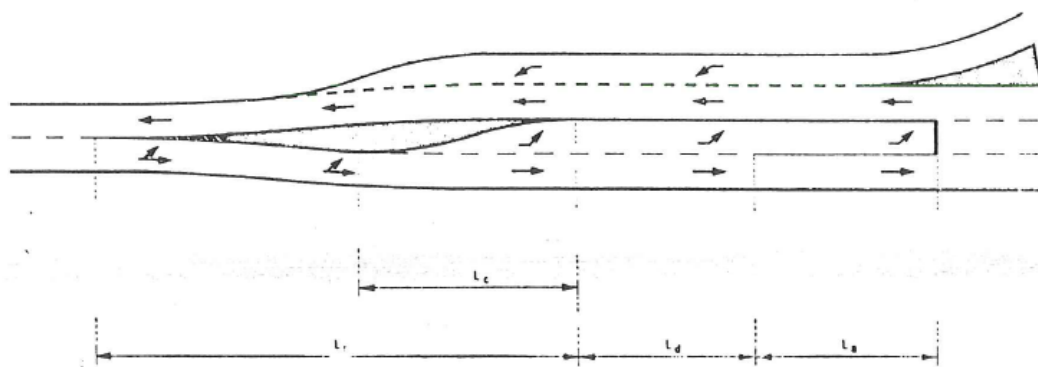


FIG. 31-a

Nel seguito si riportano le caratteristiche degli elementi compositivi:

- Il tratto di accumulo non dovrà avere una lunghezza inferiore a 20 m
- La lunghezza del tratto di decelerazione è determinata in base alla Tab. 4 della CNR31/73 e, per velocità dell'intersezione di 60 km/h, è pari a 40 m
- La lunghezza del tratto necessario al cambio corsia è determinata in base alla Tab. 4 della CNR31/73 e, per velocità dell'intersezione di 60 km/h, è pari a 45 m
- Il tratto di raccordo avrà lunghezza pari a  $L_r = V_c \sqrt{a}$ , con  $a$  pari a metà della larghezza della corsia supplementare di 3,50 m

Secondo queste considerazioni il dimensionamento della corsia porta ai seguenti risultati:

Velocità intersezione	$V_c$	Kmh	60
Pendenza	$i$	%	-5
Lunghezza cambio corsia	$L_c$	m	40

Lunghezza decelerazione	Ld	m	25
Lunghezza accumulo	La	m	20
Lunghezza di raccordo	Lr		79
<b>Lunghezza minima</b>	<b>Lr+Ld+La</b>	<b>m</b>	<b>124</b>
<b>Lunghezza effettiva di progetto</b>		<b>m</b>	<b>150</b>

## 8 DISPOSITIVI DI RITENUTA

La tipologia di dispositivo di ritenuta da adottare è stata individuata secondo quanto previsto dal D.P.P. del 27 giugno 2006, n. 28 recante "Norme funzionali e geometriche per la progettazione e costruzione di strade nella Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige".

In particolare si è fatto riferimento anche all'ultimo aggiornamento del 21 giugno 2004 e partendo dai criteri di scelta dei dispositivi in esso contenuti, si sono individuate le zone da proteggere e le tipologie da adottare. Si è altresì tenuto conto delle norme EN 1317 recepite dallo stesso D.M. 21 giugno 2004, per definire le caratteristiche prestazionali delle barriere. Considerando un TGM>1000 e, cautelativamente, una percentuale di veicolo pesanti superiore al 15%, il tipo di traffico è, ai sensi dell'art. 91, Tab. X-03 del citato D.P.P. di "Tipo III".

A questo tipo di traffico, per una strada statale con alto volume di traffico (secondo il D.P.P. 28/2006), ovvero per una strada extraurbana secondaria tipo C (secondo D.M. 5.11.2001) corrisponde l'impiego delle seguenti classi minime di livello di contenimento in funzione della destinazione:

- Spartitraffico H2
- Bordo laterale H2
- Bordo ponte/muro H3

Sulla base di quanto sopra riportato, ma anche in continuità con tutto il tratto di circonvallazione precedente ed in osservanza a quanto previsto nell'art. 6 del D.M. 21 giugno 2004: *"Per motivi di ottimizzazione della gestione della strada, il progettista cercherà di minimizzare i tipi da utilizzare seguendo un criterio di uniformità"* è stata adottata la seguente classe di barriera stradale:

- Bordo laterale H2 PAB TE

Nei punti di inizio e fine barriera è stato previsto l'utilizzo di idonei dispositivi terminali semplici (terminali affondati nel terreno piuttosto che arrotondati verso l'esterno).

A protezione dei punti singolari, quali le zone di imbocco delle gallerie e l'inizio delle opere di sostegno sono stati previsti dispositivi di ritenuta tipo PAB H2 per impedire l'urto frontale.

Nel tratto all'aperto compreso circa tra le prog. 3+525 e 3+800, ovvero tra la galleria Auto-grill e la galleria Varna, in analogia al tratto di circonvallazione già realizzato (Lotto Svincolo Bressanone nord) è stata adottata una barriera a protezione della barriera antirumore in legno, ivi prevista.

In base a quanto riportato nella Direttiva Ministeriale dd. 21 luglio 2010 *"...Sono espressamente escluse dal campo di applicazione della norma in argomento le progettazioni inerenti le strade extraurbane ed urbane con velocità di progetto inferiore a 70 km/h"*.

Tuttavia per garantire una maggiore sicurezza stradale sono state inserite barriere di sicurezza tipo H2 PAB TE:

- sulla strada di accesso esterna all'area di servizio, utilizzata da fornitori e dipendenti
- sulla vecchia SS12 all'innesto con la nuova circonvallazione presso lo Svincolo Varna Nord

La posizione dei dispositivi di ritenuta previsti si evince dagli elaborati grafici BV-V-197, BV-V-198 e BV-V-199.

## 9 DRENAGGIO STRADALE

### 9.1 Obiettivo e condizioni al contorno

- Interventi di deviazione delle acque di piattaforma e dimensionamento di tubazioni, cunette e fossi di guardia
- Interventi per il trattamento delle acque di piattaforma e dimensionamento impianti
- Valutazione quantitativa degli effetti dello scarico dei bacini nei ricettori idrici

La realizzazione di una nuova arteria di traffico parallela all'autostrada esistente impone, al contrario della progettazione in un'area vuota, di porre molta attenzione a quanto già esistente; solo in pochi casi, tuttavia, avviene l'inclusione di manufatti o di impianti esistenti nei nuovi impianti di drenaggio, e precisamente quando, per ragioni tecniche, non è possibile continuare a mantenere le opere separate.

Da ciò deriva che, se da una parte, gli impianti per lo smaltimento delle acque della SS12 vengono realizzati in conformità alle norme tecniche esistenti, dall'altra gli impianti di scarico esistenti dell'Autostrada del Brennero vengono mantenuti inalterati, per quanto possibile, o spostati solo localmente o eventualmente ricostruiti. In futuro, in due scarichi autostradali verranno convogliate anche le acque della SS12, in quantità, proporzione e come in seguito descritto. Le acque provenienti dall'autostrada e dai suoi impianti sono tuttavia per lo più sconosciute per quel che concerne quantità ed origine; poiché, tuttavia, lo stato degli scarichi (e, di conseguenza, delle relative situazioni in materia di diritto allo scarico), non muta, non è necessario, ai fini della progettazione, condurre ricerche in proposito.

A tale scopo, sono stati analizzati entrambi i sistemi di scarico in progetto nei ricettori idrici ed è stata condotta un'analisi quantitativa delle ripercussioni. Detta stima è avvenuta sulla base della documentazione esistente sugli scarichi, osservando l'entità delle immissioni fino ad un evento quinquennale.

### 9.2 Principi di dimensionamento

Il calcolo del deflusso tipo si basa sull'assunto della proporzionalità inversa tra intensità delle precipitazioni e la durata delle stesse. Il contributo meteorico ( $r$  (l/s.ha) o l'intensità di precipitazione  $i$  (mm/min) diminuisce, nella stessa annualità  $n$  (1/a) all'aumentare della durata  $t$  della precipitazione (min). La determinazione delle portate cumulate derivanti da eventi precipitazionali avviene di solito con il "metodo razionale": si calcola il deflusso di un bacino imbrifero come il prodotto del contributo meteorico, dell'estensione del bacino imbrifero e della durata della precipitazione. Perdite dovute ad evaporazione, percolazione, riempimento dei fossi di guardia ed alla capacità di accumulo del terreno e della vegetazione vengono definite dal coefficiente di deflusso  $\psi$ . La quantità di precipitazioni defluente rappresenta dunque soltanto una parte dell'intero.

Si applica la formula:  $Q = r_{n,t} * \psi * F$

$Q$  Deflusso (l/s)

$r_{n,t}$  Contributo meteorico per annualità  $n$  e di durata  $t$  (l/s\*ha)

- $\psi$  Coefficiente di deflusso (-)  
 $F$  Superficie (ha)

#### 9.2.1 Afflusso di dimensionamento

L'afflusso di dimensionamento deriva dal prodotto di:

Contributo meteorico  $r_{n,t}$  (si veda 8.2.1.1)

Coefficiente di deflusso  $\psi$  (si veda 8.2.1.2)

Estensione bacino imbrifero  $F$  (si veda 8.2.1.3)

Per il dimensionamento dello smaltimento dell'acqua fino agli impianti di trattamento viene preso il seguente caso caratteristico di precipitazione piovosa:

- Contributo di pioggia massimo: è il contributo di un evento di durata  $t$ , in cui, in un bacino imbrifero e nell'ambito di una determinata frequenza (5 anni), si verifica il deflusso massimo.

Per il dimensionamento dell'impiantistica per il trattamento delle acque, vengono considerati i seguenti casi caratteristici di precipitazioni piovose:

- Precipitazione oraria: è il contributo meteorico della durata di 1 ora nella frequenza statistica determinata (annuale).
- Precipitazione giornaliera: è il contributo meteorico della durata di 24 ore nella frequenza statistica determinata (esercizio normale annuale, smaltimento senza danni ogni 5 anni)

Per la valutazione degli impatti dovuti allo smaltimento aggiuntivo di acqua nei ricettori vengono considerati i seguenti eventi caratteristici.

- Deflusso non dannoso ( $n=0,2$ ): è il deflusso dalla vasca (ogni 5 anni), attraverso lo sfioratore di emergenza in caso di raggiunto livello massimo di dimensionamento; questo corrisponde, in condizioni naturali, all'afflusso nella vasca in caso di un evento precipitazionale giornaliero quinquennale, con vasca piena e terreno saturo sotto la vasca di dispersione. Detto deflusso deve essere impiegato per il calcolo del drenaggio della SS12, tenuto conto della vasca.
- Per valutare gli impatti del drenaggio dell'autostrada, non influenzato dalla vasca, viene utilizzato il contributo meteorico massimo quinquennale.

##### 9.2.1.1 Calcolo contributo meteorico $r_{n,t}$

I contributi precipitazionali di riferimento sono stati analizzati dalla raccolta tabellare dei contributi precipitazionali massimi annui per varie durate precipitazionali sul piezometro di Bressanone (dati dell'Ufficio idrografico di Bolzano, con lettera del 8 marzo 2004). Nell'analisi si è fatto ricorso ai seguenti metodi:

Misure del periodo dal 1924 al 2001, nonostante la presenza di "vuoti" considerevoli nel rilievo di dati relativi a precipitazioni della durata inferiore a 1 ora, fino agli anni 60. Detti "vuoti" sono tuttavia privi di significato ai fini del metodo di analisi scelto e dei relativi risultati.

Per il presente dimensionamento, i dati sono stati ripartiti in classi (suddivisione per ogni millimetro di precipitazione) a intervalli di 15 minuti, 1 ora, e 24 ore e per dette classi sono state determinate le rispettive frequenze in eccesso e in difetto.

La seguente analisi statistica dei dati in questione avviene, graficamente, con l'aiuto di una normale ripartizione logaritmica. In un cosiddetto "grafico delle probabilità con scala logaritmica", la distribuzione corrisponde a una retta. Ciò significa, che i dati empirici vengono inseriti come frequenze cumulate sull'asse logaritmico simmetrico delle probabilità e come valori di precipitazione sull'asse logaritmico semplice, cosicché la ripartizione statistica si avvicina ad una retta di regressione. Detta retta permette un'interpolazione ed estrapolazione grafica lineare semplice dei contributi meteorici per i desiderati intervalli di ritorno e per le frequenze cumulate.

Il problema, nel caso dell'extrapolazione, risiede tuttavia, da un lato, nella probabilità di verifica al 100% dell'evento annuo all'interno di un tempo di osservazione limitato, poiché in natura vi è sempre un valore empirico minimo, che viene raggiunto in ogni caso almeno una volta. Maggiore è il tempo di osservazione, tuttavia, tanto più piccolo (statisticamente) diventa il valore minimo, che caratterizza l'evento annuo nell'intervallo di tempo considerato. Tale problema è evidente nel grafico delle probabilità, teoricamente infinito, ma che praticamente ha inizio con 0,1% e termina con 99,9%.

Dall'altro lato, in natura, vi è una distribuzione non lineare dei dati, ovvero, anche in un tempo di osservazione illimitato (nella pratica) non vi è un valore minimo infinitamente piccolo, bensì detto valore minimo tende ad un valore limite naturale, ma ignoto. Considerando questi problemi e la necessaria esattezza, sono stati impiegati, per i dati annuali, i rispettivi valori minimi "non corretti statisticamente", all'interno del periodo di osservazione (sufficientemente lungo). Detti valori sono, inoltre, per quel che concerne il dimensionamento di impianti, a favore della sicurezza in quanto i più alti. I dati per eventi quinquennali derivano invece dalla sopraccitata analisi della frequenza cumulata.

Per verificare l'accettabilità dei dati ottenuti, questi sono stati comparati con dati noti di altre stazioni e sono risultati utilizzabili.

Per determinare l'intensità dell'evento, occorre far riferimento alla durata  $t$  dell'evento piovoso:

- Per il calcolo di afflussi massimi ( $q_{\max}$ ), la durata viene comparata anche ad intervalli col tempo di scorrimento di calcolo, a partire dal quale, l'intero bacino imbrifero contribuisce al deflusso; in alternativa, la durata viene assunta, più semplicemente, pari a 15 minuti.
- Ai fini di altri dimensionamenti, la durata viene definita separatamente (precipitazione oraria, giornaliera). Nel presente progetto, nel bacino imbrifero occorre considerare soltanto eventi esigui di acque meteoriche. La forma del bacino imbrifero viene definita attraverso una estensione longitudinale notevolmente superiore rispetto alla larghezza, benché la larghezza complessiva variabile dipenda dalla profondità della trincea e dalla distanza dalla A 22. Il tempo di scorrimento di calcolo viene definito pertanto soprattutto attraverso la lunghezza del bacino imbrifero e resta, tuttavia,



largamente inferiore alla durata assunta dell'evento piovoso di 24 ore. Per un dimensionamento reale degli impianti è pertanto necessario considerare le precipitazioni su tutte le superfici di pendio e di scarpata.

#### 9.2.1.2 Coefficiente di deflusso $\psi$

Per le superfici di cui al punto 8.2.1.3, vengono assunti i seguenti coefficienti di deflusso.

Carreggiata (superficie stradale sigillata compresi i margini esterni)	$\psi = 0,9$
Scarpata stradale	$\psi = 0,6$
Foso di guardia rinverdito	$\psi = 0,15$
Rinaturazione (comprese superfici con scarsa pendenza)	$\psi = 0,1$

#### 9.2.1.3 Superficie del bacino imbrifero F

Il bacino imbrifero viene individuato attraverso le sezioni di drenaggio, circoscritte dalle diverse condizioni al contorno.

Le zone di drenaggio ortogonali all'asse stradale si suddividono per tipologia e per direzione della pendenza trasversale della carreggiata stradale:

In trincea le acque della carreggiata, del margine stradale e delle scarpate vengono smaltite attraverso fossi di guardia con caditoie nella tubazione sottostante.

I confini dei tratti longitudinali sono rappresentati, in condizioni normali, dai punti di colmo della livelletta e dai ponti, in corrispondenza dei quali il drenaggio longitudinale con tubazioni e fossi deve essere interrotto. Entrambi i casi non si verificano nel progetto in questione. Le uniche limitazioni sono riconducibili ai cambiamenti della pendenza trasversale della SS12, alle tubazioni di scarico esistenti dell'Autostrada del Brennero e alle estremità di inizio e fine dei muri di sostegno.

#### 9.2.2 Smaltimento delle acque stradali

Come accennato, dalla pendenza trasversale della carreggiata deriva una divisione in due sezioni di drenaggio ortogonali all'asse stradale. Lo strato portante drena verso i drenaggi posti al di sotto dei fossi di guardia. Le tubazioni sono costituite da tubi di drenaggio e da tubi multiuso di dimensioni DN250, DN315 e DN400. Lo smaltimento avviene attraverso i pozzetti di scolo (caditoie stradali e pozzetti) nei citati tubi multiuso.

Il dimensionamento dei canali avviene, per i tubi multiuso, secondo i diagrammi di deflusso. Il dimensionamento di tutti i tubi restanti avviene secondo Prandtl-Colebrook, per una sabbrezza assoluta  $k_b = 0,25$  mm (tubi in plastica). La pendenza viene stabilita partendo da una pendenza minima dello 0,3%. Il diametro minimo per tubi in plastica è di 20cm.

L'evento precipitazionale di riferimento per il dimensionamento del drenaggio stradale e dei pozzetti di raccolta ha un tempo di ritorno pari a 5 anni. La durata di riferimento dell'evento viene generalmente scelta pari a 15 minuti (si veda 8.2.1.1). Da ciò derivano:

**167 l/s\*ha – precipitazione di dimensionamento per il drenaggio stradale**

### 9.2.3 Interventi per il trattamento delle acque stradali

Sulla base delle varie condizioni al contorno sono state scelte le seguenti misure per lo smaltimento delle acque stradali e per il trattamento delle stesse. Le modalità di drenaggio sono, in questo caso, limitate a causa della posizione della strada in progetto rispetto all'A22 ed al terreno, nonché a causa della struttura del sottosuolo e dalla presenza di pochi ricettori artificiali. Da ciò deriva l'oneroso convogliamento delle acque attraverso fossi di guardia e canali verso i ricettori. La scelta degli interventi in progetto sulla base delle citate condizioni viene di seguito definita:

- **Smaltimento lungo le scarpate:**  
In quei tratti dove il piano stradale si trova sopra la quota attuale del p.c., è possibile lo smaltimento lungo la scarpata, sulla base della pendenza della carreggiata. Le acque si infiltrano nel rilevato stradale e nel terreno limitrofo. Eventuali ingressi di sostanze nocive nel sottosuolo non avvengono in modo concentrato e l'effetto filtro e di depurazione viene assicurato dal terreno superficiale. Questo tipo di drenaggio è possibile soprattutto nelle zone di sbancamento e dei riempimenti e dei rilevati a nord dell'area di servizio Plose.
- **Smaltimento con interventi di drenaggio longitudinale**  
L'attuale scarpata autostradale (trincea ovest lungo l'intero tracciato) rende necessario, nel caso di trincee parallele sul lato est o di muri di sostegno, smaltire le acque con cunette, drenaggi e canali in direzione longitudinale, raccogliarle alle estremità del tratto e convogliarle quindi verso i ricettori.

## 9.3 Dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque stradali

Nelle planimetrie di drenaggio sono rappresentati tutti i dispositivi di smaltimento ed il relativo dimensionamento avviene nelle tabelle seguenti:

### 9.3.1 Tubazioni

Tubazioni principali.

Tratto	Pendenza [%]	$Q_{n=5}$ [l/s]	Tipo di tubo	Ø [mm]	$Q_{zul}$ [l/s]
KS 163 - KS 162	1,55	65	PP	250	94
KS 134 - Bacino	1,39	172	PP	400	308

### 9.3.2 Bacino di filtrazione

Verifica volume del bacino

## Dimensionierung einer Versickerungsmulde nach ATV- DVWK-A 138

Versickerungsbecken Vahn

### Auftraggeber:

Autonome Provinz Bozen - Südtirol  
Ressort für Bauten  
Amt für Straßenbau Nord/Ost

### Muldenversickerung:

Beckenlänge: 50m / Beckenbreite: 10m      Einstauhöhe gew.: 150 cm

### Eingabedaten:

$$V = [ (A_u + A_s) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_s \cdot k_f / 2 ] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

Einzugsgebietsfläche	$A_E$	m <sup>2</sup>	8.220
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (ATV-DVWK-A 138)	$\Psi_m$	1	1,00
undurchlässige Fläche	$A_u$	m <sup>2</sup>	8.220
Versickerungsfläche	$A_s$	m <sup>2</sup>	500
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	$k_f$	m/s	5,0E-05
gewählte Regenhäufigkeit	$n$	1/Jahr	0,2
Zuschlagfaktor	$f_z$	1	1,2

### örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	286,0
10	211,0
15	167,0
30	103,0
60	58,0
90	41,0
120	32,0

### Berechnung:

V [m <sup>3</sup> ]
85,3
123,5
143,8
167,0
164,5
150,7
133,1

### Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	30
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	103
<b>erforderliches Muldenspeichervolumen</b>	<b>V</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>167,0</b>
Einstauhöhe in der Mulde	$z_M$	m	0,33
Entleerungszeit der Mulde	$t_E$	h	3,7

### Bemerkungen:

Vorhandenes Beckenvolumen = 800 m<sup>3</sup>

## Dimensionierung einer Versickerungsmulde nach ATV- DVWK-A 138

Versickerungsbecken Vahn

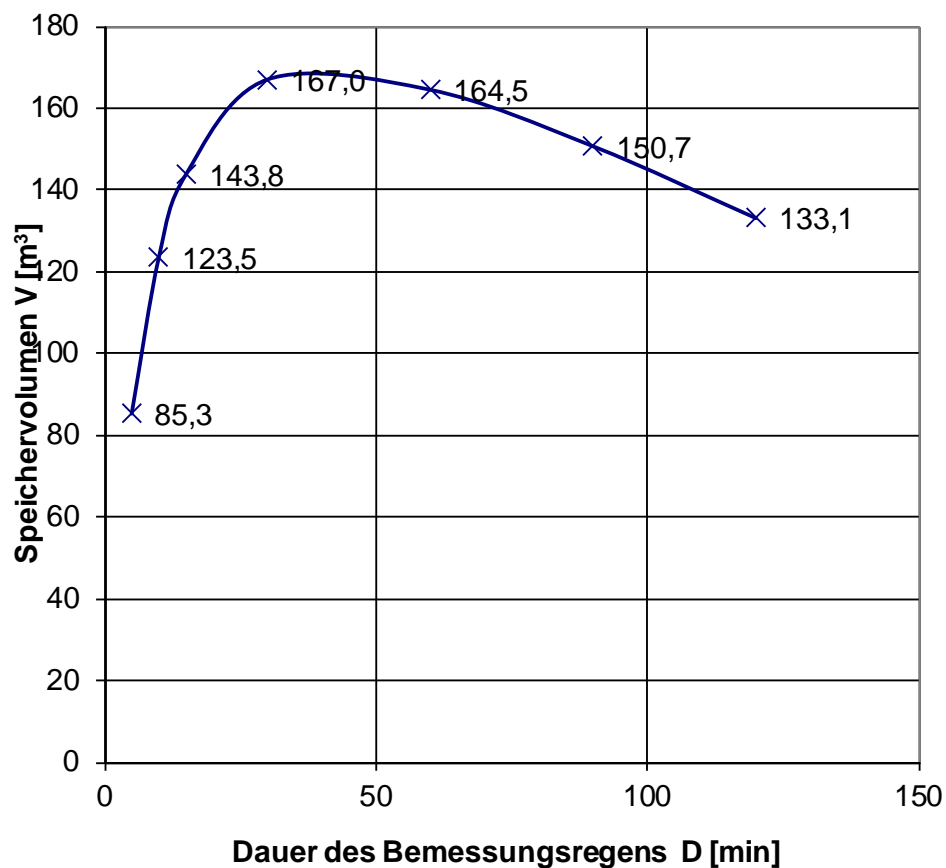
### Auftraggeber:

Autonome Provinz Bozen - Südtirol  
Ressort für Bauten  
Amt für Straßenbau Nord/Ost

### Muldenversickerung:

Beckenlänge: 50m / Beckenbreite: 10m Einstauhöhe gew.: 150 cm

### Muldenversickerung



#### 9.4 Valutazione dei ricettori idrici

Il drenaggio delle acque stradali della circonvallazione di Varna avviene con fossi di guardia (o canali) di nuova realizzazione, benché detti sistemi fungano, in alcuni punti, anche da nuovi ricettori dell'attuale sistema di drenaggio autostradale. Le acque vengono poi convogliate nell'attuale rete di smaltimento dell'autostrada (canali).

Gli ulteriori sistemi di smaltimento della SS12 comportano tuttavia cambiamenti di modesta entità per il sistema di smaltimento dell'autostrada (canali), in quanto la quantità di acqua che proviene dall'A22 è di gran lunga superiore; questi sistemi, inoltre, non hanno effetti negativi sulle acque pubbliche (in grado sinora di smaltire senza problemi le acque provenienti dall'autostrada).

Le attuali acque autostradali, che vengono ricevute in modo inalterato e scaricate nello stesso "emissario" subendo soltanto una piccola variazione nel sistema di conduzione in canali o fossi, non subiscono una valutazione separata. Ciò riguarda, in particolare, il drenaggio autostradale attuale nel Rio Scaleres, che non subisce modifiche né qualitative né quantitative.

Le valutazioni relative alla capacità sono calcolate e riassunte in tabelle.

##### 9.4.1 Circonvallazione svincolo Varna nord - bacino di filtrazione

Le acque di piattaforma del tratto compreso tra la galleria Autogrill e lo svincolo Varna nord attraversano la galleria Varna e la galleria Autogrill verso sud e vengono scaricate, insieme alle acque stradali raccolte in questa zona nel bacino di filtrazione. Le acque superficiali provenienti dall'A22 nella zona della galleria di Varna vengono raccolte in un canale sopra la galleria, come è avvenuto sinora, e scaricate nell'esistente canale DN800 nella zona delle caserme. Il canale smaltisce già le acque di ruscellamento raccolte tra l'autostrada e la SS12 e, a causa della mancanza di documentazione più precisa, la stima è avvenuta sulla base della pendenza e ne è stata calcolata la capacità massima, che risulta tuttavia di gran lunga superiore rispetto alle immissioni massime aggiuntive dovute alla nuova pista pedociclabile accanto alla SS12 (max. 5 l/s). L'autorizzazione allo scarico delle acque è già stata rilasciata da parte dell'attuale gestore (Autostrada del Brennero A22).

## 10 SOTTOATTRAVERSAMENTO RIO SCALERES

La circonvallazione interseca a nord dell'areale militare, in uno spazio molto ristretto, prima la strada di accesso per Varna e poi il Rio Scaleres. Già lo studio di fattibilità aveva previsto, soprattutto per motivi di protezione dal rumore, la realizzazione di una galleria sotto il Rio Scaleres. Questo argomento ha pesato molto anche nella successiva valutazione delle varianti di tracciato, cosicché la soluzione in galleria è stata mantenuta.

Lo svantaggio di questa soluzione è rappresentato dal fatto che, oltre ai maggiori costi di investimento e di manutenzione, è condizionata altimetricamente dalla posizione sia della strada per Varna che del Rio Scaleres. Per ottimizzare la lunghezza della galleria, tenendo conto del progetto esecutivo "Adeguamento dell'accesso verso Varna", la galleria è stata alzata in questa zona in misura tale da portare la quota della soletta della galleria fino a quella dello strato portante (cassonetto) della strada per Varna. Per poter raggiungere questa quota massima è necessario alzare leggermente anche l'alveo del Rio Scaleres.

Dopo avere determinato l'entità del necessario sollevamento di quota, è stata fatta una riunione con il competente Ufficio Provinciale Bacini Montani al fine di chiarire la fattibilità dell'intervento. Dalla riunione l'Ufficio Bacini Montani non ha espresso alcuna sostanziale riserva contro la modifica del fondo del torrente, dato che verranno mantenute le attuali protezioni contro le esondazioni di piena attraverso un contemporaneo innalzamento degli argini e del letto.

Il locale sollevamento del fondo del rio in corrispondenza dell'attraversamento con la galleria sarà realizzato alle seguenti condizioni:

- \* Sollevamento alveo a monte 0 cm
- \* Sollevamento alveo a valle ca. 90 cm
- \* Rampa in massi a seguito del sollevamento dell'alveo
- \* Pavimentazione del fondo del torrente con singoli massi ancorati
- \* Elevazione degli argini del torrente parallelamente al sollevamento dell'alveo almeno fino a valle della rampa

I dati di portata di piena nella zona d'immissione (appena sotto l'attraversamento) sono i seguenti:

HQ (Portata massima) ca. 60 m<sup>3</sup>/s  
MQ (Portata media) ca. 0,85 m<sup>3</sup>/s  
MNQ (Portata minima) ca. 0,27 m<sup>3</sup>/s

## 11 GALLERIE AUTOGRILL E VARNA

### 11.1 Galleria Autogrill

La galleria Autogrill è una galleria artificiale lunga 255 m, che si estende dalla prog. km 3+261 al km 3+516. In questo tratto il tracciato corre in adiacenza all'autostrada e passa direttamente sotto l'area di sosta della stazione di servizio Plose.

Per non interferire troppo con l'area di sosta della stazione di servizio, è prevista, a partire dal km 3+285 (24 m dopo l'imbocco sud) e fino al km 3+381 per una lunghezza di 96 m, l'adozione di una tipologia con diaframmi di pali e solettone di copertura. Per il concio di imbocco di 12m, per quello di allargamento e per il restante tratto tra il km 3+381 e 3+516 (135 m) sarà adottata una sezione scatolare.

La galleria intaglia il rilevato autostradale e al termine dei lavori sarà ritombata per un'altezza di ca. 3,00 m sopra la soletta. Per consentire il futuro ampliamento dell'area di servizio, è stata modificata la geometria della scarpata sul lato degli impianti sportivi di Varna, prevedendo in alcuni tratti la costruzione di un muro in sassi.

#### 11.1.1 Sezione tipo

La sezione della galleria risulta di altezza interna pari a 5,56 m sopra il piano stradale e di larghezza interna pari a 10,70 m, con carreggiata di 8,50m e due marciapiedi laterali di larghezza 1,10 m.

A causa dello stretto raggio di curvatura e della pendenza trasversale, i marciapiedi laterali sono stati allargati e portati da 1,0 m a 1,10 m, tenendo conto della freccia della poligonale dei blocchi.

Per quanto riguarda la tipologia di galleria con diaframmi e solettone di copertura, la paratia sarà realizzata con pali tangenti di diametro 1,20 m. Il grande diametro consente, nel caso di ritrovamento di trovanti, la loro facile demolizione e rimozione. La realizzazione della galleria prevede, dopo l'esecuzione dei pali e il prescavo fino alla quota inferiore della soletta di copertura, la posa dell'armatura e il getto della soletta stessa ( $s=1,20m$ ), collegata in testa ai pali. Raggiunta la resistenza necessaria si procede con la posa della guaina di impermeabilizzazione, del massetto di protezione per concludere con il rinterro finale dell'opera, in modo da consentire il ripristino e il riutilizzo della soprastante area di sosta della stazione di servizio. Contemporaneamente può essere eseguito lo scavo a foro cieco sotto la soletta, al cui termine viene gettata la platea di base e le pareti di rivestimento delle paratie da 30 cm ed infine eseguite le opere di finitura interne.

La tipologia con sezione scatolare potrà essere realizzata, p.es. con l'uso di una cassaforma mobile, iniziando con la costruzione della platea di base e successivamente delle pareti da 80 cm e della soletta da 1,20 m.

Sezioni dei portali:

La sezione dei portali riprende la configurazione architettonica delle zone di ingresso. Gli adiacenti conci tipo hanno le seguenti dimensioni:

Portale sud (Concio 1 da km 3+261 a km 3+273):

Platea: spessore 80 cm, inclinazione estradosso 1,5% verso il centro della galleria

Pareti: spessore 80 cm, rientranza di 10 cm per il rivestimento fonoassorbente (spessore effettivo del cls 70 cm)

Soletta: passaggio da profilo a doppia falda a profilo inclinato con inclinazione min. 1,5%

Portale nord (Concio 22 da km 3+509 a km 3+516):

Platea: spessore 80 cm, inclinazione estradosso 1,5% verso il centro della galleria

Pareti: spessore 80 cm, rientranza di 10 cm per il rivestimento fonoassorbente (spessore effettivo del cls 70 cm)

Soletta: profilo a doppia falda con inclinazione 1,5%

La lunghezza del concio tipo è pari a 12,0 m. Il concio 22 del portale nord e l'annesso blocco 21 della galleria sono blocchi di passaggio, lunghi 7,0 m e 8,0 m.

I giunti tra i blocchi sono resi stagni con la posa di waterstop.

Nei giunti tra i blocchi del portale, della galleria e gli annessi muri d'ala vengono posati nastri per giunti di dilatazione.

#### 11.1.2 Consolidamento delle pareti di scavo

Nel tratto sud sarà adottata la tipologia con paratia di pali e soletta di copertura, mentre a nord la galleria viene costruita all'interno di uno scavo realizzato a cielo aperto.

In quest'ultimo caso, sul lato monte, è necessario il consolidamento delle ripide scarpate con spritzbeton e ancoraggi e, in alcuni tratti, anche con pali trivellati.

Per preservare l'impianto di telefonia mobile, sito vicino al portale sud, è prevista una scarpata consolidata con spritzbeton e ancoraggi anche sul lato valle.

La scarpata dei rimanenti tratti sul lato valle non richiede interventi di consolidamento.

#### 11.1.3 Impermeabilizzazione e drenaggio

Il livello di falda acquifera si trova a quota inferiore della platea e, per la raccolta delle eventuali acque di infiltrazione, sarà posata una tubazione di drenaggio su ambo i lati della galleria

Le pareti laterali e la soletta vengono impermeabilizzate con guaine bituminose.

Lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di piattaforma avviene separatamente.

Le acque meteoriche vengono raccolte tramite tubi di drenaggio, quindi deviate e scaricate nel bacino di filtrazione, in corrispondenza del portale sud.



#### 11.1.4 Smaltimento delle acque di piattaforma

Sulla piattaforma stradale ci può essere la presenza di fluidi differenti, in caso di pulizia della galleria, così come in caso di incidenti (sostanze pericolose) ed in caso di interventi di spegnimento di un incendio in galleria; trattandosi di liquidi anche infiammabili e pericolosi, occorre prevedere un sistema di smaltimento degli stessi il più rapido possibile. Le acque di piattaforma vengono captate da pozzetti con caditoia e convogliate nel collettore principale in PP. I pozzetti sono dotati di sifone tagliafiamma, per evitare il passaggio di liquidi infiammabili.

Il dimensionamento dei pozzetti e la distanza tra di loro è stata definita sulla base di analoghi progetti di gallerie, secondo i quali, il collettore deve essere in grado di smaltire 200 l/s di acqua a livello puntuale, nel raggio di 200 m. Detta condizione può essere soddisfatta collocando caditoie accoppiate, a distanza di 48 m l'una dall'altra.

I liquidi che raccolti dal collettore vengono convogliati in una vasca di raccolta, presso il portale sud. Il volume della vasca è pari a 16,5 m<sup>3</sup>, in ottemperanza alle disposizioni dell'Ufficio tutela acque.

Un troppo pieno collega la vasca di raccolta direttamente al sistema di drenaggio stradale. Per svuotare la vasca di raccolta è previsto uno scarico di fondo. In caso normale è previsto che l'acqua raccolta nella vasca sia poco contaminata e possa quindi essere scaricata nel collettore fognario. In presenza di inquinamento rilevante è invece necessario svuotare la vasca di raccolta mediante l'impiego di autobotte per poi smaltire i liquidi a norma di legge. La vasca di raccolta sarà inoltre dotata di una sonda di livello e di una parete sommersa.

### 11.2 Galleria Varna

La Galleria Varna è una galleria artificiale lunga 590 m, che si estende dalla prog. km 3+800 al km 4+390. Essendo la galleria particolarmente vicina al rilevato autostradale e, poiché alla fine la scarpata del rilevato verrà a trovarsi, per ampi tratti, sopra la galleria stessa, sono previste diverse tipologie strutturali della galleria, in base all'effettiva distanza dall'autostrada e dai suoi manufatti.

In particolare si deve distinguere tra una sezione scatolare chiusa e una tipologia con paratia di pali e solettone di copertura. La sezione scatolare è usata nei tratti laddove le condizioni di spazio consentono la costruzione di un separato sistema di consolidamento delle pareti di scavo. Ove ciò non è invece possibile, viene adottata la tipologia con pali e solettone di copertura.

Le tipologie strutturali sono così ripartite:

km 3+800 fino a km 3+811,000	Sezione scatolare, portale sud
km 3+811,000 fino a km 4+087,000	Sezione scatolare
km 4+087,000 fino a km 4+248,000	Sezione con pali e solettone di copertura
km 4+248,000 fino a km 4+380,000	Sezione scatolare
km 4+380,000 fino a km 4+390	Sezione scatolare, portale nord

La sezione della galleria risulta di altezza interna di 5,45 m e larghezza netta di 10,50 m. La pendenza trasversale massima della strada è pari al 4,0%.

Per il drenaggio dello strato portante l'estradosso della platea presenta una pendenza di 1,5% verso il centro. All'interno della platea saranno posate le tubazioni per lo smaltimento delle acque e per tal motivo la platea è localmente ispessita verso il basso di 0,70 m.

#### 11.2.1 Sezione scatolare

##### 11.2.1.1 Sezione tipo

La struttura è uno scatolare a sezione rettangolare chiusa. La scelta di realizzare una platea di fondazione è motivata dalla presenza della falda acquifera.

Nelle zone di imbocco viene creata una rientranza di 0,10 m, su ambo le pareti, per la posa del rivestimento fonoassorbente.

La soletta e platea di fondazione sono realizzate in piano. L'estradosso della soletta sarà a doppia falda con pendenza trasversale dell'1,5%.

Gli spessori delle solette e delle pareti sono conformi ai carichi applicati.

##### Tipo K1

La struttura scatolare tipo K1 è usata nelle aree con maggiore copertura, tra le progressive:

km 3+979,000 fino a km 4+087,000

km 4+248,000 fino a 4+260,000

Lo spessore della soletta e della parete lato est è di 1,40 m; ciò è dovuto alle elevate sollecitazioni di taglio per il rinterro unilaterale del rilevato autostradale. Per risparmiare spazio sul lato autostrada lo spessore della parete ovest è pari a 80 cm. La platea di fondazione ha spessore costante di 1,20 m.

##### Tipo K2

La struttura scatolare tipo K2 è usata nei casi di carico medio, tra le progressive:

km 4+395,000 fino a km 4+979,000

km 4+260,000 fino a km 4+308,000

La soletta e la parete est hanno uno spessore di 1,00 m. La platea di fondo e la parete ovest hanno spessore 0,80 m.

##### Tipo K3

La struttura scatolare tipo K3 è usata nei casi di modesti carichi, tra le progressive:

km 3+811,000 fino a km 3+895,000

km 4+296,000 fino a km 4+380,000

La soletta e la platea di fondo hanno spessore 0,80 m; lo spessore delle pareti è pari a 0,80 m.

### 11.2.1.2 Portali

Le dimensioni di base dei portali sono quelle della sezione tipo K3. Negli ultimi 3 metri, la soletta e i muri vengono allargati. Le pareti frontali sono rastremate fino a 0,30 m.

### 11.2.1.3 Consolidamento delle pareti di scavo

La struttura scatolare viene realizzata all'interno di uno scavo a cielo aperto.

Mentre sul lato est, uno scavo a scarpa è in genere sufficiente, con soli interventi di consolidamento con spritzbeton e chiodi, sul lato ovest è necessario, per lunghi tratti, realizzare una paratia di micropali e di pali trivellati.

I micropali hanno diametro 195 mm e interasse 40 cm.

Per la paratia di pali di grande diametro sono stati scelti pali di 90 cm di diametro ed interasse di 1,70 m. L'interasse permette di riempire lo spazio tra i pali con un tamponamento in spritzbeton.

I pali vengono ancorati con tiranti di ancoraggio, anche per evitare inammissibili cedimenti dell'autostrada.

La distanza tra paratia di pali trivellati e galleria è dettata dallo spazio necessario all'esecuzione dei lavori (impermeabilizzazione, ritombamento), dall'ingombro delle teste di ancoraggio e dalle tolleranze di realizzazione.

Sul tamponamento tra i pali devono essere eseguite delle perforazioni di drenaggio, per evitare un accumulo di acqua a tergo dei pali. Le venute d'acqua devono essere raccolte e correttamente allontanate.

### 11.2.2 Tipologia con metodo Milano

#### 11.2.2.1 Sezione tipo

Nel caso di spazi limitati viene adottata per la galleria una tipologia con pali e solettone di copertura, anche "metodo Milano"; ciò avviene nei casi in cui i muri, il ponte e i tomboni della A22 sono talmente vicini alla galleria, da non rendere possibile la realizzazione di opere di contenimento separate. La paratia di pali rappresenta quindi sia il consolidamento dello scavo che la parete della galleria.

#### 11.2.2.2 Soletta di copertura

La soletta di copertura poggia a est sui pali trivellati, mentre a ovest è incastrata. La soletta è realizzata in piano e la pendenza per l'impermeabilizzazione viene data con la posa di un massetto. Lo spessore della soletta di copertura dipende dai carichi.

#### Tipo D1

La soletta di copertura tipo D1 è prevista nelle zone con la maggiore copertura, nei seguenti tratti:

km 4+087,000 fino a km 4+123,00

km 4+164,000 fino a 4+176,000

km 4+212,000 fino a km 4+248,000

Lo spessore della soletta è pari a 1,40 m

#### Tipo D2

La soletta di copertura tipo D2 è prevista nelle zone con media copertura, nei seguenti tratti:

km 4+123,000 fino a km 4+145,497

km 4+155,960 fino a km 4+164,000

km 4+176,000 fino a 4+212,000

Lo spessore della soletta è pari a 1,20 m.

#### Tipo D3

La soletta di copertura tipo D3 è il blocco in corrispondenza dell'sottoattraversamento del Rio Scaleres. Dato che è possibile sollevare di poco l'alveo del fiume, la soletta deve avere una struttura più sottile. Sulla soletta della galleria viene realizzata una struttura a "U", che costituisce anche il letto del rio.

km 4+145,497 fino a km 4+155,960

Lo spessore della soletta è pari a 0,80 m

#### 11.2.2.3 Pali

A ovest, le pareti sono formate da pali trivellati secanti, di diametro 1,20 m. L'interasse tra i pali è pari a 1,00 m. Sul lato est i pali sono tangenti.

I pali sul lato dell'autostrada sostengono le opere esistenti e in alcuni punti sporgono fino a ca. 5 m oltre l'estradosso della soletta di copertura. Per poter sostenere i carichi in fase di costruzione i pali devono essere ancorati.

Saranno eseguite delle cunette di raccolta tra i manufatti autostradali e i pali trivellati per lo smaltimento delle acque superficiali.

#### 11.2.2.4 Struttura a U

Al di sotto della soletta di copertura viene realizzata una struttura a U in c.a. con pareti di spessore 40 cm e platea di 80 cm.

Per contrastare la spinta idraulica la struttura poggia verso l'alto contro la soletta. In caso di livello basso della falda i carichi permanenti e accidentali in galleria agiscono verso il basso cosicché la platea di fondo funge da piastra appoggiata.

#### 11.2.2.5 Fasi esecutive

Nella fase iniziale, alla quota di estradosso delle fondazioni dei manufatti autostradali esistenti sarà realizzato un piano di lavoro per eseguire i pali trivellati sul lato ovest.

Contemporaneamente sarà possibile realizzare i pali sul lato est, che verranno cementati soltanto fino alla quota d'intradosso della soletta di copertura. Si procederà quindi al pre-scavo fino alla quota d'intradosso della soletta della galleria e dove necessario saranno eseguiti i tiranti di ancoraggio.

La soletta di copertura è realizzata su uno strato di magrone e solo una volta raggiunta la maturazione del calcestruzzo sarà possibile procedere con i lavori di scavo a foro cieco al di sotto della stessa. In un primo momento, il rinterro sulla soletta avverrà senza il ripristino delle scarpate autostradali e potrà essere completato raggiunta la capacità portante.

#### 11.2.3 Impermeabilizzazione

La Galleria Varna si trova, per quasi tutta lunghezza, in falda che, in alcune zone, può raggiungere anche un livello superiore all'estradosso della galleria.

Pertanto, la galleria dovrà essere impermeabile e le pareti della struttura a U saranno impermeabilizzate con fogli in PVC. Tra i giunti di ripresa sono previsti water stop, mentre tra quelli di dilatazione saranno posati nastri per giunti di dilatazione sufficientemente dimensionati. I nastri andranno saldati tra di loro in modo da realizzare un sistema a tenuta idraulica.

Nelle zone di difficile esecuzione, quali il passaggio dalla parete di elevazione alla soletta di copertura, sono da prevedere dei tubicini d'iniezione.

La soletta di copertura sarà impermeabilizzata con una guaina bituminosa.

#### 11.2.4 Deflusso dell'acqua di falda

I sedimenti lacustri, affioranti soprattutto nell'area della platea di fondo, sono molto sensibili all'acqua. Prima di realizzare la platea di fondo il sottofondo va bonificato adeguatamente con materiale arido e ben compatto.

La creazione di un flusso longitudinale dell'acqua di falda lungo la galleria è da evitare, perché ciò modificherebbe fortemente il deflusso sotterraneo. Il metodo di costruzione scelto impedisce tutto ciò e per permettere lo scorrimento delle acque in senso trasversale alla galleria, in alcuni tratti, al di sotto della stessa, è prevista la realizzazione di strati permeabili in ghiaia in modo da creare delle vie di deflusso preferenziali. Inoltre, prima del ritombamento è necessario prevedere opportuni fori di drenaggio sulle pareti di scavo consolidate.

#### 11.2.5 Smaltimento delle acque di piattaforma

Sulla piattaforma stradale ci può essere la presenza di fluidi differenti, in caso di pulizia della galleria, così come in caso di incidenti (sostanze pericolose) ed in caso di interventi di spegnimento di un incendio in galleria; trattandosi di liquidi anche infiammabili e pericolosi, occorre prevedere un sistema di smaltimento degli stessi il più rapido possibile. Le acque di piattaforma vengono captate da pozzetti con caditoia e convogliate nel collettore

principale in PP. I pozzetti sono dotati di sifone tagliafiamma, per evitare il passaggio di liquidi infiammabili.

Il dimensionamento dei pozzetti e la distanza tra di loro è stata definita sulla base di analoghi progetti di gallerie, secondo i quali, il collettore deve essere in grado di smaltire 200 l/s di acqua a livello puntuale, nel raggio di 200 m. Detta condizione può essere soddisfatta collocando caditoie accoppiate, a distanza di 48 m l'una dall'altra.

I liquidi che raccolti dal collettore vengono convogliati in una vasca di raccolta, presso il portale sud. Il volume della vasca è pari a 16,5 m<sup>3</sup>, in ottemperanza alle disposizioni dell'Ufficio tutela acque.

Un troppo pieno collega la vasca di raccolta direttamente al sistema di drenaggio stradale. Per svuotare la vasca di raccolta è necessario l'intervento di un'autocisterna.

La vasca di raccolta sarà inoltre dotata di una sonda di livello e di una parete sommersa.

### **11.3 Centrale di servizio**

La centrale di servizio con i locali tecnici per le gallerie Autogrill e Varna è ubicata in prossimità del portale sud di quest'ultima.

## 12 MURI DI SOSTEGNO

All'imbocco nord della galleria Autogrill, tra il km 3+516 e km 3+528, è necessaria la realizzazione sul lato ovest di un muro di sostegno in c.a.

Sono previsti dei muri di sostegno in c.a. anche dopo il portale nord della Galleria Varna, sul lato est, dal km 4+390 al km 4+434,6 e sul lato est del portale sud, dal km 3+752 al km 3+800

Le superfici dei muri saranno faccia a vista e saranno rivestiti con elementi prefabbricati costituiti da un pannello portante in calcestruzzo e un rivestimento in materiale poroso fofoassorbente.

I muri di limitata elevazione sono dei semplici muri di sostegno in c.a. La sommità dei muri ha uno spessore di 0,30 m. A tergo dei muri viene realizzata una cunetta di raccolta per le acque.

Per i muri più alti saranno realizzate delle mensole interne, poste ad un'altezza tale da non interferire con l'esecuzione del ritombamento.

### 13 INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RUMORE

Lungo il tratto all'aperto della circonvallazione, compreso tra le gallerie Autogrill e Varna, è prevista, sul lato est, la posa di una barriera antirumore in legno, lunga 238 m e di altezza variabile ( $H_{\min}=2,5$  m).

Inoltre, tutti i muri di sostegno saranno rivestiti con pannelli fonoassorbenti in calcestruzzo, mentre nelle zone di imbocco della galleria saranno montati dei pannelli fonoassorbenti in alluminio.

### 14 ACCESSO ALL'AREA DI SERVIZIO E STRADA PEDOCICLABILE

La nuova strada di circonvallazione attraversa, circa al km 3+470, l'accesso all'area di servizio Plose, a una quota tale da renderne necessaria una lieve modifica planoaltimetrica. Al termine della costruzione della galleria, l'accesso sarà ripristinato nella posizione ed alla quota pressoché analoghe allo stato ante-operam. Contestualmente al suo ripristino, l'area di sosta sarà riconfigurata e ampliata, nonché verrà costruita una pista pedociclabile che va dal parcheggio dell'area di servizio fino al sottopasso esistente dell'A22.

Durante i lavori della galleria Autogrill, nella zona limitrofa all'area di cantiere, presso il campo da calcio militare, sarà allestito un parcheggio sostitutivo con circa 20 posti auto per il personale dell'area di servizio. Sarà possibile raggiungere l'area di servizio passando lungo un sentiero pedonale protetto (passerella sopra la galleria). Per i fornitori l'accesso all'area di servizio sarà sempre garantito.



## 15 IMPIANTI TECNOLOGICI IN GALLERIA

La fornitura e posa degli impianti tecnici delle gallerie è parte integrante del progetto e si rimanda alla cartella 8 per la documentazione e la descrizione delle lavorazioni previste.

## 16 CONCEZIONE DEL SISTEMA DI SICUREZZA PER L'ESERCIZIO (ART. 26, COMMA 1, LETTERA H DEL D.P.R. 207/2010)

La progettazione dell'opera è stata conforme al D.P.P. n. 28 del 27 giugno 2006 recante Norme funzionali e geometriche per la progettazione e costruzione di strade nella Provincia di Bolzano, tenendo conto anche delle caratteristiche dei lotti costruttivi della circonvallazione già realizzati e aperti al traffico.

Si rimanda ai relativi elaborati e ai rispettivi capitoli della presente relazione per una precisa definizione.

- Tracciato: si caratterizza per la sua linearità e per la dolcezza delle curvature d'asse con raggi mai inferiori a  $R=300$  m. I raccordi verticali adottati forniscono ampie garanzie in termini di distanze di visuale libera e spazi di arresto.
- Sezione trasversale: la sezione adottata (7A secondo le "Norme funzionali e geometriche per la progettazione e la costruzione di strade nella Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige" - D.P.P. n. 28 del 27 giugno 2006), con aumento della larghezza di ciascuna corsia da 3,50 a 3,75 m, in analogia ai lotti della variante già realizzati, risulta adeguata e ben dimensionata.
- Smaltimento delle acque: si è posta grande cura nella realizzazione dei drenaggi sia della piattaforma stradale, sia delle scarpate.
- Svincoli: lo svincolo Varna Nord è stato ottimizzato per fornire le massime prestazioni in termini di capacità, anche in funzione dello studio del traffico condotto dal comune di Varna.
- Piazzole di sosta: è stata realizzata una piazzola di sosta sia sulla corsia nord che sulla corsia sud nel tratto all'aperto compreso tra le gallerie.

Particolare attenzione è stata dedicata anche alla progettazione di tutti gli approntamenti ed opere complementari che concorrono, assieme alle caratteristiche proprie di tracciato già evidenziate nei precedenti capitoli, alla sicurezza attiva e passiva del traffico veicolare. In particolare si segnalano le seguenti implementazioni in grado di fornire valore aggiunto all'opera in termini di sicurezza:

- La progettazione delle barriere di sicurezza è stata condotta, sulla scorta della normativa vigente, con riferimento ai livelli di contenimento prescritti e utilizzando dispositivi certificati (barriera H2 PAB TE).
- Le zone di svincolo e i tratti all'aperto sono stati adeguatamente illuminati con lampade a LED ad altissima efficienza montati su pali.
- Nei tratti esterni la segnaletica verticale del codice della strada, progettata per ottenere le massime condizioni di visibilità possibili in ogni condizioni meteo, prevede

rivestimenti retroriflettenti di classe 2, mentre in galleria saranno impiegati segnali retroilluminati.

Le gallerie, nel rispetto di quanto previsto dalle “Norme funzionali e geometriche per la progettazione e costruzione di strade” nella Provincia di Bolzano per gallerie in classe C (Galleria Varna) e D (Galleria Autogrill), soddisfano tutti i requisiti impiantistici e di gestione della sicurezza richiesti. Così, oltre agli impianti tecnici tradizionali, per garantire l'esercizio e la sicurezza in galleria sono presenti:

- Impianto di illuminazione fissa e di emergenza con corpi a LED
- Impianto di videosorveglianza: per il rilevamento di eventi in galleria, come traffico congestionato o incidenti è previsto un sistema di videosorveglianza con telecamere in galleria e ai portali
- Impianto radio: necessario per il mantenimento della comunicazione in caso di emergenza, su tutto il tratto in galleria per il gestore e per servizi di soccorso. Per aumentare la sicurezza degli utenti in galleria è prevista anche la trasmissione di almeno una stazione radio, con notizie sulla viabilità e, in caso di evento, per dare indicazioni di comportamento attraverso la sede di comando o attraverso il locale di servizio.
- Impianto di rilevazione incendio: i vani della centrale di servizio sono sorvegliati da rivelatori d'incendio ottico/termici. Il sistema di segnalazione incendio manuale è costituito da pulsanti protetti con vetro a rompere.
- Estintori: sono previsti due estintori portatili ogni 150 m, estintori a polvere di tipo ABC con un carico di 6 kg ciascuno ed un potere di spegnimento 34A-223B-C. Anche in corrispondenza di ogni portale sono collocati due estintori sono.
- Idranti: davanti ad ogni portale è collocato un idrante soprasuolo sec. UNI 7546/8.
- Controllo altezza: allo svincolo Varna Nord è collocato un sistema di controllo altezza dei veicoli atto a impedire il transito a veicoli di altezza maggiore 5,05 m e a proteggere gli impianti installati sopra la zona di transito.
- Sistema di allarme automatico e impianti telefonici: l'intera gestione, il controllo e il monitoraggio della galleria, nonché la trasmissione di tutti gli allarmi e delle chiamate d'emergenza vengono effettuati attraverso la rete telefonica.
- Uscita di emergenza: le vie di fuga delle due gallerie sono costituite dai rispettivi portali. Le vie di fuga sono segnalate tramite due distinti sistemi di segnaletica, segnali illuminati per la fase di autosalvataggio e cartelli indicatori per le vie di fuga utili per la percezione e l'orientamento in fase di transito. Entrambi i segnali indicano la distanza dall'uscita di emergenza.
- Sistema di guida visiva sui bordi del marciapiede con LED
- Impianto di supervisione
- Impianto di rilevazione del traffico

L'impiantistica a corredo dell'infrastruttura stradale propone quanto di più avanzato e sofisticato presenti oggi il mercato delle soluzioni tecnologiche. Ciascun degli impianti trova

completa ed esauriente descrizione tecnica negli elaborati progettuali (vedi cartella 8), ai quali si rimanda per una puntuale definizione.

Tutto il progetto è finalizzato alla minimizzazione degli interventi successivi all'apertura al traffico, nell'ottica del mantenimento del livello di servizio programmato e della minimizzazione dei disagi all'utenza.

## **17 PROGRAMMA DEI LAVORI – ESECUZIONE**

L'organizzazione di cantiere e la programmazione delle fasi di cantiere, con l'eccezione di alcune zone critiche (area di servizio Plose, galleria Varna adiacente all'autostrada con l'attraversamento del Rio Scaleres e della strada per Varna), sulla base della topografia del terreno poco edificato e sulla base dei previsti accessi alle singole aree di cantiere, non presenta particolari problematiche. Invece, nelle zone critiche, in particolare quelle inerenti la galleria Varna con il sottoattraversamento della strada di Varna e del Rio Scaleres e le strutture direttamente confinanti con il cantiere (edifici, manufatti autostradali, ecc.), nonché per la presenza di numerosi sottoservizi, è richiesta una programmazione attenta e dettagliata dei lavori, in particolare per quanto concerne le condizioni al contorno, quali le possibilità di accesso, lo spostamento e la deviazione di sottoservizi, ecc.

Per la circonvallazione di Varna, la costruzione delle due gallerie ha un ruolo determinante, benché gli spazi limitati e l'articolato sistema costruttivo rendano la realizzazione della galleria Varna notevolmente più impegnativa, anche in termini di tempo. Dallo scavo delle gallerie deriva anche il maggior volume di materiale, in parte utilizzato sul cantiere per riporti e riempimenti e che rende necessaria una corretta gestione dei lavori, al fine di evitare inutili trasporti di materiale.

### **17.1 Aree di cantiere e di deposito temporaneo del materiale di scavo**

Il progetto prevede quale principale area di cantiere e di deposito temporaneo di materiale di scavo parte del campo da calcio militare, a nord dell'area di servizio Plose (Doc. BV-V-115). In corso d'opera l'accesso all'area avviene facilmente tramite piste di cantiere realizzate lungo le strade principali e tramite gli accessi già esistenti della via Vecchia.

A sud dovrà essere realizzato il parcheggio provvisorio per l'area di servizio Plose.

Le dimensioni delle restanti aree di cantiere sono ridotte al minimo indispensabile per poter realizzare le opere e gli interventi di progetto nel rispetto dei costi e dei tempi e in ottemperanza alle specifiche norme di sicurezza.

### **17.2 Gestione del traffico**

L'accesso al cantiere avviene, nel tratto sud (a sud del campo da calcio di Varna), attraverso il tracciato dello svincolo Bressanone nord.

Per il tratto centrale (campo sportivo militare fino al Rio Scaleres), è possibile accedere al cantiere attraverso la via Vecchia e gli attuali accessi all'area di servizio Plose, così come usando la strada esistente a sud della caserma.

Da nord si accede facilmente dall'attuale SS12; l'accesso alla Galleria Varna avviene da est verso Varna di Sopra o da sud, attraverso il tracciato della circonvallazione stessa, secondo l'avanzamento dei lavori. Il traffico principale di cantiere (p.es. per il trasporto del materiale di scavo) si svolge principalmente su piste interne di cantiere, allestite sul tracciato della circonvallazione; in questo modo, si evita un ulteriore impatto sulla viabilità pubblica e tale soluzione si presenta anche più pratica per i lavori stessi. Durante i lavori per la realizzazione dello svincolo di Varna nord saranno necessari brevi e provvisorie deviazioni del traffico.

### **17.3 Gestione del materiale di scavo**

Sulla base della stima dei volumi di scavo e riporto, effettuata in sede di computo metrico di progetto, sono stati individuati i fabbisogni relativi alle materie utilizzabili nei diversi processi costruttivi e, parallelamente, l'entità dei materiali di scarto che si prevede che risultino in esubero, e che sarà necessario conferire in siti idonei al deposito definitivo.

Il materiale di scavo della circonvallazione di Varna è in prevalenza costituito da due componenti differenti: depositi superiori di debris flow di differente potenza e granulometria e depositi inferiori lacustri limosi (sedimenti lacustri).

Se, da un lato, il materiale degli strati superiori (depositi di debris flow), viene classificato in generale come idoneo per i lavori stradali e per i riporti, lo strato inferiore (sedimenti lacustri) si presta a tale utilizzo soltanto in determinate condizioni.

Dalla seguente tabella si nota come le esigenze del progetto, in termini di volumi complessivi da destinare ai siti di deposito definitivo, sono stimate nell'ordine di circa 33.000 mc di materiale.

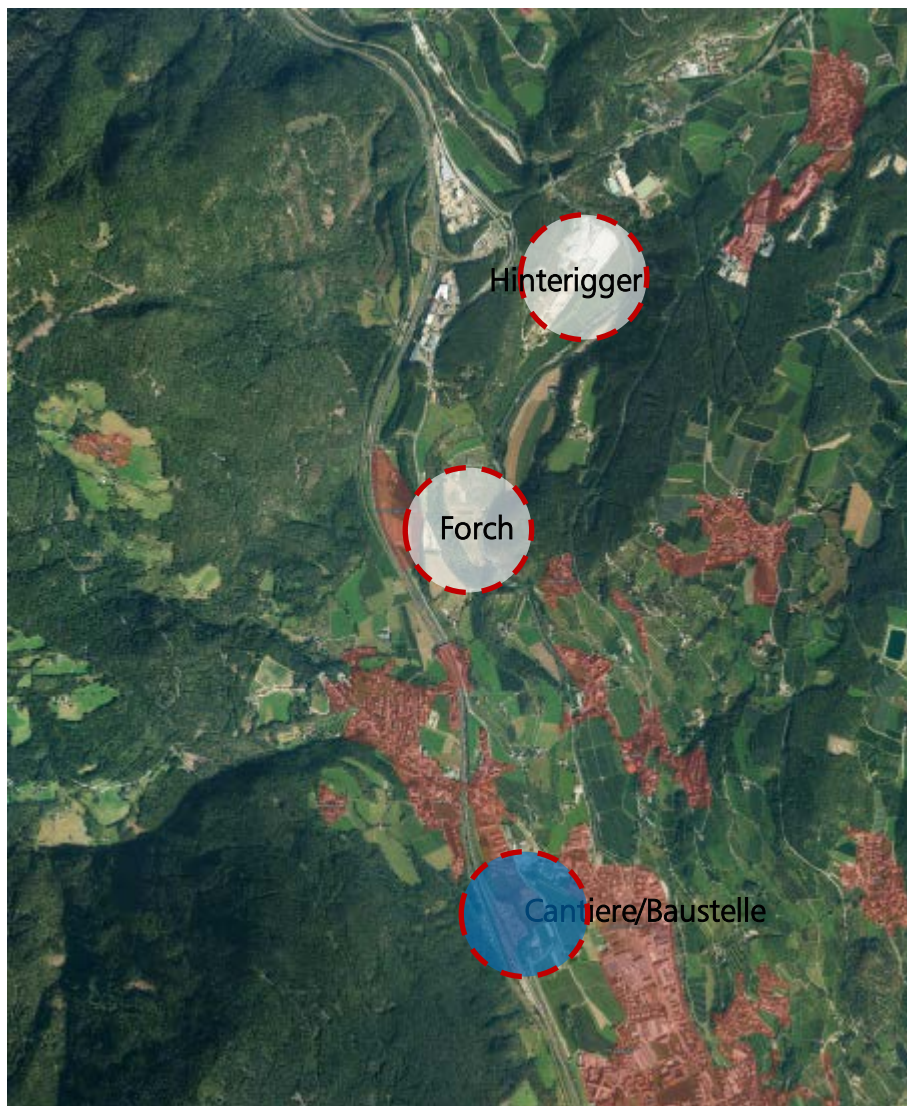
AUSHÜBE			
SCAVI			
		Classificazione	
	Aushub Scavo [m³]	Wiederverwendbar für Aufschüttung, Wiederverfüllung Riutilizzabile per rilevati e rinterri [m³]	Deponie Discarica
freie Strecke			
Tratti all'aperto	25.000	25.000	
Tunnel Raststation			
Galleria Autogrill	38.000	38.000	
Tunnel Vahrn			
Galleria Varna	83.000	79.700	3.300
<b>Summe</b>			
<b>Totale</b>	<b>146.000</b>	<b>142.700</b>	<b>3.300</b>
Dammschüttungen und Hinterfüllungen			
Rilevati e rinterri			
freie Strecke			
Tratti all'aperto			44.800
Tunnel Raststation			
Galleria Autogrill			20.800
Tunnel Vahrn			
Galleria Varna			44.100
<b>Summe</b>			
<b>Totale</b>			<b>109.700</b>
Massenüberschuß			
Esubero			33.000

Dal bilancio delle quantità si ottengono i dati seguenti:

Il volume in banco risultante dallo scavo delle gallerie Varna e Autogrill, nonché dallo sbancamento dei tratti a cielo aperto ammonta a ben 146.000 m³.

In cantiere è possibile riutilizzarne circa 110.000 m³ (volume in banco) per rilevati e ritombamenti.

Il materiale di scavo prodotto in cantiere dovrà essere riutilizzato, per quanto possibile, per la realizzazione dell'opera, ossia per rinterri e rilevati, anche eventualmente, a seguito di un adeguato trattamento. Il materiale di risulta, che non può essere riutilizzato, deve essere portato a discarica nelle discariche autorizzate presenti nella zona, ovvero quella della ditta Beton Eisack sita a sud della località Forch o quella in località Hinterrigger (si veda cartina sottoriportata). I siti sono facilmente raggiungibili e collegati attraverso la viabilità ordinaria esistente e non comportano distanze significative (ca. 5-6 km dal cantiere).



Lo scopo è quello di utilizzare al meglio il materiale di scavo del cantiere; nel caso dei sedimenti lacustri, sensibili agli eventi atmosferici e di qualità complessa, occorre prestare particolare attenzione; è necessario, da un lato, proteggere i sedimenti in fase di scavo e, dall'altro, impiegarli in modo da poter realizzare rilevati stradali/riporti sensibili ai cedimenti. Il materiale va protetto e coperto per evitare il contatto con l'acqua in caso di precipitazioni e va posato a strati, per garantire la filtrazione verticale dell'acqua nei rilevati. La generale idoneità all'impiego del materiale per riporti/riempimenti è stata confermata dalle indagini geotecniche.

L'approvvigionamento delle materie quali calcestruzzi e materiali bituminosi non comporta difficoltà né distanze significative, vista gli impianti di produzione di calcestruzzo e materiali bituminosi nella zona, il cui conveniente utilizzo è già avvenuto nella realizzazione dei precedenti lotti costruttivi della circonvallazione.

#### 17.4 Particolari condizioni al contorno per la Galleria Varna

La realizzazione della galleria Varna, che avviene in spazi molto limitati, causa la vicinanza alle numerose abitazioni e che prevede l'attraversamento di una strada e di un corso d'acqua, impone una gestione dettagliata dei lavori, così come una precisa organizzazione tecnica del cantiere. Sul piano logistico, l'accesso a Varna di Sopra deve essere lasciato sempre aperto e detti presupposti sono stati soddisfatti in fase di progetto attraverso una buona suddivisione dei conci della galleria, con la possibilità di realizzare locali deviazioni sopra la stessa.

Per il contenimento del corpo autostradale nella zona delle elevate scarpate (km 4+200) si farà il ricorso ad una paratia di pali trivellati. Per motivi di sicurezza per la realizzazione della paratia andrà allestito, per un breve periodo, un cantiere sulla corsia nord dell'autostrada. La chiusura della corsia di emergenza e la delimitazione del cantiere con barriere new jersey devono essere eseguiti in modo coordinato e previa autorizzazione dell'amministrazione dell'Autostrada del Brennero.

#### 17.5 Monitoraggio in corso d'opera

Durante tutta la durata dei lavori è previsto il monitoraggio continuativo delle opere di contenimento degli scavi (paratie di pali, pareti chiodate) e dei manufatti preesistenti, in particolare modo le opere di pertinenza dell'Autostrada del Brennero A22 e gli edifici limitrofi.

Si ritiene opportuno prevedere l'installazione di un adeguato sistema di monitoraggio, comprendente mire ottiche e capisaldi, disposti in accordo con quanto contenuto negli elaborati grafici BV-S-262 e BV-S-304, al fine di controllare le deformazioni indotte dagli scavi durante le fasi di lavoro.

Le misurazioni, da eseguirsi con cadenza giornaliera, almeno fino al completamento degli scavi, devono dare indicazioni sulle deformazioni assolute nelle tre direzioni. Qualora le particolari condizioni lo richiedano e in caso di situazioni anomale, le misure topografiche andranno raffittite al fine di controllare la velocità degli spostamenti e la loro eventuale stabilizzazione. La lettura zero dovrà avvenire subito dopo la posa in opera dei punti di misura e comunque prima di ogni lavorazione successiva (p.es. prima di un ulteriore scavo di ribasso, della tesatura dei tiranti, ecc.).

I risultati delle misurazioni delle deformazioni verranno elaborati e restituiti in forma tabellare e grafica (diagrammi spazio-tempo) e trasmessi giornalmente e comunque dopo ogni lettura alla stazione appaltante.

## 17.6 Beni archeologici

L'area oggetto dei lavori è di interesse archeologico e non è da escludere che in fase di scavo possano essere ritrovati resti di insediamenti preistorici, di grande interesse storico-culturale. Infatti, i sondaggi già effettuati lungo il tracciato sotto la direzione dell'Ufficio Beni archeologici hanno intercettato:

- nel tratto a nord di Varna prevalentemente reperti bassomedievali e monete del XVII/XVIII sec., ma nella metà più a nord di questo tratto inizia un potente muraglione, forse è un terrazzamento, forse una struttura stradale, con alcuni reperti (pochissimi per ora) di terra sigillata tarda (ceramica di pregio romana, IV/V sec. d.C.), non sicuramente in fase stratigrafica/cronologica.
- nell'area a sud di Varna, suoli limosi, in cui giacciono pietroni dall'aspetto molto simile a quello di un luogo di culto
- sempre nel tratto sud, suoli scuri a circa 1 metro di profondità, sicuramente preistorici a giudicare dalla ceramica.

Pertanto, i lavori di sbancamento dovranno essere eseguiti alla presenza e sotto il controllo di una sorveglianza archeologica, con particolare prudenza e secondo le indicazioni dalla stessa fornite (ad esempio bonificare a tagli per la lunghezza utile, per circa 1 metro in profondità o mediante l'uso di benna senza denti onde non pregiudicare la conservazione dei reperti e delle strutture di interesse archeologico). Nel caso di rinvenimenti per cui servisse uno scavo stratigrafico, verranno prese decisioni opportune. Nel caso che la sostanza archeologica sia poco rappresentata si potrebbe procedere alla bonifica e al recupero di eventuali reperti senza grossi ritardi né spese aggiuntive.

## 17.7 Interferenze con sottoservizi

Attraverso una campagna di rilievo è stato possibile individuare i sottoservizi esistenti, la cui posizione e i necessari spostamenti da attuare in fase di costruzione sono riportati in dettaglio sulle tavole BV-U-011 e BV-U-013. In particolare si evidenzia la presenza dei seguenti sottoservizi:

- Tubazioni acque nere:  
L'attuale tubazione delle acque nere che è presente lungo la strada di accesso al paese di Varna dovrà essere sostituita per un tratto di circa 100 m
- Cavi telefonici e a fibra ottica:  
Cavi telefonici e a fibra ottica Telecom e Brennercom che sono presenti lungo la strada di accesso al paese di Varna interferiscono con i lavori e saranno da spostare localmente in accordo con i gestori. Trattandosi di reti in concessione lo spostamento delle infrastrutture è a carico del gestore.
- Cavi elettrici dell'Azienda Servizi Municipalizzati di Bressanone:  
Nell'ambito dello spostamento delle cabine elettriche "Total" e "Brixiae" saranno



adeguati anche i relativi collegamenti elettrici. La fornitura e posa dei cavi con i collegamenti verranno eseguiti direttamente dall'Azienda Servizi Municipalizzati di Bressanone, mentre l'appaltatore dovrà provvedere ai movimenti terra, la posa in opera dei cavidotti e la fornitura e posa dei pozzetti.

- Impianti d'irrigazione:  
Presso l'areale prativo di proprietà della Diocesi di Bolzano-Bressanone e tra l'autostrada A22 e l'ex caserma Verdona sono presenti degli impianti di irrigazione interferenti con le opere previste in progetto
- Condotte del teleriscaldamento (centrale di teleriscaldamento di Varna):  
nell'ambito della demolizione di parte dell'archivio della Banca Popolare e dello spostamento della cabina andranno adeguati i collegamenti con la rete di teleriscaldamento

### **17.8 Stima della durata dei lavori**

La durata complessiva dei lavori di realizzazione della circonvallazione di Varna è di ca. 32 mesi, con la criticità rappresentata dalla costruzione della galleria Varna.

Un cronoprogramma dettagliato è allegato al progetto esecutivo (Doc. BV-V-116).

## 18 COSTI DI COSTRUZIONE

La stima dei costi è stata eseguita facendo riferimento all'“Elenco prezzi informativi per opere civili non edili della Provincia di Bolzano - Edizione 2019”. Per le voci non previste dal prezziario, il prezzo è stato determinato sulla base di analisi prezzi.

L'importo complessivo per i lavori della circonvallazione di Varna, con l'impiantistica delle gallerie e compresi i costi per la sicurezza, ammonta a 24,5 MLN Euro.

L'importo complessivo dell'opera con le somme a disposizione dell'amministrazione, che ammontano a ca. 14,0 MLN Euro, è stato preventivato nell'ordine di **38,5 MLN Euro**.