



Coordinamento Territoriale Nord Est

Area Compartimentale Veneto

Via E. Millosevich, 49 - 30173 Venezia Mestre T [+39] 041 2911411 - F [+39] 041 5317321  
Pec anas.veneto@postacert.stradeanas.it - www.stradeanas.it

Anas S.p.A. - Società con Socio Unico

Sede Legale

Via Monzambano, 10 - 00185 Roma T [+39] 06 44461 - F [+39] 06 4456224

Pec anas@postacert.stradeanas.it

Cap. Soc. Euro 2.269.892.000,00 Iscr. R.E.A. 1024951 P.IVA 02133681003 - C.F. 80208450587



## S.S. n° 51 "di Alemagna" Provincia di Belluno

### Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021

Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore

## PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE ANAS S.p.A.

Coordinamento Territoriale Nord Est - Area Compartimentale Veneto

IL PROGETTISTA:

*Ing. Pietro Leonardo CARLUCCI*

IL GEOLOGO:

*Geol. Emanuela AMICI*

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

*Dott. Marco FORMENTELLO*

*Arch. Lisa ZANNONER*

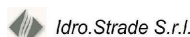
ASSISTENZA ALLA PROGETTAZIONE:



Mandataria-capogruppo



Mandanti



visto: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

*Ing. Gabriella MANGINELLI*

PROTOCOLLO:

DATA: GIUGNO 2019

N. ELABORATO:

## RELAZIONE TECNICA GENERALE

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

MSVE14 D 1709

NOME FILE

1\_T00\_EG00\_GEN\_RE01\_D

CODICE ELAB. T00 EG00 GEN RE01

REVISIONE

SCALA:

D

D

QUARTA EMISSIONE (MODIFICA TRACCIATO)

Giugno 2019

C

TERZA EMISSIONE

Gennaio 2019

B

SECONDA EMISSIONE

Settembre 2017

A

PRIMA EMISSIONE

Luglio 2017

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore Progetto definitivo RELAZIONE GENERALE	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	1 di 34

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO DEL PROGETTO</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>RETE VIARIA ATTUALE</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>IL PROGETTO STRADALE</b> .....	<b>7</b>
4.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
4.2	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO .....	7
4.2.1	CARATTERISTICHE TECNICHE DEL TRACCIATO.....	7
4.3	INTERSEZIONI .....	8
4.3.1	SVINCOLO TAI EST.....	8
4.3.2	SVINCOLO TAI OVEST .....	11
4.4	PAVIMENTAZIONE .....	11
4.5	SEZIONE TIPO C2.....	12
<b>5</b>	<b>OPERE D'ARTE</b> .....	<b>15</b>
5.1	GALLERIA TAI DI CADORE.....	15
5.2	OPERE MINORI .....	18
5.3	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO.....	20
5.4	CRITERI PROGETTUALI GENERALI .....	21
5.5	TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI.....	22
<b>6</b>	<b>INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE</b> .....	<b>26</b>
6.1	ASSETTO GEOLOGICO GENERALE .....	26
6.2	PROFILO GEOLOGICO LUNGO L'ASSE VIARIO .....	27
6.3	GEOMORFOLOGIA.....	29
6.4	IDROGEOLOGIA .....	29
6.5	RIUTILIZZO DEI MATERIALI DA SCAVO.....	30
<b>7</b>	<b>IDRAULICA</b> .....	<b>31</b>
7.1	IDROLOGIA .....	31
7.2	IDRAULICA DI PIATTAFORMA ED ESTERNA .....	31

---

<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i> <i>Progetto definitivo</i> <i>RELAZIONE GENERALE</i>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	2 di 34

<b>8</b>	<b>CANTIERIZZAZIONE .....</b>	<b>32</b>
8.1	LE FASI DELLA CANTIERIZZAZIONE .....	32
8.2	MOVIMENTI MATERIE .....	32
<b>8.3</b>	<b>FABBRICATI INTERFERENTI</b> .....	<b>33</b>
<b>9</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>34</b>

---

<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <i>RELAZIONE GENERALE</i>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	3 di 34

## **1 PREMESSA**

Nel corso dell'iter di approvazione del progetto e dello studio di impatto ambientale, e durante i numerosi incontri con i soggetti territoriali istituzionali e non, sono emerse criticità, richieste e varie proposte che sono state approfondite tanto nella loro efficacia di risposta ai prerequisiti alla base del progetto stesso quanto negli aspetti di ricaduta sulle matrici ambientali esaminate, non ultima la componente socio economica che trova la sua principale espressione nelle osservazioni poste dal "Comitato variante di Tai".

Soprattutto dall'interlocuzione con quest'ultimo soggetto, promotore di una ipotesi di tracciato alternativa a quanto proposto inizialmente, in sede di progettazione definitiva, si è sviluppata una revisione progettuale che modifica il progetto originariamente redatto.

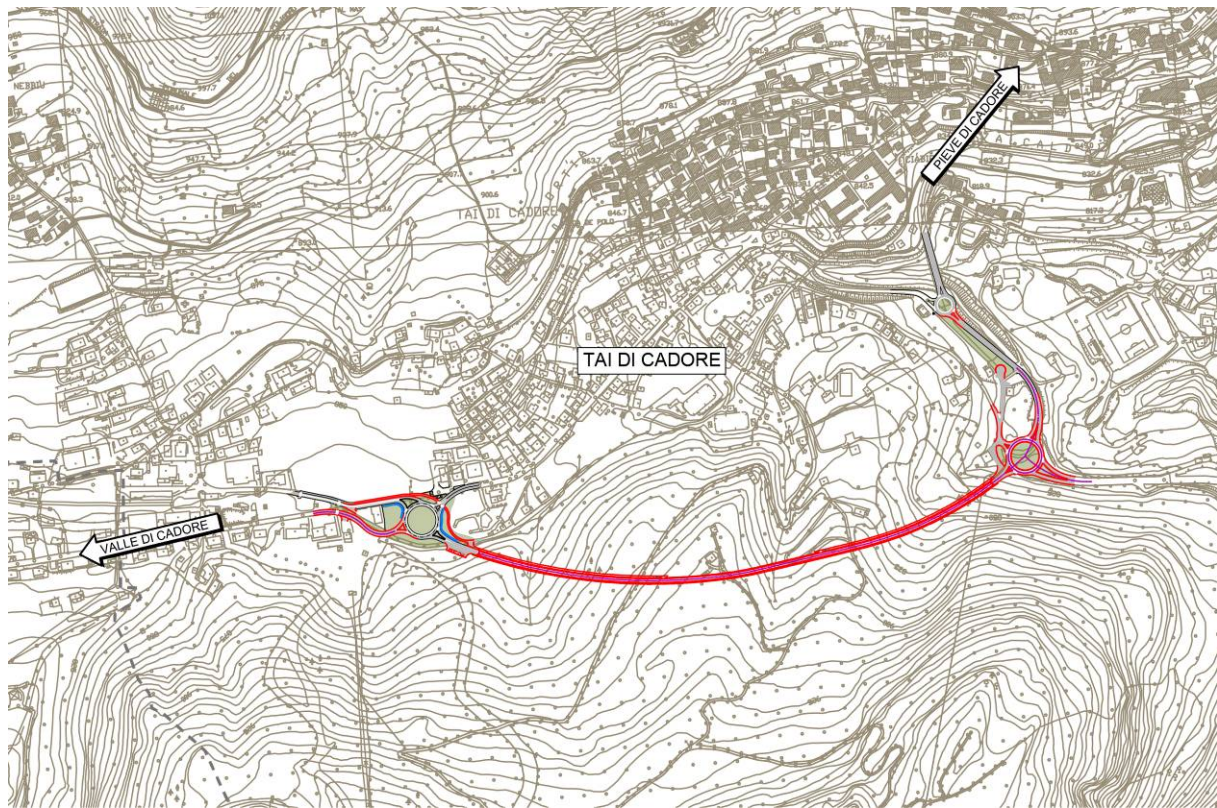
La relazione nella sua emissione attuale (revisione D) espone le modifiche rispetto alla proposta di progetto originaria evidenziandole con il **marcatore giallo**.

In questa fase progettuale, considerato che la nuova proposta del tracciato della galleria risulta immersa nel medesimo ambito (geologico, geotecnico ed idraulico) di quella originaria, si mantengono risultati e conclusioni già definite nelle precedenti edizioni della relazione. Con lo sviluppo esecutivo verrà condotta una campagna integrativa per una caratterizzazione puntuale in corrispondenza della parte di tracciato che si discosta da quella originaria (tratto in prossimità dell'imbocco ovest).

S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore  Progetto definitivo  RELAZIONE GENERALE	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	4 di 34

## 2 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

Il progetto di attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore in comune di Pieve di Cadore s'inserisce nel contesto del Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021.



**Figura 1- Inquadramento del progetto di attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore**

In particolare, l'intervento si propone di realizzare una galleria e relativi svincoli per il superamento dell'abitato di Tai di Cadore, alleggerendo di conseguenza il flusso veicolare nel centro abitato e aumentando la sicurezza viabilistica della rete stradale interessata.

Nella figura successiva viene evidenziato il nuovo andamento di progetto rispetto a quello precedente, rimandando agli specifici paragrafi per una descrizione più approfondita; le modifiche maggiori - in direzione progressive crescenti - sono relative a

- modesto spostamento della rotonda est in direzione Longarone per tener conto della nuova posizione dell'imbocco est della galleria e migliorare l'organizzazione degli innesti alle preesistenze
- riorganizzazione funzionale della rotonda est garantendo un accesso dedicato alla strada comunale (Via delle Piazze) che attualmente si innesta sulla S.S. 51; da tale ramo viene assicurato un collegamento dedicato anche ai fabbricati esistenti

S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore  Progetto definitivo  RELAZIONE GENERALE	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	5 di 34

- eliminazione con rinaturalizzazione dell'attuale ramo della S.S. 51 in discesa da Tai
- spostamento del tracciato della galleria con eliminazione della via di fuga intermedia: l'imbocco est si sposta verso valle di circa 85,00 ml, mentre quello ovest rimane nell'identica posizione
- modifica della sezione tipologica della galleria in cui viene inserito su circa 2/3 del suo sviluppo longitudinale - per ragioni di sicurezza e a causa della soppressione della via di fuga - un cunicolo di sicurezza
- spostamento del locale tecnico a servizio della galleria in posizione più defilata e prossima all'imbocco ovest
- rieditazione del braccio di innesto/uscita dalla rotatoria ovest della S.S. 51 lato Cortina per garantire un miglioramento delle condizioni di accesso all'attività commerciale esistente (Ski Bar).

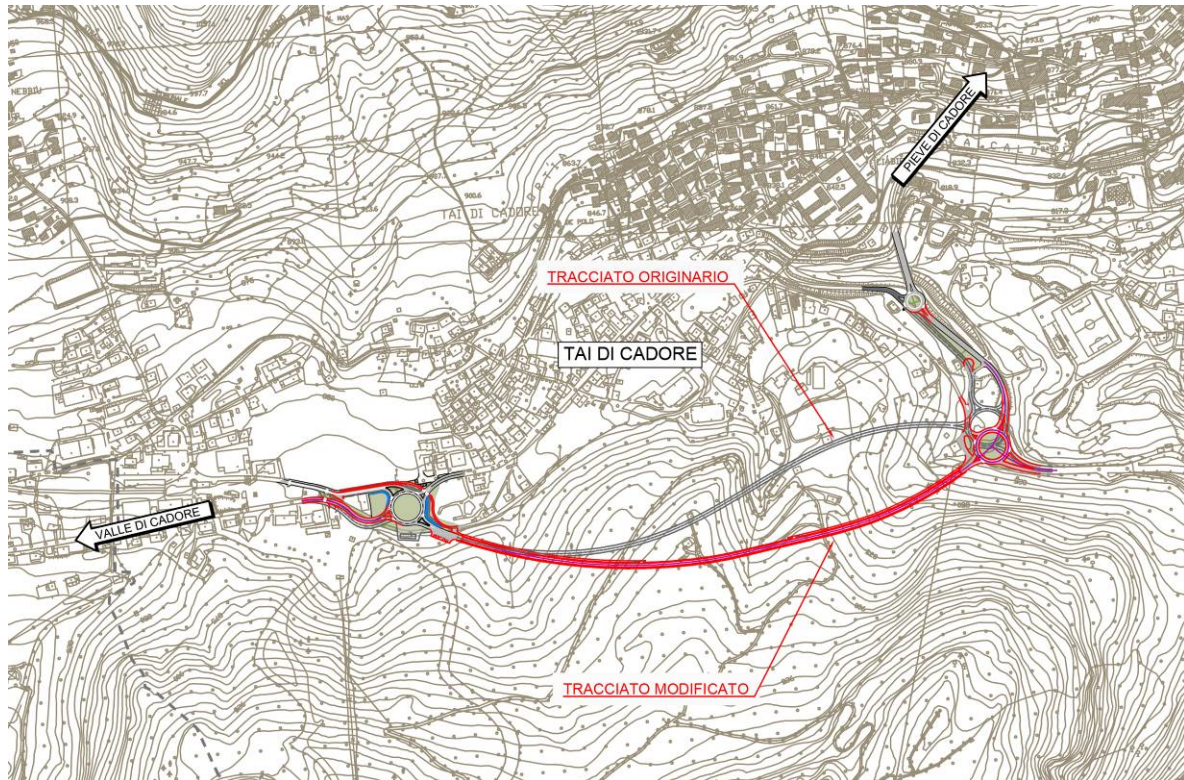


Figura 2- Confronto planimetrie tracciato



<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <b>RELAZIONE GENERALE</b>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	7 di 34

## **4 IL PROGETTO STRADALE**

### **4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Per il tracciamento plano-altimetrico degli assi si è preso come riferimento, verso cui tendere, le seguenti Normative vigenti:

- Nuovo Codice della Strada – DL 30 Aprile 1992 e successive modifiche e integrazioni;
- Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada – DPR 16 Dicembre 1992 e successive modifiche e integrazioni;
- Norme Funzionali e Geometriche per la costruzione delle strade – DM 5 Novembre 2001 e successive modifiche e integrazioni (D.M. 22/04/2004).
- Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali secondo la normativa vigente - ANAS 2009

Per quanto riguarda la progettazione delle intersezioni si è fatto riferimento a quanto previsto dalla seguente legislazione e norme di buona progettazione:

- Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali – D.M. 19 aprile 2006;
- Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane – Norme Tecniche CNR 15 Aprile 1983 N. 90;
- Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali (bozza 2001) – a cura della Commissione di studio per le Norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade del CNR.

### **4.2 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO**

#### *4.2.1 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL TRACCIATO*

Lo sviluppo del tracciato e il suo andamento plano-altimetrico derivano dalla definizione degli obiettivi progettuali fondamentali e dai relativi punti obbligati, nel rispetto dei limiti indicativi di spesa imposti dal programma di interventi, in sintesi:

- Connessione a Sud-Est del centro abitato di Tai, in modo che l'intervento includa anche la connessione con la S.S. 51 bis;
  - By-pass del tratto urbano critico in corrispondenza del centro abitato di Tai;
  - Raccordo con il tracciato storico della S.S. 51 a ovest di Tai nel rispetto, per quanto possibile, del reticolo viario preesistente.
-



S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore  Progetto definitivo  RELAZIONE GENERALE	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	8 di 34

Considerato il modesto sviluppo dell'intervento, (se comparato all'intero itinerario della S.S. 51), si ritiene che gli scopi principali dell'opera, vale a dire fluidificazione del traffico e incremento della sicurezza, possano essere conseguiti con una sezione tipo C2 secondo DM 5 Novembre 2001. Una sezione di maggiore larghezza (tipo C1), applicata ad un tratto di sviluppo irrilevante rispetto al resto dell'itinerario che presenta quasi ovunque caratteristiche nettamente inferiori, porterebbe ad incrementi di costo non trascurabili senza produrre effettivi vantaggi nei confronti degli obiettivi prefissati.

L'andamento planimetrico, nel rispetto dei vincoli normativi imposti alla geometria d'asse, è finalizzato all'ottimizzazione delle coperture in corrispondenza del tratto in galleria, evitando coperture inferiori ai 20 m (eccetto i tratti In artificiale prossimi agli imbocchi) e minimizzando lo sviluppo d'asse prossimo al versante.

L'andamento d'asse non pone limitazioni alla velocità di progetto ( $V_{p,max} = 100$  km/h) e presenta una successione di elementi planimetrici compatibili con le indicazioni di norma. La distanza di visuale libera per l'arresto richiede un modesto allargamento monolaterale di sezione (70 cm) per uno sviluppo di circa 160 m.

Successive valutazioni in ordine alla sicurezza del tracciato potranno suggerire la eventuale imposizione di limiti legali di velocità.

### 4.3 INTERSEZIONI

#### 4.3.1 SVINCOLO TAI EST

Lo svincolo di Tai è stato configurato in modo da consentire la connessione del tratto in variante con la sede storica S.S. 51 e la diramazione S.S. 51 bis.

La soluzione proposta permette inoltre di razionalizzare la circolazione mediante la soppressione delle manovre per intersezioni delle correnti, che costituiscono oggi un punto di particolare pericolosità all'interferenza fra S.S. 51 bis (in direzione sud) ed S.S. 51 in direzione nord (accesso a Tai).

L'ipotesi progettuale prevede in gran parte l'impiego delle sedi esistenti, con l'inserimento di una rotonda completa in corrispondenza dell'innesto con la variante di progetto; oltre al tracciato principale della S.S. 51, i collegamenti previsti in rotonda sono i seguenti:

- Ramo specifico per la S.S. 51 in direzione Longarone e in direzione Cortina (by-pass del centro abitato di Tai in progetto);
- Ramo in direzione settentrionale per la direzione S.S. 51 bis Calalzo-Pieve e l'accesso al centro abitato di Tai;
- Ramo specifico per l'accesso a Via delle Piazze da cui si creano collegamenti dedicati per gli edifici esistenti in prossimità dell'area in cui viene prevista la rotonda.

S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore  Progetto definitivo  RELAZIONE GENERALE	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	9 di 34

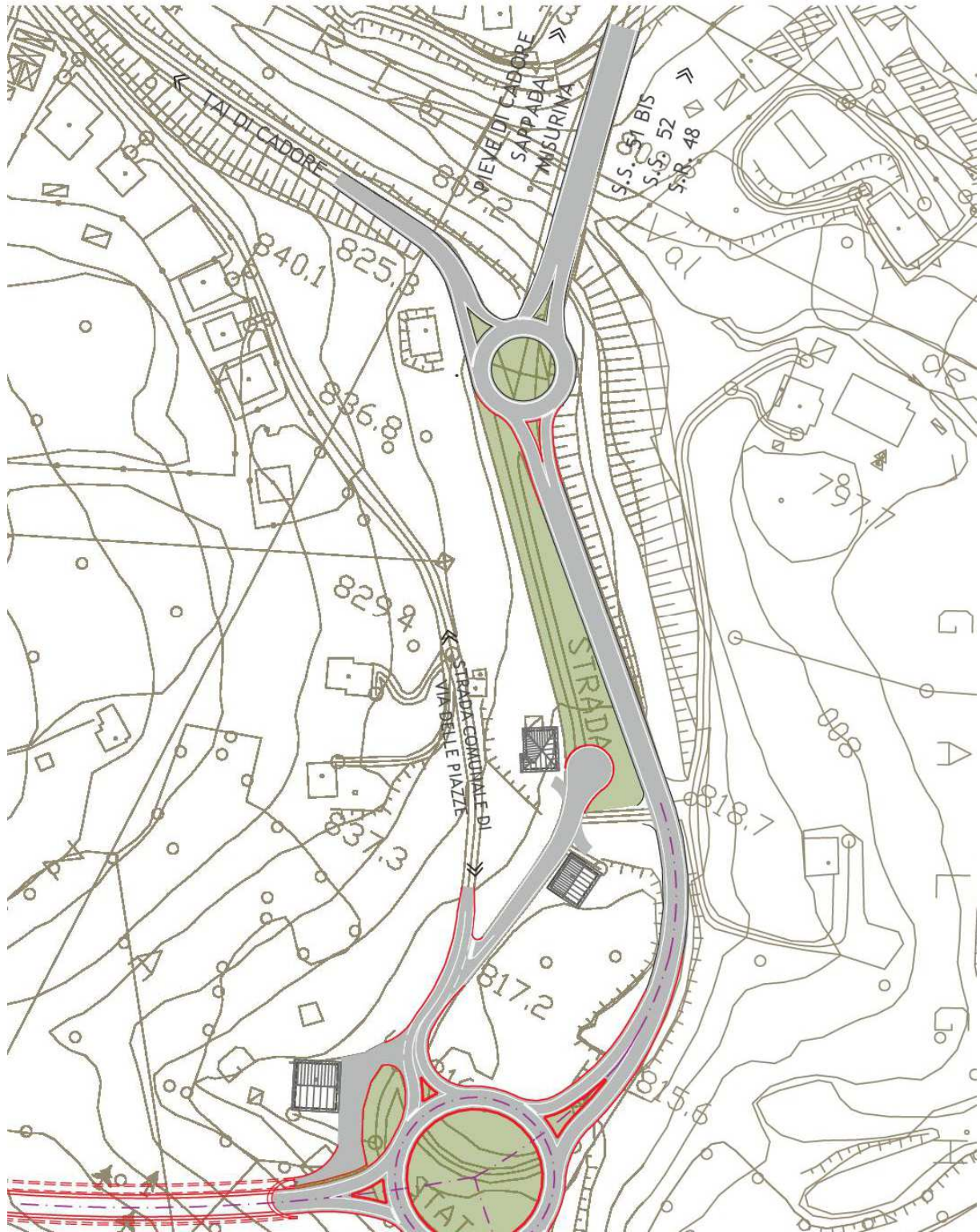
Rispetto alla soluzione progettuale originaria, è stato eliminato - rinaturalizzandolo nella sua porzione più settentrionale non più funzionalmente necessaria al collegamento a due fabbricati esistenti – il collegamento per l'accesso al centro abitato di Tai, sovrapponendolo a quello per la direzione S.S. 51 bis Calalzo-Pieve; inoltre non viene più riproposto il ramo specifico per l'accesso a Maias, mantenendo l'attuale configurazione esistente lungo la S.S. 51 posta all'incirca 150 ml in direzione Longarone rispetto all'ingresso della rotatoria di progetto.

Rispetto alla soluzione riportata nello studio presentato nel settembre 2017, è stata avanzata una modifica dei raccordi che prevede a Est l'inserimento di una rotatoria di connessione alla S.S. 51 bis senza la necessità di condurre la circolazione da Tai di Cadore verso Pieve di Cadore nella rotatoria principale del nuovo svincolo: l'introduzione della piccola rotatoria consente una manovra oggi non ammessa, per la svolta da Tai in direzione S.S. 51 bis.



Figura 4 - Svincolo di Tai Est

<p>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</p> <p>Progetto definitivo</p> <p>RELAZIONE GENERALE</p>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	10 di 34



**Figura 5 – Piccola rotatoria a nord dello svincolo Est**

S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore  Progetto definitivo  RELAZIONE GENERALE	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	11 di 34

#### 4.3.2 SVINCOLO TAI OVEST

Ad ovest la soluzione in rotonda è configurata in modo da razionalizzare l'interferenza con la viabilità locale (in particolare con via Madoneta) e la viabilità ciclabile "Alta via delle Dolomiti"; per quest'ultima si prevede la modifica di percorso necessaria ad evitare la interferenza a raso con il tracciato principale della S.S. 51.

Le modifiche rispetto al progetto originario riguardano un leggero spostamento planimetrico dell'andamento del braccio di innesto/uscita dalla rotonda ovest della S.S. 51 lato Cortina per garantire un miglioramento delle condizioni di accesso all'attività commerciale esistente (Ski Bar) e lo spostamento del locale tecnico a servizio della galleria in posizione più defilata e prossima all'imbocco ovest.

L'intervento prevede la riorganizzazione degli spazi contermini alla rotonda mediante la demolizione della ex Colonia "Montagnana" e lo svincolo dell'area per una sua ridefinizione pianificatoria.

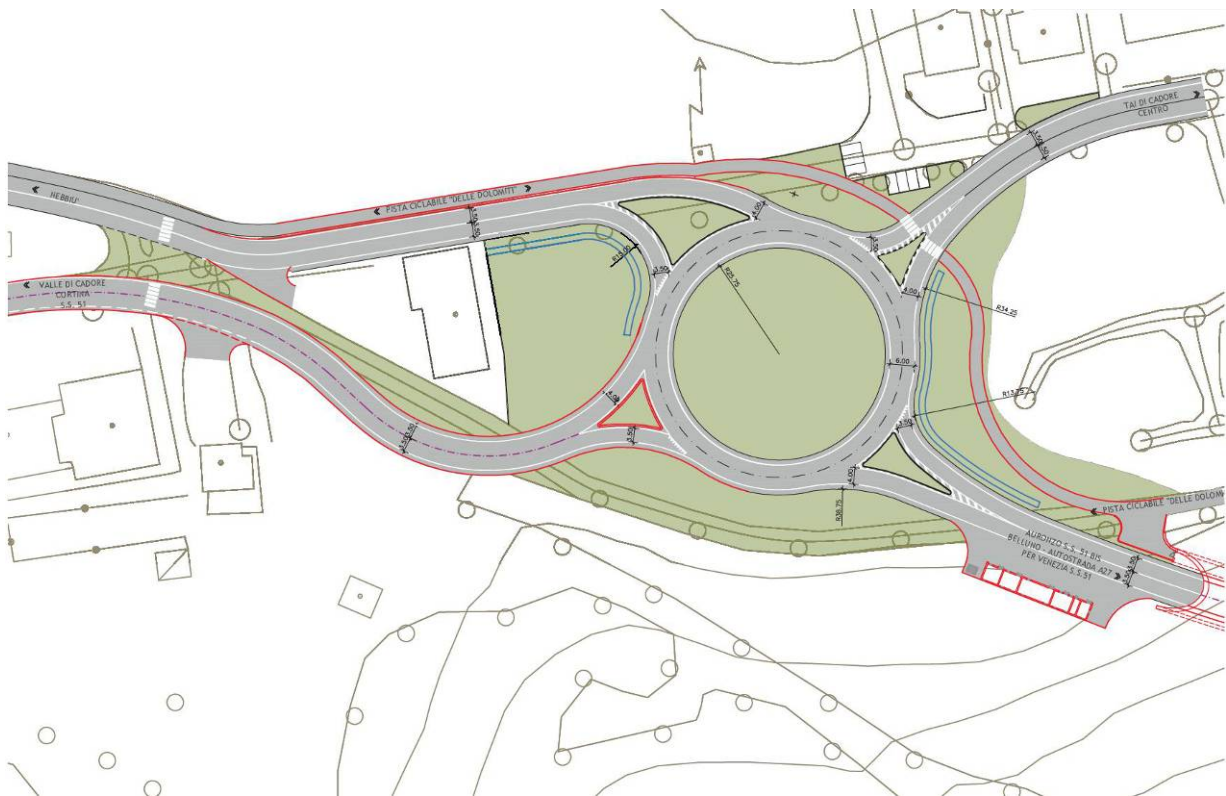


Figura 6 - Svincolo di Tai Ovest

#### 4.4 PAVIMENTAZIONE

La pavimentazione prevista è così composta:

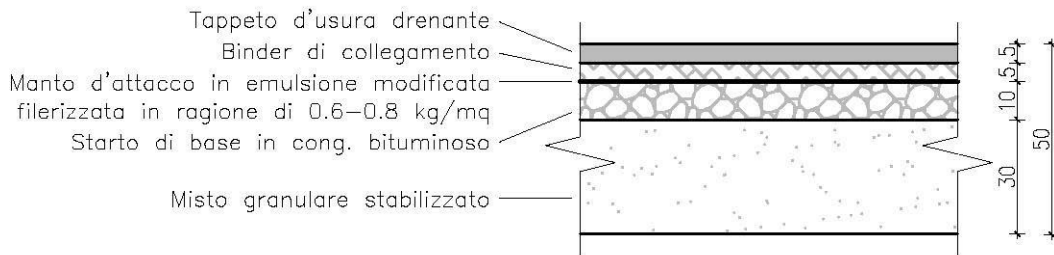
- 1) 5 cm di tappeto d'usura drenante
- 2) 5 cm di binder di collegamento

S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore  Progetto definitivo  RELAZIONE GENERALE	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	12 di 34

3) 10 cm di strato di base in conglomerato bituminoso

4) 30 cm di fondazione in misto granulare stabilizzato

per un totale quindi di 50 cm, come riportato nella figura sottostante.



#### 4.5 SEZIONE TIPO C2

La sezione stradale tipo adottata nel presente progetto per la viabilità principale si riconduce ad una sezione tipo C2 extraurbana come indicato dalla normativa vigente (D.M. 05/11/2001).

La sezione tipo C2 è una strada a carreggiata singola di 9.50 m organizzata in due corsie da 3.50 m e due banchine da 1.25 m.

Tale sezione prevede tre tipologie di margine a seconda se ci si trova in rilevato, in scavo o in galleria.

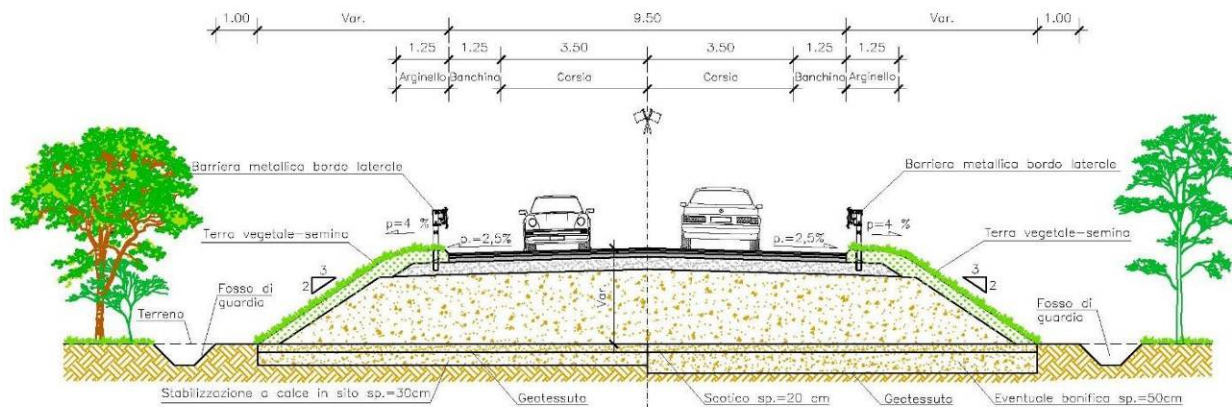


Figura 7 - Sezione tipo C2 in rettilineo attraversamento abitato di Tai di Cadore

Al margine della piattaforma stradale si trova un cordolo in calcestruzzo e un arginello in terra per un totale di 1.25 m in caso di rilevato o una cunetta in cls di 1.5 m per la raccolta delle acque di piattaforma in caso di scavo. La pendenza dell'arginello è del 4% verso l'esterno mentre la pendenza della scarpata di rilevato è del 67%. Qualora l'altezza del piano stradale dal piano campagna superi i 6 m la scarpata si interrompe a 5 metri con una banca di 2 m avente anch'essa una pendenza del 4% verso l'esterno.

S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore  Progetto definitivo  RELAZIONE GENERALE	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	13 di 34

La pendenza dello scavo varia a seconda del tipo di terreno. Nel caso più frequente si attesta intorno al 100% per terreni normalmente consolidati. Può essere ridotto al 67% per terreni con scarso angolo di attrito interno ma può aumentare notevolmente in caso di terreno roccioso fino a mantenere una parete pseudo verticale successivamente consolidata per sicurezza.

La sezione tipo prevede allargamenti per l'iscrizione del veicolo in curve di raggio inferiore a 225 m ove necessario ovvero dove sia prevista una percentuale di traffico pesante non trascurabile come nel presente caso. L'allargamento viene introdotto su entrambe le corsie di marcia sempre all'interno della curva disassando l'asse di rotazione della piattaforma (centro strada) rispetto a quello di progetto. Non ultimo la sezione tipo prevede, inoltre, allargamenti per aumentare la visuale libera e dunque la sicurezza della circolazione. In tal caso l'allargamento viene effettuato sempre all'interno della curva, ma applicato interamente alla banchina e nel presente progetto può raggiungere anche i 4 m.

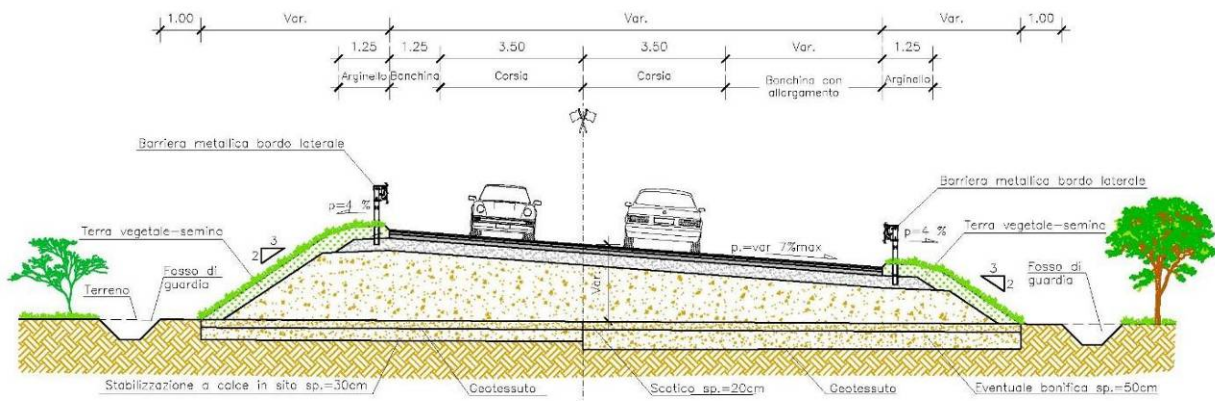


Figura 8 - Sezione tipo C2 in curva attraversamento abitato di Tai di Cadore

Le pendenze trasversali della piattaforma variano da un minimo di 2,5% (in rettilineo) ad un massimo di 6% (in curva) in funzione dei raggi di curvatura. La pendenza massima del 6% è stata adottata, in ragione del 7%, in quanto risulta compatibile con le condizioni locali e ambientali considerare tutta l'area oggetto del presente progetto a frequente innevamento.

Tale pendenza è necessaria per recapitare le acque di piattaforma prima ai lati della piattaforma stessa e successivamente agli organi di smaltimento.

I casi in cui le pendenze trasversali sono inferiori al minimo previsto del 2,5 % sono concentrati in limitati tratti delle curve a raggio variabile (clotoidi) come previsto dalla norma.

Al lato del solido stradale, ove previsto, si colloca un fosso per la raccolta delle acque di piattaforma o dei versanti che potrebbero riversare acqua in piattaforma. E', infine, presente, laddove le condizioni lo richiedano, uno stradello di servizio di 3 m.

<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <i>RELAZIONE GENERALE</i>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	14 di 34

La sezione tipo in galleria adottata è quella ANAS per una strada di tipo C2. Il tracciato stradale è tale per cui non sono necessari allargamenti di carreggiata in curva con il vantaggio di adottare una sezione tipo stradale a larghezza costante anche nelle curve all'interno della galleria.

Le sezioni tipo in galleria, dunque, sono indicate nel relativo capitolo.

Per la descrizione delle sezioni tipo sugli svincoli e sulle viabilità secondarie si rimanda alla relazione tecnica stradale e agli elaborati grafici relativi.

S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore  Progetto definitivo  RELAZIONE GENERALE	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	15 di 34

## 5 OPERE D'ARTE

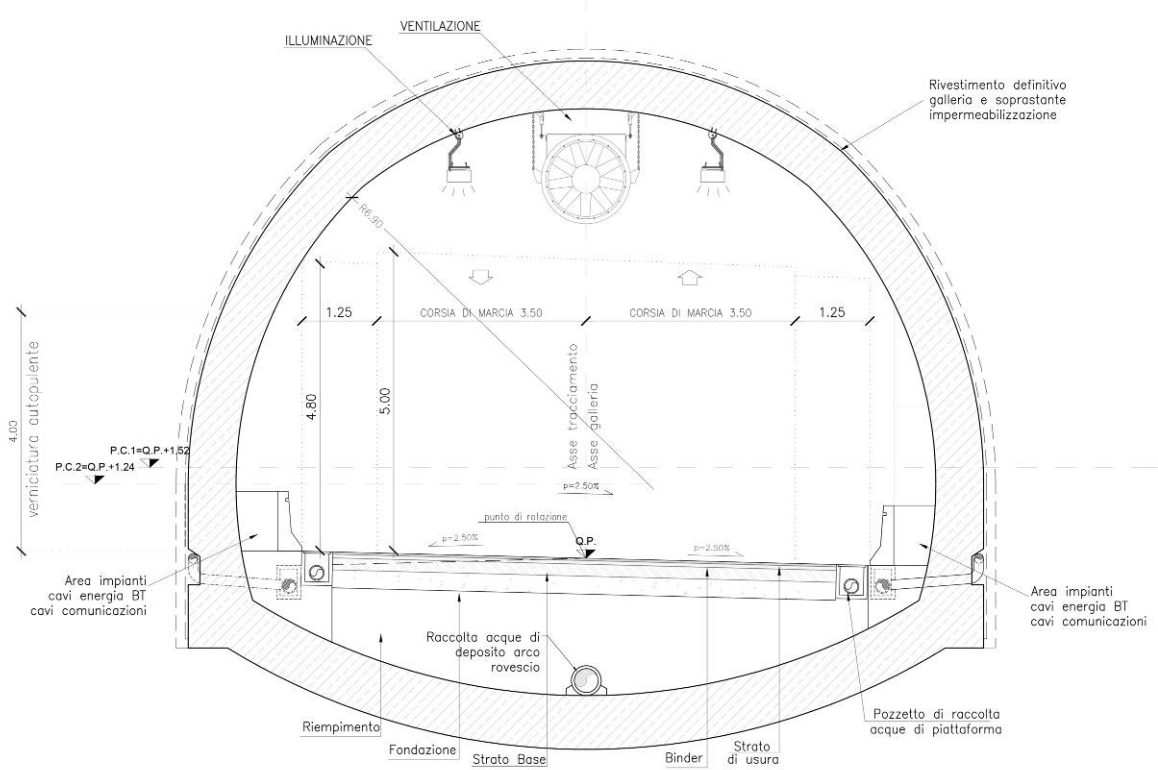
Le opere d'arte che verranno realizzate lungo il tracciato sono costituite sostanzialmente dalla Galleria naturale di Tai di Cadore e da alcune opere di sostegno minori come muri e terre verdi rinforzate.

### 5.1 GALLERIA TAI DI CADORE

La sezione stradale tipo adottata nel presente progetto per la viabilità principale si riconduce ad una sezione tipo C2 extraurbana come indicato dalla normativa vigente (D.M. 05/11/2001).

Conseguentemente la sezione tipo in galleria adottata è quella ANAS per una strada di tipo C2 **in cui viene inserito per circa 2/3 della sua lunghezza un cunicolo di sicurezza per garantire il rispetto delle Linee Guida in materia di sicurezza della circolazione all'interno delle gallerie.** Il tracciato stradale è tale per cui non sono necessari allargamenti di carreggiata in curva con il vantaggio di adottare una sezione tipo stradale a larghezza costante anche nelle curve all'interno della galleria.

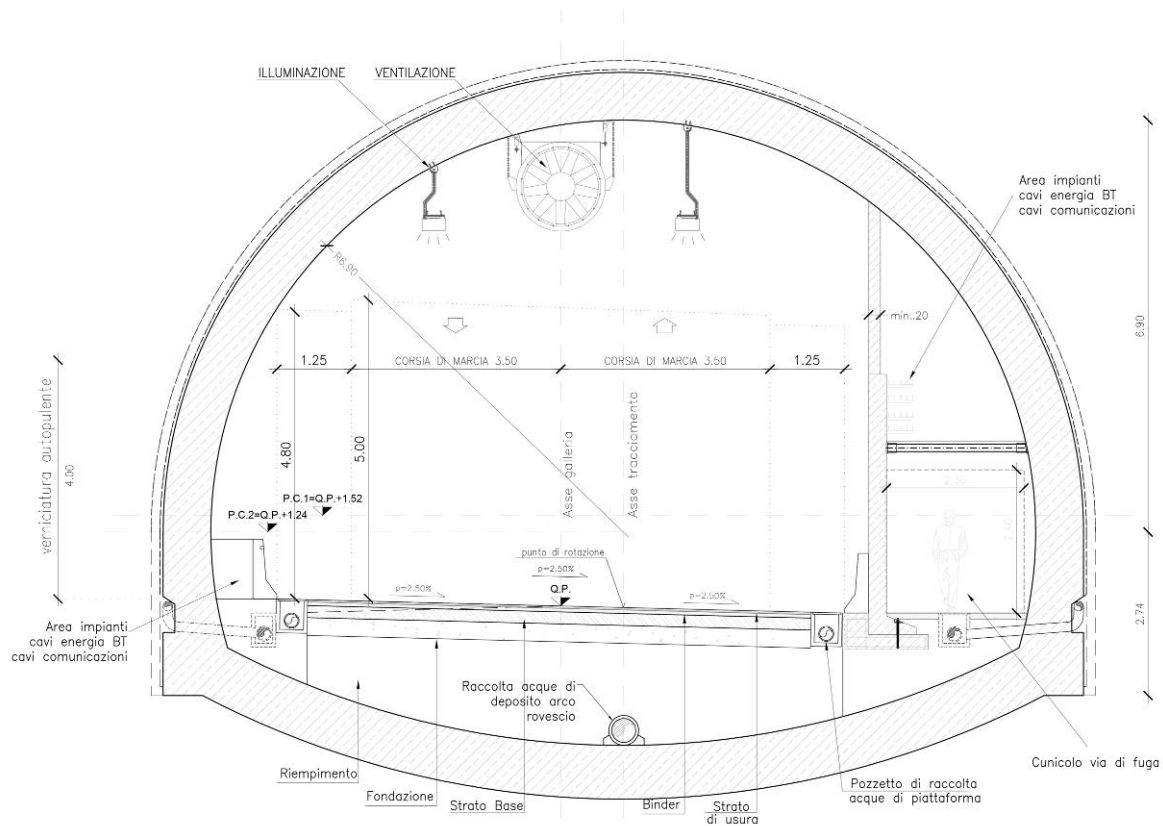
Le sezioni tipo funzionali in galleria, sono indicate nelle seguenti figure.



**Figura 9 - Sezione corrente della galleria tipo C2 Anas (tratto intermedio senza cunicolo di sicurezza)**



S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore  Progetto definitivo  RELAZIONE GENERALE	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	16 di 34



**Figura 10 - Sezione corrente della galleria tipo C2 Anas con cunicolo di sicurezza**

La galleria Tai di Cadore ha una lunghezza di **981,00 ml**, è una galleria bidirezionale a singolo fornice ed ha una piattaforma stradale composta da due corsie da 3,50 m più due banchine laterali di 1,25 m, la presenza di un profilo redirettivo di margine permette anche di separare la sede stradale da un camminamento laterale.

Il quadro normativo nazionale ed internazionale (D. Lgs. 264/2006, dir. Europea n. 54/2004), in termini di sicurezza delle gallerie appartenenti alla rete stradale transeuropea (TERN-T) richiede per lunghezze di galleria superiore a 500 m l'adozione di uscite di emergenza.

**La S.S. 51 di Alemagna non appartiene alla rete stradale transeuropea** e conseguentemente non ricade in tale dispositivo normativo.

La Legge n.27/2012 (recante disposizioni urgenti per la concorrenza, lo sviluppo delle infrastrutture e la competitività) all'art. 53 avente per oggetto "l'allineamento alle norme europee della regolazione progettuale delle infrastrutture ferroviarie e stradali e disposizioni in materia di gallerie stradali" indica che in caso di nuove progettazione per le gallerie non è possibile applicare misure più stringenti di quelle fissate dagli accordi e dalle norme dell'Unione Europea (in questo caso la direttiva n.54/2004).

S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore  Progetto definitivo  RELAZIONE GENERALE	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	17 di 34

Le linee guida Anas 2009, al punto 3.3.1.4, per gallerie con lunghezza compresa tra 500 e 1000 m a canna singola con traffico bidirezionale prevedono la presenza di uscite di emergenza con interdistanza di 300,00 ml.

Per soddisfare tale condizione si è quindi deciso di realizzare per 581,00 ml di galleria (290,50 ml a partire da ogni imbocco) una sezione con cunicolo di sicurezza, mentre i 300,00 ml centrali ne sono privi.

**Viene quindi completamente abbandonata l'ipotesi di realizzazione dell'uscita di emergenza verso l'esterno, posta circa a metà galleria, con uscita all'esterno nel piazzale retrostante al palaghiaccio.**

La Galleria Tai di Cadore prevede un tratto scavato a foro cieco di lunghezza 812,00 ml e due tratti iniziali di galleria artificiale di approccio, rispettivamente pari a circa 128,50 ml all'imbocco ovest e 40,50 ml all'imbocco Est. La galleria sarà scavata per la maggior parte con mezzi di abbattimento meccanico, nelle zone di imbocco, nelle tratte in presenza di materiale sciolto e per le tratte di ammasso roccioso fratturato, ed in subordine con esplosivo nei tratti francamente litoidi.

Le gallerie artificiali di imbocco verranno successivamente ritombate per garantire continuità alla morfologia delle aree di imbocco e favorire una mitigazione ambientale dell'opera con il contesto circostante.

La configurazione degli imbocchi è la medesima per i due fronti Ovest ed Est, ovvero avrà la classica forma a becco di flauto.

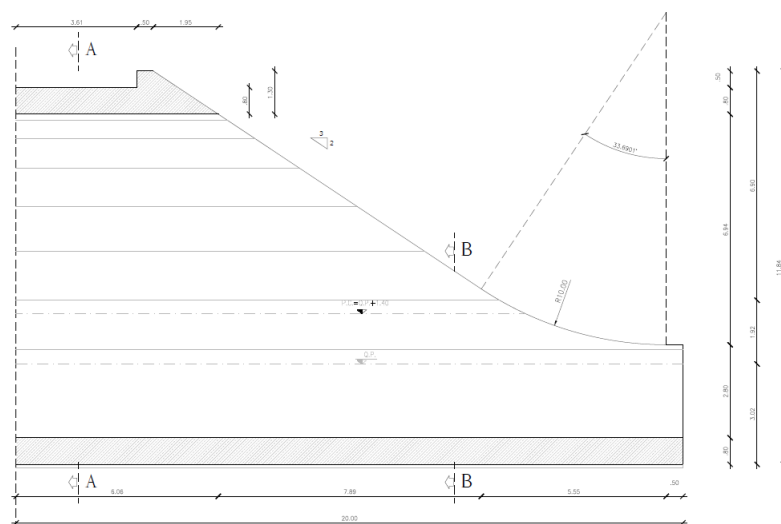


Figura 11 - Imbocco Est ed Ovest a becco di flauto

Le opere di imbocco propedeutiche all'approccio alla parete frontale di attacco della galleria sono costituite da paratie di sostegno pluritirate.

S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore  Progetto definitivo  RELAZIONE GENERALE	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	18 di 34

Dal punto di vista esecutivo si prevede un attacco contemporaneo da entrambi gli imbocchi.

Dal punto di vista delle acque drenate durante le operazioni di scavo, sulla base delle informazioni geologiche ad oggi disponibili, si prevede una potenziale derivazione dalla galleria indicativamente variabile tra 20-30 l/min per 10 m di galleria.

## 5.2 OPERE MINORI

Nel presente progetto sono previste anche delle opere di sostegno costituite da muri di sostegno in c.a. posti in corrispondenza degli svincoli.

**Nel tratto compreso tra l'imbocco est e la rotatoria est viene previsto sul lato di valle (lato Longarone) un muro di sostegno in continuità dal piedritto in sinistra in ingresso sino a raccordarsi alla scarpata naturale.**

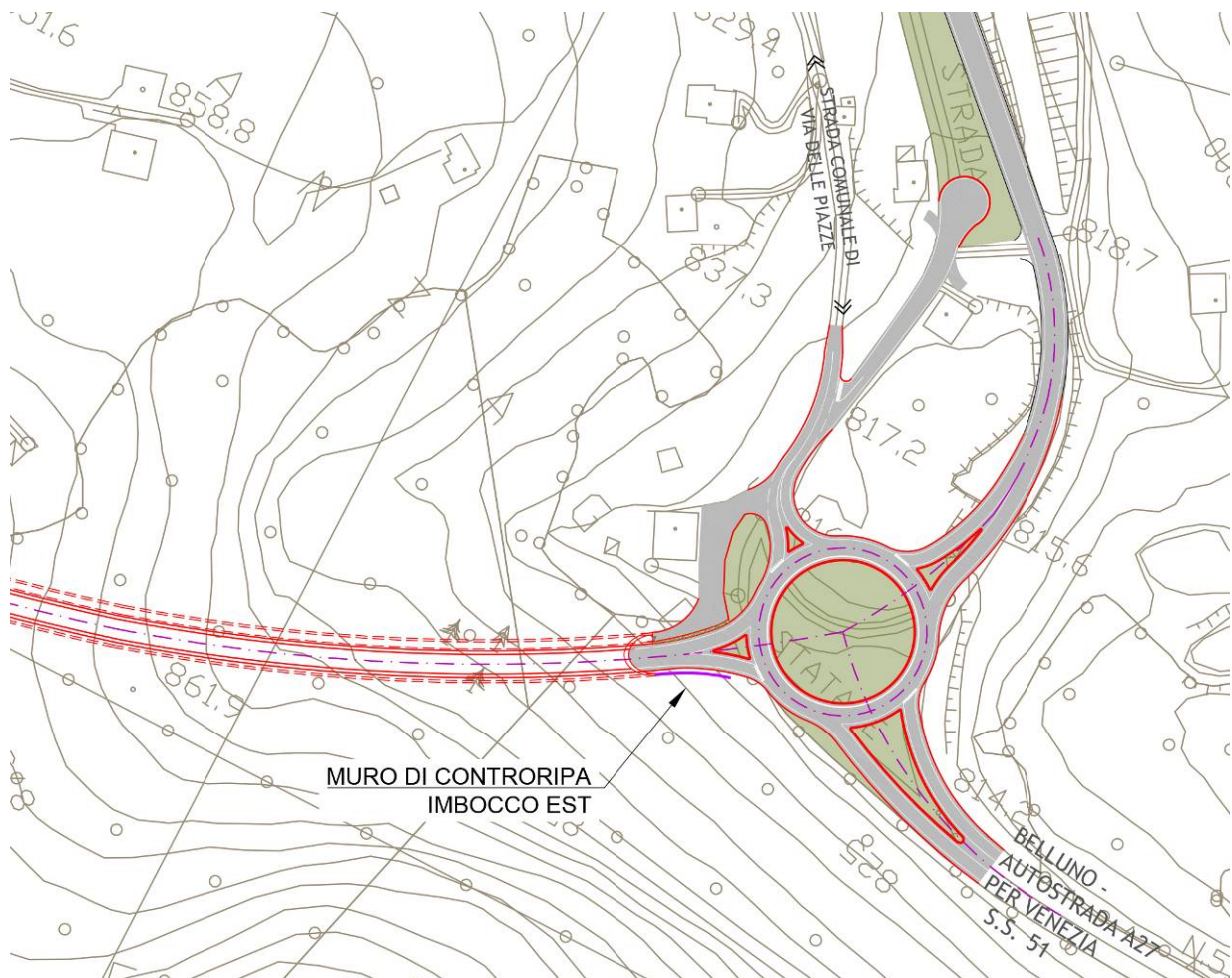


Figura 12 - **Muro di controripa zona svincolo Est**

S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore  Progetto definitivo  RELAZIONE GENERALE	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	19 di 34

Nel tratto compreso tra l'imbocco ovest e la rotonda ovest viene previsto sul lato di monte un muro di sostegno in continuità alla paratia di imbocco lato Cortina - comprendendo anche le opere di sostegno necessarie a ricavare lo spazio per l'ubicazione del locale tecnico - sino a raccordarsi alla scarpata naturale.

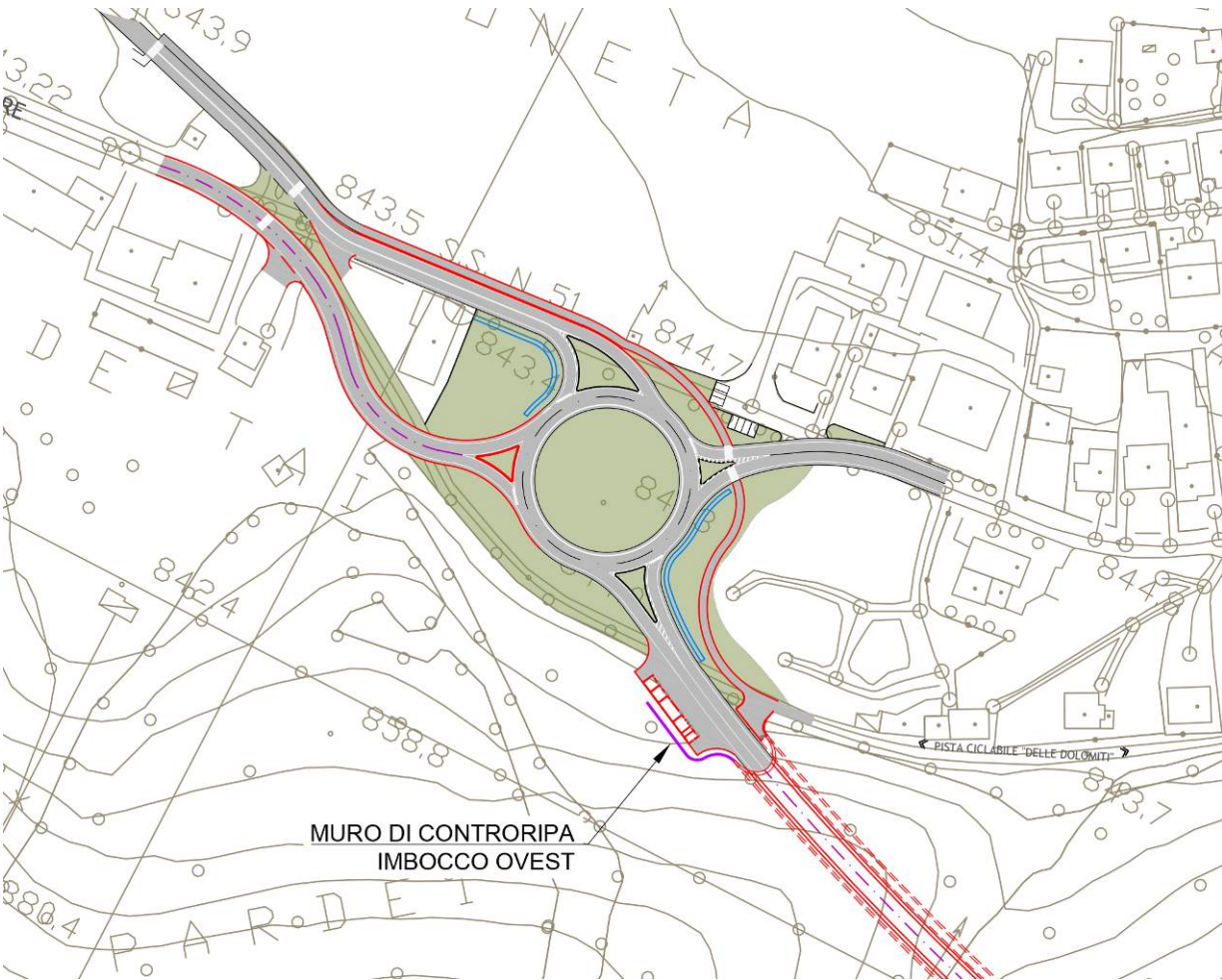


Figura 13 - Muro di controripa zona svincolo Ovest

<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <b>RELAZIONE GENERALE</b>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	20 di 34

## IMPIANTI

### 5.3 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Il progetto definitivo è sviluppato considerando le recenti Leggi, Normative e Standard di sicurezza.

In particolare, nel definire la dotazione dei sistemi di sicurezza del tunnel in oggetto, si è fatto esplicito riferimento a:

#### **Leggi, Decreti, Raccomandazioni**

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 settembre 2005 – “Norme di illuminazione delle gallerie stradali”;
- D. Lgs n° 264 del 5/10/2006 di attuazione della Direttiva europea 2004/54/CE – per quanto applicabile;
- Legge 24 marzo 2012, n. 27 recante “Disposizioni urgenti per la concorrenza, lo sviluppo delle infrastrutture e la competitività”;
- D.M. n. 37 del 22/01/08 “Regolamento [...] recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”;
- Legge Regionale del Veneto n. 17 del 07/08/2009 “Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici”;
- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 “Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi”;
- Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali ANAS (Edizione 2009);
- Prescrizioni dei Vigili del Fuoco, degli Enti preposti a vigilare sulla sicurezza e delle Autorità locali;
- Prescrizioni delle Norme Tecniche ENEL;
- Raccomandazioni del PIARC (Permanent International Association of Road Congresses);
- D. Lgs. n. 106 del 16 giugno 2017, armonizzazione normativa nazionale con il Regolamento (UE) 305/2011 “prodotti da costruzione (CPR)”.

#### **Norme CEI**

- Norma CEI 0-16 – “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica” (nel caso di fornitura in MT);
- Norma CEI 64-8 - “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata e 1.500 Volt in corrente continua”;
- Norma CEI 64-20 – “Impianti elettrici nelle gallerie stradali”;

#### **Norme UNI**

---

<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <b>RELAZIONE GENERALE</b>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	21 di 34

- Norma UNI 11248 - Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche;
- Norma UNI 13201-2 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali;
- Norma UNI 11095 - Illuminazione delle gallerie;
- Norma UNI EN 16276 - Illuminazione di evacuazione nelle gallerie stradali;
- Norma UNI 10779 - Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio;
- Norma UNI 11292 - Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianto antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali;
- Norma UNI EN 12845 – Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione”.

#### **5.4 CRITERI PROGETTUALI GENERALI**

La complessità, la capillarità e l'affidabilità degli impianti tecnologici nelle varie situazioni operative richiedono un'attenta valutazione dei criteri guida da porre alla base della loro progettazione. Perciò, per quanto possibile, nel progetto sono state privilegiate quelle configurazioni e quelle dotazioni impiantistiche che consentano, con maggior efficacia, il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- elevato livello di affidabilità: oltre all'adozione di componenti di qualità caratterizzati da un alto grado di sicurezza intrinseca e robustezza, sono state individuate delle architetture di impianto in grado di far fronte a situazioni di emergenza in caso di guasto o di fuori servizio di componenti o di sezioni d'impianto, con tempi di ripristino del servizio limitati;
  - manutenibilità: l'omogeneità delle soluzioni rende di fatto la manutenzione semplice ed economica. Inoltre, la collocazione di gran parte delle apparecchiature all'interno di vani tecnici dedicati consente di effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza, senza interferire con il traffico;
  - selettività di impianto: l'architettura prescelta, caratterizzata da una elevata suddivisione circuitale, assicura che la parte di impianto che viene messa fuori servizio in caso di guasto venga ridotta al minimo;
  - elevato livello di sicurezza degli utenti nei confronti di eventuali incidenti o altre emergenze: ciò sarà garantito, in particolare, da:
    - ventilazione della galleria in fase di incendio;
    - eventuale pressurizzazione automatica dei filtri / uscite di emergenza;
    - segnalazione luminosa per evacuazione;
    - sistema di rilevamento di situazioni anomale del traffico (code, incidenti, ecc.) tramite telecamere TVCC;
    - postazioni SOS per le chiamate di emergenza collocate entro nicchie dedicate;
    - installazione di pannelli a messaggio variabile (PMV) all'esterno nei pressi dei due imbocchi del tunnel;
-

<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <b>RELAZIONE GENERALE</b>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	22 di 34

- impianto semaforico agli imbocchi ed all'interno per il blocco del traffico in caso di emergenza;
- risparmio energetico: ottenuto tramite:
  - l'installazione di apparecchi poco "energivori" (apparecchi a LED per l'illuminazione permanente, rinforzo ed esterna);
  - l'uso di adeguati sistemi di gestione (regolatori di potenza a servizio degli impianti di illuminazione);
- idoneo grado di confort per gli utenti, ottenuto con una scelta opportuna dei livelli di illuminamento in galleria e nelle aree esterne e, soprattutto, con una attenta progettazione degli impianti speciali di comunicazione (pannelli a messaggio variabile, impianto SOS, segnaletica, ecc.) e di controllo dell'atmosfera (CO e visibilità);
- automazione e supervisione per la gestione ed il continuo monitoraggio "on line" dei vari impianti.

## 5.5 TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI

Gli impianti tecnologici previsti si possono così elencare:

- impianti elettrici di potenza, previsti a norma CEI 64-20, ovvero:
    - forniture elettriche ENEL in BT ed in MT;
    - cabine elettriche complete di quadri elettrici MT e BT;
    - sistemi di alimentazione ausiliaria, di emergenza (gruppi elettrogeni) ed in continuità assoluta (CPS);
    - reti BT di distribuzione principale e terminale.
  - impianto di illuminazione in galleria (ordinaria, di emergenza e di sicurezza) e nel cunicolo di sicurezza a norma UNI 11095:2011;
  - impianto di illuminazione di evacuazione a norma UNI 16276 (segnalazione delle uscite di emergenza in galleria);
  - impianto di illuminazione della viabilità esterna;
  - impianto di ventilazione di galleria e del cunicolo di sicurezza;
  - impianto antincendio (rete idranti);
  - impianto di rivelazione incendi in galleria;
  - impianto di rivelazione incendi nei locali tecnici;
  - impianto SOS;
  - Pannelli a Messaggio Variabile (PMV) ed indicatori di corsia (IDC);
  - Segnaletica verticale luminosa;
  - Impianto di videosorveglianza TVCC – AID;
  - Impianto di automazione/supervisione.
-

<p>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</p> <p>Progetto definitivo</p> <p>RELAZIONE GENERALE</p>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	23 di 34

Le caratteristiche principali dei vari impianti sopra elencati si possono sintetizzare come segue:

- cabina elettrica MT/BT: in corrispondenza dell'imbocco del tunnel, atta al contenimento delle apparecchiature principali di alimentazione: quadri MT e BT, gruppo elettrogeno, CPS, centraline di controllo impianti speciali, ecc. Da tali apparecchiature saranno derivate tutte le alimentazioni principali ed i cavi di segnale necessari per il corretto funzionamento dei diversi dispositivi in campo. In corrispondenza della cabina sarà realizzata la consegna in MT da parte dell'Ente Distributore;
- alimentazioni di emergenza: si prevede un gruppo elettrogeno avente potenza nominale tale da consentire l'alimentazione in emergenza di tutte le utenze installate a servizio del tunnel. Il gruppo elettrogeno sarà completo di un serbatoio di stoccaggio del gasolio avente capacità tale da garantire al sistema un'autonomia pari ad almeno 24h. Inoltre, per i carichi che non tollerano nemmeno brevi interruzioni dell'alimentazione (ad esempio centrali di controllo, apparecchi illuminanti di emergenza e di sicurezza, etc.), si prevede un'alimentazione in continuità assoluta garantita tramite adeguato gruppi CPS con autonomia pari a 30';
- apparecchi di illuminazione per gallerie: per l'illuminazione di rinforzo in ingresso sono previsti apparecchi illuminanti in acciaio equipaggiati con sorgente LED di potenza variabile. Tali apparecchi saranno gestiti tramite sistema di comunicazione wireless e saranno comandati per mezzo dei sensori di luminanza collocati ai due imbocchi del tunnel. Per l'illuminazione di base sono previsti apparecchi a LED gestiti, ad orario, con un sistema di comunicazione wireless;
- circuiti di illuminazione permanente in galleria: la galleria verrà divisa in settori, con più circuiti di illuminazione indipendenti, la metà dei quali alimentati in continuità assoluta. Per i circuiti di illuminazione rinforzo in galleria sono previsti circuiti distinti attivati e regolati in maniera indipendente per ogni imbocco;
- si prevede, a servizio del tunnel, un impianto di illuminazione di sicurezza per evacuazione finalizzato a garantire agli automobilisti l'evacuazione in sicurezza a piedi in caso di emergenza. Conformemente alla normativa vigente in materia, l'impianto sarà realizzato da apparecchi a LED illuminanti posti lungo il lato di uscita del tunnel ad un'altezza non superiore a 1,5m. Tale impianto costituirà una guida luminosa verso le uscite di emergenza la cui funzionalità non sarà pregiudicata dai fumi generati da un eventuale incendio all'interno del tunnel;
- impianto di ventilazione meccanica della galleria: Per la galleria in oggetto si propone un sistema di ventilazione longitudinale, dimensionato per gestire sia il normale esercizio (diluizione degli inquinanti) sia l'evento d'incendio (controllo ed espulsione dei fumi). Il regime di ventilazione longitudinale, durante il normale esercizio, verrà gestito automaticamente in funzione dei valori rilevati in continuo degli inquinanti CO ed OP (opacità) presenti nell'aria. I valori suddetti saranno acquisiti dal sistema di supervisione che provvederà, conseguentemente, all'avviamento automatico in sequenza ed alla gestione dei ventilatori. In caso di incendio la gestione dell'impianto da parte dei Vigili del Fuoco sarà possibile tramite quadretti di comando collocati all'esterno nei pressi dei due



<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <b>RELAZIONE GENERALE</b>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	24 di 34

imbocchi. L'espulsione dell'aria viziata potrà avvenire verso l'imbocco più adeguato sotto il profilo energetico o in funzione di altre specifiche prescrizioni nei confronti di eventuali recettori sensibili;

- impianto idrico antincendio: a servizio della galleria verrà installato un impianto antincendio ad acqua. L'impianto è essenzialmente costituito da una rete di distribuzione ad anello in tubazioni di polietilene PN16 che si sviluppa in parte all'esterno e lungo tutti i due lati del tunnel e da una centrale di pressurizzazione ad attivazione automatica costituita da una motopompa, una elettropompa di pressurizzazione e da una elettropompa di compensazione con collegamenti idraulici interni realizzati con tubazione in acciaio zincato senza saldature. L'acqua antincendio verrà prelevata da una vasca di riserva idrica, con capacità adeguata, rabboccata dall'acquedotto locale. Dalla rete interna alla galleria, si staccano sia le derivazioni alle cassette con idrante UNI 45 disposte a quinconce sui due lati della carreggiata con passo di circa 150 m per ogni lato, sia le derivazioni ad idranti UNI 70 situati agli imbocchi ed in corrispondenza delle piazzole di sosta. Sono inoltre previsti attacchi UNI70 per autopompa VV.F. agli imbocchi;
- cunicolo di sicurezza: le uscite di emergenza verso il cunicolo avranno vani filtro pressurizzati mediante ventilatori assiali a doppia velocità. La pressurizzazione verrà attivata in modo automatico in situazioni di emergenza. Il cunicolo sarà dotato di illuminazione e impianto di videosorveglianza TVCC;
- materiali utilizzati in galleria: verrà privilegiato, il ricorso ad apparecchiature e strutture a servizio degli impianti in acciaio inossidabile AISI 304 evitando, per quanto possibile, l'uso di acciaio zincato e/o verniciato; per quanto concerne i cavi verranno utilizzati, per quanto possibile prodotti CPR ovvero adeguati al regolamento europeo 305/2011;
- cassette di derivazione: le cassette di derivazione previste per i circuiti "ordinari" saranno, a seconda del tipo di installazione, in acciaio inox o in alluminio aventi un grado di protezione idoneo (>IP65). Per i circuiti di sicurezza, laddove le modalità di posa non garantiscono una protezione intrinseca adeguata nei confronti dell'incendio, le cassette di derivazione saranno di tipo resistente al fuoco, a norma CEI 64-20;
- illuminazione viabilità esterna: si prevede l'utilizzo di apparecchi equipaggiati con sorgenti a LED installati su palo, alimentati da quadri elettrici esterni ai quali fanno eventualmente capo consegne ENEL in BT dedicate. Gli apparecchi illuminanti saranno gestiti singolarmente, ad orario, con un sistema wireless;
- impianti speciali in galleria: il progetto contempla, tutti gli impianti speciali prescritti per il caso specifico dallo standard di sicurezza ANAS (edizione 2009), in linea peraltro con i dettami del D. Lgs. 264/06, ovvero:
  - impianto di rivelazione incendi in galleria e nei locali tecnici;
  - impianto SOS per chiamata di emergenza;
  - impianto Indicatori di Corsia e Pannelli a Messaggio Variabile;
  - segnaletica verticale luminosa;

<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <i>RELAZIONE GENERALE</i>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	25 di 34

- impianto di videosorveglianza TVCC completa di sistema di rilevazione automatica degli incidenti (sistema DAI/AID);
  - impianto di automazione/supervisione.
-

<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <b>RELAZIONE GENERALE</b>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	26 di 34

## 6 INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE

Per caratterizzare dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico il settore interessato dal progetto, sono state realizzate accurate ricerche bibliografiche circa gli studi specifici riguardanti il settore in esame, e sono stati eseguiti opportuni rilevamenti geologici sul terreno. Utilizzando le informazioni raccolte per l'area interessata dall'opera, sono state realizzate carte tematiche di tipo geologico (scala 1/5000), geomorfologico (scala 1/5000) e idrogeologico (scala 1/5000) con le informazioni attualmente disponibili.

Le informazioni desunte dalla letteratura tecnico-scientifica e dai rilevamenti di campagna saranno integrate con i risultati delle campagne di indagini geognostiche e geofisiche in fase di realizzazione da parte di ANAS (2017). Tali indagini consistono in sondaggi geognostici, prove geotecniche di laboratorio, prospezioni geofisiche (di tipo sismico a rifrazione) e geoelettriche.

Per i dettagli sulle indagini eseguite si rimanda alle specifiche relazioni e report (Art ambiente srl 2017).

### 6.1 ASSETTO GEOLOGICO GENERALE

L'area in esame dal punto di vista geologico strutturale ricade nel settore delle Alpi Meridionali, in un'area unica sia dal punto di vista stratigrafico, sia da quello strutturale, in quanto vi sono registrate nel settore nord l'evoluzione tettonica delle Dolomiti e a sud l'evoluzione del Bacino di Belluno compreso tra le Piattaforme Trentina e Friulana.

Siamo in presenza di sforzi compressivi, causati da diversi tipi di cinematica: il cuneo Adriatico, esercita una pressione sulla piattaforma Eurasiatica in direzione Nord, attraverso fenomeni di accavallamento che si riconoscono in quest'area nelle linee di thrust della Valsugana-Cornelico e di Belluno.

Nell'area oggetto di studio sono presenti numerose linee di accavallamento a direzione prevalente ENE-WSW e linee distensive a direzione NO-SE.

La Linea dell'Antelao è una dei più importanti elementi tettonici dell'area dolomitica orientale; l'Antelao è delimitato a sud dalla Linea di Pieve di Cadore che è considerata la prosecuzione della Linea della Valsugana e subisce in corrispondenza della sopracitata giunzione un forte piegamento trasversale e conseguente suddivisione in linee vicarianti minori. Questa linea d'importanza regionale con andamento ENE-WSW (Forcella Cibiana-Lorenzago), taglia la struttura anticlinale del monte Rite parallelamente al proprio asse e ne elide il fianco meridionale, ponendo a contatto i plastici terreni della Formazione di Werfen con la Dolomia Cassiana del Sasso dei Corvi.

La successione stratigrafica affiorante è compresa tra la Formazione di San Cassano (base), a cui si sovrappongono la Dolomia Cassiana, il Gruppo Raibl e la Dolomia Principale (tetto).

<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <b>RELAZIONE GENERALE</b>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	27 di 34

L'area si presenta totalmente boscata con scarsi affioramenti rocciosi, se non nel versante S-SE del Monte Zucco lungo i tagli stradali e ferroviari e aree di cava artificiali. La vergenza principale è in direzione NW.

Dal punto di vista geomeccanico, le formazioni d'interesse hanno comportamenti differenziati sulla base della composizione, struttura stratigrafica ed evoluzione tettonica a cui sono state sottoposte.

È presente una forte variabilità verticale legata a diverse fasi cicliche di deformazione, per lo più in condizioni crostali superficiali, e dai più svariati regimi tettonici (estensionale, compressivo e trascorrente). La principale conseguenza è che le rocce affioranti risultano con un grado variabile di fratturazione, a causa della diverse proprietà meccaniche dei materiali coinvolti nella deformazione.

Le formazioni ladiniche bacinali (Fm. di San Cassiano) mostrano alla mesoscala un grado di plasticità elevato, mentre i grandi corpi carbonatici (Dolomia Cassiana e Dolomia Principale), che costituiscono le diverse generazioni di piattaforme, sono caratterizzati da un comportamento tipicamente rigido-fragile. Nel primo caso, sono frequenti, anche se non esclusive, le strutture plicative; nel secondo caso, invece, la fratturazione è un processo meccanico estremamente diffuso.

## **6.2 PROFILO GEOLOGICO LUNGO L'ASSE VIARIO**

Svincolo di raccordo alla S.S. 51 "Alemagna" in loc. Tai di Cadore, direzione Cortina d'Ampezzo, mediante rotatoria

Lo svincolo di raccordo in località Madoneta in direzione Cortina d'Ampezzo mediante rotatoria e rilevato di accesso poggia su terreni di fondazione costituiti in prevalenza da depositi di origine palustre con scarse caratteristiche geotecniche.

A seguito dell'analisi dei sondaggi a carotaggio continuo eseguiti per la realizzazione del Palaghiaccio di Tai di Cadore, ubicato in prossimità dell'area in esame, è stato possibile caratterizzare in modo preliminare i terreni di fondazione, in cui si individuano due orizzonti principali: il primo orizzonte, più superficiale, è costituito da argille torbose con presenza di ciottoli e qualche trovante mentre il secondo orizzonte, più profondo, è invece formato da limi compatti con ciottoli e livelli limo-sabbiosi e sabbiosi e si estende fino a 14 m dal piano campagna. Data la natura dei depositi a tessitura prevalentemente coesiva questi materiali presentano una permeabilità molto bassa e rendono, anche per la morfologia depressa del luogo, difficile il deflusso delle acque piovane con possibili ristagni in superficie.

Galleria artificiale di 119 m (da progr. 00+091 a progr. 00+210)

Il tracciato prevede la realizzazione di una galleria artificiale di 119m m di lunghezza fino all'imbocco della galleria naturale alla progressiva 00+210.

In questo settore saranno coinvolti prevalentemente i depositi di copertura superficiale costituiti da materiale sciolto eterogeneo a diversa composizione granulometrica caratterizzato da una frazione grossolana, formata da ghiaia, ciottoli e blocchi poligenici più o meno arrotondati, mista a più o meno

<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <b>RELAZIONE GENERALE</b>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	28 di 34

abbondante matrice fine limoso- sabbioso-argillosa; possono essere intercalate lenti e livelli in cui la matrice fine limoso argillosa risulta prevalente rispetto alla frazione grossolana.

Alla progressiva 00+200 è presente un impluvio interferente con la galleria artificiale; si dovranno prendere gli opportuni accorgimenti per permettere il regolare deflusso delle acque verso valle, e lo scarico di eventuale materiale detritico proveniente da monte a seguito di eventi piovosi intensi.

#### Galleria naturale di 790 m (da progr. 00+210 a progr. 01+000)

Il tracciato si sviluppa in galleria naturale per circa 790 m e interesserà oltre alla copertura fluvioglaciale e morenica anche i litotipi in successione stratigrafica della Dolomia Principale, della Formazione di Travenanzes, della Dolomia Cassiana e della F. di San Cassano.

Particolare attenzione, a seguito delle indagini geognostiche e geofisiche, sarà posta all'analisi dell'area d'imbocco della galleria naturale (progr. 00+210 km, alla progressiva 00+650 km in cui è presente un impluvio in direzione SW-NE e all'area di sbocco della galleria naturale posta alla progressiva 01+000km.

Le indagini geognostiche e geofisiche programmate saranno in grado di definire gli spessori dei materiali sciolti di copertura, evidenziando la profondità del substrato roccioso, la presenza di linee di frattura e aree a maggior deformazione e le caratteristiche geomeccaniche dei litotipi incontrati.

Si segnala la possibilità di rinvenire nel substrato roccioso degli orizzonti evaporitici appartenenti alla porzione superiore della Formazione di Travenanzes, posta in contatto stratigrafico con la Dolomia Principale.

#### Galleria artificiale di 32 m (da progr. 01+000 a progr. 01+032)

Il tratto di uscita della galleria naturale sarà interessata da una galleria artificiale di lunghezza di circa 32 m, che interesserà prevalentemente i depositi di copertura superficiale costituiti da materiale sciolto eterogeneo a diversa composizione granulometrica caratterizzato da una frazione grossolana, formata da ghiaia, ciottoli e blocchi poligenici più o meno arrotondati, mista a più o meno abbondante matrice fine limoso- sabbioso-argillosa; possono essere intercalate lenti e livelli in cui la matrice fine limoso argillosa risulta prevalente rispetto alla frazione grossolana.

#### Svincolo di raccordo alla S.S. 51 "Alemagna" in loc. Galghena direzione Pieve di Cadore, mediante rotatoria

L'area di svincolo in località Galghena ricade nei depositi di copertura superficiale costituiti da materiale sciolto eterogeneo a diversa composizione granulometrica caratterizzato da una frazione grossolana, formata da ghiaia, ciottoli e blocchi poligenici più o meno arrotondati, mista a più o meno abbondante matrice fine limoso- sabbioso-argillosa; possono essere intercalate lenti e livelli in cui la matrice fine limoso argillosa risulta prevalente rispetto alla frazione grossolana. La caratterizzazione geotecnica dei

<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <b>RELAZIONE GENERALE</b>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	29 di 34

terreni di fondazione sarà definita a seguito dell'esecuzione delle indagini geognostiche e geofisiche programmate.

### **6.3 GEOMORFOLOGIA**

L'assetto geomorfologico dell'area oggetto di studio è caratterizzato dall'evoluzione geologica strutturale precedentemente descritta. La conformazione morfologica è legata alla strutture tettoniche che hanno coinvolto le unità triassiche dolomitiche. In particolare, l'intervento in progetto interessa il versante nord est del Col Vaccher e del Monte Zucco, la cui struttura morfogenetica è legata alla presenza dell'accavallamento della Linea di Pieve di Cadore (prolungamento della linea tettonica della Valsugana).

I piani di faglia in questo settore in gran parte immergono verso N-NW con conseguente apparente vergenza verso S-SE dei versanti come nel caso di Monte Zucco.

Il Monte Zucco presenta infatti nel settore NE un versante a minor pendenza con ricoprimenti estesi di depositi glaciali mentre nel settore SE si presenta con pareti sub verticali, e i dissesti prevalenti sono dovuti a frane di crollo e frane di colamento per la presenza di dilavamento delle formazioni gessifere, poste al piede, come ben rappresentato dagli eventi franosi lungo la valle del T. Boite, tra Perarolo di Cadore e Valle di Cadore, affluente in destra idrografica del fiume Piave.

Il versante del Col Vaccher esposto verso Tai di Cadore si presenta interamente boscato con presenza di una serie di canali incisi che possono scaricare, durante eventi piovosi intensi, materiale detritico legato all'alterazione dei depositi superficiali, verso l'area abitata a valle della pista ciclabile delle dolomiti.

Nella piana di Pra di Tai di Cadore è presente un'area depressa che non favorisce il deflusso delle acque superficiali. Questo settore, come confermato dalla presenza di orizzonti argillosi e torbiere dei sondaggi eseguiti per l'esecuzione del vicino Palaghiaccio, è probabilmente una conca di decantazione che è stata colmata dalle varie fasi fluvioglaciali verificatesi lungo la valle del Cadore.

### **6.4 IDROGEOLOGIA**

L'area in esame è caratterizzata da differenti comportamenti idrogeologici a seconda della presenza di depositi superficiali coesivi o granulari e dei litotipi a diverso grado di permeabilità.

Il settore pianeggiante nella zona di Pra di Tai di Cadore è caratterizzato da depositi sciolti a differenti caratteristiche. A nord dell'attuale sede della S.S.51 sono presenti depositi eluvio colluviali della conoide fluvioglaciale su cui è impostata la frazione di Nebbiù a permeabilità medio-alta.

A sud dell'attuale tracciato della S.S. 51, tra le località Madoneta e Manzago e la pista ciclabile delle Dolomiti, sono presenti depositi di origine palustre, in cui si individuano due orizzonti principali: il primo orizzonte, più superficiale, è costituito da argille torbose con presenza di ciottoli e qualche trovante

<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <b>RELAZIONE GENERALE</b>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	30 di 34

mentre il secondo orizzonte, più profondo, è invece formato da limi compatti con ciottoli e livelli limo-sabbiosi e sabbiosi che si estende fino a 14 m dal piano campagna. Data la natura dei depositi a tessitura prevalentemente coesiva, questi materiali presentano una permeabilità molto bassa e rendono anche per la morfologia depressa del luogo l'area a difficile deflusso delle acque piovane con possibili ristagni in superficie.

Per quanto riguarda la permeabilità dei litotipi individuati lungo l'area del tracciato in progetto che attraversa il versante settentrionale del Col Vaccher e del Monte Zucco, com'è ben noto, la permeabilità primaria del substrato roccioso dipende dal grado di fratturazione e dal carsismo legato alla componente chimica che caratterizza i diversi litotipi; occorre inoltre tenere sempre presente che nel substrato roccioso la presenza di lineamenti tettonici determina il grado di fratturazione e quindi un diverso grado di permeabilità del mezzo.

Si possono considerare zone a permeabilità medio-alta, le aree con litotipi afferenti a falde detritiche, ad accumuli di frana mentre per i depositi fluvioglaciali e morenici, che ricoprono gran parte del versante di Col Vaccher e del fondovalle presentano una permeabilità molto variabile in genere con valori medio-bassi, in funzione della distribuzione granulometrica e di eventuali presenze di lenti e livelli a prevalente matrice fine.

## **6.5 RIUTILIZZO DEI MATERIALI DA SCAVO**

Lo scavo della galleria, sulla base delle informazioni geologiche ad oggi disponibili, interesserà materiali incoerenti costituiti da detrito morenico eterogeneo e da un ammasso calcareo variamente fratturato, tali da richiedere, prevalentemente nella progressione degli scavi, un consolidamento del fronte di scavo.

Per tale ragione, in via precauzionale, per lo smarino proveniente dallo scavo della galleria si prevede il conferimento al sito di destinazione finale, come indicato nello specifico elaborato "cave e discariche" allegato al presente progetto, previa verifiche ed analisi che ne autorizzano una eventuale diversa collocazione.

Il materiale di scavo proveniente dalla costruzione delle trincee di imbocco, prevalentemente di natura ghiaiosa-sabbiosa in matrice fine, potrà essere potenzialmente reimpiegato non essendo trattato od alterato. Tale materiale potrebbe anche essere riutilizzato, previo un accertamento conformemente alle prescrizioni normative, come materiale per rinterrati, valli e fabbisogno di materiale nelle aree limitrofe e la frazione ghiaiosa sabbiosa del detrito morenico opportunamente vagliata e selezionata per la produzione di calcestruzzi.

<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <b>RELAZIONE GENERALE</b>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	31 di 34

## **7 IDRAULICA**

### **7.1 IDROLOGIA**

L'attività idrologica ha previsto la preliminare definizione del reticolo idrografico, mappato mediante diversi livelli cartografici che comprendono la carta IGM 25.000, la CTR 10.000 e la CTR 5.000 (e confermati dai rilievi in campo).

Non si segnalano corsi d'acqua individuati dagli strumenti pianificatori di riferimento (PAI).

Definito il reticolo idrografico, sono state individuate le interferenze con le opere stradali in progetto e i bacini ad esse sottesi (vedasi elaborati di Corografia), individuandone i parametri morfometrici significativi.

L'analisi pluviometrica è stata svolta mediante l'utilizzo dei dati messi a disposizione dal Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio – Servizio Centro Meteorologico di Teolo: da tali dati ARPA sono stati desunte le curve di possibilità pluviometrica per durate inferiori a 1 ora, propriamente consone alle attività in esame per il calcolo delle portate idrauliche (metodo indiretto SCS).

Tra gli elementi propedeutici, si segnala la post elaborazione della carta dell'uso del suolo Regionale per la definizione dei valori CN.

### **7.2 IDRAULICA DI PIATTAFORMA ED ESTERNA**

L'attività di analisi idraulica per il progetto in esame valuta principalmente le tematiche connesse alla sicurezza del drenaggio di piattaforma in galleria; le interferenze col reticolo secondario risultano infatti ad oggi marginali.

In galleria il sistema di drenaggio prevede la raccolta sia delle acque di piattaforma che di infiltrazione al contorno del cavo.

La raccolta dell'infiltrazione avviene mediante collettori drenanti posti a lato dei piedritti e sopra l'arco rovescio. Il collettore drenante più profondo (arco rovescio) scaricherà direttamente nei fossi di guardia esterni (o recettori) senza trattamento. I collettori in PVC di drenaggio delle infiltrazioni attorno l'arco superiore scaricheranno nei collettori posti a ciglio strada.

La raccolta della sede stradale avviene tramite pozzetti (appositamente sifonati per esigenze di sicurezza taglia fuoco) che scaricheranno nei collettori principali posti sotto i cigli esterni (banchina). I collettori saranno collegati alle vasche di sicurezza idraulica poste all'esterno della galleria, nelle quali avverrà la trattenuta delle sostanze inquinanti.

L'attuale quadro progettuale delle discipline stradali e strutturali non permette valutazioni idrauliche di dettaglio. Si rimanda alle successive revisioni del presente Progetto per gli approfondimenti di rito.



<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <b>RELAZIONE GENERALE</b>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	32 di 34

## 8 CANTIERIZZAZIONE

Nell'affrontare il tema della cantierizzazione si sono esaminate le aree ubicazione del cantiere per lo scavo della galleria.

Le considerazioni prese in esame riguardano:

- le implicazioni geometriche degli apprestamenti necessari;
- gli impatti derivanti al territorio ed al contesto urbano;
- le possibilità di evacuazione del materiale di scavo con la considerazione delle possibili destinazioni e degli impatti alla circolazione stradale conseguenti.

Nelle aree di cantiere prescelte si ha la disponibilità di spazio adeguata alle necessità di ubicare tutti gli apprestamenti di cantiere necessari ai lavori e alla mitigazione degli impatti nelle fasi di lavorazione in particolare per quanto riguarda il rumore e le polveri.

### 8.1 LE FASI DELLA CANTIERIZZAZIONE

Per quanto riguarda la galleria di Tai di Cadore si prevede l'attacco delle operazioni di scavo da entrambi gli imbocchi, procedendo in tal modo nella progressione degli scavi contemporaneamente su due fronti di avanzamento; questo permette un contenimento dei tempi esecutivi dell'opera.

Per quanto riguarda l'allestimento dei cantieri esterni si prevede di predisporre due cantieri rispettivamente in corrispondenza delle due paratie di imbocco e della piccola rotatoria:

- Area di cantiere 2 Lato Longarone: nell'area che sarà ricavata per alloggiare la cabina impianti;
- Area di cantiere 1 Lato Cortina: appena prima dell'imbocco nell'area presente in adiacenza alla S.S. 51 esistente e in corrispondenza della piccola rotatoria a Nord.

Nella planimetria di cantierizzazione sono indicate le aree di cantiere con evidenziata la superficie disponibile oltre che i percorsi di accesso e collegamento alla viabilità esistente.

### 8.2 MOVIMENTI MATERIE

Per quanto concerne lo scavo della galleria di Tai di Cadore e delle relative opere di imbocco dal punto di vista dei volumi del materiale di scavo, sulla base delle informazioni disponibili ad oggi, si prevede:

- Un quantitativo di materiale di scavo proveniente dalla costruzione della galleria di circa **169'000 m<sup>3</sup>**;
- Un quantitativo di materiale di scavo proveniente dalla costruzione delle opere di imbocco pari a circa **87'000 m<sup>3</sup>**.

S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore Progetto definitivo RELAZIONE GENERALE	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	33 di 34

Le volumetrie indicate si riferiscono al materiale fiorito, al lordo quindi dei coefficienti amplificativi per tener conto dell'aumento di volume dovuto alla movimentazione del materiale.

	Volume in banco	Volume fiorito
<b>Materiali prodotti</b>		
Scavo all'aperto (rotatorie e tracciati all'aperto)	<u>23.500 m<sup>3</sup></u>	<u>30.550 m<sup>3</sup></u>
Scavo gallerie naturali	<u>120.754 m<sup>3</sup></u>	<u>169.000 m<sup>3</sup></u>
Scavo gallerie artificiali	<u>61.716 m<sup>3</sup></u>	<u>86.400 m<sup>3</sup></u>
Perforazioni, trivellazioni e palificazioni		<u>1.000 m<sup>3</sup></u>
<b>TOTALE SCAVI</b>		<b>286.950 m<sup>3</sup></b>
<b>Materiali riutilizzati in opera</b>		
Reimpiego previa esecuzione di operazioni di normale pratica industriale (ritombamenti gallerie artificiali)		<u>25.750 m<sup>3</sup></u>
Reimpiego senza esecuzione di operazioni di normale pratica industriale (drenaggi - riempimenti arco rovescio e rilevati stradali)		<u>31.400 m<sup>3</sup></u>
<b>TOTALE REIMPIEGO INTERNO</b>		<b>57.150 m<sup>3</sup></b>
<b>Esuberi (A-B)</b>		<b>229.880 m<sup>3</sup></b>

Per ulteriori dettagli circa i volumi escavati e le loro destinazioni si vedano gli elaborati.

### 8.3 FABBRICATI INTERFERENTI

Il nuovo tracciato della galleria sottopassa alcuni fabbricati esistenti che sono comunque situati a distanza superiore dall'asse rispetto al progetto originario.

Rimandando agli elaborati specifici per ogni elemento specifico, si evidenzia infatti che per tutti i fabbricati all'interno di una ipotetica area di influenza geotecnica risultano superiori sia i valori planimetrici sia quelli verticali.

<i>S.S. . 51 'DI ALEMAGNA' – Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021 – Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore</i>  <i>Progetto definitivo</i>  <b>RELAZIONE GENERALE</b>	File	T00_EG00_GEN_RE01C.doc
	Rev.	D
	Pag.	34 di 34

## 9 RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFIA

- [1] D.M. n. 67/S del 22/04/2004 - Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- [2] Norme Funzionali e Geometriche per la costruzione delle strade – D.M. 5 Novembre 2001;
- [3] D.L. 30/04/1992, n. 285 e s. m. i.- "Nuovo Codice della Strada" e regolamento di attuazione;
- [4] Commissione per la predisposizione di nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti" – 11a bozza – 20/04/05;
- [5] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Dipartimento per le opere pubbliche e per l'edilizia, Direzione generale per le strade e le autostrade, "Norme per la classificazione funzionale delle strade esistenti" – bozza giugno 2003;
- [6] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – D.M. 21 giugno 2004 "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale", G. U. 5 agosto 2004, n. 84;
- [7] UNI EN 1317/1-2 "Barriere di sicurezza stradali", maggio 2000;
- [8] UNI ENV 1317/4 "Barriere di sicurezza stradali – Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza", novembre 2001;
- [9] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Decreto 28 giugno 2011 - Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale
- [10] Ministero Infrastrutture - Circolare 21 luglio 2010 – Uniforme applicazione delle Norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
- [11] Highway Capacity Manual (2000), Transportation Research Board – National Research Council, Washington D.C.;
- [12] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, Circolare N. 3699 dell'8 giugno 2001 "Linee Guida per le Analisi di Sicurezza delle Strade";
- [13] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, "Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali", Studio a carattere pre-normativo, Rapporto di sintesi, settembre 2001;
- [14] U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, "Roundabouts: an informational guide", Publication n. FHWA-RD-00-067;
- [15] G. Da Rios, "Progettazione di intersezioni stradali", UTET, 1999;
- [16] M. Agostinacchio, D. Ciampa, S. Olita, "La progettazione delle strade – Guida pratica alla corretta applicazione del D.M.5/11/01", Quaderni per la progettazione, EPC Libri, 2003;
- [17] Bucchi, M. Bragaglia, V. Vignali, "Caratteristiche geometriche e capacità delle intersezioni a rotatoria", Le Strade 12/2004;
- [18] Sascia Canale, Salvatore Leopardi, "Nuovi criteri di progetto e di verifica per le rotatorie stradali extraurbane", Le Strade n. 6, giugno 2004;
- [19] ACI, Sistema Statistico Nazionale, "Annuario Statistico 2005".
- [20] Ministero dei Lavori Pubblici – Decreto 11 Luglio 2000 - Integrazione e rettifica del disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali
- [21] Ministero dei Lavori Pubblici – Direttiva 24/10/2000 - Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione.