

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78 S.G.C. GROSSETO – FANO
Tratto Selci Lama (E45) – S. Stefano di Gaifa
Adeguamento a 2 corsie della Galleria della Guinza (lotto 2)
e del tratto Guinza – Mercatello Ovest (lotto 3)
1° stralcio

PROGETTO ESECUTIVO

COD. AN58

PROGETTAZIONE:
RAGGRUPPAMENTO
TEMPORANEO PROGETTISTI

MANDATARIA:



MANDANTI:



sinergo

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI
SPECIALISTICHE:

Ing. Riccardo Formichi – Società Pro Iter Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. 18045

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Massimo Mezzanica – Società Pro Iter Srl
Albo Geol. Lombardia n. A762

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Ing. Massimo Mangini – Società Erre.Vi.A Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Varese n. 1502

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:

Dott. ing. Vincenzo Catone

PROTOCOLLO:

DATA:

OPERE D'ARTE MAGGIORI:

Ing. Enrico Maria Pizzarotti – Società Pro Iter Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. A29470



Catone

06 - OPERE D'ARTE MAGGIORI IN SOTTERRANEO

Relazione illustrativa

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00GN00OSTRE01A.pdf			
L0702M	E	2101	T00GN00OSTRE01		A	-
D						
C						
B						
A	EMISSIONE		FEBBRAIO 2023	PARISI	MOJA	PIZZAROTTI
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	1
2	DOCUMENTAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
2.1	Leggi, decreti, circolari ministeriali	4
2.2	Documenti di progetto	4
3	DESCRIZIONE DELLE GALLERIE ESISTENTI	5
3.1	Contesto geomeccanico	5
3.2	Modalità realizzative e inquadramento geometrico-funzionale	5
3.2.1	<i>Galleria Guinza</i>	5
3.2.2	<i>Galleria Valpiana</i>	13
3.2.3	<i>Galleria S. Veronica</i>	14
3.2.4	<i>Galleria S. Antonio</i>	15
4	STATO DI CONSISTENZA DELLE GALLERIE	18
4.1	Indagine Georadar	18
4.2	Prove di compressione su carotaggi e sclerometri	19
4.3	Prove di martinetto piatto sul rivestimento definitivo	20
4.4	Mappatura dei difetti strutturali e delle venute d'acqua	20
4.5	Indagini sugli aspetti idraulici	20
4.6	Rilievo laser scanner in galleria	21
4.7	Rilievo topografico/laser scanner agli imbocchi della galleria Guinza	21
4.8	Rilievo geomeccanico in corrispondenza della parete rocciosa a monte dell'imbocco nord della Galleria Guinza	21
4.9	Campagna geognostica in corrispondenza del by-pass pedonale della galleria S. Antonio Sud	21
4.10	Analisi chimiche su campioni d'acqua prelevati nella galleria Guinza	22
5	INTERVENTI DI RIPRISTINO	23
5.1	Intervento Tipo A	23
5.2	Intervento Tipo B	26
5.3	Intervento Tipo C	27
5.4	Interventi di riparazione dei difetti strutturali e delle venute d'acqua	28
5.4.1	<i>Tipologico 1: Intervento di riparazione delle fessure asciutte/umide</i>	29
5.4.2	<i>Tipologico 2: Intervento di riparazione delle fessure con presenza di stillicidio/flusso d'acqua puntuali</i>	30
5.4.3	<i>Tipologico 3: Intervento di riparazione dei difetti superficiali e ripristino dei copriferrì</i>	31
5.4.4	<i>Tipologico 4: Intervento di riparazione in presenza di venute d'acqua diffuse</i>	32
5.4.5	<i>Intervento per le venute d'acqua lungo i giunti delle riprese di getto in calotta</i>	32
6	SISTEMAZIONE IDRAULICA	34

Relazione illustrativa

RTP di progettazione:

Mandataria:



Mandanti:



sinergo

7	CHIUSURA BY-PASS E PIAZZOLE GALLERIA GUINZA.....	37
8	NICCHIA IMPIANTI GALLERIA GUINZA	41
9	IMBOCCHI DELLA GALLERIA GUINZA.....	43
9.1	Imbocco Lato Umbria.....	43
9.2	Imbocco Lato Marche	50
10	BY-PASS DI COLLEGAMENTO GALLERIA S. ANTONIO.....	54
11	IMPIANTI.....	57
11.1	Alimentazione e distribuzione energia elettrica.....	57
11.2	Impianto di illuminazione permanente e rinforzo.....	58
11.3	Impianto di illuminazione per l'evacuazione	58
11.4	Impianto idrico antincendio	58
11.5	Impianto di rivelazione incendi.....	58
11.6	Impianto di mitigazione incendio.....	58
11.7	Impianto di chiamata colonnine S.O.S.....	59
11.8	Segnaletica luminosa, semafori e PMV.....	59
11.9	Impianto di ventilazione.....	59
11.10	Impianto trasmissione radio in galleria.....	60
11.11	Impianto TVCC.....	60
11.12	Impianto controllo traffico.....	60
11.13	Impianto di telecontrollo e supervisione	60

1 PREMESSA

Nella presente relazione si riporta una descrizione dello stato di fatto delle gallerie naturali Guinza, Valpiana, S. Antonio (canna Sud e canna Nord) e della galleria artificiale S. Veronica, completa di una sintesi dell'esito delle indagini condotte e della descrizione degli interventi di risanamento previsti.

I lavori si inseriscono nell'ambito del progetto esecutivo per l'apertura al traffico della Galleria della Guinza (Lotto 2°) e del Tratto Guinza – Mercatello Ovest (Lotto 3°) del Tratto 5 Selci Lama (E45) – Santo Stefano di Gaifa dell'Itinerario Internazionale E78 S.G.C. Grosseto - Fano.

L'intervento è localizzato tra le Regioni Umbria e Marche, nei Comuni di San Giustino (PG) e Mercatello sul Metauro (PU). Più dettagliatamente, il 2° Lotto comprende la Galleria della Guinza, mentre il 3° Lotto comprende tutte le opere dall'uscita della Guinza sul lato marchigiano, fino al termine dell'intervento.

Il tratto in oggetto era originariamente previsto come una strada extraurbana principale a carreggiate separate, ciascuna con due corsie per senso di marcia (sezione tipo III secondo la CNR80); i lavori sia della Galleria (2° lotto) che del successivo tratto fino a Mercatello (3° lotto), furono oggetto di primi appalti stralcio a fine anni '90, ma a causa della mancanza dei finanziamenti necessari non furono mai completati.

Pertanto, il tratto comprende diverse opere d'arte in sotterraneo ad oggi già realizzate in tutto o in parte, di seguito elencate procedendo lungo il tracciato nella direzione dalla Guinza verso Mercatello e rappresentate schematicamente nella successiva Figura 1:

- Galleria naturale Guinza di lunghezza pari a 5944 m circa (dalla p.k. 0+225.12 alla p.k. 6+168.77);
- Galleria naturale Valpiana di lunghezza pari a 237 m circa (dalla p.k. 6+260.42 alla p.k. 6+497.44);
- Galleria artificiale S. Veronica di lunghezza pari a 61 m circa (dalla p.k. 6+962.01 alla p.k. 7+023.20);
- Galleria naturale S. Antonio (di cui la canna Sud di lunghezza pari a 656 m circa, dalla p.k. 7+426.85 alla p.k. 8+083.15).

Per quanto attiene alla progettazione stradale, l'intervento oggetto del presente Progetto Esecutivo consiste nel completamento e adeguamento della carreggiata stradale di sinistra (quella proveniente da Fano in direzione Grosseto), al fine di garantire l'apertura al traffico per la sola direzione Grosseto/E45 a senso unico di marcia.

Al fine di rendere la carreggiata stradale funzionale a senso unico di marcia, nella direzione Fano-Grosseto, all'interno delle gallerie Guinza, Valpiana, S. Veronica e S. Antonio Sud, si prevede una sezione stradale composta da una corsia di marcia del calibro di 3.50 m più una banchina in sinistra da 1 m e una corsia di emergenza da 3.5 m in destra; la configurazione stradale si inserisce perfettamente all'interno delle gallerie, dove si ha la disponibilità di una larghezza netta di 8m. Si riporta in Figura 2, a titolo esemplificativo, il confronto tra la sistemazione della sezione corrente della galleria Guinza allo stato di fatto e in quelle che saranno le future condizioni di esercizio.

Tutte le gallerie presenti in progetto sono state collaudate come riportano i certificati di collaudo del 2006 per il 2° lotto da Parnacciano a Guinza - 2° stralcio e del 2007 per il 3°lotto Imbocco Galleria della Guinza – Abitato Mercatello sul Metauro. Nonostante ciò, si è comunque deciso di procedere all'esecuzione di indagini strutturali sui rivestimenti per accertare la bontà del costruito dopo circa 15 anni dalla fine dei lavori. Tali indagini, unitamente a quelle già eseguite in fase di Progetto Definitivo dell'intervento di adeguamento redatto da Anas nel 2019 hanno permesso di ottimizzare gli interventi di ripristino previsti in fase di progettazione definitiva. Inoltre, diverse tratte necessitano, oltre che di interventi strutturali, della realizzazione di opere di completamento stradale e dotazioni impiantistiche, mirati all'adeguamento della sede stradale, della razionalizzazione delle intersezioni con la viabilità esistente e della messa in sicurezza delle opere esistenti.

Nel seguito viene riportata una descrizione delle gallerie esistenti (Capitolo 3), lo stato di consistenza delle stesse (Capitolo 4) desunto dall'analisi congiunta delle indagini effettuate in sede di Progetto Definitivo e da quelle effettuate in sede di Progetto Esecutivo e gli interventi previsti per la messa in esercizio della carreggiata stradale esistente quali: gli interventi di ripristino strutturali (Capitolo 5); l'adeguamento della sistemazione idraulica (Capitolo 6); la chiusura dei by-pass e di alcune delle piazzole esistenti della galleria Guinza (Capitolo 7); la realizzazione di una nicchia impianti nella galleria Guinza (Capitolo 8), la sistemazione degli imbocchi della galleria Guinza (Capitolo 9), la realizzazione di un by-pass di collegamento tra la canna Sud e la canna Nord della galleria S. Antonio (Capitolo 10) e la realizzazione degli impianti (Capitolo 11).

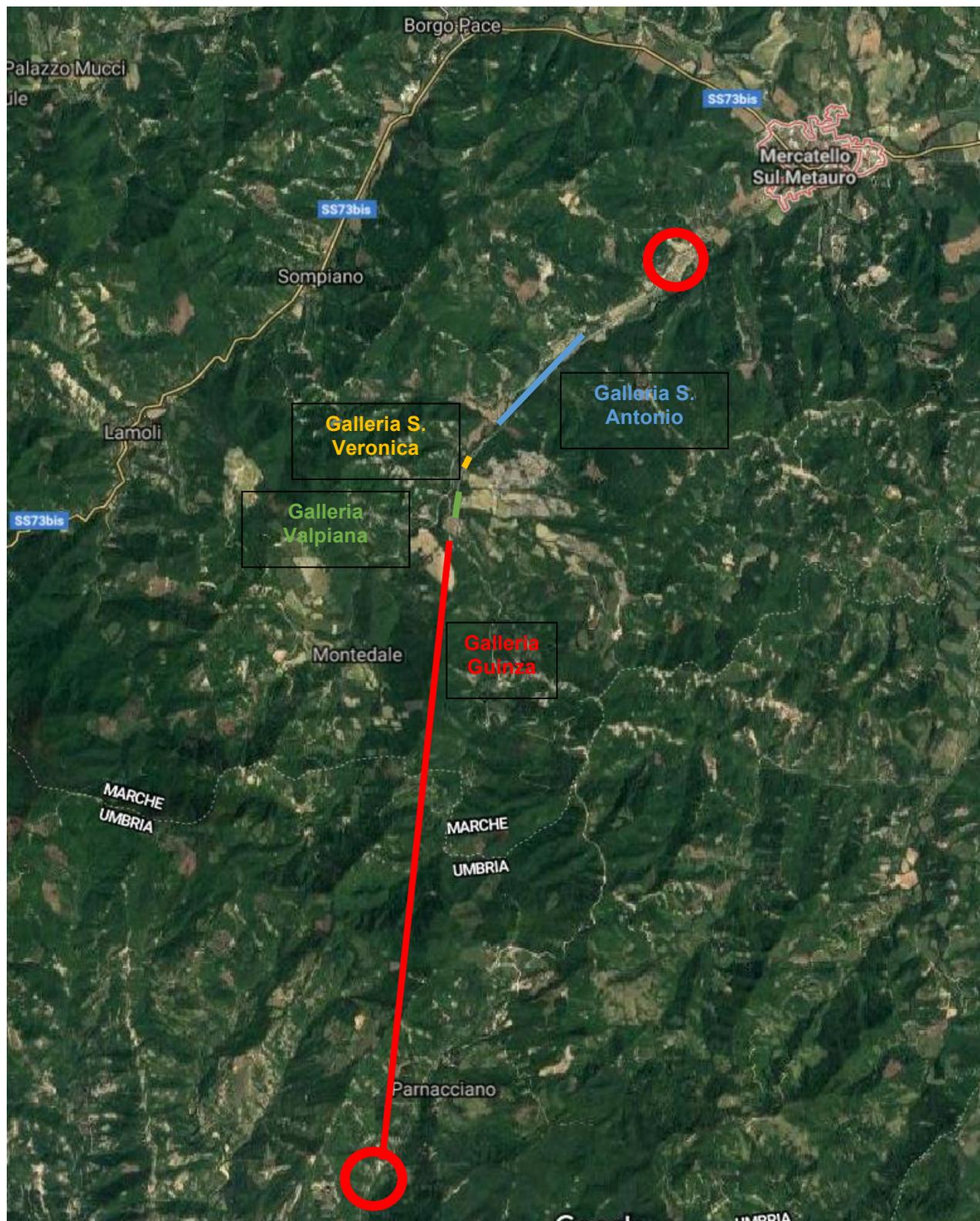


Figura 1 – Ubicazione su foto aeree del tracciato delle gallerie Guinza, Valpiana, S. Veronica e S. Antonio

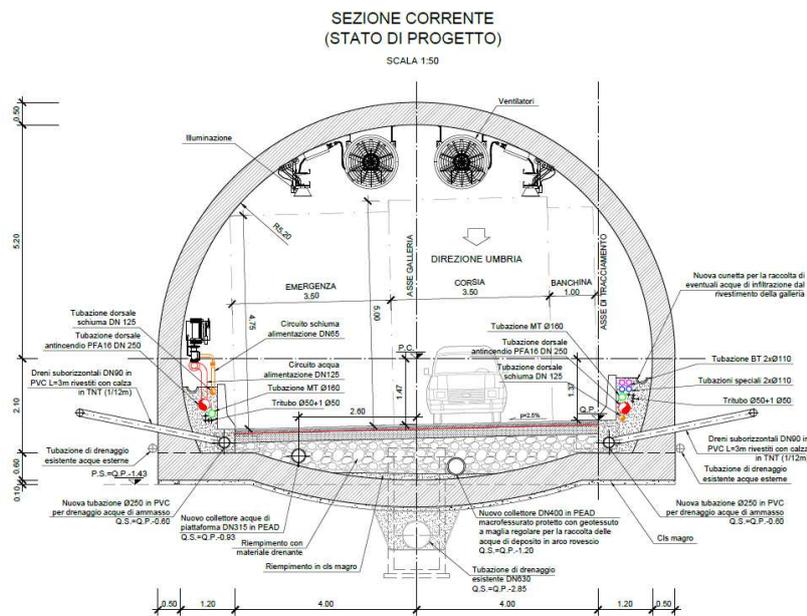
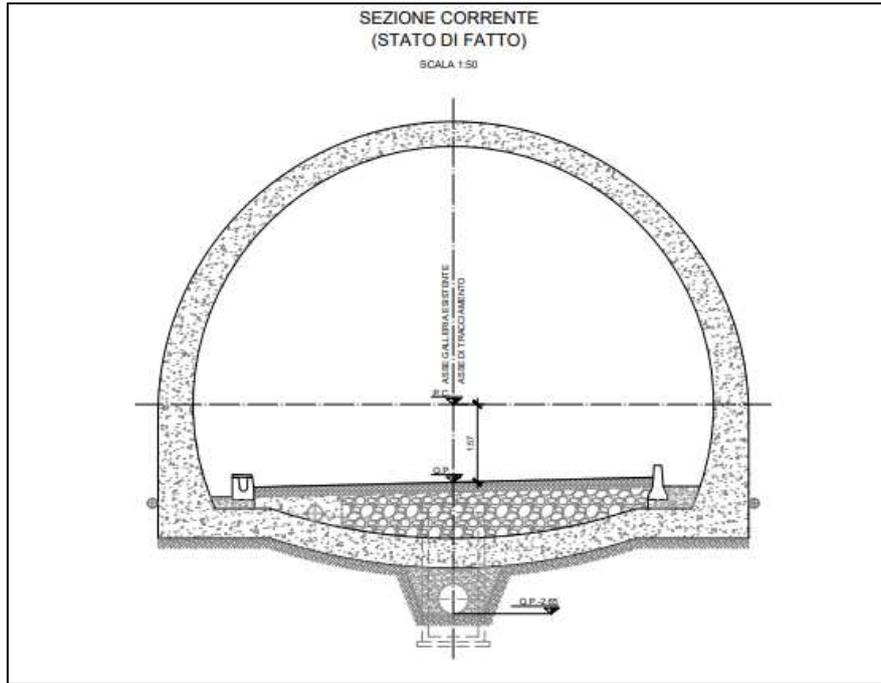


Figura 2 – Galleria Guinza - Stato di fatto e di progetto

2 DOCUMENTAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1 Leggi, decreti, circolari ministeriali

- [1] Ministero dei LL.PP. - D.M. 17.01.2018: "Norme tecniche per le Costruzioni".
- [2] Ministero dei LL.PP. - Circ. 7 del 21.01.2019: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- [3] "Linee guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera" del Settembre 2017

2.2 Documenti di progetto

- [4] T00SG03GENRE01 - Galleria Guinza
- [5] T00SG03GENRE02 - Galleria Valpiana
- [6] T00SG03GENRE03 - Galleria S. Antonio
- [7] T00SG03GENRE04 - Galleria S. Veronica
- [8] T00SG04GENRE01 - Galleria Guinza - Relazione indagini su arco rovescio per individuazione sottoservizi
- [9] T00SG04GENRE02 - Galleria Guinza - Relazione indagini in galleria
- [10] T00SG04GENSL01 - Galleria Guinza - Sezioni interpretative longitudinali
- [11] T00SG05GENRE01 - Relazione sulle indagini strutturali
- [12] T00SG05GENRE02 - Relazione sulla mappatura dei difetti strutturali
- [13] T00SG05GENRE03 - Relazione sulle indagini sugli aspetti idraulici
- [14] T00SG05GENSV01 - Laserscan - Sezioni trasversali stato attuale – Tav 1
- [15] T00SG05GENSV02 - Laserscan - Sezioni trasversali stato attuale – Tav 2
- [16] T00SG05GENSL01 - Georadar - Sezioni interpretative longitudinali
- [17] T00SG05GENSL02 - Mappatura dei difetti strutturali - Rappresentazione schematica dell'ispezione
- [18] T00SG11GEORE01 - Documentazione Indagini Geognostiche 2022
- [19] T00GE02GEORE01 - Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo
- [20] T00GE03GETRE02 - Relazione geomeccanica
- [21] T00GN00OSTRE03 - Relazione di interpretazione delle indagini strutturali
- [22] T00GN00OSTRE04 - Relazione degli interventi di riparazione dei difetti strutturali e delle venute d'acqua
- [23] T00GN00OSTST01 - Tipologico 1: intervento di riparazione per fessure asciutte/umide
- [24] T00GN00OSTST02 - Tipologico 2: intervento di riparazione per fessure con presenza di stillicidio/flusso d'acqua, puntuali
- [25] T00GN00OSTST03 - Tipologico 3: intervento di riparazione di difetti superficiali e ripristino dei copriferri
- [26] T00GN00OSTST04 - Tipologico 4: intervento di riparazione in presenza di venute d'acqua diffuse
- [27] T00GN00OSTST05 - Intervento per le venute d'acqua lungo i giunti delle riprese di getto in calotta
- [28] T00GN00OSTCA01 - Intervento per le venute d'acqua lungo i giunti delle riprese di getto in calotta - Sezione corrente - Carpenteria e armatura
- [29] T00GN00OSTCA02 - Intervento per le venute d'acqua lungo i giunti delle riprese di getto in calotta - Piazzola di sosta - Carpenteria e armatura
- [30] T00GN01OSTRE01 - Relazione di calcolo - Intervento Tipo A - Sezione corrente
- [31] T00GN01OSTRE02 - Relazione di calcolo - Intervento Tipo A - Piazzole di sosta
- [32] T00GN01OSTRE03 - Relazione di calcolo - Nicchia impianti alla progr. 2777.59 m
- [33] T00GN01OSTRE04 - Relazione di calcolo - Intervento Tipo C
- [34] T00GA02OSTRE01 - Relazione di calcolo
- [35] T00GA03OSTRE01 - Relazione di calcolo
- [36] T00GA04OSTRE01 - Relazione di calcolo
- [37] T00GA06OSTRE01 - Relazione interventi di sistemazione dei versanti
- [38] T00GA07OSTRE01 - Relazione di calcolo
- [39] T00GN05OSTRE01 - Relazione di calcolo

3 DESCRIZIONE DELLE GALLERIE ESISTENTI

3.1 Contesto geomeccanico

Come evidenziato nella Relazione geomeccanica [20], il contesto geomeccanico in cui si inseriscono le opere è stato desunto dalla documentazione di progetto esecutivo originario elaborato ai tempi della realizzazione dell'opera e sulla base della campagna di indagini 2018 e della campagna indagini del 2022.

Le gallerie si sviluppano interamente nella formazione flyshoide Marnoso Arenacea, caratterizzata da alternanze di arenarie e marne più o meno argillitiche e con una denominazione che va da GA2-GA5 in funzione del rapporto tra le percentuali di marne e arenarie.

In funzione del rapporto tra le percentuali di marna e arenarie, l'ammasso è stato suddiviso in 4 unità di comportamento ordinate nel senso peggiorativo della qualità geomeccanica:

- G2: 75% arenaria – 25% marna
- G3: 50% arenaria – 50% marna
- G4: 15% arenaria – 85% marna
- G5: 5% arenaria – 95% marna

In termini di presenza di acqua di falda, la circolazione sotterranea appare diffusa ma quantitativamente limitata.

Per la caratterizzazione geomeccanica di dettaglio delle opere in sottterraneo previste si rimanda alla succitata Relazione geomeccanica [20].

3.2 Modalità realizzative e inquadramento geometrico-funzionale

Nel seguito sono brevemente riassunte le caratteristiche dei rivestimenti delle gallerie ricavate dall'analisi dei documenti del Progetto originario redatto da Geodata S.p.A. nel 1990 e nel 1996, dai documenti contabili relativi all'esecuzione parziale delle opere e dai documenti del Progetto Definitivo dell'intervento di adeguamento.

3.2.1 Galleria Guinza

Allo stato di fatto la Galleria della Guinza è una galleria naturale a canna singola di lunghezza pari a circa 5944 m, realizzata nell'Appennino umbro-marchigiano. Il tracciato ha origine nel comune di Mercatello sul Metauro (PU) a 580 m s.l.m. e termina sul lato umbro nel comune di San Giustino (PG) a circa 556 m s.l.m., con una pendenza dello 0.4%.

La galleria ha un andamento pressoché rettilineo per tutta la lunghezza. La sezione trasversale ha forma policentrica ad arco; l'area della sezione trasversale è pari a circa 57 mq, la larghezza tra i piedritti è pari a circa 10 m, l'altezza in asse dal piano viabile è pari a circa 6.8 m.

Lungo la galleria sono presenti 10 piazzole di sosta sfalsate sui due lati della carreggiata a interdistanza pari a circa 500 m e non sono presenti uscite di emergenza; tuttavia, sono presenti le predisposizioni per la realizzazione di n.17 uscite di emergenza a interdistanza 250 m circa, costituite da n.6 by-pass carrabili e n.11 by-pass pedonali, scavati per pochi metri, e che in questa fase verranno messi in sicurezza.

Al fine di evitare situazioni di pericolo connesse all'insolito collocamento rispetto al regime di traffico su una corsia previsto in galleria, le piazzole di sosta presenti in sinistra verranno chiuse mediante la realizzazione di muri con profili redirettivi.

Allo stato attuale la galleria non presenta alcuna dotazione impiantistica.

Dal punto di vista esecutivo, la galleria è stata realizzata in allargamento del foro pilota tramite l'applicazione di 6 sezioni di scavo, che si differenziano in funzione degli interventi di consolidamento radiale dal cunicolo, delle caratteristiche dei rivestimenti provvisori e che corrispondono ad altrettante sezioni tipo.

Di seguito si riportano le sezioni di scavo e le carpenterie delle 6 sezioni tipo, per ulteriori dettagli si veda [4]

Sezione tipo B

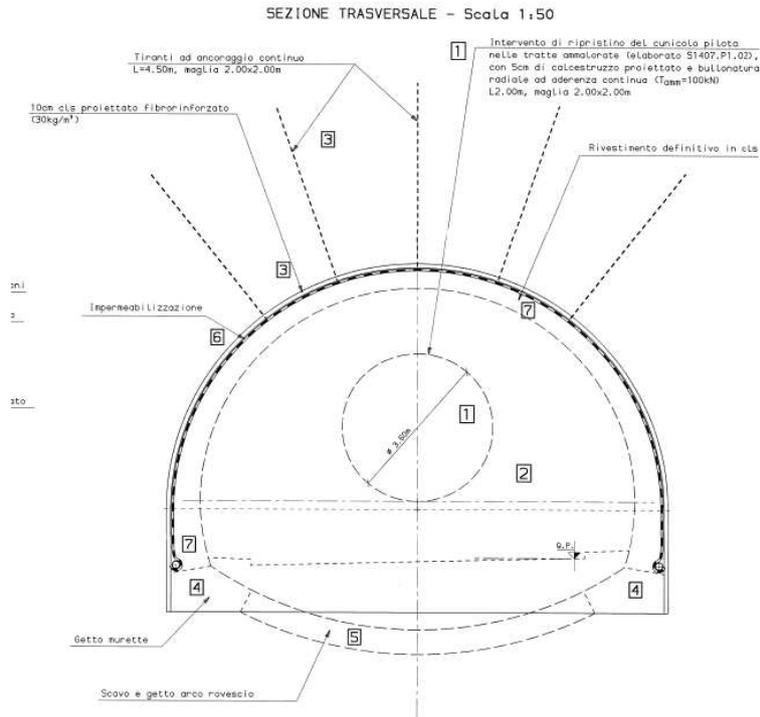


Figura 3 – PE GEODATA 1996 – Galleria Guinza - Sezioni Tipo B – Sezione di scavo

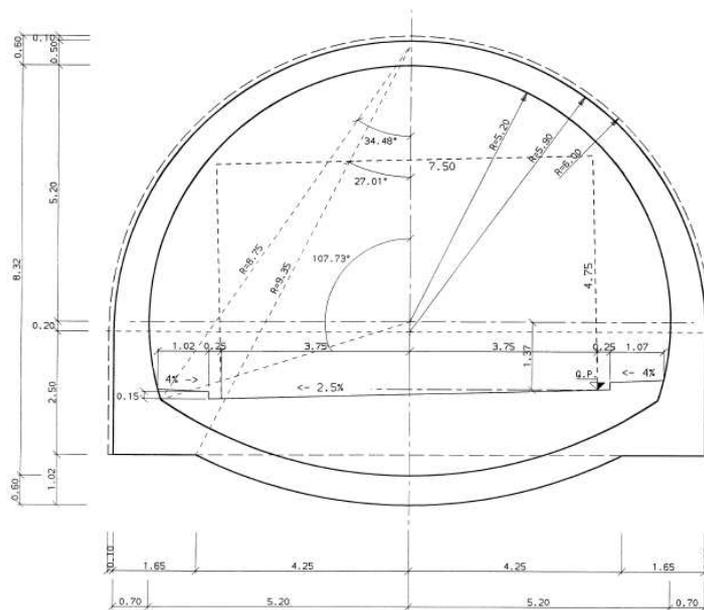


Figura 4 – PE GEODATA 1996 – Galleria Guinza - Sezioni Tipo B - Carpenteria

Sezione tipo C1

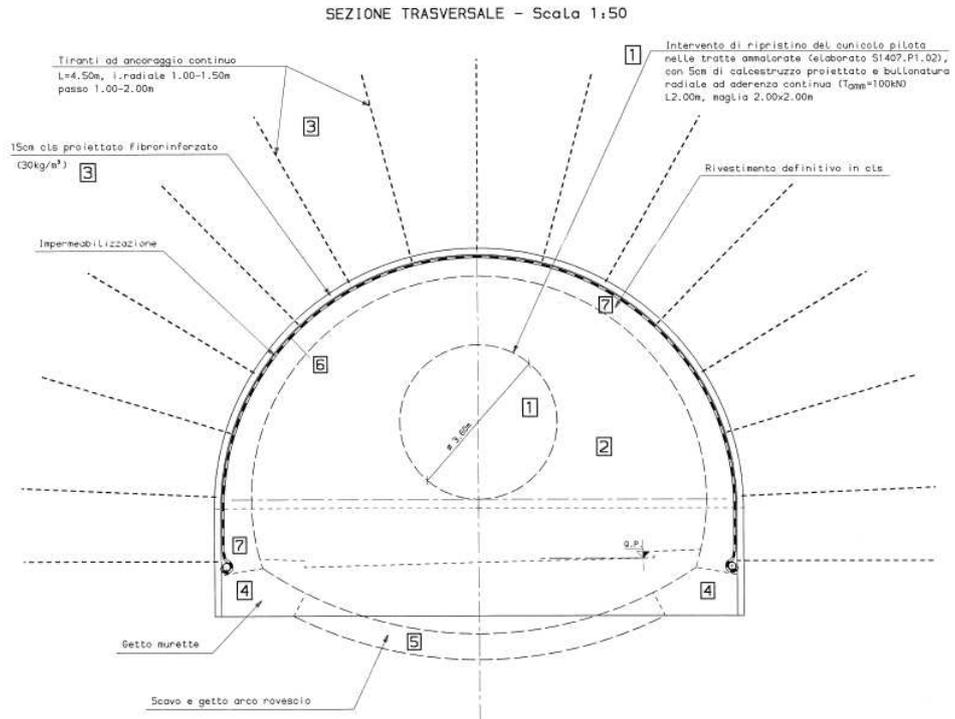


Figura 5 – PE GEODATA 1996 – Galleria Guinza - Sezioni Tipo C1 – Sezione di scavo

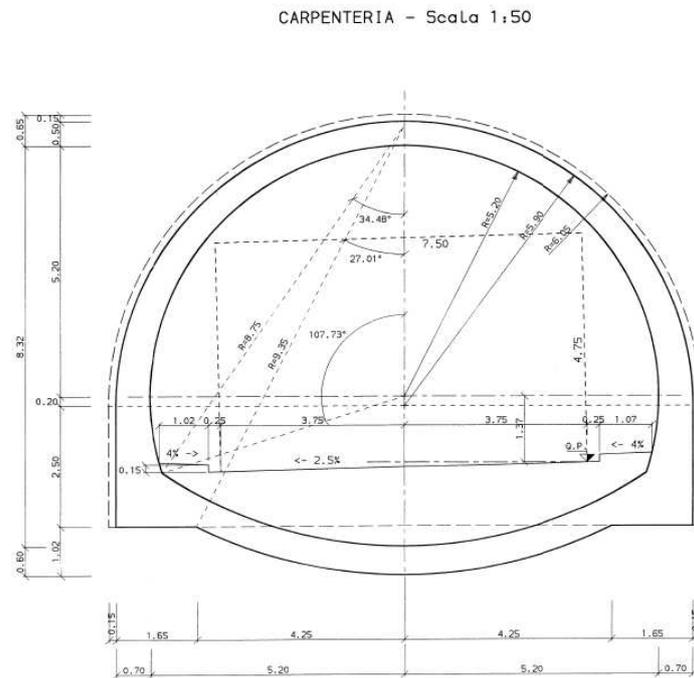


Figura 6 – PE GEODATA 1996 – Galleria Guinza - Sezioni Tipo C1 - Carpenteria

Sezione tipo C2

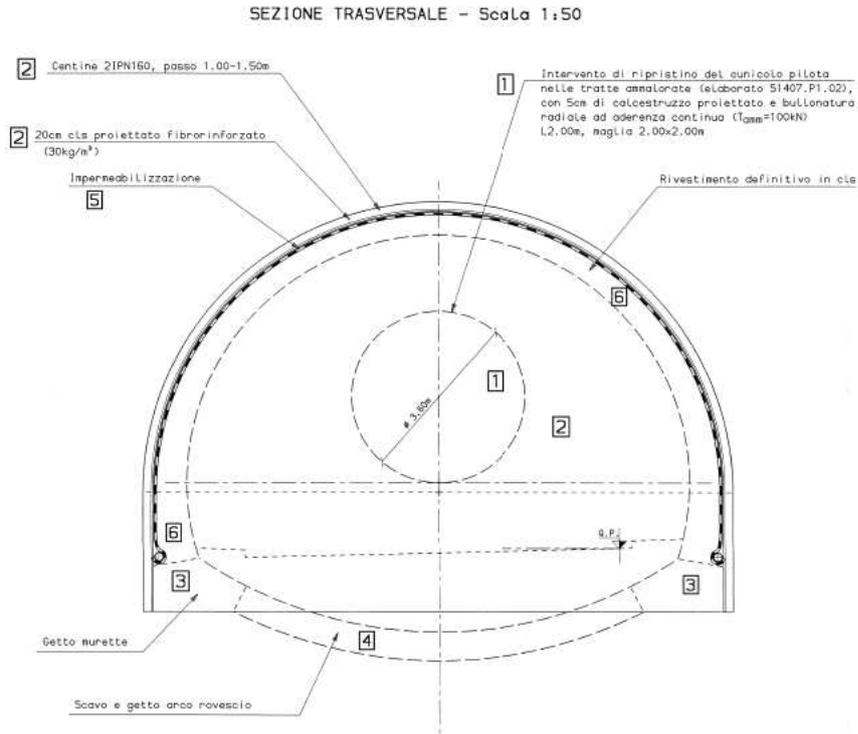


Figura 7 – PE GEODATA 1996 – Galleria Guinza - Sezioni Tipo C2 – Sezione di scavo

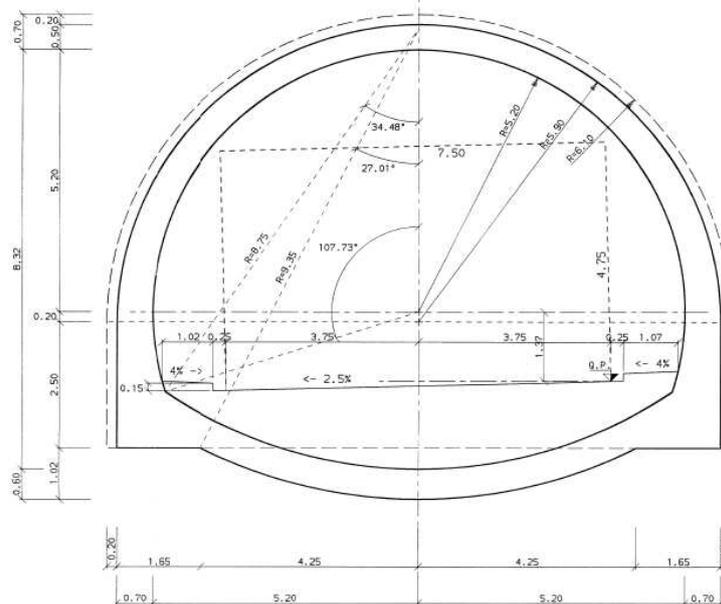


Figura 8 – PE GEODATA 1996 – Galleria Guinza - Sezioni Tipo C2 - Carpenteria

Sezione tipo D

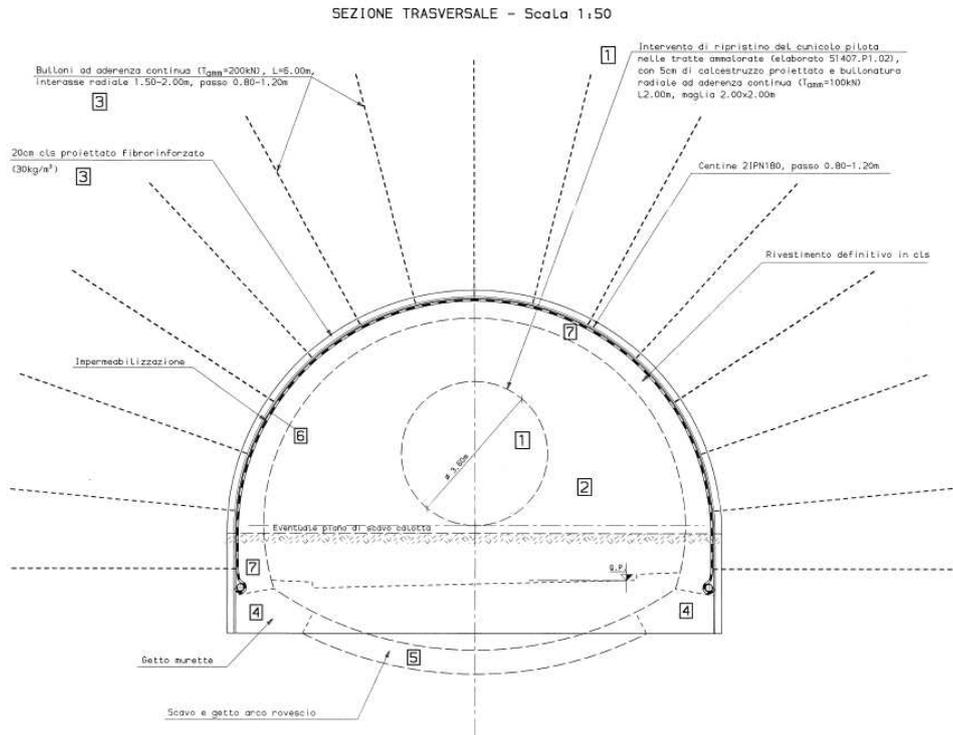


Figura 9 – PE GEODATA 1996 – Galleria Guinza - Sezioni Tipo D – Sezione di scavo

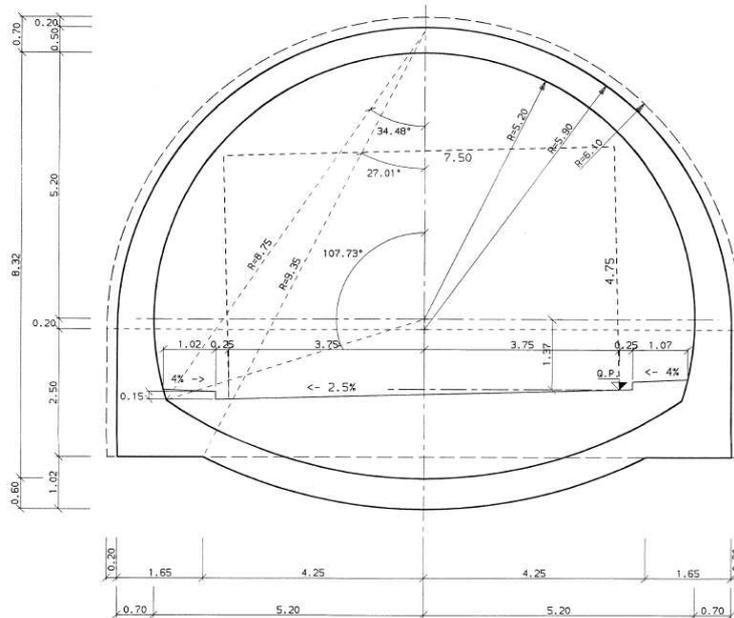


Figura 10 – PE GEODATA 1996 – Galleria Guinza - Sezioni Tipo D - Carpenteria

Sezione tipo E

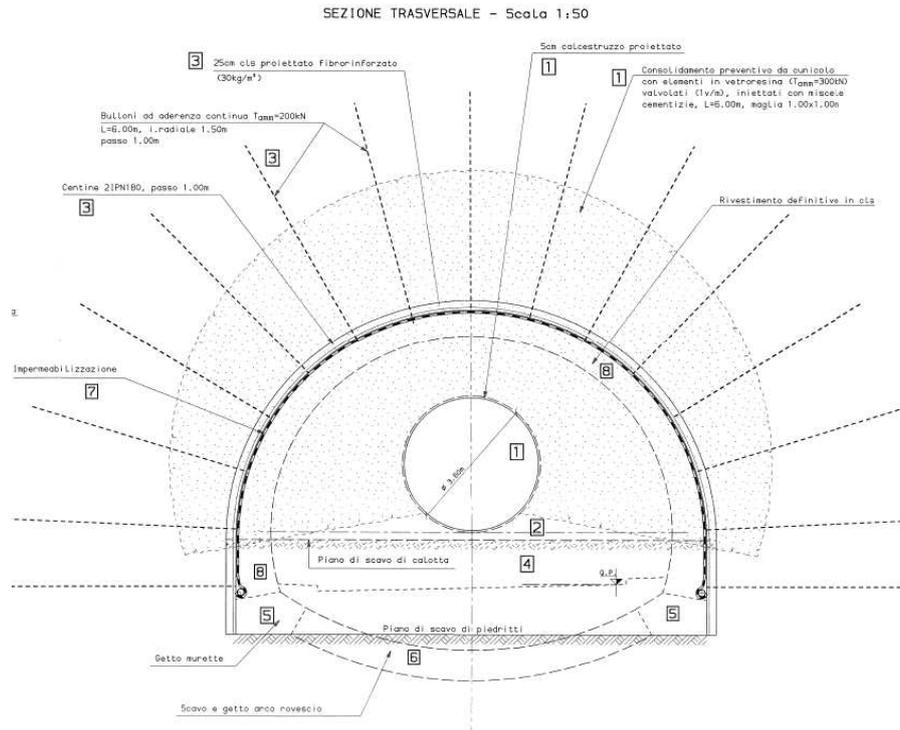


Figura 11 – PE GEODATA 1996 – Galleria Guinza - Sezioni Tipo E – Sezione di scavo

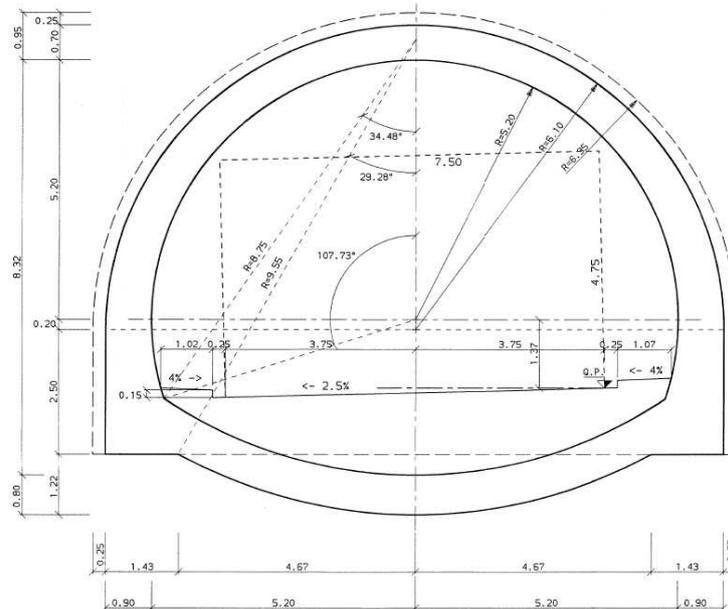


Figura 12 – PE GEODATA 1996 – Galleria Guinza - Sezioni Tipo E - Carpenteria

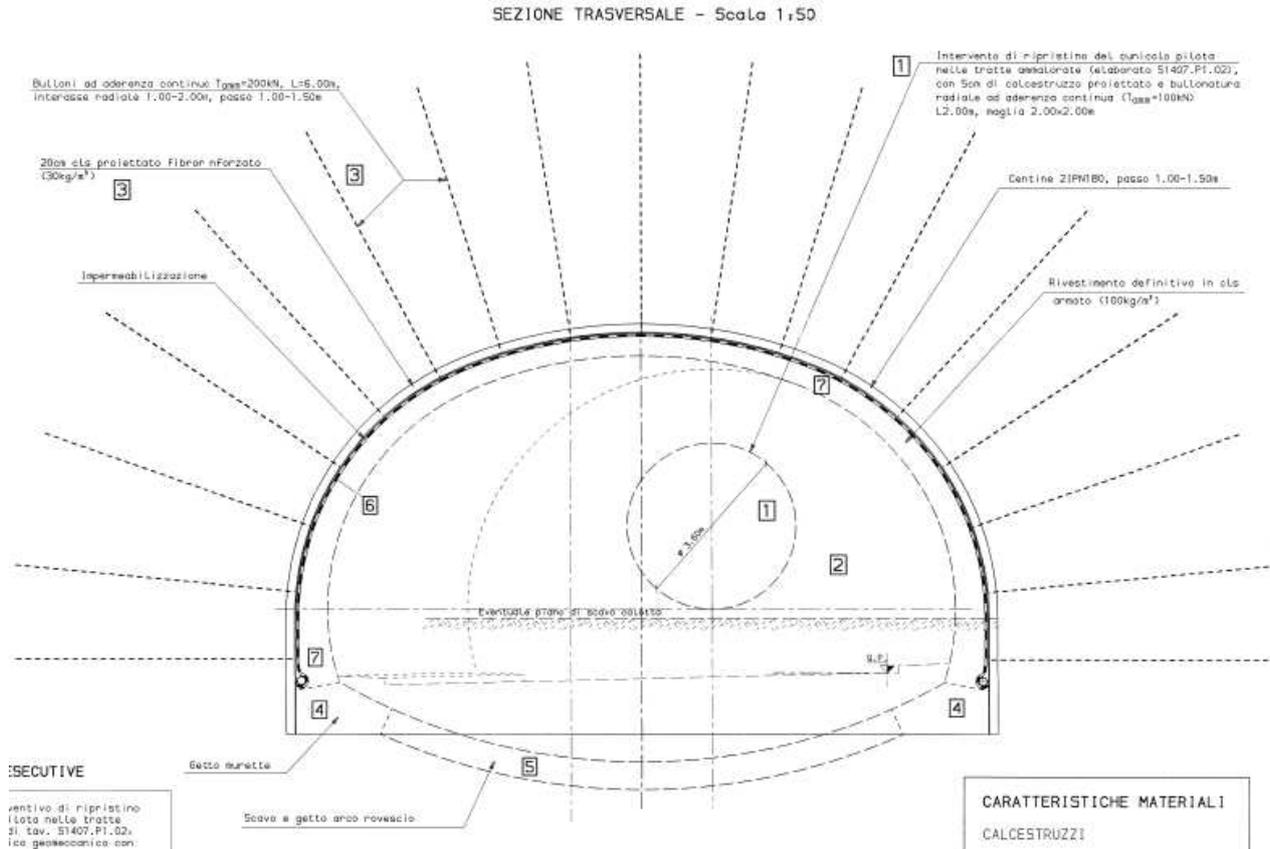


Figura 15 – PE GEODATA 1996 – Galleria Guinza – Piazzola di Sosta – Sezione di scavo

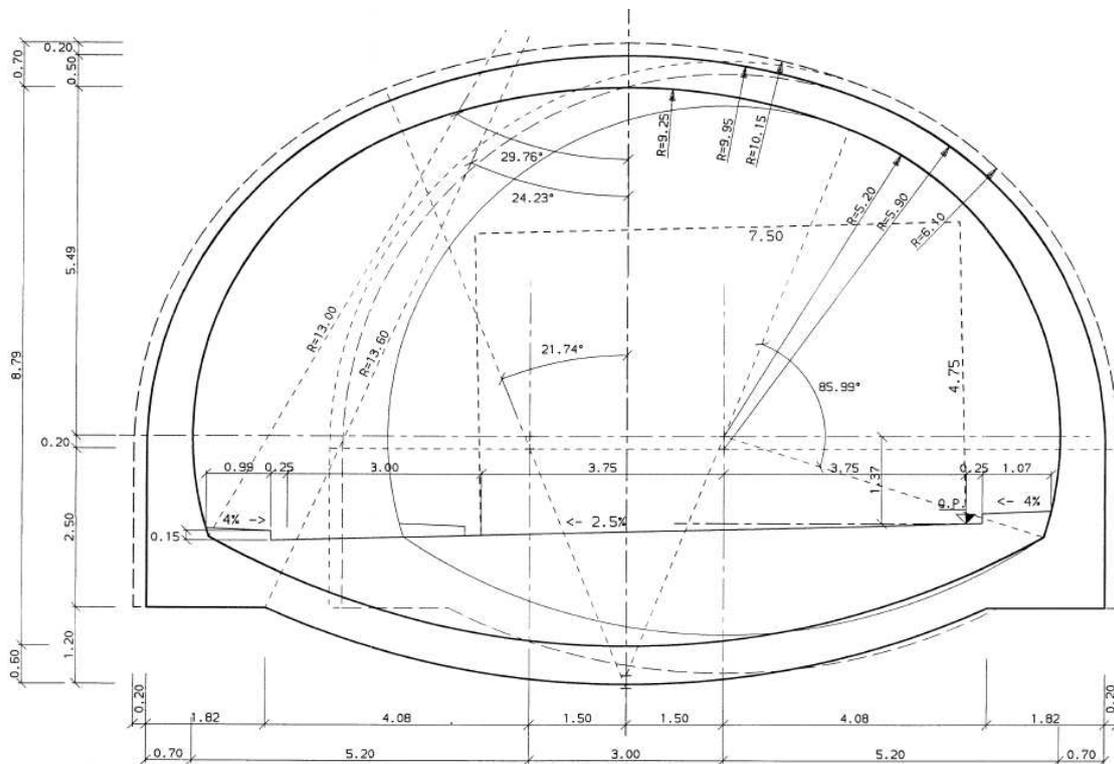


Figura 16 – PE GEODATA 1996 – Galleria Guinza – Piazzola di Sosta - Carpenteria

In termini di rivestimenti definitivi si evince, quindi, quanto segue:

- le Sezioni correnti Tipo B, C1, C2 e D sono sezioni cilindriche aventi spessore in chiave calotta pari a 50 cm e spessore in arco rovescio pari a 60 cm, entrambi non armati;
- la Sezione corrente Tipo E è una sezione cilindrica avente spessore in chiave calotta pari a 70 cm e spessore in arco rovescio pari a 80 cm, entrambi non armati;
- la Sezione corrente Tipo F è una sezione troncoconica avente spessore in chiave calotta variabile tra i 50 e i 120 cm e spessore in arco rovescio pari a 80 cm, entrambi non armati;
- la Sezione Tipo delle Piazzole di sosta è una sezione cilindrica avente spessore in chiave calotta pari a 50 cm e spessore in arco rovescio pari a 60 cm.

Dall'analisi del profilo geomeccanico di PE originario, l'impiego delle sezioni tipo lungo lo sviluppo della galleria era previsto secondo le seguenti percentuali.

	% utilizzo
Sezione tipo B	3
Sezione tipo C1	41
Sezione tipo C2	11
Sezione tipo D	33
Sezione tipo E	1
Sezione tipo F	10

Le sezioni impiegate con maggior frequenza risultano pertanto la sezione di scavo/tipo C1 e la sezione di scavo/tipo D, previste, sostanzialmente, in corrispondenza delle seguenti unità geomeccaniche di riferimento:

- La sezione tipo C1 in corrispondenza dell'unità G3.
- La sezione tipo D in corrispondenza dell'unità G4.

Pertanto, nella valutazione dei sottospessori identificati mediante le indagini georadar, si è fatto riferimento al rivestimento definitivo di queste sezioni tipo avente spessore in calotta pari a 50 cm.

3.2.2 Galleria Valpiana

Allo stato di fatto la Galleria Valpiana è una galleria naturale a canna singola di lunghezza pari a circa 237 m. La galleria ha un andamento pressoché rettilineo per tutta la lunghezza.

La sezione trasversale ha forma policentrica ad arco; la larghezza tra i piedritti è pari a circa 10 m, l'altezza in asse dal piano viabile è pari a circa 6.8 m.

Per quanto riguarda la galleria naturale Valpiana non sono stati reperiti i documenti del Progetto originario redatto da Geodata S.p.A. nel 1990 e nel 1996.

Dal documento contabile "Tav. 21-10.8 - Carpenteria e armatura Sezione Tipo Va Vb Vb*" si evince che le sezioni correnti Tipo Va, Tipo Vb e Tipo Vb* sono sezioni cilindriche aventi spessore in chiave calotta pari a 80 cm e spessore in arco rovescio pari a 90 cm, entrambi armati. Per ulteriori dettagli si veda [5].

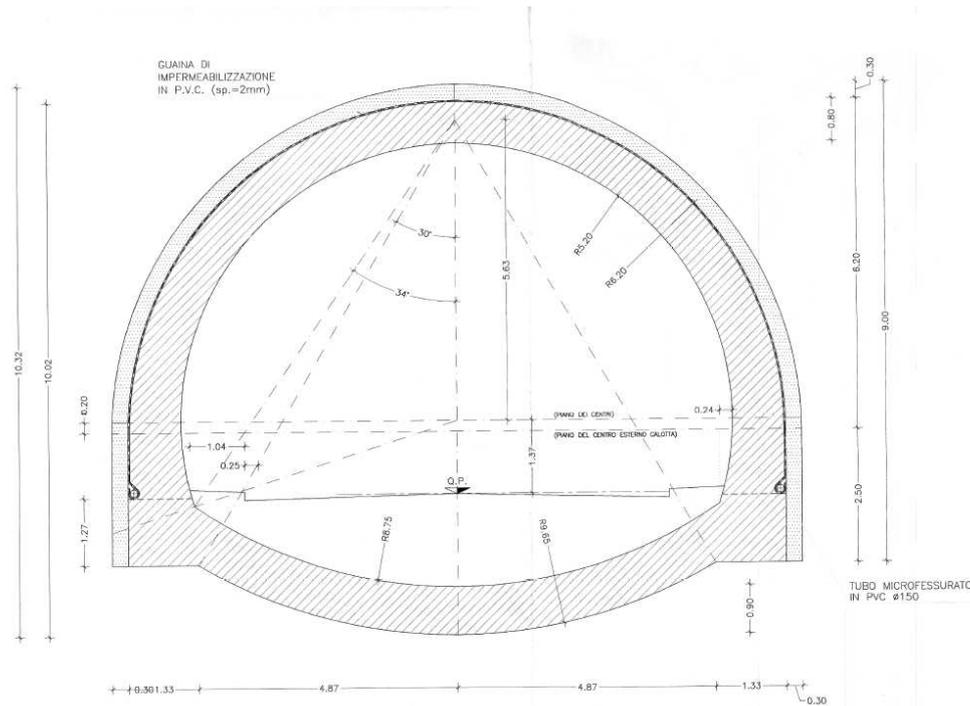


Figura 17 – Galleria Valpiana – Sezione Tipo Va, Tipo Vb e Tipo Vb*

In assenza di informazioni relative alle altre sezioni tipo adottate (e agli spessori dei rivestimenti definitivi), nella valutazione dei sottospessori identificati mediante le indagini georadar, si è fatto riferimento alle stesse soglie adottate per la galleria naturale Guinza.

3.2.3 Galleria S. Veronica

Allo stato di fatto la Galleria S. Veronica è una galleria artificiale a canna singola di lunghezza pari a circa 61 m. La galleria S. Veronica si trova planimetricamente in corrispondenza di una curva del tracciato ma, a causa dell'elevato raggio di curvatura, non è caratterizzata da allargamenti della sezione della galleria.

La sezione trasversale ha forma monocentrica ad arco; la larghezza tra i piedritti è pari a circa 10 m, l'altezza in asse dal piano viabile è pari a circa 6.8 m.

Per quanto riguarda la galleria S. Veronica non sono stati reperiti i documenti del Progetto originario redatto da Geodata S.p.A. nel 1990 e nel 1996.

Dal documento contabile "Tav. 12-5.2 – Galleria artificiale Santa Veronica - Carpenteria" si evince invece che la galleria Santa Veronica è una galleria artificiale il cui rivestimento definitivo ha spessore in chiave calotta e sui piedritti pari a 50 cm; non ha un arco rovescio ma una platea avente spessore pari a 70 cm (Figura 18). E' previsto l'impiego di calcestruzzo con resistenza $R_{ck} \geq 30$ MPa. Dal documento contabile "Tav. 20-5.3 – Galleria artificiale Santa Veronica Valle – Carpenteria armatura platea e sezione corrente" si evince che la sezione corrente è armata sia in calotta che in platea. Per ulteriori dettagli si veda [7].

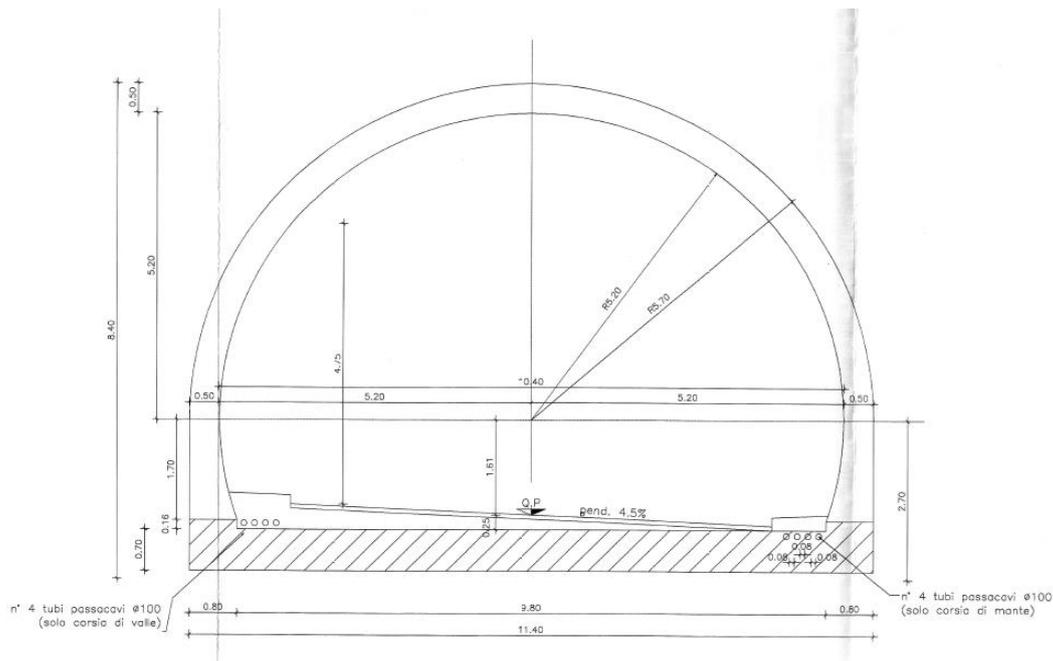


Figura 18 – Galleria S. Veronica – Carpenteria

Anche in questo caso, nella valutazione dei sottospessori identificati mediante le indagini georadar, si è fatto riferimento al rivestimento definitivo di queste sezioni tipo avente spessore in calotta pari a 50 cm.

3.2.4 Galleria S. Antonio

Allo stato di fatto la Galleria S. Antonio è una galleria naturale a doppia canna; E' previsto che al termine delle lavorazioni la canna Sud venga messa in esercizio, mentre la canna Nord sia adibita a galleria di emergenza. La lunghezza della canna Sud è di circa 655 m. La galleria S. Antonio si trova planimetricamente in corrispondenza di due curve del tracciato ma, a causa dell'elevato raggio di curvatura, non è caratterizzata da allargamenti della sezione di scavo della galleria.

La sezione trasversale ha forma policentrica ad arco; la larghezza tra i piedritti è pari a circa 10 m, l'altezza in asse dal piano viabile è pari a circa 6.8 m.

Dal punto di vista esecutivo, la realizzazione della galleria prevedeva 3 sezioni tipo, che si differenziano in funzione degli interventi di consolidamento, delle caratteristiche dei rivestimenti provvisori e dei rivestimenti definitivi.

Di seguito si riportano le 3 diverse sezioni tipo, per ulteriori dettagli si veda [6].

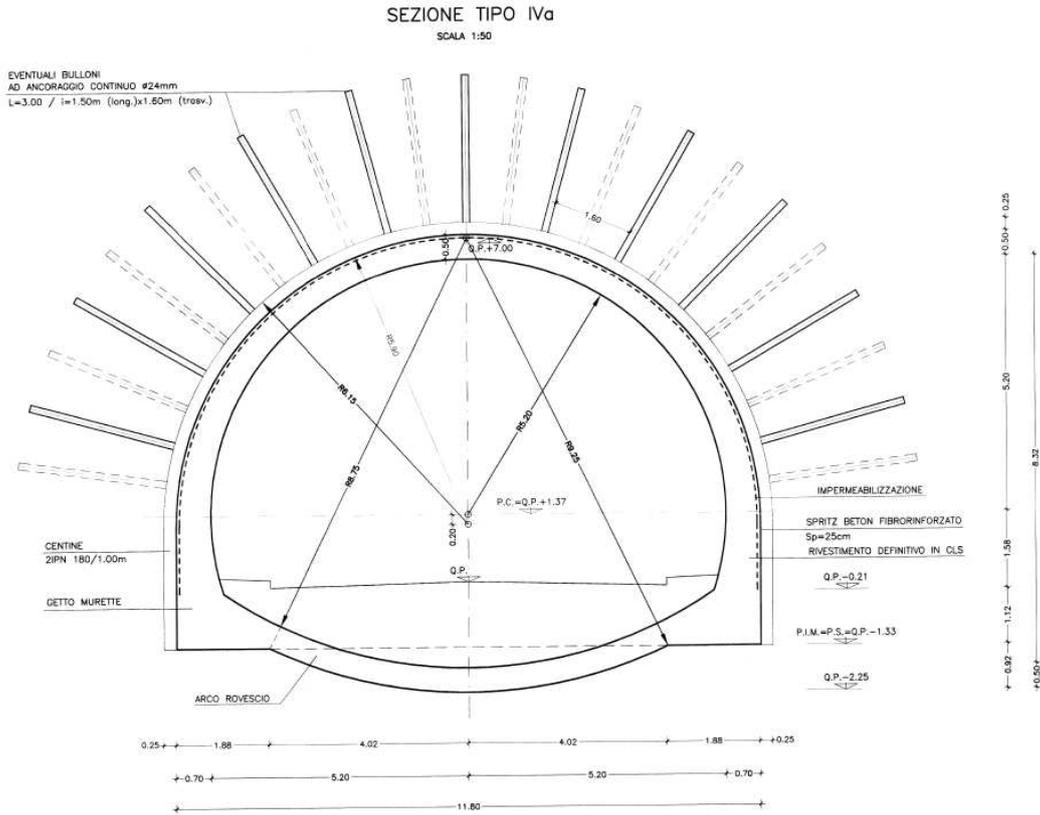


Figura 19 – PE GEODATA 1996 – Galleria S. Antonio – Sezione Tipo IVa

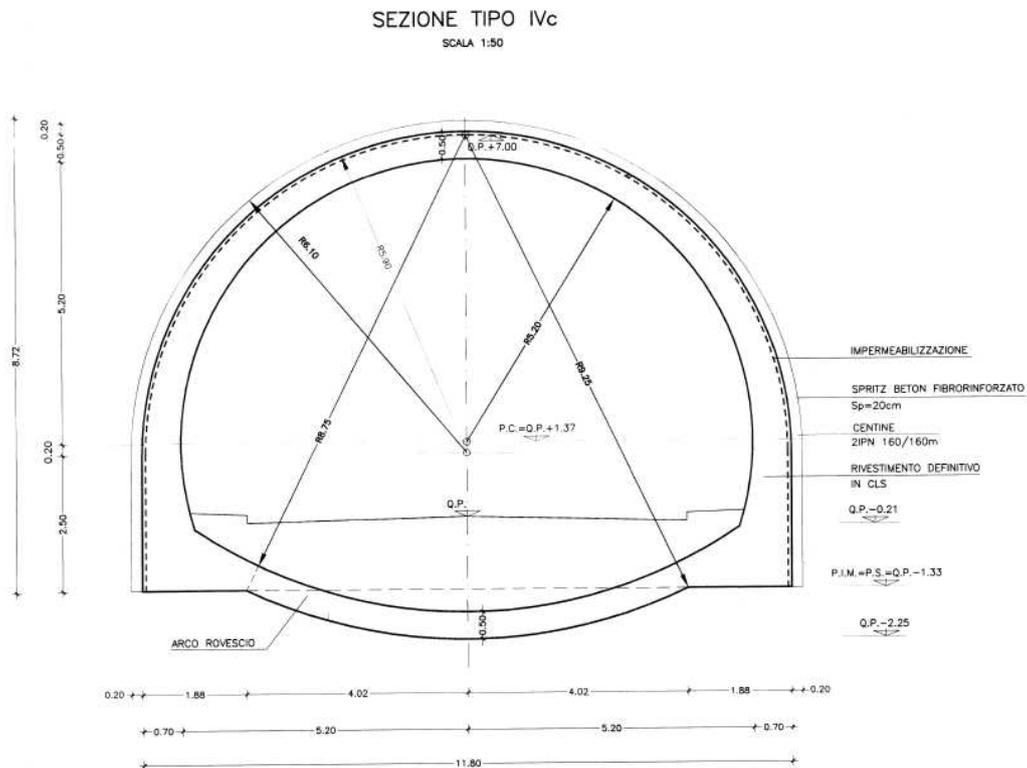


Figura 20 – PE GEODATA 1996 – Galleria S. Antonio – Sezione Tipo IVc

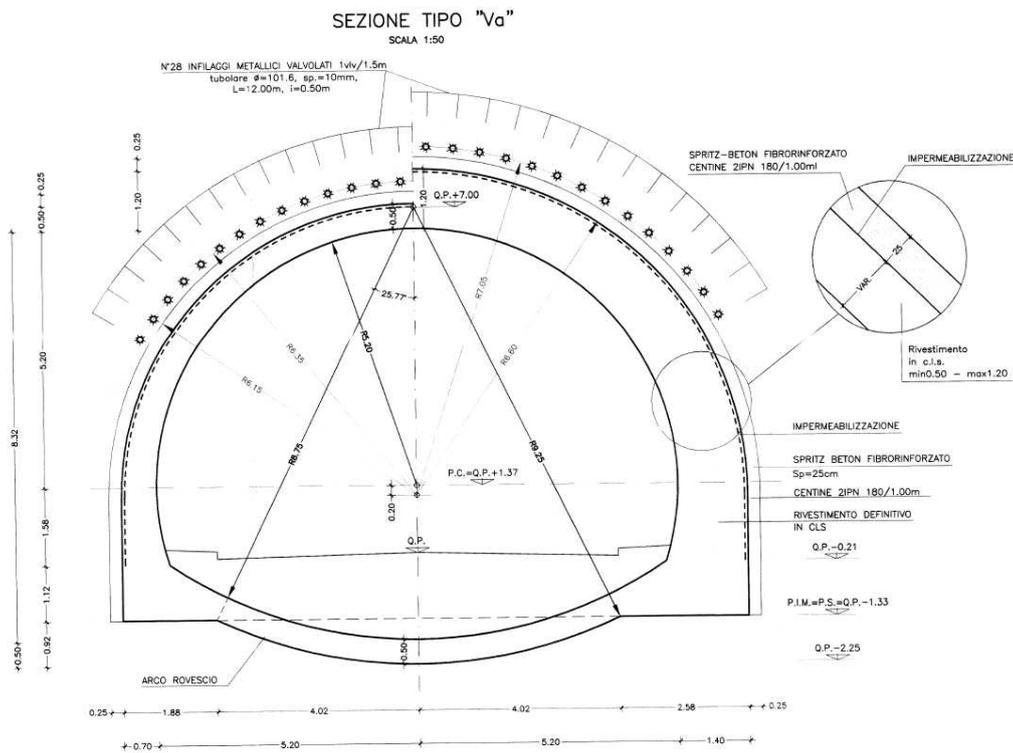


Figura 21 – PE GEODATA 1996 – Galleria S. Antonio – Sezione Tipo Va

Dall'analisi del profilo geomeccanico di PE originario, l'impiego delle sezioni tipo lungo lo sviluppo della galleria era previsto secondo le seguenti percentuali.

	Estensione	% utilizzo
Sezione Iva	260 m	42%
Sezione Ivc	202 m	33%
Sezione Va	157 m	25%

Le sezioni impiegate con maggior frequenza risultano pertanto le sezioni tipo Iva e Ivc; pertanto, nella valutazione dei sottospessori identificati mediante le indagini georadar, si è fatto riferimento al rivestimento definitivo di queste sezioni tipo avente spessore in calotta pari a 50 cm.

4 STATO DI CONSISTENZA DELLE GALLERIE

Al fine di conoscere lo stato di consistenza della galleria sono state analizzati i risultati della campagna indagini 2018 effettuata nella fase di Progetto Definitivo e i risultati delle ulteriori indagini eseguite nel 2022 in fase di Progetto Esecutivo.

La campagna indagini del 2018 prevedeva:

- Indagine Georadar su 3 punti di misura (piedritti e calotta) per la sola galleria Guinza.
- 14 carotaggi su rivestimento in calcestruzzo con estrazione di campioni sottoposti a prove di laboratorio per la sola galleria Guinza;
- 15 prove di martinetto piatto sul rivestimento definitivo per la sola galleria Guinza;
- Indagini sismiche in tomografia a rifrazione a paramento sull'ammasso a tergo, per un totale di 8 stese lunghe 115 m ciascuna per la sola galleria Guinza;
- 2 rilievi geomeccanici in corrispondenza dell'imbocco lato Umbria della galleria naturale Guinza;
- 7 sondaggi geognostici a carotaggio continuo realizzati in corrispondenza della galleria naturale Guinza e dei relativi imbocchi.

Per ulteriori dettagli si faccia riferimento alla Relazione sulle indagini in galleria [9] e alle Sezioni interpretative longitudinali [10] del PD.

La campagna indagini del 2022 ha integrato i precedenti risultati attraverso:

- Indagine Georadar su 3 punti di misura (piedritti e calotta) nelle tratte rimaste scoperte della galleria Guinza e per tutto lo sviluppo delle gallerie Valpiana, S. Veronica, S. Antonio Sud e Nord.
- Carotaggi su rivestimento in calcestruzzo con estrazione di campioni sottoposti a prove di compressione monoassiale su carote cilindriche (136 per la galleria Guinza, 3 per la galleria Valpiana, 2 per la galleria S. Veronica, 11 per la galleria S. Antonio Sud e 13 per la galleria S. Antonio Nord).
- Prove sclerometriche (680 per la galleria Guinza, 12 per la galleria Valpiana, 10 per la galleria S. Veronica, 82 per la galleria S. Antonio Sud e 94 per la galleria S. Antonio Nord).
- Prove di martinetto piatto sul rivestimento definitivo (136 per la galleria Guinza, 3 per la galleria Valpiana, 11 per la galleria S. Antonio Sud e 13 per la galleria S. Antonio Nord).
- Mappatura dei difetti strutturali e delle venute d'acqua su tutte le gallerie.
- Indagini sugli aspetti idraulici.
- Rilievo laser scanner lungo tutto lo sviluppo delle gallerie.
- Rilievo topografico/laser scanner agli imbocchi della galleria Guinza.
- Rilievo geomeccanico in corrispondenza della parete rocciosa a monte dell'imbocco lato Marche della Galleria Guinza.
- Campagna geognostica in corrispondenza del by-pass pedonale della galleria S. Antonio Sud.
- Analisi chimiche su campioni d'acqua prelevati nella galleria Guinza.

Per ulteriori dettagli sui risultati delle indagini effettuate in sede di PE si faccia riferimento alle sezioni interpretative longitudinali [16], alla Relazione sulle indagini strutturali [11] e alla Relazione sulla mappatura dei difetti strutturali [12].

Di seguito una sintesi dell'esito delle singole indagini effettuate.

4.1 Indagine Georadar

In fase di PD sono state realizzate le prime indagini georadar attraverso 3 stendimenti longitudinali agli assi della galleria Guinza nei punti indicati con i tratti rossi e le lettere A, B e C nella Figura 22:

- Posizione A: paramento sinistro;
- Posizione B: chiave di calotta;
- Posizione C: paramento destro.

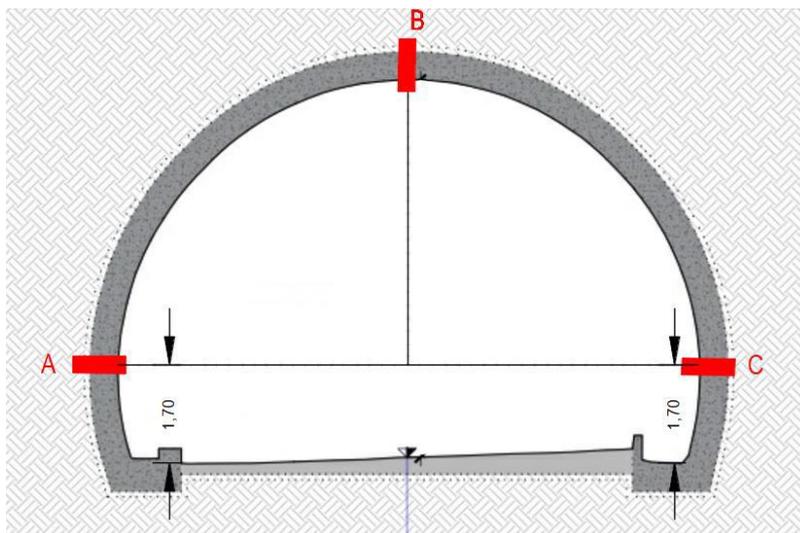


Figura 22: Posizionamento stendimenti georadar

Al fine di completare il quadro conoscitivo degli spessori dei rivestimenti della galleria Guinza, in fase di PE è stato prescritto il completamento dei rilievi georadar effettuati in PD nelle tratte rimaste scoperte per un'estensione superiore a circa 10 m per una lunghezza complessiva di 2231m, 1013m e 1757m rispettivamente per gli stendimenti A, B e C.

Al fine di identificare gli effettivi spessori del rivestimento gettato in opera delle gallerie Valpiana, Santa Veronica e Sant'Antonio Nord e Sud, è stato richiesto in fase di PE l'esecuzione di 3 stendimenti longitudinali lungo tutto lo sviluppo delle gallerie, con posizionamento degli stendimenti analoghi.

L'indagine condotta con Georadar ha consentito di ricostruire la distribuzione degli spessori del rivestimento definitivo delle gallerie e di rilevare la presenza eventuale di armature e centine di prerinvestimento. In particolare, è emerso che in tutte le gallerie indagate sono presenti delle tratte in cui lo spessore del rivestimento è inferiore a quanto era stato previsto nel Progetto originario (pari ad almeno 50 cm in calotta e nei piedritti per tutte le gallerie). Le condizioni maggiormente critiche sono state riscontrate:

- Nella Galleria Guinza, in cui sono presenti dei tratti con spessori inferiori di 30 cm sulle murette;
- nella Galleria Guinza e in entrambe le canne della Galleria S. Antonio, dove sono presenti dei tratti con spessori inferiori di 30 cm in calotta.

Per ulteriori dettagli sull'elaborazione dei dati si faccia riferimento alla Relazione di interpretazione delle indagini strutturali [21].

4.2 Prove di compressione su carotaggi e sclerometri

In fase di PD sono state estratte 14 carote dal rivestimento definitivo della galleria Guinza sulle quali sono state eseguite prove di carbonatazione, in sito, e, in laboratorio, prove di schiacciamento e verifica della resistenza a compressione (sulla porzione centrale di ogni singola carota).

Al fine di avere una conoscenza più approfondita delle proprietà del cls in sito, nell'ambito del PE, si è ritenuto opportuno richiedere ulteriori indagini dirette e indirette (sclerometri) della resistenza del cls.

L'elaborazione dei dati per la definizione della resistenza del calcestruzzo è stata eseguita in accordo con le "Linee guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera" del Settembre 2017, redatta dal Consiglio Superiore per i lavori pubblici [3],

Dall'analisi dei risultati si osserva che ci sono delle tratte della galleria Guinza e delle gallerie S. Antonio Nord e S. Antonio Sud in cui la resistenza media misurata in sito, seppur compatibile con le sollecitazioni presenti nei rivestimenti, è inferiore a quella di progetto ($R_{ck} \geq 30$ MPa, $f_{cm} = 33$ MPa).

Per il dettaglio sui risultati delle prove di compressione e sulle prove sclerometriche si faccia riferimento alla Relazione sulle indagini strutturali [11]; per le informazioni relative all'elaborazione dei dati si faccia riferimento alla Relazione di interpretazione delle indagini strutturali [21].

4.3 Prove di martinetto piatto sul rivestimento definitivo

In fase di PD sono state condotte 15 prove sul rivestimento definitivo della galleria Guinza. In fase di PE si è ritenuto necessario integrare il numero di prove sull'intero sviluppo della Galleria Guinza e sulle gallerie Valpiana e S. Antonio Sud e Nord. Nella Galleria S. Veronica non sono stati previsti martinetti piatti in quanto, trattandosi di una galleria artificiale interamente armata sarebbe stato necessario tagliare i ferri di armatura per poter eseguire la prova.

Per tutte le gallerie si osserva che le sollecitazioni agenti sul rivestimento sono di gran lunga inferiori alla resistenza del materiale.

Per il dettaglio sui risultati delle prove di martinetto piatto si faccia riferimento alla Relazione sulle indagini strutturali [11]; per le informazioni relative all'elaborazione dei dati si faccia riferimento alla Relazione di interpretazione delle indagini strutturali [21].

4.4 Mappatura dei difetti strutturali e delle venute d'acqua

Al fine di avere una conoscenza completa dello stato di consistenza delle gallerie oggetto di studio, è stata condotta una mappatura dei difetti strutturali e delle venute d'acqua attraverso ispezione visiva supportata da immagini ad alta risoluzione.

La classificazione dei danni rilevati è stata eseguita in accordo con il "Manuale ispezioni Gallerie" e il "Catalogo difetti" allegati alla "Circolare della DGVCA prot. 14.428 del 12/06/2020".

Dei possibili danni riportati nel "Catalogo difetti", nelle gallerie oggetto di studio sono state riscontrate le seguenti tipologie:

- interazioni con l'acqua: infiltrazioni d'acqua (HY-1) e concrezioni (HY-2);
- fessure: fessure orizzontali (FI-1), diagonali (FI-2), verticali (FI-3) e fessure da ritiro (FI-4);
- difetti legati alla realizzazione dell'opera: vespai (MO-3), deterioramento dei giunti in calcestruzzo (MO-4) e difetti superficiali nel calcestruzzo (MO-5);
- deterioramenti causati da scarsa manutenzione (EN-1);
- deterioramento dei materiali di rivestimento: scheggiature (RB-1) e lesioni e distacchi dovuti ai carichi di compressione (RB-3)
- deterioramento dei sistemi di impermeabilizzazione, drenaggio e raccolta delle acque superficiali: deterioramento delle membrane impermeabilizzanti (ED-4);
- deformazioni: disassamento dei conci murari (DF-3).

Le informazioni, quali la tipologia di danno e la relativa gravità, la tratta in cui esso ricade e la posizione, sono riportate all'interno dell'elaborato "Mappatura dei difetti strutturali – Rappresentazione schematica dell'ispezione" [17] per tutte le gallerie. Alcuni esempi sono riportati all'interno della Relazione sulla mappatura dei difetti strutturali [12].

4.5 Indagini sugli aspetti idraulici

In fase di Progetto Definitivo erano state effettuate delle analisi georadar al fine di indagare la sistemazione idraulica della Galleria Guinza (per ulteriori dettagli si faccia riferimento alla Relazione indagini su arco rovescio per individuazione sottoservizi [8]). Tali indagini sono risultate tuttavia insufficienti per comprendere il sistema di raccolta e smaltimento delle acque di ammasso già realizzato.

Al fine di approfondire il grado di affidabilità del sistema di smaltimento delle acque di ammasso, in questa fase progettuale sono stati effettuati dei sopralluoghi con indagini visive e videoispettive nelle gallerie Guinza, Valpiana e S. Antonio.

Nella galleria Guinza, ai km 1+458, 3+234, 5+246 dall'imbocco Nord della galleria, è stato rimosso il materiale presente in arco rovescio al fine di indagare la presenza dei pozzetti e la funzionalità della tubazione che corre sotto l'arco rovescio, mentre al km 0+842, sempre dall'imbocco Nord, è stato rimosso il materiale presente in arco rovescio al fine ispezionare il recapito di un tubo di raccolta delle acque di ammasso proveniente dalla zona del piedritto. Tale demolizione si è resa necessaria dato che le indagini videoendoscopiche hanno evidenziato la presenza di diversi spezzoni di tubi completamente otturati dalle incrostazioni o danneggiati per schiacciamento, che non garantiscono il regolare deflusso delle acque di ammasso. Tale situazione è stata confermata anche a seguito della rimozione del materiale in arco rovescio.

Durante gli scavi, che hanno confermato la presenza di una soletta in c.a. di circa 20 cm di spessore sopra il riempimento, si è potuto appurare anche che tutto il materiale di riempimento dell'arco è inibito d'acqua e risulta umido o bagnato.

Attraverso l'ispezione della galleria Valpiana è emersa una gran quantità di calcificazioni che otturano completamente la maggior parte dei pozzetti e delle tubazioni, tanto da impedire in alcuni casi l'esecuzione della videoispezione. Grazie alle videoispezioni è stato possibile appurare che le acque di ammasso, nei pochi tubi non occlusi, vengono raccolte e convogliate verso un collettore principale che corre longitudinalmente sopra l'arco rovescio.

Anche attraverso l'ispezione della galleria S. Antonio sono emerse numerose calcificazioni oltre che un pericolo idrico con formazioni saline in corrispondenza della ripresa di getto tra calotta e murette. Grazie alle videoispezioni, analogamente alla galleria Valpiana, è stato possibile appurare che le acque di ammasso, nei pochi tubi non occlusi, vengono raccolte e convogliate verso un collettore principale che corre longitudinalmente sopra l'arco rovescio.

Per ulteriori dettagli sulle sistemazioni idrauliche dedotte attraverso le indagini visive e le videoispezioni si faccia riferimento alla Relazione sulle indagini sugli aspetti idraulici [13].

4.6 Rilievo laser scanner in galleria

Il rilievo laser scanner 3D è stato effettuato lungo tutto lo sviluppo delle gallerie Guinza, Valpiana, S. Veronica e S. Antonio canna Sud e canna Nord.

Sono state eseguite n.4 scansioni complessive in andata e ritorno di tutta le tratte a garanzia della ridondanza e completezza delle acquisizioni, di modo che la nuvola di punti 3D riproducesse la superficie stradale e delle gallerie inclusi tutti gli oggetti visibili, come ad esempio le superfici di innesto dei by-pass della galleria Guinza.

Per ulteriori dettagli si faccia riferimento a [14] e [15].

4.7 Rilievo topografico/laser scanner agli imbocchi della galleria Guinza

In corrispondenza della parete rocciosa dell'imbocco Nord della galleria Guinza è stato effettuato un rilievo laser scanner mentre all'imbocco Sud è stato realizzato un rilievo celerimetrico. La modellazione delle zone di imbocco della galleria Guinza è stata utilizzata per lo studio della sistemazione finale e la definizione degli interventi di messa in sicurezza e stabilizzazione dei versanti.

4.8 Rilievo geomeccanico in corrispondenza della parete rocciosa a monte dell'imbocco nord della Galleria Guinza

Il rilievo geo-strutturale e geo-meccanico in corrispondenza della parete rocciosa affiorante presso l'imbocco lato Marche della galleria naturale Guinza ha permesso di stabilire che la stessa è caratterizzata da una successione di 7 strati arenacei, di spessore variabile tra 20 cm ed 1 m, a cui si intercalano interstrati marnosi e pelitici potenti fino ad 1 m. L'assetto della stratificazione è a traverpoggio rispetto all'orientazione del versante. Ad un primo approccio visivo, le bancate e gli strati arenacei, più competenti, mostrano una fratturazione orientata secondo due principali set di discontinuità la cui giacitura è perpendicolare alla stratificazione, mentre gli intervalli marnosi e pelitici presentano una fratturazione pervasiva del tipo a "saponetta".

I risultati del rilievo hanno permesso l'identificazione di tre famiglie di discontinuità principali, le quali caratteristiche sono state analizzate al fine di dimensionare gli interventi di messa in sicurezza dell'imbocco Lato Marche della galleria Guinza.

Per ulteriori dettagli si faccia riferimento alla Documentazione Indagini Geognostiche 2022 [18] e alla Relazione geomeccanica [20].

4.9 Campagna geognostica in corrispondenza del by-pass pedonale della galleria S. Antonio Sud

In fase di progettazione esecutiva è stato eseguito un sondaggio orizzontale di lunghezza pari a 14.5 m all'interno della Galleria S. Antonio, ubicato in corrispondenza del previsto by-pass pedonale alla p.k. 7+775.

Il sondaggio ha attraversato un ammasso roccioso costituito da marne calcaree di colore grigio scuro in strati suborizzontali di spessore elevato, senza riempimento terrigeno nei giunti di strato, con locali fratture subverticali e oblique con patine di alterazione color ruggine.

Durante l'esecuzione del sondaggio è stata eseguita una prova dilatometrica tra 8.00 e 9.00 m e sono stati prelevati alcuni spezzoni di carota lapidea da sottoporre a prove di resistenza a carico puntuale (point load strength test), a determinazioni del peso di volume naturale della roccia intatta e ad analisi petrografica semplificata, che ha permesso di identificare la roccia come *marna siltosa (calcsiltite)*.

Per ulteriori dettagli si faccia riferimento alla Documentazione Indagini Geognostiche 2022 [18] e alla Relazione geomeccanica [20].

4.10 Analisi chimiche su campioni d'acqua prelevati nella galleria Guinza

Le analisi chimiche sono state condotte sui prelievi di campioni d'acqua dalla galleria Guinza raccolti indicativamente nelle progressive assolute km 1+700, km 3+510 e km 5+430 (progressive relative km 1+475, km 3+285 e km 5+205), segnalate da progetto.

I risultati delle analisi hanno evidenziato che tutti i campioni d'acqua prelevati per la campagna di indagine ambientale sono risultati *conformi* ai limiti delle CSC della Tabella 2 Allegato 5 Parte IV Titolo V D. Lgs. 152/06. Per il dettaglio sui risultati delle analisi chimiche delle acque della galleria Guinza si faccia riferimento alla Relazione sulle indagini strutturali [11] e al Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo [19].

5 INTERVENTI DI RIPRISTINO

A seguito dei risultati delle indagini georadar, che hanno evidenziato in diverse tratte delle gallerie oggetto di studio spessori del rivestimento definitivo inferiori a quelli di progetto, e dei risultati delle indagini strutturali sulle resistenze e sulle sollecitazioni agenti sul rivestimento stesso, sono stati previsti degli interventi di consolidamento per la messa in sicurezza delle gallerie. In particolare, al fine di ripristinare la funzionalità del rivestimento definitivo, sono stati previsti due diversi tipi di interventi di consolidamento, ovvero l'intervento Tipo A e l'intervento Tipo B, descritti rispettivamente al Par. 5.1 e al Par. 5.2.

Nello specifico:

- L'intervento tipo A è previsto nelle tratte in cui lo spessore sui piedritti rilevato dalle indagini georadar è inferiore a 30 cm per una lunghezza longitudinale di almeno 3 m, indipendentemente dallo spessore della calotta (condizione che si verifica esclusivamente nella galleria Guinza per un totale di 462 m);
- L'intervento tipo B è previsto nelle tratte in cui lo spessore in calotta è inferiore a 30 cm, per una lunghezza longitudinale di almeno 3 m, mentre lo spessore sui piedritti è maggiore di 30 cm (condizione che si verifica nella galleria Guinza per un totale di 286 m, nella galleria S. Antonio Sud per un totale di 109 m e nella galleria S. Antonio Nord per un totale di 5 m).

Per ulteriori dettagli sui criteri di applicazione degli interventi di ripristino strutturale e sulle tratte di applicazione si faccia riferimento alla Relazione di interpretazione delle indagini strutturali [21].

Nelle sezioni in cui è prevista l'installazione dei ventilatori è stato previsto l'intervento Tipo C, descritto al Par. 5.3.

Infine, a seguito della mappatura dei difetti strutturali, sono stati identificati gli interventi di riparazione descritti al Par. 5.4.

5.1 Intervento Tipo A

L'intervento denominato di Tipo A consiste nella completa demolizione (a meno di una porzione centrale di arco rovescio) dei tratti di galleria interessati da spessori del rivestimento definitivo inferiori a 30 cm in corrispondenza dei piedritti per una lunghezza longitudinale di almeno 3 m. In queste tratte si prevede di consolidare il contorno della galleria mediante VTR radiali, di demolire il rivestimento esistente e, successivamente, di fresare l'ammasso fine a garantire gli spessori minimi di progetto. Viene quindi realizzato il rivestimento di prima fase e successivamente il rivestimento definitivo, previa posa dell'impermeabilizzazione.

Nelle seguenti figure sono riportati gli interventi in fase di scavo e la carpenteria del rivestimento definitivo.

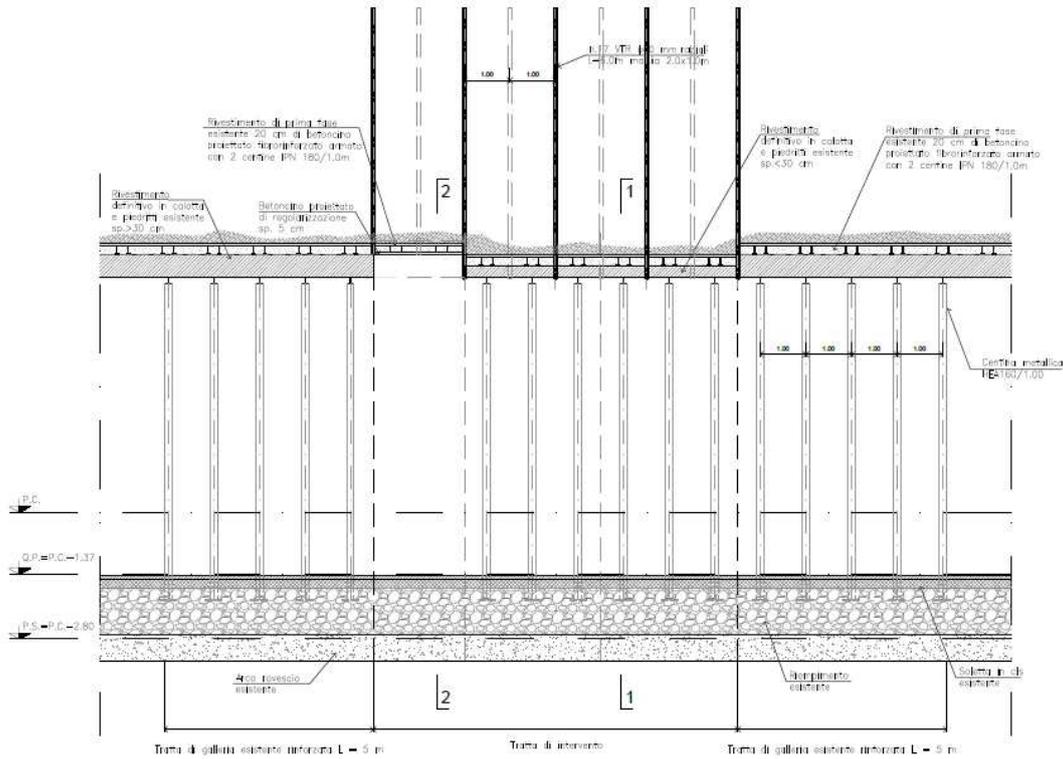


Figura 23 – Galleria Guinza – Intervento Tipo A – Sezione corrente – Scavo – Profilo

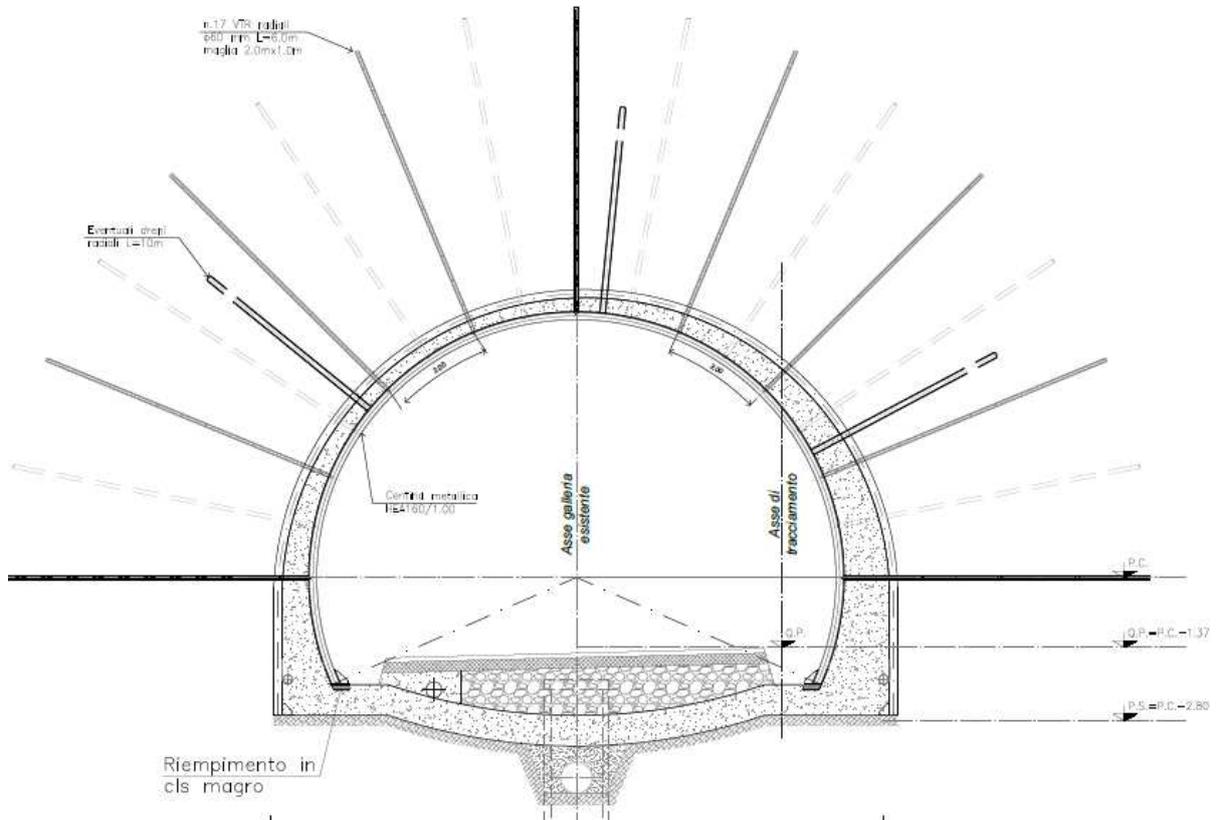


Figura 24 – Galleria Guinza – Intervento Tipo A – Sezione corrente – Scavo – Sez. 1

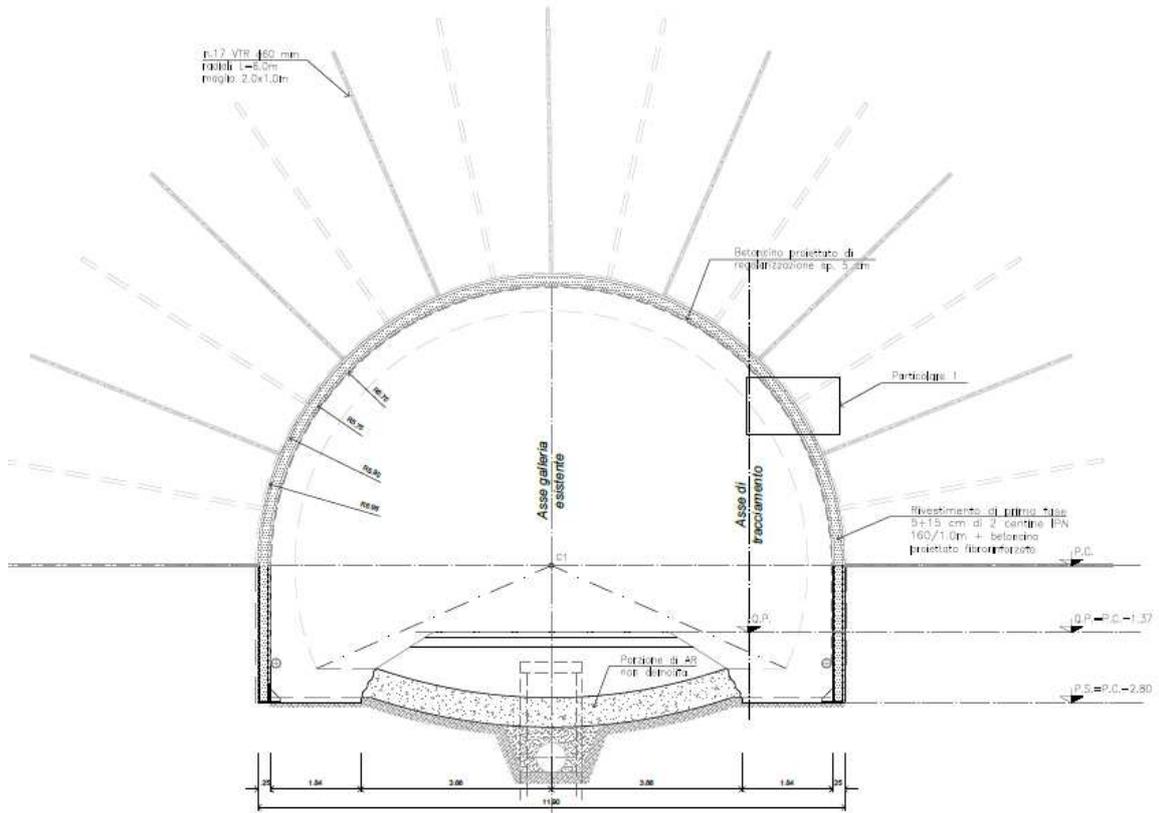


Figura 25 – Galleria Guinza – Intervento Tipo A – Sezione corrente – Scavo – Sez. 2

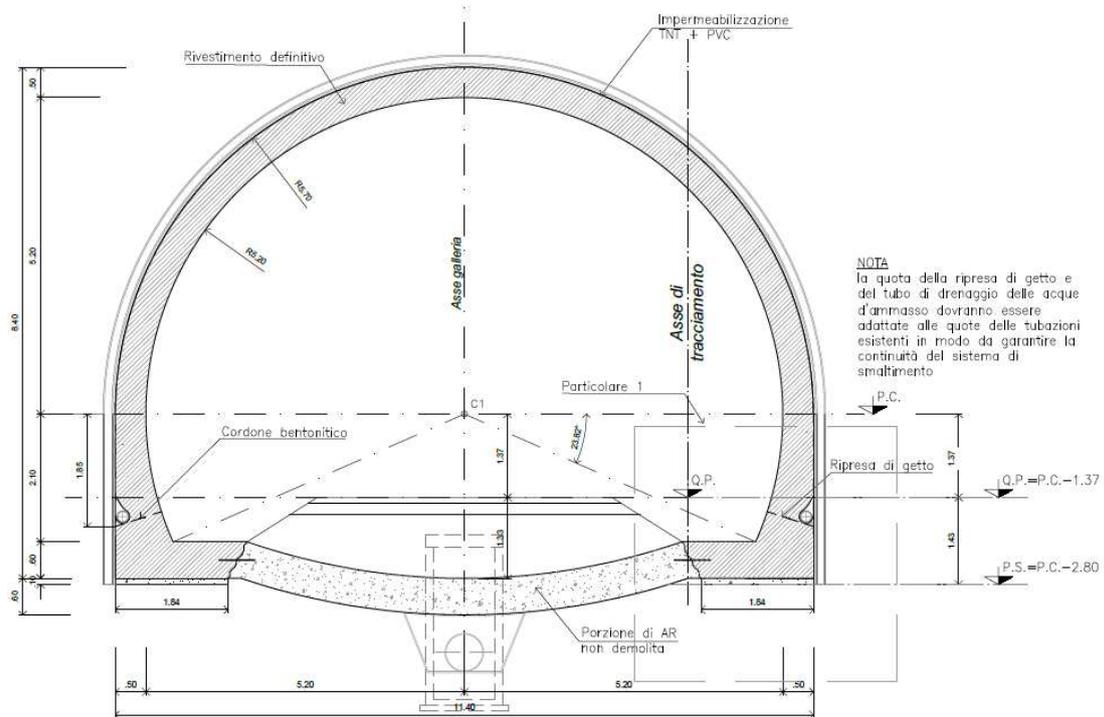


Figura 26 – Galleria Guinza – Intervento Tipo A – Sezione corrente – Carpenteria

Si riportano nel seguito le fasi esecutive dell'intervento:

Fase 1

- Intervento provvisorio di sostegno del rivestimento esistente con centinatura in profilati in acciaio (HEA160/1.0m per la sezione corrente e HEA200/1.0m per le piazzole di sosta) per una estensione pari alla lunghezza di intervento + 5 m per lato.
- Eventuale realizzazione di 3 dreni radiali L=10.0 m.
- Consolidamento dell'ammasso a tergo della calotta con 17 VTR \varnothing 60mm/2m L=6.0 m per la sezione corrente e 19 VTR \varnothing 60mm/2m L=6.0 m per le piazzole di sosta, cementati in foro con diametro di perforazione \varnothing >100 mm e disposti a quinconce.

Fase 2

- Demolizione controllata di una fascia di 2 m di rivestimento esistente (esclusa la porzione centrale di arco rovescio di larghezza pari a circa 7.1 m per la sezione corrente e pari a circa 10.7 m per la piazzola di sosta).
- Demolizione di una fascia di 2 m del rivestimento di prima fase (betoncino proiettato e centine).
- Fresatura dell'ammasso fino alle dimensioni di progetto.

Fase 3

- Realizzazione del rivestimento di prima fase costituito da coppia di centine metalliche IPN160 per la sezione corrente e IPN180 per le piazzole di sosta disposte ad interasse 1.0 m e spritz beton fibrorinforzato di spessore 5+15 cm per la sezione corrente e 5+25 cm per le piazzole di sosta.
- Reiterazione delle operazioni di demolizione ed esecuzione dei prerinvestimenti fino alla lunghezza massima di 12 m.
- Realizzazione del betoncino proiettato di regolarizzazione di spessore 5 cm.
- Getto delle murette per campi di lunghezza massima pari a 12 m previo inghisaggio di collegamento in mezzeria con la porzione di arco rovescio non demolita.

Fase 4

- Una volta posata l'impermeabilizzazione si procede alla posa delle armature e al getto del rivestimento definitivo in calotta.

Fase 5

- Completamento delle finiture interne e dotazioni impiantistiche.

I risultati delle verifiche strutturali effettuate al fine del dimensionamento dell'Intervento Tipo A sono riportati all'interno della Relazione di calcolo [30] per la sezione corrente e all'interno della relazione di calcolo [31] per le piazzole di sosta. I dettagli sulle fasi esecutive e i metodi di realizzazione sono invece riportati all'interno dei relativi elaborati grafici.

5.2 Intervento Tipo B

L'intervento di tipo B consiste nell'esecuzione di chiodature radiali in acciaio nei tratti di galleria in cui lo spessore in calotta sia inferiore a 30 cm per una lunghezza longitudinale di almeno 3 m, a patto che i piedritti abbiano uno spessore maggiore di 30 cm.

Si prevede la posa in opera di barre lunghe 6 m in acciaio cementate per l'intera lunghezza. La maglia di disposizione dei chiodi radiali è a quinconce con interasse circonferenziale pari a 1.5 m e longitudinale pari a 1.0 m (Figura 27).

Si riportano nel seguito le fasi esecutive dell'intervento Tipo B:

- 1) idroscarifica superficiale del rivestimento definitivo (per un massimo di 3 cm) nella porzione di calotta da rinforzare;
- 2) carotaggio del rivestimento definitivo in corrispondenza di dove devono essere realizzate le chiodature radiali;
- 3) perforazione per l'installazione dei chiodi;
- 4) posa in opera di rete elettrosaldata in intradosso al rivestimento esistente;
- 5) installazione dei chiodi permanenti, tipo SN25 o autoperforanti R32N, attrezzati con packer;
- 6) cementazione dei chiodi;

- 7) sigillatura delle “teste” dei chiodi con iniezioni di resine poliuretaniche al fine di ripristinare l'impermeabilizzazione a tergo del rivestimento;
- 8) finitura interna e copertura della testa dei chiodi con malta cementizia.

Durante la perforazione per l'esecuzione dei chiodi si dovrà verificare lo spessore effettivo del rivestimento definitivo e si dovrà prevedere uno spessore di malta tale da garantire il ripristino di uno spessore del rivestimento definitivo pari a minimo 30 cm. Per spessori di ripristino superiori a 5 cm sarà previsto l'utilizzo di un ulteriore foglio di rete metallica.

Di seguito si riporta la sezione tipo. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.

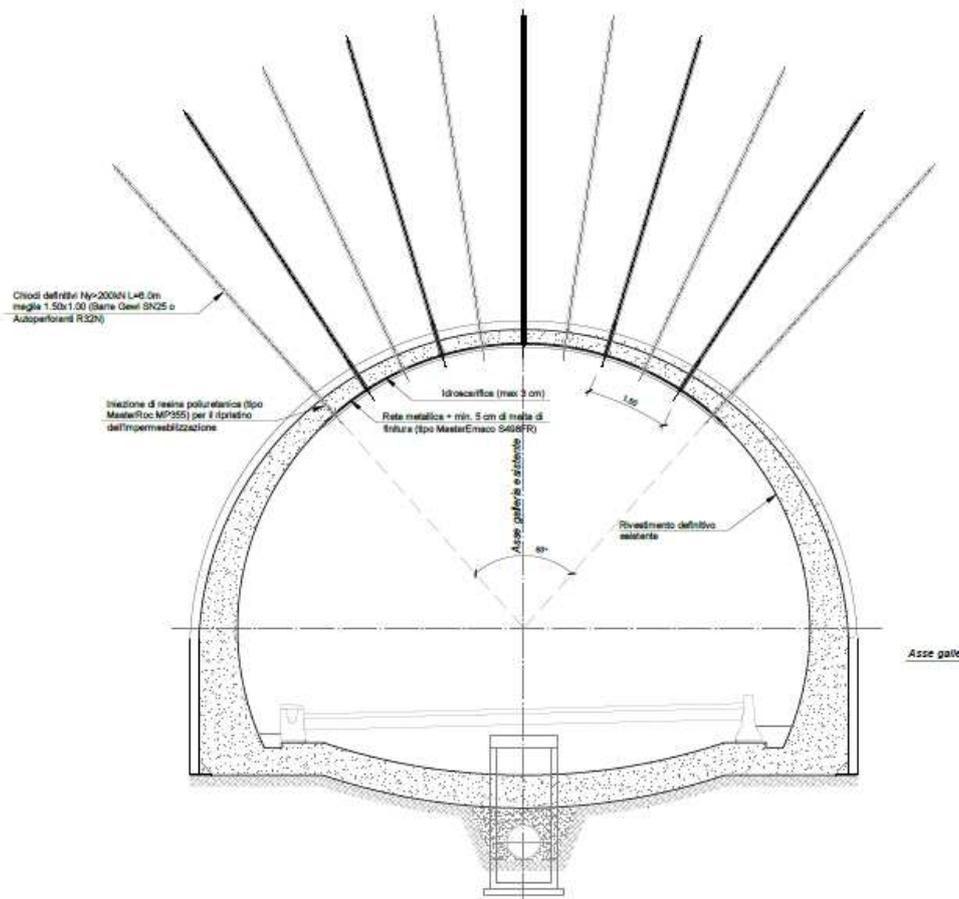


Figura 27 – Galleria Guinza – Intervento Tipo B – Sezione corrente

5.3 Intervento Tipo C

L'intervento di tipo C è previsto in corrispondenza delle zone dove è previsto il fissaggio dei ventilatori in calotta al fine di evitare che essi vadano a gravare sul rivestimento esistente non armato della galleria.

Esso consiste nella scarifica di una fascia di rivestimento definitivo esistente di spessore 30 cm e di larghezza 100 cm per l'intera lunghezza trasversale della calotta fino alle due murette, che non verranno invece demolite. Verrà quindi realizzato un cordolo in calcestruzzo C32/40 (Figura 28) armato e collegato alla muretta mediante inghisaggi verticali.

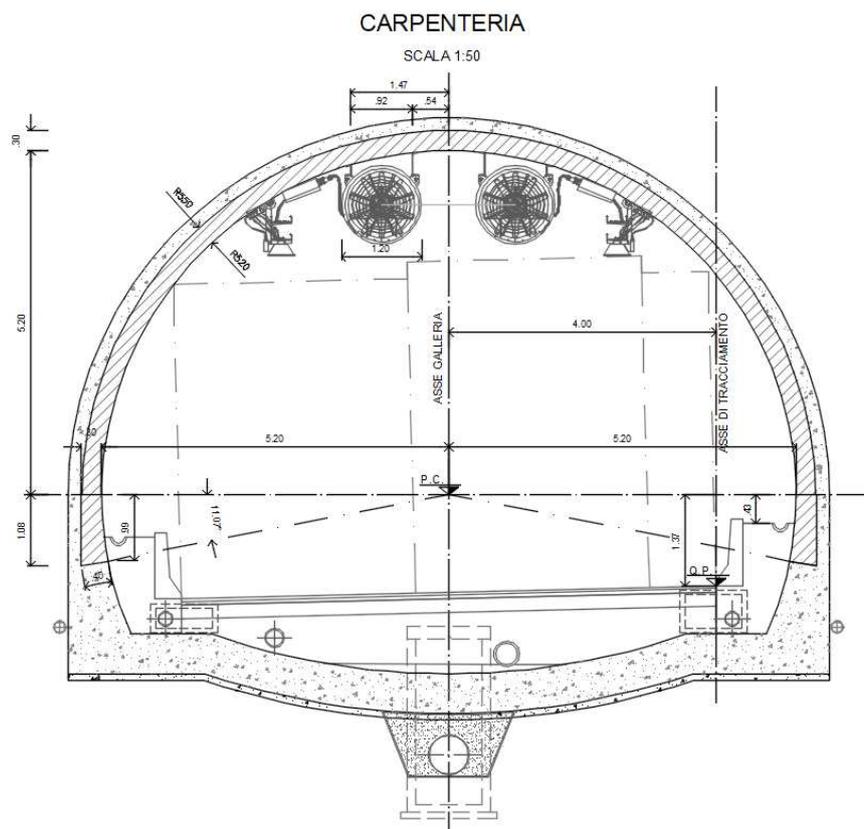


Figura 28 – Galleria Guinza - Intervento tipo C

Si precisa che l'intervento tipo C può essere eseguito solo nel caso in cui il rivestimento definitivo allo stato di fatto abbia uno spessore maggiore o pari a 50 cm. In caso contrario, al fine di evitare di ridurre lo spessore del rivestimento esistente sotto i 20 cm durante la realizzazione dell'intervento, aumentando il rischio di fenomeni di instabilità, si dovrà prevedere alla demolizione completa del rivestimento, ovvero ricorrere all'intervento Tipo A per una lunghezza minima di 2 m.

Di seguito si riportano, nel dettaglio, le fasi esecutive dell'intervento in esame:

- 1) scarifica di una fascia di rivestimento definitivo esistente di spessore 30 cm e di larghezza 100 cm per l'intera lunghezza trasversale della calotta fino alle due murette che non verranno invece demolite;
- 2) posa delle armature con particolare cura all'ancoraggio delle stesse alla muretta;
- 3) getto del rivestimento definitivo di completamento della struttura (calotta e piedritti);
- 4) completamento delle finiture interne e si installazione delle dotazioni impiantistiche.

I risultati delle verifiche strutturali effettuate al fine del dimensionamento dell'Intervento Tipo C e le tratte di applicazione dello stesso sono riportati all'interno della Relazione di calcolo [33], i dettagli sulle fasi esecutive e i metodi di realizzazione sono invece riportati all'interno dei relativi elaborati grafici.

5.4 Interventi di riparazione dei difetti strutturali e delle venute d'acqua

Nel presente paragrafo si presentano gli interventi di riparazione per ciascuna tipologia di danno riscontrata all'interno delle gallerie Guinza, S. Antonio Sud, S. Antonio Nord, Valpiana e S. Veronica.

La Tabella 1 riportata nel seguito riassume i criteri di applicazione degli interventi tipologici in funzione della tipologia e della gravità di danni. In particolare, per ogni tipologia di difetto, è stato previsto un tipologico di riparazione in funzione dell'eventuale presenza di venute d'acqua.

Classificazione dei difetti civili			Classificazione delle venute d'acqua			Intervento di riparazione
Tipologia di danno		Gravità del danno	Tipologia di danno		Gravità del danno	
-	-	-	Infiltrazioni d'acqua	HY-1	A1	Nessun intervento (nel caso di infiltrazione puntuale)
						Tipologico 2 (nel caso di infiltrazione estesa)
			HY-1	A2	Tipologico 2	
					Tipologico 4 (nel caso di difetti diffusi)	
-	-	-	Concrezioni	HY-2	A1,A2	Tipologico 2
						Tipologico 4 (nel caso di difetti diffusi)
Disassamento di conci murari	DF-3	1	-	-	-	Nessun intervento
Fessure orizzontali, diagonali e verticali	FI-1,FI-2,FI-3	1	-	-	-	Nessun intervento
			Infiltrazioni d'acqua	HY-1	A1	Nessun intervento
			Concrezioni	HY-1	A2	Tipologico 2
			HY-2	A1		
		2	-	-	-	Tipologico 1
			Infiltrazioni d'acqua	HY-1	A1	Tipologico 2
Concrezioni	HY-1		A2			
		HY-2	A1			
Difetti superficiali nel calcestruzzo	MO-5	1	-	-	-	Nessun intervento
		2	-	-	-	Tipologico 3
Vespai	MO-3	1	-	-	-	Tipologico 3
Scheggiatura	RB-1	1	-	-	-	Tipologico 3
Lesioni e distacchi dovuti a carichi di compressione	RB-3	1,2,2E	-	-	-	Tipologico 3
Deterioramento dei giunti in calcestruzzo	MO-4	1,2	-	-	-	Intervento di riparazione dei giunti
			Infiltrazioni d'acqua	HY-1	A1	
			Concrezioni	HY-1	A2	
			HY-2	A1		
Scarsa manutenzione	EN-1	1	-	-	-	Intervento di riparazione dei giunti
			Infiltrazioni d'acqua	HY-1	A1	
			Concrezioni	HY-1	A2	
			HY-2	A1		

Tabella 1: Definizione de criteri di applicazione degli interventi tipologici

5.4.1 Tipologico 1: Intervento di riparazione delle fessure asciutte/umide

L' Intervento di riparazione delle fessure asciutte/umide prevede una prima fase di preparazione durante la quale le superfici dovranno essere adeguatamente pulite, con l'eliminazione delle parti friabili verificando che le stesse siano asciutte (tollerando al più la presenza di umidità superficiale) prima dell'applicazione dei prodotti da ripristino. Le successive fasi dell'intervento di ripristino (rappresentate schematicamente in Figura 29) sono le seguenti:

- 1) Apertura della fessura.

- 2) Realizzazione di fori inclinati, con inclinazione tale da intercettare la fessura a circa metà dello spessore del rivestimento. I fori andranno realizzati, ove possibile, a quinconce ad una distanza dalla fessura di circa 20-30 cm. I fori andranno realizzati ad una distanza di circa 25 cm gli uni dagli altri.
- 3) Pulizia/depolverizzazione con aria compressa della superficie della fessura e del foro.
- 4) Sigillatura della fessura per mezzo di malta epossidica bi-componente.
- 5) Montaggio dei packer (meccanici o superficiali).
- 6) Iniezione di resina epossidica a bassa viscosità.
- 7) Una volta terminata la polimerizzazione della resina, rimozione dei packer e sigillatura dei fori con malta epossidica bi-componente.

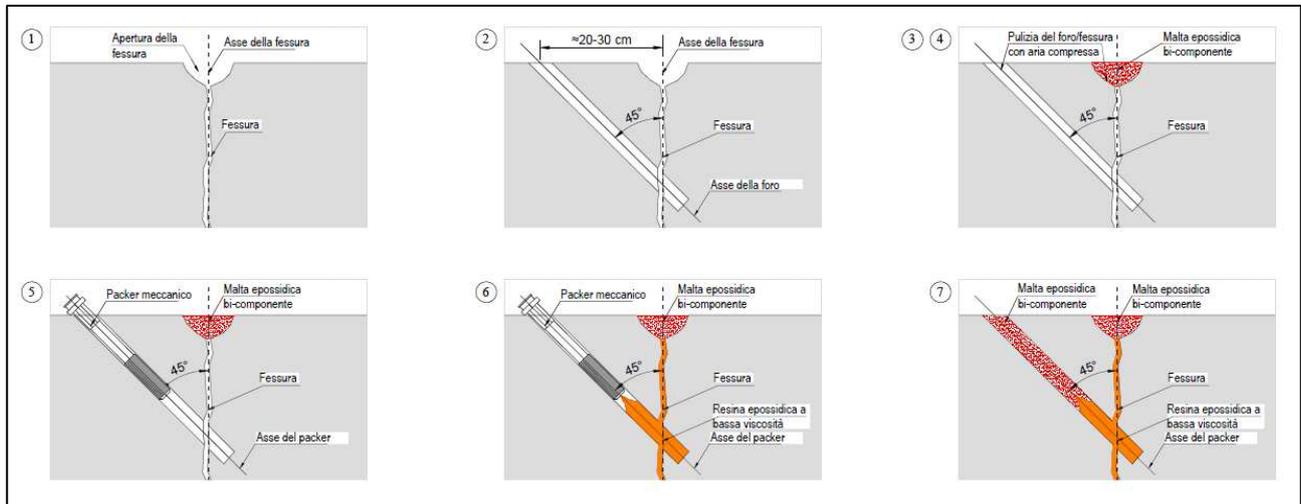


Figura 29: Tipologico 1 – Rappresentazione schematica

Per ulteriori informazioni si faccia riferimento alla Relazione degli interventi di riparazione dei difetti strutturali e delle venute d'acqua [22] e all'elaborato grafico [23].

5.4.2 Tipologico 2: Intervento di riparazione delle fessure con presenza di stillicidio/flusso d'acqua puntuali

L'intervento di riparazione delle fessure con presenza di stillicidio/flusso d'acqua puntuali prevede una prima fase di preparazione durante la quale le superfici dovranno essere adeguatamente pulite, con l'eliminazione delle parti friabili. Le successive fasi dell'intervento di ripristino (rappresentate schematicamente in Figura 30) sono le seguenti:

- 1) Realizzazione di fori inclinati, con inclinazione tale da intercettare la fessura a circa metà dello spessore del rivestimento. I fori andranno realizzati, ove possibile, a quinconce ad una distanza dalla fessura di circa 20-30 cm. I fori andranno realizzati ad una distanza di circa 25 cm gli uni dagli altri.
- 2) Pulizia del foro e montaggio del packer meccanici.
- 3) Iniezione di resina acrilica tri-componente o di resina poliuretana bi-componente.
- 4) Una volta terminata la polimerizzazione della resina, rimozione dei packer e sigillatura dei fori con malta epossidica bi-componente.
- 5) Apertura della fessura con depolverizzazione con aria compressa.
- 6) Sigillatura della fessura con malta epossidica bi-componente.

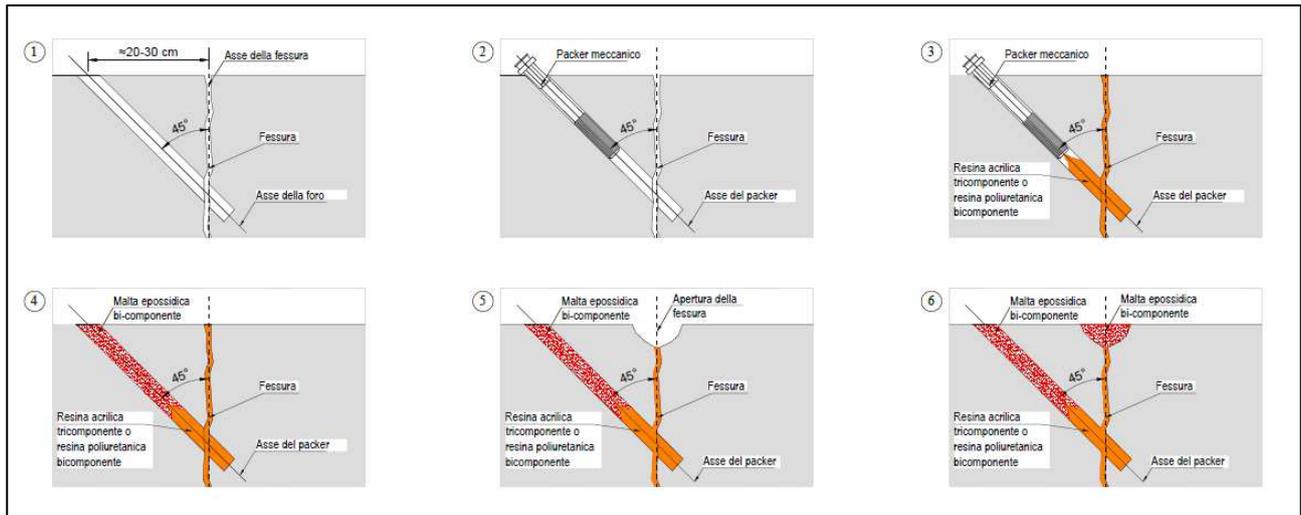


Figura 30: Tipologico 2 – Rappresentazione schematica

Per ulteriori informazioni si faccia riferimento alla Relazione degli interventi di riparazione dei difetti strutturali e delle venute d'acqua [22] e all'elaborato grafico [24].

5.4.3 Tipologico 3: Intervento di riparazione dei difetti superficiali e ripristino dei copriferri

Nel caso in cui la lesione sia di natura superficiale (ovvero non sia riscontrata armatura a vista) si procederà con l'intervento di riparazione descritto nel seguito come "intervento di riparazione dei difetti superficiali senza armatura a vista"; viceversa, qualora sia necessario effettuare il ripristino dell'armatura si procederà con l'intervento di riparazione descritto nel seguito come "intervento di riparazione dei difetti superficiali con armatura a vista".

L'intervento di riparazione dei difetti superficiali senza armatura a vista prevede le seguenti fasi:

- 1) Scalpellatura meccanica delle parti di materiale non coeso nell'area oggetto di intervento.
- 2) Rimozione manuale e soffiatura delle polveri o delle porzioni ammalorate di calcestruzzo all'interno delle cavità da riempire.
- 3) Risagomatura e spazzolatura delle eventuali armature esistenti.
- 4) Ricostruzione e regolarizzazione della sezione in calcestruzzo dell'area da trattare con malta di classe R4. A seconda dello spessore del calcestruzzo da ripristinare si utilizzano malte a caratteristiche meccaniche differenti.
- 5) Finitura superficiale con rasante cementizio.
- 6) Applicazione di un rivestimento protettivo polimero-cemento.

L'intervento di riparazione dei difetti superficiali con armatura a vista prevede le seguenti fasi:

- 1) Scalpellatura meccanica, idroscarifica, scarifica meccanica del calcestruzzo ammalorato o comunque in fase di distacco.
- 2) Rimozione di eventuali ferri di armatura disposti erroneamente all'esterno delle staffe trasversali o eccessivamente deteriorati.
- 3) Risagomatura e pulizia delle armature esistenti se necessaria.
- 4) Passivazione dei ferri di armatura.
- 5) Eventuale ripristino di armatura metallica corrosa.
- 6) Posa di rete in GFRP di armatura del copriferro realizzato successivamente.
- 7) Preparazione delle superfici da ripristinare.
- 8) Ricostruzione e regolarizzazione della sezione in calcestruzzo dell'area da trattare con malta di classe R4 a seconda dello spessore del calcestruzzo da ripristinare si utilizzano malte a caratteristiche meccaniche differenti.
- 9) Finitura superficiale con rasante cementizio.

Per ulteriori informazioni si faccia riferimento alla Relazione degli interventi di riparazione dei difetti strutturali e delle venute d'acqua [22] e all'elaborato grafico [25].

5.4.4 Tipologico 4: Intervento di riparazione in presenza di venute d'acqua diffuse

L'intervento di riparazione in presenza di venute d'acqua diffuse prevede una prima fase di preparazione della superficie durante la quale le superfici dovranno essere adeguatamente pulite, con l'eliminazione delle parti friabili.

Le successive fasi dell'intervento di ripristino (rappresentate schematicamente in Figura 31) sono le seguenti:

- 1) Eventuale realizzazione di cordoni di compartimentazione con resina poliuretanica bi-componente espansiva, per garantire un intervento a settori e limitare le successive dispersioni della resina impiegata nelle retroiniezioni.
- 2) Realizzazione di fori passanti il rivestimento definitivo.
- 3) Pulizia dei fori e montaggio dei packer meccanici.
- 4) Iniezione di malta cementizia o di resina acrilica tri-componente.
- 5) Una volta terminata la polimerizzazione della resina, rimozione dei packer e sigillatura dei fori con malta epossidica bi-componente.
- 6) Eventuale trattamento superficiale con malta cementizia polimero rinforzata.

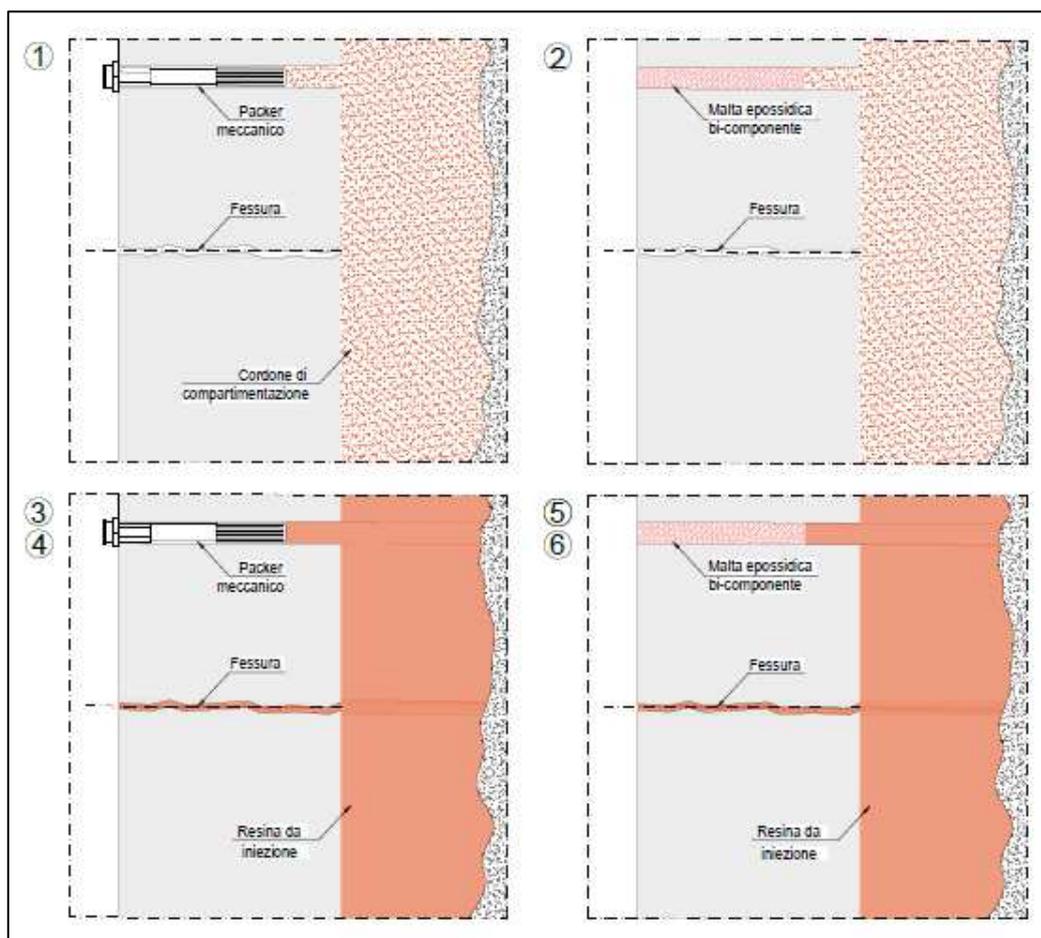


Figura 31: Tipologico 4 – Rappresentazione schematica

Per ulteriori informazioni si faccia riferimento alla Relazione degli interventi di riparazione dei difetti strutturali e delle venute d'acqua [22] e all'elaborato grafico [26].

5.4.5 Intervento per le venute d'acqua lungo i giunti delle riprese di getto in calotta

L'intervento per le venute d'acqua lungo i giunti delle riprese di getto in calotta prevede una prima fase di preparazione durante la quale le superfici dovranno essere adeguatamente pulite, con l'eliminazione delle parti friabili.

Le successive fasi dell'intervento di ripristino (rappresentate schematicamente in Figura 32) sono le seguenti:

- 1) Asportazione del calcestruzzo degradato, contaminato o incoerente con idrodemolizione o scarifica selettiva mediante attrezzature meccaniche.
- 2) Applicazione di un tubo microfessurato avvolto in TNT e con guaina in PVC.
- 3) Installazione cordoncini bentonitici water stop per chiusura della guaina in PVC.
- 4) Applicazione dello strato di resina epossidica e della striscia di neoprene ai lati della tasca.
- 5) Posa dell'armatura.
- 6) Getto di calcestruzzo Classe C32/40 a ritiro compensato.

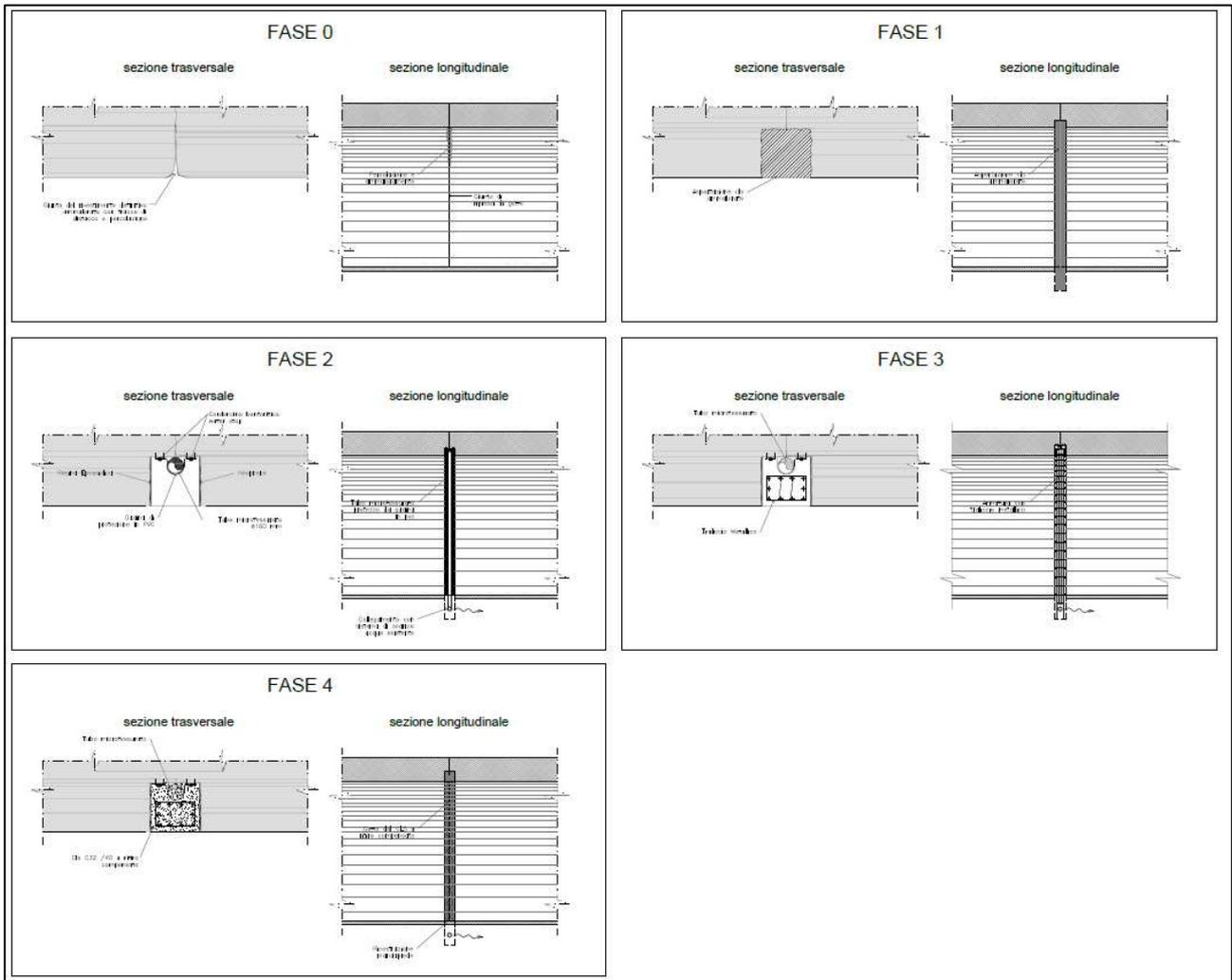


Figura 32: Intervento di riparazione dei giunti – Rappresentazione schematica

Per ulteriori informazioni si faccia riferimento alla Relazione degli interventi di riparazione dei difetti strutturali e delle venute d'acqua [22] e agli elaborati grafici [27], [28] e [29].

6 SISTEMAZIONE IDRAULICA

Il progetto prevede per tutte le gallerie, ad eccezione della galleria S. Veronica, un sistema di smaltimento delle acque di piattaforma e delle acque di ammasso ex-novo.

Il sistema di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma è costituito da:

- canalette grigliate in PP di lunghezza pari a 3.0 m ogni 28.0 m;
- pozzetti sifonati, posizionati ad interasse 28.0 m;
- un collettore principale DN315 in PEAD che corre longitudinalmente alla galleria, a circa un metro dal ciglio di destra (nel senso di marcia), al di sotto della pavimentazione stradale;
- pozzetti di ispezione del collettore principale, con interasse 56 m, posizionati al di sotto della pavimentazione stradale.

Il sistema di smaltimento delle acque di ammasso, viceversa, si è reso necessario a seguito delle risultanze delle indagini idrauliche, brevemente esposti al Par 4.5, che hanno mostrato l'inaffidabilità del sistema di drenaggio esistente. Per la regimentazione delle acque d'ammasso e di percolazione, il progetto prevede:

- la sostituzione del riempimento presente in arco rovescio con materiale di idonea pezzatura, previa posa sopra l'arco rovescio di un nuovo collettore longitudinale DN400 in PEAD macrofessurato, protetto con geotessuto a maglia regolare, per la raccolta delle eventuali acque di percolazione;
- due nuove tubazioni $\varnothing 250$ in PVC ubicate al di sotto dei profili redirettivi, nelle quali vengono convogliate le acque raccolte:
 - dai drenaggi suborizzontali DN90 in PVC, di lunghezza pari a 3.0 m rivestiti con calza in TNT, messi in opera a interasse pari a 14.0 m in corrispondenza delle murette (tranne nei tratti in cui è previsto l'intervento tipo A);
 - dal sistema di impermeabilizzazione previsto a tergo del rivestimento di calotta nelle tratte in cui è previsto l'interventi tipo A;
 - dagli interventi lungo i giunti in calotta;
 - dalle tubazioni esistenti intercettate in corrispondenza dei by-pass e dalle demolizioni per gli interventi tipo A;
- pozzetti di ispezione delle acque d'ammasso posizionati al di sotto del profilo redirettivo ad interasse pari a 28.0 m, sfalsati rispetto ai pozzetti delle acque di piattaforma;
- canalette posizionate a tergo dei profili redirettivi per la raccolta delle acque captate dalle tubazioni messe in opera attraverso gli interventi di riparazione delle venute d'acqua lungo i giunti, e che scaricano, una tantum, nei pozzetti di ispezione delle acque d'ammasso di cui al punto precedente attraverso un tubo DN125 in PEAD.

In Figura 33 è riportata una rappresentazione schematica della sistemazione idraulica in pianta; in Figura 34 è riportata, a titolo esemplificativo, una sezione trasversale della sezione corrente della galleria Guinza e in Figura 35 una sezione trasversale di una piazzola di sosta della galleria Guinza.

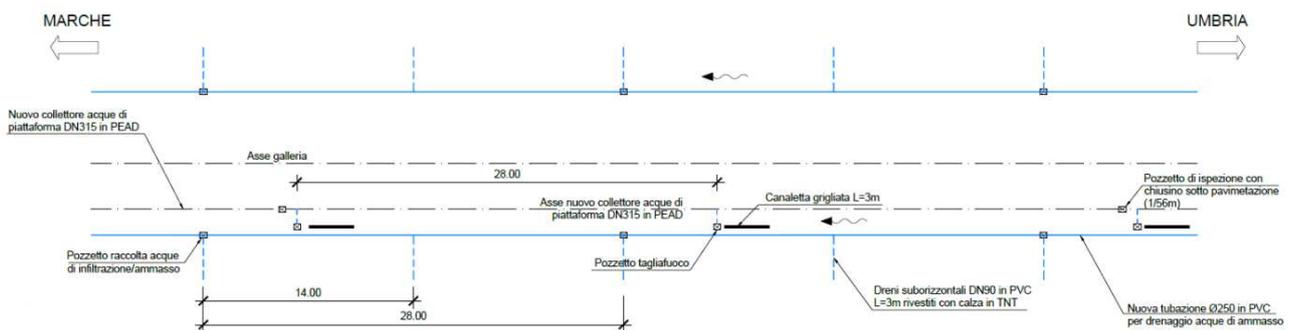


Figura 33 – Galleria Guinza - Sistemazione idraulica – Rappresentazione schematica

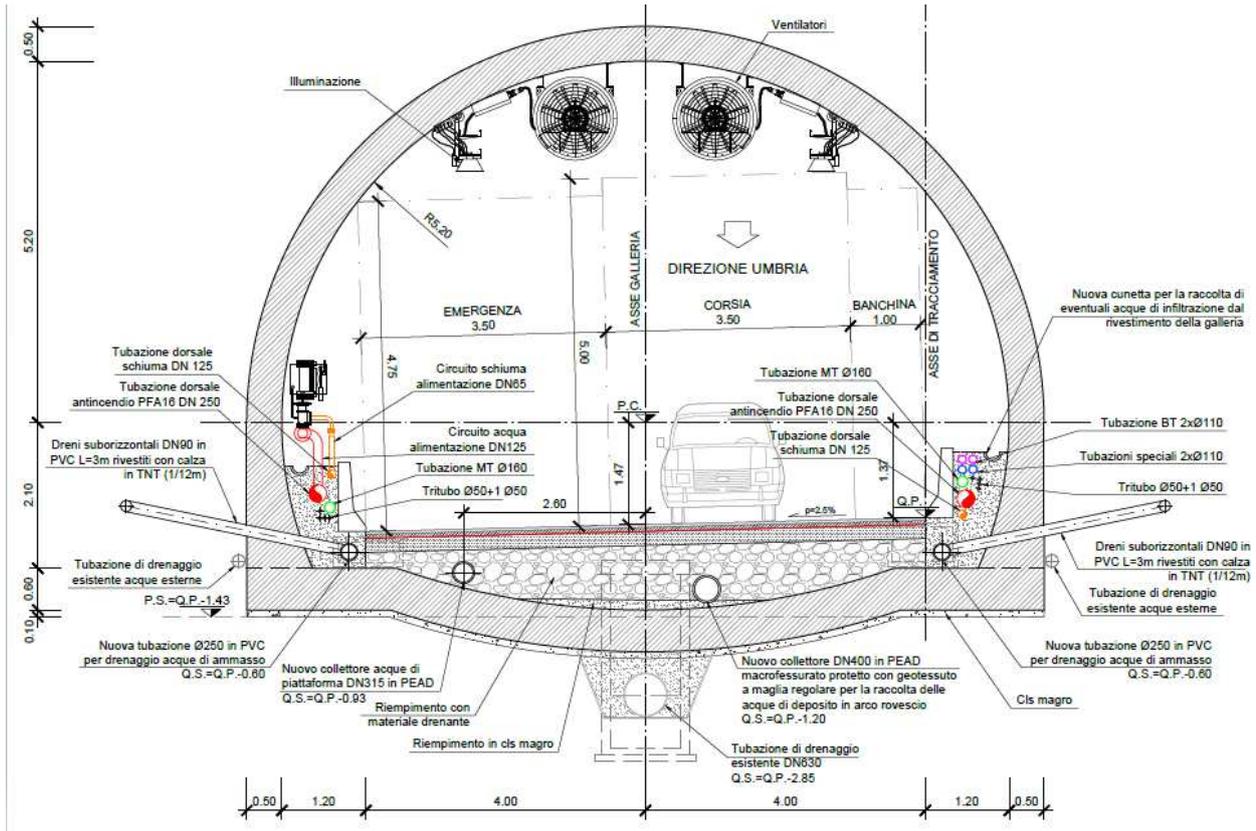


Figura 34 – Galleria Guinza - Sistemazione idraulica – Sezione corrente

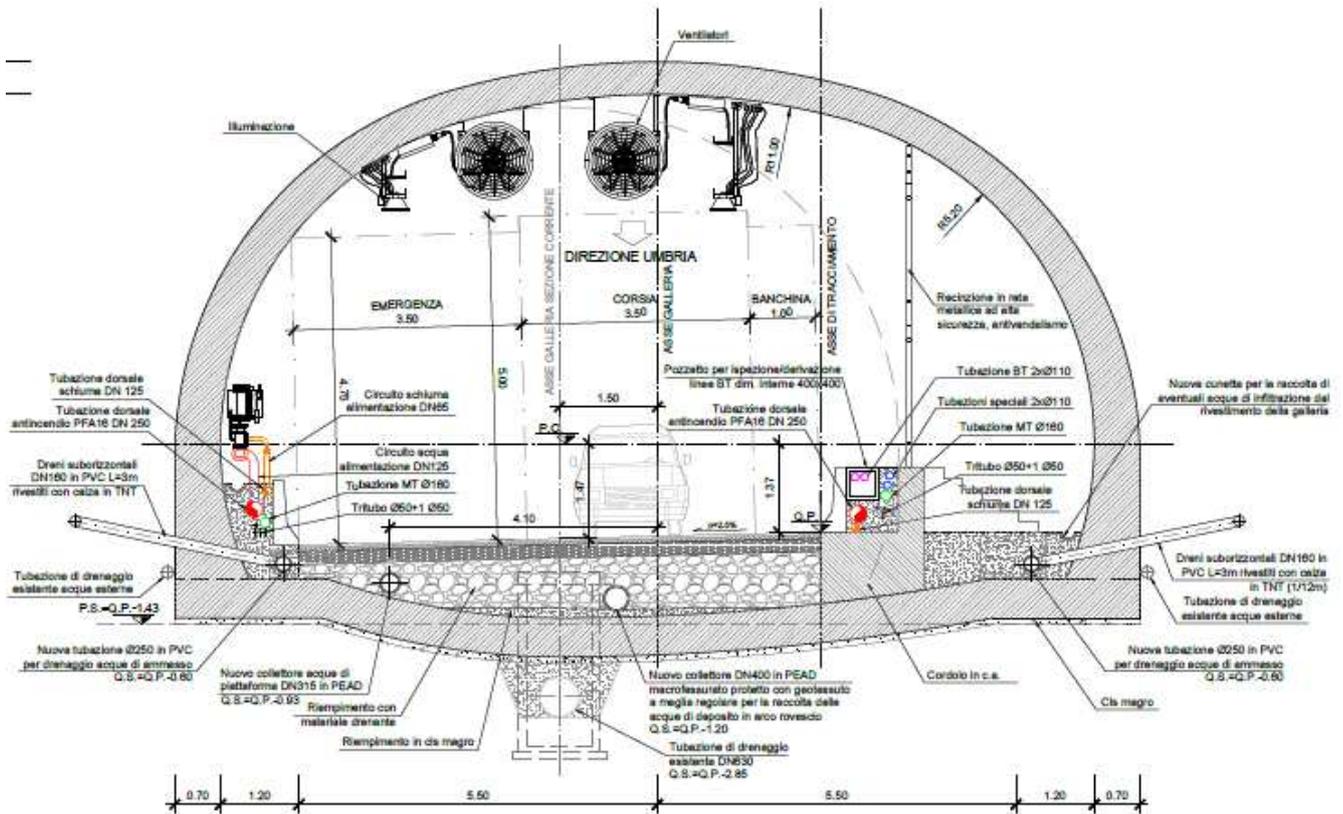


Figura 35 – Galleria Guinza - Sistemazione idraulica – Piazzola di sosta

Per la galleria S. Veronica è prevista esclusivamente l'installazione della nuova cunetta per la raccolta delle acque di infiltrazione dal rivestimento definitivo a tergo del redirettivo, nella quale vengono convogliate le acque raccolte in corrispondenza degli interventi lungo i giunti (Figura 36).

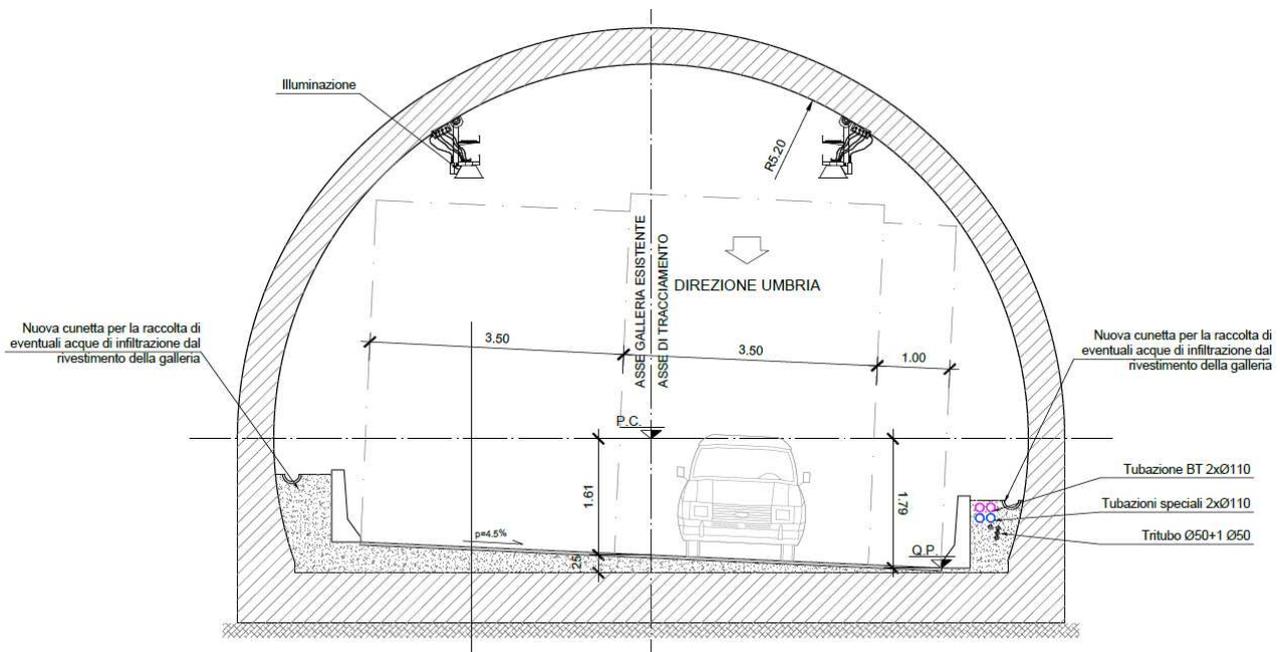


Figura 36 – Galleria S. Veronica - Sistemazione idraulica

7 CHIUSURA BY-PASS E PIAZZOLE GALLERIA GUINZA

Lungo la galleria Guinza sono presenti 10 piazzole di sosta sfalsate sui due lati della carreggiata a interdistanza pari a circa 500 m e non sono presenti uscite di emergenza; tuttavia, sono presenti le predisposizioni per la realizzazione di n.17 uscite di emergenza a interdistanza di 250 m circa, costituite da n.6 by-pass carrabili e n.11 by-pass pedonali, scavati per pochi metri (Tabella 2).

n. by-pass	Tipo by-pass	p.k. asse by-pass
17	Pedonale	558.98
16	Pedonale	876.17
15	Carrabile	1352.80
14	Pedonale	1583.02
13	Carrabile	1970.03
12	Pedonale	2171.95
11	Pedonale	2381.59
10	Carrabile	2777.59
9	Pedonale	3136.58
8	Carrabile	3554.72
7	Pedonale	3897.35
6	Carrabile	4317.54
5	Pedonale	4745.86
4	Pedonale	4993.94
3	Carrabile	5178.83
2	Pedonale	5470.60
1	Pedonale	5802.65

Tabella 2 - Galleria Guinza – By-pass

Gli interventi di chiusura dei by-pass consistono nella messa in sicurezza del fronte di scavo non rivestito dei cunicoli, parzialmente scavati, da effettuarsi su tutti i by-pass fatta eccezione per il by-pass n.10 (p.k. 2+777.59) che verrà adibito a nicchia impianti (si veda il Capitolo 0).

Gli interventi di messa in sicurezza prevedono:

- stabilizzazione della parete e del contorno di scavo mediante la messa in opera di chiodature radiali, un primo strato di betoncino fibrorinforzato, una rete elettrosaldata e un secondo strato di betoncino fibrorinforzato;
- canalizzazione delle eventuali acque d'ammasso mediante tubazione microfessurata dotata di pozzetto di ispezione;
- riempimento in materiale arido fino alla quota del redirettivo della galleria, sormontato da un getto in calcestruzzo magro;
- installazione di una recinzione in rete metallica ad alta sicurezza dotata di porta d'accesso per eventuali ispezioni/attività di manutenzione.

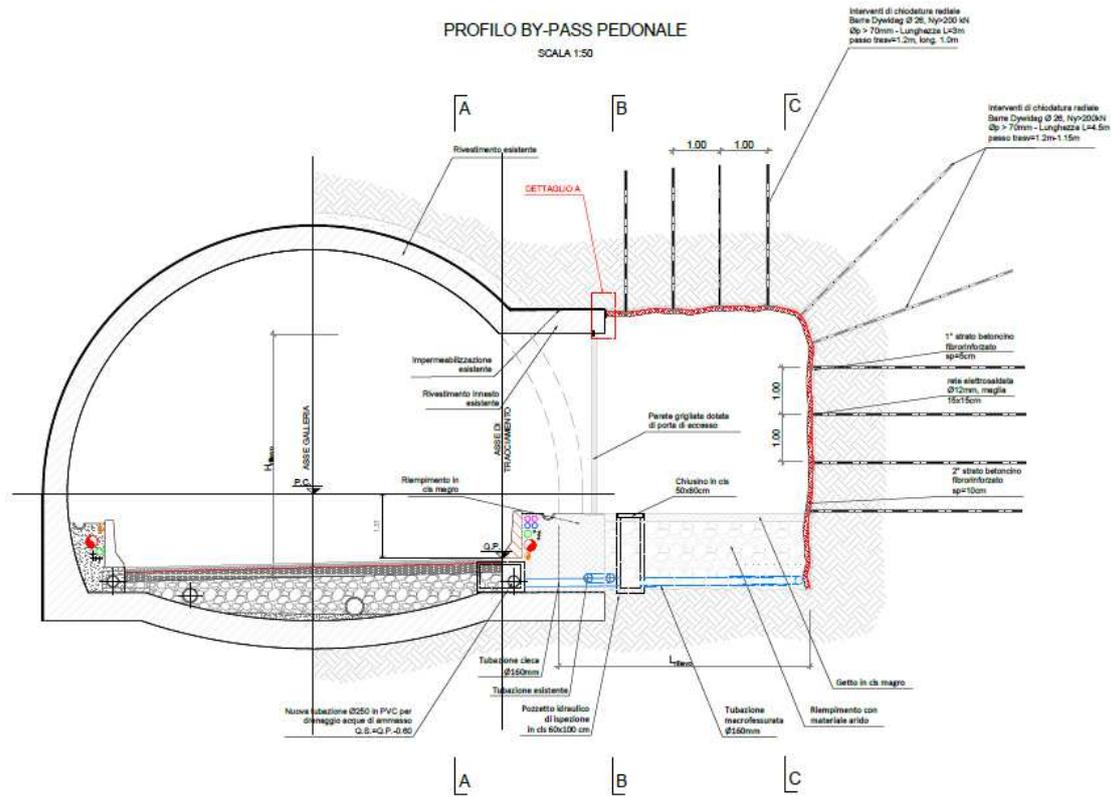


Figura 37 – By-pass pedonali – Sezione trasversale

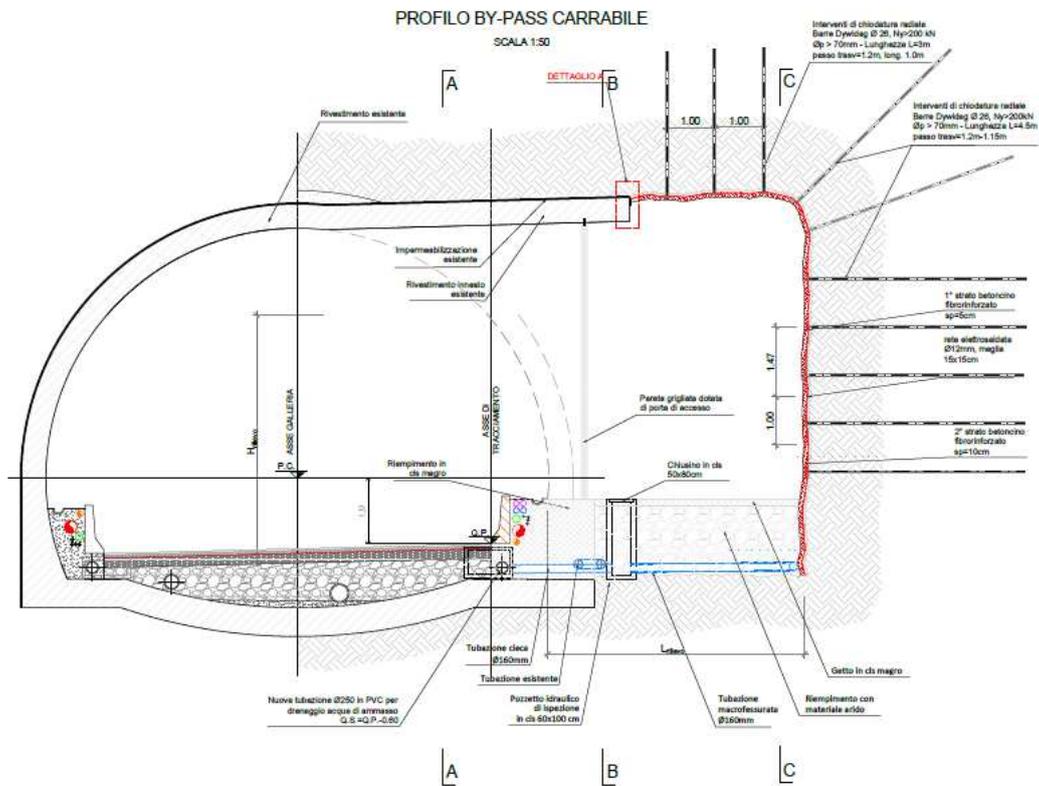


Figura 38 – By-pass carrabili – Sezione trasversale

Il by-pass n. 6, situato alla progr. 4+319.9 m richiede un intervento di maggiore complessità, a fronte della necessità di dover rimuovere del materiale franato dal fronte. È previsto un preconsolidamento del fronte mediante iniezioni di calcestruzzo alleggerito e autoperforanti cementati a cui segue la rimozione per fasi della roccia franata (Figura 39).

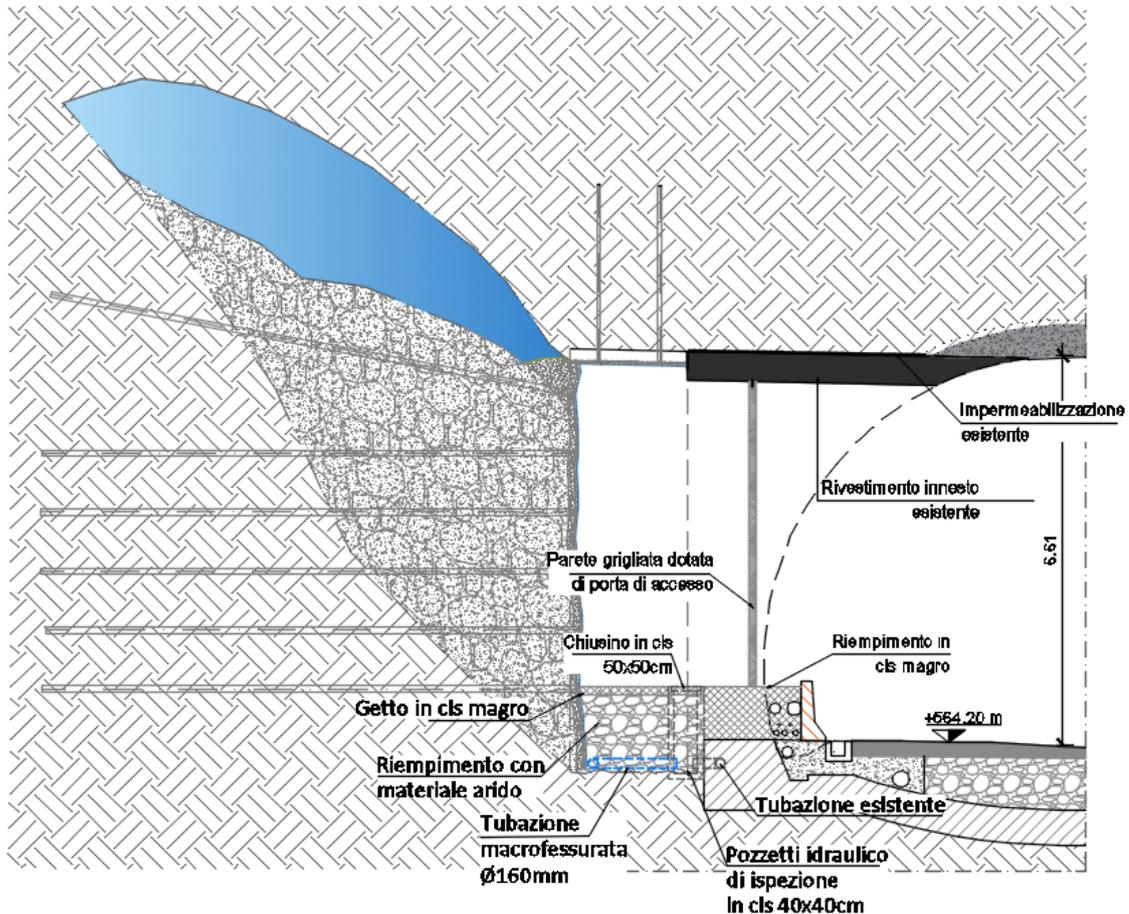


Figura 39 - Intervento di ripristino by-pass N.6 (progr. 4+319.1 m)

La recinzione in rete metallica ad alta sicurezza dotata di porta d'accesso verrà installata in tutti i by-pass messi in sicurezza, fatta eccezione per i by-pass n. 4, 7 e 12. In questi by-pass, ricadendo all'interno delle piazzole di sosta che verranno chiuse, è prevista la realizzazione dei soli interventi di stabilizzazione. L'inaccessibilità sarà garantita mediante la recinzione di chiusura della piazzola stessa.

Come anticipato, al fine di evitare situazioni di pericolo connesse all'insolito collocamento rispetto al regime di traffico su una corsia prevista in galleria, anche le piazzole di sosta presenti in sinistra verranno chiuse, garantendo la continuità dei profili redirettivi.

In particolare, le piazzole che verranno chiuse sono la n. 2, 4, 7 e 9 e anche esse verranno dotate di apposita recinzione in rete metallica ad alta sicurezza, dotata di porta d'accesso (Figura 40).

n. Piazzola	p.k. inizio piazzola	p.k. fine piazzola
10	662.84	719.44
9	1112.79	1170.03
8	1674.79	1731.79
7	2144.89	2202.08
6	2564.29	2620.43
5	3478.19	3533.98
4	3870.60	3926.67
3	4472.48	4528.16
2	4966.92	5023.16
1	5378.81	5435.56

Tabella 3 - Galleria Guinza – Piazzole

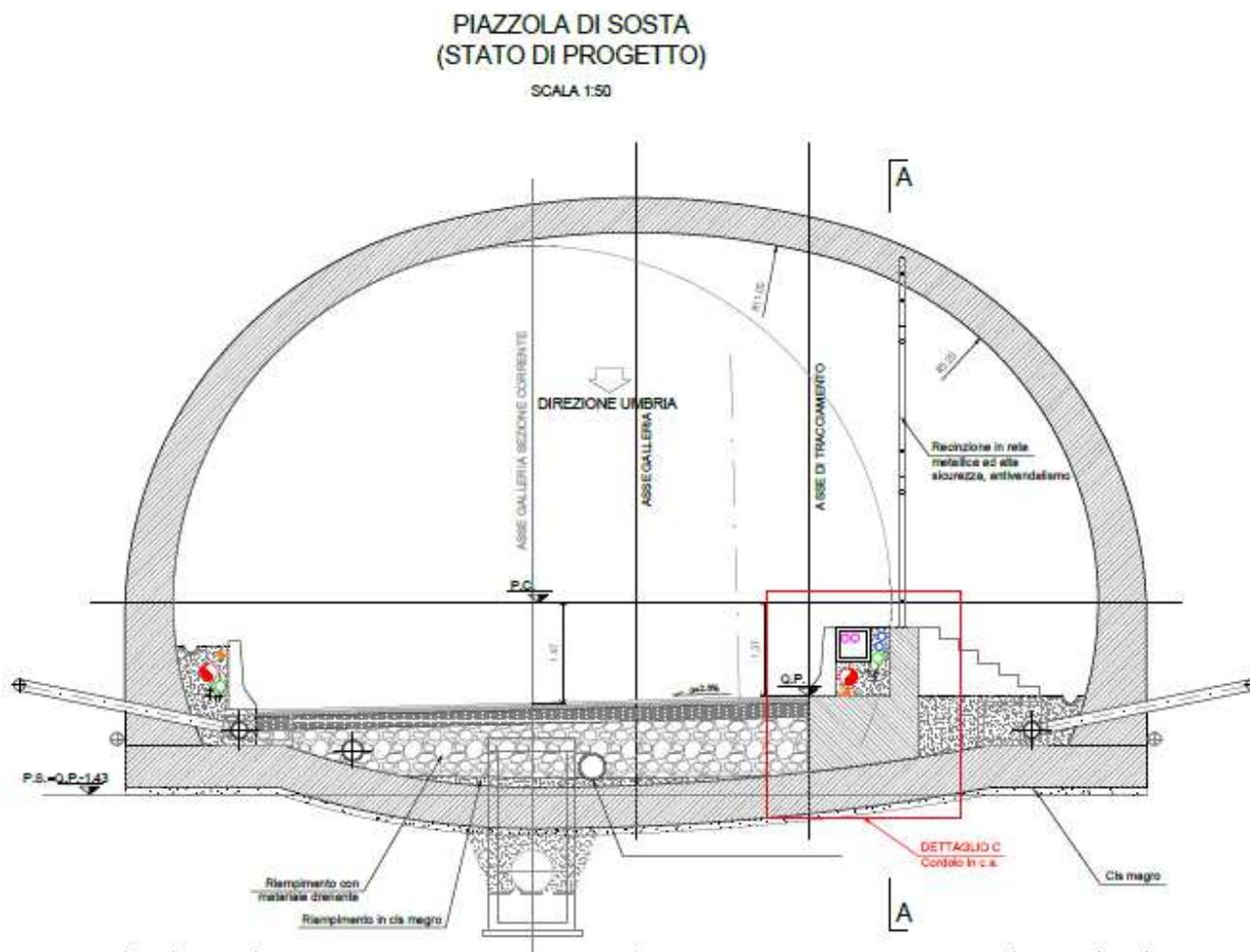


Figura 40 – Piazzola di sosta – Recinzione in rete metallica

8 NICCHIA IMPIANTI GALLERIA GUINZA

In corrispondenza del by-pass carrabile n.10, alla progressiva km 2+777, è prevista la realizzazione di una nicchia impianti.

La nicchia presenta una sezione interna di larghezza pari a circa 8.60 m e si estende per 16 m (di cui ca. 5.9 m già scavati per la predisposizione del by-pass carrabile n. 10) in direzione ortogonale, rispetto all'asse di tracciamento della galleria naturale.

Lo scavo della porzione rimanente è previsto con geometria troncoconica e campi di avanzamento da 1 m garantendo il presostegno della calotta della galleria mediante infilaggi metallici. La cavità è sostenuta con un rivestimento di prima fase costituito da betoncino proiettato fibrorinforzato e centine e attraverso un rivestimento definitivo di spessore variabile da 40 a 110 cm. In Figura 41 sono riportati gli architettonici della sezione della nicchia impianti.

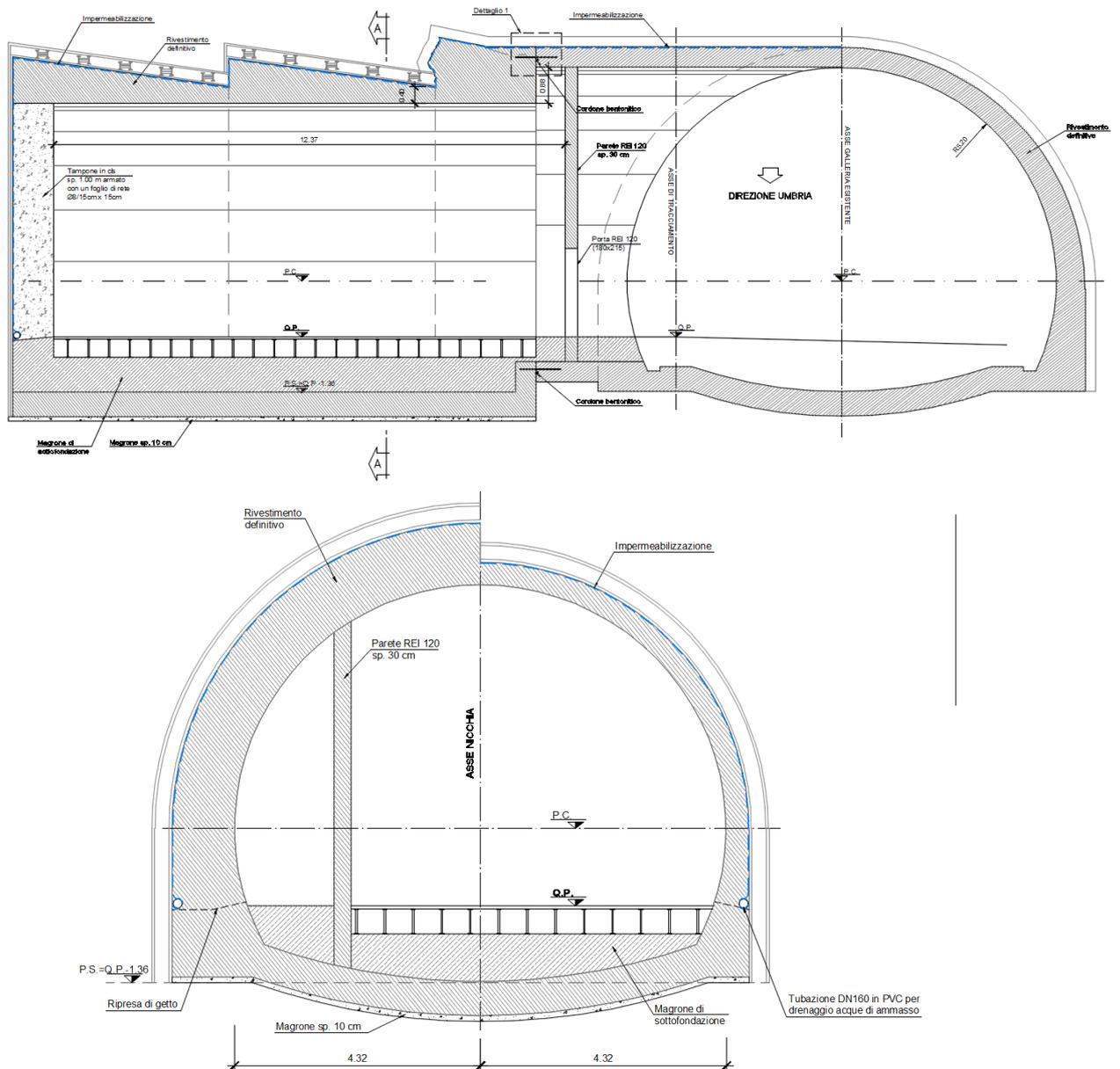


Figura 41 - Architettonici della nicchia impianti alla progr. 2+777.59 m.

Di seguito si riportano, nel dettaglio, le fasi esecutive dell'intervento in esame:

Fase 1

- Messa in sicurezza del fronte della nicchia mediante l'esecuzione di uno strato di spritz-beton fibrorinforzato di 10 cm.

Fase 2

- Posa in opera degli interventi di presostegno sul contorno in calotta mediante tubi in acciaio $\varnothing 127$ mm, L=9 m.

Fase 3

- Scavo a piena sezione della nicchia per sfondi max pari a 1.0 m ed esecuzione di un primo strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul contorno di spessore 5 cm;
- Posa in opera delle centine;
- Esecuzione di un secondo strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul contorno di spessore 25 cm;
- Esecuzione di uno strato di betoncino proiettato di regolarizzazione di spessore 5 cm.

Fase 4

- Scavo ed esecuzione del rivestimento definitivo in arco rovescio;
- Posa in opera del sistema di impermeabilizzazione in calotta;
- Getto del rivestimento definitivo.

Fase 5

- Chiusura del fronte di scavo con il getto di un tampone di fondo in cls magro dello spessore di 1.00 m.
- Realizzazione rifiniture e parete REI120 di chiusura all'imbocco della nicchia, spessore 30 cm.

Per ulteriori informazioni si faccia riferimento alla Relazione di calcolo [32] e ai relativi elaborati grafici.

- innalzamento del rilevato provvisorio fino alla quota d'imposta del secondo ordine di tiranti (min 1.0 m max 2.0 m al disotto della quota del tirante);
- perforazione e messa in opera del tirante (perforazione e iniezione).

Fase 3

- innalzamento del rilevato provvisorio fino alla quota d'imposta del terzo ordine di tiranti (min 1.0 m max 2.0 m al disotto della quota del tirante);
- perforazione e messa in opera del tirante (perforation e iniezione).

Fase 4

- rimozione del rilevato provvisorio.

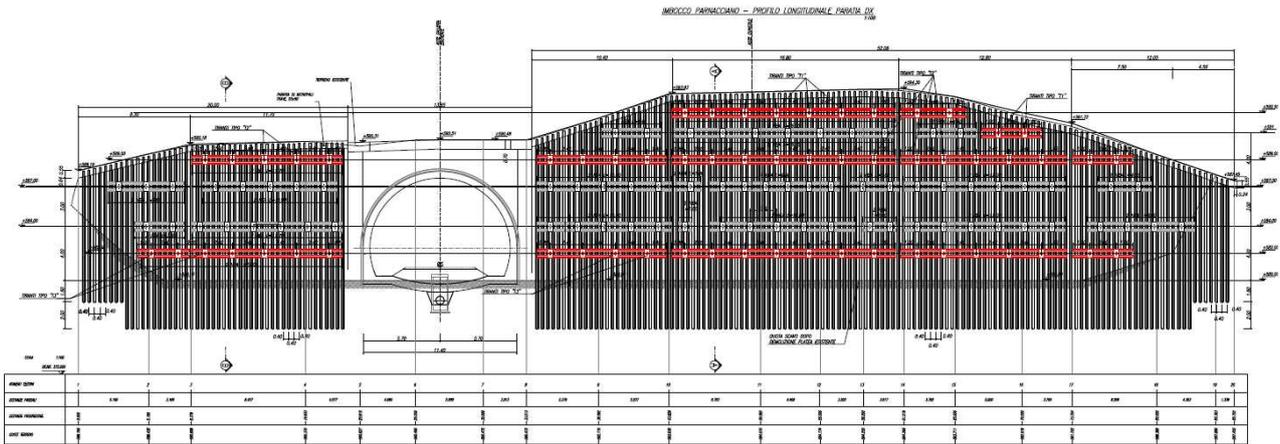


Figura 44 – Galleria Guinza- Imbocco lato Umbria – Stato di progetto – Sviluppata

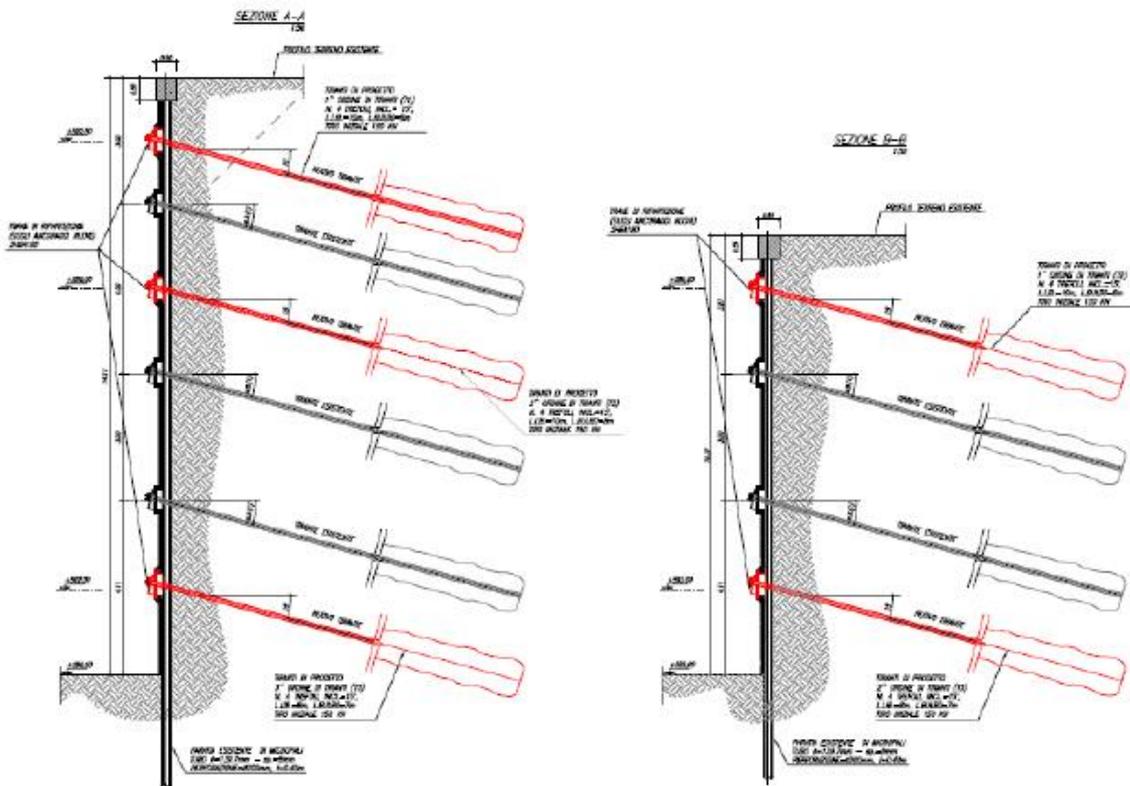


Figura 45 – Galleria Guinza- Imbocco lato Umbria – Stato di progetto – Sezioni

Per ulteriori dettagli sul dimensionamento dei tiranti aggiuntivi si faccia riferimento alla Relazione di calcolo [34].

A seguito della messa in sicurezza della paratia è prevista la demolizione della soletta in calcestruzzo magro esistente avente spessore pari a 15 cm (nella zona rappresentata in arancione nella seguente figura) o spessore pari a 25 cm (nella zona rappresentata in arancione nella seguente figura).



Figura 46 – Galleria Guinza- Imbocco lato Umbria – Demolizione della soletta in cls magro

Una volta demolita la soletta esistente è prevista la realizzazione di un tratto di galleria artificiale e del relativo becco di flauto (Figura 47).

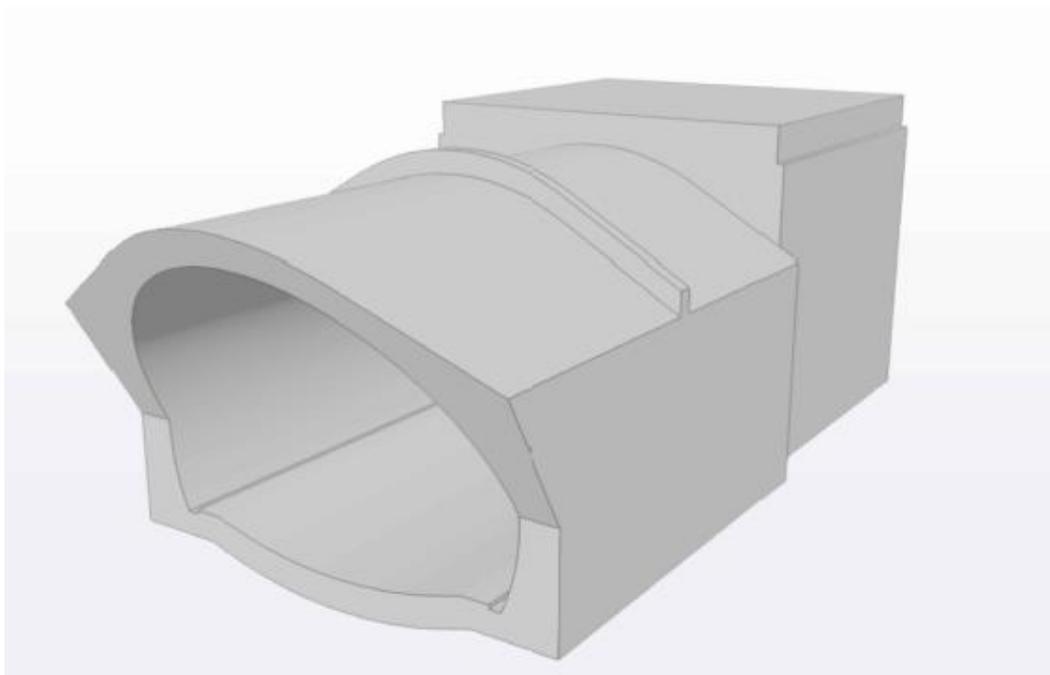


Figura 47 – Galleria Guinza - Imbocco lato Umbria – Galleria artificiale e becco di flauto

Il ritombamento della galleria artificiale è previsto mediante la realizzazione dell'opera di sostegno definitiva in terra rinforzata che costituisce la sistemazione finale dell'imbocco ed è costituita da un rilevato in terra rinforzata con rete metallica, realizzato con due balze ad altezza variabile e paramento frontale con inclinazione pari a 65° rinverdibile, al fine di inserire l'opera nel contesto ambientale e naturale circostante cercando di contenerne al massimo l'impatto visivo. La realizzazione dell'opera di sostegno è prevista previa posa di un geocomposito drenante sulla paratia esistente e consta delle seguenti fasi realizzative:

Fase 1

- messa in sagoma dell'elemento secondo inclinazione di progetto del paramento;

Fase 2

- collegamento degli elementi contigui con punti metallici meccanizzati;

Fase 3

- sistemazione della prima porzione di terreno vegetale
- posa in opera e compattazione del primo strato di rilevato strutturale

Fase 4

- piegatura rivolto superiore (con legatura tra elementi contigui mediante punti metallici meccanizzati) e fissaggio dell'estremità mediante picchetti.

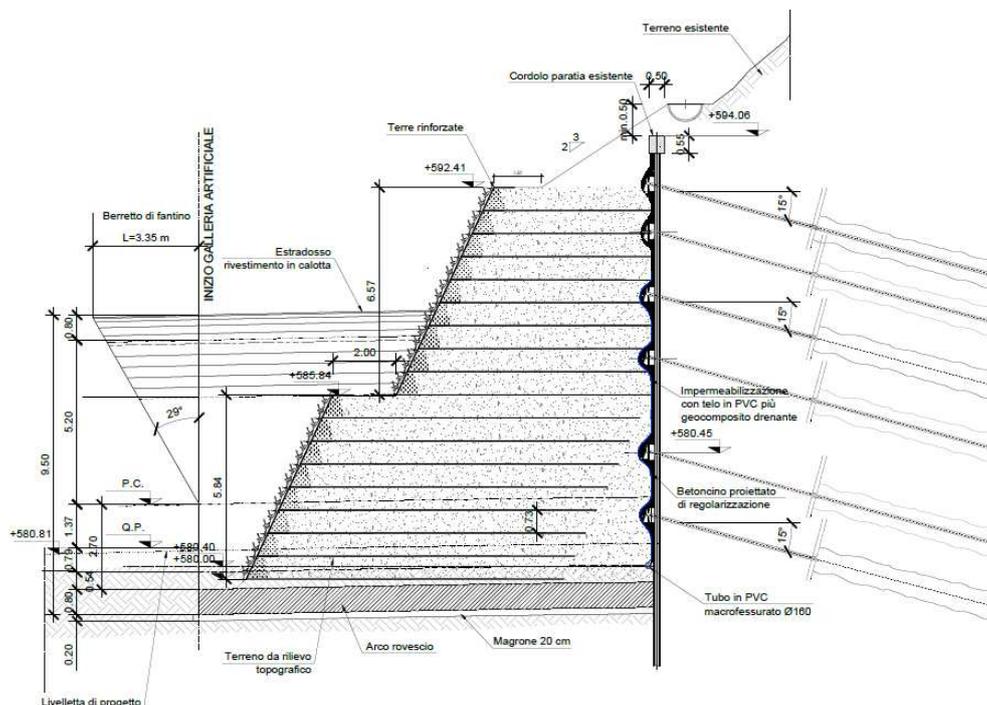


Figura 51 – Galleria Guinza - Imbocco lato Umbria – Terre armate – Sezione trasversale

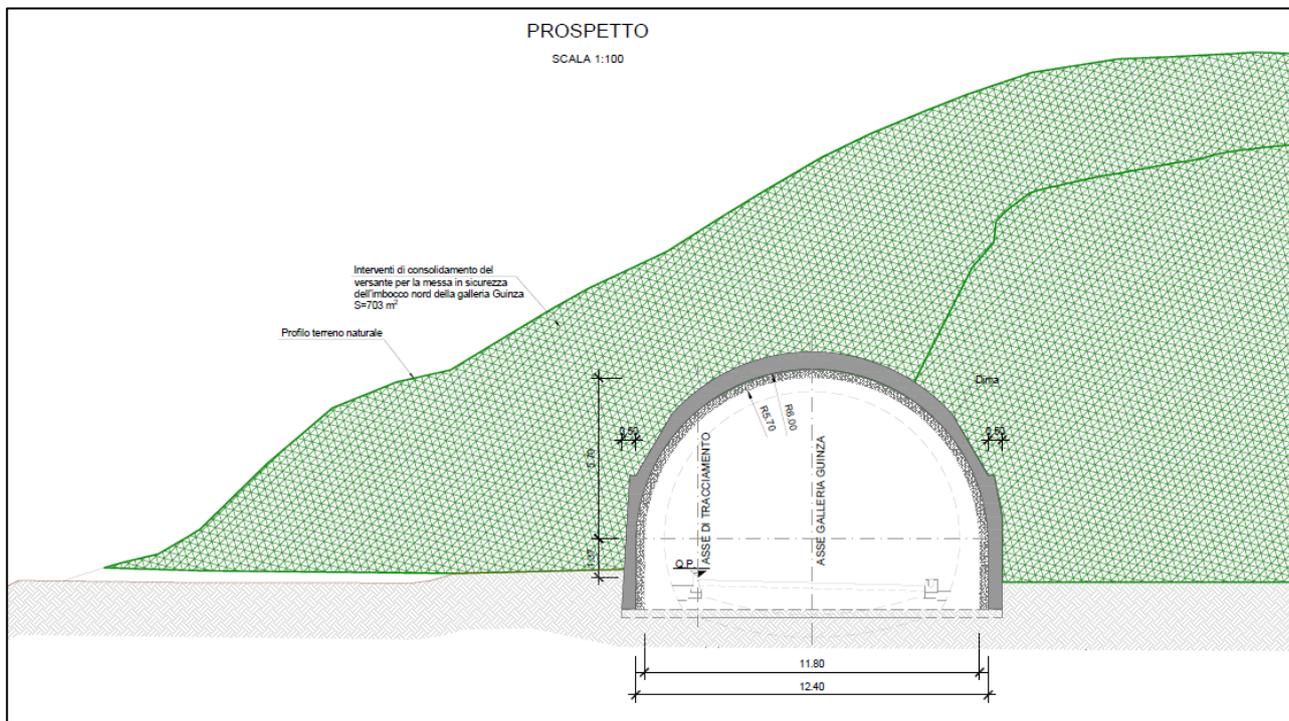
A monte della paratia è inoltre previsto l'inserimento di una canale di raccolta delle acque e la rimodellazione del terreno fino al profilo del pendio naturale con ritombamenti che salgono con pendenza 2/3 fino a sormontare di almeno 50 cm il cordolo della paratia esistente.

Per ulteriori dettagli sul dimensionamento delle terre rinforzate si faccia riferimento alla Relazione di calcolo [36].

A conclusione della sistemazione definitiva dell'imbocco Lato Umbria della galleria Guinza è prevista la stabilizzazione delle scarpate esistenti attraverso la messa in opera di chiodature e di una rete a doppia torsione accoppiata a una geostuoia antierosiva (Figura 52).

9.2 Imbocco Lato Marche

All'imbocco lato Marche della Galleria Guinza è presente una parete rocciosa non protetta. In questo contesto si prevede di procedere alla sistemazione definitiva della parete rocciosa attraverso un intervento di consolidamento mediante chiodature con barre di ancoraggio passive e rivestimento in rete metallica a doppia torsione (Figura 53).



**Figura 53 – Galleria Guinza - Imbocco lato Marche –
Intervento sulla parete rocciosa con chiodatura e rete metallica**

Le fasi esecutive dell'intervento sono le seguenti:

1. bonifica della parete rocciosa mediante taglio vegetazionale, diserbo, estirpazione di radici, pulizia delle fessure e disaggio di massi, blocchi o lastre pericolanti;
2. rivestimento scarpata in roccia con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale bloccata in sommità ed al piede della scarpata mediante una fune d'acciaio zincato e ancoraggio alla roccia ogni 3 m mediante ancoraggi in barre d'acciaio.

Il dimensionamento del sistema di consolidamento è stato effettuato sulla base dei risultati del rilievo geomeccanico effettuato nel 2022 (Par. 4.8); per ulteriori dettagli si faccia riferimento alla Relazione interventi di sistemazione dei versanti [37].

Allo stato attuale, l'imbocco lato Marche della galleria Guinza è completo di una dima esistente (Figura 54) che verrà demolita.

IMBOCCO LATO MARCHE - OPERE DI PROTEZIONE

SCALA 1:100

FOTO 2

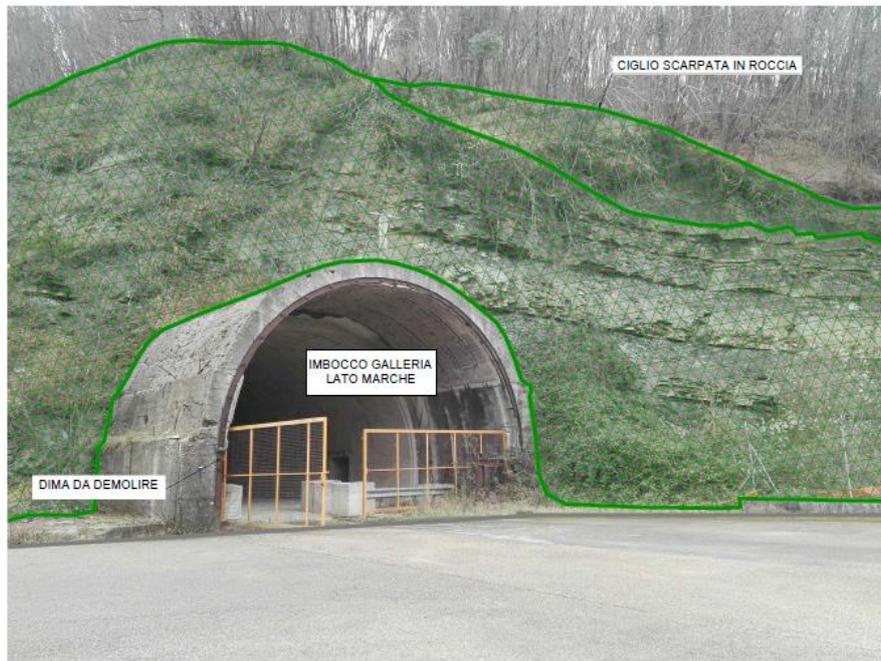


Figura 54 – Galleria Guinza - Imbocco lato Marche – Dima esistente

Una volta demolita la dima esistente è prevista la realizzazione di un tratto di galleria artificiale e del becco di flauto per la sistemazione definitiva dell'imbocco. La planimetria dell'area di interesse in fase definitiva è riportata nella Figura 55, il profilo in asse galleria è riportato nella Figura 56 e la sezione trasversale è riportata in Figura 57.

Il tratto di nuova realizzazione avrà una lunghezza totale di circa 9.75 m di cui circa 6.40 m di galleria artificiale e 3.35 di becco di flauto e sarà collegato a quello esistente attraverso dei ferri longitudinali di inghisaggio, garantendo la continuità dell'impermeabilizzazione mediante saldatura.

Le fasi realizzative saranno le seguenti:

Fase 1

- demolizione dima esistente
- inghisaggio dei ferri alla sezione esistente;
- posa in opera del cordone bentonitico;

Fase 2

- prescavo per il getto delle murette e dell'arco rovescio;

Fase 3

- realizzazione della nuova galleria artificiale;

Fase 4

- posa in opera dell'impermeabilizzazione e del relativo sistema di drenaggio;
- realizzazione del sistema di drenaggio.

Per ulteriori dettagli si faccia riferimento alla Relazione di calcolo [38].

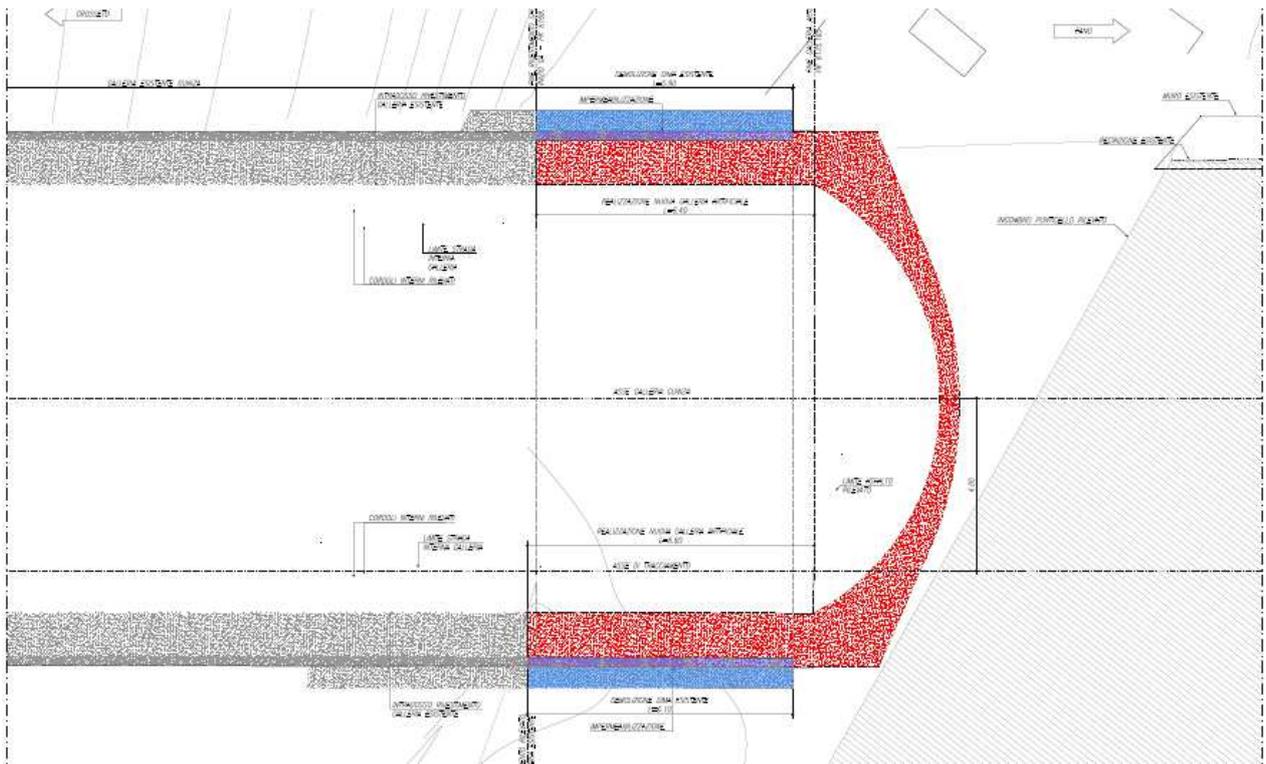


Figura 55 – Galleria Guinza - Imbocco lato Marche - Planimetria galleria artificiale

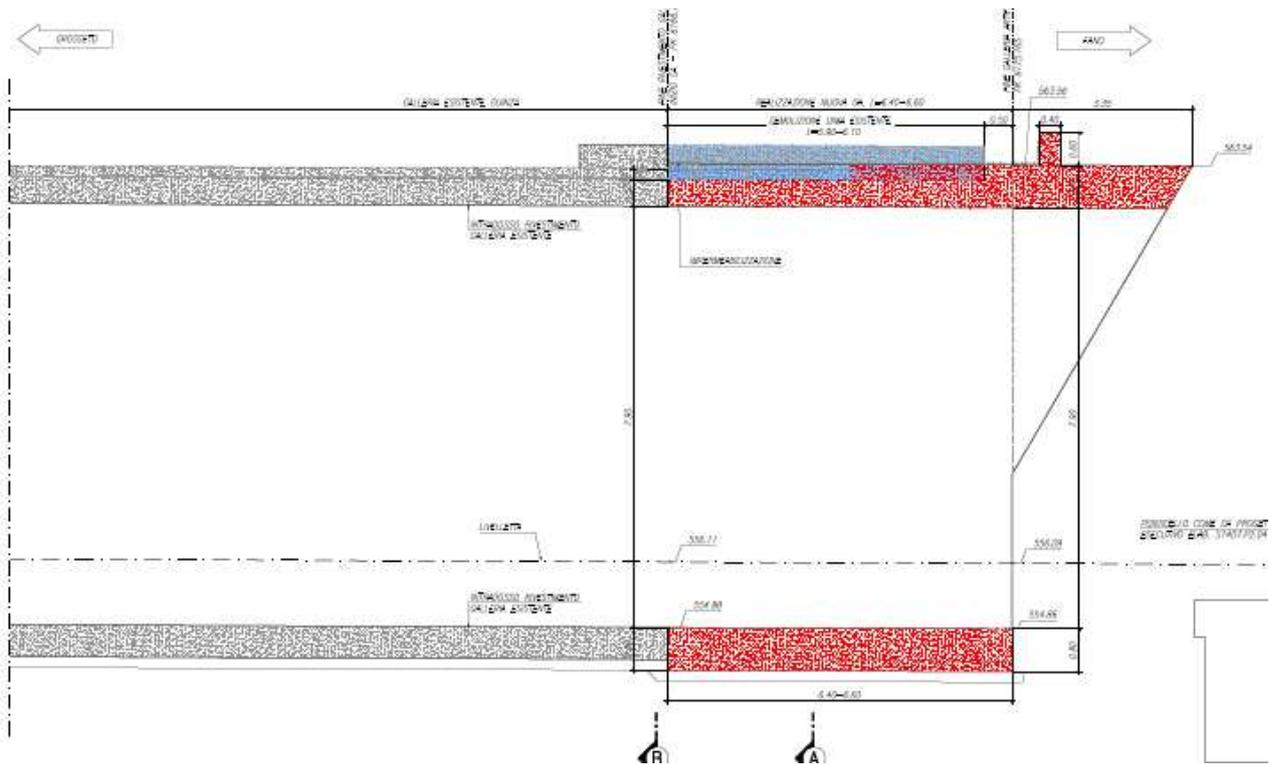


Figura 56 - Galleria Guinza - Imbocco lato Marche - Profilo galleria artificiale

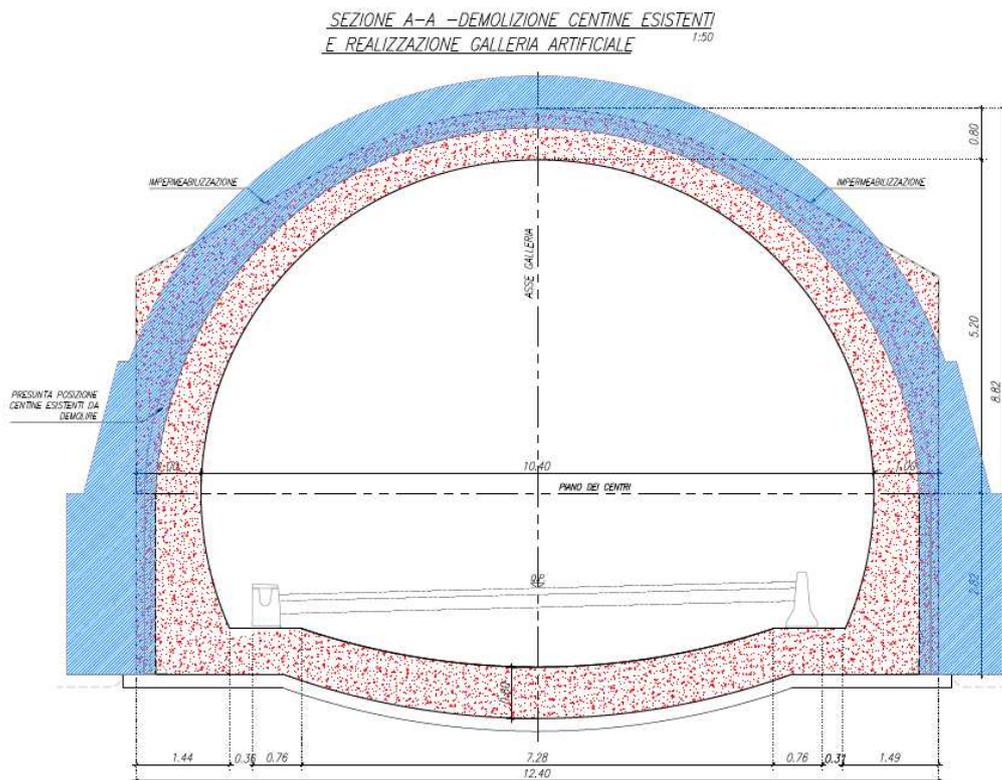


Figura 57 – Galleria Guinza - Imbocco lato Marche - Sezione galleria artificiale

10 BY-PASS DI COLLEGAMENTO GALLERIA S. ANTONIO

In sede di Progetto Esecutivo è prevista la realizzazione di un by-pass di collegamento tra la canna Sud e la canna Nord della galleria S. Antonio che assolve alla funzione di via di esodo pedonale.

Il by-pass si innesta nella canna di transito alla progressiva 7+772.83 (relativa all'asse di tracciamento della canna Sud), prosegue in direzione Nord, parallelamente alle due gallerie, per circa 24 m e si ricollega con la galleria di servizio alla progressiva 7+796.39 (relativa all'asse di tracciamento della canna Sud), superando un dislivello tra i marciapiedi delle due canne di circa 1.3 m.

La geometria del cunicolo, riportato in pianta in Figura 58 e in sviluppata in Figura 59, garantisce una pendenza media del tracciato inferiore all'8% ed uno sviluppo lineare delle rampe inferiore a 6.25m, in ottemperanza alla normativa antincendio sulla via di esodo per persone disabili. La sezione tipo ospita una piattaforma pedonale di larghezza pari a 2.65 m e una altezza massima di 3.15 m (Figura 60).

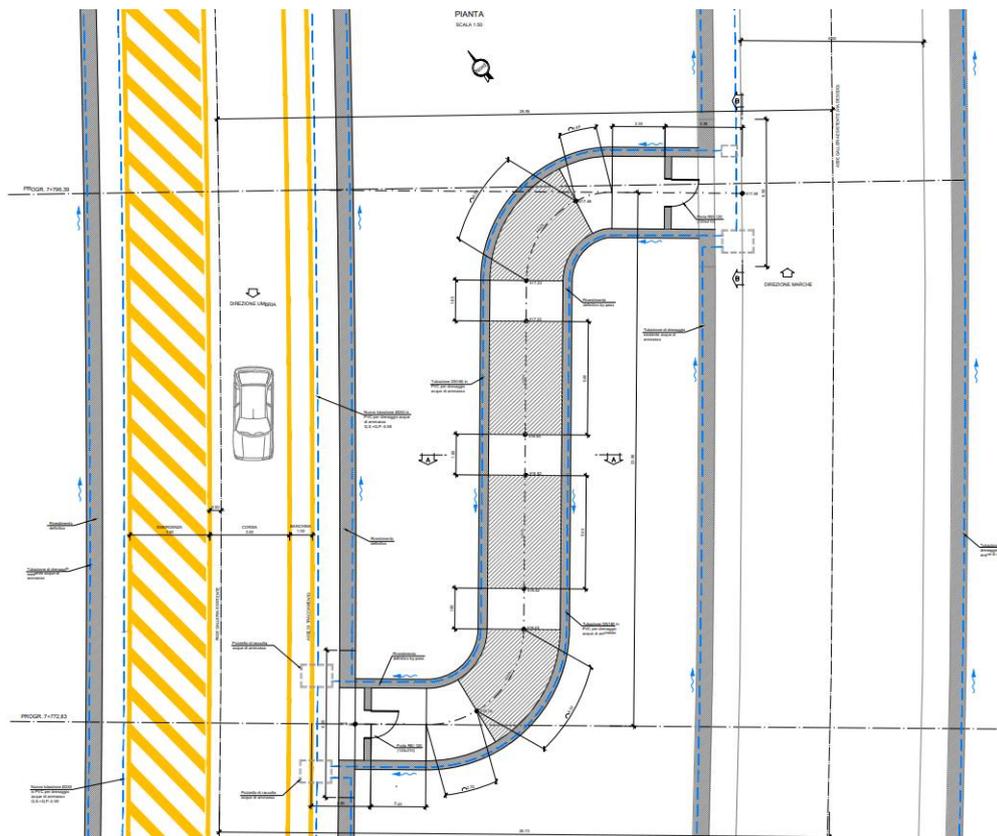


Figura 58 – Galleria S. Antonio – Planimetria

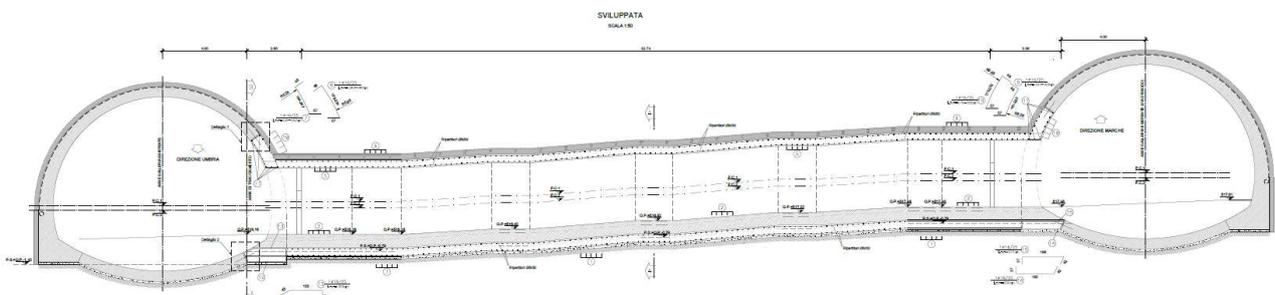


Figura 59 – Galleria S. Antonio - Sviluppata

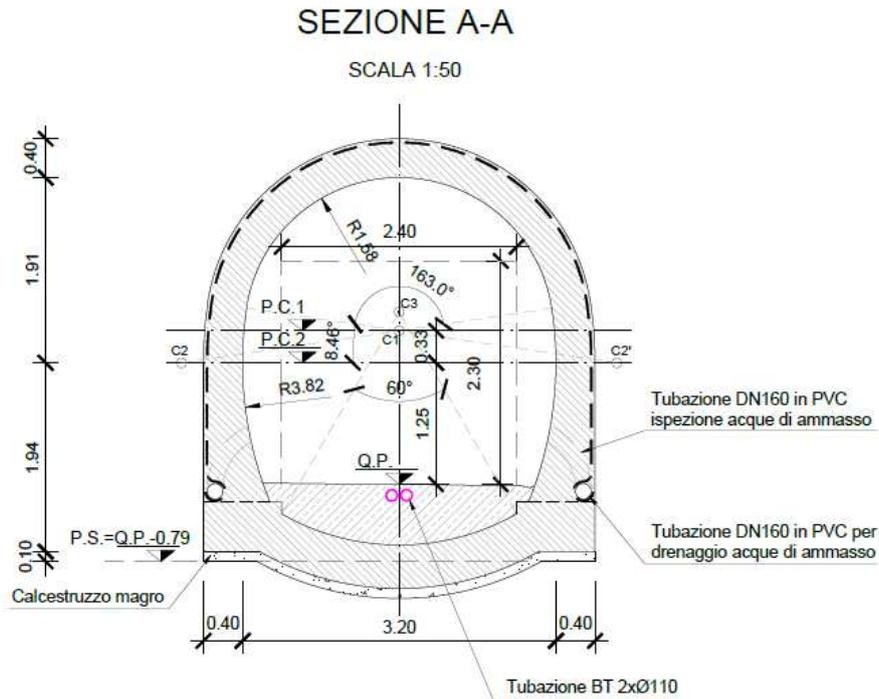


Figura 60 – Galleria S. Antonio - Sezione trasversale del by-pass

Lo scavo del by-pass prevede la demolizione dei tratti di galleria Naturale interessati dall'innesto del cunicolo, seguito dallo scavo a piena sezione dello stesso. La cavità è supportata mediante un rivestimento di prima fase costituito da betoncino fibrorinforzato e centine e mediante un rivestimento definitivo in calcestruzzo armato. Nella tratta di innesto con le Gallerie Naturali è prevista la realizzazione di un portale in c.a.

Sono di seguito riportate le fasi esecutive dell'intervento.

Fase 1

- chiodatura delle gallerie esistenti nel tratto dove andrà eseguito lo scavo del by-pass.

Fase 2

- rimozione parziale del rivestimento definitivo e del rivestimento di prima fase delle gallerie naturali nel tratto di interferenza con lo scavo del by-pass per una lunghezza pari alla larghezza del by-pass (4.5 m), estesa di 1 m a monte e a valle del cunicolo, preservando l'impermeabilizzazione in modo da consentirne la successiva ripresa;
- taglio delle centine.

Fase 3

- scavo innesti per i primi 3 sfondi su entrambe le gallerie (lo scavo potrà essere eseguito da entrambe le gallerie).

Fase 4

- scavo a piena sezione del by-pass per sfondi max pari a 1.2 m ed esecuzione di un primo strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul contorno di spessore 5 cm;
- posa in opera delle centine;
- esecuzione di un secondo strato di betoncino proiettato fibrorinforzato sul contorno di spessore 20 cm;
- esecuzione di uno strato di betoncino proiettato di regolarizzazione di spessore 5 cm.

Fase 5

- scavo ed esecuzione del rivestimento definitivo in arco rovescio (c.a. – spessore 45 cm);
- posa in opera del sistema di impermeabilizzazione in calotta;
- esecuzione del rivestimento definitivo in calotta (c.a. – spessore 40 cm).

Fase 6

- esecuzione del rivestimento definitivo della galleria naturale in corrispondenza degli innesti;
- taglio delle teste dei chiodi eseguiti precedentemente (vedi FASE 1).

11 IMPIANTI

Si riporta in Tabella 4 il dettaglio sugli impianti tecnologici previsti a servizio di ogni galleria.

Impianti tecnologici a servizio delle gallerie	Galleria Guinza	Galleria Valpiana	Galleria S.Veronica	Galleria S.Antonio Sud
Alimentazione e distribuzione energia elettrica	SI	SI	SI	SI
Apparecchiature in cabina elettrica	SI	NO	NO	NO
Impianto di illuminazione (permanente e rinforzo)	SI	SI	SI	SI
Impianto di illuminazione di evacuazione	SI	NO	NO	SI
Impianto idrico antincendio	SI	NO	NO	SI
Impianto di rivelazione incendi	SI	NO	NO	NO
Impianto di mitigazione incendio	SI	NO	NO	NO
Impianto di chiamata tramite colonnine S.O.S.	SI	NO	NO	SI
Segnaletica luminosa, semafori e pannelli a messaggio variabile	SI	NO	NO	SI
Impianto di ventilazione	SI	NO	NO	NO
Impianto trasmissione radio in galleria	SI	NO	NO	NO
Impianto TVCC	SI	NO	NO	SI
Controllo traffico	SI	NO	NO	NO
Sistema di telecontrollo e supervisione	SI	NO	NO	SI

Tabella 4 - Impianti tecnologici a servizio delle gallerie

Si riportano nel seguito delle brevi descrizioni degli impianti tecnologici previsti a servizio delle gallerie.

11.1 Alimentazione e distribuzione energia elettrica

In merito all'approvvigionamento dell'energia elettrica dalla rete nazionale, il progetto prevede una fornitura in media tensione realizzata da Enel Distribuzione mediante una cabina elettrica di consegna dell'energia.

Per quanto riguarda la gestione di tutti gli impianti tecnologici a servizio della galleria Guinza, il presente progetto prevede la installazione di n.3 nuovi manufatti, due esterni ed uno interno alla galleria, da adibire a cabine elettriche di trasformazione. I manufatti sono identificato nel seguente modo: cabina elettrica C1 (imbocco lato Fano), cabina elettrica C2 (interno alla galleria), cabina elettrica C3 (imbocco lato Grosseto). Le caratteristiche dimensionali, architettoniche e strutturali dei tre manufatti, sono riportate negli allegati elaborati architettonici. Per quanto riguarda la produzione di energia elettrica per i servizi in emergenza, il progetto prevede la installazione di un gruppo elettrogeno in media tensione da posizionare vicino la cabina elettrica C1 posta sull'imbocco lato Fano.

Per quanto riguarda la galleria Valpiana, l'alimentazione elettrica viene derivata direttamente dalla cabina MT/BT a servizio della galleria Guinza all'imbocco lato Fano.

Per quanto riguarda la galleria S. Veronica l'alimentazione elettrica viene derivata direttamente da una nuova fornitura Enel in Bassa tensione. All'imbocco, lato Grosseto, sarà realizzato il quadro elettrico generale a servizio della galleria posto in opera all'interno di un contenitore da esterno in vetro resina.

Per quanto riguarda la galleria S. Antonio Sud, in merito all'approvvigionamento dell'energia elettrica dalla rete nazionale, il progetto prevede una fornitura in bassa tensione realizzata da Enel Distribuzione. Al riguardo, su richiesta della stessa Enel Distribuzione, si prevede la realizzazione di un nuovo manufatto da consegnare all'Enel che di fatto ne diventerà il proprietario, dove l'Enel installerà le proprie apparecchiature compreso un trasformatore MT/BT.

11.2 Impianto di illuminazione permanente e rinforzo

Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione a servizio della galleria Guinza, inteso come illuminazione di rinforzo, permanente e di emergenza (quest'ultima realizzata con il 50% della illuminazione permanente), il progetto prevede la installazione di proiettori con tecnologia a LED. Le linee elettriche di alimentazione saranno del tipo FG18(O)M16 (cavi tipo CPR con conduttori in rame) per i rinforzi e la permanente normale e FTG18(O)M16 (cavi in rame resistenti al fuoco) per la permanente in emergenza.

Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione a servizio della galleria Valpiana, inteso come illuminazione di rinforzo, permanente e di emergenza. Tutta l'illuminazione permanente viene utilizzata come illuminazione di sicurezza.

Per quanto riguarda la galleria S. Veronica, considerando la lunghezza della galleria e quanto indicato dalle norme di riferimento, con particolare riferimento alla norma UNI 11095/11, il presente progetto prevede la sola illuminazione permanente. Anche in questo caso le linee elettriche di alimentazione saranno con il conduttore in rame del tipo FG18M16. Non sono previsti sistemi di gestione e regolazione dell'impianto.

Per quanto riguarda la galleria S. Antonio Sud, il progetto prevede la installazione di proiettori con tecnologia a LED. Le linee elettriche di alimentazione saranno del tipo FG18M16 per i rinforzi e la permanente normale e FTG18(O)M16 per la permanente in emergenza. Le caratteristiche generali, ed il sistema di funzionamento previsto, sarà lo stesso di quello utilizzato per la galleria Guinza.

11.3 Impianto di illuminazione per l'evacuazione

Tale impianto è previsto per le gallerie naturali Guinza e S. Antonio Sud. Il progetto prevede la fornitura e posa in opera di un impianto di illuminazione di sicurezza costituito da corpi illuminanti a led posizionati a distanza di circa 12,5 metri l'uno dall'altro per tutta la lunghezza della galleria, su entrambi i lati. L'impianto permetterà, in caso di incendi e quindi di sviluppo di fumi, di illuminare le vie di esodo e di individuare da parte degli utenti e degli addetti al soccorso le dotazioni per la sicurezza antincendio e le stazioni di emergenza, in quanto i led installati si troveranno al di sotto della cortina di fumo prodotta dall'incendio.

11.4 Impianto idrico antincendio

Secondo le indicazioni del D.Lgs. n. 264/2006 e della Circolare Anas n. 17/06 e s.m.i. per la galleria Guinza e la galleria S. Antonio Sud, aventi lunghezza maggiore di 500 metri, è necessaria la realizzazione di un impianto idrico antincendio composto da idranti, gruppo di pressurizzazione e riserva idrica. L'impianto è destinato proteggere le gallerie e secondo le indicazioni gli idranti saranno posizionati ad una distanza di 150 metri, all'interno degli armadi di emergenza.

Il sistema di accumulo della riserva idrica e del gruppo di pressurizzazione di cui al presente progetto prevede la installazione di due punti di stoccaggio (uno per la galleria Guinza e uno per la galleria S. Antonio).

11.5 Impianto di rivelazione incendi

Per la sola galleria Guinza, tra i sistemi e impianti finalizzati alla sicurezza attiva, il progetto prevede la realizzazione di un impianto di rivelazione di incendi. Il sistema di rivelazione è di tipo lineare basato sull'impiego di un cavo in termosensibile digitale, di unità di inizio linea, di unità di fine linea, unità di test per cavo termosensibile digitale, centrale di rilevamento incendio

11.6 Impianto di mitigazione incendio.

Per la sola galleria Guinza, contestualmente alla realizzazione dell'impianto idrico di spegnimento incendi ad idranti, il progetto prevede anche la realizzazione di un impianto di "mitigazione" degli incendi.

Si tratta di fatto di un impianto fisso del tipo sprinkler che utilizza come agente estinguente, una miscela di acqua e schiuma.

Per quanto riguarda il gruppo di pressurizzazione e le tubazioni idriche dorsali, si prevede di implementare le caratteristiche idrauliche di quelli già previsti per l'impianto idrico antincendio ad idranti.

La distribuzione idrica ed il numero degli ugelli è tale da coprire completamente tutta la carreggiata stradale. L'impianto sarà posto in opera sia sulla corsia direzione Fano che sulla corsia direzione Grosseto.

L'impianto è costituito da un gruppo di pressurizzazione che provvede ad alimentare, attingendo dalla vasca di accumulo, una rete antincendio, condivisa con i terminali ad idranti e posata sotto il piano stradale. Da questa si derivano degli stacchi che vanno ad alimentare delle valvole di controllo e comando.

Al verificarsi di un allarme incendio, la valvola ovvero le valvole di comando, corrispondenti alla zona di innesco dell'incendio, si apriranno, realizzando il calo di pressione nella rete che porterà all'avvio della pompa di pressurizzazione ed alla erogazione della portata attraverso gli ugelli prossimi al focolaio.

11.7 Impianto di chiamata colonnine S.O.S.

Le colonnine SOS dislocate all'interno della galleria Guinza e della galleria S. Antonio Sud saranno realizzate e poste in opera in conformità a quanto richiesto dalle Circolari ANAS all'interno di armadi, realizzati in acciaio inox AISI 316 e corredati di tutti gli accessori richiesti.

Gli armadietti di emergenza saranno posizionati su entrambi i lati delle gallerie ad una interdistanza di 150 metri. Essendo posizionati a quinconce, di fatto la distanza tra due armadi, rispetto l'asse della galleria, sarà pari a 75metri.

Tutte le postazioni SOS saranno attrezzate con chiamata telefonica programmabile a quattro servizi preselezionati di soccorso (ad es. soccorso medico, polizia, vigili del fuoco e centrale ANAS) ed attivazione dei segnali di emergenza di tipo composito mediante l'uso di appositi pulsanti allarme.

L'ubicazione delle postazioni SOS è indicata in galleria con apposito cartello luminoso, indicante anche la presenza degli estintori e degli idranti.

All'interno di ogni colonnina SOS, nel vano dedicato, saranno poste in opera tutte le apparecchiature necessarie per il collegamento al sistema di super visione.

11.8 Segnaletica luminosa, semafori e PMV

Per completare l'informazione in caso di emergenza agli utenti della galleria, si predisporrà una idonea segnaletica di emergenza nelle gallerie Guinza e S. Antonio Sud. Naturalmente il numero degli elementi in campo sarà proporzionale alla effettiva lunghezza della galleria.

Essa è composta da un certo numero di segnali verticali bifacciali di tipo retroilluminato dall'interno realizzati con cassonetto in alluminio, installati all'interno della galleria e tali da fornire le indicazioni di emergenza all'utenza stradale anche in presenza di condizioni di scarsa visibilità per fumi (distanze e direzioni delle uscite all'aperto o in luoghi sicuri, presenza di SOS e attrezzature antincendio annesse, segnali compositi di pericolo a "scomparsa" attivabili da SOS).

Detta segnaletica luminosa sarà inoltre integrata da segnali in lamiera di alluminio dotati di pellicole ad alta rifrangenza per le prescrizioni di tipo stradale (delineatori per marciapiedi ecc.) o per l'indicazione della presenza di idranti.

L'apparato segnaletico di emergenza sarà infine completato da pannelli a messaggio variabile del tipo freccia/croce con una indicazione alfanumerica e pannelli full-color.

Si tratta di pannelli posti ai due imbocchi e all'interno della galleria con una interdistanza di 300 metri.

11.9 Impianto di ventilazione

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di ventilazione necessario sia per il "lavaggio" della galleria Guinza durante le condizioni di viabilità normale, che di estrazione dei fumi in caso di incendio.

Si prevede la realizzazione di una ventilazione longitudinale realizzata mediante ventilatori assiali bidirezionali posti a coppia sulla volta della galleria. La posizione ed il numero dei ventilatori sono indicati negli allegati elaborati grafici.

Per la gestione dell'impianto, oltre al sistema di rivelazione incendi di cui sopra, si prevede la installazione di sistemi di rilevazione delle sostanze inquinanti, CO, NO, OP, e dei sistemi per la misurazione della velocità e direzione dell'aria in galleria (anemometri). Sono inoltre previsti sezionatori a servizio di ogni ventilatore.

Per quanto riguarda il numero, le caratteristiche meccaniche ed elettriche, la posizione, il presente progetto, sulla base del calcolo aerulico effettuato, prevede l'installazione di n. 60 ventilatori bi-direzionali, tipo jet-fan, posizionati a coppie.

Le 30 coppie saranno divise in tre zone, zona 1 imbocco lato Fano alimentati dalla cabina C1; zona 2 imbocco centrale, alimentati dalla cabina C2; zona 3 imbocco Grosseto alimentati dalla cabina C3.

11.10 Impianto trasmissione radio in galleria

Al fine di garantire la continuità delle trasmissioni radio per i servizi di pronto intervento, il progetto prevede la realizzazione di un impianto che permetta tali funzioni all'interno della galleria Guinza. Le caratteristiche dell'impianto saranno tali da garantire la continuità di comunicazione, in forma isofrequenziale sincrona, per gli apparati radiomobili palmari o veicolari operanti in banda VHF/UHF sui canali radio di seguito riportati:

- Polizia stradale
- Vigili del Fuoco
- 118
- ANAS
- canale radio FM indicato da ANAS (103,3MHz).

11.11 Impianto TVCC

Al fine di garantire una migliore sicurezza per gli utenti, consistente in un tempestivo intervento degli operatori addetti alla sicurezza in caso di pericoli interni alla galleria stessa, il progetto prevede all'interno della galleria Guinza e della galleria S. Antonio Sud l'impiego di telecamere fisse sul lato di marcia. Naturalmente la consistenza delle telecamere risulta essere inferiore rapportata alla effettiva lunghezza della galleria.

Il numero e le caratteristiche dell'impianto sono riportati negli allegati elaborati grafici. Le telecamere interne saranno posizionate nelle immediate vicinanze delle colonnine SOS sugli imbocchi. L'impianto sarà in grado di monitorare costantemente l'intero tracciato della galleria, compreso l'inquadratura di tutte le colonnine SOS.

Sono previste inoltre delle telecamere a servizio degli spazi esterni destinati a contenere le cabine elettriche e gli altri manufatti previsti dal progetto (controllo delle aree recintate di proprietà di Anas.)

11.12 Impianto controllo traffico

Per la sola galleria Guinza, per il controllo degli autoveicoli che transiteranno in galleria, il progetto prevede la realizzazione di un impianto di controllo del traffico realizzato con stazione geo radar e sistema laser posti ai due imbocchi. Il sistema permetterà di segnalare eventuali anomalie del traffico e quindi generare un allarme in caso di bloccaggio del traffico all'interno della galleria.

11.13 Impianto di telecontrollo e supervisione

Sia per la galleria Guinza che per la galleria S. Antonio Sud, il progetto prevede la realizzazione di un impianto di super visione con trasmissione dei dati in una postazione remota definita dalla stessa Anas. La rete di trasmissione verrà realizzata con cavo in fibra ottica disposto ad anello (all'interno della galleria e nei tratti esterni). Alla rete saranno collegate tutte le apparecchiature presenti in galleria.