

SOCIETA' DI
INGEGNERIA

SI. ME. TE. s.r.l.

Via Treviso n. 12 - 10144 Torino
Tel. 011/7714685 r.a. - Telefax e Modem: 011/745 176
e-mail: info@simete.com
P. IVA: 05060100012

IMPRESA :



PROPRIETÀ :

PROVINCIA DI REGGIO EMILIA
Servizio infrastrutture U.O. Gestione Manufatti
Corso Garibaldi 26 - 42121 Reggio Emilia

**LAVORI DI MS DELLA GALLERIA
DELLA SP 486R NEL COMUNE DI
BAISO**

CUP C57H2100580003

**PROGETTO DI FATTIBILITA'
TECNICO ECONOMICA**
RELAZIONE TECNICA GENERALE

PROGETTISTA
ORDINE DEGLI INGEGNERI
ing. arch. **Roberto MELLANO**
A302 Dott. Ing. Roberto Mellano

RUP Lavori ing. Giuseppe TUMMINO
RUP Servizi Tecnici arch. Raffaella PANCIROLI
DEC Servizi Tecnici ing. Giuseppe TUMMINO

a	03/03/2023	EMISSIONE	L.Ra.	L.Ra.	R.ME.
REV.	DATA	OGGETTO EDIZIONE	DIS.	VERIF.	RIESAME
FILE :			REV:	SCALA :	
10102203ESEstRDC_01a.doc	10102204	PFTstRIL_01	a		

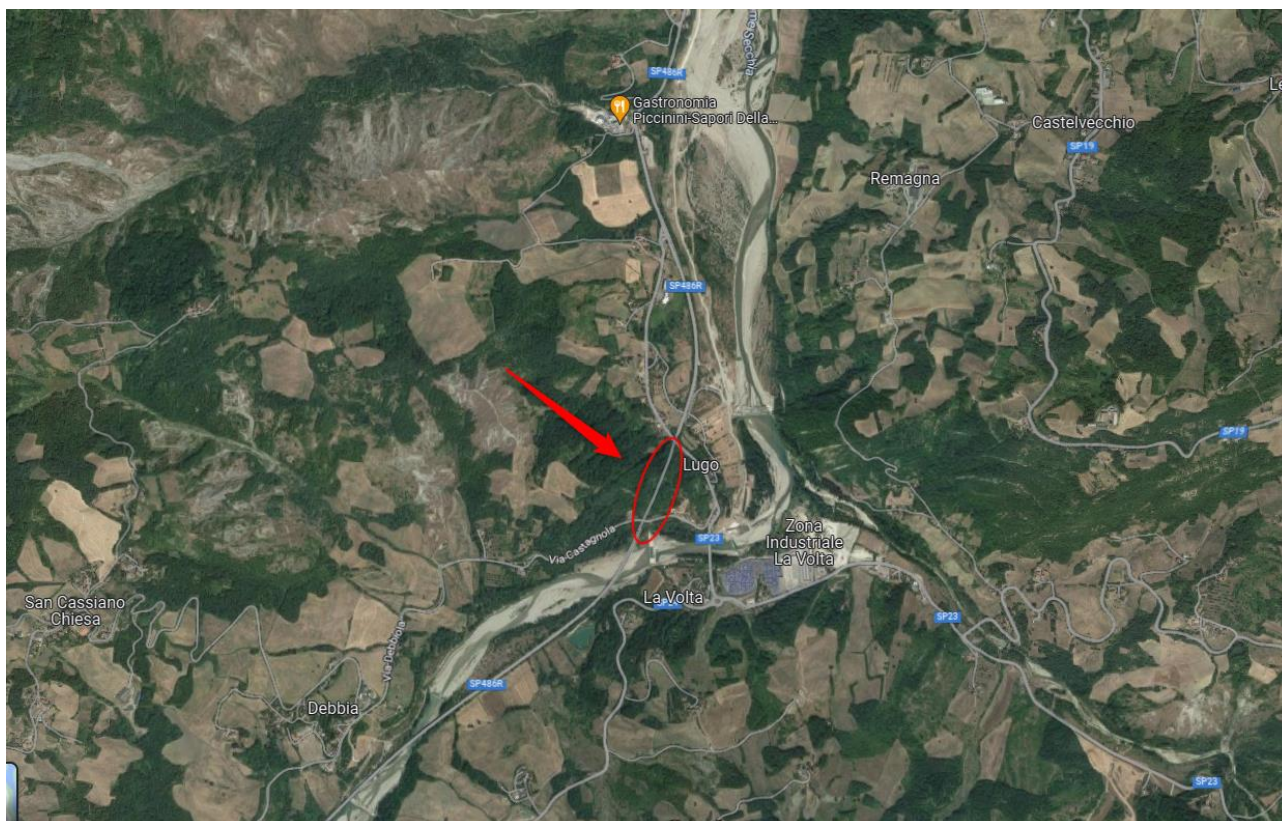
Sommario

1	OGGETTO	3
2	STATO DI FATTO	5
2.1	GENERALITÀ	5
2.2	SOPRALLUOGHI E PIANO INTEGRATIVO INDAGINI	13
3	INDAGINI PRELIMINARI E DOCUMENTAZIONE CONSULTATA	15
4	GEOLOGIA DEL SITO.....	16
4.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	16
4.2	MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DEL SITO.....	17
4.3	INQUADRAMENTO SISMICO.....	18
5	NORMATIVA VIGENTE	20
6	INTERVENTO IN PROGETTO	21
6.1	INTERVENTI SUL RIVESTIMENTO DEFINITIVO: LOTTO 1 E LOTTO 2	21
6.2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI RISANAMENTO DELLA GALLERIA	22
6.3	DESCRIZIONE DELLE FASI DI LAVORAZIONE.....	25
6.4	INTERVENTI SULLA PAVIMENTAZIONE STRADALE	25
6.5	INTERVENTI SUGLI IMPIANTI	25
6.6	INTERVENTI SULLA SEGNALETICA	25
7	GEOMETRIA STRADALE E PRESCRIZIONI SUI FRANCHI	26
7.1	GEOMETRIA STRADALE.....	26
7.2	INTERFERENZE CON OPERE ESISTENTI	26
8	PIANO CATASTALE	27
9	CRONOPROGRAMMA	28

1 OGGETTO

La presente relazione tecnica si inserisce nell'ambito dell'incarico da parte della provincia di Reggio Emilia sulla progettazione esecutiva relativa alla **galleria Ca' Poggioli sulla SP 486R Località Lugo** (coordinate 44.435513, 10.650998) nel comune di Baiso (Re). Si tratta di una galleria di lunghezza di circa 400 m ed è costituita da una serie di conci a curvatura variabile in calcestruzzo. La galleria ha una larghezza massima di 10.10 m circa, l'altezza in chiave è variabile tra 6.43 m e 6.85 m e presenta una copertura massima di 67 m. Tale attività di indagine strutturale su opera esistente verrà condotta ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»" (nel seguito NTC18) e della circolare del ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019 n.7

Si riporta di seguito un estratto di Google Maps.



Estratto Google Maps – Localizzazione Galleria Ca Poggioli

Dai rilievi e le indagini eseguite sono stati riscontrati importanti ammaloramenti del rivestimento definitivo e presenza di infiltrazioni d'acqua. Si prevedono, pertanto, degli interventi volti a garantire l'impermeabilizzazione della galleria e il ripristino del rivestimento definitivo.

Il sottoscritto, quindi, ha provveduto a realizzare un progetto di fattibilità tecnico economica per la manutenzione straordinaria e messa in sicurezza della galleria. Dopo aver proposto diverse soluzioni e aver concordato con la stazione appaltante la migliore possibile da un punto di vista tecnico - economico, si è provveduto a redigere una stima sommaria del costo dell'intervento basandosi sui prezziari della Regione Emilia-Romagna (agg infrannuale 2022) e quelli Anas 2022 Rev 2. Alla luce di queste valutazioni si è stimato un costo dell'intervento sopra descritto di circa 4'700'000 €, somma che al momento non è nella disponibilità della stazione appaltante. In tal senso si è deciso di dividere le attività progettuali in due Lotti, Lotto 1 e Lotto 2, facendo in modo che le attività del Lotto 1 fossero propedeutiche alle attività del Lotto 2 e che al tempo stesso garantissero comunque un incremento di sicurezza della galleria nella fase transitoria tra le lavorazioni dei due lotti.

In sintesi, durante i lavori relativi al Lotto 1, verrà realizzata solo una parte dell'intero intervento in progetto, che, tuttavia, provvederà ad incrementare la sicurezza della galleria nell'arco di tempo che intercorre tra i lavori di realizzazione del Lotto 1 e quelli del Lotto 2.

Il progetto di intervento nel Lotto 1 verrà eseguito fino al termine delle risorse disponibili, nei tratti più gravosi della galleria, come meglio specificato nella relazione di calcolo.

2 STATO DI FATTO

Nel seguente paragrafo verrà descritto lo stato di fatto della galleria oggetto di studio.

2.1 Generalità

La galleria è ubicata lungo la Strada Provinciale 486R che collega le province di Modena e Reggio Emilia, in particolare, l'opera è situata in località Lugo, nel comune di Baiso (RE) ed è rappresentata da una galleria di circa 400 m.

La strada è a singola carreggiata, singola corsia per senso di marcia di ampiezza pari a 3.60m circa. La larghezza dell'intera sede stradale è pari a 8.40m circa con una pendenza monoclinale dell'ordine del 2.5% in direzione Reggio Emilia.

L'andamento altimetrico, invece, mostra una pendenza pari al 2% circa.

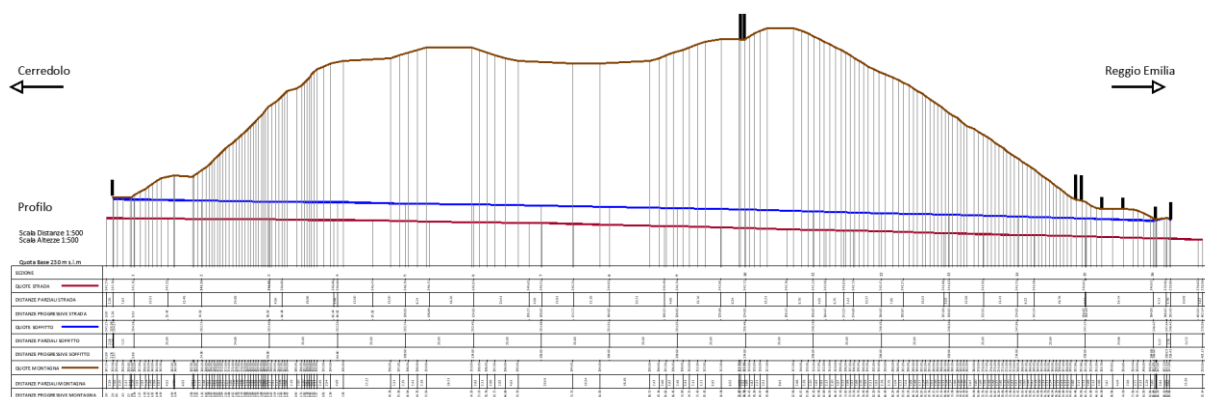


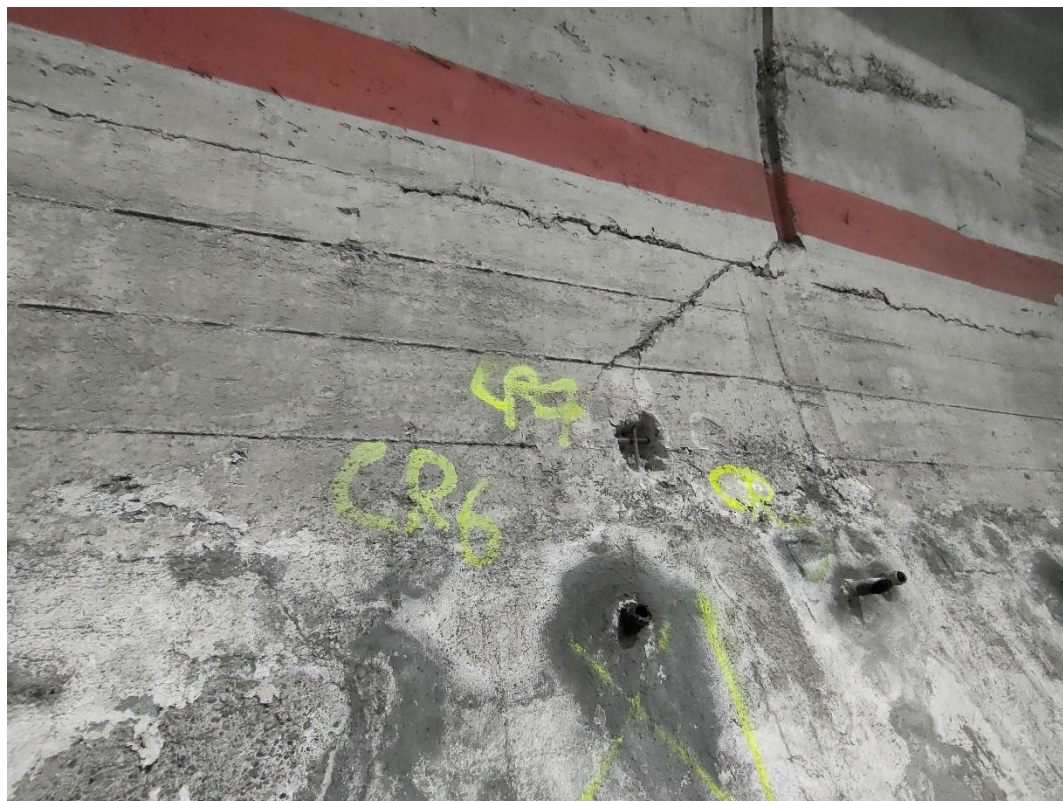
Figura 1 Profilo altimetrico della galleria

Negli archivi della regione non si dispone né degli elaborati progettuali né degli elaborati as built. La geometria della galleria è stata definita dai rilievi topografici eseguiti nel dicembre 2021 da cui risulta che la galleria ha una larghezza massima di 10.10 m circa, l'altezza in chiave varia tra 6.43 m e 6.85 m

Si riportano alcune foto dello stato di fatto, realizzate durante le attività di sopralluogo.



Figura 2 - Vista della galleria





Stato di fatto della galleria – Fessurazioni evidenziate

La galleria è stata oggetto di interventi di manutenzione tra luglio ed ottobre del 2011. Tali interventi sono stati di ripristino corticale, infilaggio di dreni, verniciature dei piedritti. Ad oggi, lo stato di fatto della galleria presenta degrado diffuso sulla superficie del calcestruzzo, come evidenziato nella relazione di diagnostica del manufatto realizzata dall'ing. Arduini su incarico della Provincia di Reggio Emilia. Dalla relazione, a pag.4, si evidenzia come *“il conglomerato non è molto compatto, alla percussione del martello si riesce a fratturarlo e con uno scalpello è possibile rimuoverne i primi centimetri. Anche i ripristini armati non sono perfettamente solidali al supporto, in diverse zone alla battuta del martello la risposta è sorda”*



Stato di fatto – Sezione trasversale

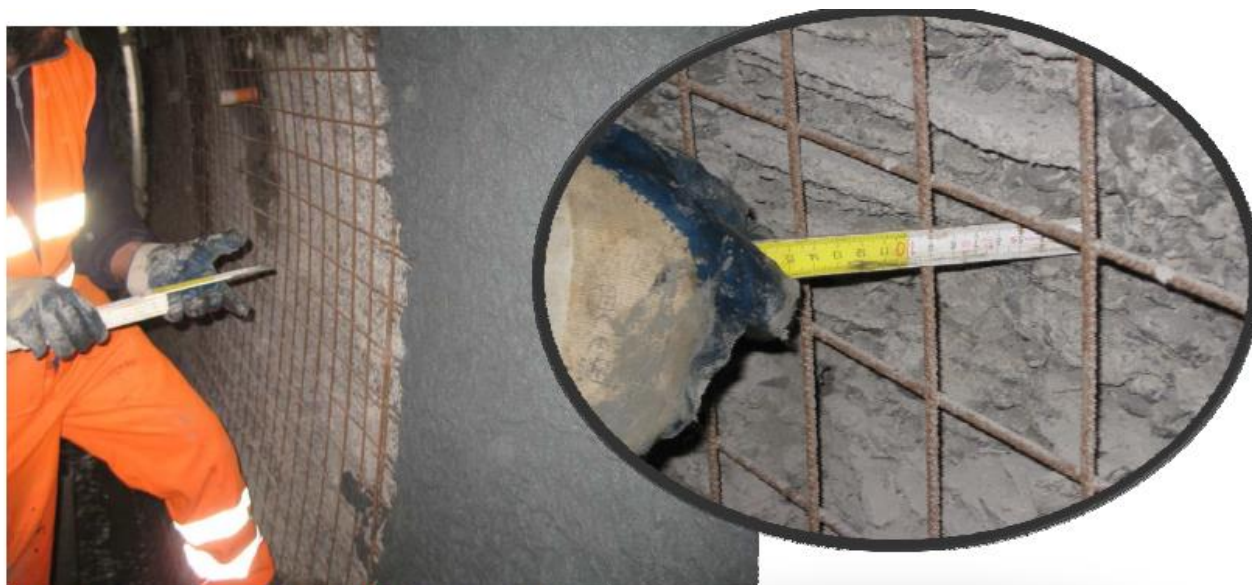


Fig. 2.2 - La rete è distanziata dal supporto, ma la ruvidità per un corretto aggrappo non è sufficiente, mancano perni di collegamento.

Estratto relazione ing. Arduini a pag.5

Durante queste attività di diagnostica la galleria è stata oggetto di rilievo topografico ogni 25 m realizzando quindi 15 sezioni trasversali.

Dai sopralluoghi effettuati e dalla relazione di diagnostica effettuata ne emerge che:

- Le zone con maggiore fessurazione in calotta si trovano tra la sez. 4 e sez. 5 (progressiva +290) che presentano un ricoprimento di terreno di 53 m, e tra la sezione 6 (prog. +265) e la sezione 8 (prog. +215)
- Si presentano lesioni significative tra la sezione 12 (prog. +115 m) e la sezione 13 (prog. +90 m), con un ricoprimento che passa da 51 a 37 m;
- Si presentano lesioni significative anche tra la sezione 1 (+357 m) e la sezione 2 (+380 m) all'imbocco di monte

In generale nella galleria sono emerse corpose infiltrazioni di acqua che si registrano in diverse sezioni della galleria che rappresentò il motivo di intervento nel 2011.

Inoltre, è stata eseguita la caratterizzazione dei materiali mediante prelievo di 3 carote. Dall'elaborazione dei risultati è stata valutata una resistenza a compressione pari a $f_{cm}=18$ MPa circa.

Sono state eseguite anche indagini ultrasoniche, sclerometriche e 5 stendimenti georadar longitudinali oltre a stendimenti trasversali in 3 settori della galleria. Per i dettagli in merito ai risultati

di queste prove si rimanda all'elaborato "DIAGNOSTICA DELLA GALLERIA CASA POGGIOLI"
 Redatto dall'Ing. Arduini (COFORCE) nel 2021.

Nelle tabelle che seguono si sintetizza l'esito degli stendimenti longitudinali. In particolare, è riportato lo spessore del rivestimento, la presenza di armatura ed eventuali difettosità riscontrate. Si evince che lo spessore del rivestimento ha un andamento piuttosto non uniforme e asimmetrico con spessori. Lato valle gli spessori del piedritto sono maggiori (70-120cm) rispetto a quelli di lato monte (50-100cm). Gli spessori di calotta variano da 30 cm a 80 cm.

Tabella 2.1 Sintesi dei risultati delle strisciate longitudinali georadar seguite in direzione Nord-Sud

	Pk (da imbocco Nord)	Estensione tratta [m]	Spessore minimo del rivestimento [m]	Estensione rete metallica all'intradosso [m]	Estensione armatura all'intradosso [m]	Estensione nidi di ghiaia/ vuoti/ fessure [m]	Note
Percorso 1: Piedritto di monte	10÷52	42	60	41	5	4	
	53÷83	30	80	9			
	90÷135	45	80	45			PK 120: zona umida con vecchi dreni
	135÷156	21	75	21			
	156÷166	10		10			
	172÷211	39	60	35			
	213÷234	21	50	18			zona con fratture
	235÷276	41	70	8	15	5	lesioni fino a PK 260
	278÷282	4			4		
	285÷343	58		10	58		PK 310: zona umida
	346÷383	37		17	35	7	
	385÷395	10	100		9		
Percorso 2: Rene di monte	10÷51	41	80		22		
	51÷91	40	80	38	13		
	92÷132	40	55	40			
	136÷165	29	60	29	4	2	
	169÷211	42	60	42			
	213÷233	20	50	20	2		zona con fratture
	234÷275	41	60	41	36	4	zona con fratture
	277÷282	5	58	5			
	284÷325	41	55	41			
	325÷341	16	50	16			
	343÷381	38	50	27	36	10	
	383÷392	9			8		

	Pk (da imbocco Nord)	Estensio ne tratta [m]	Spessore minimo del rivestimento [m]	Estensione rete metallica all'intradosso [m]	Estensione armatura all'intradosso [m]	Estensione nidi di ghiaia/ vuoti/ fessure [m]	Note
Percorso 3: Chiave calotta	10÷51	41	80	28	20		
	52÷92	40	80	40	36	3	
	92÷124	32	35	32	29	4	
	126÷154	28	30	28	32		
	156÷164	8	30	8	8		
	165÷203	38	40	38	34	8	
	205÷226	21	40	21	16		
	226÷242	16					tratto con molte lesioni
	242÷282	40	50	40	36	4	lamiera per allontanamento acque
	283÷287	4	50	4			
	289÷330	41	40	37		4	tratta con lesioni
	330÷347	17	40	17		3	
	349÷384	35	40	35	1	12	
	386÷394	8	40		8		
Percorso 4: Rene di valle	10÷42	32	80	16	14		
	43÷73	30	100	22		3	
	90÷121	31	50	31	6		
	127÷152	25	60	25	8		
	156÷168	12	50	12			
	169÷204	35	50	35			
	205÷227	22		22	5		
	243÷284	41		41	10		
	285÷288	3	40				
	313÷352	39	40	39	14		
	313÷352	39	40	39			
	361÷388	27	35		6		
	389÷395	6			6		
Percorso 5: Piedritto di valle	10÷51	41	100	16	30		
	53÷94	41	100	35			
	97÷137	40	90	32			
	139÷167	28	100	9	28		
	169÷176	7	105	2	7		
	178÷215	37	105	37	26		
	217÷240	23	70	20			
	242÷283	41	120	20	26		
	285÷288	3		3			
	290÷331	41	70	8	32		
	333÷348	15	105		15		
	350÷387	37	105	12	2		
	388÷395	7			7		

Al fine di limitare lo stato di degrado e di riportare in condizioni di sicurezza la galleria si realizza tale attività progettuale, che verrà esplicitata nei prossimi paragrafi.

2.2 Sopralluoghi e piano integrativo indagini

Al fine di valutare lo stato di conservazione degli elementi strutturali, e prendere una prima visione della struttura un primo sopralluogo è stato effettuato in data 19/05/2022 ed è stato realizzato dalla SI.ME.TE. nella figura dell'ing. Mellano coadiuvato dall'ing. Racciatti e dall'ing. Donello; durante questo sopralluogo sono state scattate una serie di fotografie che hanno permesso di valutare in maniera visiva lo stato di conservazione dell'opera.

Erano presenti al sopralluogo i tecnici della Provincia di Reggio Emilia arch. Panciroli e ing. Tummino.

È stato eseguito inoltre un secondo sopralluogo dalla SI.ME.TE. nella figura dell'ing. Mellano coadiuvato dall'ing. Rizzi in data 06/07/2022, risultava presente anche il RUP ing. Tummino.

Al fine di eseguire una progettazione corretta, il sottoscritto ha richiesto delle indagini integrative alla committenza per garantire una migliore definizione delle caratteristiche del terreno e dei materiali costituenti la galleria. Tuttavia, essendo molto limitate le somme a disposizione della stazione appaltante, è stata eseguita una prima campagna di indagine parziale che sarà utile alla redazione di tale progetto di fattibilità tecnico-economica ed alla redazione del progetto esecutivo del Lotto 1.

Il piano delle indagini integrative comprende una serie di indagini di tipo geotecnico finalizzate alla caratterizzazione dei litotipi costituenti le formazioni geologiche in posto. Inoltre, erano previste delle prove per la definizione dello stato tensionale del rivestimento.

Le prove nell'ammasso roccioso prevedono:

- indagini dirette rappresentate da sondaggi a carotaggio continuo
- prove in sito rappresentate prove dilatometriche in foro
- prove e analisi di laboratorio da realizzare sui campioni litoidi raccolti durante le perforazioni dei sondaggi

Le prove sul rivestimento prevedono:

- prove di martinetto piatto sul rivestimento definitivo
- prove di laboratorio di schiacciamento sui campioni di calcestruzzo prelevati nei sondaggi

Per motivi legati alla disponibilità economica, questa campagna di indagini è stata divisa in 2 fasi. Nella prima - attualmente completata - è stata data precedenza al settore centrale della galleria che si presenta più deteriorato (tratta indagini da PK relativa 130÷180 ca da imbocco Sud).

Nello specifico sono stati eseguiti:

- n.2 prove di martinetto piatto sui piedritti (destro e sinistro) della galleria
- n.2 sondaggi inclinati a carotaggio continuo entrambi lunghi 10 m eseguiti in corrispondenza di entrambi i reni della galleria;
- n.1 sondaggio verticale a carotaggio continuo lungo 5 m in corrispondenza dell'arco rovescio;
- su n.8 campioni di roccia e terreno sono stati eseguiti: n.3 prove di compressione uniassiale; n.4 prove di PLT; n.4 determinazioni del peso di volume;
- su n.2 campioni di calcestruzzo sono state eseguite altrettante prove di schiacciamento.

In base alle risultanze dei sondaggi è stato possibile verificare che nel settore indagato l'ammasso roccioso a tergo del rivestimento, almeno nei primi 10 m, presenta qualità geomeccanica da scadente a molto scadente.

In particolare: i sondaggi alle reni (S1 e S2), hanno indagato uno spessore di 1.0-1.3 m di calcestruzzo di rivestimento definitivo, mentre il sondaggio verticale sul piano stradale (S3) ha intercettato circa 1.1 m di pacchetto stradale, nella stratigrafia i successivi 0.9 m sono riportati costituiti da cls+magrone; tuttavia, la reale presenza dell'arco rovescio risulta dubbia. L'ammasso roccioso in posto è risultato costituito da calcareniti, marne calcaree e argille marnose, da intensamente fratturato a completamente destrutturato, alterato e in taluni casi argillificato. L'indice RQD è compreso tra 0 e 10%.

I risultati delle prove di martinetto piatto, eseguite a circa pk 180-190 m dall'imbocco Sud, hanno restituito valori di tensione in sito sul rivestimento compresi tra 2.31 e 2.57 MPa, rispettivamente sul piedritto di monte e di valle.

Per una descrizione più approfondita si rimanda anche alla documentazione e i certificati delle indagini.

Le indagini da eseguirsi nella Fase 2 avranno lo scopo di verificare ed eventualmente confermare le previsioni di intervento e le stime di Fase 1, acquisendo un maggior numero di dati a copertura dell'intero sviluppo della galleria.

.

3 INDAGINI PRELIMINARI E DOCUMENTAZIONE CONSULTATA

Al fine di procedere alla progettazione esecutiva dell'intervento si è consultata la seguente documentazione:

- *Modellazione e caratterizzazione geologico sismica e geotecnica* redatta su commissione del comune di Baiso dallo studio Geologico CENTROGEO nella figura del **Dott. Mazzetti Gian Pietro**
- *Relazione diagnostica della galleria Casa Poggioli* redatta dalla Composite FOR Civil Engineering nella figura dell'ing. **Marco Arduini**
- *Risultati prove in galleria eseguite dalla Albanese perforazioni* fornite dal laboratorio Geotecnico GEOTEST di **Carbone Andrea**

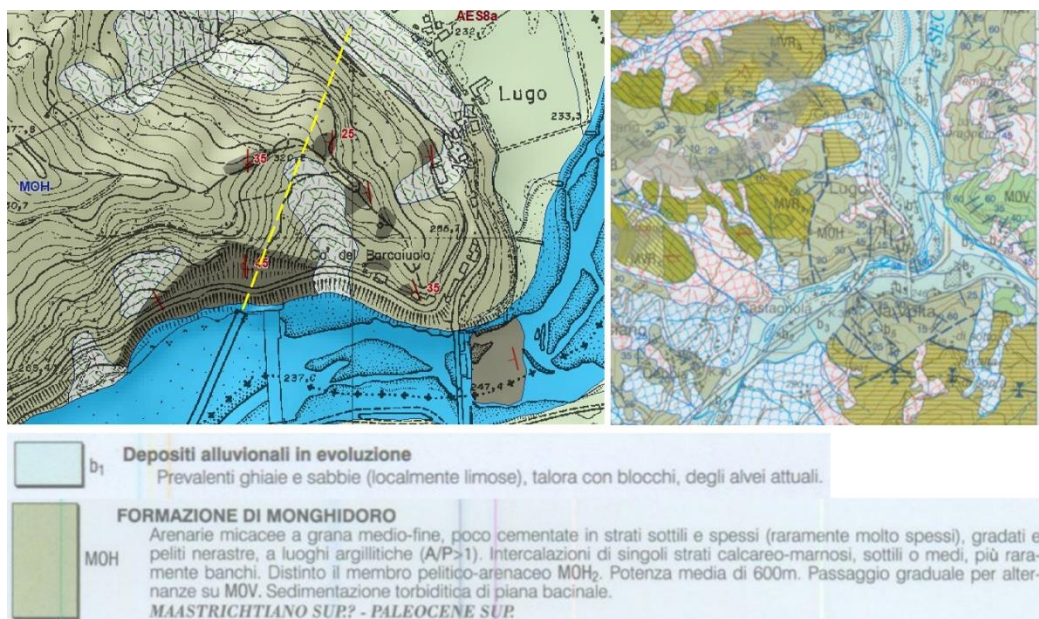
4 GEOLOGIA DEL SITO

4.1 Inquadramento geologico

La struttura geologica del territorio di Reggio Emilia è costituita da complessi di ammassi rocciosi, a falde alloctone, originatisi in distinti ambiti paleogeografici che, in senso sud nord, sono identificabili come Falda Toscana, Falda Ligure e Subligure, Successione Epiligure e Successione del Margine Appenninico. Nella fattispecie, l'ossatura geologica della galleria Casa Poggioli appartiene al Dominio Liguride, precisamente all'Unità Tettonica di Monghidoro.

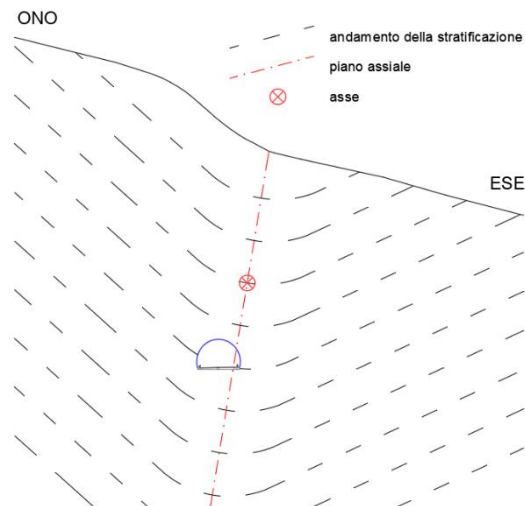
Dal punto di vista stratigrafico, il Foglio Castelnovo Ne' Monti della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 ascrive il rilievo in esame alla **Formazione di Monghidoro**, di spessore complessivo 1000 m: torbiditi arenaceo-pelitici in strati da sottili a spessi con una porzione arenacea basale, a luoghi microconglomeratica, passante a pelite; il rapporto arenaria/pelite è generalmente favorevole alla prima e la cementazione dei litotipi arenacei è variabile, localmente scarsa, e dà luogo a livelli lapidei alternati agli orizzonti pelitici non cementati. Sono presenti, con intercalazione irregolare, alcune torbiditi calcareo-marnose, generalmente in strati da medi a spessi. Sulla base della prevalenza dello spessore dei letti pelitici su quelli arenacei nella parte alta dell'unità sono stati distinti due membri: il membro pelitico-arenaceo (MOH2) ed il membro pelitico (MOH1).

Il medesimo Foglio colloca l'imbocco di monte della galleria all'interno dei **depositi alluvionali** mobilizzati dall'attuale attività fluvio-torrentizia (b1), altresì descritti nella Relazione geologica del PSC di Baiso come ghiaie poligeniche arrotondate con tessitura embriciata, con intercalati livelli sabbiosi e sabbioso limosi presenti in percentuale subordinata.



Cartografia geologica regionale: sx) cartografia geologica della Regione Emilia Romagna; dx) Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000.

Analizzando tali cartografie, emerge come, dal punto di vista strutturale, le giaciture del substrato roccioso compongano una geometria plicativa di tipo **sinforme sinclinale** (schema a lato esemplificativo): gli strati a ovest della galleria immergono a est a franapoggio più inclinato del versante, mentre a est del traforo si osserva un'antitetica immersione verso ovest, a reggipoggio. L'asse della galleria risulta quindi circa parallelo all'asse della piega sinforme così definita, la quale, in virtù della maggiore inclinazione degli strati sul fianco occidentale, si presenta debolmente inclinata verso est con una geometria aperta. Per precisazione: il piano assiale corrisponde al piano che biseca l'angolo tra i fianchi, mentre l'asse è la linea di intersezione tra il piano assiale e la superficie piegata.



4.2 Modello geologico e geotecnico del sito

I sondaggi geognostici effettuati lungo la galleria hanno confermato il **modello geologico** descritto dalla cartografia regionale: a tergo del rivestimento, la **Formazione di Monghidoro** presenta alternanze piuttosto omogenee di torbiditi arenaceo-pelitiche, con subordinati orizzonti a maggiore aliquota carbonatica.

In base alle risultanze dei sondaggi è stato possibile verificare che nel settore indagato l'ammasso roccioso a tergo del rivestimento, almeno nei primi 10 m, presenta **qualità geomeccanica da scadente a molto scadente**. L'indice RQD medio è compreso tra 0 e 10%.



Foto esemplificative dei sondaggi eseguiti: sx) S1 eseguito sul rene di monte, tratto da 0 a 5 m; centro) S2 eseguito sul rene di valle, tratto da 5 a 10 m; dx) S3 eseguito verticalmente sul piano viario, tratto da 0 a 5 m. Si apprezza un'ubiquitaria qualità scadente dell'ammasso roccioso a tergo del rivestimento definitivo.

Dal punto di vista **geomeccanico**, alla luce dei sondaggi geognostici e delle prove di laboratorio, e in particolare a fronte dello stato di fratturazione e alle condizioni delle discontinuità, è stato stimato per l'ammasso roccioso un valore di indice **GSI=20**. Insieme al peso di volume naturale e alla resistenza a compressione uniassiale, definiti dalle prove di laboratorio, tali valori hanno permesso di definire i parametri di resistenza e di deformabilità dell'ammasso roccioso attraverso il criterio di rottura di Hoek-Brown e Mohr-Coulomb.

L'elaborazione dei risultati descritti in precedenza ha portato alla definizione dei seguenti **parametri geotecnici caratteristici** di progetto:

Unità	GSI	σ_c [MPa]	γ [kN/mc]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E [MPa]	ν [-]
UG1	20	24	22-25	100-125	30-35	200-300	0.3

dove:

γ : il peso di volume; σ_c : resistenza alla compressione uniassiale; c : la coesione efficace;

ϕ' : l'angolo di attrito; E: il modulo elastico; ν : coefficiente di Poisson.

4.3 Inquadramento sismico

Sulla base della D.G.R. n. 1164 del 23/07/2018 il Comune di Baiso (RE) ricade in **Zona 3 – Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti** caratterizzata da accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante con probabilità di superamento del 10% in 50 anni corrispondente a $0,05\text{ g} < a_g \leq 0,15\text{ g}$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica, disponibile sul sito dell'INGV, indica che il comune di Baiso ricade in una zona contraddistinta da valori di $0.150 \leq a_g \leq 0.2$, come sintetizzato nella figura seguente.

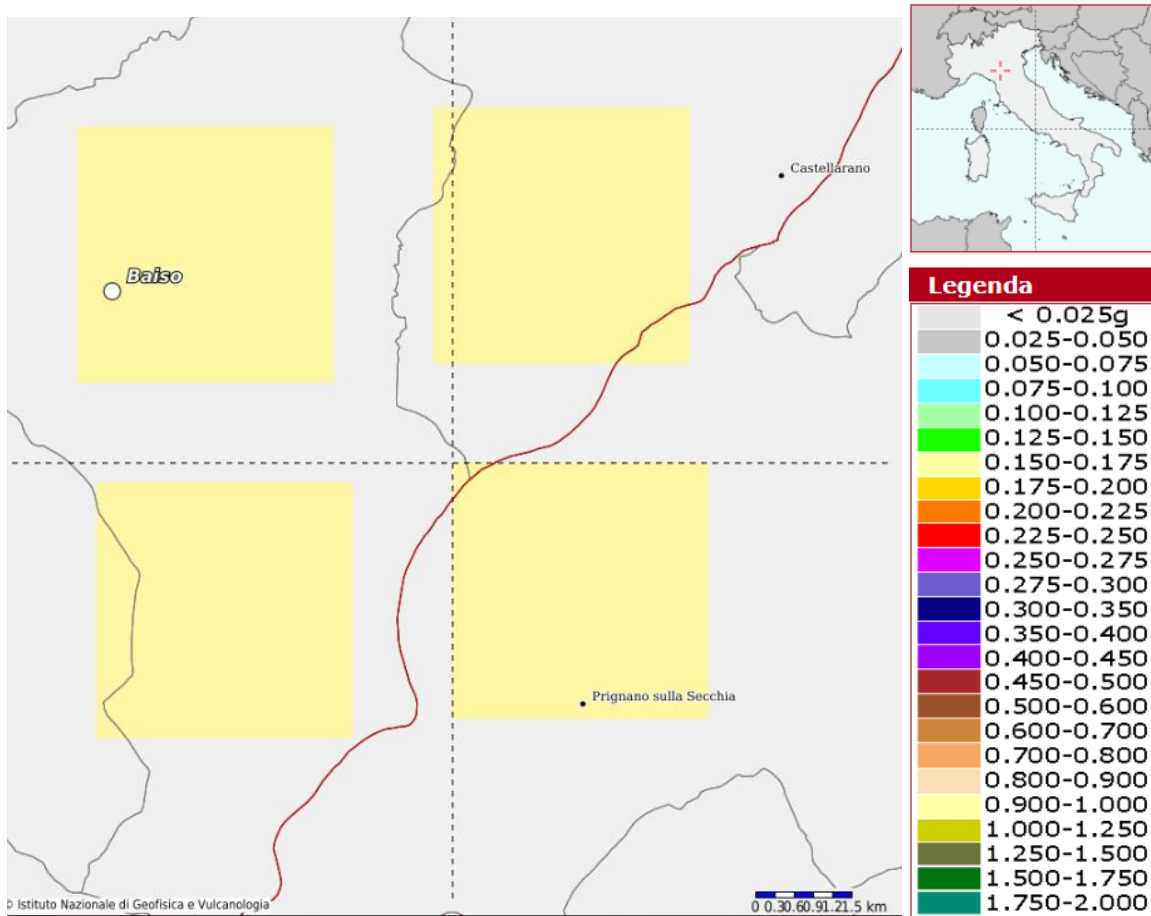


Figura 3 Mappa della pericolosità sismica (INGV) per probabilità di superamento pari a 10% in 50 anni - Comune di Baiso

Per la valutazione dei coefficienti sismici, utili per la simulazione del sisma nelle analisi relative al dimensionamento delle parti strutturali delle opere, si è fatto riferimento alle seguenti grandezze:

- Vita nominale dell'opera: $V_N=50$ anni;
- Classe d'uso dell'opera: III;
- Coefficiente relativo alla classe d'uso: $C_u=1.5$;
- Categoria di sottosuolo: B;
- Categoria topografica: T1.

5 NORMATIVA VIGENTE

Per la valutazione della sicurezza della galleria in oggetto di studio è stata seguita la nuova circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti dal titolo *“Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio delle gallerie esistenti”*

In affiancamento a tali norme sono state consultate anche le Nuove Norme Tecniche per le costruzioni (DM 17/01/2018) e la relativa Circolare Esplicativa (n.7 del 21/01/2019).

6 INTERVENTO IN PROGETTO

Dato lo stato di conservazione della galleria e le problematiche riscontrate durante le indagini e le diffuse infiltrazioni, si prevede di realizzare un nuovo rivestimento in calcestruzzo armato di spessore pari a 30cm su tutta la lunghezza della galleria. Per non ridurre la sezione utile della galleria è previsto l'alesaggio (fresatura e idrodemolizione in presenza di armatura all'intradosso), la posa di un telo impermeabile e il getto di un rivestimento definitivo con calcestruzzo autocompattante visto lo spessore limitato del getto. Tubi di drenaggio posizionati a tergo del rivestimento all'altezza della muretta raccolgono e conferiscono all'esterno le acque di infiltrazione a tergo del nuovo rivestimento. Vista l'assenza dell'arco rovescio, il nuovo rivestimento va vincolato al piede tramite micropali.

La riduzione dello spessore del rivestimento in fase transitoria - e prima del getto del nuovo guscio di rivestimento - necessita dell'esecuzione della bullonatura radiale in calotta prima dell'alesaggio.

Questa soluzione è allineata con diversi interventi che ad oggi si eseguono sulla rete stradale/autostradale nazionale.

Per quanto riguarda il getto, sono state valutate due alternative: getto con predalles e getto con cassero. La prima soluzione è stata abbandonata causa un costo eccessivo di questa soluzione (Δcosto : 1.25 milioni circa)

Nei paragrafi successivi si riportano dettagli dell'intervento.

6.1 Interventi sul rivestimento definitivo: lotto 1 e lotto 2

L'intervento strutturale sul rivestimento definitivo della galleria per il suo intero sviluppo si prevede eseguibile in due fasi causa limitazione di risorse economiche.

Nel lotto 1, si eseguirà la bullonatura radiale sulle le tratte di galleria più deteriorate (circa 86m in totale). Nel lotto 2, si completerà la bullonatura sulla parte rimanente e si eseguirà l'intervento del progetto (alesaggio, micropali, posa impermeabilizzazione, getto rivestimento).

Come precedentemente anticipato, tra il lotto 1 e 2 si completeranno le indagini integrative che permetteranno di dimensionare l'intervento in funzione delle effettive condizioni dell'ammasso roccioso. Infatti, in questa fase progettuale si assume che le condizioni avverse riscontrate tra le PK 130÷180 circa dall'imbocco Sud rimangano le stesse lungo tutto lo sviluppo della galleria.

Visto il tempo che intercorre tra lotto 1 e completamento dell'intervento (lotto 2), per motivi di sicurezza in esercizio è prevista l'applicazione di una doppia rete elettrosaldata galvanizzata in calotta nella tratta interessata dall'intervento del lotto 1. Questo è necessario in quanto non si può

escludere che durante le perforazioni, causa vibrazioni, si possono creare delle condizioni precarie di delimitazione di piccole porzioni del rivestimento attualmente deteriorato con rischio di caduta durante il tempo che trascorre tra lotto 1 e 2.

6.2 Descrizione dell'intervento di risanamento della galleria

L'intervento completo da attuare sulla galleria, come accennato in precedenza, consiste nell'esecuzione di carotaggi nel rivestimento esistente per consentire la perforazione e la messa in opera degli ancoraggi in vetroresina. A seguito di tale lavorazione, quindi, sarà possibile procedere alla bullonatura della galleria mediante 4 o 5 elementi in vetroresina tipo "Flat bar" di lunghezza pari a 6 m, cementati e rivestiti da una guaina espandente in geotessuto. La disposizione dei bulloni è da eseguire a quinconce con interasse pari a 1m.

Successivamente all'installazione dei bulloni, a seguito dell'alesaggio mediante fresatura meccanica o idrodemolizione (ove presente armatura in intradosso) del rivestimento esistente della galleria, demolendo anche parte della banchina stradale al fine di consentire la perforazione e l'esecuzione dei micropali al piede. Questi ultimi presentano diametro di perforazione Ø200 mm, armatura con tubo in acciaio S355 Ø139.7/8 mm, lunghezza di 8m disposti con interasse pari a 2m e iniezione ripetuta (IRS).

Prima della realizzazione del rivestimento definitivo armato, viene posata l'impermeabilizzazione costituita da un telo in PVC di spessore pari a 2mm e da uno strato di tessuto non tessuto. Le acque di infiltrazione che scorrono sopra suddetto telo sono raccolte mediante un tubo di raccolta ubicato all'altezza delle murette che consente il convogliamento e l'allontanamento delle stesse. Il getto del rivestimento definitivo, di spessore pari a 30 cm, è da eseguirsi mediante cassetta scorrevole ed è realizzato con calcestruzzo autocompattante di classe C32/40 a ritiro compensato; l'armatura a flessione del rivestimento è realizzata mediante 5+5 barre Ø22, l'armatura a taglio è costituita da staffe Ø12/40/30cm.

Si riporta di seguito la sezione tipo dell'intervento completo da realizzare.

SEZIONE TRASVERSALE TIPOLOGICA

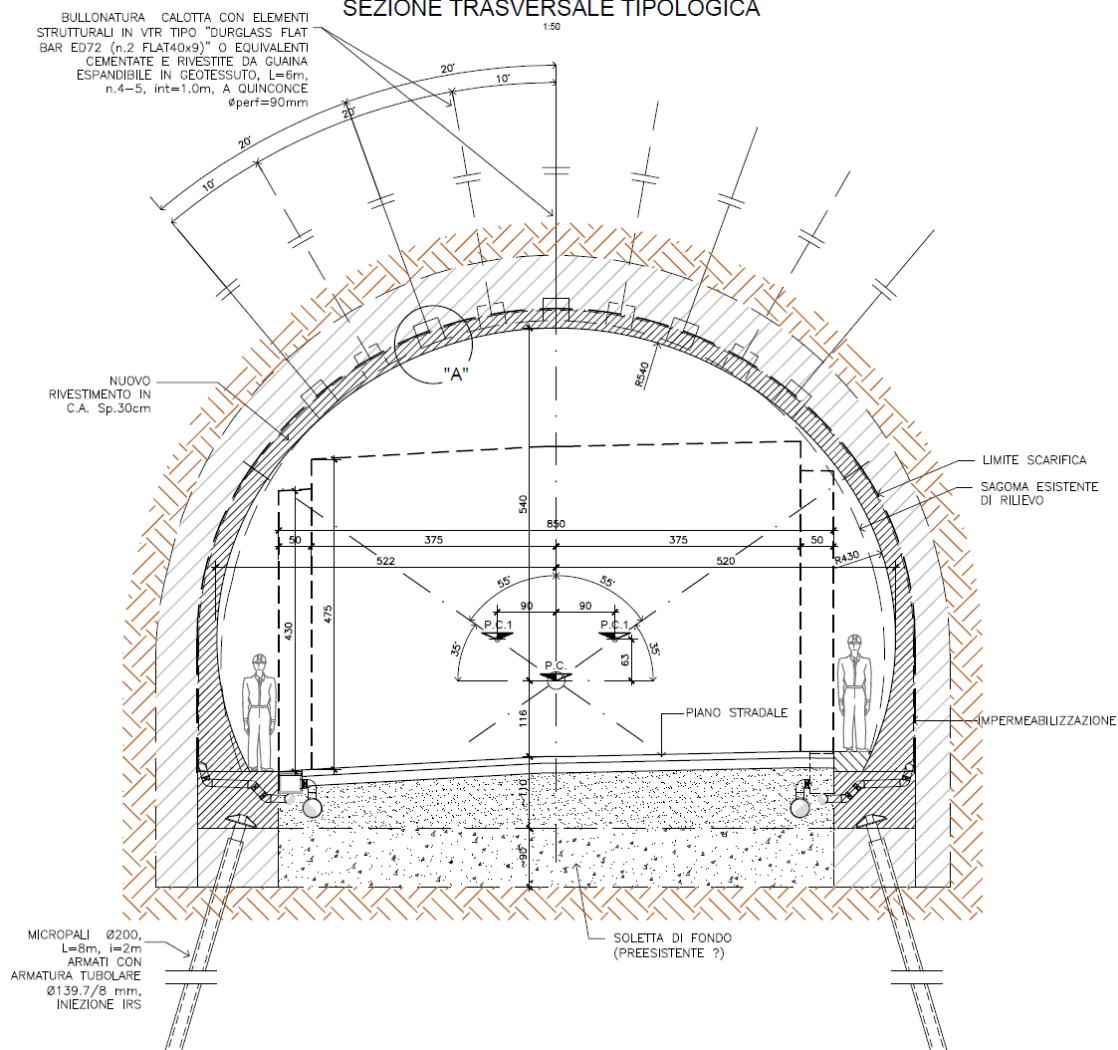


Figura 4 - Sezione trasversale tipologica dell'intervento di risanamento in progetto

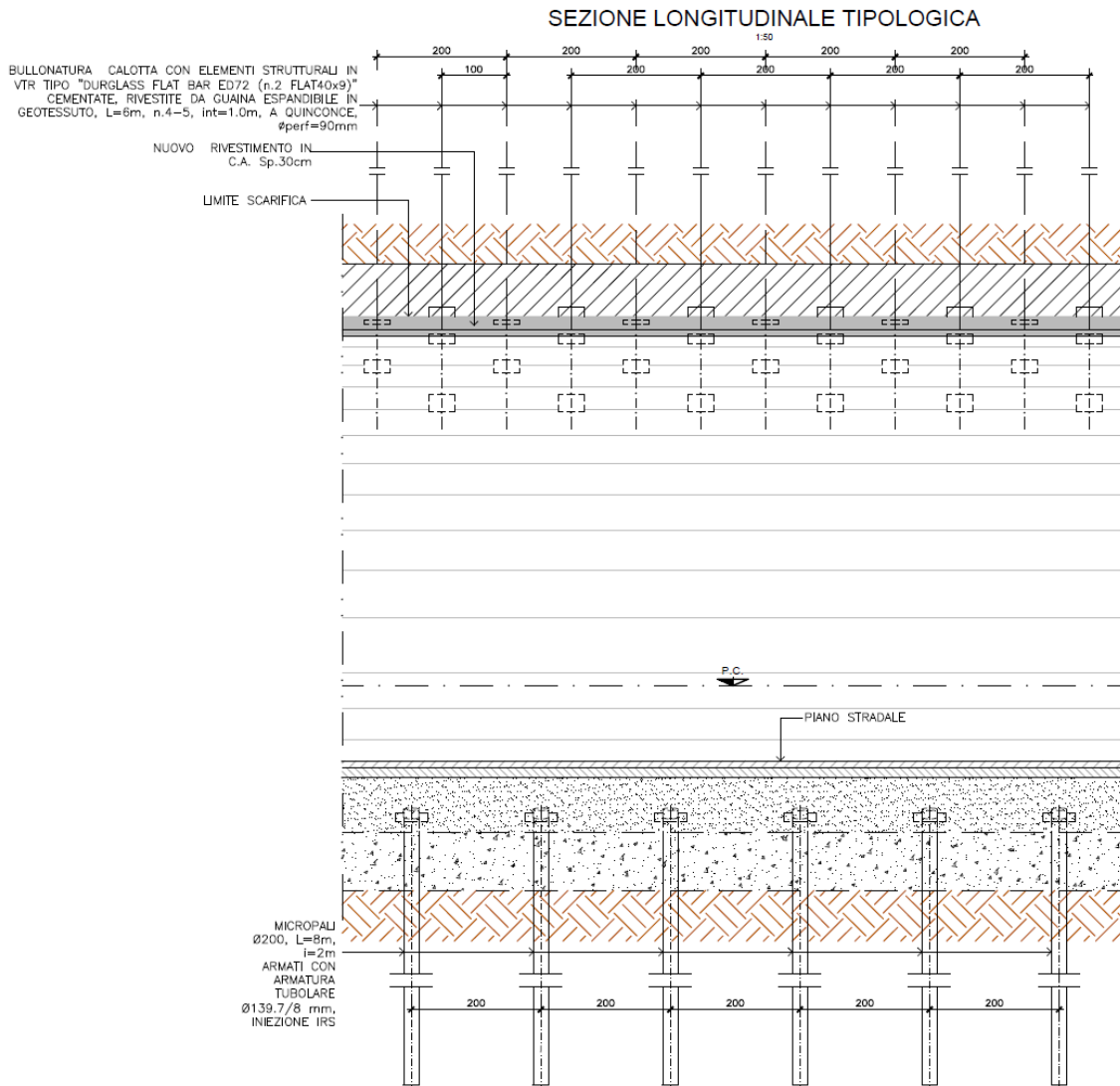


Figura 5 Sezione tipologica longitudinale dell'intervento

PARTICOLARE "A"

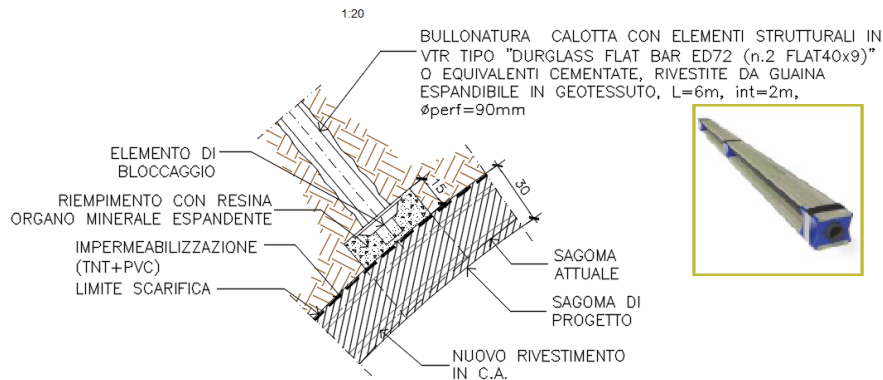


Figura 6 - Dettaglio ancoraggio in calotta

6.3 Descrizione delle fasi di lavorazione

Si descrivono di seguito le fasi di esecuzione degli interventi Lotto 1 e Lotto 2:

1. Esecuzione delle tasche di alloggiamento degli ancoraggi;
2. Perforazione, inserimento e cementazione dei bulloni in VTR;
3. Riempimento delle tasche mediante resina organo minerale espandente e installazione rete protettiva zincata e ancorata mediante ancoranti chimici (solamente per il lotto 1);
4. Fresatura meccanica del rivestimento per uno spessore di 30 cm (o idrodemolizione dove presente armatura all'intradosso);
5. Demolizione di una parte di sede stradale in corrispondenza delle banchine per alloggiamento micropali;
6. Esecuzione micropali e alloggiamento dei tubi di scarico in corrispondenza delle murette;
7. Armatura e getto del cordolo alle murette;
8. Posa dell'impermeabilizzazione;
9. Posa dell'armatura e del cassero;
10. Getto in opera del rivestimento in un'unica fase ai piedritti e in calotta;
11. Completamento del sistema di drenaggio e ripristino del pacchetto stradale;
12. Ripristino impianti, rifacimento segnaletica, opere di finitura

Si rimanda allo specifico elaborato grafico redatto per le fasi relative alle lavorazioni per i dettagli.

6.4 Interventi sulla pavimentazione stradale

Durante le fasi di lavorazione del lotto 2 è prevista la scarifica ed il rifacimento della pavimentazione stradale.

6.5 Interventi sugli impianti

Durante le fasi di lavorazione del lotto 2 è opportuno prevedere la sistemazione e la messa in sicurezza degli impianti esistenti all'interno della galleria.

6.6 Interventi sulla segnaletica

Al termine delle attività di cantiere e di ripristino della pavimentazione stradale è prevista la realizzazione/ripristino della segnaletica verticale ed orizzontale all'interno della galleria.

7 GEOMETRIA STRADALE E PRESCRIZIONI SUI FRANCHI

7.1 Geometria stradale

L'intervento in progetto non altera in alcun modo il tracciato stradale esistente. Rimangono intatti quindi sia il tracciato che le quote altimetriche dello stesso.

7.2 Interferenze con opere esistenti

L'intervento non interferisce con alcun tipo di opera.

8 PIANO CATASTALE

Le lavorazioni saranno eseguite con la chiusura della galleria al traffico. L'area di cantiere non occuperà alcuna particella di proprietà privata; pertanto, non sono previsti espropri o indennizzi per occupazioni temporanee.

9 CRONOPROGRAMMA

La stima della durata dei lavori è stata suddivisa per lotti. Per il lotto 1 si stima una durata di 15 settimane e quindi pari a 105 giorni naturali e consecutivi.

GALLERIA CASA POGGIOLI (L=391.5m)	settimane	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
		365gg																																		
LOTTO 1 (estensione intervento 86m)																																				
Installazione cantiere	1																																			
Rimozione (localizzata) impianti, lamiere,...	1																																			
Carotaggio rivestimento per tasche bulloni	2																																			
Installazione (perforazione + cementazione) ancoraggi in VTR	6																																			
Riempimento tratta carotata con resina espandente ed installazione rete	2																																			
Ripristini, pulizia, rimozione cantiere	2																																			

Per il lotto 2 la stima della durata dei lavori ammonta a 52 settimane e quindi pari a 365 giorni.

GALLERIA CASA POGGIOLI (L=391.5m)	settimane	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
		365gg																																																			
LOTTO 2 (a seguito dell'ultimazione del lotto 1)																																																					
Installazione cantiere	2																																																				
Rimozione impianti esistenti in galleria	2																																																				
Carotaggio per tasche bulloni (estensione 305.5m)	4																																																				
Installazione (perforazione + cementazione) ancoraggi in VTR (estensione 309.5m)	8																																																				
Rimozione reti tratta Lotto 1 (86m)	2																																																				
Fresatura piano stradale per abbassamento piano viario	2																																																				
Fresatura (e idrodemolizione dove presente armatura) piedritti, reni e parzialmente la calotta per tratti di 50 mt (2 settimane per 50m) e demolizione per alloggiamento nuovo cordolo micropali	16																																																				
Perforazione ed installazione micropali e iniezione IRS	12																																																				
Riempimento tratte carotate con resina espandente (305.5m)	4																																																				
Posa Impermeabilizzazione	8																																																				
Ricostruzione Cordolo di fondazione	8																																																				
Posa armatura	8																																																				
Getto nuovo rivestimento	7																																																				
Scavo per la posa delle reti di smaltimento delle acque bianche di calotta e di raccolta dei liquidi infiammabili	3																																																				
Posa delle infrastrutture a rete interrate	3																																																				
Pavimentazione	4																																																				
Impianti	5																																																				
Pulizia e rimozione cantiere	1																																																				