

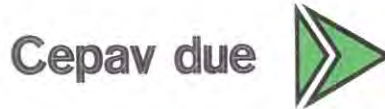
COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale Brescia-Verona

PROGETTO ESECUTIVO

GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05)

PK 120+772.00

Relazione generale

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Rocanta) Data: <u>06 OTT 2018</u>	Valido per costruzione Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	R O	G I 0 5 0 0	0 0 2	A

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data: 21/09/18	
A	Emissione	<u>LUCIA</u>	21/09/18	<u>MERLINI</u>	21/09/18		
B							
C							

CIG. 751447334A File: INOR11EE2ROGIO500002A.doc

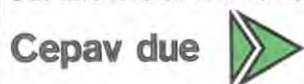


Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

Stampato dal Service di plottaggio ITALFERR S.p.A. ALBA s.r.l.

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GI 050 0 002

Rev.
A

Foglio
2 di 18

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
1.1.	OGGETTO E SCOPO	3
1.2.	BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	3
2.	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	5
3.	NORMATIVE E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO.....	7
3.1.	SPECIFICHE TECNICHE DI RIFERIMENTO.....	7
4.	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	8
4.1.	INQUADRAMENTO GENERALE.....	8
4.2.	OPERE PROVVISORIALI.....	9
4.3.	SEZIONI TIPO STRUTTURALI	11
5.	ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI	15
5.1.	IMBOCCO LATO EST.....	16
5.1.1.	<i>Definizione della stratigrafia di riferimento.....</i>	<i>16</i>
5.1.2.	<i>Andamento della falda.....</i>	<i>17</i>
5.1.3.	<i>Valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici.....</i>	<i>17</i>

1. INTRODUZIONE

1.1. Oggetto e scopo

Oggetto specifico del documento è la descrizione generale delle opere e degli interventi da realizzarsi per l'imbocco della galleria naturale Lonato lato Verona (GI05).

La galleria Lonato Est (GA07), si articola secondo due canne distinte: l'asse dispari è compreso tra le progressive 6+591 e 7+944.700 (lunghezza 1356m) mentre l'asse pari si estende tra 120+772.000 e 122+128 (lunghezza 1356m). Essa costituisce il tratto approccio sul lato est, alla omonima galleria naturale (GN02) e si sviluppa secondo un tracciato che tende ad affiancarsi all'autostrada A4 Milano – Venezia. Le due canne della galleria presentano il massimo distanziamento in corrispondenza dell'imbocco in naturale, mentre sono affiancate sull'uscita Est.. Il tracciato presenta ovunque una sezione trasversale scatolare monocanna a singolo binario tranne nella zona in prossimità dell'ingresso lato Est, dove le due canne a sezione scatolare si toccano in modo da costituire una sezione scatolare a doppio binario con setto centrale.

1.2. Breve descrizione del progetto

Nell'ambito del tracciato della linea ferroviaria Alta Velocità/ Alta Capacità Milano-Verona, la galleria Lonato, comprende la galleria naturale a doppia canna più lunga della tratta, con una lunghezza complessiva di circa 4.8 km. L'opera complessiva, compresa tra le progressive 114+535 e 122+250 riferite all'asse del binario pari, è suddivisa principalmente in sette parti d'opera distinte (WBS):

- TRINCEA DI APPROCCIO LONATO OVEST (TR04), corrispondente a una trincea di muri ad U, della lunghezza di 30 m, di approccio alla galleria artificiale ovest;
- IMBOCCO LONATO OVEST (GI03), corrispondente ad una paratia di pali tirantata e un consolidamento a tergo delle paratie di uscita della fresa;
- GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06), corrispondente ad una galleria artificiale di lunghezza complessiva pari a 1425 m, con un primo tratto monocanna, a doppio binario, con sezione scatolare, ed un secondo tratto a canne separate con sezione scatolare;
- GALLERIA NATURALE LONATO (GN02), corrispondente ad una galleria naturale a doppia canna a singolo binario, scavata in meccanizzato con lunghezze di 4782 m e 4748 m, tra le progressive 115+990 e 120+772;
- IMBOCCO LONATO EST (GI05), corrispondente ad una paratia di pali tirantata, un consolidamento a tergo delle paratie di uscita della fresa e delle opere di scavo del versante a tergo della paratia;
- GALLERIA ARTIFICIALE LONATO EST (GA07), corrispondente ad una galleria artificiale di lunghezza complessiva pari a 1356 m, con un primo tratto monocanna, a doppio binario, con sezione scatolare, ed un secondo tratto a canne separate con sezione scatolare;
- TRINCEA DI APPROCCIO LONATO EST (TR05), corrispondente a una trincea di muri ad U e una trincea a cielo aperto, della lunghezza di 121 m, di approccio alla galleria artificiale est;

Per quanto concerne l'opera principale costituita dalla galleria naturale, il cui scavo è previsto con l'impiego di una TBM del tipo EPB.

La Galleria Lonato è ubicata poco a sud dell'omonimo abitato di Lonato in adiacenza ad una zona industriale; il tracciato ferroviario interferisce dopo circa 350 m dal primo inizio (nel verso delle progressive crescenti) con

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GI 050 0 002

Rev.
A

Foglio
4 di 18

l'Autostrada A4 Milano – Venezia, al di sotto della quale dovranno passare le due canne della galleria Lonato con una copertura, rispetto all'autostrada, di circa 10 m.

Il rivestimento della galleria sarà realizzato in conci prefabbricati, che fungono anche da rivestimento definitivo, posti in opera dalla macchina immediatamente dopo ogni fase di avanzamento, ad una ridotta distanza dal fronte.

2. ELABORATI DI RIFERIMENTO

Nel seguito si riporta l'elenco elaborati della del progetto esecutivo della WBS GI05.

GI05 - GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA PK 120+772.00

CODICE											DESCRIZIONE
INOR	11	E	E2	R	O	GI	05	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Relazione di confronto PD/PE
INOR	11	E	E2	R	O	GI	05	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Relazione generale
INOR	11	E	E2	C	L	GI	05	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Relazione di calcolo opere provvisionali
INOR	11	E	E2	C	L	GI	05	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Relazione di calcolo opere provvisionali - allegati numerici
INOR	11	E	E2	R	O	GI	05	0	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Relazione monitoraggio opere all'aperto
INOR	11	E	E2	P	9	GI	05	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Scavi - Interventi di consolidamento della zona d'imbocco
INOR	11	E	E2	P	9	GI	05	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Scavi - Planimetria
INOR	11	E	E2	F	9	GI	05	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Scavi - Profili longitudinali
INOR	11	E	E2	W	9	GI	05	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Scavi - Sezioni trasversali
INOR	11	E	E2	B	Z	GI	05	0	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Scavi - Planimetria, sezioni, armatura pista di cantiere
INOR	11	E	E2	P	9	GI	05	0	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Sviluppata paratia di imbocco tratte A, B, C
INOR	11	E	E2	P	9	GI	05	0	0	004	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Sviluppata paratia di imbocco tratte M, L, I1
INOR	11	E	E2	B	Z	GI	05	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Particolari costruttivi paratie
INOR	11	E	E2	B	Z	GI	05	0	0	004	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Armatura pali paratie (Tav. 1/2)
INOR	11	E	E2	B	Z	GI	05	0	0	005	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Armatura pali paratie (Tav. 2/2)
INOR	11	E	E2	P	Z	GI	05	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Planimetria e sezioni monitoraggio paratie e scavi
INOR	11	E	E2	P	9	GI	05	0	0	005	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Sistemazione Definitiva - Planimetria
INOR	11	E	E2	F	9	GI	05	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Sistemazione Definitiva - Profili longitudinali
INOR	11	E	E2	W	9	GI	05	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Sistemazione Definitiva - Sezioni trasversali
INOR	11	E	E2	4	T	GI	05	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Tabella materiali
INOR	11	E	E2	B	Z	GI	05	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Scavi - Protezione sbancamenti - Sezioni e particolari
INOR	11	E	E2	B	B	GI	05	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Dima di imbocco e solettone di spinta - Carpenteria 1/2
INOR	11	E	E2	B	B	GI	05	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Dima di imbocco e solettone di spinta - Carpenteria 2/2
INOR	11	E	E2	B	Z	GI	05	0	0	006	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Dima di imbocco e solettone di spinta - Armatura 1/3
INOR	11	E	E2	B	Z	GI	05	0	0	007	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Dima di imbocco e solettone di spinta - Armatura 2/3
INOR	11	E	E2	B	Z	GI	05	0	0	009	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 -

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GI 050 0 002

Rev.
A

Foglio
6 di 18

Dima di imbocco e solettone di spinta - Armatura 3/3

INOR	11	E	E2	C	L	GI	05	0	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO VERONA (GI05) - PK 120+772.00 - Relazione di calcolo dima di imbocco
------	----	---	----	---	---	----	----	---	---	-----	---

3. NORMATIVE E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO

Il quadro normativo alla base della presente revisione progettuale viene nel seguito riportato:

- **D. M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 (NTC 2008)** "Nuove Norme tecniche per le costruzioni"
- **CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617** "Istruzione per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008"
- **Legge 05.11.1971 n. 1086** "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- **UNI EN 1992-1-1 novembre 2005 (EC2)** "Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1: Regole generali e regole per edifici"
- **UNI EN 1998-5 gennaio 2005 (EC8)** "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica– Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici"
- **Regolamento U.E. nr. 1299/2014 della commissione del 18 novembre 2014** relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea. Pubblicato su Gazzetta Ufficiale anno 156° n°10 del 5 febbraio 2015.
- **Regolamento U.E. nr. 1303/2014 della commissione del 18 novembre 2014** relativo alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell'Unione europea (*norma STI*)
- **AICAP-AGI (2012). Ancoraggi nei terreni e nelle rocce.** Raccomandazioni

3.1. Specifiche Tecniche di Riferimento

La presente revisione progettuale, fa riferimento al nuovo Manuale di Progettazione RFI.

- Manuale di Progettazione delle Opere Civili. Parte II – Sezione 4 – Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A). Emissione 30/12/2016;
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili. Parte II – Sezione 3 – Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A). Emissione 30/12/2016;
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili. Parte II – Sezione 6 – Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A). Emissione 30/12/2016;
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili. Parte II – Sezione 2 – Ponti e strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A). Emissione 30/12/2016;
- Specifica funzionale per il sistema di protezione e controllo accessi delle Gallerie Ferroviarie (RFI DPO PA LG A). Emissione 5/5/2008;

4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

4.1. Inquadramento generale

L'imbocco lato Verona della Galleria Lonato (GI05) è situato nel comune di Desenzano del Garda ad Est dell'abitato di Colombara e a Sud dell'autostrada A4 e si pone all'interno dei depositi fluvio-glaciali dell'allogruppo di Lonato e San Giorgio caratterizzati dalla presenza di ghiaie e sabbie, ghiaie e sabbie limose, ghiaia fine con ciottoli, ghiaia grossolana con ciottoli e con presenza di clasti. Le letture piezometriche condotte sui piezometri installati in prossimità di tale zona mostrano come la falda sia prevalentemente situata al di sotto delle quote di fondo scavo o, in alcune tratte di limitata estensione, coincidente o di poco superiore alla quota di fondo scavo.

In Figura 4.1 si presenta una planimetria di imbocco.

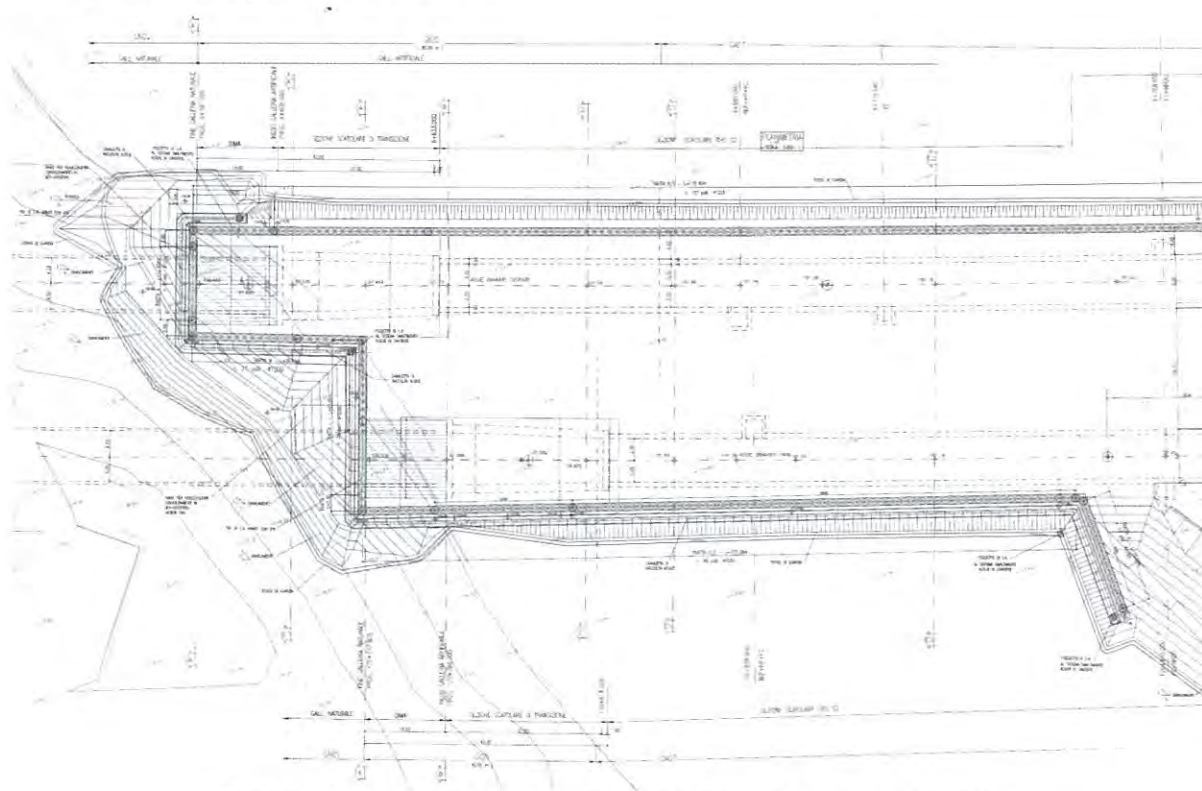


Figura 4.1: Planimetria della zona di imbocco nella galleria naturale

Le opere ricadenti nella WBS GI05 sono:

- opere di scavo a tergo degli imbocchi;
- consolidamenti in jet-grouting a tergo paratie per entrambe le canne;
- opere di sostegno degli scavi canna dispari dalla progressiva d'imbocco fino a progressiva 6+671 (L=80 m);
- opere di sostegno degli scavi canna pari dalla progressiva d'imbocco fino alla progressiva 120+812 (L=40m);
- rampa di accesso al piazzale;

- dima di imbocco;
- solettone di appoggio per la partenza della fresa;
- struttura di spinta.

L'asse dispari della galleria Lonato Est comincia effettivamente alla progressiva 6+605.00, dopo 14 metri di dima di attacco alla galleria naturale. Il primo concio, lungo 28 metri, presenta una sezione di transizione scatolare di dimensioni variabili, poggiante su un solettone che sarà adoperato anche come base ed elemento di contrasto per la TBM-EPB durante le fasi di avvio dello scavo meccanizzato della galleria naturale. Stesso discorso vale per l'asse pari (partenza a 120+786 dopo 14 m di dima di attacco, e successivo concio di scatolare di transizione lungo 28 m).

Il concio di transizione scatolare ha la funzione di raccordo delle dimensioni interne tra la sezione con un centro della dima (il cui raggio dipende da quello della galleria naturale) e la sezione corrente scatolare monocanna – singolo binario. Dopo tale manufatto la galleria artificiale GA07 presenta una sezione scatolare monocanna su entrambi i binari.

4.2. Opere provvisionali

Nelle planimetrie in Figura 4.2 e Figura 4.3 si presentano le opere necessarie per il raggiungimento dei piani di scavo per la realizzazione della galleria artificiale Lonato Est nella zona che va dall'imbocco fino alla progressiva 121+100. Le opere provvisionali che vanno dall'imbocco fino alla pk 121+812 BP e 6+671 BD circa sono oggetto della WBS GI05. Le opere provvisionali oltre queste progressive sono parte della WBS GA07.

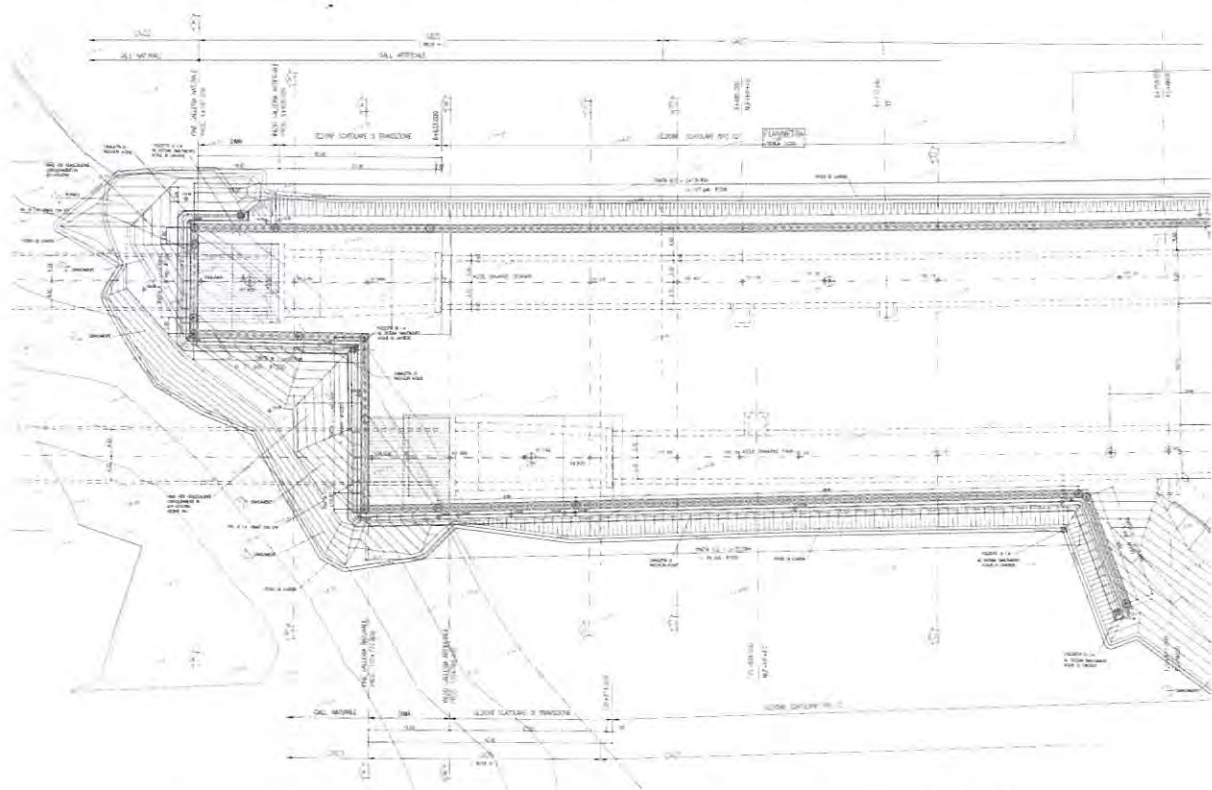


Figura 4.2 – Planimetria di scavo imbocco lato Verona galleria artificiale Lonato

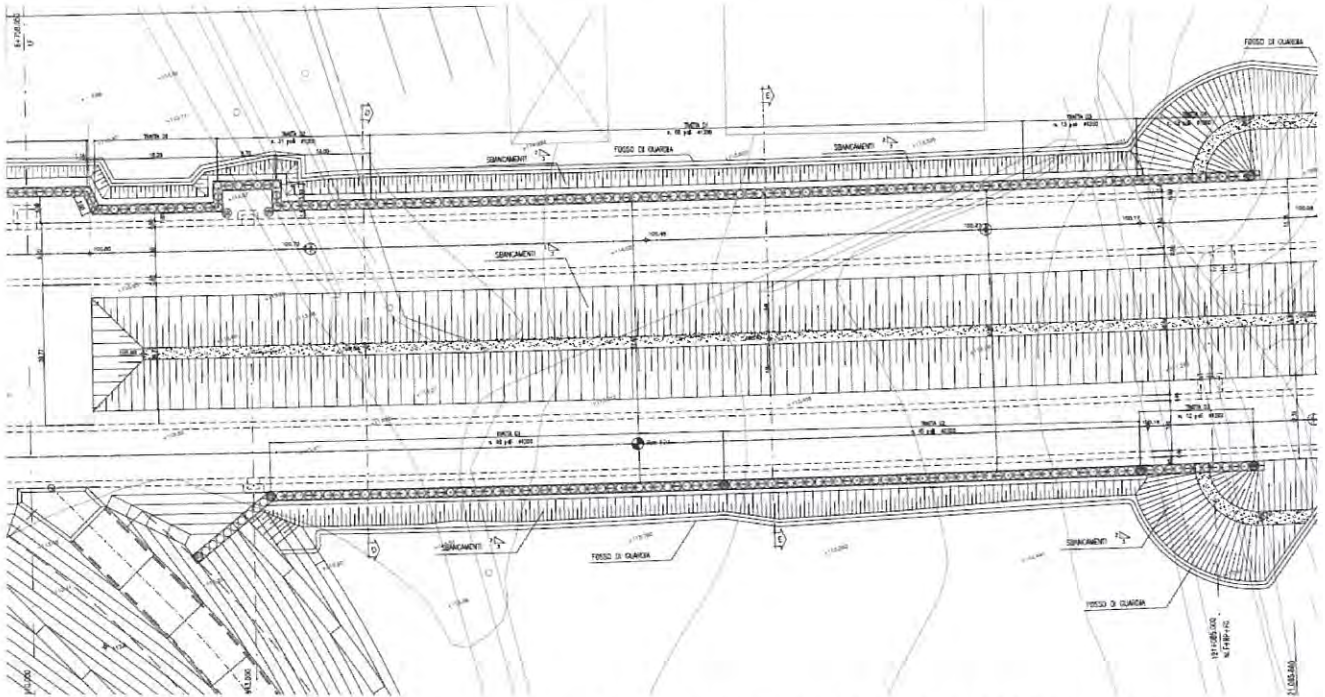


Figura 4.3 – Planimetria di scavo delle opere provvisorie in corrispondenza dell'azienda Serraglio

Nella zona a tergo dell'imbocco della galleria naturale sono previsti degli scavi di pendenza 1/1 protetti con uno strato di 10 cm di spritz-beton armato con rete e barre in acciaio di lunghezza 6m disposte a maglia quadrata di lato 2m per il raggiungimento del quota necessaria alla realizzazione del piano da cui eseguire l'intervento in jet-grouting. Lo scavo successivo, necessario per il raggiungimento della quota di testa dei pali, avrà pendenza 3(o)/2(v).

Nella parte d'imbocco della galleria naturale e fino alla pk 121+100 (canna pari) le opere di sostegno degli scavi saranno costituite da paratie di pali di grande diametro $\phi 1200$ mm a passo 1,4 m di lunghezza variabile da 27 m a 7 m contrastate principalmente con 1 o 2 ordini di tiranti a 3, 4 o 5 trefoli.

La realizzazione della paratia e dello scavo avverranno secondo le seguenti fasi operative:

- 1) preparazione del piano di lavoro fino alla quota di testa dei pali;
- 2) realizzazione dei pali;
- 3) realizzazione della trave in c.a. di collegamento in testa pali.
- 4) scavo di sbancamento fino alla profondità di -0.50 m rispetto alla quota del tirante;
- 5) perforazione, posa in opera e pretiro dei tiranti del livello in esame;
- 6) Ripetizione delle fasi 4 e 5 nel caso di più ordini di tiranti;
- 7) scavo di sbancamento fino alla quota di fondo scavo finale.

In corrispondenza della zona di uscita della fresa verrà realizzato un tampone in jet grouting a tergo delle paratie costituito da colonne $\phi 1200$ mm con maglia 80cmx80cm di lunghezza massima 16 m fino a circa 11 m di distanza dall'imbocco. In tale zona verrà realizzato un tirante sulla trave di testa per evitare interferenze con lo scavo della galleria naturale e le armature dei pali saranno costituite da barre in vetroresina al fine di agevolare l'uscita della fresa.

La realizzazione della paratia e dello scavo avverranno secondo le seguenti fasi operative:

- 1) preparazione del piano di lavoro per l'esecuzione del tampone in jet grouting ed esecuzione dello stesso;

- 2) esecuzione della perforazione a vuoto dei pali dal piano di esecuzione del jet, fino al raggiungimento della quota di testa di progetto a cui segue la perforazione e l'esecuzione del palo;
- 3) realizzazione della trave in c.a. di collegamento in testa pali;
- 4) scavo di sbancamento fino alla profondità di -0.50 m rispetto alla quota del tirante;
- 5) perforazione, posa in opera e pretiro dei tiranti;
- 6) ripetizione delle fasi 4 e 5 nel caso di più ordini di tiranti;
- 7) scavo di sbancamento fino alla quota di fondo scavo finale.

In corrispondenza dell'imbocco è prevista una rampa di accesso al piazzale di imbocco la cui sezione tipologica prevede delle scarpate provvisorie di pendenza 3(o)/2(v) ed un muro ad U provvisorio di larghezza variabile e con pareti di altezza massima pari a 2m.

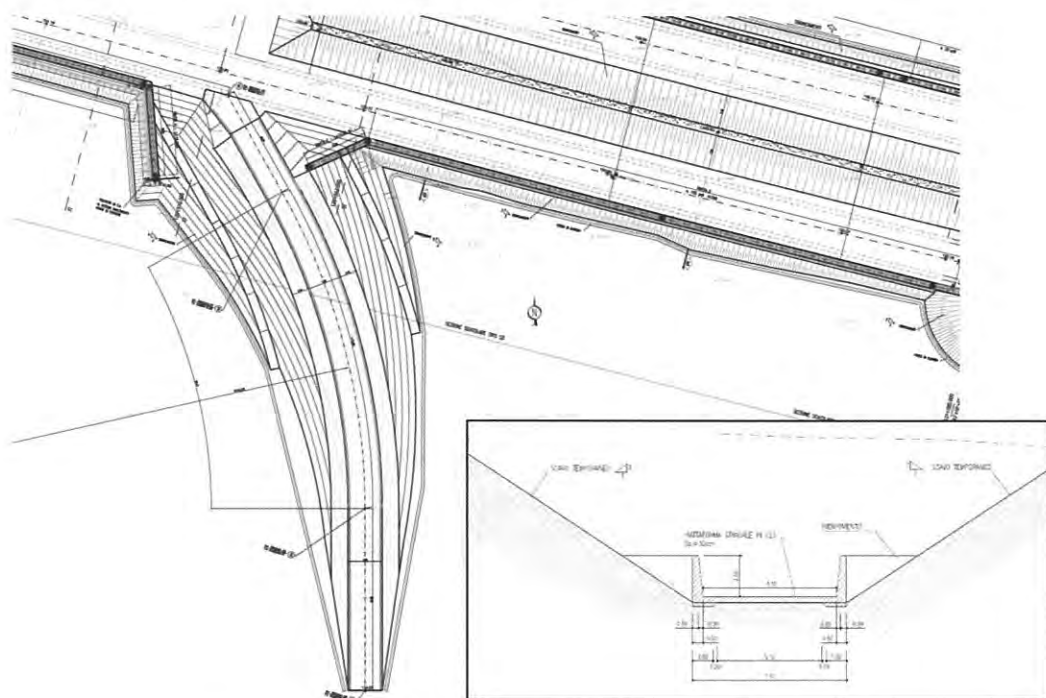


Figura 4.4 – Planimetria della rampa di accesso e sezione tipologica muri ad U

4.3. Sezioni tipo strutturali

Le opere strutturali che ricadono nell'area di imbocco sono:

- Dima di imbocco
- Scatolare di transizione
- Sezione scatolare corrente.

La prima di queste opere è parte della WBS GI05 mentre le altre due opere sono parte integrante della GA07.

La zona di transizione, immediatamente successiva alla dima lunga 14 m, è costituita da un tratto di sezione scatolare di lunghezza pari a 28 m per entrambi gli assi (separati).

La zona di transizione, immediatamente successiva alla dima lunga 14m, è costituita da un tratto di sezione scatolare di lunghezza pari a 28 m per entrambi gli assi (separati).

La dima è una struttura policentrica in c.a. al cui interno saranno installati i medesimi conci della galleria naturale. Il rivestimento esterno della dima ha un spessore di 1,25 m in chiave calotta e 1,40 m sul piedritto mentre il solettone ha uno spessore di 1,4 m per i primi 6 m dall'imbocco e per gli ultimi 8,5 m, nella zona intermedia per una lunghezza di 27,5m il solettone ha uno spessore di 4,00 m necessario per assorbire la forza dovuta alla spinta della TBM.

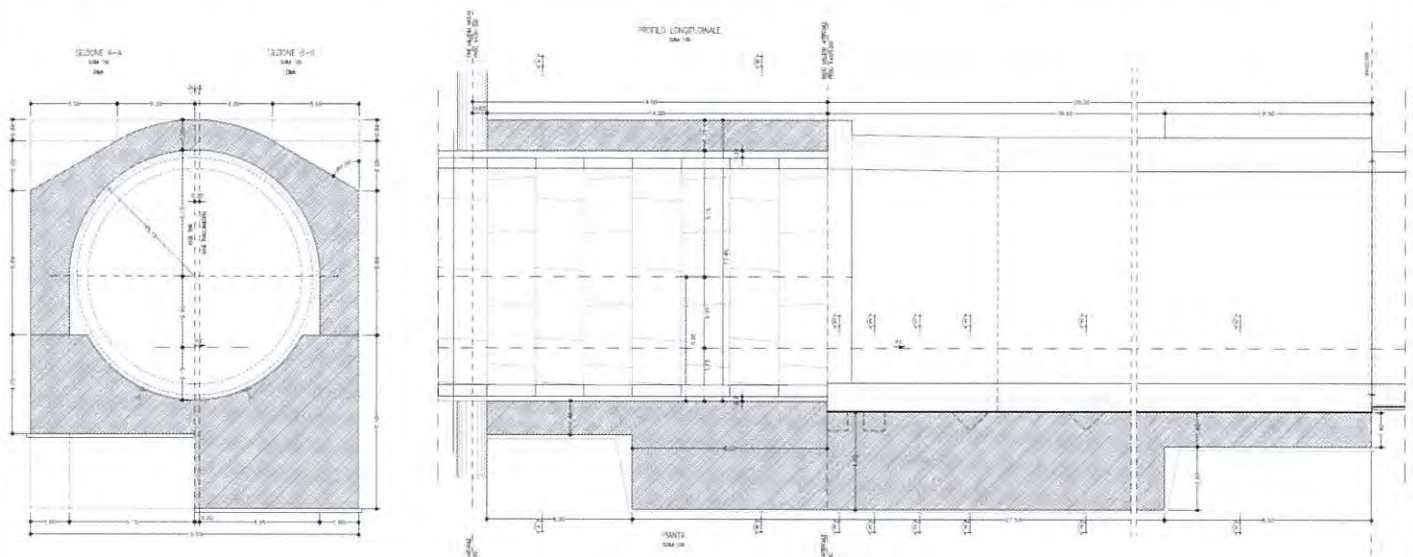


Figura 4.5 – Profilo e sezione dima

La sezione di transizione serve per realizzare il raccordo tra la sezione circolare avente diametro 8,80 m derivante dalla galleria naturale e la sezione scatolare avente luce netta pari a 7,40 m.

Tra la dima e lo scatolare di transizione viene posta una sezione di raccordo tra le due denominata “veletta” la cui sezione trasversale è l’unione delle due strutture.

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GI 050 0 002

Rev.
A

Foglio
13 di 18

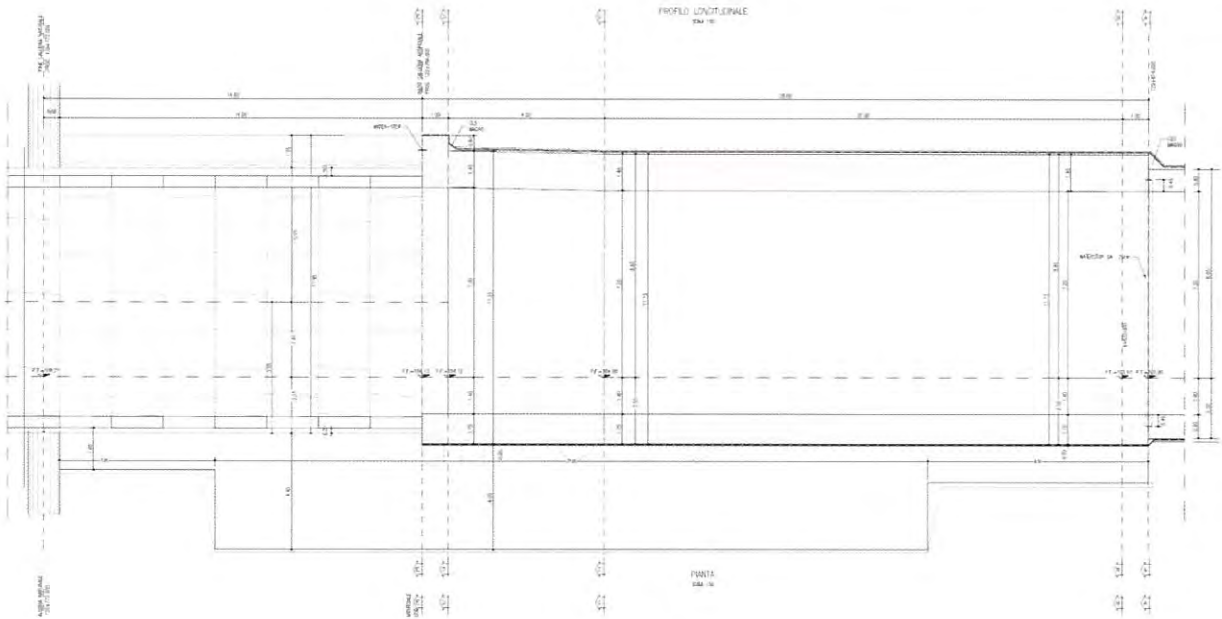


Figura 4.6 - Profilo dima e scatolare di transizione

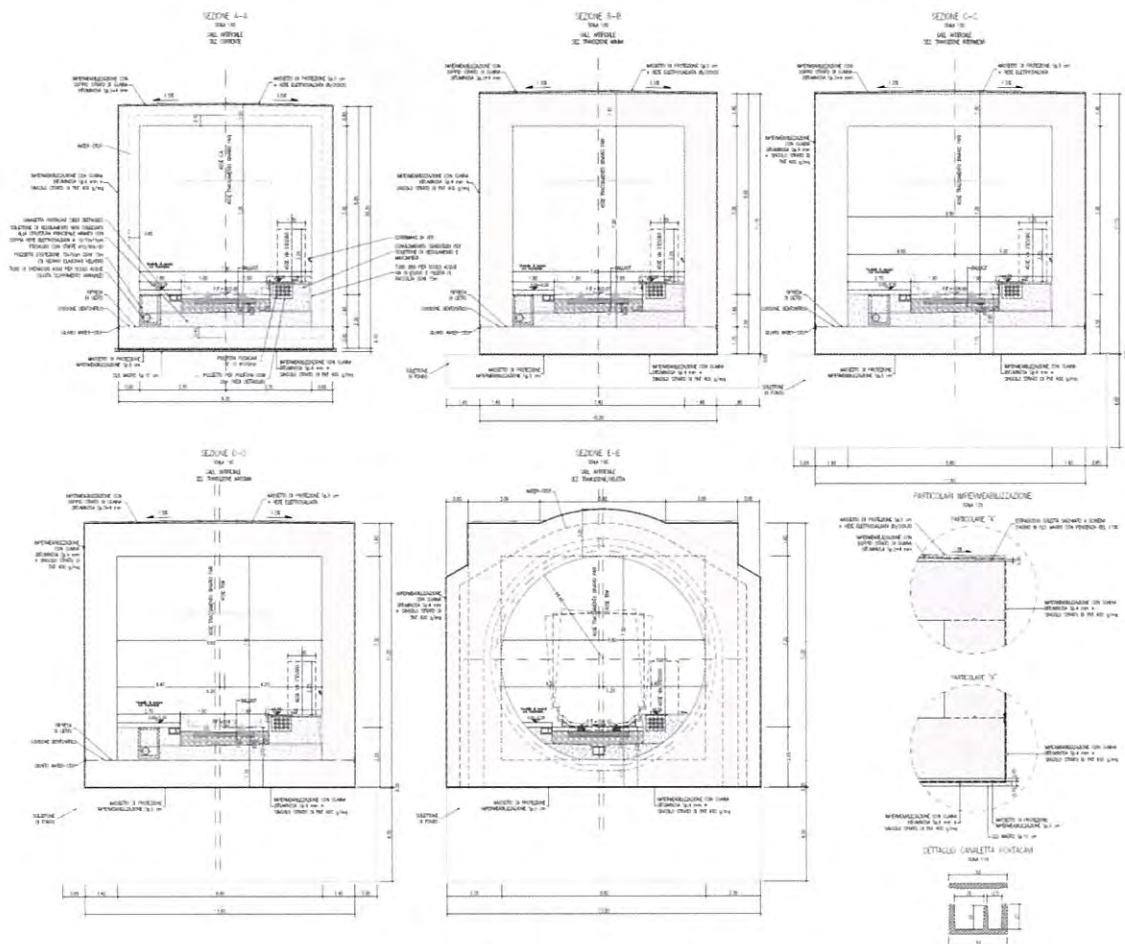


Figura 4.7 - Sezioni scatolare di transizione

Dopo tale struttura inizia la galleria artificiale scatolare a sezione costante la cui carpenteria e armatura variano in funzione delle coperture. In tale struttura è generalmente rimasta invariata la carpenteria rispetto al PD mentre sono variate le armature che tengono conto di tutte le opportune combinazioni di carico richieste dalle normative vigenti.

L'avvio della TBM-EPB avverrà per entrambe le canne dall'imbocco lato Verona, pertanto in questo imbocco è stata prevista la struttura di metallica di contrasto per l'avvio della TBM-EPB detto anche "castello di spinta". Si presenta il modello di calcolo in figura

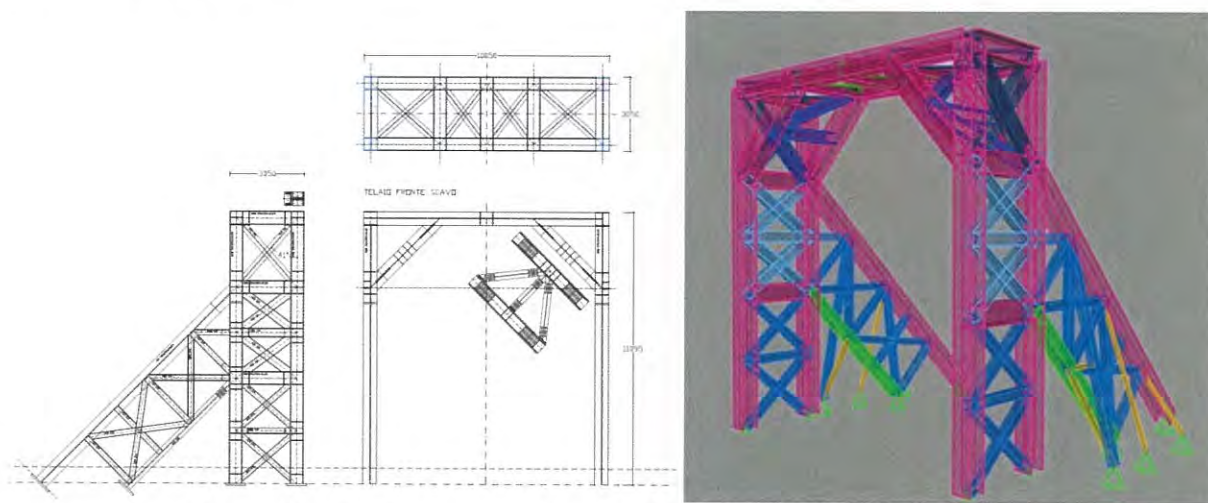


Figura 4.8 – Struttura di spinta della TBM-EPF, sezioni e modello di calcolo

5. ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI

Per la caratterizzazione geologica e geotecnica della galleria Lonato sono state condotte tre principali campagne di indagini geognostiche nel 1992-1994, 2000-2002 e nel 2003-2004 a queste si è aggiunta la campagne condotta nel 2014-2015 per l'esecuzione di sondaggi a supporto del piano di gestione ambientale e del piano di utilizzo terre, e la campagna geognostica integrativa per la progettazione esecutiva svoltasi nel dicembre del 2017.

Durante l'esecuzione dei sondaggi, come riportato nelle precedenti tabelle, sono state eseguite le seguenti indagini:

- prove penetrometriche dinamiche SPT, sia con campionatore sia utilizzando una punta chiusa
- prove di permeabilità Lefranc
- prove pressiometriche Menard
- indagini sismiche cross-hole
- installazione di piezometri a tubo aperto o Casagrande
- analisi granulometriche sui campioni rimaneggiati recuperati

In particolare nei 7 sondaggi eseguiti nella campagna d'indagine geognostica del 2017, AV-LO-CH-01 - 07, sono state condotte sia prove penetrometriche SPT che indagini sismiche cross-hole, con lo scopo di avere maggiori dati per la caratterizzazione dei terreni, dal punto di vista sia della resistenza sia della deformabilità, nelle aree di imbocco, in corrispondenza delle tratte di più alta copertura della galleria naturale, e nella zona del sottoattraversamento dell'autostrada A4. Il piezometro AV-LO-PZ-01 è stato eseguito con lo scopo di comprendere meglio i carichi idraulici a livello della galleria nella zona tra le progressive 118+500 e 119+000 circa, dove potrebbero potenzialmente esserci i carichi idrostatici più elevati.

In Figura 5.1 è riportata l'ubicazione dei sondaggi e delle prove cross-hole eseguite per la campagna geognostica integrativa per la progettazione esecutiva.

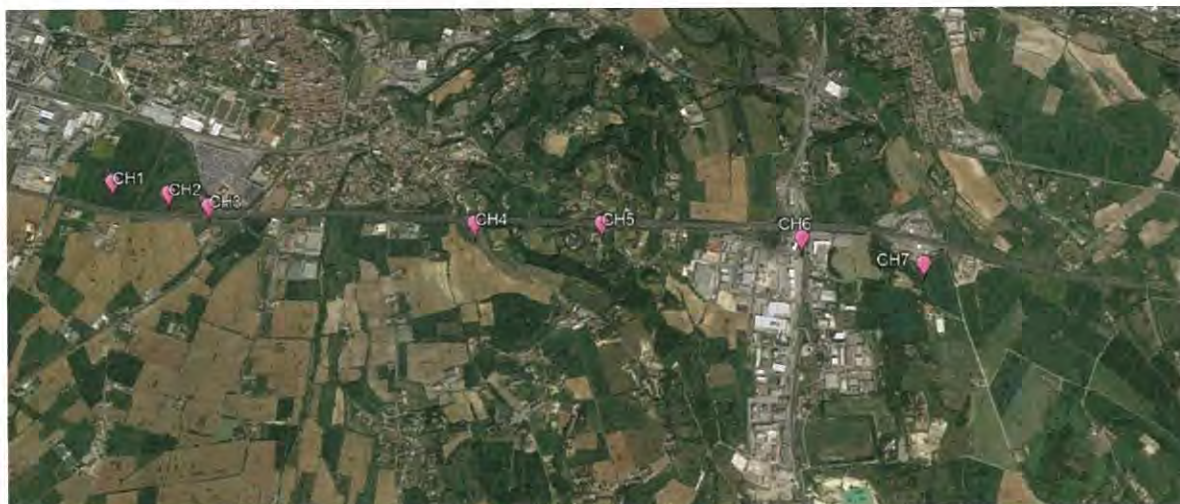


Figura 5.1 – Campagna geognostica integrativa 2017 per la progettazione esecutiva; ubicazione delle coppie di fori di indagine.

In Figura 5.2 si riportano i sondaggi nella zona della galleria Lonato Est utilizzati per la caratterizzazione geotecnica dei terreni.

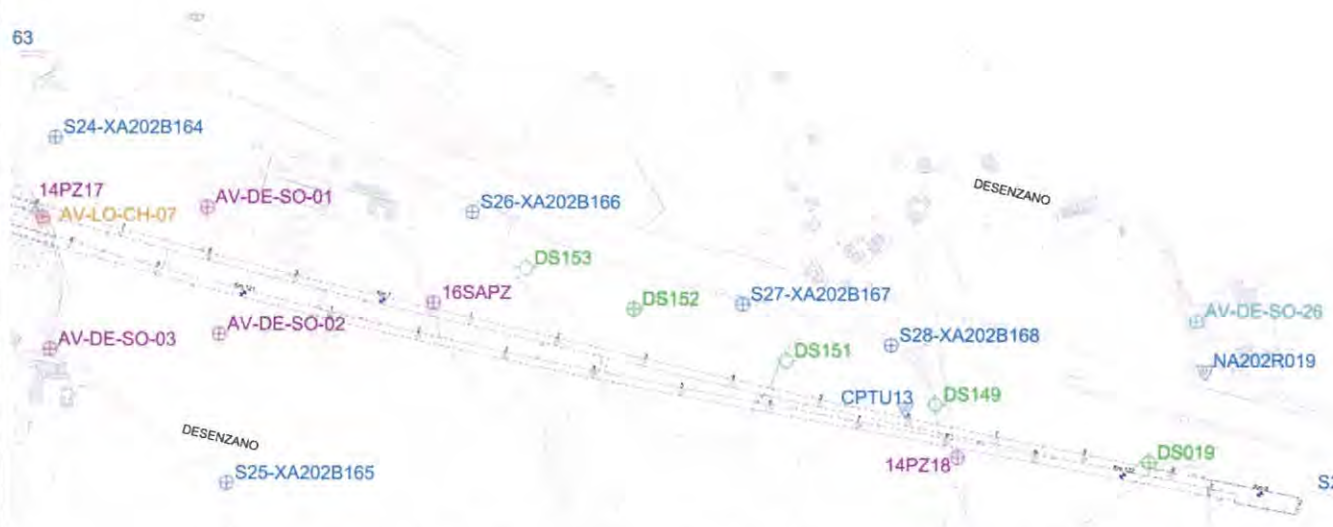


Figura 5.2- Sondaggi nella zona della galleria artificiale Lonato Ovest

5.1. Imbocco Lato Est

Nella zona interessata dalle opere di imbocco lato Verona delle due canne della galleria sono disponibili 4 sondaggi le cui caratteristiche sono riepilogate nella seguente tabella.

Indagini geognostiche Imbocco lato Verona Galleria Naturale						
Denominazione sondaggio	Campagna	PK [km]	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Lunghezza sondaggio [m]	Distanza asse galleria [m]	Prove / strumentazione installata
DS158	1992-1993	120+730	134.8	30.0	65 S	SPT
S24-XA202B164	2000-2002	120+752	116.8	25.0	85 N	piezometro TA (14 m - 17 m), Lefranc, SPT
14PZ17	2014-2015	120+760	115.0	40.0	5S	SPT, piezometro
AV-LO-CH-07	2017	120+780	114.4	35.0	in asse	SPT, cross-hole

Tabella 5.1 – Galleria Lonato, imbocco lato Verona, sondaggi disponibili per la caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle opere.

5.1.1. Definizione della stratigrafia di riferimento

Sulla base dell'esame delle stratigrafie dei 4 sondaggi disponibili (DS158, S24-XA202B164, 14PZ17 e AV-LO-CH-07), nella seguente tabella è riportata la stratigrafia di riferimento adottata per la progettazione esecutiva delle opere.

Profondità da piano campagna (m)	Descrizione stratigrafica
0 – 1.5	Sabbia fine limosa e/o sabbia fine e limo.
1.5 – 5.0	Ghiaia e sabbia ciottolosa debolmente limosa con presenza di clasti poco alterati di calcare, siltite, porfido, quarzite, gneiss.
5.0 – 15.0	Ghiaia e sabbia, localmente sabbia e ghiaia da debolmente limosa a limosa, ciottolosa con presenza di clasti.
Da 15 m fino alle massime profondità di interesse	Sabbia e ghiaia, localmente ghiaia e sabbia da con ciottoli a ciottolosa, limosa con presenza di clasti poco alterati.

Tabella 5.2 – Galleria Lonato, area relativa all’imbocco lato Verona delle due canne della galleria naturale Lonato, stratigrafia di riferimento.

5.1.2. Andamento della falda

In corrispondenza della zona di imbocco lato Verona, tutte le letture piezometriche condotte sui piezometri installati in prossimità di tale zona mostrano come la falda sia situata al di sotto delle quote di fondo scavo previste e, conseguentemente, cautelativamente, la falda sarà assunta coincidente con la quota di fondo scavo per le opere provvisorie e a 3m da fondo scavo per le opere definitive.

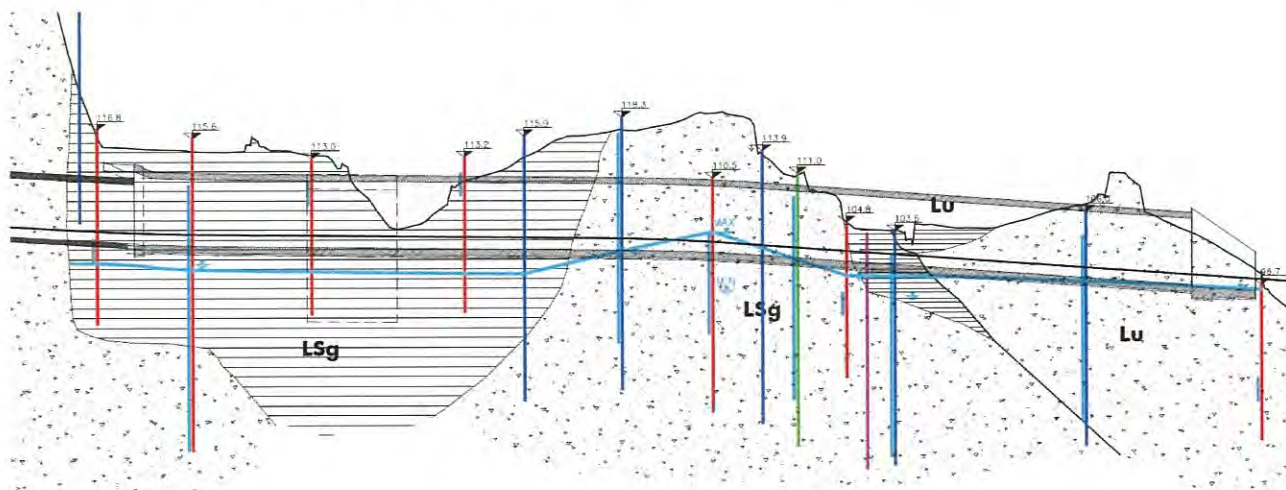



Figura 5.3 – Zona di imbocco galleria Lonato lato Verona, estratto della sezione geologica ed idrogeologica in scala 1:5.000/1:500, del territorio interessato dallo scavo della galleria di Lonato (doc. rif. IN0500DE2F5GE00010182) con livello della falda accertato.

5.1.3. Valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici

In conclusione, sulla base delle informazioni reperibili nella relazione geotecnica di Progetto Esecutivo si riporta la caratterizzazione dei terreni per l’opera la galleria Lonato nella zona interessata dalle opere dell’imbocco lato Verona.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA


ITAFERR
 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RO GI 050 0 002Rev.
AFoglio
18 di 18

da [m]	a [m]	γ_d (kN/m ³)	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	OCR (-)	K_0 (-)	c'_k (kPa)	ϕ'_k (°)	E_{vc} (MPa)	E_{UR} (MPa)
0	5	19,2	21,1	22	2	0,78	0	39	200	600
5	15	19,6	21,4	22	2	0,77	0	40	100	300
>15		19,6	21,4	22	2	0,77	0	39	400	1200

Tabella 5.3 – Galleria Lonato, imbocco lato Verona, parametri geotecnici per la progettazione esecutiva delle opere.