

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**

**DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90)**

**PK 121+860**

**Relazione generale**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due  Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Tarantia)  Data: _____	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	I N 9 0 0 0	0 0 1	A

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	
A	Emissione	LUCIA	29/10/18	MERLINI	29/10/18	29/10/18	
B							
C							

CIG. 751447334A

File ANOR11EE2ROIN9000001A\_03.docx



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RO IN 900 0 001

Rev.  
A

Foglio  
2 di 16

## INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	3
1.1.	OGGETTO E SCOPO .....	3
1.2.	BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	3
2.	ELABORATI DI RIFERIMENTO .....	4
3.	NORMATIVE E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO.....	5
3.1.	SPECIFICHE TECNICHE DI RIFERIMENTO.....	5
4.	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	6
4.1.	INQUADRAMENTO GENERALE .....	6
4.2.	OPERE PROVVISORIALI.....	7
4.3.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA .....	7
5.	ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI.....	11
5.1.	IMBOCCO LATO EST.....	12
5.1.1.	<i>Definizione della stratigrafia di riferimento.....</i>	<i>12</i>
5.1.2.	<i>Andamento della falda.....</i>	<i>13</i>
5.1.3.	<i>Valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici.....</i>	<i>13</i>
5.2.	GALLERIA ARTIFICIALE LATO EST (GA07).....	14
5.2.1.	<i>Condizioni stratigrafiche.....</i>	<i>14</i>
5.2.2.	<i>Andamento della falda.....</i>	<i>14</i>
5.2.3.	<i>Valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici.....</i>	<i>15</i>
6.	FASI ESECUTIVE .....	16



## 1. INTRODUZIONE

### 1.1. Oggetto e scopo

Oggetto specifico del documento è la descrizione generale delle opere e degli interventi da realizzarsi per il manufatto sifone idraulico che sottopassa la galleria artificiale Lonato Est (GA07) prevista nel progetto della linea A.V. – A.C. Torino – Venezia lungo la tratta Milano – Verona.

Il manufatto sottopassa entrambe le canne singole a sezione scatolare (sezione tipica S1) ed è lungo circa 38.0 e largo circa 12.1 metri, con asse del manufatto alla progressiva (con riferimento al Binario Pari) P.K. 121+862.12.

La tipologia costruttiva è di struttura interamente realizzata in c.a. mediante getto in opera.

### 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 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.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 RO IN 900 0 001Rev.  
AFoglio  
4 di 16

## 2. ELABORATI DI RIFERIMENTO

Nel seguito si riporta l'elenco elaborati della WBS IN90, di cui la presente relazione generale costituisce parte integrante:

Codifica documento	DOPPIO SIFONE "RIO LAVAGNONE" (IN90)
INOR11EE2ROIN9000002	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Relazione di confronto P.D. / P.E.
INOR11EE2ROIN9000001	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Relazione Generale
INOR11EE2CLIN9000001	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Relazione di calcolo
INOR11EE2CLIN9000002	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Relazione di calcolo - allegati numerici
INOR11EE2RIIN9006001	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Relazione idraulica
INOR11EE2P9IN9001001	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Fasi esecutive - Planimetria
INOR11EE2BBIN9000001	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Carpenteria (TAV. 1/4)
INOR11EE2BBIN9000002	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Carpenteria (TAV. 2/4)
INOR11EE2BBIN9000003	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Carpenteria (TAV. 3/4)
INOR11EE2BBIN9000004	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Carpenteria (TAV. 4/4)
INOR11EE2BBIN9000005	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Armatura (TAV. 1/4)
INOR11EE2BBIN9000006	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Armatura (TAV. 2/4)
INOR11EE2BBIN9000007	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Armatura (TAV. 3/4)
INOR11EE2BZIN9000001	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Armatura (TAV. 4/4)
INOR11EE2BBIN9009001	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Impermeabilizzazione e opere di drenaggio. Particolari costruttivi
INOR11EE24TIN9000001	DOPPIO SIFONE RIO LAVAGNONE (IN90) - PK 121+860 - Tabella Materiali

### 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*)

#### 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

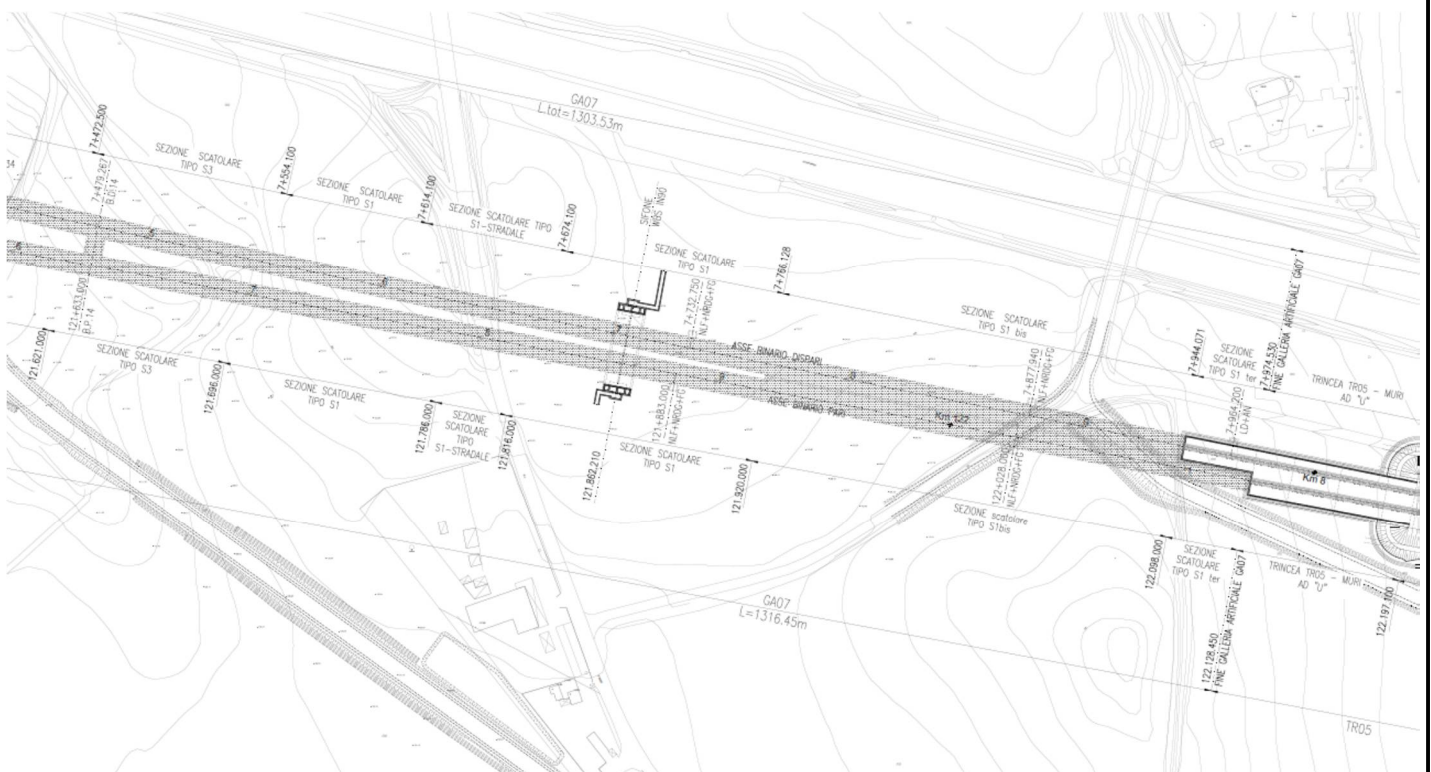
### 4.1. Inquadramento generale

Il manufatto sottopassa entrambe le canne della GA07 con asse alla progressiva (con riferimento al Binario Pari) P.K. 121+862.12.

Il tratto di opera in oggetto è situato nel comune di Desenzano del Garda ad Est dell'abitato di Colombara e a Sud dell'autostrada A4.

La galleria artificiale e il sifone si pongono 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 generale della zona in cui è presente il sifone.



**Figura 4.1: Planimetria generale della GA07 nella zona del Sifone**

La struttura è necessaria per risolvere l'interferenza tra la galleria e il condotto interrato rilevato nell'area. Le informazioni che si hanno sono relative alla relazione IN0500DE2RIID00020120 "Relazione idraulica opere d'arte minori tratto da pk 100+000 a pk 140+778 linea AC".

Nell'allegato In tale relazione viene illustrata in cartografia una traccia del condotto e vengono sommariamente indicate le dimensioni dei prismi di cemento da cui risulta costituito da un soffitto a volta di larghezza circa 0.6÷0.7m e da pareti laterali di altezza variabile da 2,5m a meno di un metro nella parte terminale.

## 4.2. Opere provvisionali

Nelle planimetrie in Figura 4.2 si presentano gli scavi provvisionali necessari al raggiungimento del piano di imposta del sifone.

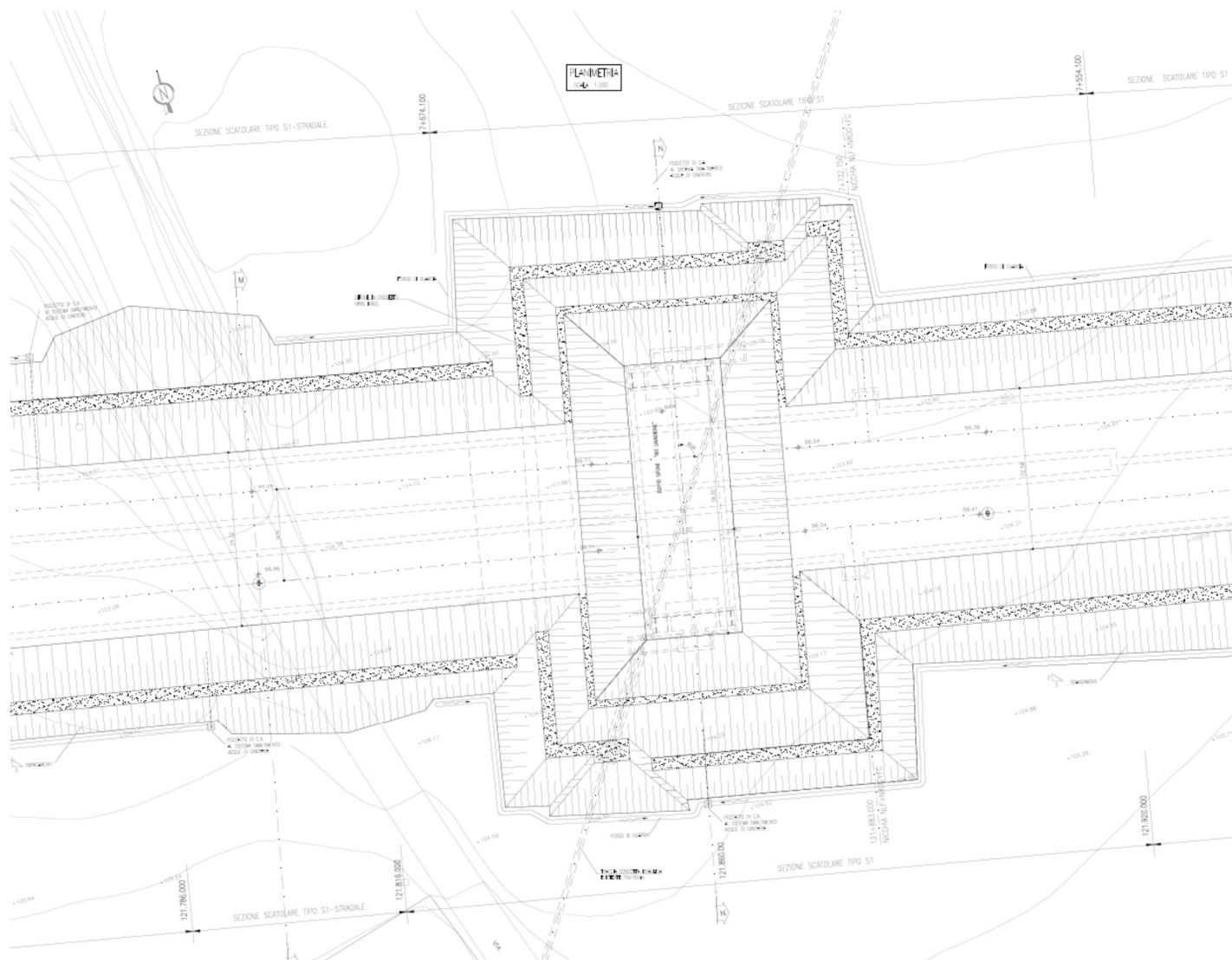


Figura 4.2 – Planimetria di scavo

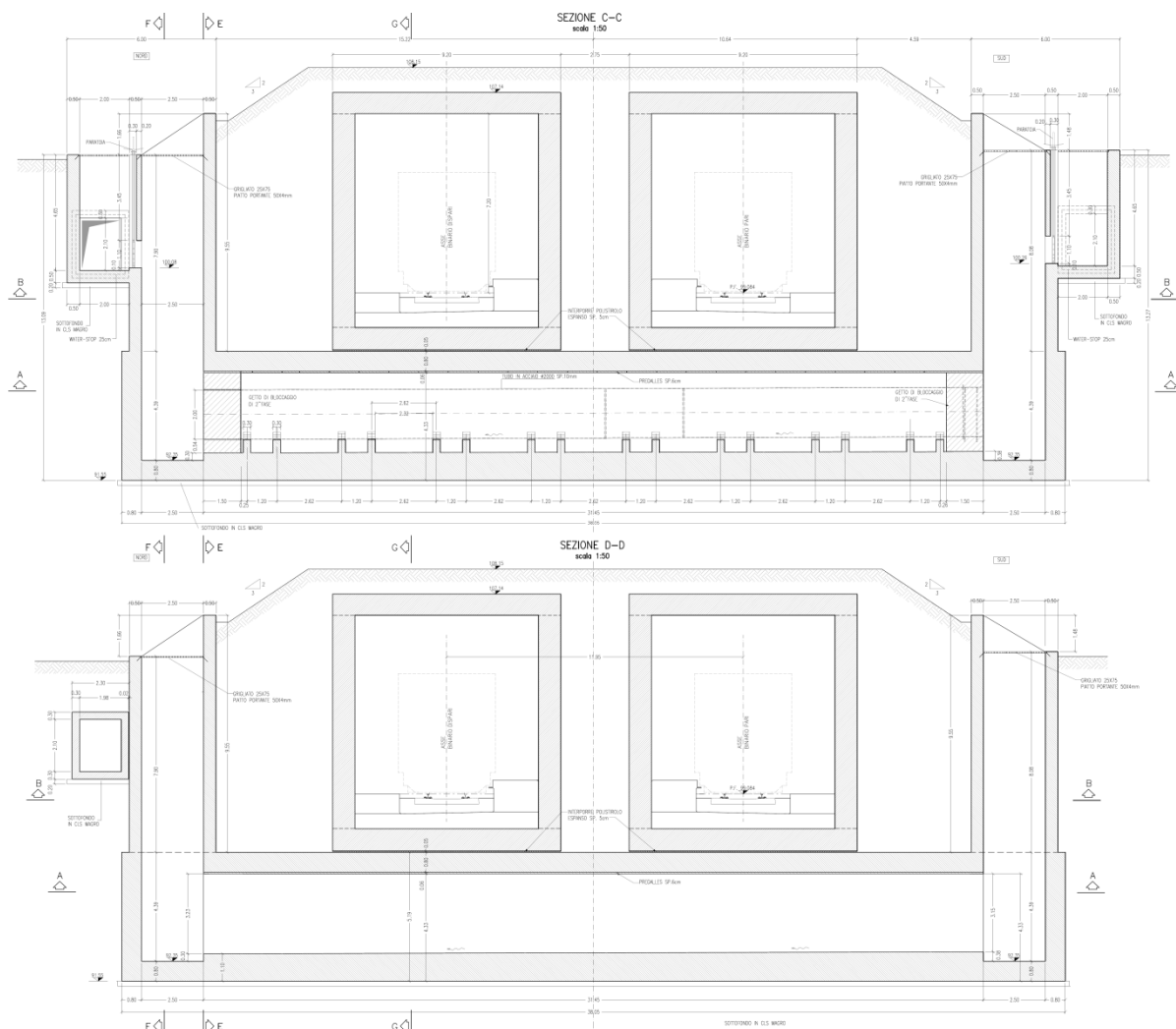
Gli scavi avranno una pendenza 3(o)/2(v) interrotti ogni 5m di altezza da una berma di 2m.

## 4.3. Geometria della struttura

La struttura necessaria per il sotto attraversamento idraulico della GA07 è composta da

- due condotte di estensione scatolari di dimensioni interne 1,68m X 2,10 m e pareti di spessore 0,3m che prendono le acque del condotto e le convogliano verso i pozzettoni di ingresso;
- due pozzettoni di ingresso a cielo aperto collegati strutturalmente al sifone di larghezza pari a 2m e altezza pari a 4,65m che convogliano l'acqua verso i camini;

- due camini a 4 camere verticali di cui 2 per l'ingresso dell'acqua di dimensioni interne pari a 2,9m X 2,5m e altezza massima pari a 13,95m e 2 camere per la manutenzione di dimensioni interne pari a 2,5m X 1,6m per la manutenzione; le pareti dei camini hanno spessore 50cm fino alla quota di estradosso della soletta superiore e 80cm al di sotto;
- la soletta di copertura su cui poggia la GA07 è spessa 80cm ed ha dimensioni 31,45m x 10,5m;
- la soletta di fondazione è spessa 80cm nella zona dei camini e 1,1m nella zona dei tubi in acciaio e ha dimensioni in pianta pari a 38,05m X 12,10 m;
- due tubi  $\phi 2000$  sp 10mm in acciaio.



**Figura 4.3 – Carpenteria sifone: sezioni**



Doc. N.

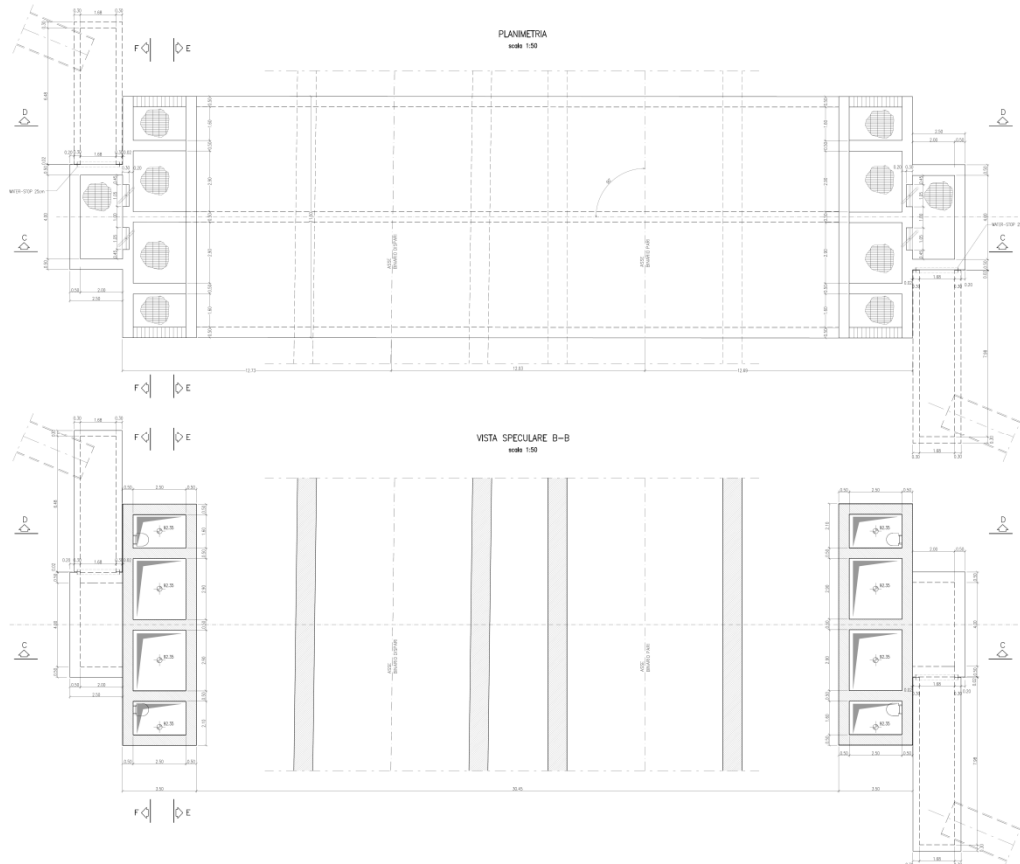
Progetto  
INOR

Lotto  
11

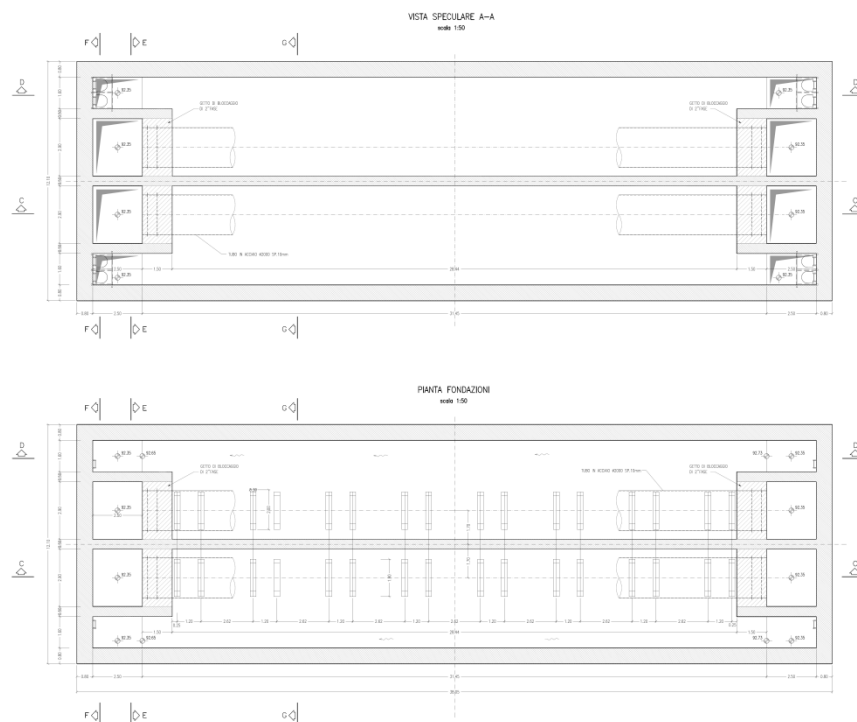
Codifica Documento  
E E2 RO IN 900 0 001

Rev.  
A

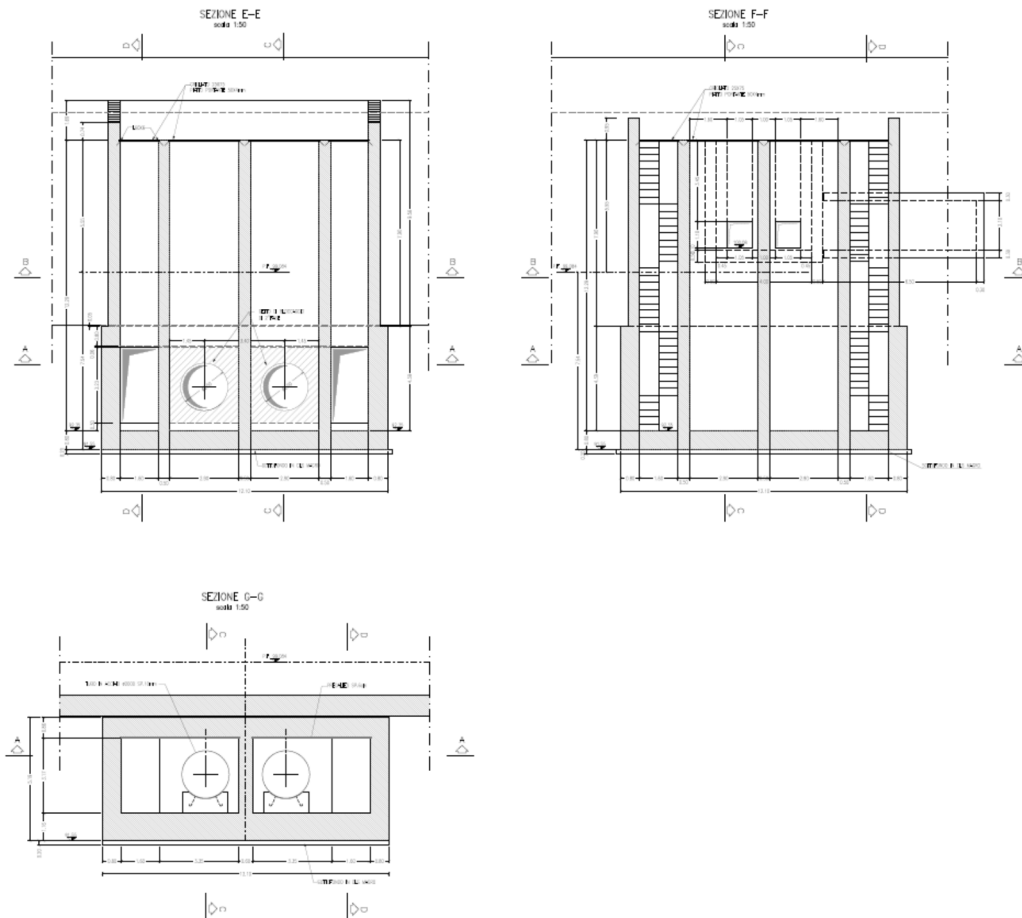
Foglio  
9 di 16



**Figura 4.4 – Carpenteria sifone: vista dall'alto e sezione superiore**



**Figura 4.5 – Carpenteria sifone: piante**



**Figura 4.6 – Carpenteria sifone: sezioni camini e asse galleria**

La quota di imbocco è pari a 100,26m mentre la quota di sbocco è pari a 100,08m per una differenza di 18cm.

Come si può notare la struttura del sifone è completamente indipendente dalle due canne di galleria artificiale. I conci di GA sono stati studiati in maniera tale che il contatto con il sifone cada in prossimità della metà del concio. Tra le due strutture è stato inserito uno spessore di polistirolo espanso a celle chiuse ad alta resistenza a compressione per evitare il contatto diretto tra le due strutture e mitigare i possibili cedimenti differenziali.

## 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.

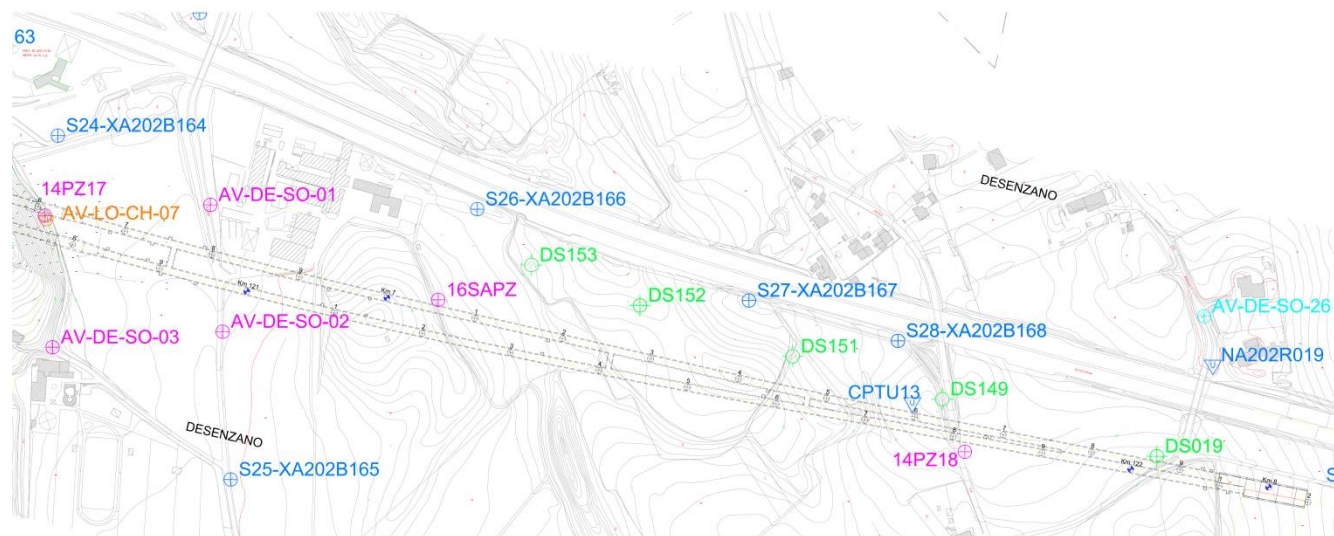


Figura 5.2- Sondaggi nella zona della galleria artificiale Lonato Ovest

### 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.

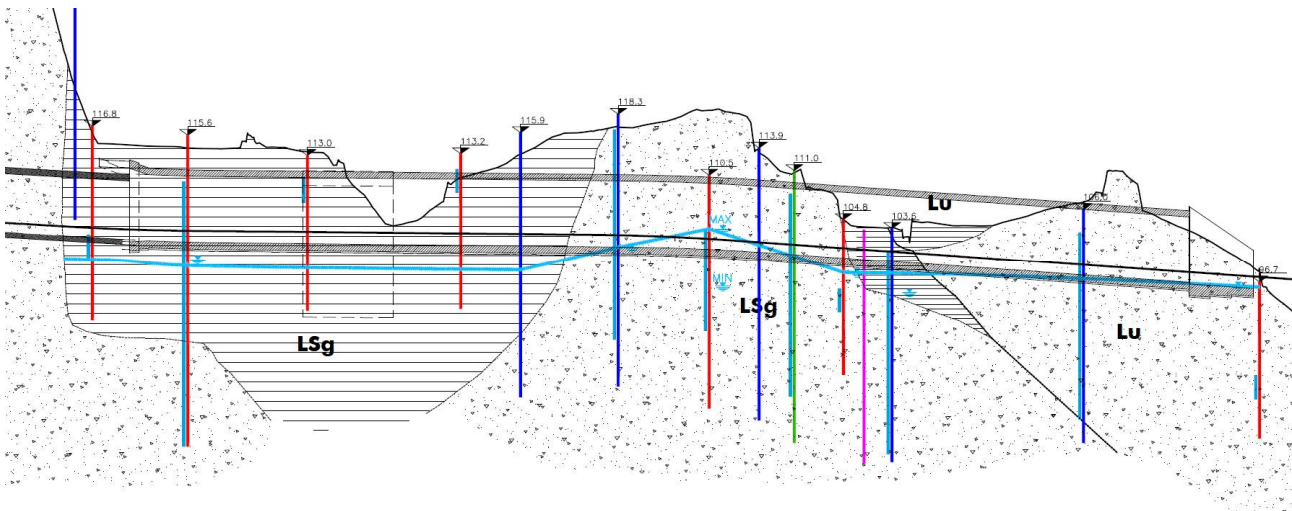


Profondità da piano campagna (m)	Descrizione stratigrafica
0 – 1.5	Sabbia fine limosa e/o sabbia fine e limo.
1.5 – 5.0	Ghiaia e sabbia ciottolosa debolmente limosa con presenza di clasti poco alterati di calcare, siltite, porfido, quarzite, gneiss.
5.0 – 15.0	Ghiaia e sabbia, localmente sabbia e ghiaia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





da [m]	a [m]	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	OCR (-)	$K_0$ (-)	$c'_k$ (kPa)	$\phi'_k$ (°)	$E_{VC}$ (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.**

## 5.2. Galleria artificiale lato Est (GA07)

La galleria artificiale lato Est della galleria naturale Lonato è compresa fra le progressive km 120+772.00 e km 122+128 per una lunghezza complessiva di 1356 m. Le progressive chilometriche indicate si riferiscono all'asse del binario pari.

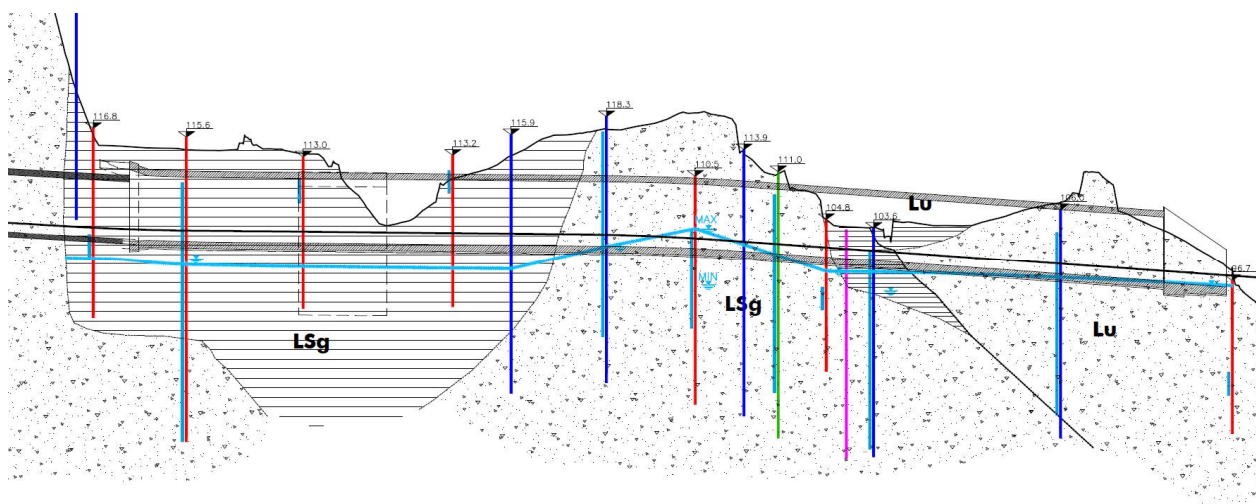
Con riferimento alle planimetria con l'ubicazione delle indagini condotte nelle diverse campagne geognostiche, in tale area sono disponibili i seguenti sondaggi con relativa esecuzione di prove SPT, in ciascun sondaggio: AV-DE-SO-01, AV-DE-SO-02, DS019, DS149, DS151, DS152, DS153, 14PZ18, S25-XA202B165, S26-XA202B166, S27-XA202B167, S28-XA202B168, S29-XA202B169, 16SAPZ.

### 5.2.1. Condizioni stratigrafiche

I sondaggi sopra elencati mostrano prevalentemente la presenza di ghiaie e sabbie, ghiaie e sabbie limose, ghiaia fine con ciottoli, ghiaia grossolana con ciottoli e con presenza di clasti. Inoltre, localmente, sono presenti strati di sabbia media e/o fine dello spessore massimo di 10 metri e anche strati di limo molto consistente (valori del pocket penetrometer di 3-4 kg/cm<sup>2</sup>) dello spessore massimo di qualche metro.

### 5.2.2. Andamento della falda

Analogamente alle condizioni in corrispondenza dell'imbocco lato Verona della galleria naturale Lonato, le letture piezometriche condotte sui piezometri installati in prossimità di tale zona (Figura 5.4) 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. Cautelativamente per la tratta interessata dalle paratie di imbocco verrà mantenuta pari alla quota di fondo scavo mentre per le opere definitive sarà considerata 3m al disopra del fondo scavo.



**Figura 5.4 – Tratta relativa all'imbocco lato Verona della galleria Lonato e alla galleria artificiale (GA07) e trincea di approccio (TR05), 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.**

### 5.2.3. Valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici

In conclusione, sulla base dei valori riportati nei precedenti paragrafi, nella seguente Tabella sono riportati i parametri geotecnici di riferimento per la Progettazione Esecutiva delle opere nella zona della galleria artificiale Lonato Est.

Da (m)	A (m)	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	OCR (-)	$K_0$ (-)	$c'_k$ (kPa)	$\phi'_k$ (°)	$E_{VC}$ (MPa)	$E_{UR}$ (MPa)
p.c.	0,5	13,3	16,8	18,3	1	0,50	0	23	80	128
0,5	5	19,2	21,1	22,0	2	0,78	0	40	70	175
5	15	19,6	21,4	22,2	2	0,77	0	39	60	150
15	20	19,6	21,4	22,2	2	0,77	0	38	90	225
> 20		19,6	21,4	22,2	2	0,77	0	39	90	225

**Tabella 5.4 – Galleria artificiale Lonato Est (GA07) e trincea di approccio (TR05), parametri geotecnici per la progettazione esecutiva.**

## 6. FASI ESECUTIVE

Preventivamente allo scavo per il raggiungimento del piano di imposta del sifone il condotto esistente dovrà temporaneamente essere deviato in modo tale da poter raggiungere le quote di progetto e permettere la costruzione del conchio di GA07 interferente nonché del sifone stesso.

Tale fasistica è stata studiata in maniera opportuna e presentata nella seguente figura.

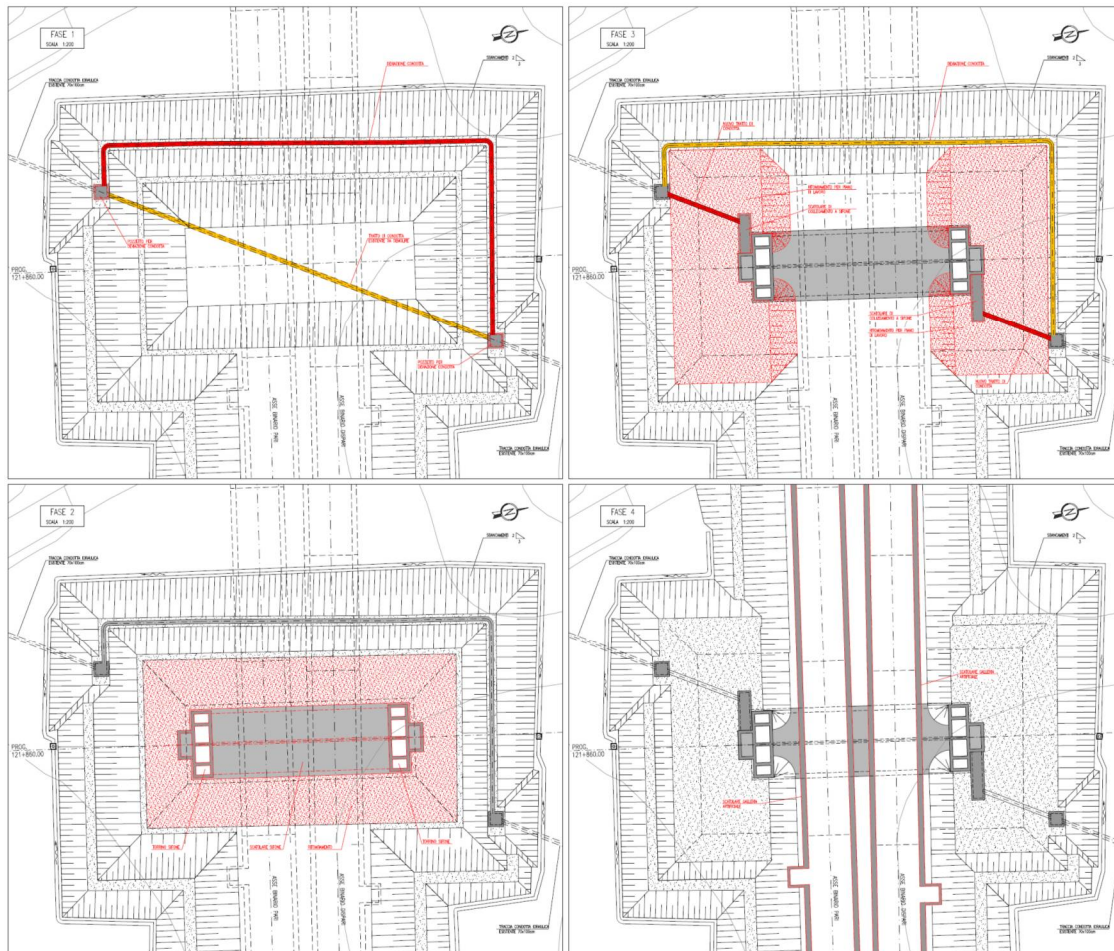


Figura 6.1 –.Fasi di scavo per la realizzazione del sifone