



GENERAL CONTRACTOR

**Cepav due**



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 31002\_05

Progetto

IN05

Lotto

00

Codifica Documento

D-E2-RO-GA0700-001

Rev.

0

Foglio

2 di 12

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELL'OPERA.....</b>	<b>5</b>
<b>3. ELABORATI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>8</b>
<b>4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>9</b>
<b>5. ASPETTI GEOTECNICI ED IDRAULICI.....</b>	<b>10</b>
<b>6. TIPOLOGIE COSTRUTTIVE E FASI ESECUTIVE.....</b>	<b>12</b>



## 1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta la descrizione della galleria artificiale "Lonato Est" con riferimento agli aspetti tecnici e costruttivi.

La galleria si articola secondo due canne distinte per l'asse pari e per l'asse dispari, la galleria dell'asse pari è di sviluppo pari a 1335.50 m compreso tra le progressive 110+756 e 112+111.50 mentre la galleria relativa all'asse dispari è di lunghezza pari a 1394.33 m, compresa tra le prg. 6+564.00 e 7+958.33.

L'opera si sviluppa a partire dall'imbocco della galleria naturale Lonato 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 per poi congiungersi alla prg. 112+111.50 per proseguire, con sezione aperta sino alla prg. 112+193.10

Più specificamente la galleria artificiale in esame risulta suddivisa nei seguenti tratti:

<b>Galleria artificiale Lonato Est binario dispari (direzione Verona)</b>			
<b>SEZIONE</b>	<b>Progr. in [m]</b>	<b>Progr. fin [m]</b>	<b>L [m]</b>
G.A. policentrica	6+564.00	6+635.00	71.00
G.A. di raccordo	6+635.00	6+659.00	24.00
Scatolare chiusa "S2"	6+659.00	6+767.00	108.00
Scatolare chiusa "S3"	6+767.00	7+797.00	30.00
Scatolare chiusa "S2"	6+797.00	6+927.00	130.00
Scatolare chiusa "S1"	6+927.00	7+107.00	180.00
Scatolare chiusa "S2"	7+107.00	7+147.00	40.00
Scatolare chiusa "S3"	7+147.00	7+427.00	180.00
Scatolare chiusa "S2"	7+427.00	7+447.00	20.00
Scatolare chiusa "S1"	7+447.00	7+958.33	511.33
Scatolare ad "U"	7+958.33	8+039.93	81.60

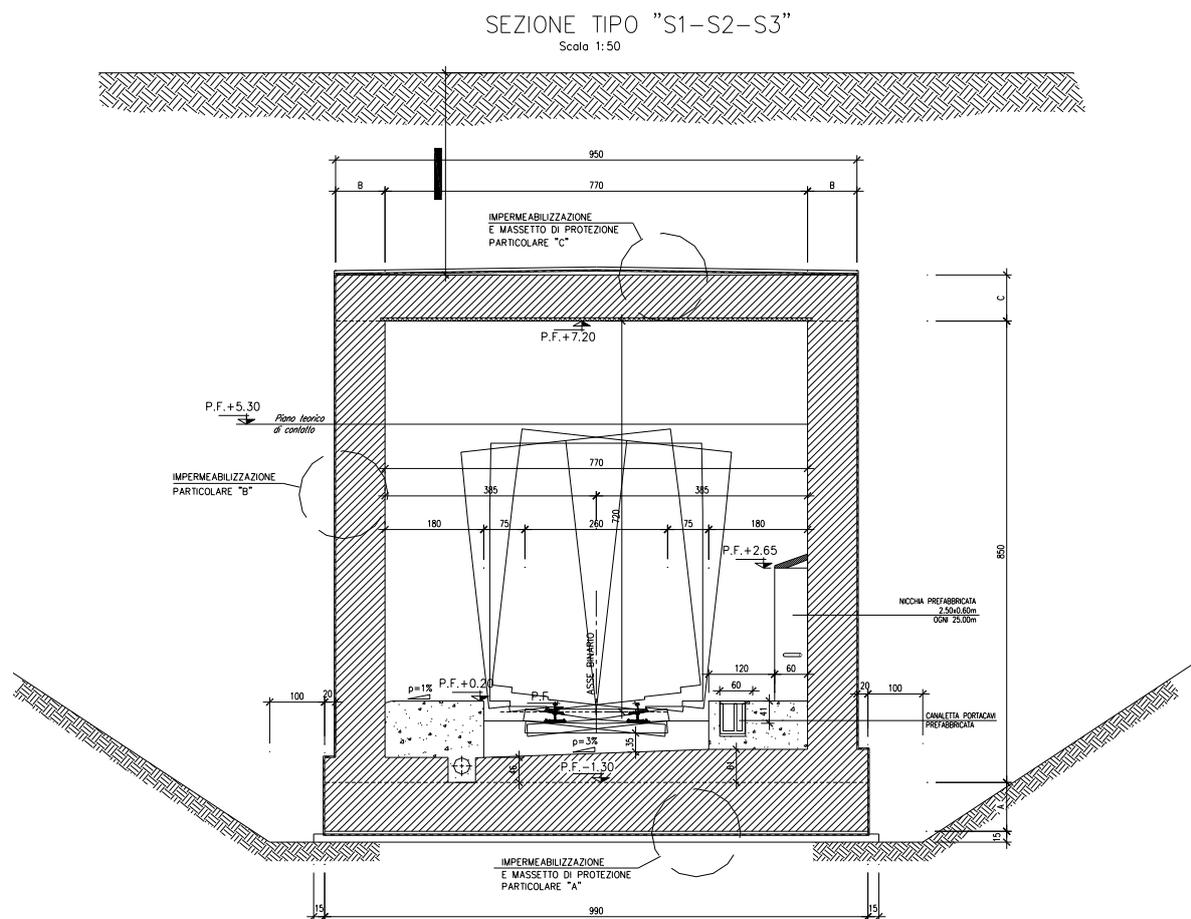
**Galleria artificiale Lonato Est binario pari (direzione Milano)**

<b>SEZIONE</b>	<b>Progr. in [m]</b>	<b>Progr. fin [m]</b>	<b>L [m]</b>
G.A. policentrica	110+756.00	110+787.00	31.00
G.A. di raccordo	110+787.00	110+811.00	24.00
Scatolare chiusa "S2"	110+811.00	110+930.00	119.00
Scatolare chiusa "S3"	110+930.00	110+960.00	30.00
Scatolare chiusa "S2"	110+960.00	111+080.00	120.00
Scatolare chiusa "S1"	111+080.00	111+260.00	180.00
Scatolare chiusa "S2"	111+260.00	111+300.00	40.00
Scatolare chiusa "S3"	111+300.00	111+580.00	280.00
Scatolare chiusa "S2"	111+580.00	111+600.00	20.00
Scatolare chiusa "S1"	111+600.00	112+111.50	511.50
Scatolare ad "U"	112+111.50	112+193.10	81.60

L'opera ricade in zona classificata come sismica di III categoria.

## 2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La sezione scatolare impiegata per la realizzazione della galleria artificiale Lonato Est è riportata nella figura seguente.



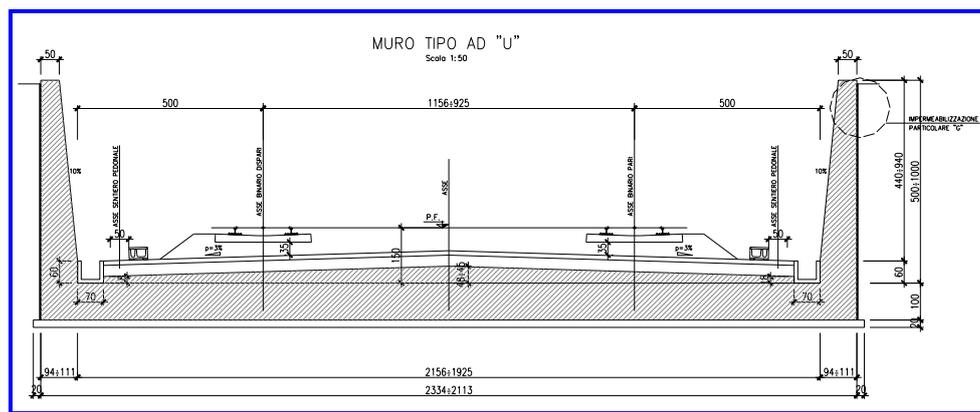
La sezione in oggetto è del tipo a singolo binario.

Gli spessori degli elementi strutturali variano in funzione dell'altezza di ritombamento, e più precisamente si ha:

TIPOLOGIA H ricoprimento	Fondazione: A(cm)	Piedritti B(cm)	Soletta C(cm)
1.00 m	90	90	85
3.00 m	90	90	85
6.00 m	100	100	95



Oltre alla sezione scatolare a singolo binario è presente una sezione ad U a doppio binario (vedi figura successiva) disposta nel tratto terminale, tra le prg. 112+111.50 e 112+193.10 ove i due binari risultano più ravvicinati, posti ad interasse variabile tra 9.25 e 11.6 m circa.



Tra le prg. 6+825 e 6+940 il binario dispari si sviluppa in adiacenza ad un'area ove sono presenti degli edifici industriali dei quali per uno se ne prevede il parziale abbattimento.

La galleria, lungo il suo sviluppo, attraversa le esistenti rampe sud dei cavalcavia n° 239 e 240 (sulla A4 rispettivamente ai km 110+960 e 112+950 circa) ed interseca tra il km 111 e 111+250, un'area localmente più depressa rispetto al territorio circostante.

Per quanto riguarda i ricoprimenti si osserva che lungo lo sviluppo le altezze hanno un'altezza massima sulla copertura sino ad un massimo di 6 m. Si prevede in alcuni tratti una leggera riprofilatura del pendio.

Le fasi operative prevedono per le sezioni scatolari il preventivo scavo a cielo aperto, la successiva esecuzione del manufatto ed infine il rinterro.

Nel complesso si osserva che per la galleria artificiale Lonato Est non si ravvedono problematiche particolarmente complesse. E' stato verificato che la falda, nei casi più sfavorevoli, raggiunge il fondo scavo e pertanto non risulta necessario prevedere impianti di aggotamento particolari. Si osserva inoltre che l'assenza della falda sulle pareti ha consentito di evitare la costruzione di uno scatolare chiuso all'interno dei

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 31002\_05

Progetto

Lotto

Codifica Documento

Rev.

Foglio

IN05

00

D-E2-RO-GA0700-001

0

7 di 12

pali. Per quanto riguarda le interferenze si osserva che il tracciato ferroviario interseca 3 viabilità alle progressive 110+954.38, 111+793.28 e 112+039.09

Il tracciato della galleria, per il tratto in esame, si sviluppa alquanto distante dall'autostrada A4 e pertanto la risoluzione delle interferenze con la viabilità risulta semplice in quanto va ad interessare i rilevati di accesso ai cavalcavia in zone lontane dai tratti in viadotto. Gli attraversamenti pertanto verranno risolti agevolmente dosando oculatamente gli avanzamenti della galleria e prevedendo le opportune deviazioni provvisorie della viabilità su tratti già eseguiti di galleria.

Nel paragrafo 4 della presente relazione si riporta una descrizione più dettagliata delle tipologie costruttive e delle fasi esecutive.



### 3. ELABORATI DI RIFERIMENTO

TUTTI GLI ELABORATI DI RIFERIMENTO CITATI ALL'INTERNO DEL DOCUMENTO SONO DA INTENDERSI CON CODICE COMMESSA "IN05" IN LUOGO DI "A202".

Gli elaborati di riferimento sono i seguenti:

GA07 04 LONATO EST-Doppio Sifone "Rio Lavagnone"-Carpenteria (TAV1/2)	A20200DE2WAGA07000010
GA07 04 LONATO EST-Doppio Sifone "Rio Lavagnone"-Carpenteria (TAV2/2)	A20200DE2WAGA07000020
GA07 04 LONATO EST-Planimetria (TAV1/2)	A20200DE2P7GA07000010
GA07 04 LONATO EST-Planimetria (TAV2/2)	A20200DE2P7GA07000020
GA07 04 LONATO EST-Profilo longitudinale (TAV1/2)	A20200DE2F7GA07000010
GA07 04 LONATO EST-Profilo longitudinale (TAV2/2)	A20200DE2F7GA07000020
GA07 04 LONATO EST-Sezioni trasversali (TAV1/7)	A20200DE2W9GA07000010
GA07 04 LONATO EST-Sezioni trasversali (TAV2/7)	A20200DE2W9GA07000020
GA07 04 LONATO EST-Sezioni trasversali (TAV3/7)	A20200DE2W9GA07000030
GA07 04 LONATO EST-Sezioni trasversali (TAV4/7)	A20200DE2W9GA07000040
GA07 04 LONATO EST-Sezioni trasversali (TAV5/7)	A20200DE2W9GA07000050
GA07 04 LONATO EST-Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV1/8)	A20200DE2P9GA07000010
GA07 04 LONATO EST-Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV2/8)	A20200DE2P9GA07000020
GA07 04 LONATO EST-Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV3/8)	A20200DE2P9GA07000030
GA07 04 LONATO EST-Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV4/8)	A20200DE2P9GA07000040
GA07 04 LONATO EST-Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV5/8)	A20200DE2P9GA07000050
GA07 04 LONATO EST-Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV6/8)	A20200DE2P9GA07000060
GA07 04 LONATO EST-Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV7/8)	A20200DE2P9GA07000070
GA07 04 LONATO EST-Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV8/8)	A20200DE2P9GA07000080
GA07 04 LONATO EST-Sezioni tipo - Carpenteria e particolari	A20200DE2BZGA07000010
GA07 04 LONATO EST-Sezioni caratteristiche	A20200DE2BBGA07000010
GA07 04 LONATO EST-Sezioni trasversali (TAV6/7)	A20200DE2W9GA07000060
GA07 04 LONATO EST-Sezioni trasversali (TAV7/7)	A20200DE2W9GA07000070
GA07 04 LONATO EST-Pianta scavi (TAV1/2)	A20200DE2P7GA07020010
GA07 04 LONATO EST-Pianta scavi (TAV2/2)	A20200DE2P7GA07020020
GA07 04 LONATO EST-Fasi costruttive (TAV1/2)	A20200DE2P7GA07000030
GA07 04 LONATO EST-Fasi costruttive (TAV2/2)	A20200DE2P7GA07000040
GA07 04 LONATO EST-Relazione di calcolo galleria	A20200DE2CLGA07000010
GA07 04 LONATO EST-Relazione geotecnica	A20200DE2RBGA07000010
GA07 04 LONATO EST-Relazione sul monitoraggio	A20200DE2CLGA07000020
GA07 04 LONATO EST-VIA GHEZZE-PLANIMETRIA STATO DI FATTO E DI PROGETTO	A20200DE2P7GA07000051
GA07 04 LONATO EST-VIA GHEZZE-PLANIMETRIA FASI COSTRUTTIVE	A20200DE2P6GA07000010
GA07 04 LONATO EST-VIA GHEZZE-PROFILO ALTIMETRICO LONGITUDINALE	A20200DE2F7GA07000031
GA07 04 LONATO EST-VIA GHEZZE-SEZIONI TRASVERSALI (TAV1/2)	A20200DE2W9GA07000080
GA07 04 LONATO EST-VIA GHEZZE-SEZIONI TRASVERSALI (TAV2/2)	A20200DE2W9GA07000090
GA07 04 LONATO EST-VIA GHEZZE-DIAGRAMMA DI VISUALE LIBERA E VELOCITA	A20200DE2D7GA07000010
GA07 04 LONATO EST-VIA GHEZZE-RELAZIONE DESCRITTIVA (STRADALE+IDRAULICA)	A20200DE2ROGA07000021

#### 4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione delle opere oggetto della presente relazione sono da impiegare i materiali di seguito elencati:

##### parti in cls:

- calcestruzzo di classe 35 MPa
  - modulo elastico  $E_c = 33722 \text{ MPa}$
  - tensione normale ammissibile  $\sigma_c = 11.00 \text{ MPa}$
  - tensione tangenziale  $\tau_{co} = 0.67 \text{ MPa}$
  - tensione tangenziale  $\tau_{c1} = 1.97 \text{ MPa}$
- acciaio per armature Feb 44 K
  - modulo elastico  $F_f = 210000 \text{ MPa}$
  - tensione ammissibile  $\sigma_f = 255.0 \text{ MPa}$

## 5. ASPETTI GEOTECNICI ED IDRAULICI

Per la caratterizzazione geotecnica del sito sono disponibili vari sondaggi che si sono spinti fino ad una profondità massima di 40 m dal p.c.. Nel corso dei sondaggi sono state effettuate prove penetrometriche SPT e prelevati campioni rimaneggiati sui quali sono state eseguite analisi granulometriche in laboratorio. In alcuni fori di sondaggio sono presenti piezometri tipo Casagrande per il monitoraggio del livello piezometrico.

Tutte le indagini di interesse progettuale sono documentate ed elaborate nell'apposita Relazione Geotecnica, alla quale si rimanda per i dettagli. Nel seguito si richiamano in sintesi i principali risultati di interesse progettuale.

Le stratigrafie dei sondaggi e dei pozzetti mostrano una netta prevalenza di materiali a grana grossa (sabbie e ghiaie).

Le caratteristiche geotecniche dei depositi sabbioso-ghiaiosi sono state determinate essenzialmente in base alle prove SPT effettuate nei sondaggi: si sono misurati valori di NSPT generalmente maggiori di 40, anche alle basse profondità, con numerosi valori a rifiuto.

Tali terreni sono risultati da mediamente densi a densi, quindi con caratteristiche geotecniche buone.

Si hanno angoli di resistenza intorno ai  $35^{\circ}$ - $40^{\circ}$ ; con moduli di taglio,  $G_0$ , a piccole-piccolissime deformazioni compreso tra 100 MPa e 500 MPa, crescente nell'ambito della profondità di indagine (dal p.c. a 50 m di profondità). Occorre sottolineare che, nell'ottica di una analisi lineare, i parametri deformativi da introdurre nel modello sono da intendersi dei moduli secanti, ovvero riferiti ad un determinato livello deformativo del terreno in esercizio. Quindi si dovranno considerare valori operativi del modulo opportunamente ridotti (nel caso in esame  $G = G_0 / 5 \div 10$ ).

Per i dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica. Nel seguito si riportano in sintesi per l'unità geotecniche di interesse progettuale, i principali parametri geotecnici di progetto.

### unità G/S

$$\gamma = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$$

peso di volume;

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

coesione efficace;

$$\varphi' = 35^{\circ} \div 40^{\circ}$$

angolo di resistenza al taglio;



NSPT = 40÷90 colpi / 0.3 m nell'ambito delle profondità di progetto (primi 50 m dal p.c.).

$G_0 = 250000 \cdot (p'/100)^{0.6}$  kPa modulo tangenziale riferito ad un livello di piccole deformazioni [ $p' = (\sigma'v + 2 \cdot \sigma_h) / 3$ ].

Nelle analisi per il dimensionamento, i parametri geotecnici operativi sono stati scelti in conformità con gli indirizzi della Relazione Geotecnica sopra richiamati. Ci si è orientati su valori sufficientemente cautelativi al fine di massimizzare le sollecitazioni sulle strutture.

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici si osserva che le due canne presentano pendenza verso il basso secondo le progressive crescenti e pertanto nelle canalette si raccoglie anche l'acqua eventualmente proveniente dalla galleria naturale. Nel tratto terminale le canalette delle due sezioni scatolari sversano nelle canalette della sezione ad U per proseguire verso il successivo tratto in rilevato e da qui al recapito finale.



## 6. TIPOLOGIE COSTRUTTIVE E FASI ESECUTIVE

La galleria Lonato Est, con riferimento alla lunghezza complessiva delle due canne (escludendo il tratti unico ad U) risulta di sviluppo totale pari a 2701.83 m, realizzata tutta con una tipologia di scatolare a cielo aperto. Non si rilevano infatti, particolari impedimenti allo scavo libero da effettuarsi, orientativamente, con scarpa pari ad 2/3.

Una volta effettuato lo scavo viene realizzato un primo strato di calcestruzzo magro sul quale viene disposta l'impermeabilizzazione e da un successivo massetto di protezione. Il magrone e il massetto di protezione costituiscono un pacchetto dello spessore di 15 cm.

L'impermeabilizzazione dei piedritti sarà costituita da una doppia guaina in PVC di spessore 2 mm, armata con doppio strato di TNT (400 g/mq). Si prosegue effettuando la fondazione e successivamente vengono realizzati i piedritti.

Una volta eseguite le pareti si dispone la predalla tralicciata per la realizzazione della copertura ed una volta completata si effettuerà, all'estradosso, un massetto per le pendenze (1.5%) secondo un profilo a schiena d'asino. Su di questo si dispone lo strato di materiale impermeabile, prima descritto ed il relativo massetto di protezione.

Successivamente alla realizzazione della struttura scatolare viene effettuato il ritombamento ricostituendo, in via generale, il profilo preesistente del terreno. Nei brevi tratti ove il ricoprimento risulterebbe di altezza superiore a 6 m si effettua una lieve riprofilatura del pendio.