

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 DEFINITIVO**

**GALLERIA NATURALE
 GALLERIA NATURALE LONATO
 RELAZIONE GENERALE**

IL PROGETTISTA
 LAND CONSULTING S.r.l.
 Il direttore tecnico



IL PROGETTISTA INTEGRATORE

saipem spa
 Tommaso Taranta
 Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo
 degli Ingegneri della Provincia di Milano
 al n. A23408 - Sez. A Settori:
 a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione
 Tel. 02.52020557 - Fax 02.52020309
 C.F. e P.IVA 00825790157



ALTA SORVEGLIANZA		Verificato	Data	Approvato	Data

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I	N	0	5	0	0	D	E	2	R	G	G	N	0	2	0	0	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Consorzio Cepav due Project Director (Ing. F. Lombardi) Data: _____
0	31.03.14	Emissione per CdS		31.03.14		31.03.14		31.03.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121	Data: 31.03.14	Doc. N.: 31432_06.doc
----------------------------	----------------	-----------------------



Progetto cofinanziato
 dalla Unione Europea

CUP: F81H9100000008

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 31432_06

Progetto

Lotto

Codifica Documento

Rev.

Foglio

IN05

00

D E2 RG GN0200 001

0

2 di 11

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. VARIAZIONE DEL TRACCIATO PLANO ALTIMETRICO RISPETTO AL PROGETTO PRELIMINARE	4
3. QUADRO GEOLOGICO-GEOTECNICO.....	7
3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO	7
3.2 DESCRIZIONE UNITÀ LITOLOGICHE.....	7
3.2.1 RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	8
3.3 INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE	9



1. INTRODUZIONE

La galleria "Lonato" è costituita da due canne, monobinario, disposte nel tratto in naturale, ad un interasse costante di 30 m, ed ha lunghezza pari a $L=4716.0$ m per il binario dispari ed $L=4757.0$ m per il binario pari. Tali lunghezze risultano inferiori rispetto a quanto previsto in fase di progettazione preliminare in quanto l'andamento plano-altimetrico della galleria è stato modificato per le motivazioni esposte nel Capitolo 2.

La sezione libera interna risulta di circa 63 m^2 ; la sezione di scavo, ad esclusione dei fuori scavo, risulta pari a 90 m^2 .

La sezione interna di galleria prevede un raggio in calotta 4.75 m con scavo meccanizzato circolare; in calotta si prevede un piano teorico di contatto pari a 2.60 m. L'asse binario è posto a 1.4 m dal filo marciapiede, con distanza traversina-marciapiede maggiore di 0.85 m.

Dal punto di vista geologico il territorio interessato dalla galleria è situato nella porzione occidentale dell'anfiteatro morenico gardesano, la sua posizione risulta esterna rispetto a più giovani depositi wurmiani localizzati tra Desenzano e Peschiera e in posizione più interna rispetto ai più antichi depositi morenici mindeliani. Il territorio è caratterizzato da un graduale passaggio dai depositi fluvio-glaciali che fanno transizione, senza brusche interruzioni di facies, ai cordoni morenici Rissiani, che conservano con rilievo decametrico, ancora una buona evidenza morfologica.

Delimitati dai cordoni morenici relativamente impermeabili, ci sono depositi glacio-lacustri di estensione reale limitata; in questi depositi risultano prevalenti le frazioni limose ed argillose. Il tracciato ferroviario, in questa zona, interseca dapprima depositi fluvioglaciali essenzialmente ghiaioso-sabbiosi, entrando successivamente nei depositi glaciali del cordone morenico rissiano. Il corpo morenico risulta articolato in più cordoni con andamento N-S o NO-SE, intervallati da depositi fluvioglaciali e in condizioni particolari da depositi glaciolacustri.

Al fine di individuare la metodologia di scavo più idonea per la realizzazione della galleria oggetto della presente relazione, in sede di Progettazione Definitiva si sono condotte indagini di maggior dettaglio in merito a:

- le caratteristiche geotecniche dei terreni da attraversare (litologia, genesi geologica, caratteristiche granulometriche e di permeabilità, parametri di resistenza e di deformabilità);
- l'ubicazione di trovanti nei depositi morenici e fluvio-glaciali;
- la definizione delle quote di falda, della loro escursione stagionale e della eventuale presenza di acquiferi e/o falde sospese (mediante sistematiche letture piezometriche e rilievi dettagliati dei pozzi di emungimento esistenti);
- le interferenze con edifici e/o manufatti presenti in superficie, riguardo alle opere di fondazione ed al loro stato di consistenza, nonché a eventuali sottoservizi o pozzi interferenti con lo scavo;
- le caratteristiche tecniche della fresa del tipo EPB e le modalità di gestione di eventi critici in fase di scavo (trovanti, acqua in pressione, variabilità granulometriche).



2. VARIAZIONE DEL TRACCIATO PLANO ALTIMETRICO RISPETTO AL PROGETTO PRELIMINARE

Il progetto preliminare della galleria di Lonato prevede la realizzazione di due canne della lunghezza di 5444 metri e presenta sia all'imbocco lato Milano che a quello lato Verona due lunghe tratte di galleria artificiale; nell'ambito di queste viene realizzato il progressivo allontanamento dei due binari per raggiungere l'interasse di 30 metri che viene mantenuto per tutta la lunghezza della galleria naturale al fine di limitare l'interazione ed il conseguente aumento di tensioni al contorno degli scavi.

L'imbocco in naturale lato Milano è ubicato in una fascia compresa tra l'autostrada Milano-Venezia e la zona industriale di Lonato ove sono presenti lo stabilimento FERALPI e lo stabilimento della WIERER che vengono interessati dal tracciato delle opere nelle aree di piazzale degli stessi e marginalmente nelle strutture industriali coperte.

L'imbocco lato Verona si trova in un'area a destinazione agricola ed è posizionato al limite di una vasta zona pianeggiante limitata verso ovest dal ripido pendio del prospiciente cordone morenico.

In fase di conferenza dei servizi il Comune di Lonato ha presentato alcune osservazioni sia relativamente alle problematiche dovute all'impatto idrogeologico dell'opera, con particolare rilievo ai rischi di inquinamento delle falde, sia alla tutela delle attività produttive durante la fase di costruzione ed ad opere ultimate.

Più in dettaglio le problematiche evidenziate dal comune di Lonato possono essere sintetizzate, nell'ordine delle progressive crescenti (da Milano verso Venezia), come segue:

- la realizzazione della galleria artificiale prevede la demolizione della parte terminale di una tettoia facente parte dello stabilimento FERALPI nonché l'occupazione temporanea del prospiciente piazzale; (problematica sollevata, minimizzare tali interferenze con tempistiche e spazi operativi di cantiere per quanto possibile ridotti);
- l'ubicazione dell'imbocco della galleria naturale comporta la realizzazione nelle adiacenze di un cantiere industriale che viene realizzato nell'area attualmente libera fra lo stabilimento di FERALPI e quello di WIERER; tale area è inserita nel piano regolatore del comune, come zona di urbanizzazione con destinazione artigianale; (viene richiesto di minimizzare l'estensione e la durata dell'occupazione di dette aree);
- la galleria naturale sottopassa il piazzale di stoccaggio delle tegole prodotte dalla WIERER con modesta copertura; in particolare la canna del binario dispari ha il tracciato, per una lunghezza di circa 140 metri, posizionato al limite di un corpo di fabbrica dello stabilimento stesso (la richiesta è di limitare al massimo tale interferenza e concordare delle tempistiche tali da garantire l'agibilità del piazzale della WIERER che paventa problematiche di blocco delle proprie attività produttive);
- la galleria naturale in corrispondenza della piana inframorenica in località Croce Venzago, (in prossimità dello svincolo autostradale di Desenzano) viene ad interessare una falda; infatti la soggiacenza della stessa è di circa 20 metri dal piano campagna, quindi ha una quota di circa 115 m.s.l.m.; in questa tratta di circa 700 metri il progetto preliminare prevede una quota del piano ferro compresa tra i 108 ed i 105 m.s.l.m. (il comune chiede di non emungere la falda né in fase di scavo né ad opere ultimate e di controllare la qualità delle acque eventualmente intercettate in fase di scavo per verificarne l'eventuale inquinamento; in particolare il comune teme che la eventuale depressione della falda con inversione del moto potrebbe produrre rilevanti problematiche di inquinamento per la presenza in zona di discariche non controllate);
- in corrispondenza della piana intramorenica del Lavagnone la galleria artificiale viene ad



interessare la falda freatica che alimenta lo stagno del Lavagnone, importante sito archeologico riferibile all'Età del Bronzo rilevante anche dal punto di vista ambientale; la falda in questa parte del tracciato ha una profondità di circa 15 metri dal piano campagna, quindi ha una quota di circa 99 m.s.l.m.; il progetto preliminare prevede di realizzare la galleria artificiale con quota del piano ferro tra 101 e 99 m.s.l.m; ne consegue che lo scavo, della trincea a cielo aperto fino alla quota dell' arco rovescio ed il successivo ritombamento all'intorno della galleria artificiale vanno ad interessare la falda provocando il suo abbassamento sia in fase di costruzione che di esercizio; (il comune chiede invece di non alterare assolutamente i livelli di falda ne in fase di costruzione che ad opere finite);

In sede di progetto definitivo si è quindi provveduto ad un attento riesame della livelletta del progetto preliminare per individuare le variazioni che avrebbero potuto attenuare le problematiche evidenziate dal comune di Lonato in sede di conferenza dei servizi.

Nell' individuare le modifiche da apportare alla livelletta si è naturalmente tenuto conto delle seguenti esigenze tecniche imprescindibili:

- mantenere in galleria, sia artificiale che naturale, una pendenza positiva sempre nella stessa direzione così da consentire il naturale smaltimento a gravità delle acque di infiltrazione fino ad uno dei due imbocchi (in questo caso l'imbocco est;
- modificare il meno possibile la livelletta in corrispondenza dell'inizio e la fine della galleria per non alterare il tracciato nelle tratte adiacenti;

Con questi vincoli si è esaminata innanzitutto la situazione presso l'imbocco naturale lato Milano constatando che tale imbocco risultava ubicato in una zona di terreno piuttosto pianeggiante e che una lieve variazione di livelletta consentiva di spostare in modo significativo l'imbocco e che non vi erano a parte le interferenze con gli stabilimenti FERALPI e WIERER ulteriori vincoli sul terreno, a parte l'attraversamento di una strada comunale, fino al sottopasso della sede autostradale della Milano-Venezia; a tal proposito veniva inoltre osservato che una traslazione verso est dell'imbocco in naturale comportava uno spostamento nella medesima direzione dello "sfiocciamento" della linea, riducendo quindi la distanza fra i due binari e le aree di interferenza in corrispondenza dei più volte citati stabilimenti industriali.

Inoltre si osservava che lo spostamento dell'imbocco comportava come ulteriore conseguenza lo spostamento del cantiere industriale realizzato a servizio dello stesso.

Per tenere conto delle interferenze con gli stabilimenti industriali si è operato come segue:

- si è abbassata la livelletta in corrispondenza dello stabilimento FERALPI (progressiva 105 + 030) di 60 - 70 cm per garantire un franco sufficiente, ad opere ultimate, per consentire il ripristino alla quota attuale del piazzale del suddetto stabilimento;
- si è innalzata la quota in corrispondenza della progressiva 106 + 020 circa, di 3,70 metri circa, il che ha consentito di traslare l'inizio della galleria naturale di 650 metri circa verso est, con conseguente traslazione della zona di "sfiocciamento".

Questa nuova ubicazione dell'imbocco ha quindi i seguenti effetti positivi:

- evita la demolizione parziale del manufatto FERALPI;
- consente maggiori spazi operativi alla ditta FERALPI durante la fase di costruzione;
- consente la completa fruizione del piazzale di manovra FERALPI ad opere ultimate;



- a seguito dello spostamento dell'area di cantiere industriale, rende possibile l'immediato utilizzo da parte della ditta proprietaria dell'area artigianale adiacente allo stabilimento FERALPI;
- lo spostamento delle opere di imbocco oltre l'area della società WIERER da la possibilità di programmare meglio con la ditta interessata le interferenze in fase costruttiva, dal momento che le opere da realizzare in tale area non sono più sul percorso temporale critico;
- l'accorciamento della galleria naturale comporta un miglioramento temporale ed economico nella realizzazione dell'opera;

Si è successivamente esaminata la situazione all'imbocco est per verificare la possibilità di evitare l'interferenza con la falda presente in tale zona; problematica segnalata come estremamente critica dal comune di Lonato.

Esaminati i vari vincoli presenti sul territorio si è provveduto a sollevare la livelletta in corrispondenza della piana del Lavarone (progr. 111 + 200 circa) di circa 4 metri.

Tale innalzamento evita l'interferenza delle opere con la falda permanente presente in tale zona risolvendo la problematica posta dal comune di Lonato.

Inoltre l'innalzamento della livelletta ha effettivi migliorativi anche nel tratto compreso tra le progr 109 + 250 e 110 + 235 circa ove la galleria intercetta la falda presente nella piana inframorenica di Croce Venzago; infatti pur restando la galleria in falda viene a diminuire il battente che la stessa presenta rispetto al piano di scavo.

Ne consegue che le modifiche di livelletta apportate consentono di risolvere o diminuire sensibilmente tutte le criticità segnalate dal comune di Lonato, pertanto la nuova livelletta e tracciato dello sfiocamento rappresentano una soddisfacente ottimizzazione del tracciato nel rispetto dei considerevoli vincoli esistenti sul territorio.



3. QUADRO GEOLOGICO-GEOTECNICO

3.1 Inquadramento geografico e geologico

La ricostruzione geologica viene ripresa dagli elaborati: "Studio geologico-idrogeologico di dettaglio Galleria Lonato" e "Sezione geologica e idrogeologica Galleria di Lonato" basati sull'analisi dagli approfondimenti condotti mediante la campagna geognostica integrativa eseguita durante la redazione del Progetto Definitivo.

La zona di Lonato dal punto di vista geologico è situata nella porzione occidentale dell'anfiteatro morenico gardesano, la sua posizione risulta esterna rispetto a più giovani depositi wurmiani localizzati tra Desenzano e Peschiera e in posizione più interna rispetto ai più antichi depositi morenici mindeliani. Il territorio è caratterizzato da un graduale passaggio dai depositi fluvio-glaciali che fanno transizione, senza brusche interruzioni di facies, ai cordoni morenici Rissiani, che conservano con rilievo decametrico, ancora una buona evidenza morfologica.

Delimitati dai cordoni morenici relativamente impermeabili, si sono depositi dei depositi glacio-lacustri di estensione reale limitata; in questi depositi risultano prevalenti le frazioni limose ed argillose.

Il tracciato ferroviario, in questa zona, interseca dapprima depositi fluvioglaciali essenzialmente ghiaioso-sabbiosi, entrando successivamente nei depositi glaciali del cordone morenico rissiano. Il corpo morenico risulta articolato in più cordoni con andamento N-S o NO-SE, intervallati da depositi fluvioglaciali e in condizioni particolari da depositi glaciolacustri.

Dal punto di vista litologico i depositi morenici, al di sotto terreni coltivati o rimaneggiati di spessore metrico sono costituiti da: ghiaie e ciotoli a supporto di matrice limoso-argillosa, limi, limi sabbioso ghiaiosi e limi argillosi con ghiaie. Il corpo centrale del cordone morenico presenta generalmente una permeabilità ridotta; localmente specie nelle zone più superficiali al passaggio con i depositi fluvioglaciali possono essere presenti delle lenti ghiaioso sabbiose con possibilità di circolazione idrica. In generale dal punto di vista idraulico i depositi attraversati sono caratterizzati da una marcata partizione dovuta al brusco contatto tra corpi a differente permeabilità con geometrie spesso articolate.

3.2 Descrizione unità litologiche

La ricostruzione geologica e le progressive sono riprese dagli elaborati: "Studio geologico-idrogeologico di dettaglio Galleria Lonato" e "Sezione geologica e idrogeologica Galleria di Lonato".

Nell'area in esame sono state riconosciute le seguenti unità, appartenenti ai depositi di copertura:

- **Depositi fluvioglaciali:** Questi depositi sono costituiti da ghiaie e sabbie limoso argillose. Sono presenti in corrispondenza dell'imbocco lato Milano fino alla progressiva 108+600 circa e come depositi intramorenici nella parte centrale del tracciato presso lo svincolo di Desenzano;



- **Depositi glaciali - morene:** Questi depositi eterometrici sono costituiti da sabbie e ghiaie limoso argillose con blocchi litici da decimetrici a metrici, ghiaie sabbioso limose e limi con ghiaietto. I depositi si presentano compatti. Sono caratterizzati da un'evidenza morfologica superficiale e sono presenti nella parte centrale del tracciato, fino all'imbocco lato Verona. Nelle depressioni tra questi depositi morenici sono contenuti depositi fluvioglaciali o glaciolacustri.
- **Depositi glaciolacustri:** I depositi glaciolacustri sono riconosciuti lungo il tracciato come depositi lentiformi caratterizzati da limitata persistenza laterale. Questi depositi sono costituiti prevalentemente da limi, limi sabbioso argillosi. Questi depositi appoggiano sulla morena e sembrano non interessare lo scavo.

3.2.1 Risultati delle elaborazioni

La morfologia risulta costituita da rilievi poco marcati altimetricamente costituiti da cordoni morenici, le quote del piano campagna variano tra 125 m s.l.m. in corrispondenza dell'imbocco lato Verona e un massimo di circa 205 m s.l.m. in corrispondenza della progressiva 108+250. I cordoni morenici presentano un'evidenza morfologica e un rilievo molto maggiore rispetto alla Galleria S.Giorgio in Salici.

In genere i depositi glaciali, in funzione dell'elevata presenza di materiale fine, nonostante l'eterogeneità e la presenza di materiale grossolano, presentano permeabilità ridotte. I depositi glaciofluviali riconosciuti presentano una presenza di materiale fine nettamente superiore rispetto ai depositi alluvionali, che sono soggetti ad una maggior selezione da parte degli agenti di trasporto e deposizionali. In funzione della loro granulometria i depositi fluvioglaciali presentano una permeabilità ridotta rispetto ai depositi alluvionali che costituiscono la circostante pianura. Sono presenti delle zone di circolazione idrica sia nei depositi glaciofluviali sia in orizzonti localizzati all'interno delle morene. In generale gli acquiferi più superficiali, falda freatica e falde sospese presentano forti variazioni stagionali e tendono ad ubicarsi tra i 10 e i 20 m da piano campagna.

La falda profonda è ubicata generalmente a profondità maggiori di 50 m da piano campagna in depositi alluvionali o fluvioglaciali, sottostanti i cordoni morenici, o in orizzonti più grossolani all'interno di questi corpi; questa falda risulta sotto la quota di scavo e si presenta costante come livello.

Le formazioni geologiche presenti nell'area di progetto possono essere distinte, dal punto di vista idrogeologico, in due unità principali caratterizzate da permeabilità per porosità diverse.

Una discreta continuità della falda superficiale può essere attesa all'interno dei depositi fluvioglaciali intramorenici, mentre all'interno delle morene sono attesi corpi idrici localizzati realmente a fasce di maggiore granulometria.

In genere i depositi glaciali, presentano permeabilità ridotte mentre i depositi fluvioglaciali presentano una maggiore permeabilità pur essendo meno permeabili dei depositi alluvionali s.s.

Le falde sono rappresentate da acquiferi freatici a pelo libero ospitati nei depositi fluvioglaciali e delimitati inferiormente dai corpi morenici che costituiscono degli orizzonti impermeabili e separano differenti falde confinate negli intervalli intramorenici

Viene riconosciuta all'interno dei corpi morenici la presenza di orizzonti più permeabili sede di falde sospese superficiali con ricarica diretta e la presenza di falde confinate da livelli argillosi in condizioni semiartesiane.



La ricostruzione idrogeologica é ripresa dagli elaborati: "Studio geologico-idrogeologico di dettaglio Galleria Lonato" e "Sezione geologica e idrogeologica Galleria di Lonato".

La ricostruzione geologica e le progressive sono riprese dagli elaborati: "Studio geologico-idrogeologico di dettaglio Galleria Lonato" e "Sezione geologica e idrogeologica Galleria di Lonato".

- Nei depositi fluvioglaciali presenti sul lato Milano dall'imbocco della galleria naturale fino alla progressiva 108+600 la falda profonda si posiziona a circa 50 m da piano campagna mentre la falda superficiale viene riconosciuta solo in alcuni dei piezometri e si presenta lateralmente e con oscillazioni stagionali.
- Dalla progressiva 108+600 fino alla 109+250 circa lo scavo attraversa dei depositi morenici in eteropia con depositi fluvioglaciali e glaciolacustri con possibile presenza localizzata di acquiferi multistrato sospesi compresi tra 15 e 27 m da piano campagna.
- Nel settore tra le progressive 109+250 e 110+235 lo scavo attraversa una depressione nella morena formata dalla presenza di uno scaricatore glaciale e riempita da depositi fluvioglaciali intramorenici che ospitano una falda freatica ubicata a circa 20 m da piano campagna. Questa falda viene intercettata dallo scavo ed riconosciuta come continua lateralmente e alimentata con continuità.
- Tra le progressive 110+235 e la fine della galleria naturale lo scavo attraversa depositi glaciali con la possibilità della presenza localizzata di falde sospese a circa 20 m da piano campagna.

3.3 Indagini geognostiche integrative

Viene presentata a seguito una tabella riassuntiva delle indagini eseguite nelle campagne del 1992, 2002 e 2004.

I dati delle campagne pregresse sono stati completati da una campagna integrativa di indagini geognostiche effettuata nel 2004. Le indagini eseguite nella campagna integrativa 2004 risultano in asse al tracciato. Le finalità di questa campagna sono:

- a) ricostruzione della stratigrafia dei terreni attraversati dalla galleria con particolare attenzione alla definizione delle fasce glaciolacustri intercettate e all'indagine dei depositi fluvioglaciali intramorenici nella zona dello svincolo di Desenzano.
- b) ricostruire la complessa situazione formata da falde profonde, falde freatiche superficiali e dalle falde sospese.
- c) definizione dei fusi granulometrici dei materiali attraversati.



SONDAGGI GALLERIA LONATO

	SONDAGGIO	PROGRESSIVA	STRATIGRAFIA DISPONIBILE	QUOTA TESTA FORO	LUNGHEZZA	FUORI ASSE	PROVE IN SITU	FALDA	
INDAGINI GEOGNOSTICHE 1992	DS 011	104,280	x	138,71	28	15N	PIEZ		
	DS 012	104,550	x	141,467	30	70N			
	PE 104	104,530	x	137,534	3	105S	POZZ	assente	
	DS 013	105,100	x	142,983	35	IN ASSE	PIEZ		
	PE 105	105,080	x	140,297	3,1	120S	POZZ	assente	
	DS 612	105,460	x	143,613	25	125S		assente	
	PE 106	105,690	x	145,259	3,3	120S	POZZ	assente	
	DS 014	105,885	x	148,196	25	10N			
	DS 611	106,290	x	150,379	25	100S		assente?	
	PE 107	106,435	x	151,674	2,9	95S	POZZ	assente	
	DS 015	106,370	x	147,068	35	20S			
	DS 610	107,120	x	164,798	25	60S		22,8?	
	DS 609	107,405	x	167,689	35	35S		assente	
	DS 608	107,855	x	180,796	45	25S	PIEZ - LEFRANC	15,4	
	DS 607	108,190	x	189,838	75	15N	PRESSIOM	23?	
	DS 712	108,275	x	172,96	26,4	45N	PRESSIOM		
	DS 711	108,300	x	173,256	25,6	45N	PROVE DI INIETTABILITA'		
	DS 710	108,320	x	173,833	27,5	45N	LEFRANC	21,7	
	DS 606	108,390	x	170,945	50	20S			
	DS 605	108,735	x	154,429	45	25S		32	
	DS 604	108,865	x	149,537	45	200N			
	DS 016	108,875	x	163,564	60	5S			
	DS 603	109,175	x	140,835	30	5S			
	DS 602	109,520	x	135,83	30	IN ASSE	COINCIDENTE CON 3SS071	25	
	DS 601	109,690	x	134,943	30	35S			
	DS 017	109,865	x	135,915	41,5	50S			
	DS 161	110,005	x	135,884	40	35S			
	DS 701	110,050	x	135,717	25	125S	8 LEFRANC -	23,8	
DS 702	110,050	x	135,83	25	130S	S 702 PROVE DI INIETTABILITA'			
DS 703	110,050	x	135,802	25	145S	PRESSIOM			
DS 159	110,315	x	134,777	30	25S				
DS 158	110,505	x	134,77	30	80S				
CAMPAGNA GEOGNOSTICA ITALFERR 2002	XA 202B143	104,370	x	140,655	20	40N		asciutto o 12,28 (1)	
	XA 202B144	104,610	x		20	IN ASSE		assente	
	XA 202B145	104,920	x		20	100N		asciutto o 14,77 (1)	
	XA 202B146	105,290	x	143,289	25	20S		18,44	
	XA 202B147	105,510	x	151,133	30	40S		21,28	
	XA 202G148	105,760	x		30	30S		assente	
	XA 202G149	106,030	x		31	20S		19,26	
	XA 202G150	106,320	x	144,81	35	50S		assente	
	S5	106,560	x		40	10S		21,45	
	XA 202G151	106,560	x	146,759	35	60S		asciutto	
	XA 202G152	107,010	x	149,112	35	30S		13,2 o assente	
	XA 202G153	107,250	x	167,181	55	10S		43,37	
	CH1								
	XA 202G154	107,550	x	170,015	51,8	10S		39,26 o assente	
	XA 202G155	107,930	x	187,017	70	30S		dubbi 57,3 o	
	XA 202G156	108,130	x	182,769	68	30S		44,55	
	XA 202G157	108,560	x	168,979	60	60N		3,54	
	AA 202G158	108,790	x		0,45	60N		PZ1 4,14 m, PZ2	
	XA 202G159	109,080	x		40	10S	CPTU	PZ1 7,26 m,	
	EA 202G160	109,340	x		30	20N		asciutto	
	XA 202G161	109,570	x		35	20N		asciutto o 9,98	
	XA 202G162	109,980	x	135,012	40	40S		22,9	
	XA 202G163	110,320	x	9,15	45	110N	PRESSIOM a 25 m Modulo E 120 bar	9,15	
	XA 202B164	110,520	x	113,015	25	50N		asciutto	
	S4	110,650	x		40	225N		17,085	
	XA 202B165	110,800	x	116,779	20	270N		asciutto	
	XA 202B166	111,000	x		20	84,5N		asciutto	
	XA 202B167	111,320	x	116,484	30	50N		11,21	
XA 202B168	104,803	x		20	50N		8,93		
XA 202B169	111,990	x	96,674	20	20N	PTU, PRESSIOM a 18,7 m Modulo E 92 bar	6,29		
CAMPAGNA PROGETTO DEFINITIVO 2003	3SS065	104,835	x		30	IN ASSE	artificio FERALPI	asciutto	
	3SA065	104,800	x		30		CROSS-HOLE		
	3SB065	104,875	x		30		CROSS-HOLE		
	3SS066	106,900	x		50	15S			
	3SC067	107,150	x		40	15S	PIEZ		
	3SS068	107,690	x		70,00	15S			
	3SC069	108,385	x		85,00	15S	COINCIDENTE CON DS 606	PIEZ	
	3SS070	109,220	x		70,00	15S			
	3SC071	109,515	x		45,00	IN ASSE			
	3SC072	109,755	x		40,00	15S	PIEZ		
	3SS073	110,175	x		40,00	15S	CROSS-HOLE		
	3SA073	110,150	x		40,00	70S	CROSS-HOLE		
3SB073	110,210	x		40,00	60S				



Le indagini geognostiche effettuate tramite sondaggi sono state integrate da due studi condotti tramite rilievi di superficie finalizzati a fornire indicazioni sulla ubicazione e sulle dimensioni dei trovanti ubicati in una fascia ettometrica (circa 500 m per ogni lato) intorno al tracciato della galleria Lonato. Lo studio dei trovanti consta di due distinte relazioni descrittive accompagnate da elaborati cartografici (carta geologica o planimetria) con ubicazione dei trovanti riscontrati in superficie e da una relazione riguardante lo studio geostatistico della distribuzione dei trovanti:

- Aquater (Marzo 2004) Massi erratici e affioramenti nell'area della galleria di Lonato. (redatto da SGI);
- Dott. Geol. G. Crestana (Giugno 2004) Linea alta capacità Milano Verona dal km 103+100 al km 112+000 - Carta geologica scala 1:10.000;
- 04-IR-E-30399 00 - Valutazione geostatistica dei trovanti presenti nei terreni interessati dallo scavo della galleria di Lonato (BS).

Le distribuzioni dei trovanti riportate nei due studi sono congruenti e l'integrazione dei due rilievi garantisce la completezza del dato acquisito. I trovanti indicati sulle planimetrie sono stati riportati sulle tavole del profilo geologico geotecnica della Galleria di Lonato.

Considerate le coperture della galleria, le condizioni superficiali possono essere considerate rappresentative delle condizioni incontrate dallo scavo, anche se vi è da osservare che i rilievi condotti in superficie non possono che sottostimare la frequenza dei trovanti, considerato che molti di loro possono essere stati rimossi e che gli studi condotti non prendono in esame i massi al di sotto dei 40-50 cm.

L'analisi geostatistica ha messo in luce che la probabilità di incontrare trovanti durante lo scavo è molto elevata (un trovante di dimensioni maggiori di 50 cm ogni 2.6 metri di scavo per ciascuna canna). Tale situazione rende problematico lo scavo meccanizzato, con conseguenze sull'avanzamento di difficile valutazione a priori.