

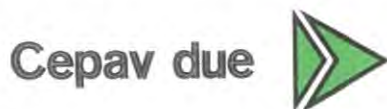
COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



PE PER COSTRUZIONE

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

OV30 – STUDI AMBIENTALI PRESCRIZIONI CIPE
Studio idrogeologico inerente la realizzazione della galleria Lonato

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Zanatta) Data: <u>20 DIC 2019</u>	 Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENIE	TPODOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	R I	O V 3 0 M 0	0 0 3	B

PROGETTAZIONE							IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	
A	Emissione	MORANDI	07/12/18	MERLINI	07/12/18	07/12/18	 Ing. Davide Liani Data: 18/10/19
B	Revisione interna	MORANDI	18/10/19	MERLINI	18/10/19	18/10/19	
C							

CIG. 751447334A

File: INOR11EE2RIOV30M0003B_07.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

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

CUP: F81H91000000008

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	4
1.1. OGGETTO E SCOPO	7
2. ELABORATI DI RIFERIMENTO	8
3. TECNOLOGIA ESECUTIVA E RIVESTIMENTO DELLA GALLERIA.....	10
3.1. SEZIONI TIPO DI SCAVO E AVANZAMENTO DELLA GALLERIA NATURALE LONATO	10
4. MODELLO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO	14
4.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	14
4.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	14
4.2.1. Depositi morenici di cordone.....	14
4.2.2. Depositi morenici di fondo.....	15
4.2.3. Depositi glacio-lacustri di depressione intermorenica o di fronte glaciale	15
4.2.4. Depositi fluvioglaciali grossolani	15
4.2.5. Depositi Torbosi (Olocene).....	15
4.3. MODELLO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO.....	15
4.4. CARATTERIZZAZIONE DEI PARAMETRI IDROGEOLOGICI CON ORIGINE DEI DATI UTILIZZATI.....	16
4.5. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEI FONTANILI DEL SISTEMA 15	18
4.5.1.1. Meccanismo di emergenza	18
4.5.1.2. Alimentazione.....	18
4.5.1.3. Caratteristiche idrogeologiche	18
4.5.1.4. Impatto della galleria.....	19
4.6. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DELLO STAGNO DEL LAVAGNONE.....	19
4.6.1.1. Meccanismo di emergenza	19
4.6.1.2. Alimentazione.....	19
4.6.1.3. Caratteristiche idrogeologiche	20
4.6.1.4. Impatto della galleria.....	21
4.7. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEI FONTANILI DEL SISTEMA 16	21
4.7.1.1. Meccanismo di emergenza	21
4.7.1.2. Alimentazione.....	21
4.7.1.3. Caratteristiche idrogeologiche	21

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.	Progetto IN0R	Lotto 11	Codifica Documento E E2 RI OV 30M 0 003	Rev. B	Foglio 3 di 31
---------	------------------	-------------	--	-----------	-------------------

4.7.1.1. <i>Impatto della galleria</i>	22
5. POSSIBILI INTERFERENZE CON IL SISTEMA IDROGEOLOGICO	23
5.1. AFFLUSSI ANNUI PER PRECIPITAZIONI PIOVOSE	23
5.1.1. <i>Alimentazione della falda superficiale e areale di infiltrazione</i>	23
5.2. DEFLUSSI DELLA GALLERIA ARTIFICIALE GA07.....	25
5.3. BILANCIO IDROGEOLOGICO AFFLUSSI/DEFLUSSI PROFONDI	27
6. CONCLUSIONI.....	30
7. ALLEGATO 1 – SCHEMA IDROGEOLOGICO GALLERIA LONATO	31



1. INTRODUZIONE

La presente relazione si riferisce alla prescrizione n. 245 del CIPE che richiedeva di valutare l'eventuale effetto indotto dalla realizzazione della galleria Lonato in termini di abbassamento della falda con ripercussione sui fontanili, laghetti e stagni presenti in zona con particolare attenzione allo Stagno Lavagnone, sito patrimonio UNESCO.

Nell'ambito del tracciato della linea ferroviaria Alta Velocità/ Alta Capacità Milano-Verona, la galleria naturale Lonato (GN02) corrisponde ad una galleria naturale a doppia canna a singolo binario scavata in meccanizzato con lunghezze di 4728 m e 4748m tra le progressive 115+990 e 120+772 (riferite all'asse binario pari).

Lo scavo della galleria è previsto con l'impiego di una TBM del tipo EPB, le caratteristiche geometriche essenziali sono le seguenti:

- lunghezza binario pari = 4782.0 m;
- lunghezza binario dispari = 4748.5 m;
- raggio planimetrico minimo = 7130 m;
- pendenza longitudinale massima = 0.605 %;
- diametro di scavo \approx 10 m, diametro interno galleria = 8.8 m
- interasse fra le due canne \approx 30 m (Figura 1.2).

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. Lo schema dell'anello del rivestimento sarà di tipo universale.

Pertanto il rivestimento sarà costituito da una sequenza di anelli, tra loro uguali che, opportunamente ruotati attorno al proprio asse, permetteranno la realizzazione del rivestimento anche nelle curve plano-altimetriche.

La conformazione a cuneo del singolo anello consentirà, senza l'impiego di elementi speciali, di seguire l'andamento plano-altimetrico del tracciato con una serie continua di approssimazioni e correzioni delle deviazioni del rivestimento, e della macchina, in fase di avanzamento.

La geometria dei conci è la seguente:

- raggio interno = 8800 mm
- spessore = 450 mm
- lunghezza media anello \approx 2000 mm
- numero conci (senza concio di chiave) = 6.

Fra il profilo di scavo e l'estradosso del rivestimento definitivo sono previste delle iniezioni di intasamento mediante miscele cementizie del tipo bicomponente.

La tenuta stagna tra i giunti (sia longitudinali che circolari) sarà garantita da apposite guarnizioni in EPDM.

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI OV 30M 0 003

Rev.
B

Foglio
5 di 31

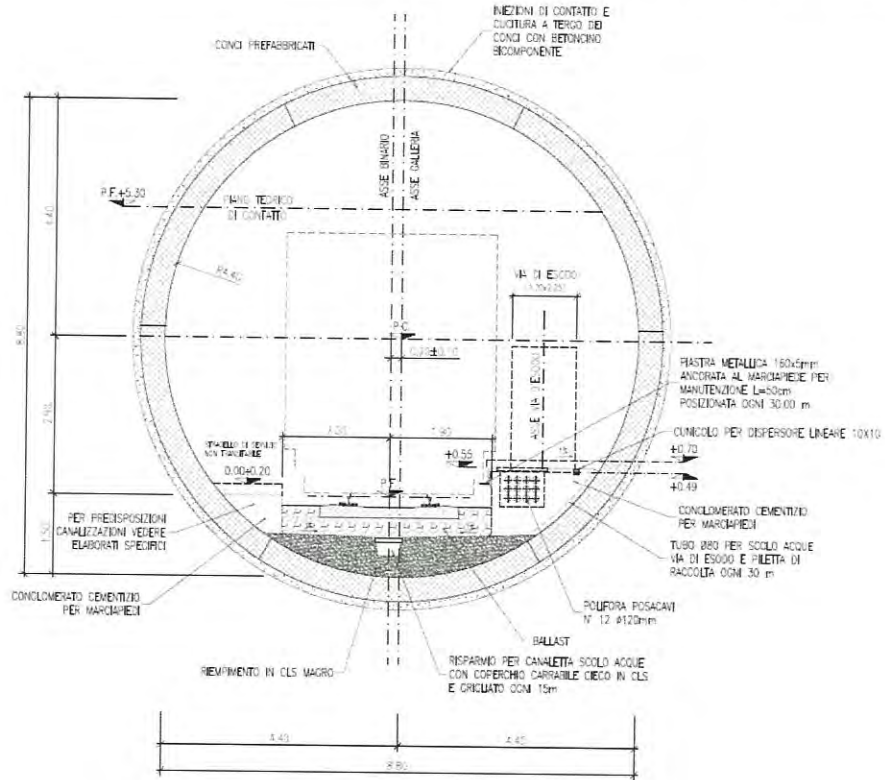


Figura 1.1 – Progetto Esecutivo galleria Lonato, sezione tipo a singolo binario.

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI OV 30M 0 003

Rev.
B

Foglio
6 di 31

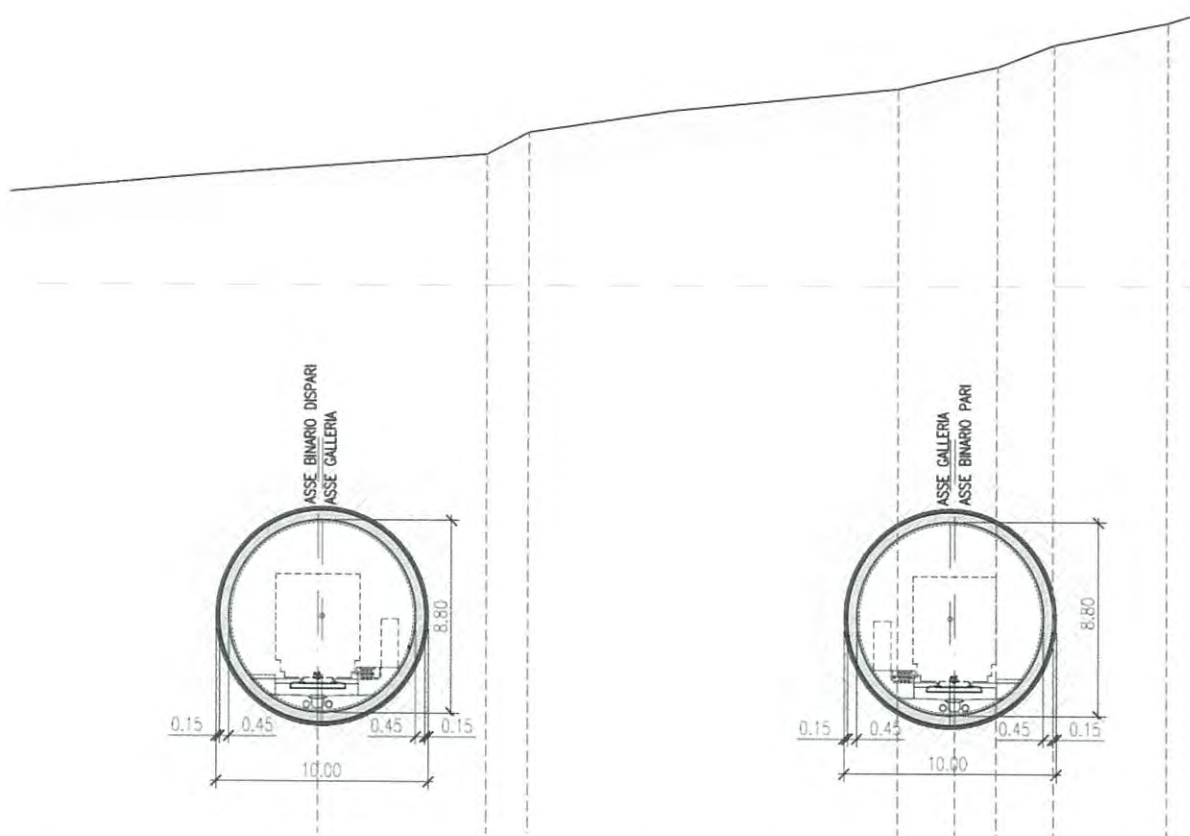
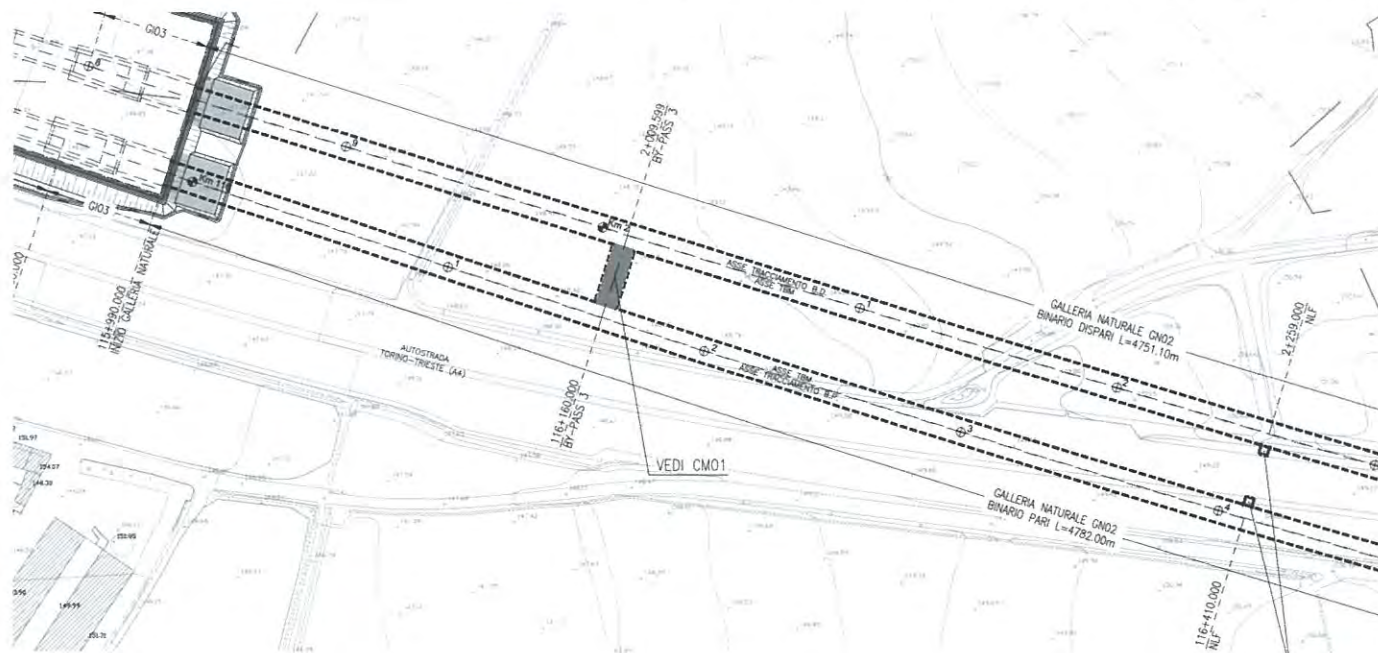


Figura 1.2 – Stralcio planimetrico e sezione trasversale tipica con posizione delle due canne monobinario alla progressiva chilometrica 116+300 circa.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
IN0R

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI OV 30M 0 003

Rev.
B

Foglio
7 di 31

Dal punto di vista geologico la galleria attraversa tratte costituite dai depositi glaciali dell'Allogruppo di Lonato e S. Giorgio e dell'Allogruppo di Lugana.

1.1. Oggetto e scopo

Oggetto del presente documento sono le problematiche di tipo idrogeologico relative alla realizzazione della galleria Lonato, lo scopo è quello, con riferimento alla prescrizione n. 245 del CIPE, di riportare gli approfondimenti geologici e idrogeologici che sono stati condotti per la Progettazione Esecutiva dell'opera, con riferimento sia allo scavo sia all'esercizio della galleria.

La progettazione esecutiva dell'opera in oggetto si è svolta nel corso degli ultimi mesi del 2017 e nel 2018, con particolare riferimento: (1) alla valutazione condotta durante la progettazione esecutiva delle possibili interferenze con il sistema idrogeologico e con il sottosuolo; (2) alle soluzioni progettuali adottate per consentire, sia durante lo scavo della galleria sia in esercizio a lungo termine, che la galleria non arrechi impatti significativi agli acquiferi presenti nell'area dell'opera. Le analisi idrogeologiche, condotte durante la progettazione esecutiva e riportate nella presente relazione, hanno utilizzato come dati di ingresso i dati geologici, idrogeologici e geotecnici acquisiti sia per il progetto esecutivo sia per le precedenti fasi progettuali.

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI OV 30M 0 003Rev.
BFoglio
8 di 31

2. ELABORATI DI RIFERIMENTO

Nel seguito si riporta l'elenco elaborati di riferimento:

CODICE										DESCRIZIONE	
INOR	11	E	E2	P	5	GN	02	0	0	001	GALLERIA LONATO (GA06 - GI03 - GN02 - GI05 - GA07 - TR05) - Da Pk 114+565.00 a Pk 122+197.10 - Planimetria indagini geognostiche (Tav. 1/2)
INOR	11	E	E2	P	5	GN	02	0	0	002	GALLERIA LONATO (GA06 - GI03 - GN02 - GI05 - GA07 - TR05) - Da Pk 114+565.00 a Pk 122+197.10 - Planimetria indagini geognostiche (Tav. 2/2)
INOR	11	E	E2	R	B	GN	02	0	0	001	GALLERIA LONATO (GA06 - GI03 - GN02 - GI05 - GA07 - TR05) - Da Pk 114+565.00 a Pk 122+197.10 - Relazione geotecnica
INOR	11	E	E2	P	7	GN	02	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Planimetria (Tav. 1/3)
INOR	11	E	E2	P	7	GN	02	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Planimetria (Tav. 2/3)
INOR	11	E	E2	P	7	GN	02	0	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Planimetria (Tav. 3/3)
INOR	11	E	E2	F	5	GN	02	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Profilo longitudinale (Tav. 1/2)
INOR	11	E	E2	F	5	GN	02	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Profilo longitudinale (Tav. 2/2)
INOR	11	E	E2	W	9	GN	02	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Sezioni trasversali (Tav. 1 di 4)
INOR	11	E	E2	W	9	GN	02	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Sezioni trasversali (Tav. 2 di 4)
INOR	11	E	E2	W	9	GN	02	0	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Sezioni trasversali (Tav. 3 di 4)
INOR	11	E	E2	W	9	GN	02	0	0	004	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Sezioni trasversali (Tav. 4 di 4)
INOR	11	E	E2	W	Z	GN	02	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Sezione trasversale tipologica della galleria
INOR	11	E	E2	4	T	GN	02	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Tabella materiali
INOR	11	E	E2	R	O	GN	02	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Relazione generale
INOR	11	E	E2	C	L	GN	02	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Relazione di calcolo
INOR	11	E	E2	C	L	GN	02	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Relazione di calcolo - allegati numerici
INOR	11	E	E2	S	P	GN	02	0	1	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Specifiche Tecniche Macchina di scavo
INOR	11	E	E2	R	O	GN	02	0	1	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Relazione tecnica sui parametri operativi della macchina EPB
INOR	11	E	E2	R	O	GN	02	0	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Relazione di monitoraggio
INOR	11	E	E2	R	O	GN	02	0	1	002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Valutazione statistica dei trovanti presenti lungo il tracciato della galleria
INOR	11	E	E2	R	O	GN	02	A	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Modalità di esecuzione degli interventi di consolidamento
INOR	11	E	E2	F	6	GN	02	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Profilo longitudinale geotecnico di previsione e di monitoraggio - Tav. 1/2
INOR	11	E	E2	F	6	GN	02	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Profilo longitudinale geotecnico di previsione e di monitoraggio - Tav. 2/2
INOR	11	E	E2	C	L	GN	02	A	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Relazione di calcolo degli effetti indotti in superficie
INOR	11	E	E2	P	7	GN	02	A	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Planimetria bacino di subsidenza con individuazione degli edifici (tav 1/3)
INOR	11	E	E2	P	7	GN	02	A	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Planimetria bacino di subsidenza con individuazione degli edifici (tav 2/3)
INOR	11	E	E2	P	7	GN	02	A	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Planimetria bacino di subsidenza con individuazione degli edifici (tav 3/3)
INOR	11	E	E2	P	7	GN	02	A	0	004	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Planimetria Monitoraggio esterno. Tav 1 di 3
INOR	11	E	E2	P	7	GN	02	A	0	005	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Planimetria Monitoraggio esterno. Tav 2 di 3
INOR	11	E	E2	P	7	GN	02	A	0	006	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Planimetria Monitoraggio esterno. Tav 3 di 3
INOR	11	E	E2	P	7	GN	02	A	0	007	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Monitoraggio Sede autostradale
INOR	11	E	E2	W	Z	GN	02	A	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Monitoraggio Esterno - Sezioni con strumentazione.
INOR	11	E	E2	W	Z	GN	02	A	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Monitoraggio Interno - Sezioni
INOR	11	E	E2	P	Z	GN	02	A	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Consolidamenti intervento 1 - planimetria e sezioni Tav. 1/2
INOR	11	E	E2	P	Z	GN	02	A	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Consolidamenti intervento 1 - planimetria e sezioni Tav. 2/2
INOR	11	E	E2	P	Z	GN	02	A	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Consolidamenti intervento 2 e 3 - Planimetria e sezioni
INOR	11	E	E2	P	Z	GN	02	A	0	004	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Consolidamenti intervento 4 e 5 - Planimetria e sezioni
INOR	11	E	E2	P	Z	GN	02	A	0	005	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Consolidamenti intervento 6 e 7 - Planimetria e sezioni
INOR	11	E	E2	P	Z	GN	02	A	0	006	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Consolidamenti intervento 8 - Planimetria e sezioni
INOR	11	E	E2	P	B	GN	02	0	5	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Conci prefabbricati - Sezioni e schema planimetrico anello
INOR	11	E	E2	B	Z	GN	02	0	5	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Conci prefabbricati - Viste frontali e posizioni concio di chiave
INOR	11	E	E2	D	Z	GN	02	0	5	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Conci prefabbricati - Schema anello coordinate punti di riferimento
INOR	11	E	E2	B	C	GN	02	0	5	001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Conci prefabbricati - Carpenteria concio tipo A
INOR	11	E	E2	B	C	GN	02	0	5	002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Conci prefabbricati - Carpenteria concio tipo B
INOR	11	E	E2	B	C	GN	02	0	5	003	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Conci prefabbricati - Carpenteria concio tipo C
INOR	11	E	E2	B	C	GN	02	0	5	004	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Conci prefabbricati - Carpenteria concio tipo D

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI OV 30M 0 003Rev.
BFoglio
9 di 31

CODICE										DESCRIZIONE	
INOR	11	E	E2	B	C	GN	02	0	5	005	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Conci prefabbricati - Carpenteria concio tipo E
INOR	11	E	E2	B	C	GN	02	0	5	006	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Conci prefabbricati - Carpenteria concio tipo F
INOR	11	E	E2	B	Z	GN	02	0	5	002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Conci prefabbricati - Particolari costruttivi
INOR	11	E	E2	P	B	GN	02	0	5	002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Conci prefabbricati - Andamento conci in rettilifilo e in curva
INOR	11	E	E2	C	L	CM	01	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Relazione di calcolo by-pass e nicchie
INOR	11	E	E2	C	L	CM	01	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Relazione di calcolo by-pass e nicchie - Allegati numerici
INOR	11	E	E2	B	Z	CM	01	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Sistema di sostegno in fase di demolizione dei conci - Nicchie NLF e BTS/TT - Tipo 1
INOR	11	E	E2	B	Z	CM	01	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Sistema di sostegno in fase di demolizione dei conci - Nicchie NLF e BTS/TT - Tipo 2
INOR	11	E	E2	B	Z	CM	01	0	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Sistema di sostegno in fase di demolizione dei conci - Nicchie TE - Tipo 1
INOR	11	E	E2	B	Z	CM	01	0	0	004	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Sistema di sostegno in fase di demolizione dei conci - Nicchie TT - Tipo 2
INOR	11	E	E2	B	Z	CM	01	0	0	005	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Sistema di sostegno in fase di demolizione dei conci - Nicchie TE
INOR	11	E	E2	B	Z	CM	01	0	0	006	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Sistema di sostegno in fase di demolizione dei conci - By-pass di sicurezza
INOR	11	E	E2	B	Z	CM	01	0	0	007	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Sistema di sostegno in fase di demolizione dei conci - By-pass MT
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchie TE - Scavi e consolidamenti
INOR	11	E	E2	B	Z	CM	01	0	0	008	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchia TE - Carpenteria centina e dettagli costruttivi
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchie TE - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchie TE - Armatura
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	004	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchie NLF - Scavi e consolidamenti
INOR	11	E	E2	B	Z	CM	01	0	0	009	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchia NLF - Carpenteria centina e dettagli costruttivi
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	005	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchie NLF - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	006	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchie NLF - Armatura
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	007	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchie TT - Scavi e consolidamenti
INOR	11	E	E2	B	Z	CM	01	0	0	010	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchia TT - Carpenteria centina e dettagli costruttivi
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	008	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchie TT - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	009	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchie TT - Armatura
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	010	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchie BTS/TT - Scavi e consolidamenti
INOR	11	E	E2	B	Z	CM	01	0	0	011	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchie BTS/TT - Carpenteria centina e dettagli costruttivi
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	011	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchie BTS/TT - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	012	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Nicchie BTS/TT - Armatura
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	013	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - By pass di sicurezza - Scavi e consolidamenti
INOR	11	E	E2	B	Z	CM	01	0	0	012	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - By pass di sicurezza - Carpenteria centina e dettagli costruttivi
INOR	11	E	E2	B	Z	CM	01	0	0	013	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - By pass di sicurezza - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	014	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - By pass di sicurezza - Armatura
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	015	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - By pass MT - Scavi e consolidamenti
INOR	11	E	E2	B	Z	CM	01	0	0	014	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - By pass MT - Carpenteria centina e dettagli costruttivi
INOR	11	E	E2	B	Z	CM	01	0	0	015	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - By pass MT - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	B	CM	01	0	0	016	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - By pass MT - Armatura
INOR	11	E	E2	P	7	CM	01	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Planimetria (Tav. 1/3)
INOR	11	E	E2	P	7	CM	01	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Planimetria (Tav. 2/3)
INOR	11	E	E2	P	7	CM	01	0	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO NICCHIE E BY-PASS (CM01) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Planimetria (Tav. 3/3)

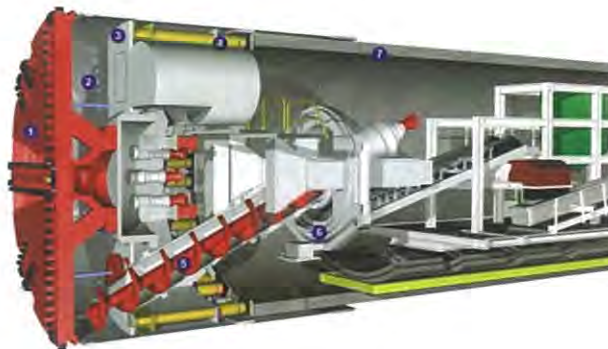
3. TECNOLOGIA ESECUTIVA E RIVESTIMENTO DELLA GALLERIA

3.1. Sezioni tipo di scavo e avanzamento della galleria naturale Lonato

La soluzione progettuale adottata per la galleria Lonato prevede lo scavo meccanizzato mediante l'impiego di una TBM (Tunnel Boring Machine) – EPB (Earth Pressure Balance) scudata del diametro di circa 10 m, con un rivestimento in conci prefabbricati dello spessore di 45 cm.

L'adozione di una EPB (Earth Pressure Balance) permette di operare sotto falda evitando ogni possibile drenaggio e abbassamento del livello di falda, che normalmente si manifesta durante lo scavo di avanzamento in tradizionale di una galleria, in quanto la tecnologia della macchina permette di controbilanciare le spinte esterne del terreno al contorno dello scavo e la pressione dell'acqua interstiziale, utilizzando lo stesso terreno di scavo.

Il sistema adottato è, infatti, a tenuta idraulica; la tenuta è garantita da un insieme di guarnizioni poste sulla circonferenza, tra lo scudo ed il rivestimento posto in opera, e, sul fronte, da una camera stagna all'interno della quale è presente il terreno stabilizzante che viene mantenuto ad una pressione tale da garantire la stabilità del fronte ed evitare ogni possibile drenaggio ed abbassamento del livello di falda presente (Figura 3.1 e Figura 3.2).



1 = testa di scavo, 2 = camera di scavo, 3 = diaframma di separazione tra scudo e camera di scavo, 4 = coclea di smarino, 5 = martinetti di spinta, 6 = sigillante di coda, 7 = rivestimento in conci prefabbricati, 8 = iniezioni di intasamento a tergo dei conci del rivestimento.

Figura 3.1 Schema illustrativo di uno scudo meccanizzato chiuso a contropressione di terra.

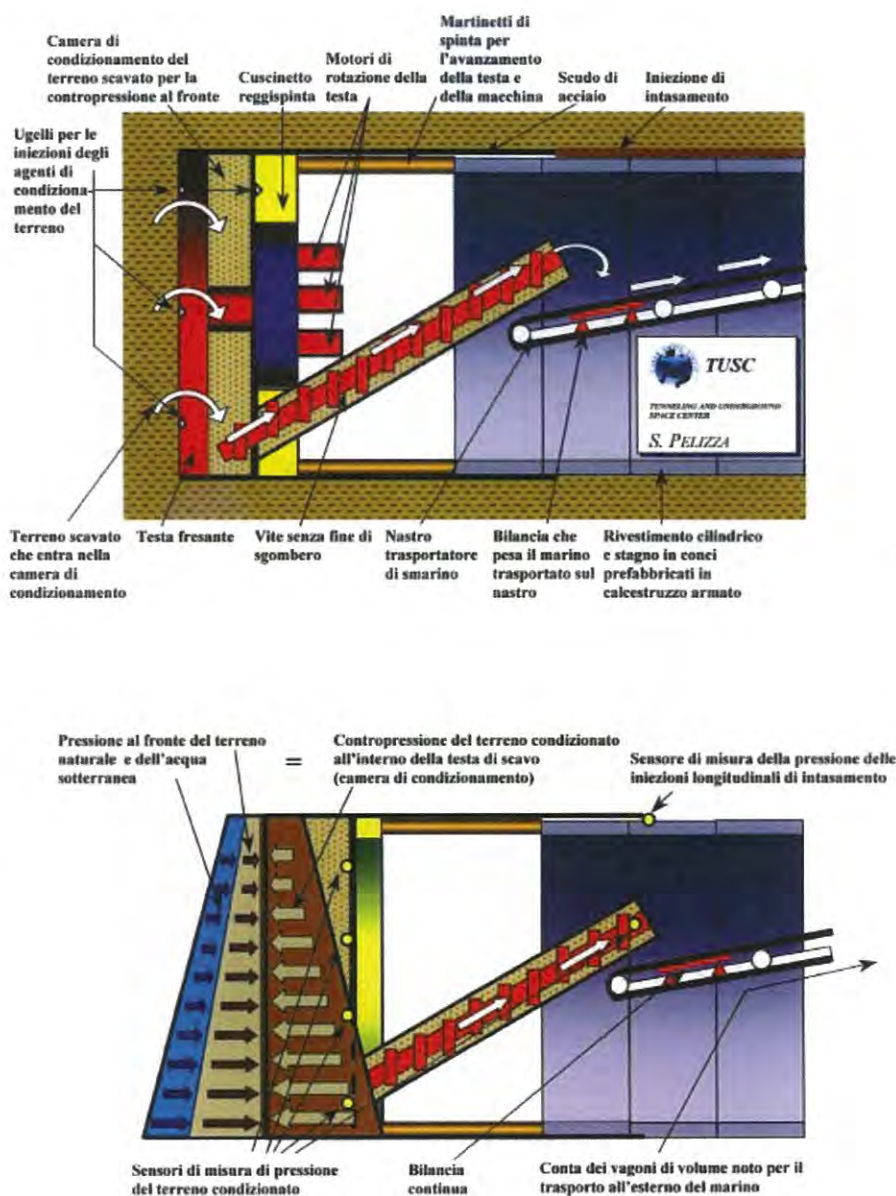


Figura 3.2 TBM – EPB e sostegno del fronte per contrastare la pressione del terreno naturale e dell'acqua di falda (fonte Prof. Pelizza, Politecnico di Torino).

Nella macchina EPB, il terreno stabilizzante è creato direttamente con il terreno scavato, reso impermeabile dall'azione degli agenti condizionanti del tutto biodegradabili e messo in pressione dalla corretta gestione dello scavo. La pressione è generata dalla spinta dei martinetti di avanzamento, unitamente al controllo della portata mediante la velocità di rotazione di una coclea la cui testa è all'interno della camera stagna e che provvede all'estrazione del materiale scavato. Il materiale estratto viene avviato allo smaltimento da nastri trasportatori. Occorre menzionare che l'applicazione di tali tecnologie di scavo non solo nei terreni, ma anche negli ammassi rocciosi, si è progressivamente sempre più diffusa, in quanto l'esigenza di realizzare infrastrutture sotterranee e gallerie anche in condizioni di ammassi rocciosi variamente fratturati in presenza di importanti carichi idraulici e di gas è sempre maggiore in tutto il mondo.

Le figure 3.2 e 3.3 mostrano schematicamente la macchina TBM-EPB scudata che opera in modo chiuso ovvero sia con la camera di scavo piena di materiale scavato, condizionato e pressurizzato con una pressione tale da garantire la stabilità del fronte di scavo ed evitare il fenomeno di infiltrazione dal fronte all'interno della camera di scavo.



Doc. N.

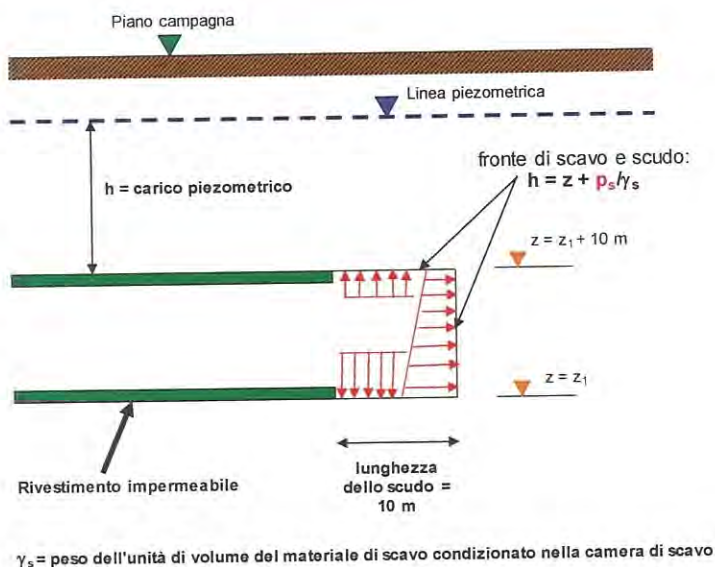
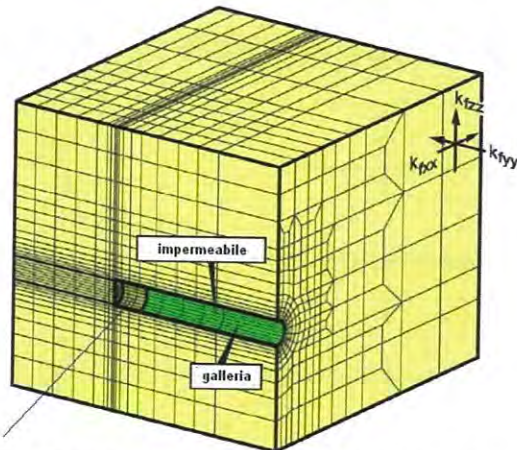
Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI OV 30M 0 003Rev.
BFoglio
12 di 31

Figura 3.3 – Scavo meccanizzato con TBM-EPB scudata in presenza di un acquifero; da evidenziare che un valore opportuno della pressione nella camera di lavoro permetterà di contrastare il carico piezometrico presente, evitando l’abbassamento della linea piezometrica e ogni impatto negativo sulla falda freatica presente.

Conseguentemente, la possibilità di operare con una pressione nella camera di scavo della TBM scudata permette di contrastare il drenaggio operato dal cavo.

La TBM-EPB che sarà commissionata per lo scavo della galleria Lonato potrà raggiungere nella camera di scavo una pressione massima di 6 bar; per tali condizioni è possibile contrastare la spinta dell’acqua e di fatto impedire il drenaggio dell’acquifero in fase di scavo per un battente d’acqua pari a circa 60m, scenario di battente massimo possibile solo in corrispondenza delle tratte a maggior copertura (118+500 119+500).

In conclusione, grazie alla modalità esecutive dello scavo della galleria, nella zona potenzialmente drenante in corrispondenza del fronte di scavo, l’applicazione di un opportuno valore della pressione nella camera di scavo permetterà di rendere trascurabile il possibile drenaggio operato dallo scavo prima della messa in opera dell’anello in conci del rivestimento definitivo impermeabile (figure 3.4 e 3.5), grazie alla presenza di opportune guarnizioni progettate per poter resistere alla pressione dell’acqua e alle iniezioni che vengono eseguite in corrispondenza della coda dello scudo per garantire il riempimento dello spazio tra estradosso dei conci ed estradosso dello scudo.



Zona, in corrispondenza del fronte di scavo e dello scudo della TBM, non ancora interessata dalla messa in opera del rivestimento definitivo impermeabile

Figura 3.4 – Modellazione usualmente utilizzata per analisi numeriche tensio – deformative e di filtrazione relative allo scavo di una galleria mediante TBM scudata.

Relativamente al rivestimento definitivo della galleria, in conci prefabbricati dello spessore di 45 cm, occorre evidenziare che essi verranno realizzati con calcestruzzo armato di elevata resistenza. Inoltre, lungo il perimetro di ciascun concio è prevista un'apposita guarnizione che garantisce una completa tenuta idraulica relativamente ai livelli piezometrici esistenti a tergo del rivestimento definitivo. Nella figura 3.5, sono mostrati degli esempi di guarnizioni, adottate per i rivestimenti definitivi di gallerie realizzate con TBM-EPB, dimensionati, realizzati e controllati per resistere ad elevati battenti d'acqua e garantire, conseguentemente, la totale impermeabilizzazione del rivestimento definitivo della galleria.

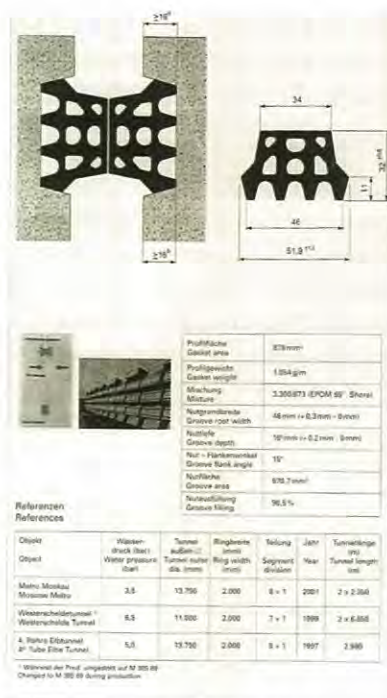


Figura 3.5 – Esempi di guarnizioni di tenuta (gaskets) dei conci del rivestimento definitivo, adottati per la realizzazione di gallerie sotto falda in presenza di elevati battenti d'acqua; sistema che ha permesso di garantire la totale impermeabilizzazione del rivestimento di gallerie, realizzate mediante la tecnologia EPB, nel lungo termine in esercizio.

4. MODELLO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO

4.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La Galleria di Lonato è situata nell'Anfiteatro Morenico del Garda ed è quindi caratterizzata da morfologie di origine glaciale con rilievi collinari, corrispondenti ai cordoni morenici, separati da aree pianeggianti formate dagli scaricatori glaciali. I cordoni morenici hanno disposizione circa concentrica rispetto alla linea di costa del lago e, in via generale, hanno età crescente allontanandosi dalla linea di riva.

Verso occidente l'anfiteatro vero e proprio è separato dall'ampia piana che si estende fino alla collina di Calcinato ed al Fiume Chiese, da un terrazzo fluvioglaciale associabile agli scaricatori delle più esterne cerchie moreniche. Quest'area pianeggiante è caratterizzata da quote crescenti da Ovest verso Est e dalla presenza di numerose conoidi, sempre di origine fluvioglaciale, talora incise da scarpate fluviali, tracce di corsi d'acqua estinti e di terrazzi morfologici ben sviluppati (in particolare a ridosso dell'area collinare).

Segue una cerchia collinare esterna piuttosto discontinua (attribuibile alla fase glaciale di Sedena) cui si sovrappone in discordanza una cerchia più continua e pronunciata (fase glaciale di Solferino), cui sono correlate le quote altimetricamente più rilevate dell'area che costituiscono uno spartiacque idrografico. Questa cerchia ha inizialmente orientamento circa N-S e, in corrispondenza della ferrovia, si suddivide in due cerchie distinte, subparallele, ad andamento circa NNE-SSW.

Fanno parte della cerchia di spartiacque orientata circa NS i rilievi collinari altimetricamente più elevati che dalle località Drugolo e Cappuccini passano per Monte Falò fino al Castello di Lonato, Monte Nuvolo e Monte dei Fortini.

I rilievi di S. Cipriano e Spia d'Italia possono essere inclusi nel ramo più interno di questa cerchia.

La piana fluvioglaciale della Croce di Venzago separa questa cerchia morenica da una cerchia più interna sempre appartenente all'unità di Solferino. Di cui fanno parte i rilievi che da Monte Venzaghetto si prolungano verso Castel Venzago e Madonna della Scoperta.

Spostandosi verso Desenzano si incontra un'altra cerchia morenica abbastanza continua e ben sviluppata formata dai rilievi collinari del Monte Corno, Monte Bello, Monte Croce, Monte Mario e Monte Alto.

I cordoni morenici sono di norma separati da piane fluvioglaciali, originate dalla deposizione operata dagli scaricatori glaciali quaternari. Hanno in genere andamento tormentato, talora meandriforme e tortuoso. Tra le altre si segnalano per estensione le piane di Brodena e del Lavagnone – Centenaro.

4.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La galleria Lonato verrà realizzata nei depositi appartenenti all'"Allogruppo di Lonato e di San Giorgio" e all'"Allogruppo di Lugana". Ai fini del presente studio è possibile riconoscere all'interno degli allogruppi le seguenti unità litostratigrafiche:

4.2.1. *Depositi morenici di cordone*

Sono costituiti da diamicton massivi in genere a supporto clastico. Risultano frequentemente presenti anche grossi trovanti poligenici con dimensioni fino a vari m³.

Nell'ambito del complesso modello deposizionale morenico sono previste eterogeneità litologiche con variazioni nel contenuto di frazione fine che risultano talora molto accentuate anche in zone contigue. Così si possono ritrovare settori con litologia più francamente limoso-sabbiosa prevalente sullo scheletro granulare.



rettilineo. Questi depositi appaiono organizzati in cordoni morenici per lo più discontinui raggruppabili in cerchie principali disposte in genere ad andamento arcuato o più raramente.

4.2.2. *Depositi morenici di fondo*

Sono costituiti da potenti successioni di materiali limoso -argillosi con scarsa frazione sabbioso-ghiaiosa. Ai fini del presente studio sono rilevanti i depositi morenici di fondo presenti nell'entroterra di Montonale.

4.2.3. *Depositi glacio-lacustri di depressione intermorenica o di fronte glaciale*

I depositi glacio-lacustri occupano le porzioni più depresse entro i settori pianeggianti o limitate piane irregolari intercluse, entro i rilievi collinari. Sono rappresentati da depositi a granulometria medio fine, quali limi e sabbie con scarsa presenza di ghiaia in funzione di un ambiente deposizionale di bassa energia. Sono in ogni caso presenti dei livelli più francamente ghiaioso-sabbiosi, in quanto l'ambiente di deposizione risultava condizionato da brusche variazioni di energia (pulsazioni nell'arretramento del ghiacciaio), determinando nette variazioni litologiche in senso verticale. Questi depositi sono riconoscibili ad esempio nella piana intermorenica di San Cipriano.

4.2.4. *Depositi fluvioglaciali grossolani*

Occupano i settori pianeggianti ad andamento talora meandriforme tra i cordoni morenici. Sono costituiti da ghiaie e sabbie in cui possono comparire lenti o tasche di sequenze più fini sabbioso-limose collegate a diminuzioni di energia dell'ambiente alluvionale.

4.2.5. *Depositi Torbosi (Olocene)*

Non fanno ovviamente parte degli Allogruppi prima menzionati, ma sono riportati per l'importanza che rivestono nel modello idrogeologico di dettaglio dell'area.

Sono costituiti da terreni limoso-argillosi ricchi in frazione organica e sono presenti in corrispondenza di conche umide e dei principali stagni quali Torbierina (San Cipriano) e Lavagnone.

4.3. MODELLO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO

Il modello idrogeologico di dettaglio è stato ricostruito utilizzando come basi:

- Studio Geologico-idrogeologico di dettaglio della galleria Lonato (IN0500DE2RGGE00010041);
- SINGEA S.r.l. - Linea A.V./A.C. Torino-Venezia- Tratta Milano-Verona - Lotto funzionale Brescia-Verona Progetto Definitivo - "Aggiornamento studio idrogeologico";
- Comune di Lonato – PGT– Componente geologica, idrogeologica e sismica – Relazione Geologica - Studio di geologia tecnica e ambientale dott. Geol. Giorgio Crestana e dott. Geol. Rosanna Lentini maggio 2010.
- Comune di Desenzano d/Garda – Studio geologico del territorio comunale - dott. Geol. Giorgio Crestana, dott. Geol. Rosanna Lentini e dott. Geol. Laura Ziliani, agosto 2004.

L'area in esame si colloca nella macrozona di territorio dell'Anfiteatro del Garda, ben differenziato dagli adiacenti settori di Alta Pianura Lombarda (a Ovest del F. Chiese) e dell'Alta Pianura Veneta (a Sud ed Est delle ultime cerchie moreniche in corrispondenza degli abitati di Castiglione delle Stiviere, Guidizzolo, Valeggio Sul Mincio e Villafranca di Verona). Nel settore dell'Anfiteatro del Garda i cordoni morenici e le interposte piane fluvioglaciali sono costituite da acquiferi complessi, sede di falde idriche locali e poco continue che in maniera puntuale possono alimentare le falde presenti negli acquiferi fluvioglaciali morfologicamente inseriti tra i cordoni morenici. I depositi sub-glaciali isolano idraulicamente l'insieme dei corpi acquiferi dell'Anfiteatro Morenico rispetto alla sottostante falda principale e a loro



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 RI OV 30M 0 003	Rev. B	Foglio 16 di 31
---------	------------------	-------------	--	-----------	--------------------

volta sono sede di falde confinate (vedi Falda confinata intramorenica contenuta nella porzione più interna dell'Anfiteatro Morenico, a sud di Rivoltella d/G).

I terreni sono stati suddivisi in 7 Unità Idrogeologiche (abbreviato UI) omogenee per genesi, litologia e caratteristiche idrogeologiche [Basi 1.2 e 1.3]:

- Unità idrogeologica 1 - depositi glacio-lacustri di depressione intramorenica di San Cipriano,
- Unità idrogeologica 2 – depositi glaciali di cordone morenico appartenenti alla Unità di Solferino prevalentemente costituiti da materiali fini
- Unità idrogeologica 3 depositi glaciali di cordone morenico dell'unità di Sedena, costituiti da ghiaia limosa ed argillosa, con segnalata frequente presenza di conglomerati a cemento carbonatico (ceppo). La galleria attraversa questa unità in corrispondenza del Sistema 15 dei fontanili.
- Unità idrogeologica 4 – depositi fluvio-glaciali grossolani della piana della Croce di Venzago e del Lavagnone
- Unità idrogeologica 5 – depositi fini limoso-argillosi ricchi in frazione organica e torbe (i più rappresentativi posti in località Torbierina nell'area di Lonato del sistema di fontanili 15 ed in località stagno del Lavagnone)
- Unità idrogeologica 6 - depositi fluvio-glaciali medio-grossolani passanti a fini della piana di Montonale
- Unità idrogeologica 7 - depositi di morena di fondo, costituita da limi argillosi

Le UI che alimentano le tre zone oggetto della presente relazione sono individuate nella **Schema idrogeologico galleria Lonato** riportata in Allegato 1.

In superficie invece possiamo individuare i **tre bacini idrografici** le cui acque di infiltrazione costituiscono l'alimentazione delle tre aree sensibili oggetto del presente studio. Tali bacini superficiali sono prevalentemente coincidenti con i relativi bacini sotterranei, in quanto determinati dai depositi di cordone morenico.

4.4. Caratterizzazione dei parametri idrogeologici con origine dei dati utilizzati

La caratterizzazione delle unità idrogeologiche è stata effettuata sulla base dei dati stratigrafici dei sondaggi carotati delle diverse campagne di indagine e dei dati provenienti dai sondaggi carotati resi disponibili nei PGT dei comuni di Lonato e Desenzano del Garda. Sono inoltre state analizzate le prove idrogeologiche in sito (prove in foro di sondaggio tipo Lefranc a carico variabile e carico costante) e le letture dei livelli piezometrici recentemente aggiornati.

Sono state considerate le stratigrafie dei sondaggi, di seguito elencati:

S17-XA202G157

S16-XA202G156

S15-XA202G155

S14-XA202G154

CH1-1

S13-XA202G153

13-14PZ15

DS606

DS710

AV-LO-CH-05 A-B

DS605

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI OV 30M 0 003

Rev.
B

Foglio
17 di 31

DS604
DS016
S19-AA202G159
DS603
S20-EA202G160
DS602
S21-XA202G161
DS601
DS6017
AV-LO-CH-06 A-B
S22-XA202G162
DS161
DS701
DS153
DS159
DS158
S25-XA202B165
S4
S24-XA202B164
S23-XA202G163
AV-LO-CH-07 A-B
14PZ17
S29-XA202B169
DS019
DS713
DS147
DS145
DS144
DS143
DS142
DS020

Sondaggi provenienti dai PGT dei comuni di Lonato e Desenzano

LO-009
LO-076
LO-074
LO-120
D22A
D24

D25A

4.5. Caratterizzazione idrogeologica dei fontanili del Sistema 15

4.5.1.1. Meccanismo di emergenza

I fontanili raggruppati sotto la denominazione di Sistema 15 sono emergenze sorgentizie a carattere perenne di modesta portata caratterizzate da un meccanismo di emergenza per sfioro della superficie freatica in depressioni morfologiche, alle quali corrispondono piccoli bacini, in parte artificiali in parte naturali. Lo sfioro della superficie freatica è dovuto al restringimento della sezione di deflusso sotterranea causato dal contatto laterale con le porzioni meno permeabili dei depositi glaciali.

4.5.1.2. Alimentazione

Le emergenze sorgentizie del sistema di fontanili 15 sono alimentate dalla falda contenuta nell'acquifero formato dalla UI 1, che si trova sulla verticale della galleria dal km 118+430 fino al km 118+675, per una lunghezza di 245m. L'unità idrogeologica 1 è formata dai depositi glacio-lacustri di depressione intramorenica di San Cipriano, granulometricamente costituiti da limi, sabbie e minori ghiaie. La struttura dell'acquifero è formata da piccoli paleoalvei di epoca Olocenica che hanno rielaborato i sedimenti glaciali ed hanno definito la forma allungata e dendritica all'acquifero, con almeno 4 bracci confinati lateralmente da cordoni morenici secondari. Gli spessori delle lenti relativamente più permeabili variano da 5 a 20 m (si veda pozzo per acqua pubblico LO-074 posto nella piana a valle delle Fornaci di San Cipriano). Tra l'UI1 e la galleria è interposta la UI3, costituita dai depositi glaciali di cordone morenico dell'unità di Sedena, granulometricamente costituiti da ghiaia limosa ed argillosa, che sostiene la falda contenuta nell'UI1.

Le portate della falda sospesa sono modeste e vanno ad alimentare due piccoli corsi d'acqua, il Rio di San Cipriano Sopra, parzialmente intubato e con problemi di smaltimento delle acque in caso di eventi di precipitazione di forte intensità e breve durata, ed il Rio di San Cipriano Sotto, a sud della massicciata autostradale, che raccoglie anche le acque del sistema di smaltimento della piattaforma autostradale.

4.5.1.3. Caratteristiche idrogeologiche

Il bacino idrografico copre una superficie di $1.22E6 \text{ m}^2$, mentre l'acquifero costituito dalla UI 1 presenta una superficie in pianta di $3.7E5 \text{ m}^2$ per uno spessore medio di 10 m, pari ad un volume di circa $3.7E6 \text{ m}^3$.

Considerando, secondo esperienza, per i depositi della UI1 un intervallo di valori per la porosità efficace del 10-20% ed un valore prudenziale di calcolo del 5%, il volume della riserva di questa falda sospesa è indicativamente di $185'000 \text{ m}^3$. La conducibilità idraulica di tale unità, conformemente ai contenuti dello studio geologico-idrogeologico di dettaglio della galleria Lonato (IN0500DE2RGGE00010041), è media ($1E-05 \text{ m/s} \div 1E-06 \text{ m/s}$).

In sintesi, nella seguente tabella sono riportate le principali caratteristiche idrogeologiche del bacino di alimentazione dei fontanili del sistema 15.

Superficie bacino idrografico [m ²]	Acquifero	Volume acquifero [m ³]	Porosità efficace [%]	Volume riserva profonda [m ³]	Conducibilità idraulica [m/s]
1.22E06	Unità idrogeologica 1	3.7E6	5	185'000	1E-06 ÷ 1E-05

4.5.1.4. Impatto della galleria

L'Unità Idrogeologica 1, sede della falda sospesa che alimenta i fontanili del Sistema 15, non è intercettata dalla galleria. Infatti, in corrispondenza dell'attraversamento del sistema 15, la galleria attraversa l'Unità Idrogeologica 3 che sostiene la falda sospesa contenuta nell'UI 1 e di fatto funge da limite di emergenza per soglia sottoimposta e da elemento di separazione idraulica separatore tra questa e la galleria.

Inoltre la tecnica costruttiva utilizzata (fresa doppio scudata ed immediata posa di conci prefabbricati con giunti a tenuta idraulica) consente praticamente di annullare ogni potenziale drenaggio operato dalla galleria. La probabilità di impatto della galleria in termini di abbassamento della piezometrica della galleria Lonato sul sistema di fontanili 15 è quindi estremamente bassa.

4.6. **Caratterizzazione idrogeologica dello stagno del Lavagnone**

4.6.1.1. Meccanismo di emergenza

Lo stagno del Lavagnone è una sorgente a carattere perenne caratterizzate da un meccanismo di emergenza per sfioro della superficie freatica forzata alla risalita dal restringimento della sezione di deflusso sotterranea determinata dal passaggio in eteropia a sedimenti piu' fini verso l'abitato di Centenaro e di San Pietro.

4.6.1.2. Alimentazione

L'emergenza sorgentizia dello stagno del Lavagnone è alimentata dalla falda contenuta nell'acquifero formato dalla UI 4, costituita da depositi fluvio-glaciali grossolani, che si trovano sulla verticale della galleria dal km 120+570 fino al km 121+390. L'unità idrogeologica 4 è costituita da ghiaie e sabbie con ciottoli arrotondati e strutture fluviali, caratterizzate da permeabilità da medie ad elevate, conformemente ai contenuti dello studio geologico-idrogeologico di dettaglio della galleria Lonato (IN0500DE2RGGE00010041).

La struttura dell'acquifero è formata da paleoalvei allineati che hanno rielaborato i sedimenti glaciali ed hanno definito la forma allungata parallela ai cordoni morenici primari (dorsale Monte Lungo-Montonale, che separa i bacini idrografici del Lavagnone da quello del Rio Venga).

Questa interpretazione è confermata anche dalle stratigrafie dei pozzi per acqua privati distribuiti lungo la direttrice di deflusso idraulico che dalla località Menasasso raggiunge il tracciato dell'autostrada A4 e delle gallerie di progetto e poi prosegue verso l'abitato di Centenaro.

I pozzi D24, D22a e LO-120, posti a nord dell'autostrada, mostrano la presenza di livelli di ghiaie e sabbie con spessore da 20 m a 30 m con tetto del paleoalveo a quote digradanti da 96 m slm fino a a 95 m slm.

Invece, nel pozzo per acqua LO-009, in località Centenaro a sud delle opere in progetto, troviamo un sottile livello superficiale di spessore 5 m di ghiaie, mentre a profondità inferiori si ritrovano decine di metri di argille.

Si può quindi ipotizzare la presenza di un immissario dell'antico lago del Lavagnone, di cui lo stagno costituisce il residuo, che scorreva con elevata energia dalla località Menasasso fino a Centenaro dove si trovava la soglia di sbarramento della sponda SE del lago. A SE di Centenaro, a causa della minore energia dell'emissario dal lago, vengono depositati sedimenti fluviali a granulometria più fine.

L'ubicazione dei pozzi è riportata nello schema idrogeologico allegato.

L'UI 4 è intercettata dalla galleria artificiale GA07 a partire dalla sua progressiva di inizio al km. 120+772 fino al km 121+390, per una lunghezza di 618 m.

4.6.1.3. Caratteristiche idrogeologiche

Il bacino idrografico copre una superficie di $4.02E6 \text{ m}^2$, mentre l'acquifero costituito dalla UI 4 presenta una superficie in pianta di $2.08E6 \text{ m}^2$ per uno spessore medio di 15 m, pari ad un volume di circa $3.12E7 \text{ m}^3$.

Considerando, secondo esperienza, per i depositi della UI4 un intervallo di valori per la porosità efficace del 10-25% ed un valore prudenziale di calcolo della porosità media del 5%, il volume della riserva di questa falda risulta indicativamente di $1.56E6 \text{ m}^3$.

La conducibilità idraulica di tale unità, misurata tramite prove di assorbimento Lefranc in foro sui sondaggi della galleria compresi nella tratta tra km 120+542 e 121+223, è medio-alta, conformemente ai contenuti dello studio geologico-idrogeologico di dettaglio della galleria Lonato (IN0500DE2RGGE00010041), con valori di conducibilità compresi tra $1E-05 \text{ m/s}$ e $1E-06 \text{ m/s}$.

Al contatto con il bacino idrogeologico del Rio Venga, che alimenta il Sistema dei Fontanili 16, si trova una breve tratta che attraversa la UI 2, costituita da depositi di cordone morenico che funge da spartiacque sia superficiale che sotterraneo. Tali depositi intercettano la galleria tra le progressive 121+390 e 121+670 e per un tratto di circa 280 m risultano al di sopra della quota di fondo scavo della GA07, formando un alto che costituisce lo spartiacque sotterraneo. Di questi 280 m, 140 m alimentano il bacino idrogeologico del Lavagnone e 140 m alimentano il bacino idrogeologico del Rio Venga. La serie delle misure piezometriche disponibili indicano una variabilità stagionale con, in corrispondenza dello spartiacque, un carico idraulico medio di 1.75 m, un valore minimo nullo nei periodi di magra (piezometrica minima sotto quota platea) ed un valore massimo di 3.5 m in periodo di piena.

La permeabilità del cordone morenico è minore di quella delle unità laterali UI4 e UI6 ed è nell'ordine di $1E-05$ - $1E-07 \text{ m/s}$.

In sintesi, nella seguente tabella sono riportate le principali caratteristiche idrogeologiche del bacino di alimentazione dello stagno Lavagnone.

Superficie bacino idrografico [m ²]	Acquifero	Volume acquifero [m ³]	Porosità efficace [%]	Volume riserva profonda [m ³]	Conducibilità idraulica [m/s]
4.02E06	Unità idrogeologica 4	3.12E07	5	1.56E6	1E-06 ÷ 1E-05

4.6.1.4. Impatto della galleria

E' possibile che lo scavo della galleria artificiale possa drenare la falda contenuta nell'acquifero della UI2 per il tratto di circa 140 m, come sopra descritto. Tale portata, quantificata nel capitolo 5, risulta modesta nell'ambito del bilancio idrogeologico annuale dell'acquifero.

4.7. Caratterizzazione idrogeologica dei fontanili del Sistema 16

Le emergenze sorgentizie del sistema di fontanili 16 sono alimentate dalla falda contenuta nell'acquifero dell'unità idrogeologica UI6, costituita da depositi fluvio-glaciali fini. L'unità si trova in continuità idraulica con la UI4, permettendo probabilmente un contributo all'alimentazione dello stagno del Lavagnone anche da parte dell'UI6, comunque meno permeabile della UI4, come evidenziato dalla interpretazione isopiezometrica riportata nello schema idrogeologico allegato.

4.7.1.1. Meccanismo di emergenza

I fontanili del Sistema 16 sono sorgenti a carattere perenne caratterizzate da un meccanismo di emergenza per sfioro della superficie freatica forzata alla risalita dal restringimento della sezione di deflusso sotterranea determinata dal passaggio in eteropia a sedimenti piu' fini e meno permeabili costituiti dai depositi morenici di fondo dell'Unità idrogeologica 7.

4.7.1.2. Alimentazione

Le emergenze sorgentizie del sistema di fontanili 16 sono alimentate dalla falda contenuta nell'acquifero formato dalla UI 6, costituita da depositi fluvio-glaciali fini.

La struttura dell'acquifero è formata da paleoalvei che hanno rielaborato i sedimenti glaciali: livelli di ghiaie e sabbie superficiali poco potenti, con spessore di pochi metri, la cui presenza è documentata nella stratigrafia dei pozzi privati per acqua D22A, D22B e D25A.

4.7.1.3. Caratteristiche idrogeologiche

Il bacino idrografico copre una superficie di $4.24E6 \text{ m}^2$, mentre l'acquifero costituito dalla UI 6 presenta una superficie in pianta di $2.88E6 \text{ m}^2$ per uno spessore medio di 5 m, pari ad un volume di circa $1.44E7 \text{ m}^3$.

Considerando, secondo esperienza, per i depositi della UI6 un intervallo di valori della porosità efficace del 10÷20%, verrà considerata cautelativamente una porosità efficace di calcolo del 5%, il volume della riserva di questa falda è indicativamente di $7.2E5 \text{ m}^3$.

La conducibilità idraulica di tale unità, conformemente ai contenuti dello studio geologico-idrogeologico di dettaglio della galleria Lonato (IN0500DE2RGGE00010041), è media e con valori compresi tra $1E-04 \text{ m/s}$ e $2.2E-08 \text{ m/s}$.

In sintesi, nella seguente tabella sono riportate le principali caratteristiche idrogeologiche del bacino di alimentazione del sistema 16 di fontanili.

Superficie bacino idrografico [m ²]	Acquifero	Volume acquifero [m ³]	Porosità efficace [%]	Volume riserva profonda [m ³]	Conducibilità idraulica [m/s]
4.24E06	Unità idrogeologica 6	1.44E07	5	7.20E05	1E-04 ÷ 2.2E-08

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI OV 30M 0 003

Rev.
B

Foglio
22 di 31

4.7.1.1. Impatto della galleria

Analogamente a quanto descritto per il bacino del Lavagnone dobbiamo considerare che lo scavo della galleria artificiale possa drenare la falda contenuta nell'acquifero della UI2 per il tratto dei 140 m sopra descritto. Nel successivo cap. 5 viene riportato il calcolo della portata di infiltrazione in galleria. Nell'ambito del bilancio idrogeologico annuale tale quantitativo risulta estremamente modesto.



5. POSSIBILI INTERFERENZE CON IL SISTEMA IDROGEOLOGICO

5.1. Afflussi annui per precipitazioni piovose

5.1.1. Alimentazione della falda superficiale e areale di infiltrazione

Gli areali di infiltrazione sono indicati nello schema idrogeologico allegato.

Per lo scopo applicativo della valutazione di bilancio, saranno considerati i soli termini di infiltrazione (I_p) su base annuale; sarà inoltre stimato e considerato per il bilancio il volume della riserva dell'acquifero a scala dei bacini idrogeologici per definire lo stato ante-operam.

Non potendo quantificare l'acqua persa per ruscellamento, e sapendo che

$$D = Q_p + I_p = P - E_{tr}$$

con:

D = deflusso idrico totale

Q_p = ruscellamento superficiale potenziale

I_p = Infiltrazione potenziale

P = precipitazione media annua

E_{tr} = evapotraspirazione

l'infiltrazione potenziale (I_p) è stata ricavata come quota parte dal deflusso idrico totale di bilancio idrogeologico secondo la seguente formulazione (Celico, 1988):

$$I_p = c.i.p.(\%) \times D / 100$$

dove:

c.i.p. = Coefficienti di Infiltrazione Potenziale (Celico, 1988) dipendenti dalla permeabilità superficiale, dall'uso del suolo e dall'acclività dei versanti.

Utilizzando i parametri di calcolo contenuti nel documento "Studio geologico idrogeologico di dettaglio Galleria Lonato" (IN0500DE2RGGE00010041) pari a:

$P = 778.9$ mm/anno precipitazione media annua della stazione meteorologica di Peschiera del Garda

$E_{tr} = 573.6$ mm/anno

$D = P - E_{tr} = 205.3$ mm/anno

c.i.p. = 70%

si ottiene un'infiltrazione potenziale pari a 143.71 mm/anno

$$I_p = c.i.p.(\%) \times D / 100 = 143.71 \text{ mm / anno}$$

Per i calcoli si sono considerati dunque i valori maggiormente prudenziali, che vanno nella direzione di avere una minore infiltrazione potenziale da superficie verso gli acquiferi interferiti dalla galleria.

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI OV 30M 0 003Rev.
BFoglio
24 di 31

Stazione meteo-climatica	Peschiera del Garda
Distanza	15 km
Periodo serie dati	1921-1986
P media [mm/anno]	778.9
P max [mm/anno]	1387
P min [mm/anno]	323
T media [°C]	13.6

I volumi di infiltrazione annui sono stati dunque calcolati come:

$$V = I_p \times A$$

con

A = superficie dell'areale di infiltrazione dell'acquifero.

Il volume di infiltrazione annuo risultante per i tre bacini idrografici sono riportati nella seguente tabella.

Bacino idrografico	Superficie Bacino idrografico (m ²)	Volume di infiltrazione annuo (m ³ /anno)
Bacino San Cipriano (Fontanili Sistema 15)	1.22E06	1.75E5
Bacino del Lavagnone	4.02E06	5.78E5
Bacino del Rio Venga (Fontanili Sistema 16)	4.24E06	6.09E5



5.2. Deflussi della galleria artificiale GA07

Lo scavo della galleria artificiale GA07 potrebbe intercettare la falda superficiale sospesa in una tratta a bassa permeabilità (Unità idrogeologica 2) per una lunghezza pari a 280 m ad una progressiva presumibilmente compresa tra progr. 121+390 e 121+670.

Nel presente calcolo di bilancio sono intesi come deflussi i valori di portata di drenaggio esercitato per gravità dalla galleria naturale, mentre l'assenza di dati non consente al modello di considerare i prelievi antropici da pozzi, sorgenti ed invasi artificiali. In ogni caso, la scarsa quantità e qualità delle acque di questi acquiferi fanno pensare ad una prevalenza di prelievi all'interno della falda di base della pianura, ad elevate profondità, piuttosto che da falde sospese poco protette e/o scarsamente connesse dal punto di vista idraulico come quelle attraversate dalla galleria.

Per verificare la potenziale interferenza della galleria con le risorse idriche, è stato effettuato un calcolo analitico utilizzando la relazione di Darcy secondo la seguente formulazione:

$$Q = k_h \cdot H/L \cdot A$$

Con

k = permeabilità media del terreno

H = carico idraulico a quota fondo scavo galleria artificiale

L = percorso idraulico, cautelativamente considerato pari a H (ovvero $H/L=1$)

A = sezione di afflusso dallo scavo su una tratta di lunghezza compresa tra circa 46 m e circa 108 m (vd Tabella seguente) circa, m per una altezza cautelativamente pari all'altezza massima della falda (H_{max}). In relazione alla tecnica costruttiva utilizzata, per cui a breve termine dal raggiungimento del fondo scavo viene realizzato un getto in platea di spessore minimo 10cm di calcestruzzo magro, si ipotizza che il fondo scavo sia impermeabile.

Il deflusso avverrebbe in direzione NE verso il bacino del Rio Venga ed in direzione SO verso il bacino del Lavagnone.

Il carico idraulico considerato è il livello massimo della falda libera considerato nella sezione Geologica ed Idrogeologica della Galleria Lonato (IN0500DE2F5GE0001018), mentre i valori di conducibilità idraulica sono stati ripresi dalla relazione Studio geologico-idrogeologico di dettaglio della galleria Lonato (IN0500DE2RGGE0001004rev1); i depositi glaciali dell'Allogruppo di Lonato vengono classificati come terreni a classe di permeabilità media, con intervallo di valori indicato di $1E-07 \div 1E-05$ m/s.

Considerando la formulazione di Darcy, è possibile stimare il valore di afflusso annuale come sommatoria dei valori di afflusso mensile, ipotizzando secondo esperienza, in assenza della serie completa di dati piezometrici mensili, la fluttuazione stagionale dei valori della falda di progetto. I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente.

I valori calcolati del volume di drenaggio operato dalla galleria risultano essere di $1.51E4$ m³ annui verso ciascuno dei due bacini per lo scenario realistico ($K=1E-06$ m/s) e di circa $1.51E5$ m³ annui per lo scenario pessimistico ($K=1E-05$ m/s). Considerando che l'infiltrazione potenziale nei due bacini è di $5.78E5$ m³ annui per il bacino del Lavagnone e di $6.09E5$ m³ annui nel caso del bacino del Rio Venga, il drenaggio operato dalla galleria artificiale corrisponde a meno del 3% dell'infiltrazione potenziale in ciascuno dei due bacini nel caso realistico ed al limite al 26% nel caso pessimistico.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI OV 30M 0 003Rev.
BFoglio
26 di 31

GALLERIA LONATO-GA07- Progr. 121+390-121+670. CALCOLO PORTATA DALLA MURETTA CON FORMULA DI DARCY

Mese	kh realistico	kh pessimistico	Hmax	Ltratta	A	Q		Infiltrazione in galleria	
						Scenario realistico	Scenario pessimistico	Scenario realistico	Scenario pessimistico
						[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /mese]	[m ³ /mese]
gen	1.00E-06	1.00E-05	1.5	46.7	140.1	1.40E-04	1.40E-03	3.63E+02	3.63E+03
feb	1.00E-06	1.00E-05	2	62.2	248.8	2.49E-04	2.49E-03	6.45E+02	6.45E+03
mar	1.00E-06	1.00E-05	3.5	108.9	762.3	7.62E-04	7.62E-03	1.98E+03	1.98E+04
apr	1.00E-06	1.00E-05	3.5	108.9	762.3	7.62E-04	7.62E-03	1.98E+03	1.98E+04
mag	1.00E-06	1.00E-05	3.5	108.9	762.3	7.62E-04	7.62E-03	1.98E+03	1.98E+04
giu	1.00E-06	1.00E-05	2.5	77.8	389	3.89E-04	3.89E-03	1.01E+03	1.01E+04
lug	1.00E-06	1.00E-05	2.5	77.8	389	3.89E-04	3.89E-03	1.01E+03	1.01E+04
ago	1.00E-06	1.00E-05	1.5	46.7	140.1	1.40E-04	1.40E-03	3.63E+02	3.63E+03
set	1.00E-06	1.00E-05	1.5	46.7	140.1	1.40E-04	1.40E-03	3.63E+02	3.63E+03
ott	1.00E-06	1.00E-05	3.5	108.9	762.3	7.62E-04	7.62E-03	1.98E+03	1.98E+04
nov	1.00E-06	1.00E-05	3.5	108.9	762.3	7.62E-04	7.62E-03	1.98E+03	1.98E+04
dic	1.00E-06	1.00E-05	3	93.3	559.8	5.60E-04	5.60E-03	1.45E+03	1.45E+04
TOT ANNUO								1.51E+04	1.51E+05

5.3. Bilancio idrogeologico afflussi/deflussi profondi

Il modello analitico afflussi/deflussi è sintetizzato nella tabella sotto riportata. I risultati indicano che la galleria artificiale andrà ad operare un drenaggio delle falde idriche pari a $1.51E4 \div 1.51E5$ m³/anno (scenario REALISTICO÷PESSIMISTICO) a discapito sia del Bacino del Lavagnone che di quello del Rio Venga, a fronte di afflussi per infiltrazione pari a $5.78E5$ m³ in un caso e $6.09E5$ m³ nell'altro. Il drenaggio provocato dall'esecuzione della galleria artificiale quindi non solo non intacca la riserva profonda degli acquiferi, ma è limitato (vd paragrafo 5.2) rispetto alla ricarica naturale della falda.

Bacino idrogeologico	UI	Riserva profonda	Afflussi per infiltrazione	Galleria Naturale Lonato GN02	Galleria Artificiale GA07	Bilancio Idrogeologico
				Portate di infiltrazione Scenario realistico ÷ pessimistico	Portate di infiltrazione Scenario realistico ÷ pessimistico	
		[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
Bacino S. Cipriano	1	+1.85E5	+1.75E5	0	0	+1.75E5
Bacino del Lavagnone	4	+1.56E6	+5.78E5	0	-1.51E4 ÷ 1.51E5	+5.63E5 ÷ 4.27E5
Bacino del Rio Venga	6	+7.2E6	+6.09E5	0	-1.51E4 ÷ 1.51E5	+5.94E5 ÷ 4.58E5

Nelle successive figure 5.1 e 5.2 vengono visualizzate la riserva profonda, portate di afflusso per infiltrazione e deflusso in galleria.

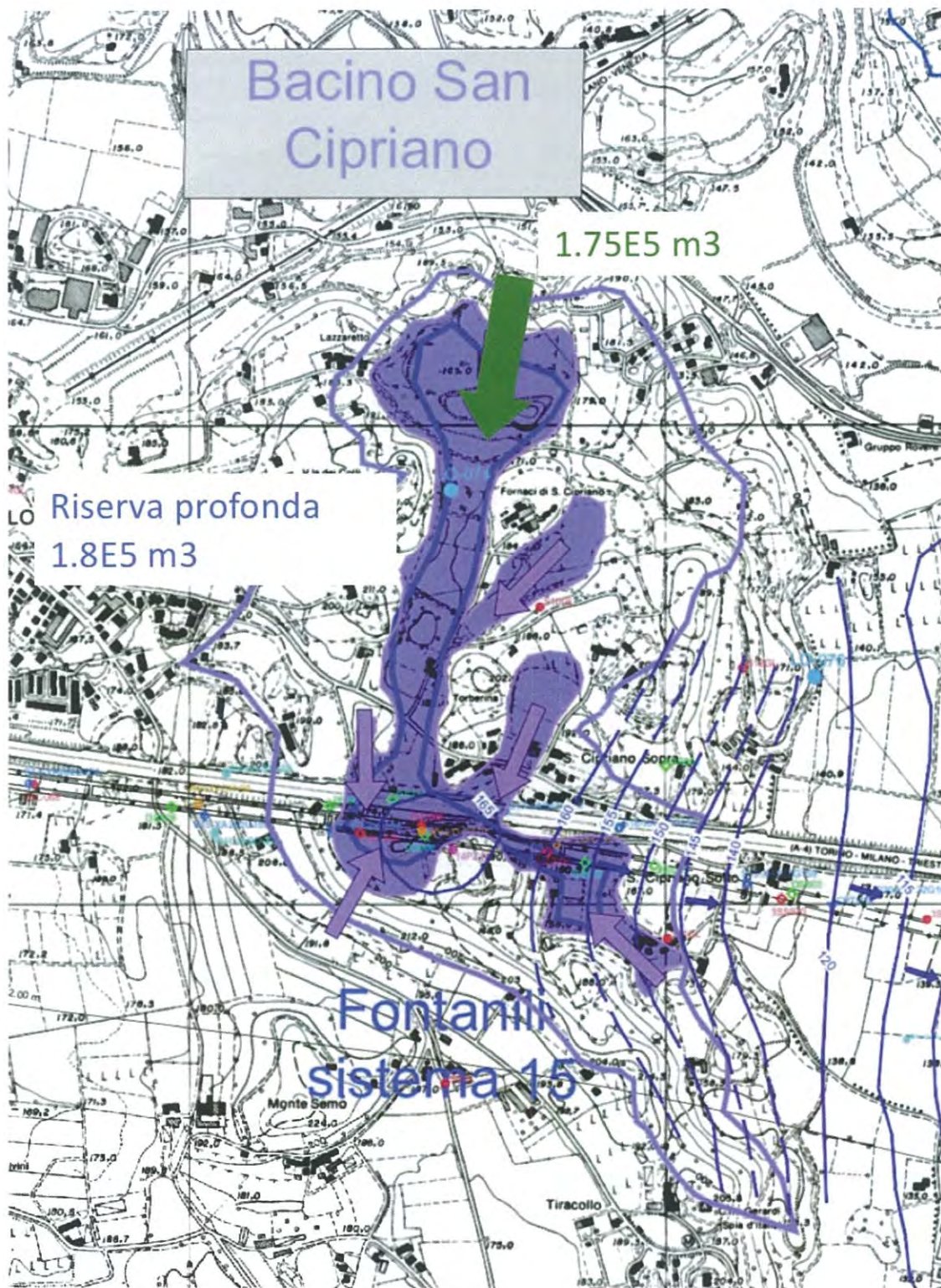


Figura 5.1 – Bilancio del bacino idrogeologico San Cipriano

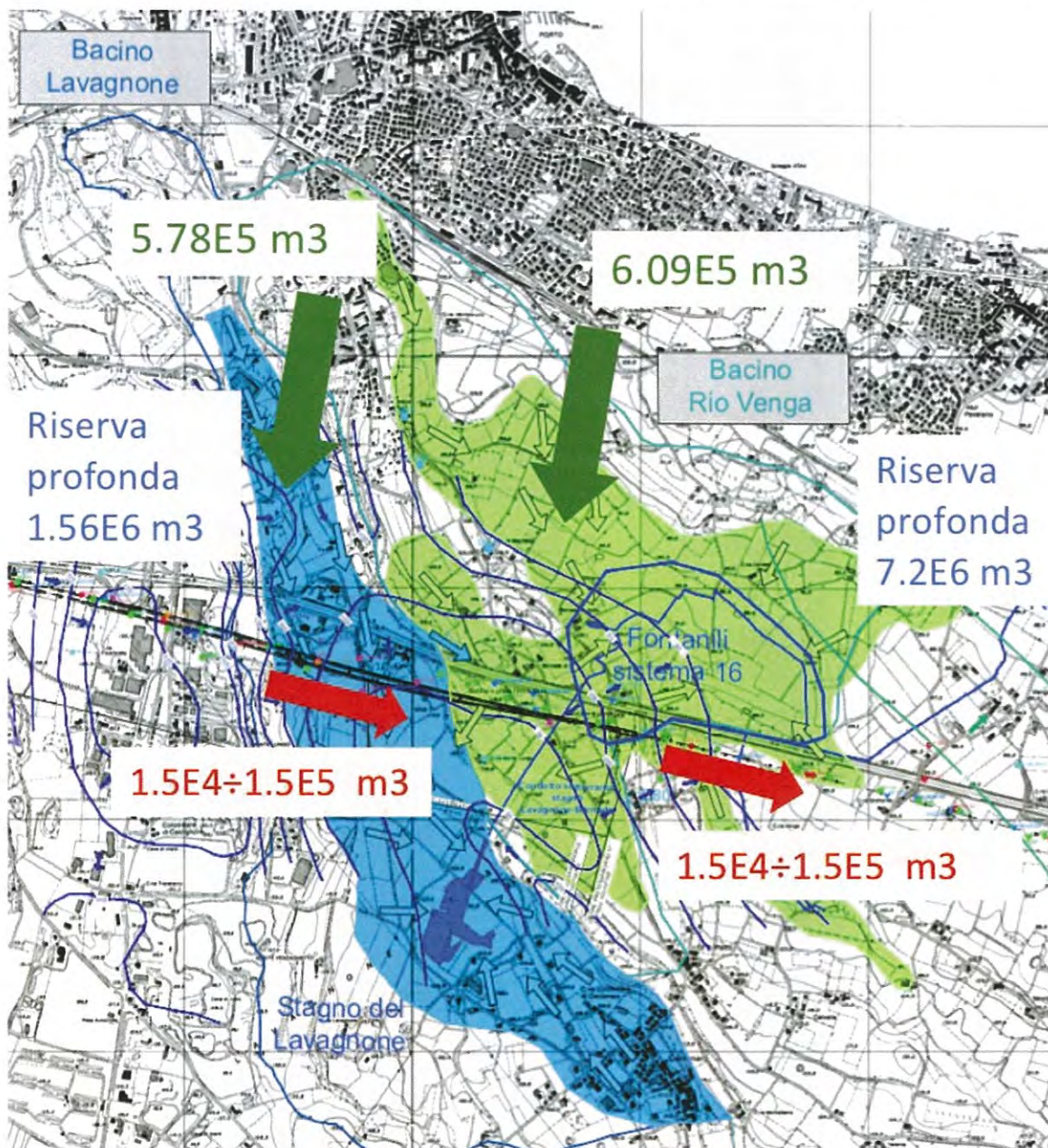


Figura 5.2 – Bilancio dei bacini idrogeologici Lavagnone e Rio Venga

6. CONCLUSIONI

Allo stato delle conoscenze i quantitativi di deflusso potenzialmente causati dalle gallerie sono piccoli e le emergenze naturali sul territorio sono alimentate da falde superficiali ospitate in acquiferi costituiti da sedimenti fluvio-glaciali di spessore da metrico a decametrico.

Per la determinazione degli afflussi è stato definito l'areale di infiltrazione tramite l'individuazione del bacino idraulico superficiale e del bacino idrogeologico profondo, estendendo l'areale di infiltrazione fino agli spartiacque sotterranei (si veda lo schema idrogeologico della galleria Lonato allegato alla presente relazione) e, considerando gli aspetti meteorologici, è stato calcolato il quantitativo annuo di infiltrazione potenziale nello specifico bacino idrogeologico.

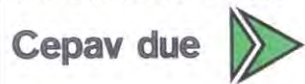
La galleria naturale costruita con gli accorgimenti descritti al capitolo 3 costituisce una struttura impermeabile, di conseguenza i deflussi per drenaggio della galleria naturale sono praticamente nulli.

La parte costruita in artificiale o con muri ad U ha una quota di scavo tale da non interferire con i livelli massimi di falda, ad eccezione di una tratta di lunghezza circa 280 m dei quali 140 m verso il bacino del Lavagnone e 140 m verso il bacino del Rio Venga in un terreno a bassa conducibilità idraulica (UI 2 di cordone morenico).

I deflussi calcolati per questo tratto di interferenza della Galleria Artificiale GA07 non solo non intaccano la riserva di acquifero profonda ma rappresentano indicativamente un intervallo 3÷30% dell'infiltrazione potenziale annua dei bacini Lavagnone e Rio Venga (intervallo dei quantitativi da scenario REALISTICO a PESSIMISTICO): si tratta dunque di quantitativi che difficilmente potrebbero provocare un impatto significativo sui livelli di falda e che comunque sarebbero circoscritti al solo periodo di costruzione dell'opera, inferiore a 2 anni. Successivamente la galleria sarà impermeabilizzata e quindi la portata drenata sarà nulla.

Dalle considerazioni sopraesposte possiamo concludere che l'impatto della galleria Lonato sulle emergenze idriche naturali saranno trascurabili sui fontanili del Sistema 15 e basse (limitatamente al periodo di costruzione dell'opera) per lo Stagno Lavagnone ed i fontanili del Sistema 16.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
IN0R

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI OV 30M 0 003

Rev.
B

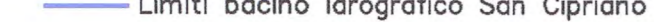
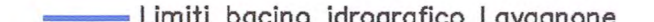




Foglio
31 di 31

7. ALLEGATO 1 – SCHEMA IDROGEOLOGICO GALLERIA LONATO

SCHEMA IDROGEOLOGICO GALLERIA LONATO

LEGENDA

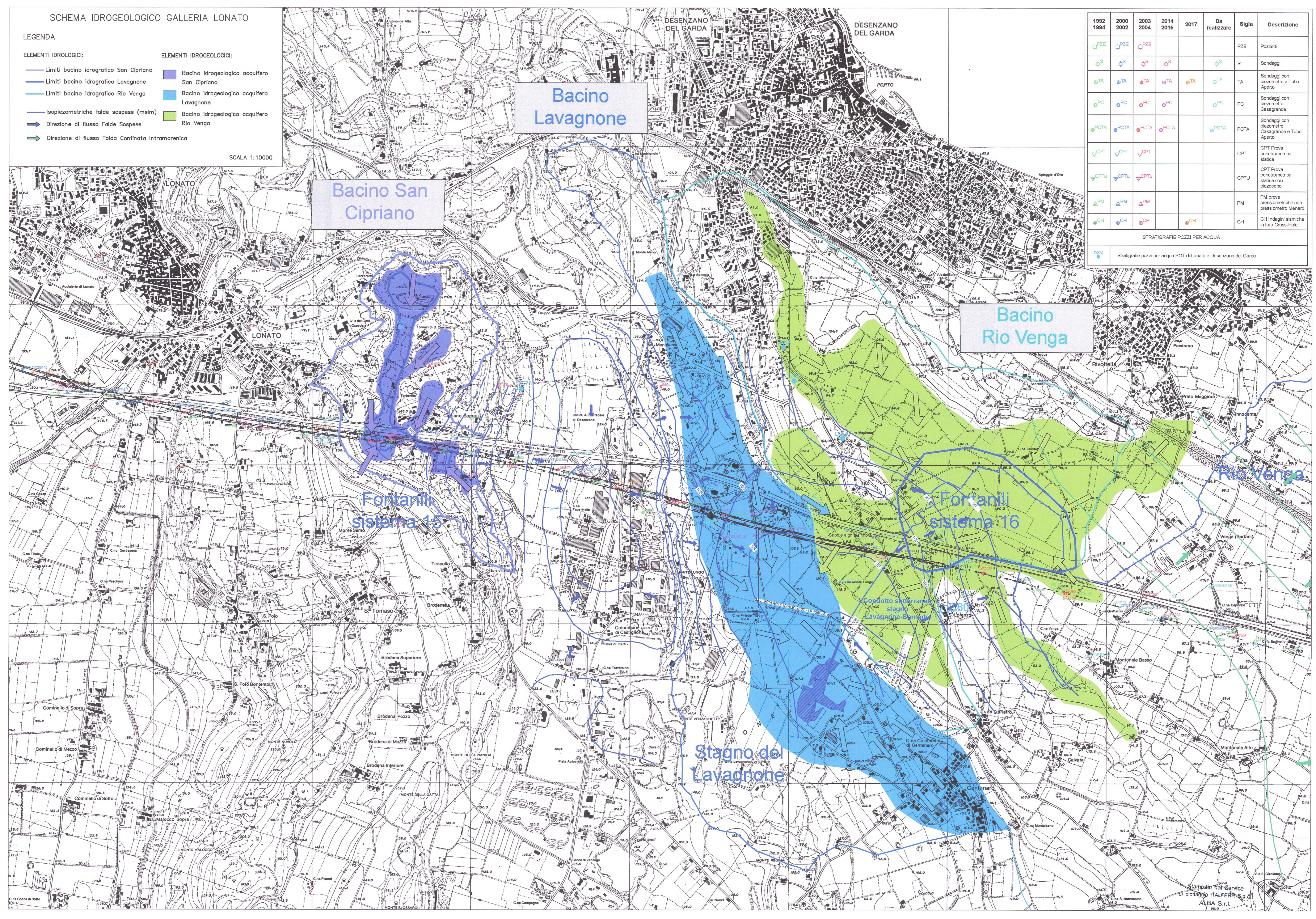
ELEMENTI IDROGEOLOGICI:






































-  Limiti bacino idrografico San Cipriano
-  Limiti bacino idrografico Lavagnone
-  Limiti bacino idrografico Rio Venga
-  Isopiezometriche falde sospese (mslm)
-  Direzione di flusso Falde Sospese
-  Direzione di flusso Falda Confinata Intramorenica

ELEMENTI IDROGEOLOGICI:

-  Bacino idrogeologico acquifero San Cipriano
-  Bacino idrogeologico acquifero Lavagnone
-  Bacino idrogeologico acquifero Rio Venga

SCALA 1:10000



1992 1994	2000 2002	2003 2004	2014 2015	2017	Da realizzare	Sigla	Descrizione
						PZE	Pozzetti
						S	Sondaggi
						TA	Sondaggi con piezometro a Tubo Aperto
						PC	Sondaggi con piezometro Casagrande
						PCTA	Sondaggi con piezometro Casagrande e Tubo Aperto
						CPT	CPT Prova penetrometrica statica
						CPTU	CPT Prova penetrometrica statica con piezometro
						PM	PM prove pressiometriche con pressimetro Menard
						CH	CH Indagini sismiche in foro Cross-Hole

STRATIGRAFIE POZZI PER ACQUA

Stratigrafie pozzi per acqua PGT di Lonato e Desenzano del Garda