

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



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

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

PROGETTO ESECUTIVO

GALLERIA SAN GIORGIO IN SALICI (GA16 – GI08 – GN04 – GI09 – GA17)
Da Pk 140+181.85 a Pk 143+575.24
Condizioni idrogeologiche e sistema di abbassamento della falda

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Taranta)	Valido per costruzione
Data: _____	Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	R I	G N 0 4 0 0	0 0 1	A

PROGETTAZIONE							IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	
A	Emissione	REGE	12/11/18	MARLINI	12/11/18	12/11/18	
B							
C							

CIG. 751447334A DR1EE2RIGN0400001A.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

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

CUP: F81H9100000008

**INDICE**

1.	INTRODUZIONE	4
1.1.	OGGETTO SPECIFICO DEL DOCUMENTO	4
2.	NORMATIVE E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO	12
2.1.	NORMATIVE.....	12
2.2.	SPECIFICHE TECNICHE DI RIFERIMENTO	12
3.	METODOLOGIA DI CALCOLO DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA PER GLI EVENTI DI PIOGGE INTENSE DI BREVE DURATA.....	13
3.1.	CALCOLO DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI PROGETTO PER EVENTI DI PIOGGE INTENSE E DI BREVE DURATA PER TR 100 ANNI.....	13
3.2.	CALCOLO DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI PROGETTO PER EVENTI DI PIOGGE INTENSE E DI BREVE DURATA PER TR 5 ANNI.....	14
4.	METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE METEORICHE.....	18
5.	MODELLO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEL SISTEMA DI ABBASSAMENTO DELLA FALDA	21
5.1.	UNITÀ IDROGEOLOGICA 1	23
5.2.	UNITÀ IDROGEOLOGICA 2	24
5.3.	UNITÀ IDROGEOLOGICA 3	24
5.4.	UNITÀ IDROGEOLOGICA 4	25
5.5.	UNITÀ IDROGEOLOGICA 5	25
6.	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST GA16.....	27
6.1.	SISTEMA DI ABBASSAMENTO DELLA FALDA CON POZZI DRENANTI PER L' ABBASSAMENTO DELLA QUOTA DI FALDA ..	27
6.2.	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA FASE DI SCAVO E REALIZZATIVA TRA LA Pk 140+181.85 E LA Pk 140+502.85	31
6.2.1.	<i>Calcolo delle portate di falda tra la Pk 140+181.85 e 140+502.85</i>	32
6.2.2.	<i>Calcolo delle portate meteoriche tra la Pk 140+181.85 e la Pk 140+502.85 durante la fase degli scavi e di realizzazione della galleria artificiale</i>	32
6.2.3.	<i>Calcolo delle portate meteoriche tra la Pk 140+103 e la Pk 140+240.21 e della galleria artificiale GA16 durante la fase di esercizio.....</i>	39
7.	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST GA17.....	46
7.1.	SISTEMA DI ABBASSAMENTO DELLA FALDA CON POZZI DRENANTI PER L' ABBASSAMENTO DELLA QUOTA DI FALDA ..	46

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
IN0R

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
3 di 84

7.2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA FASE DI SCAVO E REALIZZATIVA TRA LA Pk 141+937.60 E LA Pk 143+573.60	54
7.2.1. <i>Calcolo delle portate di falda tra la Pk 141+937.60 e la Pk 143+573.60</i>	56
7.2.2. <i>Calcolo delle portate meteoriche tra la Pk 141+937.60 e la Pk 143+573.60 durante la fase degli scavi e di realizzazione della galleria artificiale</i>	56
7.2.3. <i>Calcolo delle portate meteoriche tra la Pk 143+438.58 e la Pk 143+573.60 durante la fase di esercizio</i>	69
8. INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO ESISTENTE E IMPATTO DELL'OPERA SULLA FALDA ESISTENTE	75
8.1. INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO ESISTENTE	75
8.2. IMPATTO DELL'OPERA CON LA FALDA ESISTENTE	80
9. CONCLUSIONI	83

1. INTRODUZIONE

Nell'ambito della progettazione esecutiva della linea ferroviaria Alta Velocità / Alta Capacità Milano-Verona la galleria San Giorgio in Salici è suddivisa in tre opere distinte (WBS):

- GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST, corrispondente ad una galleria artificiale monocanna, a doppio binario, con sezione policentrica (GA16);
- GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI, corrispondente ad una galleria naturale monocanna, a doppio binario (GN04);
- GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST, corrispondente ad una galleria artificiale monocanna, a doppio binario, con sezione policentrica (GA17).

Il presente documento riguarda l'intera galleria San Giorgio in Salici, corrispondente alle WBS GA16, GI08 (opere di imbocco lato Milano), GN04, GI09 (opere di imbocco lato Verona) e GA17. In questo tratto la linea ferroviaria, a doppio binario, è caratterizzata da una velocità di progetto di 300 km/h e da un interasse dei binari di 4.50 m.

La galleria San Giorgio in Salici è ubicata poco a sud dell'omonimo abitato, posto nel Comune di Sona, in provincia di Verona tra le località di Castelnuovo del Garda e Sommacampagna; il tracciato ferroviario interferisce nel suo primo tratto (nel verso delle progressive crescenti) con l'Autostrada A4 Milano – Venezia, per poi svilupparsi leggermente a nord della stessa.

La sezione libera interna del sistema di gallerie risulta di circa 89 m², mentre la sezione di scavo della galleria naturale, ad esclusione dei fuori scavo, risulta variabile tra circa 142 m² e 168 m², in funzione dei rivestimenti di prima fase e definitivi.

Dal punto di vista geologico la galleria attraversa tratte costituite prevalentemente da depositi glaciali e/o fluvioglaciali, materiali aventi litologia prevalente di limi-sabbiosi e ghiaie-limose, le cui caratteristiche meccaniche sono riportate nella Relazione Geotecnica, doc. IN0R11EE2RBGN0400001.

Il modello idrogeologico presentato nella citata relazione è stato affinato in modo funzionale alla progettazione esecutiva del sistema di abbassamento della falda ed è stato ripreso da quanto riportato nella citata relazione geotecnica del Progetto Esecutivo.

1.1. Oggetto specifico del documento

Nella presente relazione viene riportato il dimensionamento del sistema di smaltimento sia delle acque meteoriche sia delle acque di falda relativo alla galleria San Giorgio in Salici, dalla Pk 140+181.85 alla Pk 143+575.24, sia nella fase di scavo e di costruzione sia nella fase finale di esercizio della linea ferroviaria.

Il tratto esaminato nelle fasi di scavo e costruzione comprende la parte relativa alla galleria artificiale San Giorgio in Salici Ovest (GA16), dalla Pk 140+181.85 alla Pk 140+502.85 e quella relativa alla galleria artificiale San Giorgio in Salici Est, dalla Pk 141+930.24 alla Pk143+575.85.

Per queste due tratte si rende inoltre necessario l'abbassamento della falda freatica superficiale prima dell'inizio dei lavori di scavo con opportuni dispositivi di abbassamento della falda.

Per la parte relativa alla galleria naturale GN04 durante la fase di costruzione, visto l'andamento in avanzamento in salita della livelletta dal lato Milano verso Verona, il drenaggio dei terreni sarà effettuato a gravità prima del

passaggio del fronte di scavo con l'uso di perforazioni di drenaggio in avanzamento, con immissione dell'acqua nelle canalette laterali a paramento; l'eterogeneità dei terreni e la variabilità delle permeabilità ad essi correlabili lascia intuire la possibilità di venute localizzate nei livelli più permeabili la cui portata iniziale potrà essere nell'ordine di grandezza al massimo di pochi l/s.

In fase di esercizio, grazie all'adozione di un profilo ad impermeabilizzazione totale (full-round), il drenaggio di galleria si riduce al solo drenaggio relativo a sversamenti accidentali su marciapiedi e ballast, poiché la quota parte del drenaggio esterno proveniente dalla piattaforma ad est della Pk 143+575.24 sarà intercettata da una stazione di sollevamento posta prima dell'imbocco della galleria artificiale GA17.

Gli interventi di drenaggio esterno riguardano solamente le opere a protezione dei portali ad est ed ovest.

Per la parte relativa all'imbocco ad Ovest si è considerato per congruità progettuale anche il tratto relativo alla trincea di lunghezza di 60.21 m dalla Pk 140+120.00 alla Pk 140+181.85 ed il successivo tratto fino al recapito circa alla Pk 140+103.00.

L'andamento altimetrico del tracciato della galleria San Giorgio in Salici risulta essere a pendenza sempre negativa nella direzione da Verona a Milano, senza formazioni di corde molle al suo interno ma con andamento nella sua parte centrale e finale a pendenza ridotta e così costituito:

- dalla PK 143+575.24 alla Pk 141+930.24 con pendenza media pari a 0.52 % (GA17);
- dalla PK 141+930.24 alla Pk 140+502.85 con pendenza media pari a 0.06 % (GN04);
- dalla PK 140+502.85 alla Pk 140+181.85 con pendenza media pari a 0.06 % (GA16).

Tali pendenze ridotte permettono comunque, con taluni accorgimenti, lo smaltimento degli eventuali sversamenti accidentali all'interno della galleria, ma non lo smaltimento delle acque di drenaggio meteoriche e di emungimento in fase realizzativa dell'opera.

Per tale motivo le reti idrauliche progettate risultano essere vincolate nella loro architettura dalla morfologia locale del territorio non garantendo ovunque un funzionamento a gravità, nella fase di scavo, mentre nella fase di esercizio, grazie al fatto che il drenaggio di piattaforma delle opere a est della GA17 non viene convogliato all'interno della galleria grazie ad un sistema di sollevamento (non trattato in questa sede), il funzionamento risulta essere a gravità, con tutti i benefici in termini di gestione che tale sistema comporta.

La morfologia del territorio e le condizioni idrogeologiche condizionano pesantemente il sistema di drenaggio in quanto su gran parte del tracciato insiste una falda freatica da abbattere durante la fase di scavo e costruttiva delle opere.

Questo implica l'introduzione di un sistema di pozzi drenanti di abbassamento della falda al fine di ridurre la quota della falda a circa un metro al sotto della quota di fondo scavo. Inoltre le livellette di progetto non consentono in fase di costruzione (scavi e realizzazione dell'opera) lo scarico delle acque sia di drenaggio che di emungimento dei pozzi a gravità se non per brevi tratti.

Questo fatto ha determinato, al fine di ridurre i costi di realizzazione e di gestione del sistema drenante in fase di costruzione, di convogliare parte delle acque meteoriche di drenaggio nei pozzi di abbassamento della falda e di lì, sfruttando le pompe dei pozzi, rilanciare le acque nei canali di guardia di sommità. Questa soluzione è stata dettata dalle livellette di progetto praticamente orizzontali nel tratto ad ovest. Unico tratto che si discosta da tale tipologia risulta essere nel tratto iniziale lato Verona dello scavo ove la presenza della falda ad una quota inferiore al fondo scavo non richiede l'utilizzo di pozzi. In tale zona il drenaggio di fondo scavo e delle scarpate è stato ottenuto per mezzo di due trincee drenanti poste al piede delle scarpate con funzionamento a gravità in contropendenza rispetto alla livelletta del piano ferro, per un primo tratto di lunghezza pari a circa 36 m con pendenza pari al 0,5%, mentre per

la rimanente parte della lunghezza di circa 210 m, le acque meteoriche vengono convogliate sempre a mezzo di trincee della stessa tipologia e disposizione del tratto in contropendenza, ma seguendo la livelletta di progetto verso due pozzi di raccolta posti al piede dello scavo e di qui rilanciate a mezzo di sistema di pompaggio ai canali di guardia di sommità.

Nella fase di scavo la rete risulta così articolata:

- rete di drenaggio dei canali di guardia delle dimensioni di 0.50-1.50x0.50 m posti in sommità dello scavo e localmente lungo le berme intermedie opportunamente dimensionati tenendo conto anche della quota di portata proveniente dai pozzi di emungimento;
- rete di pozzi drenanti di profondità di 28 m e in un tratto di 30 m e passo di 15 m posti su entrambi i lati al piede delle scarpate degli scavi, al di fuori dell'impronta della galleria;
- rete di drenaggio di fondo scavo costituita da due trincee drenanti con tubo microfessurato di diametro 100 mm e riempite con materiale arido che scaricano con frequenza ogni 15 m nei pozzi drenanti. Le trincee sono poste al piede destro e sinistro dello scavo.

Nella fase di esercizio la rete risulta così composta:

- sistema di drenaggio esterno delle acque meteoriche costituito da canali trapezoidali 0.50-1.50x0.50 m;
- sistema di drenaggio di piattaforma costituito da una canaletta centrale delle dimensioni di 0.41-0.46 × 0.28 m per la raccolta delle acque di sversamento in galleria;
- sistema di drenaggio delle acque di calotta nei tratti delle gallerie artificiali.

Per la trattazione generale dell'idraulica di piattaforma esterna alla galleria si rimanda agli elaborati della WBS di idraulica di linea, così come per la parte della stazione di sollevamento alla PK 143+575.

Le interferenze con il reticolo idrografico esistente richiedono per prima la realizzazione dei sifoni presenti nel tratto del sistema di gallerie San Giorgio in Salici alle Pk 142+468 e Pk 142+552, al fine di permettere il regolare deflusso delle acque durante le fasi realizzative e finale dell'opera.

Per il calcolo della curva di possibilità pluviometrica per gli scrosci si è utilizzato il metodo di Bell applicato alla cella FN85 (da 139+289 a 141+337) partendo dalla legge di possibilità pluviometrica:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

dove i valori corrispondenti risultano $a = 56.43 \text{ mm ora}^{-n}$, $n = 0.201$.

La scelta è ricaduta su tale cella anche se il tracciato ricade su più celle poiché è quella che determina i maggiori valori di precipitazione.

Per la determinazione delle massime portate pluviali si è utilizzato il metodo italiano dell'invaso lineare.

La determinazione delle massime portate comunque non modifica le portate scaricate nei corpi ricettori in quanto la quota importate della portata di calcolo deriva dalle aree esterne di versante, le quali vista la orografia e morfologia del territorio insistono comunque sui corpi ricettori finali nelle stesse zone garantendo così l'invariante idraulica.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001Rev.
AFoglio
7 di 84

1.2. Elaborati principali di riferimento

GA16 - GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85											
CODICE										DESCRIZIONE	
INOR	11	E	E2	F	6	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Profilo geologico e geotecnico
INOR	11	E	E2	R	O	GA	16	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Relazione Generale
INOR	11	E	E2	R	O	GA	16	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Relazione sul monitoraggio
INOR	11	E	E2	C	L	GA	16	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Relazione di calcolo opere provvisoriale
INOR	11	E	E2	C	L	GA	16	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Relazione di calcolo opere provvisoriale
INOR	11	E	E2	C	L	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Relazione di calcolo
INOR	11	E	E2	C	L	GA	16	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Relazione di calcolo - Allegati numerici
INOR	11	E	E2	P	8	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sistemazione definitiva - Planimetria Generale
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sezione tipo corrente - carpenteria e particolari costruttivi
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	16	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sezione tipo con nicchie - carpenteria e particolari costruttivi
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	16	0	9	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sistema di impermeabilizzazione - Sezione tipo e particolari costruttivi
INOR	11	E	E2	P	8	GA	16	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Scavi - Planimetria generale
INOR	11	E	E2	F	Z	GA	16	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Scavi - Profilo longitudinale, sezione tipo e particolari
INOR	11	E	E2	W	9	GA	16	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 1/3)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	16	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 2/3)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	16	0	1	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 3/3)
INOR	11	E	E2	F	Z	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sistemazione definitiva - Profilo longitudinale e sezione tipo
INOR	11	E	E2	W	9	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 1/3)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	16	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 2/3)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	16	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 3/3)
INOR	11	E	E2	P	9	GA	16	0	5	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Pianta Piano ferro, sezione longitudinale e vista dall'alto - Tav. 1/3
INOR	11	E	E2	P	9	GA	16	0	5	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Pianta Piano ferro, sezione longitudinale e vista dall'alto - TAV. 2/3
INOR	11	E	E2	P	9	GA	16	0	5	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Pianta Piano ferro, sezione longitudinale e vista dall'alto - TAV. 3/3
INOR	11	E	E2	P	9	GA	16	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Opere provvisoriale - Paratia pk 140+462.85 - Pianta
INOR	11	E	E2	P	9	GA	16	0	1	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Opere provvisoriale - Paratia pk 140+462.85 - Prospetto e sezioni
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	16	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Opere provvisoriale - Paratia pk 140+462.85 - Sezioni tipo e particolari
INOR	11	E	E2	B	A	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Conci 1A e 1B con nicchie - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	16	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Conci 2-4-5-6-7-8-9-12 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	16	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Conci 3-11 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	16	0	0	004	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Concio 10 con nicchie - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	16	0	0	005	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Concio 13 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	16	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sezione tipo corrente - Armatura
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	16	0	0	004	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sezione tipo con nicchie - Armatura
INOR	11	E	E2	P	Z	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Monitoraggio - Planimetria e sezioni
INOR	11	E	E2	4	T	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Tabella materiali
INOR	11	E	E2	P	9	GA	16	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Opere provvisoriale - Paratia per salvaguardia edificio pk 140+180 - Pianta
INOR	11	E	E2	P	9	GA	16	0	1	004	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Opere provvisoriale - Paratia per salvaguardia edificio pk 140+180 - Prospetto e sezioni

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI GN 040 001Rev.
AFoglio
8 di 84

INOR	11	E	E2	B	Z	GA	16	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Opere provvisionali - Paratia per salvaguardia edificio pk 140+180 - Sezioni tipo e particolari
INOR	11	E	E2	B	B	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Timpano concio 1 - Armatura e particolari

GN04 - GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24

CODICE											DESCRIZIONE
INOR	11	E	E2	P	6	GN	04	0	0	001	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Planimetria di inquadramento con ubicazione nicchie e uscite di sicurezza
INOR	11	E	E2	F	6	GN	04	0	0	001	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Profilo longitudinale
INOR	11	E	E2	W	9	GN	04	0	0	001	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Sezioni trasversali tav. 1/2
INOR	11	E	E2	W	9	GN	04	0	0	002	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Sezioni trasversali tav. 2/2
INOR	11	E	E2	W	Z	GN	04	0	0	001	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Sezione tipo galleria corrente e tipologici nicchie
INOR	11	E	E2	B	Z	GN	04	0	4	001	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impermeabilizzazione e opere di drenaggio - Particolari costruttivi
INOR	11	E	E2	P	9	GN	04	0	0	001	GALLERIA SAN GIORGIO IN SALICI (GA16 - GI08 - GN04 - GI09 - GA17) - Da Pk 140+181.85 a Pk 143+575.33 - Planimetria opere di drenaggio acque di piattaforma
INOR	11	E	E2	A	T	GN	04	0	0	001	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Tabella materiali
INOR	11	E	E2	R	O	GN	04	0	0	002	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Relazione generale
INOR	11	E	E2	C	L	GN	04	0	0	001	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Relazione di calcolo dei sostegni e dei rivestimenti
INOR	11	E	E2	C	L	GN	04	0	0	002	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Relazione di calcolo dei sostegni e dei rivestimenti - allegati numerici
INOR	11	E	E2	R	O	GN	04	0	0	003	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Relazione di monitoraggio
INOR	11	E	E2	R	O	GN	04	0	0	004	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo
INOR	11	E	E2	S	R	GN	04	0	0	001	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Analisi di rischio estesa

GA17 - GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24

CODICE											DESCRIZIONE
INOR	11	E	E2	F	6	GA	17	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Profilo geologico e geotecnico
INOR	11	E	E2	R	O	GA	17	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Relazione generale
INOR	11	E	E2	R	O	GA	17	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Relazione sul monitoraggio
INOR	11	E	E2	C	L	GA	17	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Relazione di calcolo opere provvisionali
INOR	11	E	E2	C	L	GA	17	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Relazione di calcolo opere provvisionali - Allegati numerici
INOR	11	E	E2	C	L	GA	17	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Relazione di calcolo
INOR	11	E	E2	C	L	GA	17	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Relazione di calcolo - Allegati numerici
INOR	11	E	E2	P	8	GA	17	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Planimetria generale (Tav. 1/4)
INOR	11	E	E2	P	8	GA	17	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Planimetria generale (Tav. 2/4)
INOR	11	E	E2	P	8	GA	17	0	1	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Planimetria generale (Tav. 3/4)
INOR	11	E	E2	P	8	GA	17	0	1	004	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Planimetria generale (Tav. 4/4)
INOR	11	E	E2	F	Z	GA	17	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Profilo longitudinale, sezione tipo e particolari (Tav. 1/2)
INOR	11	E	E2	F	Z	GA	17	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Profilo longitudinale, sezione tipo e particolari (Tav. 2/2)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 1/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 2/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	1	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 3/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	1	004	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 4/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	1	005	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 5/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	1	006	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 6/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	1	007	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 7/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	1	008	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 8/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	1	009	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 9/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	1	010	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 10/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	1	011	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 11/14)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001Rev.
AFoglio
9 di 84

INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	1	012	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 12/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	1	013	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 13/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	1	014	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 14/14)
INOR	11	E	E2	P	8	GA	17	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Planimetria generale (Tav. 1/4)
INOR	11	E	E2	P	8	GA	17	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Planimetria generale (Tav. 2/4)
INOR	11	E	E2	P	8	GA	17	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Planimetria generale (Tav. 3/4)
INOR	11	E	E2	P	8	GA	17	0	0	004	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Planimetria generale (Tav. 4/4)
INOR	11	E	E2	F	Z	GA	17	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Profilo longitudinale e sezioni tipo (Tav. 1/2)
INOR	11	E	E2	F	Z	GA	17	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Profilo longitudinale e sezioni tipo (Tav. 2/2)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 1/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 2/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 3/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	0	004	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 4/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	0	005	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 5/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	0	006	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 6/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	0	007	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 7/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	0	008	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 8/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	0	009	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 9/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	0	010	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 10/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	0	011	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 11/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	0	012	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 12/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	0	013	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 13/14)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	17	0	0	014	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 14/14)
INOR	11	E	E2	P	9	GA	17	0	5	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Pianta piano ferro, sezione longitudinale e vista dall'alto (TAV. 1/9)
INOR	11	E	E2	P	9	GA	17	0	5	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Pianta piano ferro, sezione longitudinale e vista dall'alto (TAV. 2/9)
INOR	11	E	E2	P	9	GA	17	0	5	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Pianta piano ferro, sezione longitudinale e vista dall'alto (TAV. 3/9)
INOR	11	E	E2	P	9	GA	17	0	5	004	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Pianta piano ferro, sezione longitudinale e vista dall'alto (TAV. 4/9)
INOR	11	E	E2	P	9	GA	17	0	5	005	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Pianta piano ferro, sezione longitudinale e vista dall'alto (TAV. 5/9)
INOR	11	E	E2	P	9	GA	17	0	5	006	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Pianta piano ferro, sezione longitudinale e vista dall'alto (TAV. 6/9)
INOR	11	E	E2	P	9	GA	17	0	5	007	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Pianta piano ferro, sezione longitudinale e vista dall'alto (TAV. 7/9)
INOR	11	E	E2	P	9	GA	17	0	5	008	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Pianta piano ferro, sezione longitudinale e vista dall'alto (TAV. 8/9)
INOR	11	E	E2	P	9	GA	17	0	5	009	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Pianta piano ferro, sezione longitudinale e vista dall'alto (TAV. 9/9)
INOR	11	E	E2	P	9	GA	17	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Opere provvisoriale - Paratia Pk 142+946.20÷Pk 143+104.23 - Pianta
INOR	11	E	E2	F	9	GA	17	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Opere provvisoriale - Paratia Pk 142+946.20÷Pk 143+104.23 - Profilo
INOR	11	E	E2	W	Z	GA	17	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Opere provvisoriale - Paratia Pk 142+946.20÷Pk 143+104.23 - Sezioni
INOR	11	E	E2	W	Z	GA	17	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Opere provvisoriale - Paratia Pk 142+946.20÷Pk 143+104.23 - Sezioni tipo e particolari
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	17	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sezione tipo corrente - carpenteria e particolari costruttivi (Tav. 1/2)

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001Rev.
AFoglio
10 di 84

INOR	11	E	E2	B	B	GA	17	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sezione tipo corrente - carpenteria e particolari costruttivi (Tav. 2/2)
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	17	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sezione tipo con nicchie - Carpenteria e particolari costruttivi (Tav. 1/2)
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	17	0	0	004	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sezione tipo con nicchie - Carpenteria e particolari costruttivi (Tav. 2/2)
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	17	0	9	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sistema di impermeabilizzazione - Sezione tipo e particolari costruttivi
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 6 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 7 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 10-11-48-49 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	004	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 12 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	005	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Conci 1-2-3-4-5-8-9-13-17-38-39-51-52-53-54-55-56-62-63-64 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	007	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Conci 59-60-61-65-66 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	009	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 18 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	010	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 47 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	011	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 50 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	012	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 57 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	013	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 58 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	014	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 67 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	015	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sezioni tipo P3 - Armatura
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	016	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 27 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	17	0	0	005	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sezioni tipo P1 - Armatura
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	17	0	0	006	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sezioni tipo P2 - Armatura
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	17	0	0	007	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sezioni tipo P3 - Armatura
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	17	0	0	008	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sezioni tipo P3bis - Armatura
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	17	0	0	009	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sezione tipo nicchie NLF+HP+FG+TT+ST+LD+AN - Armatura
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	17	0	0	010	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Sezione tipo nicchie BTS+TT - Armatura
INOR	11	E	E2	P	Z	GA	17	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Uscita di sicurezza Pk 142+847.88 - Planimetria, sezioni e particolari
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	018	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Uscita di sicurezza Pk 142+847.88 - Carpenteria - Piante, sezioni e dettagli (Tav. 1/2)
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	17	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Uscita di sicurezza Pk 142+847.88 - Carpenteria - Piante, sezioni e dettagli (Tav. 2/2)
INOR	11	E	E2	B	B	GA	17	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Uscita di sicurezza Pk 142+847.88 - Carpenteria - Prospetti
INOR	11	E	E2	B	B	GA	17	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Uscita di sicurezza Pk 142+847.88 - Armatura (Tav. 1/2)
INOR	11	E	E2	B	B	GA	17	0	0	004	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Uscita di sicurezza Pk 142+847.88 - Armatura (Tav. 2/2)
INOR	11	E	E2	P	Z	GA	17	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Fasi esecutive - Planimetria (Tav. 1/2)
INOR	11	E	E2	P	Z	GA	17	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Fasi esecutive - Planimetria (Tav. 2/2)
INOR	11	E	E2	P	Z	GA	17	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Monitoraggio - Planimetria e sezioni
INOR	11	E	E2	4	T	GA	17	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Tabella materiali
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	019	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Conci 43-44-45-46 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	021	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Conci 14-20-21-22-23-24-25-26-28-29-30-31-32-33-34-35-40 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	022	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 19 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	023	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 37 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	024	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 42 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	025	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 15 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	026	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 16A - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	027	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 16B - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	028	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 36 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	17	0	0	029	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Concio 41 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	P	9	GA	17	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Opere provvisionali - Paratia per salvaguardia edificio Pk 142+200 - Pianta
INOR	11	E	E2	F	9	GA	17	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Opere provvisionali - Paratia per salvaguardia edificio Pk 142+200 - Profilo e Sezioni
INOR	11	E	E2	W	Z	GA	17	0	1	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Opere provvisionali - Paratia per salvaguardia edificio Pk 142+200 - Sezioni tipo e particolari
INOR	11	E	E2	B	B	GA	17	0	0	005	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST (GA17) - Da Pk 141+930.24 a Pk 143+575.24 - Timpano concio 68 - Armatura e particolari
GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST USCITA DI SICUREZZA (GA55) - Pk 141+982.97											
CODICE						DESCRIZIONE					

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001Rev.
AFoglio
11 di 84

INOR	11	E	E2	P	Z	GA	55	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST USCITA DI SICUREZZA (GA55) - Pk 141+982.97 - Planimetria, sezioni e particolari
INOR	11	E	E2	B	A	GA	55	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST USCITA DI SICUREZZA (GA55) - Pk 141+982.97 - Carpenteria - Piante, sezioni e dettagli (Tav. 1/2)
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	55	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST USCITA DI SICUREZZA (GA55) - Pk 141+982.97 - Carpenteria - Piante, sezioni e dettagli (Tav. 2/2)
INOR	11	E	E2	B	B	GA	55	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST USCITA DI SICUREZZA (GA55) - Pk 141+982.97 - Carpenteria - Prospetti
INOR	11	E	E2	B	B	GA	55	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST USCITA DI SICUREZZA (GA55) - Pk 141+982.97 - Armatura (Tav. 1/2)
INOR	11	E	E2	B	B	GA	55	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST USCITA DI SICUREZZA (GA55) - Pk 141+982.97 - Armatura (Tav. 2/2)

2. NORMATIVE E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO

2.1. Normative

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

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 (NTC 2008): "Norme tecniche per le costruzioni"
- Legge 05.11.1971 n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Raccomandazioni A.I.C.A.P. del Maggio 1993: "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce".
- Regolamento U.E. nr. 1299/2014 della commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea. Pubblicato su Gazzetta Ufficiale anno 156° n°10 del 5 febbraio 2015.

Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 28 ottobre 2005. Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie.

2.2. Specifiche Tecniche di Riferimento

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

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

3. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA PER GLI EVENTI DI PIOGGE INTENSE DI BREVE DURATA

3.1. Calcolo della curva di possibilità pluviometrica di progetto per eventi di piogge intense e di breve durata per Tr 100 anni.

I dati idrologici utilizzati per valutazione delle portate di progetto (coefficienti a e n) sono stati dedotti dalla Relazione Idrologica ove sulla base del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), in cui sono riportati i parametri delle curve di possibilità pluviometrica (leggi di potenze) per i periodi di ritorno 20, 25, 50, 100, 200 e 500 anni.

Per la determinazione della curva di possibilità pluviometrica per gli eventi di piogge intense di breve durata (scrosci) ci si è basati sulla interpolazione dei dati relativi ai 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 45, 50 e 55 minuti ottenuti con il metodo di Bell applicato alla cella FN85 (da 129+289 a 131+337) dove i valori corrispondenti risultano a = 56.43 mm ora⁻ⁿ, n = 0.201, valori relativi alle piogge orarie.

Le curve di possibilità pluviometrica ottenuta risulta essere per il tempo di ritorno Tr di 100 anni utilizzata per la progettazione della rete di drenaggio in esercizio:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

$$h(t) = 59,125 \cdot t^{0,4636} \quad \text{valida per la cella FN85 (da 139+289 a 141+337)}$$

dove a = 59.125 mm ora⁻ⁿ e n = 0.4636 con t espresso in ore.

La scelta è ricaduta su tale cella anche se il tracciato ricade su più celle poiché è quella che determina i maggiori valori di precipitazione. In seguito si riportano i valori ottenuti con il metodo di Bell utilizzati per l'ottenimento delle curve di possibilità pluviometrica per gli eventi di piogge intense di breve intensità ed il grafici rappresentanti le curve ottenute.

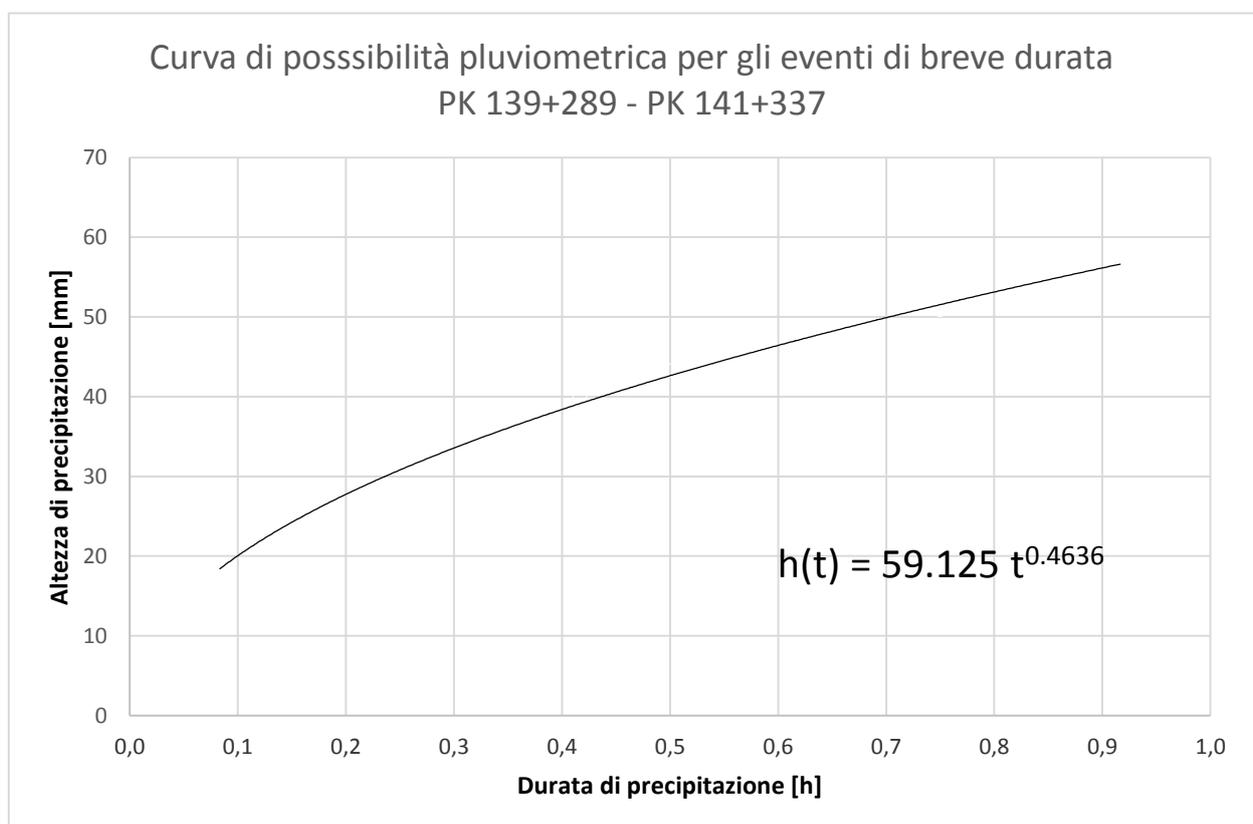
Durata di precipitazione [ore]	Altezza precipitazione [mm]
0.083	17.453
0.167	26.125
0.250	31.940
0.333	36.438
0.417	40.156
0.500	43.353
0.667	48.702
0.750	51.005
0.833	53.124
0.917	55.089

Parametri a ed n per TR 100

A [mm ora ⁻ⁿ]	59.125
n	0.4636

Nella tabella sopra sono indicati i valori di calcolo per la determinazione della curva di possibilità pluviometrica per gli eventi di piogge intense di breve durata (scrosci) ottenuti con il metodo di Bell applicato alla cella FN85 (da 139+289 a 141+337) relativi ad un Tr di 100 anni.

Nel seguente grafico viene riportata la funzione interpolante i dati di pioggia per relativi agli eventi di piogge intense di breve durata (scrosci) ottenuti con il metodo di Bell applicato alla cella FN85 (da 139+289 a 141+337) relativi ad un Tr di 100 anni.



3.2. Calcolo della curva di possibilità pluviometrica di progetto per eventi di piogge intense e di breve durata per Tr 5 anni

Per il calcolo di progetto del sistema di drenaggio della fase di scavo e realizzazione dell'opera il Tr 100 anni risulta inadeguato portando a risultati fortemente sovradimensionati.

Compatibilmente alla durata realizzativa dell'opera si è quindi scelto di utilizzare un Tr di 5 anni.

L'adozione di una curva di progetto con Tr di 5 anni consente inoltre di definire in modo più equilibrato il sistema di drenaggio con trincea drenante posto sul fondo scavo. Tale sistema ha la duplice funzione di essere utilizzato sia per il drenaggio e l'aggottamento delle acque di falda durante la fase di scavo e realizzazione delle opere, sia come sistema di drenaggio per evitare e/o ridurre il fenomeno di sottospinta sulle strutture di galleria durante la fase di esercizio.

I dati idrologici utilizzati per valutazione delle portate di progetto (coefficienti a e n) sono stati dedotti dalla Relazione Idrologica ove sulla base del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), in cui sono riportati i parametri delle curve di possibilità pluviometrica (leggi di potenze) per i periodi di ritorno 20, 25, 50, 100, 200 e 500 anni.

Per la determinazione della curva di possibilità pluviometrica per gli eventi di piogge intense di breve durata (scrosci) ci si è basati sulla interpolazione dei dati relativi ai 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 45, 50 e 55 min. ottenuti con il metodo di Bell applicato alla cella FN85 (da 139+289 a 141+337) dove:

a= 44.25 mm ora⁻ⁿ, n=0.209 per Tr 20;

a= 45.77 mm ora⁻ⁿ, n=0.208 per Tr 25;

a= 50.82 mm ora⁻ⁿ, n=0.204 per Tr 50;

a= 56.43 mm ora⁻ⁿ, n=0.201 per Tr 100;

a= 61.62 mm ora⁻ⁿ, n=0.199 per Tr 200;

a= 68.50 mm ora⁻ⁿ, n=0.196 per Tr 500;

corrispondono ai valori di a e n per i vari Tr valori relativi alle piogge orarie.

Le curve di possibilità pluviometrica ottenute risultano essere per i tempi di ritorno Tr di 20, 25, 50, 100, 200 e 500 anni utilizzate per la progettazione della rete di drenaggio in esercizio:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

$$h(t) = 46,031 \cdot t^{0,4636} \quad \text{valida per la cella FN85 (da 129+289 a 131+337) per Tr 20 anni;}$$

$$h(t) = 47,603 \cdot t^{0,4636} \quad \text{valida per la cella FN85 (da 129+289 a 131+337) per Tr 25 anni;}$$

$$h(t) = 52,855 \cdot t^{0,4636} \quad \text{valida per la cella FN85 (da 129+289 a 131+337) per Tr 50 anni;}$$

$$h(t) = 59,125 \cdot t^{0,4636} \quad \text{valida per la cella FN85 (da 129+289 a 131+337) per Tr 100 anni;}$$

$$h(t) = 64,074 \cdot t^{0,4636} \quad \text{valida per la cella FN85 (da 129+289 a 131+337) per Tr 200 anni;}$$

$$h(t) = 71,218 \cdot t^{0,4636} \quad \text{valida per la cella FN85 (da 129+289 a 131+337) per Tr 500 anni.}$$

Nella tabella sotto sono riportati i valori di a ed n in funzione di Tr. Si osserva che n si mantiene costante mentre a variare risulta essere soltanto il parametro a.

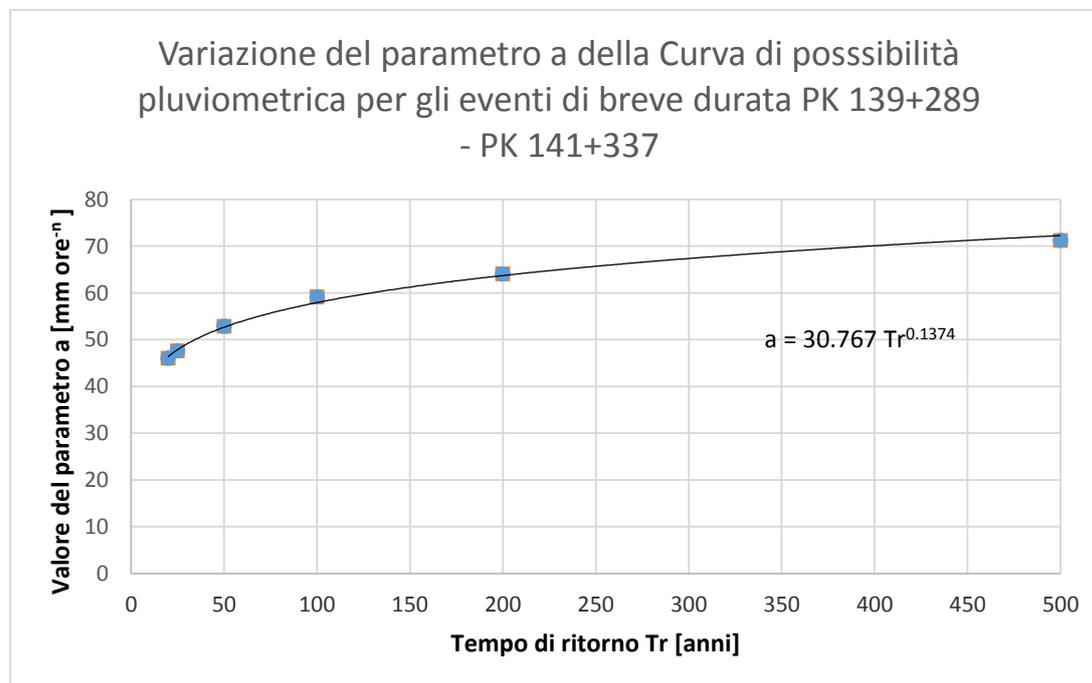


Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001Rev.
AFoglio
16 di 84

Tr	a	n
[anni]	[mm ore ⁻ⁿ]	[-]
5	-	-
10	-	-
20	46.031	0.4636
25	47.603	0.4636
50	52.855	0.4636
100	59.125	0.4636
200	64.074	0.4636
500	71.218	0.4636

Interpolando questi valori si ottiene la curva riportata nel grafico seguente che permette di ricavare a per tempi di ritorno inferiori.



Nella tabella seguente si riportano i valori di a e di a di calcolo con la funzione interpolante per i vari Tr.

Tr	a	a di calcolo	differenza a-a di calcolo
[anni]	[mm ore ⁻ⁿ]	[mm ore ⁻ⁿ]	[mm ore ⁻ⁿ]
5	-	38.382	-
10	-	42.217	-
20	46.031	46.435	0.404
25	47.603	47.881	0.278
50	52.855	52.665	-0.190
100	59.125	57.928	-1.197
200	64.074	63.716	-0.358
500	71.218	72.264	1.046

Dalla tabella si osserva che per bassi valori di Tr la funzione tende a sovrastimare (valore positivo della differenza tra a ed a di calcolo) il risultato a favore di sicurezza tendendo a fornire dei più elevati valori di altezza di precipitazione per gli scrosci.

La curva di possibilità pluviometrica di progetto per il tempo di ritorno Tr di 5 anni, utilizzata per la progettazione della rete di drenaggio in fase di scavo e realizzativa dell'opera, risulta:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

$$h(t) = 38,382 \cdot t^{0,4636} \text{ valida per la cella FN85 (da 139+289 a 141+337) per Tr 5 anni;}$$

dove a= 38.382 mm ora⁻ⁿ e n=0.4636 con t espresso in ore.

4. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE METEORICHE

La rete dei canali e delle condotte al servizio dell'idraulica di piattaforma della tratta ferroviaria interessata è stata eseguita con il Metodo Italiano dell'Invaso Lineare. Il metodo prevede che la portata al colmo venga stimata in funzione del volume immagazzinato nel sistema bacino-rete.

Per tenere conto del raggiungimento asincrono della massima portata nelle varie condotte è stato adottato il calcolo speditivo proposto da Del Giudice et al.

Il metodo dell'invaso mette in relazione la portata che defluisce dalla sezione di chiusura di un sistema fognario di raccolta delle acque di pioggia con il volume che, contemporaneamente, viene invaso nel bacino a monte della sezione stessa. Si assume che il legame sia di tipo lineare ed esprimibile con la relazione:

$$Q(t) = \frac{W(t)}{K}, \quad (1)$$

dove $Q(t)$ è la portata alla sezione di interesse, $W(t)$ è il volume invaso a monte e K , dimensionalmente un tempo, viene denominata costante d'invaso lineare. L'idrogramma di piena può essere ricostruito a partire dalla equazione di continuità:

$$I(t) = dW(t) + Q(t)dt, \quad (2)$$

dove $I(t)$ è l'afflusso netto sul bacino, cioè la parte della precipitazione che contribuisce effettivamente alla generazione dell'idrogramma di piena.

Nel caso di rete inizialmente vuota la soluzione della equazione (1) è:

$$Q(t) = \int_0^{\tau^*} \frac{1}{K} \cdot e^{-\frac{t-\tau}{K}} \cdot I(\tau) d\tau, \quad (3a)$$

$$\tau^* = t \text{ per } t < t_p, \quad (3b)$$

$$\tau^* = t_p \text{ per } t \geq t_p, \quad (3c)$$

dove

$$u(t) = \frac{1}{K} \cdot e^{-\frac{t}{K}}, \quad (4)$$

rappresenta l'idrogramma unitario istantaneo del modello dell'invaso lineare e K assume il significato di tempo di detenzione medio delle particelle d'acqua nel bacino idrografico. Nel caso di precipitazione costante, la massima portata si verifica alla fine della precipitazione e vale:

$$Q_m = \varphi \cdot i(t) \cdot S \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{K}}\right), \quad (5)$$

dove $\varphi \cdot i(t) \cdot S$ è l'afflusso netto costante nel tempo, con $i(t)$ l'intensità di precipitazione costante, φ il coefficiente di afflusso alla rete e S la superficie del bacino. L'equazione (5) permette di determinare la durata della

precipitazione che rende massima la portata alla sezione di interesse, una volta esplicitata la curva di possibilità pluviometrica a due parametri. Questa condizione è definita dalla relazione:

$$n = 1 - r \frac{e^{-r}}{1 - e^{-r}}, \quad (6)$$

dove $r = \frac{t_p}{K}$. Esprimendo la massima portata dall'equazione (5) in funzione della curva di possibilità pluviometrica a due parametri si ottiene infine:

$$Q_m = \varphi \cdot \alpha \cdot S \cdot K^{n-1} \cdot r^{n-1} \cdot (1 - e^{-r}), \quad (7)$$

che fornisce il massimo valore della portata in funzione del tempo di ritorno quando r venga definito in base all'equazione (6). A sua volta r , una volta definito K , fornisce il tempo di precipitazione in corrispondenza del quale si verifica la massima portata al tempo di ritorno stabilito.

Nel Metodo Italiano dell'Invaso Lineare la portata al colmo viene stimata in funzione dei volumi invasati nel bacino invece che in funzione del parametro K , utilizzando l'ipotesi dell'equazione (1), secondo la quale:

$$K = \frac{W(t)}{Q(t)} = \frac{W_M}{Q_M}, \quad (8)$$

dove $W(t)$ è il volume immagazzinato nel bacino all'istante t e $Q(t)$ è la portata alla sezione di chiusura del bacino allo stesso istante. Questo rapporto, costante, è infine espresso in funzione del volume e della portata massimi (W_M/Q_M). Sostituendo la condizione dell'equazione (8) nell'equazione (7) si ottiene:

$$Q_M = n \cdot (\varphi \cdot \alpha \cdot S)^{\frac{1}{n}} \cdot W_M^{\frac{(n-1)}{n}} \cdot z, \quad (9)$$

$$z = \frac{1}{n} r^{\frac{(n-1)}{n}} \cdot (1 - e^{-r})^{1/n}, \quad (10)$$

che, approssimato z con il valore 0.78, assume la forma tradizionale (Supino, 1933):

$$u = 2168 \cdot \frac{n \cdot (\varphi \alpha)^{1/n}}{W^{\left(\frac{1}{n}-1\right)}} \quad u = 2168 \cdot \frac{n \cdot (\varphi \alpha)^{1/n}}{w^{\left(\frac{1}{n}-1\right)}}, \quad (11)$$

valida per le condotte circolari e della seguente espressione:

$$u = 2520 \cdot \frac{n \cdot (\varphi \alpha)^{1/n}}{W^{\left(\frac{1}{n}-1\right)}}, \quad (11a)$$

valida per canali rettangolari e trapezoidali, con u coefficiente udometrico, rapporto tra Q_M e S , w rapporto tra W_M e S . Gli effetti dell'asincronismo vengono affrontati con il calcolo speditivo di Del Giudice et al., definendo il volume invasato a monte con la relazione:

$$W_M = w_0 I S_I + W_I + \frac{u}{\phi} \sum_{j=1}^J W_j \frac{\phi_j}{u_j}, \quad (12)$$

con u , ϕ , W_M coefficiente udometrico, coefficiente d'afflusso e volume invasato a monte relativi all'intero bacino, u_j , ϕ_j , W_j coefficiente udometrico, coefficiente d'afflusso e volume invasato a monte dei tratti che gravano sul tratto in fase di calcolo, S_I la superficie dell'area parziale che grava sul tratto di calcolo, $w_0 I$, il volume dei piccoli invasi per la stessa superficie, W_I il volume proprio del collettore I in calcolo, J il numero di tratti confluenti in testa al collettore I in calcolo.

I coefficienti utilizzati nel modello sono i seguenti:

$$w_0 = 50 \cdot m^3/ha \text{ valore dei piccoli invasi per la piattaforma;}$$

$$w_0 = 30 \cdot m^3/ha \text{ valore dei piccoli invasi per le scarpate;}$$

$$w_0 = 30 \cdot m^3/ha \text{ valore dei piccoli invasi per le aree esterne;}$$

$$w_0 = 65 \cdot m^3/ha \text{ valore dei piccoli invasi per le aree durante la fase realizzativa e di scavo;}$$

$$\phi_1 = 0,90 \text{ coefficiente di afflusso per il tratto relativo alla piattaforma;}$$

$$\phi_2 = 0,90 \text{ coefficiente di afflusso per il tratto relativo alle scarpate;}$$

$$\phi_3 = 0,50 \text{ coefficiente di afflusso per il tratto relativo alle zone verdi;}$$

a (m/hn) e n i parametri della legge di possibilità pluviometrica.

Il volume specifico W_I è funzione implicita della portata defluente nei sistemi di drenaggio. Esso è stato valutato ipotizzando che la corrente defluisca in condizioni di moto uniforme, assumendo come legame tra la portata defluente ed il tirante la relazione di Gauckler-Strickler:

$$Q = A K_s R^{2/3} i^{1/2}, \quad (13)$$

in cui, con gli usuali simboli dell'Idraulica, si è indicato con A la sezione idrica, R il raggio idraulico, i la pendenza motrice, Ks coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler.

La dipendenza implicita non lineare di W_I dal coefficiente udometrico rende necessaria l'utilizzo di una procedura iterativa per la soluzione della (11) e (11a).

5. MODELLO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEL SISTEMA DI ABBASSAMENTO DELLA FALDA

Il modello idrogeologico contenuto nel Progetto Definitivo è stato dettagliato e affinato nel tratto in esame per poter ottenere i parametri necessari alla Progettazione Esecutiva del sistema di abbassamento della falda. Con questo scopo sono stati rielaborati tutti i dati progettuali disponibili quali i log dei sondaggi carotati, le analisi granulometriche, le prove Lefranc in foro, le prove geofisiche e le campagne di misurazioni piezometriche.

La porzione di territorio in sinistra orografica del Fiume Tione, si configura come una successione di unità fluvioglaciali e glaciali con differenti caratteristiche di permeabilità a scala metrica, sia orizzontale che verticale. La variazione di permeabilità verticale, non riscontrabile con le prove Lefranc a carico variabile estensivamente condotte nei sondaggi, è ipotizzabile in base alla frequenza di intercalazioni di lenti di terreni più fini, limi in particolare. Inoltre, a supporto di questa deduzione, le letture piezometriche evidenziano in questo settore la presenza di due falde idriche distinte, una profonda ed una superficiale. I terreni fluvioglaciali e glaciali sono stati suddivisi in 7 Unità Idrogeologiche omogenee per genesi e caratteristiche idrogeologiche:

- Unità idrogeologica 1 acquifero superficiale S. Giorgio
- Unità idrogeologica 2 acquitardo S. Giorgio
- Unità idrogeologica 3 acquifero profondo S. Giorgio (fluvioglaciale)
- Unità idrogeologica 4 acquifero superficiale S. Giorgio (fluvioglaciale)
- Unità idrogeologica 5 acquifero superficiale (glaciale) Sona
- Unità idrogeologica 6 acquifero superficiale (fluvioglaciale) Sona
- Unità idrogeologica 7 acquifero superficiale (alluvioni recenti) Fiume Tione

Le unità idrogeologiche 6 e 7 non sono interessate dalla realizzazione delle gallerie.

I valori di permeabilità orizzontale delle unità idrogeologiche sono stati ricavati dalle prove Lefranc in foro eseguite nelle diverse campagne geognostiche. I dati di 53 prove Lefranc a carico variabile e di 7 prove Lefranc a carico costante sono state rielaborate in modo univoco in accordo alle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche emesse" (AGI, 1977) per meglio caratterizzare la distribuzione dei valori di permeabilità orizzontale all'interno delle diverse unità idrogeologiche. E' possibile notare una sistematica distribuzione dei valori che individua come meno permeabili le unità idrogeologiche 2 (acquitardo di S. Giorgio) e 5 (acquifero superficiale glaciale di Sona), e più permeabili le Unità 1, 3 e soprattutto 4. In fig. 6.1 e 6.2 sono riportati i box-plot di confronto tra le diverse unità idrogeologiche.

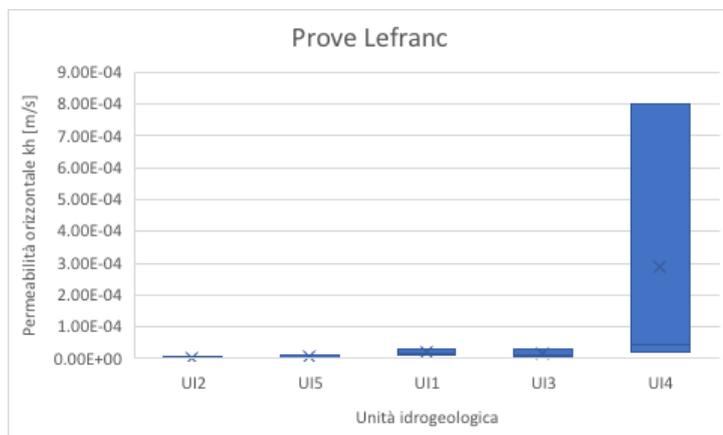


Figura 5-1: Confronto della distribuzione delle permeabilità orizzontali puntuali ricavate da prove di assorbimento Lefranc effettuate nelle diverse unità idrogeologiche UI 1-UI 5

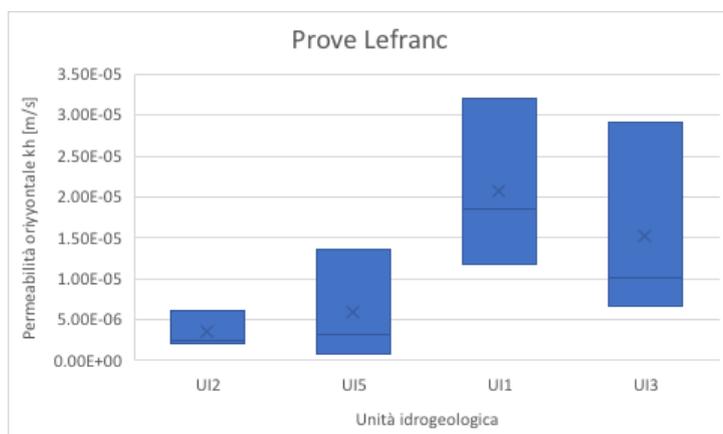


Figura 5-2: Confronto della distribuzione delle permeabilità orizzontali puntuali ricavate da prove di assorbimento Lefranc. Dettaglio relativo alle unità idrogeologiche UI 1, 2, 3, 5

Si fa notare però, che, per sua natura, questo tipo di test fornisce valori di permeabilità puntuali e validi a scala locale. Inoltre, la struttura lentiforme di gran parte dei depositi, in particolare di quelli fluvio-glaciali, determina una forte anisotropia della permeabilità con valori di permeabilità verticale variabili da 1/5 a 1/10 di quella orizzontale.

5.1. Unità idrogeologica 1

L'unità idrogeologica 1 è costituita dall'acquifero di S. Giorgio e contiene la falda superficiale. Si estende dalla valle fluviale del fiume Tione fino al rilievo di cordone morenico sul cui proseguo settentrionale sorge l'abitato di San Giorgio in Salici. L'unità si caratterizza per la presenza di ghiaie sub-arrotondate che indicherebbero un breve trasporto fluviale, caratteristico dell'ambiente periglaciale. Si tratta di terreni mediamente addensati come testimonia la prova geofisica di cross-hole realizzata nei fori 4SS034-A/B (Vs 200-250 m/s).

Grazie alle descrizioni dei log di sondaggio ed ai risultati delle frequenti analisi granulometriche effettuate, è stato possibile correlare stratigraficamente questa unità sul territorio.

Lo spessore dell'unità 1 è di 10-12 m e tende a diminuire verso est, fino a chiudersi in corrispondenza dell'alto morfologico del cordone morenico di San Giorgio in Salici, in corrispondenza della progressiva 141+125 circa; secondo la correlazione stratigrafica, il letto presenta un andamento a gradini che potrebbero essere interpretabili come scarpate di erosione fluviale sepolte, analoghe all'attuale scarpata del Fiume Tione.

La falda superficiale è così delimitata:

- ad ovest il F. Tione costituisce un limite drenante sia nella stagione di piena che di magra della falda (evidente dalle letture piezometriche, per quanto discontinue nel tempo);
- a nord la sezione di afflusso appare limitata in estensione laterale dalla presenza di un vasto deposito lacustre di terreni molto fini (argille) evidenti nel sondaggio S31-XA202G171. L'alimentazione può arrivare dalla zona dell'abitato di San Giorgio con deflusso verso NE-SW;
- ad est l'acquifero si assottiglia e si chiude contro la sottostante unità idrogeologica meno permeabile;
- a sud dell'opera in progetto l'acquifero presenta sezione libera.

L'alimentazione di tale falda superficiale appare, allo stato attuale delle conoscenze, essere esclusivamente per infiltrazione delle acque piovane sul corrispondente areale sotteso all'opera da realizzare; l'areale di infiltrazione a cui è sottesa la sezione di scavo della GA16 è stimabile in circa 1.3 km² in base alle considerazioni sui limiti dell'unità idrogeologica 1 sopra argomentati.

L'interpretazione delle linee isopieze di tale falda indicano deflusso con verso ENE-OSO, dunque da direzione Nord a basso angolo rispetto all'asse del tracciato.

La permeabilità dell'unità è stata ricavata dall'interpretazione delle prove Lefranc effettuate a meno di 10 m di profondità nei sondaggi 4SN033, 14PZ27, 4SN035 ed indicano i valori riportati in tabella.

Unità idrogeologica 1	K orizzontale (m/s)		
	Percentile 0.25	Mediana	Percentile 0.75
	1.19E-05	1.85E-05	3.21E-05

Questi valori corrispondono alle lenti maggiormente permeabili e comunque idraulicamente interconnesse tra di loro, come dimostra l'organicità dei livelli piezometrici misurati da piezometri sicuramente fenestrati in falda superficiale.

5.2. Unità idrogeologica 2

L'unità idrogeologica 2 è costituita sempre da depositi fluvioglaciali ma con una maggiore presenza di lenti di terreni fini che ne diminuiscono la permeabilità verticale a scala dell'unità idrogeologica. I terreni sono anche maggiormente addensati rispetto all'unità 1 (la prova di cross-hole realizzata nei fori 4SS034-A/B indica V_s 250-500 m/s). All'interno di questa unità è stata riconosciuta la presenza di un acquitardo, l'aquitardo di S. Giorgio.

Anche in questo caso la permeabilità è stata ricavata dall'interpretazione delle prove Lefranc in foro.

Unità Idrogeologica 2	K orizzontale (m/s)		
	Percentile 0.25	Mediana	Percentile 0.75
	2.03E-06	2.47E-06	6.19E-06

I valori di permeabilità più alti sono stati riscontrati nel sondaggio 4SS034 e sono probabilmente relativi a lenti più permeabili ma evidentemente poco connesse tra loro. I dati di perforazione confermano questa ipotesi: le misurazioni della falda giornaliera durante l'esecuzione dei sondaggi non segnalano la presenza di acqua nell'intervallo di profondità dell'aquitardo ma, con un ulteriore approfondimento della perforazione e a distanza di alcune ore, l'acqua di falda risaliva fin quasi a bocca foro. Questo fenomeno può essere interpretato come risalita dell'acqua della falda profonda intercettata dalla perforazione.

Per quanto riguarda la permeabilità a scala dell'intera unità idrogeologica, possiamo ipotizzare che i valori più alti siano relativi a sacche locali poco connesse e che la presenza di lenti di terreni fini riduca sensibilmente la permeabilità verticale, portandola a valori di 1 ordine di grandezza inferiore, $1E-7$ m/s.

5.3. Unità idrogeologica 3

L'unità idrogeologica 3 è costituita da sedimenti fluvioglaciali digradanti in quota per terrazzamenti successivi verso Ovest, verso l'attuale valle del Fiume Tione. E' sede dell'aquifero profondo San Giorgio, acquifero in pressione.

Anche in questo caso sono stati misurati valori di permeabilità orizzontali a due mode in cui però i valori più bassi sono decisamente meno frequenti (sondaggio S1GS). I valori più elevati sono stati riscontrati nei sondaggi SS034 ed SN035.

Unità Idrogeologica 3	K orizzontale (m/s)		
	Percentile 0.25	Mediana	Percentile 0.75
	6.66E-06	1.05E-05	2.92E-05

Lo spessore dell'unità è di circa 10-12 m.

5.4. Unità idrogeologica 4

L'unità idrogeologica 4 è costituita da sedimenti fluvioglaciali di spessore variabile tra 10 e 30 m, in corrispondenza del portale est della galleria naturale ed è sede di un acquifero superficiale, l'acquifero superficiale di S. Giorgio.

L'acquifero è in continuità idraulica con l'acquifero 3 da cui si differenzia perché la falda libera va in pressione: verso Ovest l'acquifero immerge sotto l'unità Idrogeologica 2 e la falda idrica in esso contenuta da libera va in pressione per limite di permeabilità sovrainposta dell'unità idrogeologica 2 (acquitardo di San Giorgio).

A sud le due unità immergono verso SSE e sono aperte sino a qualche centinaio di metri a sud dell'autostrada, dove il paleoalveo subisce una brusca deviazione verso Est, verso l'abitato di Sommacampagna, a causa della presenza di un rilievo morenico, presumibilmente meno permeabile; per quanto concerne questo progetto, le due unità a Sud sono intercettate dallo sviluppo della galleria naturale e dalla galleria artificiale GA17.

L'unità idrogeologica 4 presenta le permeabilità orizzontali più alte del settore studiato.

Unità Idrogeologica 4	K orizzontale (m/s)		
	Percentile 0.25	Mediana	Percentile 0.75
	2.06E-06	4.47E-05	7.99E-04

5.5. Unità idrogeologica 5

L'unità idrogeologica 5 è costituita da sedimenti di probabile genesi glaciale e costituisce l'acquifero superficiale di Sona. Verso Est, tampona per limite di permeabilità l'Unità idrogeologica 4. La permeabilità orizzontale di questa unità è riportata nella tabella seguente ed è la più bassa dell'area studiata.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E2 RI GN 040 0 001Rev.
AFoglio
26 di 84

Unità Idrogeologica 5	K orizzontale (m/s)		
	Percentile 0.25	Mediana	Percentile 0.75
	8.11E-07	3.13E-06	1.37E-05

L'areale di infiltrazione è esteso verso NNE almeno fino agli abitati di Palazzolo-Barbarago e la falda superficiale, vincolata da tali limiti laterali, non può che defluire lungo la valle interglaciale in direzione SSO verso la pianura.

In tutte le unità idrogeologiche, risultati delle prove Lefranc indicano che non possiamo dunque prescindere dall'anisotropia e disomogeneità di tali acquiferi e che le differenze che leggiamo a grande scala dai dati piezometrici nella distribuzione e dinamica delle falde acquifere indicano la variazione nella frequenza dei corpi più permeabili, di genesi fluvioglaciale a maggiore energia, rispetto alle lenti meno permeabili sempre di genesi fluvioglaciale, ma di minore energia.

6. GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST GA16

6.1. Sistema di abbassamento della falda con pozzi drenanti per l'abbassamento della quota di falda

Per la galleria San Giorgio in Salici Ovest (GA16) la soluzione prevista è quella dello scavo libero mentre il drenaggio avviene tramite due file di pozzi del diametro di 800 mm posti esternamente all'ingombro dei piedritti, con una lunghezza di 28 m ed un interasse longitudinale di 15 m.

I pozzi di aggotamento sono stati dimensionati per consentire, su tutta l'area di scavo, un abbassamento della falda dalla posizione di soggiacenza massima di progetto ad una quota massima di fondo scavo con un minimo franco di sicurezza pari ad 1 m sotto la quota di fondo scavo. In tal modo si definisce l'abbattimento s di progetto.

La portata totale Q da emungere in ciascuna zona è calcolata secondo la formula seguente valida per un sistema di multi pozzi di uguale diametro D in un acquifero di tipo freatico (Figura 6-1):

$$Q = \pi k \frac{H^2 - h^2}{\ln R - \frac{1}{n} \sum \ln R_i}$$

dove:

- k è la permeabilità del terreno;
- H è il livello della falda stazionaria;
- h è il livello della falda abbassata;
- n è il numero di pozzi;
- R è il raggio di influenza del singolo pozzo;
- R_i è la distanza dal pozzo i -esimo del punto in cui si desidera abbattere la falda al livello h .

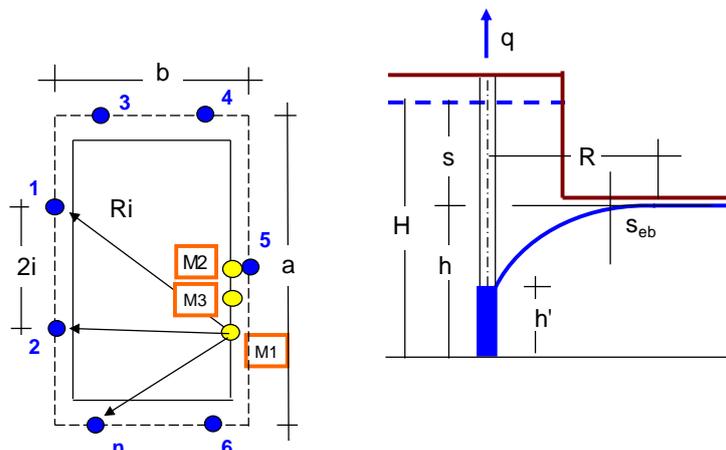


Figura 6-1: Schema di calcolo

Il raggio di influenza R del singolo pozzo è calcolato noto l'abbattimento di falda s pari a (H-h):

$$R = 3000 \cdot (H - h) \cdot \sqrt{k} = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k}$$

Fissato il numero dei pozzi e la disposizione planimetrica si calcola il $(1/n) \cdot \sum \ln R_i$ con riferimento ad almeno 3 punti ubicati lungo il perimetro di scavo (M1,M2,M3), modificandone la posizione fino a massimizzare il termine sopraindicato. In tal modo è possibile calcolare la massima portata totale da emungere Qmax.

Noti Qmax e il numero di pozzi n si trova immediatamente la portata da emungere dal singolo pozzo q.

L'altezza del filtro h' deve essere scelta in modo che la portata emungibile dal singolo pozzo q pari a $q = \pi D k h' / 15$ sia inferiore alla portata richiesta qreq (criterio di Herth e Arndts, 1973).

L'abbassamento del livello dell'acqua nel pozzo rispetto al livello di falda abbattuto S_{eb} è dato da:

$$s_{eb} = h - \left[h^2 - \frac{1.5q(\ln i - \ln D/2)}{\pi k} \right]^{0.5}$$

Nel seguito si riportano i dettagli della verifica per i singoli casi analizzati.

La permeabilità considerata è pari a 3×10^{-6} m/s.

Per la determinazione della quota di falda si è fatto riferimento all'andamento della falda di progetto riportato nella sezione idrogeologica allegata alla presente relazione.

Per il calcolo del sistema di aggottamento si è confermata la quota 117.40 mslm.

La disposizione spaziale planimetrica per la verifica è la seguente riportata sotto (Figura 6-2) con i pozzi disposti con passo pari a 15 m e distanti 16.6 m tra una fila e l'altra e una volta fissato il numero dei pozzi e la disposizione planimetrica si calcola il termine $(1/n) \cdot \sum \ln R_i$ con riferimento ad almeno 3 punti ubicati lungo il perimetro di scavo (M1,M2,M3), modificandone la posizione fino a massimizzare il termine sopraindicato. Il numero di pozzi risulta essere pari a 14 che insistono su un'area di modulo pari a 16.6x90 m.

Le caratteristiche geometriche del caso in oggetto, che sono state determinate per mezzo dalla verifica analitica sopra descritta vengono di seguito riportate, con riferimento alla Figura 6-3.



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
29 di 84

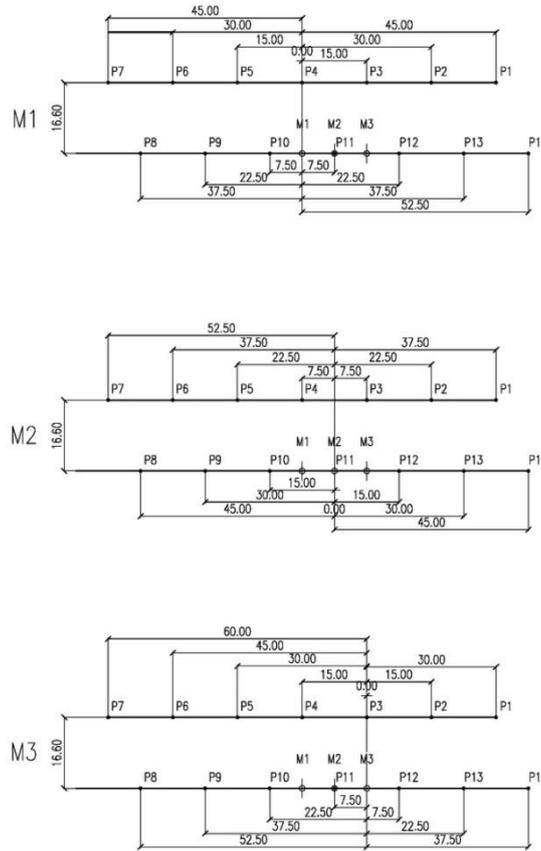


Figura 6-2: Schema planimetrico della distribuzione dei pozzi per il calcolo del termine $(1/n) \cdot \sum \ln R_i$.

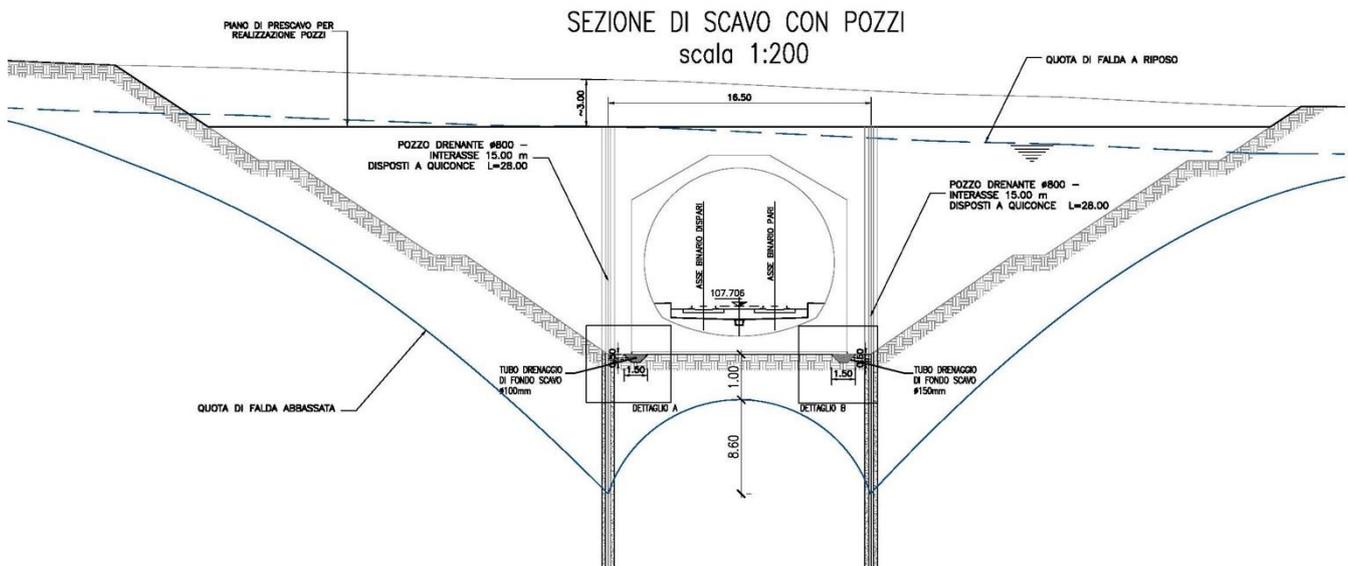


Figura 6-3: Schema dewatering – GA16 (sezione scavo libero).

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
30 di 84

Si riporta in seguito i dati di input per la verifica del sistema di aggottamento (Figura 6-4) e i risultati ottenuti (Figura 6-5).

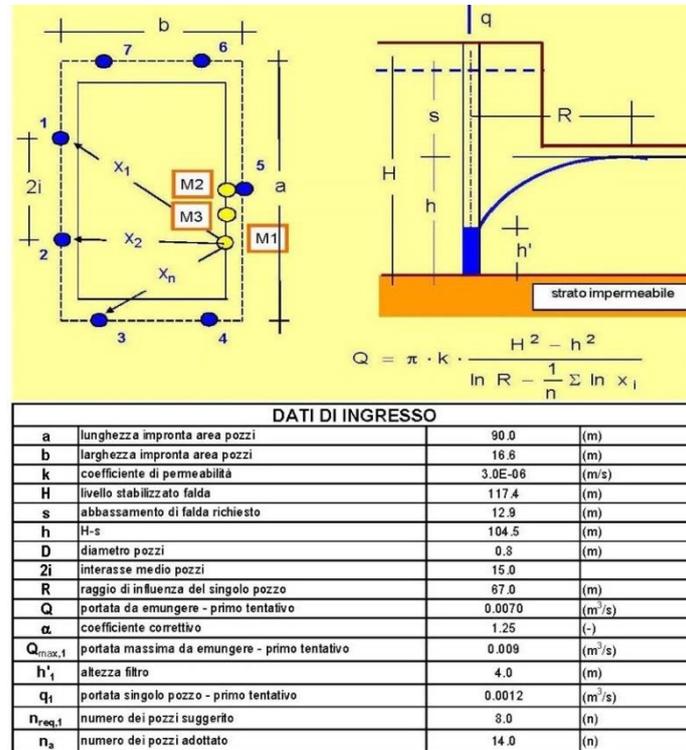


Figura 6-4: Dati di input per il calcolo del sistema di aggottamento per la galleria artificiale GA16.

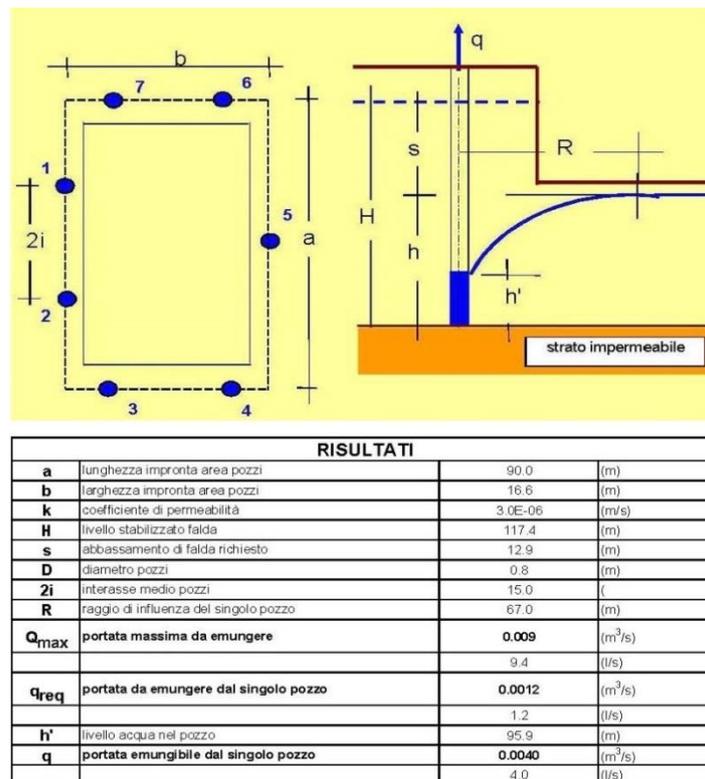


Figura 6-5: Dati di output per il calcolo del sistema di aggottamento per la galleria artificiale GA16.

Doc. N.	Progetto IN0R	Lotto 11	Codifica Documento E E2 RI GN 040 0 001	Rev. A	Foglio 31 di 84
---------	------------------	-------------	--	-----------	--------------------

Le caratteristiche geometriche di progetto del caso in oggetto, che sono state determinate per mezzo dalla verifica analitica sopra descritta vengono di seguito riportate:

- portata di aggotamento di ogni singolo pozzo pari a 1.2 l/s;
- diametro pozzo 800 mm;
- lunghezza pozzo 28 m;
- lunghezza filtro 4 m;
- interasse pozzi 15 m;
- abbassamento falda 12.9 m;
- raggio influenza singolo pozzo 67 m.

Ne consegue che il cono di depressione generato dal pompaggio, assume la forma riportata in Figura 6-3 con un raggio di circa 67 m, ed un approfondimento della quota idrica all'interno del pozzo rispetto alla quota iniziale della falda pari a 21.5 m, necessario a garantire il fondo scavo asciutto a cui vanno aggiunti i 4 m del filtro per un totale dell'opera di 25.5 m.

La scelta di porre la lunghezza del pozzo a 28 m è dettata dal fatto di garantire un certo franco per la quota idraulica da ottenere all'interno del pozzo (circa 2.5 m) per il corretto funzionamento delle pompe ad immersione.

6.2. Descrizione del sistema di drenaggio della fase di scavo e realizzativa tra la Pk 140+181.85 e la Pk 140+502.85

Durante la fase realizzativa si rende necessario la realizzazione di una rete di drenaggio e raccolta delle acque piovane provvisoria che non corrisponde alla rete di drenaggio delle acque piovane finale in fase di esercizio sia come impianto planimetrico, sia la dimensione e la tipologia dei manufatti che i parametri idraulici ed idrologici utilizzati.

Infatti la curva di possibilità pluviometrica di progetto corrisponde ad un tempo di ritorno T_r di 5 anni valori confrontabili con i tempi di realizzazione dell'opera, così come il parametro del volume dei piccoli invasi risulta superiore ($65 \text{ m}^3/\text{ha}$) per il fatto che si tiene conto della formazione di piccoli specchi d'acqua (pozzanghere) nell'area delle lavorazioni.

Inoltre il sistema qui trattato ha una duplice funzionalità:

- garantire lo smaltimento delle acque piovane durante la fase realizzativa per mezzo dei fossi di guardia sommitali per quanto riguarda la captazione delle aree esterne alla trincea di scavo e lo smaltimento delle acque piovane per la parte riguardante il fondo scavo;
- garantire lo smaltimento delle acque di aggotamento provenienti dai pozzi per l'abbassamento sotto il livello di fondo scavo della falda presente.

Esso corre perimetralmente a tutto il bordo scavo e sul lato nord percorre anche la berma intermedia di secondo livello. Questo è dovuto alle seguenti motivazioni:

- garantire la continuità delle livellette affinché la parte di superficie che insiste sul portale provvisorio di transizione tra la galleria artificiale (GA16) e naturale (GN04) possa essere smaltita a gravità;
- ridurre il dislivello tra il fondo scavo e la quota di scarico per i pozzi di aggotamento per l'abbassamento della falda;

- ridurre il dislivello tra il fondo scavo e la quota di scarico poiché i pozzi di aggotamento sono utilizzati anche per la captazione ed il rilancio delle acque meteoriche di drenaggio di fondo scavo indispensabile a causa della ridotta pendenza longitudinale del tracciato in tale zona.

Il sistema di captazione delle acque piovane a fondo scavo avviene attraverso la realizzazione di due trincee drenanti costituite da materiale arido di idonea pezzatura (30-70 mm) con interposto una tubazione microfessurata in PVC, poste ognuna al piede delle scarpate di scavo, collegate con cadenza regolare di 15 metri ai pozzi di emungimento utilizzati durante gli eventi piovosi come pozzi di accumulo e di rilancio oltre che di aggotamento.

6.2.1. Calcolo delle portate di falda tra la Pk 140+181.85 e 140+502.85

Per il calcolo delle portate di emungimento si rimanda al paragrafo precedente 7.1.

Le portate da emungere dai pozzi di aggotamento risultano essere pari a 1.2-1.5 l/s per ogni pozzo con valore massimo emungibile pari a 4 l/s.

La verifica per il dimensionamento dei canali è stata fatta inserendo come valore cautelativo la massima portata emungibile di 4 l/s. Il valore totale di portata di emungimento dell'intero tratto risulta essere per i rispettivi 38 pozzi pari a 152 l/s di cui 76 l/s sul lato sud e 76 l/s su quello nord.

6.2.2. Calcolo delle portate meteoriche tra la Pk 140+181.85 e la Pk 140+502.85 durante la fase degli scavi e di realizzazione della galleria artificiale

Vengono di seguito descritti i criteri idraulici di dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche del tratto compreso tra la Pk 140+181.85 e la Pk 140+502.85. Il tratto oggetto d'interesse risulta avere pendenza unidirezionale costante pari a 0,023% da est verso ovest.

Al fine della completezza progettuale nel sistema di drenaggio in fase di scavo e costruttiva si è tenuto conto del drenaggio di versante esterno alla galleria per la parte dei fossi di guardi posti in sommità di dimensione 150-50x30cm e di fondo scavo con l'inclusione delle scarpate e della componente di portata generata dai pozzi di aggotamento a fondo scavo per l'abbassamento della falda. Per quanto riguarda le opere di captazione delle acque di pioggia esterne si è cercato un percorso che meglio riesca a seguire la morfologia del territorio al fine di poter operare sempre a gravità.

La problematica dello scarico delle acque di fondo scavo vista la ridotta pendenza è stato risolto utilizzando i pozzi di aggotamento per il rilancio delle acque meteoriche ai canali di guardia posti in sommità allo scavo sul lato sud e sulla berma intermedia superiore sul lato nord al fine di ridurre la quota geodetica da superare per il rilancio delle acque.

Il convogliamento delle acque di fondo scavo verso i pozzi di aggotamento viene realizzato tramite trincee drenanti poste al piede delle scarpate e con cadenza regolare di 15 m collegate ai pozzi di emungimento. Le trincee sono costituite da un tubo microfessurato ricoperto da materiale arido di idonea granulometria (30-70 mm).

Tali trincee sono collegate trasversalmente con passo pari a 50 m al fine di garantire una continuità idraulica tra il lato nord e sud della galleria necessaria a mantenere inalterato lo stato della falda a lavori ultimati eliminando l'effetto diga che la galleria crea rispetto alla falda, come meglio evidenziato in successivo capitolo.

La rete del calcolo idraulico per l'ottenimento delle portate e la verifica dei manufatti si basa su reti costituite da singoli rami ad eccezione del tratto che a nord posto sulla berma intermedia superiore. Tale tratto è costituito da una rete con struttura ad albero. Nella verifica dei canali si è tenuto conto anche della componente di portata proveniente dai pozzi di aggotamento. Nella Figura seguente si riporta lo schema della rete di smaltimento in fase di scavo e realizzativa della galleria artificiale GA16 (Figura 6-6). Occorre tenere presente che per una maggiore lettura e comprensione di tale Figura, si rimanda agli elaborati grafici progettuali dai quali è stata ottenuta così come per tutte le successive Figure riportate nel presente capitolo e nei successivi.



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
34 di 84

h = a tp ⁿ	
a	n
[mm/hn]	[-]
38.38	0.4636

Zona	Tipologia	Coeff. Afflusso	Volume picc. Invasi
		[-]	[m3/ha]
Area 1	Piattaforma	0.90	50
Area 2	Scarpate	0.90	30
Area 3	Aree esterne	0.40	65
Area 4	Aree esterne prati e campagne poco pendenti	0.10	30

TRATTO	Lunghezza ramo [m]	Totale Area sottesa al ramo [m2]	Area sottesa 1 al ramo	Area sottesa 2 al ramo	Area sottesa 3 al ramo	Area Totale sottesa [m2]	Coeff. affl. Medio [-]	Volume picc. Invasi [m3/ha]	Volume picc. Invasi area sott. [m3]	Volume invasato condotta locale [m3]	Volume Totale invasato locale WM [m3]	Volume Totale [m3]	Volume Totale specifico w [m3m2]
RAMO A													
A 1	31.5	1580.25	47	0	1533	1580	0.51	31	4.835	0.78	5.61	0.00	0.0036
A 2	39.8	9114.00	58	0	852	2492	0.53	31	2.953	0.73	3.58	9.09	0.0036
A 3	20.0	2970.00	30	0	267	2789	0.54	32	0.951	0.37	1.32	10.31	0.0037
RAMO A BIS													
A BIS 1	20.0	287.00	30	0	267	267	0.54	32	0.921	0.17	1.09	0.00	0.0038
A BIS 2	20.0	375.00	30	0	345	662	0.53	32	1.185	0.12	1.30	0.00	0.0035
Inserimento RAMO A BIS 1 e 2													
A BIS 3	11.2	18.60	17	0	0	866	0.90	50	0.064	0.06	0.15	3.01	0.0031
Inserimento RAMO A BIS													
A 4	20.0	280.00	30	0	250	4034	0.54	32	0.900	3.44	4.34	16.06	0.0040
A 5	20.0	255.00	30	0	225	4289	0.55	32	0.825	3.27	4.10	18.69	0.0044
A 6	20.0	219.00	30	0	189	4508	0.55	33	0.717	3.17	3.89	21.18	0.0047
A 7	20.0	199.00	30	0	159	4687	0.56	33	0.627	3.07	3.70	23.48	0.0050
A 8	20.0	180.00	30	0	150	4877	0.57	33	0.600	2.98	3.59	25.77	0.0053
A 9	20.0	189.00	30	0	159	5065	0.56	33	0.624	2.92	3.55	28.07	0.0055
A 10	20.0	204.00	30	0	174	5269	0.56	33	0.672	2.84	3.51	30.43	0.0058
A 11	20.0	221.00	30	0	191	5490	0.55	33	0.723	2.81	3.53	32.86	0.0060
A 12	20.0	230.00	30	0	200	5720	0.55	33	0.750	2.80	3.55	35.35	0.0062
A 13	20.0	226.00	30	0	196	5946	0.55	33	0.738	2.78	3.53	37.84	0.0064
A 14	20.0	201.00	30	0	171	6147	0.56	33	0.683	2.77	3.44	40.22	0.0065
A 15	20.0	137.00	30	0	107	6284	0.59	34	0.471	2.73	3.20	42.29	0.0067
A 16	20.0	61.00	30	0	31	6345	0.70	40	0.243	1.48	1.73	43.40	0.0068
RAMO B													
B 1	20.0	492.00	30	0	452	492	0.52	31	1.506	0.19	1.70	0.00	0.0035
B 2	20.1	297.15	30	0	257	789	0.54	32	0.922	0.23	1.15	2.81	0.0037
B 3	20.1	692.15	30	0	652	1451	0.52	31	2.107	0.43	2.54	5.30	0.0037
B 4	20.0	790.00	30	0	760	2241	0.52	31	2.430	0.85	3.28	8.39	0.0037
RAMO C													
C 1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	60	0.150	0.07	0.22	0.00	0.0073
C 2	20.0	30.00	30	0	0	60	0.90	50	0.150	0.08	0.23	0.44	0.0074
C 3	20.0	30.00	30	0	0	90	0.90	50	0.150	0.10	0.25	0.68	0.0076
RAMO D													
D 1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	50	0.150	0.07	0.22	0.00	0.0074
D 2	20.1	30.15	30	0	0	60	0.90	50	0.151	0.10	0.25	0.48	0.0076
D 3	20.0	30.00	30	0	0	90	0.90	50	0.150	0.07	0.22	0.68	0.0076
D 4	20.1	30.15	30	0	0	120	0.90	50	0.151	0.24	0.38	1.00	0.0083
D 5	20.5	30.75	31	0	0	151	0.90	50	0.154	0.14	0.29	1.28	0.0085

TRATTO	b (L Inf) o φ [m]	DIMENSIONE MANUFATTO H (altezza canale) [m]	B (L sup) [m]	n° Canali	Pendenza [mm]	Coeff. Strickler [m ^{1/3} s ⁻¹]	Area Bagnata [m2]	Raggio Idraulico [m]	Tirante y [m]	Grado Riemp. (y/H) [mm]	Portata [m3/s]	Velocità [m/s]	Coeff. Udorm. [l / (s ha)]
RAMO A													
A 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0248	60	0.025	0.039	0.045	0.091	0.027	1.06	166.1
A 2	0.5	0.50	1.5	1	0.1089	60	0.024	0.038	0.044	0.087	0.053	2.24	164.6
A 3	0.5	0.50	1.5	1	0.1089	60	0.028	0.044	0.051	0.103	0.070	2.46	163.7
RAMO A BIS													
A BIS 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0335	60	0.008	0.015	0.016	0.032	0.006	0.60	174.0
A BIS 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0615	60	0.006	0.011	0.011	0.023	0.004	0.63	54.5
Inserimento RAMO A BIS 1 e 2													
A BIS 3	0.5	0.50	1.5	1	0.4692	60	0.005	0.010	0.011	0.021	0.011	1.82	103.6
Inserimento RAMO A BIS													
A 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0002	60	0.251	0.182	0.310	0.619	0.076	0.30	129.5
A 5	0.5	0.50	1.5	1	0.0003	60	0.261	0.186	0.318	0.637	0.081	0.31	118.6
A 6	0.5	0.50	1.5	1	0.0002	60	0.273	0.191	0.329	0.659	0.086	0.31	110.3
A 7	0.5	0.50	1.5	1	0.0002	60	0.285	0.195	0.340	0.679	0.091	0.32	103.8
A 8	0.5	0.50	1.5	1	0.0003	60	0.298	0.200	0.350	0.700	0.096	0.32	98.5
A 9	0.5	0.50	1.5	1	0.0002	60	0.315	0.206	0.365	0.729	0.104	0.33	94.2
A 10	0.5	0.50	1.5	1	0.0002	60	0.332	0.212	0.378	0.756	0.112	0.34	90.8
A 11	0.5	0.50	1.5	1	0.0003	60	0.350	0.218	0.393	0.785	0.120	0.34	87.9
A 12	0.5	0.50	1.5	1	0.0002	60	0.369	0.223	0.407	0.814	0.129	0.35	85.4
A 13	0.5	0.50	1.5	1	0.0002	60	0.387	0.229	0.421	0.841	0.138	0.36	83.1
A 14	0.5	0.50	1.5	1	0.0003	60	0.405	0.234	0.434	0.867	0.146	0.36	81.1
A 15	0.5	0.50	1.5	1	0.0002	60	0.421	0.239	0.445	0.890	0.154	0.37	79.1
A 16	0.5	0.50	1.5	1	0.0012	60	0.241	0.178	0.301	0.601	0.162	0.67	78.2
RAMO B													
B 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0460	60	0.010	0.017	0.019	0.037	0.008	0.89	176.9
B 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0711	60	0.012	0.021	0.022	0.044	0.014	1.16	174.3
B 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0333	60	0.021	0.035	0.040	0.079	0.025	1.15	169.7
B 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0085	60	0.042	0.060	0.074	0.148	0.036	0.86	162.6
RAMO C													
C 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0570	60	0.003	0.007	0.007	0.013	0.002	0.22	245.0
C 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0520	60	0.004	0.008	0.008	0.016	0.002	0.36	239.8
C 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0470	60	0.005	0.009	0.009	0.019	0.003	0.44	234.1
RAMO D													
D 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0335	60	0.004	0.007	0.007	0.014	0.001	0.20	241.4
D 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0303	60	0.005	0.009	0.010	0.019	0.002	0.29	231.1
D 3	0.5	0.50	1.5	1	0.1870	60	0.003	0.007	0.007	0.013	0.003	0.62	233.6
D 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0030	60	0.012	0.021	0.021	0.046	0.003	0.21	209.0
D 5	0.5	0.50	1.5	1	0.0327	60	0.007	0.013	0.013	0.027	0.004	0.45	205.2

Per la rete di drenaggio della zona sud i risultati ottenuti sono riassunti nelle tabelle seguenti:

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001Rev.
AFoglio
35 di 84

$$h = a \cdot t^p \cdot n$$

a	n
[mm/hn]	[-]
38.38	0.4636

Zona	Tipologia	Coeff. Afflusso [-]	Volume picc. Invasi [m3/ha]
Area 1	Piattaforma	0.90	50
Area 2	Scarpate	0.90	30
Area 3	Aree esterne	0.40	65
Area 4	Aree esterne prati e campagne poco pendenti	0.10	30

TRATTO	Lunghezza ramo [m]	Totale Area sottesa al ramo [m2]	Area sottesa 1 al ramo	Area sottesa 2 al ramo	Area sottesa 3 al ramo	Area Totale sottesa [m2]	Coeff. affl. Medio [-]	Volume picc. invasi [m3/ha]	Volume picc. Invasi area sott. [m3]	Volume invasato condotta locale [m3]	Volume Totale invasato locale WM [m3]	Volume Totale [m3]	Volume Totale specifico w [m3/m2]
RAMO A													
A 1	31.5	989.25	47	0	0.22	969	0.52	31	3.002	0.56	3.56	0.00	0.0037
A 2	38.8	981.40	59	0	0.22	1951	0.52	31	3.083	1.20	4.28	7.80	0.0039
RAMO A BIS													
A BIS 1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	50	0.150	0.02	0.17	0.00	0.0057
Inserimento RAMO A BIS 1 e 2													
A BIS 3	2.0	3.00	3	0	0	1984	0.90	50	0.015	0.05	0.06	7.82	0.0039
RAMO B													
B 1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	50	0.150	0.02	0.17	0.00	0.0055
B 2	20.0	30.00	30	0	0	60	0.90	50	0.150	0.05	0.20	0.35	0.0059
B 3	20.0	30.00	30	0	0	90	0.90	50	0.150	0.06	0.21	0.55	0.0061
RAMO C													
C 1	20.1	30.08	30	0	0	30	0.90	50	0.150	0.07	0.22	0.00	0.0072
C 2	20.1	30.08	30	0	0	60	0.90	50	0.150	0.05	0.20	0.42	0.0070
C 3	20.0	30.00	30	0	0	90	0.90	50	0.150	0.05	0.20	0.62	0.0069
C 4	20.0	30.00	30	0	0	120	0.90	50	0.150	0.07	0.22	0.83	0.0069
RAMO D													
D 1	20.1	30.08	30	0	0	30	0.90	50	0.150	0.07	0.22	0.00	0.0073
D 2	20.1	30.08	30	0	0	60	0.90	50	0.150	0.05	0.20	0.42	0.0070
D 3	20.1	30.08	30	0	0	90	0.90	50	0.150	0.03	0.18	0.62	0.0069
D 4	20.1	30.08	30	0	0	120	0.90	50	0.150	0.04	0.19	0.82	0.0068
D 5	20.1	30.08	30	0	0	150	0.90	50	0.150	0.06	0.21	1.02	0.0068
D 6	20.1	30.08	30	0	0	180	0.90	50	0.150	0.09	0.24	1.24	0.0069

TRATTO	b (L. inf) o φ [m]	DIMENSIONE MANUFATTO H (altezza canale) [m]	B (L. sup) [m]	n° Canali	Pendenza [m/m]	Coeff. Strickler [m ^{1/3} s ⁻¹]	Area Bagnata [m2]	Raggio Idraulico [m]	Tirante y [m]	Grado Riemp. (y/H) [m/m]	Portata [m3/s]	Velocità [m/s]	Coeff. Udorm. [l / (s ha)]
RAMO A													
A 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0248	60	0.018	0.030	0.033	0.066	0.016	0.90	164.9
A 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0125	60	0.042	0.059	0.073	0.147	0.043	1.01	155.5
RAMO A BIS													
A BIS 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0625	60	0.006	0.012	0.012	0.024	0.005	0.80	323.5
Inserimento RAMO A BIS 1 e 2													
A BIS 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0250	60	0.036	0.053	0.064	0.128	0.048	1.31	157.5
RAMO B													
B 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0460	60	0.007	0.012	0.013	0.026	0.005	0.76	337.6
B 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0254	60	0.013	0.023	0.025	0.049	0.010	0.77	313.8
B 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0225	60	0.020	0.033	0.037	0.075	0.019	0.93	301.3
RAMO C													
C 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0339	60	0.003	0.006	0.006	0.013	0.001	0.23	248.0
C 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0494	60	0.007	0.014	0.015	0.029	0.006	0.74	256.7
C 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0460	60	0.014	0.024	0.026	0.052	0.014	1.06	260.3
C 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0120	60	0.028	0.043	0.051	0.102	0.023	0.83	258.2
RAMO D													
D 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0249	60	0.003	0.007	0.007	0.013	0.001	0.22	244.7
D 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0244	60	0.011	0.020	0.021	0.042	0.008	0.68	254.2
D 3	0.5	0.50	1.5	1	0.1800	60	0.009	0.016	0.017	0.034	0.014	1.62	262.3
D 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0813	60	0.014	0.025	0.027	0.055	0.021	1.46	254.7
D 5	0.5	0.50	1.5	1	0.0599	60	0.019	0.032	0.036	0.071	0.028	1.47	264.6

Per la rete di drenaggio della zona di fondo scavo trincea nord i risultati ottenuti sono riassunti nelle tabelle seguenti:

$$h = a \cdot t^p \cdot n$$

a	n
[mm/hn]	[-]
38.38	0.4636

Zona	Tipologia	Coeff. Afflusso [-]	Volume picc. Invasi [m3/ha]
Area 1	Piattaforma	0.90	50
Area 2	Scarpate	0.90	30
Area 3	Aree esterne	0.40	65
Area 4	Aree esterne prati e campagne poco pendenti	0.10	30



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
36 di 84

TRATTO	Lunghezza ramo [m]	Totale Area sottesa al ramo [m2]	Area sottesa 1 al ramo	Area sottesa 2 al ramo	Area sottesa 3 al ramo	Area Totale sottesa [m2]	Coeff. aff. Medio [-]	Volume e picc. Invasi [m3/ha]	Volume picc. Invasi area sott. [m3]	Volume invasato condotta locale [m3]	Volume Totale invasato locale WM [m3]	Volume Totale [m3]	Volume Totale specifico w [m3/m2]
RAMO A													
A 1	20,0	240,00	0	0	240	240	0,40	65	1.560	0,05	1,61	0,00	0,0067
A 2	20,0	240,00	0	0	240	480	0,40	65	1.560	0,24	1,80	3,20	0,0067
A 3	20,0	566,00	0	0	566	1046	0,40	65	3.679	0,46	4,14	7,22	0,0069
A 4	20,0	566,00	0	0	566	1612	0,40	65	3.679	0,73	4,40	11,41	0,0071
A 5	20,0	566,00	0	0	566	2178	0,40	65	3.679	0,93	4,61	15,75	0,0072
A 6	20,0	566,00	0	0	566	2744	0,40	65	3.679	1,03	4,71	20,16	0,0073
A 7	20,0	566,00	0	0	566	3310	0,40	65	3.679	1,25	4,93	24,72	0,0075
A 8	20,0	566,00	0	0	566	3876	0,40	65	3.679	1,38	5,06	29,37	0,0076
A 9	20,0	566,00	0	0	566	4442	0,40	65	3.679	1,48	5,16	34,09	0,0077
A 10	20,0	566,00	0	0	566	5009	0,40	65	3.679	1,61	5,29	38,91	0,0078
A 11	20,0	566,00	0	0	566	5574	0,40	65	3.679	1,76	5,44	43,92	0,0079
A 12	20,0	566,00	0	0	566	6140	0,40	65	3.679	1,85	5,53	48,80	0,0079
A 13	20,0	566,00	0	0	566	6706	0,40	65	3.679	1,97	5,65	53,66	0,0080
A 14	20,0	566,00	0	0	566	7272	0,40	65	3.679	2,13	5,81	59,02	0,0081
A 15	20,0	566,00	0	0	566	7838	0,40	65	3.679	2,20	5,88	64,24	0,0082
A 16	20,0	566,00	0	0	566	8404	0,40	65	3.679	2,29	5,96	69,52	0,0083

TRATTO	b (L Inf) o φ [m]	DIMENSIONE MANUFATTO H (altezza canale) [m]	B (L sup) [m]	n° Canali	Pendenza [m/m]	Coeff. Strickler [m1/3s-1]	Area Bagnata [m2]	Raggio Idraulico [m]	Tirante y [m]	Grado Riemp. (y/H)	Portata [m3/s]	Velocità [m/s]	Coeff. Udom. [l / (s ha)]
RAMO A													
A 1	0,1	0,00	0	1	0,0002	60	0,003	0,021	2,651	0,379	0,000	0,41	46,6
A 2	0,125	0,00	0	1	0,0002	60	0,012	0,037	5,130	0,919	0,001	0,16	40,5
A 3	0,2	0,00	0	1	0,0002	60	0,023	0,059	3,930	0,692	0,003	0,18	38,9
A 4	0,22	0,00	0	1	0,0002	60	0,036	0,065	5,048	0,908	0,005	0,17	37,8
A 5	0,25	0,00	0	1	0,0002	60	0,047	0,074	5,015	0,903	0,008	0,17	36,9
A 6	0,28	0,00	0	1	0,0002	60	0,051	0,085	4,318	0,777	0,009	0,19	36,2
A 7	0,29	0,00	0	1	0,0002	60	0,063	0,086	5,000	0,901	0,011	0,19	35,5
A 8	0,332	0,00	0	1	0,0002	60	0,069	0,100	4,153	0,742	0,014	0,20	34,9
A 9	0,348	0,00	0	1	0,0002	60	0,074	0,104	4,085	0,727	0,015	0,21	34,4
A 10	0,35	0,00	0	1	0,0002	60	0,081	0,106	4,331	0,780	0,017	0,21	33,9
A 11	0,35	0,00	0	1	0,0002	60	0,088	0,106	4,749	0,860	0,018	0,21	33,5
A 12	0,38	0,00	0	1	0,0002	60	0,093	0,115	4,242	0,761	0,020	0,22	33,1
A 13	0,38	0,00	0	1	0,0002	60	0,098	0,116	4,462	0,811	0,021	0,22	32,7
A 14	0,38	0,00	0	1	0,0002	60	0,107	0,114	4,933	0,890	0,023	0,22	32,3
A 15	0,4	0,00	0	1	0,0002	60	0,110	0,122	4,520	0,818	0,025	0,23	31,9
A 16	0,4	0,00	0	1	0,0002	60	0,114	0,121	4,715	0,854	0,026	0,23	31,6

Per la rete di drenaggio della zona di fondo scavo trincea sud i risultati ottenuti sono riassunti nelle tabelle seguenti:

$h = a tp^n$	
a	n
[mm/hn]	[-]
38,38	0,4636

Zona	Tipologia	Coeff. Afflusso [-]	Volume picc. Invasi [m3/ha]
Area 1	Piattaforma	0,90	50
Area 2	Scarpate	0,90	30
Area 3	Aree esterne	0,40	65
Area 4	Aree esterne prati e campagne poco pendenti	0,10	30

TRATTO	Lunghezza ramo [m]	Totale Area sottesa al ramo [m2]	Area sottesa 1 al ramo	Area sottesa 2 al ramo	Area sottesa 3 al ramo	Area Totale sottesa [m2]	Coeff. aff. Medio [-]	Volume e picc. invasi [m3/ha]	Volume picc. Invasi area sott. [m3]	Volume invasato condotta locale [m3]	Volume Totale invasato locale WM [m3]	Volume Totale [m3]	Volume Totale specifico w [m3/m2]
RAMO A													
A 1	20,0	240,00	0	0	240	240	0,40	60	1.440	0,15	1,59	0,00	0,0066
A 2	20,0	240,00	0	0	240	480	0,40	60	1.440	0,22	1,66	3,09	0,0064
A 3	20,0	716,00	0	0	716	1196	0,40	60	4.296	0,56	4,86	7,95	0,0066
A 4	20,0	716,00	0	0	716	1689	0,40	60	4.278	0,86	5,25	12,67	0,0067
A 5	20,0	698,00	0	0	698	2607	0,40	60	4.198	1,19	5,38	17,95	0,0069
A 6	20,0	698,00	0	0	698	3302	0,40	60	4.170	1,32	5,49	23,11	0,0070
A 7	20,0	706,00	0	0	706	4008	0,40	60	4.238	1,54	5,78	28,48	0,0071
A 8	20,0	739,00	0	0	739	4747	0,40	60	4.434	1,74	6,18	34,20	0,0072
A 9	20,0	771,00	0	0	771	5518	0,40	60	4.626	1,91	6,54	40,25	0,0073
A 10	20,0	766,00	0	0	766	6306	0,40	60	4.728	2,06	6,91	46,53	0,0074
A 11	20,0	770,00	0	0	770	7076	0,40	60	4.620	2,16	6,78	52,76	0,0075
A 12	20,0	668,00	0	0	668	7764	0,40	60	4.128	2,30	6,42	58,52	0,0075
A 13	20,0	626,00	0	0	626	8380	0,40	60	3.756	2,40	6,15	63,84	0,0076
A 14	20,0	539,40	0	0	539	8929	0,40	60	3.236	2,48	5,72	69,63	0,0077
A 15	20,0	506,00	0	0	506	9437	0,40	60	3.048	2,69	5,74	73,62	0,0078
A 16	20,0	470,60	0	0	471	9908	0,40	60	2.824	2,85	5,47	78,15	0,0079

TRATTO	b (L Inf) o φ [m]	DIMENSIONE MANUFATTO H (altezza canale) [m]	B (L sup) [m]	n° Canali	Pendenza [m/m]	Coeff. Strickler [m1/3s-1]	Area Bagnata [m2]	Raggio Idraulico [m]	Tirante y [m]	Grado Riemp. (y/H)	Portata [m3/s]	Velocità [m/s]	Coeff. Udom. [l / (s ha)]
RAMO A													
A 1	0,1	0,00	0	1	0,0002	60	0,008	0,029	5,211	0,930	0,001	0,15	47,3
A 2	0,125	0,00	0	1	0,0002	60	0,011	0,038	4,533	0,821	0,001	0,19	42,3
A 3	0,2	0,00	0	1	0,0002	60	0,028	0,061	4,603	0,834	0,004	0,18	41,2
A 4	0,276	0,00	0	1	0,0002	60	0,049	0,083	4,234	0,760	0,009	0,16	40,0
A 5	0,304	0,00	0	1	0,0002	60	0,060	0,092	4,268	0,767	0,011	0,17	39,0
A 6	0,326	0,00	0	1	0,0002	60	0,066	0,098	4,144	0,740	0,013	0,19	38,3
A 7	0,347	0,00	0	1	0,0002	60	0,077	0,105	4,234	0,760	0,016	0,20	37,6
A 8	0,367	0,00	0	1	0,0002	60	0,087	0,111	4,273	0,768	0,018	0,20	37,0
A 9	0,386	0,00	0	1	0,0002	60	0,096	0,117	4,238	0,761	0,021	0,21	36,5
A 10	0,403	0,00	0	1	0,0002	60	0,104	0,122	4,239	0,761	0,023	0,22	36,0
A 11	0,418	0,00	0	1	0,0002	60	0,108	0,126	4,121	0,735	0,025	0,23	35,6
A 12	0,43	0,00	0	1	0,0002	60	0,115	0,129	4,131	0,737	0,027	0,24	35,1
A 13	0,439	0,00	0	1	0,0002	60	0,120	0,132	4,136	0,738	0,028	0,24	34,7
A 14	0,447	0,00	0	1	0,0002	60	0,124	0,134	4,135	0,738	0,030	0,25	34,2
A 15	0,455	0,00	0	1	0,0002	60	0,134	0,138	4,283	0,770	0,033	0,24	33,8
A 16	0,461	0,00	0	1	0,0002	60	0,132	0,139	4,142	0,740	0,033	0,25	33,3

Dai risultati sopra riportati si osserva che tutti i manufatti sono verificati garantendo il grado di riempimento sempre minore di 0.8 per i canali trapezoidali, mentre per le tubazioni di drenaggio a fondo scavo si ammette un maggiore grado di riempimento rispetto al tradizionale 0.7 per le tubazioni circolari. Tali valori relativi al grado di riempimento trattandosi, tra l'altro, di opere provvisionali sono da ritenersi accettabili. Nella tabella seguente si riportano i risultati relativi al calcolo del tempo di precipitazione per cui si massimizza la portata nella rete delle aree esterne durante le fasi di scavo e realizzazione della galleria.

Bacino esterno ovest zona nord	Volume Totale [m3]	Portata [m3/s]	tp [min.]	tp [min.] tempo di precipitazione per il quale si massimizza la portata [min.]
RAMO A				5.73
A 1	5.6	0.026	5.43	
A 2	9.1	0.041	5.62	
A 3	10.3	0.046	5.73	
RAMO A BIS				5.53 9.15
A BIS 1	1.1	0.005	5.53	
A BIS 2	1.3	0.004	9.15	
Inserimento RAMO A BIS 1 e 2				7.62
A BIS 3	3.0	0.010	7.62	
Inserimento RAMO A BIS				22.19
A 4	16.1	0.052	7.80	
A 5	18.7	0.051	9.32	
A 6	21.2	0.050	10.80	
A 7	23.5	0.049	12.23	
A 8	25.8	0.048	13.61	
A 9	28.1	0.048	14.92	
A 10	30.4	0.048	16.14	
A 11	32.9	0.048	17.29	
A 12	35.4	0.049	18.37	
A 13	37.8	0.049	19.42	
A 14	40.2	0.050	20.47	
A 15	42.3	0.050	21.59	
A 16	43.4	0.050	22.19	
RAMO B				5.84
B 1	1.7	0.009	5.05	
B 2	2.8	0.013	5.31	
B 3	5.3	0.025	5.46	
B 4	8.4	0.036	5.84	
RAMO C				8.19
C 1	0.2	0.001	7.53	
C 2	0.4	0.001	7.84	
C 3	0.7	0.002	8.19	
RAMO D				10.48
D 1	0.2	0.001	7.74	
D 2	0.5	0.001	8.39	
D 3	0.7	0.002	8.22	
D 4	1.0	0.003	10.12	
D 5	1.3	0.003	10.48	

Bacino esterno ovest zona sud	Volume Totale [m3]	Portata [m3/s]	tp [min.]	tp [min.] tempo di precipitazione per il quale si [min.]
RAMO A				6.36
A 1	3.6	0.016	5.65	
A 2	7.6	0.030	6.36	
RAMO A BIS				4.48
A BIS 1	0.2	0.001	4.48	
Inserimento RAMO A BIS 1 e 2				0.05
A BIS 3	0.1	0.031	0.05	
RAMO B				5.12
B 1	0.2	0.001	4.14	
B 2	0.4	0.002	4.74	
B 3	0.5	0.003	5.12	
RAMO C				6.83
C 1	0.2	0.001	7.36	
C 2	0.4	0.002	6.90	
C 3	0.6	0.002	6.72	
C 4	0.8	0.003	6.83	
RAMO D				6.71
D 1	0.2	0.001	7.55	
D 2	0.4	0.002	7.03	
D 3	0.6	0.002	6.63	
D 4	0.8	0.003	6.51	
D 5	1.0	0.004	6.52	
D 6	1.2	0.005	6.71	

Nella tabella seguente si riportano i risultati relativi al calcolo del tempo di precipitazione per cui si massimizza la portata nella rete delle aree di fondo scavo durante le fasi di scavo e realizzazione della galleria.

Trincea drenante ovest a fondo scavo a nord	Volume Totale [m3]	Portata [m3/s]	tp [min.]	tp [min.] tempo di precipitazione per il quale si massimizza la portata [min.]
RAMO A				66.52
A 1	1.6	0.001	36.64	
A 2	3.2	0.002	41.76	
A 3	7.2	0.004	44.98	
A 4	11.4	0.006	47.53	
A 5	15.7	0.008	49.75	
A 6	20.2	0.010	51.51	
A 7	24.7	0.012	53.35	
A 8	29.4	0.014	55.04	
A 9	34.1	0.015	56.59	
A 10	38.9	0.017	58.10	
A 11	43.8	0.019	59.60	
A 12	48.8	0.020	61.02	
A 13	53.9	0.022	62.41	
A 14	59.0	0.023	63.84	
A 15	64.2	0.025	65.20	
A 16	69.5	0.027	66.52	

Trincea drenante ovest a fondo scavo a sud	Volume Totale [m3]	Portata [m3/s]	t _p [min.]	t _p [min.] tempo di precipitazione per il quale si massimizza la portata [min.]
RAMO A				60.03
A 1	1.6	0.001	35.56	
A 2	3.1	0.002	38.45	
A 3	7.9	0.005	40.42	
A 4	12.9	0.008	42.79	
A 5	17.9	0.010	44.76	
A 6	23.1	0.013	46.36	
A 7	28.5	0.015	47.92	
A 8	34.2	0.018	49.38	
A 9	40.3	0.020	50.72	
A 10	46.5	0.023	51.99	
A 11	52.8	0.025	53.17	
A 12	58.5	0.027	54.43	
A 13	63.9	0.029	55.73	
A 14	68.8	0.031	57.11	
A 15	73.6	0.032	58.61	
A 16	78.2	0.033	60.03	

6.2.3. *Calcolo delle portate meteoriche tra la Pk 140+103 e la Pk 140+240.21 e della galleria artificiale GA16 durante la fase di esercizio*

Il sistema di drenaggio ad opera conclusa si articola nel seguente modo:

- sistema drenante delle aree esterne;
- sistema drenante di piattaforma.

Vengono di seguito descritti i criteri idraulici di dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche del tratto compreso tra la Pk 140+103 e la Pk 140+240.21.

Il tratto oggetto d'interesse risulta avere pendenza unidirezionale costante pari a 0,023% da est verso ovest.

La tratta per il drenaggio di piattaforma può essere così suddivisa:

- dalla Pk 140+103 alla Pk 140+120 sezione in rilevato su muri tratto di ingresso al viadotto VI 15 sul Fiume Tione (direzione Milano);
- dalla Pk 140+120 alla Pk 140+180.21 sezione tra muri ad U tratto di ingresso alla GA16 (direzione Milano).

Per il drenaggio esterno abbiamo la seguente suddivisione:

- dalla Pk 140+103 alla Pk 140+120 tratto di recapito al corpo ricevente Fiume Tione;
- dalla Pk 140+120 alla Pk 140+180.21 tratto con canali di guardia a protezione della sezione tra muri ad U tratto di ingresso alla GA16 (direzione Milano).
- dalla Pk 140+180.21 alla Pk 140+240.21 tratto con canali di guardia a protezione del portale di ingresso della GA16 (direzione Milano) e recettori delle aree esterne afferenti agli stessi.

Per completezza progettuale nel sistema di drenaggio si è tenuto conto del drenaggio di versante esterno alla galleria.

Per quanto riguarda le opere di captazione delle acque di pioggia esterne si è cercato un percorso che meglio riesca a seguire la morfologia del territorio al fine di poter operare sempre a gravità.

Le portate generate dalla zona di drenaggio della piattaforma della zona ovest del sistema di San Giorgio in Salici e quelle generate dal drenaggio delle aree esterne si uniscono in prossimità della Pk 140+120 e di lì scaricate nel corpo ricevente alla Pk 140+103. (Vedi Figura 6-7).

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
40 di 84

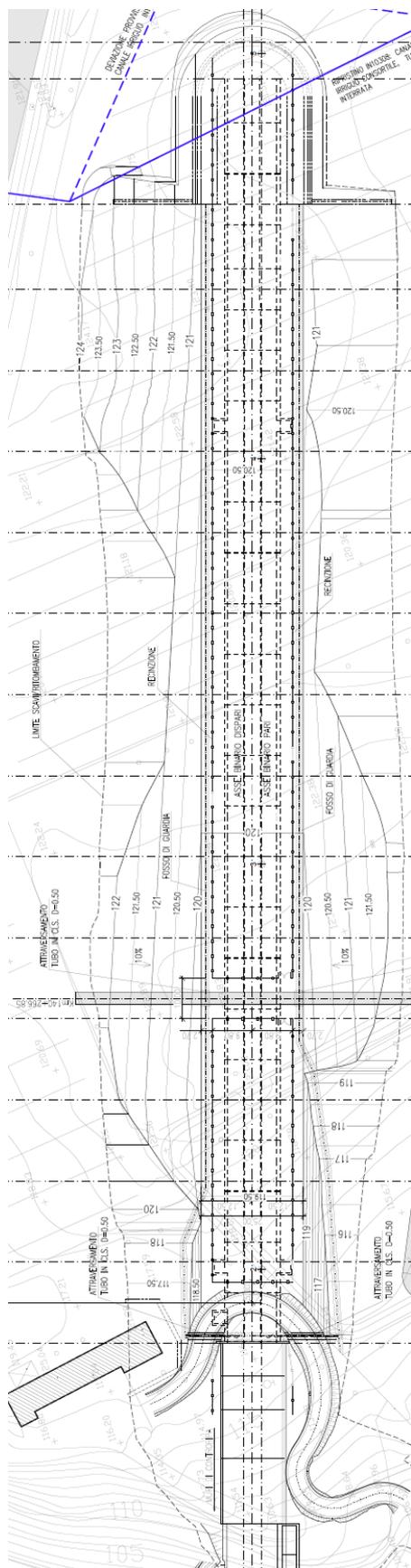


Figura 6-7: Schema della rete di drenaggio delle acque meteoriche della GA16 in fase di esercizio.



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
41 di 84

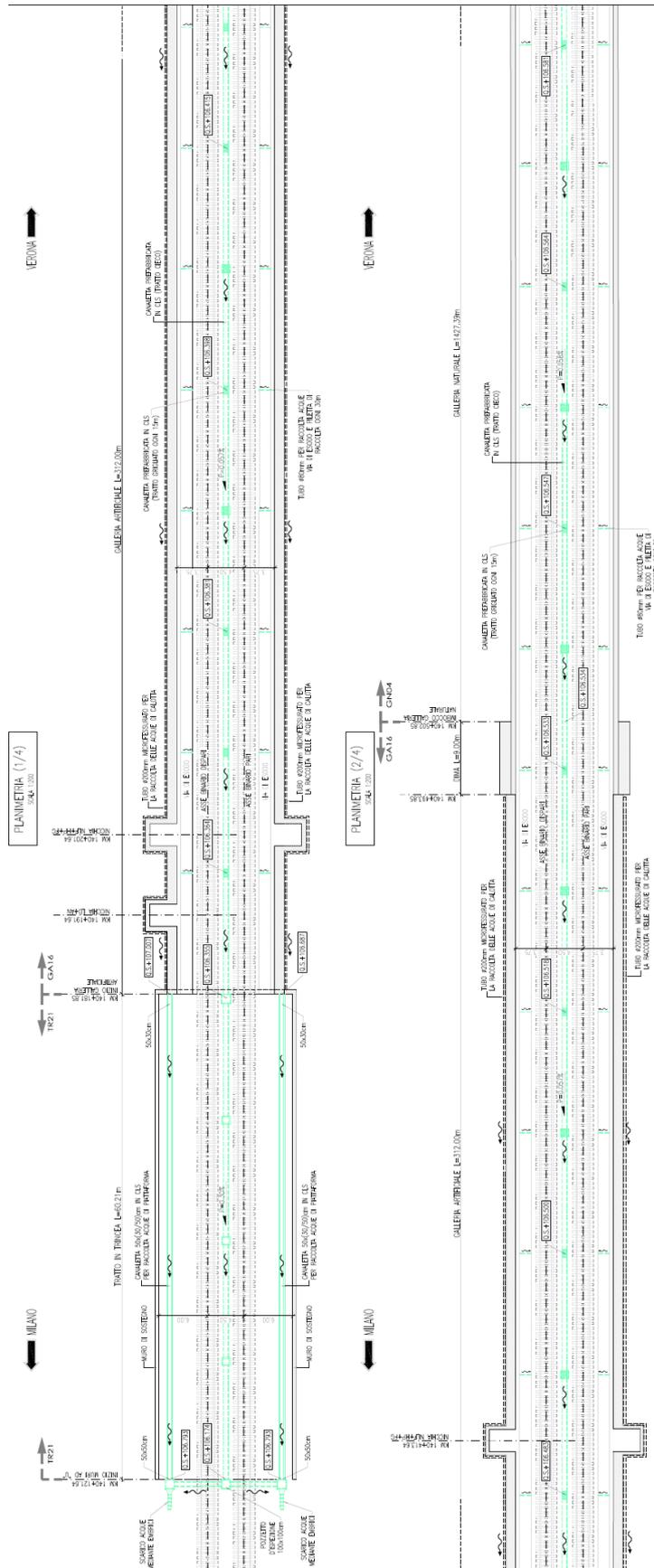


Figura 6-8: Schema (1 di 2) della rete di drenaggio di piattaforma in fase di esercizio della GA16,GN04 e GA17.

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001Rev.
AFoglio
43 di 84

Le portate stimate del sistema di drenaggio esterno risultano essere di 187 l/s per il lato nord e di 128 l/s per quello sud.

Per quanto riguarda le portate del drenaggio di piattaforma del sistema di gallerie GA16, GN04 e GA17 esse si riducono solo alle portate dovute a sversamenti accidentali all'interno delle stesse in quanto sul lato est di tale sistema non si hanno portate entranti.

Vista la ridotta pendenza del tratto della GN04 e GN16 il canale ricettore centrale in cls delle dimensioni di 46-41x28 cm è stato posizionato con livelletta diversa rispetto a quella del piano ferro, grazie all'ottimizzazione dello spazio disponibile nell'arco rovescio, riuscendo ad aumentare la pendenza fino allo 0.057% (circa 0.06%), valore che garantisce uno smaltimento di portate dell'ordine dei 49 l/s al 100% della sua capacità e di 34.5 l/s all'80% della capacità massima con un tirante di circa 23 cm.

All'uscita della GA16 il canale centrale corre indipendente fino al termine del tratto in trincea alla Pk 140+120 e qui confluiscono nei canali rettangolari delle dimensioni di 50x50-30 cm posti lateralmente alla piattaforma ai piedi dei muri ad U.

Tali canali hanno altezza variabile partendo da 30 cm alla Pk 140+180.21 e raggiungono il valore di 50 cm alla Pk 140+120. Questo è dovuto al fatto di aumentare la pendenza del canale arrivando al valore di 0.3% rispetto al valore di 0.023% del piano ferro.

Questi accorgimenti permettono il regolare scorrimento a gravità. A maggior dettaglio e chiarimento dello schema di drenaggio del sistema di piattaforma si rimanda alle seguenti figure (vedi Figura 6-8, Figura 6-9 e Figura 6-9).

La portata stimata del sistema di drenaggio esterno di piattaforma in esercizio è dell'ordine dei 25 l/s per lato.

Vengono di seguito descritti i criteri idraulici di dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque. I valori dei parametri della curva di possibilità pluviometrica sono gli stessi per tutte le aree sia per il calcolo delle portate delle aree esterne che quelle di piattaforma.

h = a tp ⁿ	
a	n
[mm/hn]	[-]
59.125	0.4636

Zona	Tipologia	Coeff. Afflusso	Volume picc. Invasi
		[-]	[m3/ha]
Area 1	Piattaforma	0.90	50
Area 2	Scarpate	0.90	30
Area 3	Aree esterne	0.50	30
Area 4	Aree esterne prati e campagne poco pendenti	0.10	30

Per la zona esterna nord abbiamo:

TRATTO	Lunghezza ramo [m]	Totale Area sottesa al ramo [m2]	Area sottesa 1 al ramo	Area sottesa 2 al ramo	Area sottesa 3 al ramo	Area Totale sottesa [m2]	Coeff. aff. Medio [-]	Volume picc. Invasi [m3/ha]	Volume picc. Invasi area sott. [m3]	Volume invasato condotta locale [m3]	Volume Totale invasato locale WM [m3]	Volume Totale [m3]	Volume Totale specifico w [m3m2]
RAMO A													
A 1	21.2	767.73	32	0	736	768	0.52	31	2.367	0.80	3.26	0.00	0.0043
A 2	20.5	764.75	31	0	734	1532	0.52	31	2.356	0.53	2.89	6.29	0.0041
A 3	20.3	761.45	30	0	731	2294	0.52	31	2.345	0.99	3.31	9.52	0.0041
A 4	5.8	146.70	9	0	139	2441	0.52	31	0.458	0.22	0.68	10.16	0.0042
A 5	24.8	512.20	37	0	475	2953	0.53	31	1.811	0.88	2.49	12.51	0.0042
A 6	30.1	245.15	45	0	200	3198	0.57	34	0.826	0.79	1.61	13.88	0.0043
A 7	17.2	25.80	26	0	0	3224	0.90	50	0.129	0.47	0.60	14.27	0.0044

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
44 di 84

TRATTO	b (L inf) o ϕ [m]	DIMENSIONE MANUFATTO H (altezza canale) [m]	B (L sup) [m]	n° Canali	Pendenza [m/m]	Coeff. Strickler [m ^{1/3} s-1]	Area Bagnata [m ²]	Raggio Idraulico [m]	Tirante y [m]	Grado Riemp. (y/H) [m/m]	Portata [m ³ /s]	Velocità [m/s]	Coeff. Udom. [l / (s ha)]
RAMO A													
A 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0047	60	0.042	0.060	0.074	0.148	0.027	0.63	349.2
A 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0912	60	0.026	0.041	0.047	0.095	0.056	2.15	363.6
A 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0320	60	0.047	0.065	0.082	0.163	0.082	1.74	358.9
A 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0690	60	0.038	0.055	0.067	0.135	0.088	2.28	358.0
A 5	0.5	0.50	1.5	1	0.1210	60	0.036	0.052	0.063	0.126	0.104	2.94	354.2
A 6	0.5	0.50	1.5	1	0.3522	60	0.026	0.041	0.048	0.096	0.111	4.27	350.2
A 7	0.5	0.50	1.5	1	0.1860	60	0.046	0.063	0.079	0.158	0.188	4.09	346.8

Per la zona esterna sud abbiamo:

TRATTO	Lunghezza ramo [m]	Totale Area sottesa al ramo [m ²]	Area sottesa 1 al ramo	Area sottesa 2 al ramo	Area sottesa 3 al ramo	Area Totale sottesa [m ²]	Coeff. affl. Medio [-]	Volume picc. invasi [m ³ /ha]	Volume picc. Invasi area sott. [m ³]	Volume invasato condotta locale [m ³]	Volume Totale invasato locale WM [m ³]	Volume Totale [m ³]	Volume Totale specifico w [m ³ /m ²]
RAMO A													
A 1	22.8	766.20	34	0	732	766	0.52	31	2.367	0.45	2.82	0.00	0.0037
A 2	20.5	280.68	31	0	250	1047	0.54	32	0.803	0.45	1.35	4.05	0.0039
A 3	20.3	315.38	30	0	285	1362	0.54	32	1.007	0.83	1.83	5.62	0.0041
A 4	7.4	11.10	11	0	0	1373	0.90	50	0.056	0.22	0.27	5.79	0.0042
A 5	24.8	37.20	37	0	0	1411	0.90	50	0.188	0.55	0.74	6.29	0.0045
A 6	30.1	45.15	45	0	0	1456	0.90	50	0.226	0.56	0.79	6.84	0.0047
A 7	17.2	25.80	26	0	0	1482	0.90	50	0.129	0.20	0.33	7.10	0.0048

TRATTO	b (L inf) o ϕ [m]	DIMENSIONE MANUFATTO H (altezza canale) [m]	B (L sup) [m]	n° Canali	Pendenza [m/m]	Coeff. Strickler [m ^{1/3} s-1]	Area Bagnata [m ²]	Raggio Idraulico [m]	Tirante y [m]	Grado Riemp. (y/H) [m/m]	Portata [m ³ /s]	Velocità [m/s]	Coeff. Udom. [l / (s ha)]
RAMO A													
A 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0693	60	0.020	0.033	0.037	0.074	0.032	1.61	415.4
A 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0900	60	0.022	0.036	0.041	0.082	0.043	1.91	403.0
A 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0198	60	0.041	0.058	0.071	0.143	0.052	1.26	379.0
A 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0541	60	0.030	0.045	0.053	0.107	0.052	1.74	374.2
A 5	0.5	0.50	1.5	1	0.1238	60	0.022	0.036	0.041	0.082	0.052	2.31	365.0
A 6	0.5	0.50	1.5	1	0.2169	60	0.019	0.031	0.035	0.070	0.051	2.80	358.7
A 7	0.5	0.50	1.5	1	0.3837	60	0.028	0.043	0.051	0.102	0.129	4.58	359.0

Per la zona interna nord abbiamo:

TRATTO	Lunghezza ramo [m]	Totale Area sottesa al ramo [m ²]	Area sottesa 1 al ramo	Area sottesa 2 al ramo	Area sottesa 3 al ramo	Area Totale sottesa [m ²]	Coeff. affl. Medio [-]	Volume picc. invasi [m ³ /ha]	Volume picc. Invasi area sott. [m ³]	Volume invasato condotta locale [m ³]	Volume Totale invasato locale WM [m ³]	Volume Totale [m ³]	Volume Totale specifico w [m ³ /m ²]
RAMO A													
A 1	15.0	121.50	122	0	0	122	0.90	50	0.608	0.31	0.92	0.00	0.0075
A 2	15.0	121.50	122	0	0	243	0.90	50	0.608	0.47	1.08	1.94	0.0080
A 3	15.0	121.50	122	0	0	365	0.90	50	0.608	0.58	1.19	3.04	0.0083
A 4	15.0	121.50	122	0	0	488	0.90	50	0.608	0.69	1.30	4.20	0.0086

TRATTO	b (L inf) o ϕ [m]	DIMENSIONE MANUFATTO H (altezza canale) [m]	B (L sup) [m]	n° Canali	Pendenza [m/m]	Coeff. Strickler [m ^{1/3} s-1]	Area Bagnata [m ²]	Raggio Idraulico [m]	Tirante y [m]	Grado Riemp. (y/H) [m/m]	Portata [m ³ /s]	Velocità [m/s]	Coeff. Udom. [l / (s ha)]
RAMO A													
A 1	0.5	0.30	0.5	1	0.0030	60	0.021	0.035	0.041	0.137	0.007	0.35	595.8
A 2	0.5	0.30	0.5	1	0.0030	60	0.031	0.050	0.063	0.210	0.014	0.43	558.6
A 3	0.5	0.30	0.5	1	0.0030	60	0.039	0.059	0.078	0.259	0.019	0.50	531.5
A 4	0.5	0.30	0.5	1	0.0030	60	0.046	0.067	0.092	0.307	0.025	0.54	508.8

Per la zona interna sud abbiamo:

TRATTO	Lunghezza ramo [m]	Totale Area sottesa al ramo [m ²]	Area sottesa 1 al ramo	Area sottesa 2 al ramo	Area sottesa 3 al ramo	Area Totale sottesa [m ²]	Coeff. affl. Medio [-]	Volume picc. invasi [m ³ /ha]	Volume picc. Invasi area sott. [m ³]	Volume invasato condotta locale [m ³]	Volume Totale invasato locale WM [m ³]	Volume Totale [m ³]	Volume Totale specifico w [m ³ /m ²]
RAMO A													
A 1	15.0	121.50	122	0	0	122	0.90	50	0.608	0.33	0.84	0.00	0.0077
A 2	15.0	121.50	122	0	0	243	0.90	50	0.608	0.47	1.08	1.96	0.0081
A 3	15.0	121.50	122	0	0	365	0.90	50	0.608	0.58	1.19	3.06	0.0084
A 4	15.0	121.50	122	0	0	488	0.90	50	0.608	0.69	1.29	4.23	0.0087

TRATTO	b (L inf) o ϕ [m]	DIMENSIONE MANUFATTO H (altezza canale) [m]	B (L sup) [m]	n° Canali	Pendenza [m/m]	Coeff. Strickler [m ^{1/3} s-1]	Area Bagnata [m ²]	Raggio Idraulico [m]	Tirante y [m]	Grado Riemp. (y/H) [m/m]	Portata [m ³ /s]	Velocità [m/s]	Coeff. Udom. [l / (s ha)]
RAMO A													
A 1	0.5	0.30	0.5	1	0.0030	60	0.022	0.037	0.044	0.146	0.008	0.32	581.4
A 2	0.5	0.30	0.5	1	0.0030	60	0.031	0.050	0.062	0.208	0.014	0.43	550.8
A 3	0.5	0.30	0.5	1	0.0030	60	0.039	0.059	0.077	0.258	0.019	0.50	526.2
A 4	0.5	0.30	0.5	1	0.0030	60	0.046	0.067	0.091	0.305	0.025	0.54	504.9

Dai risultati sopra riportati si osserva che tutti i manufatti sono verificati garantendo il grado di riempimento sempre minore di 0.8 per i canali trapezoidali che per i canali rettangolari. Nella tabella seguente si riportano i risultati relativi al calcolo del tempo di precipitazione per cui si massimizza la portata nella rete per la zona di drenaggio esterne nord e sud.

Per zona esterna ed interna vale:

Bacino esterno ovest zona nord	Volume Totale [m3]	Portata [m3/s]	tp [min.]	tp [min.] tempo di precipitazione per il quale si massimizza la portata [min.]
RAMO A				3.24
A 1	3.3	0.027	3.09	
A 2	6.3	0.056	2.86	
A 3	9.5	0.082	2.93	
A 4	10.2	0.087	2.95	
A 5	12.5	0.105	3.03	
A 6	13.9	0.112	3.15	
A 7	14.3	0.187	3.24	

Bacino esterno ovest zona sud	Volume Totale [m3]	Portata [m3/s]	tp [min.]	tp [min.] tempo di precipitazione per il quale si massimizza la portata [min.]
RAMO A				3.39
A 1	2.8	0.032	2.25	
A 2	4.1	0.042	2.44	
A 3	5.6	0.052	2.76	
A 4	5.8	0.051	2.86	
A 5	6.3	0.051	3.10	
A 6	6.8	0.052	3.32	
A 7	7.1	0.128	3.39	

Bacino interno ovest zona nord	Volume Totale [m3]	Portata [m3/s]	tp [min.]	tp [min.] tempo di precipitazione per il quale si massimizza la portata [min.]
RAMO A				4.31
A 1	0.9	0.007	3.21	
A 2	1.9	0.014	3.62	
A 3	3.0	0.019	3.98	
A 4	4.2	0.025	4.31	

Bacino interno ovest zona sud	Volume Totale [m3]	Portata [m3/s]	tp [min.]	tp [min.] tempo di precipitazione per il quale si massimizza la portata [min.]
RAMO A				4.38
A 1	0.9	0.007	3.36	
A 2	2.0	0.013	3.72	
A 3	3.1	0.019	4.05	
A 4	4.2	0.025	4.38	

7. GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI EST GA17

7.1. Sistema di abbassamento della falda con pozzi drenanti per l'abbassamento della quota di falda

Per gran parte la galleria artificiale San Giorgio in Salici Est (GA17) la soluzione prevista è quella dello scavo libero mentre il drenaggio avviene tramite due file di pozzi del diametro di 800 mm posti esternamente all'ingombro dei piedritti, con una lunghezza di 28 m nel tratto iniziale tra le Pk 141+937.60 e Pk 142+958.58 e di 30 m tra le Pk 143+103.60 e Pk 143+338.58 ed interasse longitudinale di 15 m ad esclusione del tratto tra le Pk 142+958.58 e Pk 143+103.60 dove lo scavo è confinato da diaframmi e l'interasse longitudinale tra i pozzi è di 20 m.

Nella zona tra le Pk 143+338.58 e Pk 143+573.60 lo scavo è a sezione aperta e senza l'ausilio di pozzi di aggotamento. I pozzi di aggotamento sono stati dimensionati per consentire, su tutta l'area di scavo, un abbassamento della falda dalla posizione di soggiacenza massima di progetto ad una quota massima di fondo scavo con un minimo franco di sicurezza pari ad 1 m sotto la quota di fondo scavo; in tal modo si definisce l'abbattimento s di progetto

La portata totale Q da emungere in ciascuna zona è calcolata secondo la formula seguente valida per un sistema di multipozzi di uguale diametro D in un acquifero di tipo freatico (*Figura 7-1*):

$$Q = \pi k \frac{H^2 - h^2}{\ln R - \frac{1}{n} \sum \ln R_i}$$

dove:

- k è la permeabilità del terreno;
- H è il livello della falda stazionaria;
- h è il livello della falda abbassata;
- n è il numero di pozzi;
- R è il raggio di influenza del singolo pozzo;
- R_i è la distanza dal pozzo i -esimo del punto in cui si desidera abbattere la falda al livello h .

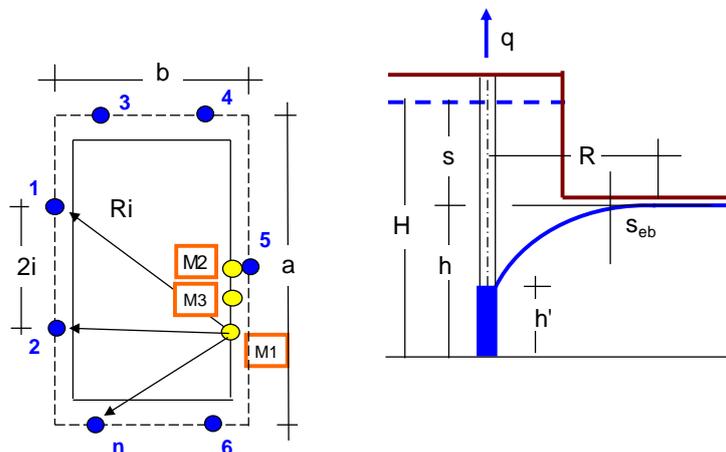


Figura 7-1: Schema di calcolo

Il raggio di influenza R del singolo pozzo è calcolato noto l'abbattimento di falda s pari a (H-h):

$$R = 3000 \cdot (H - h) \cdot \sqrt{k} = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k}$$

Fissato il numero dei pozzi e la disposizione planimetrica si calcola il termine $(1/n) \cdot \sum \ln R_i$ con riferimento ad almeno 3 punti ubicati lungo il perimetro di scavo (M1,M2,M3), modificandone la posizione fino a massimizzare il termine sopraindicato. In tal modo è possibile calcolare la massima portata totale da emungere Q_{max} .

Noti Q_{max} e il numero di pozzi n si trova immediatamente la portata da emungere dal singolo pozzo q_{req} .

L'altezza del filtro h' deve essere scelta in modo che la portata emungibile dal singolo pozzo q pari a $q = \pi D k h' / 15$ sia inferiore alla portata richiesta q_{req} (criterio di Herth e Arndts, 1973).

L'abbassamento del livello dell'acqua nel pozzo rispetto al livello di falda abbattuto S_{eb} è dato da:

$$s_{eb} = h - \left[h^2 - \frac{1.5q(\ln i - \ln D/2)}{\pi k} \right]^{0.5}$$

Nel seguito si riportano i dettagli della verifica per i singoli casi analizzati.

La permeabilità considerata è pari a 3×10^{-6} m/s per lo scavo aperto.

Per il calcolo del sistema di aggotamento si sono confermate le quote massime corrispondenti ad un valore pari a 117.20 m slm (PK 142+268.36) e 127.55 m slm (Pk 143+279.21).

La disposizione spaziale planimetrica per la verifica si è basata su pozzi disposti con passo pari a 15 m e distanti 16.6 m tra una fila e l'altra e una volta fissato il numero dei pozzi e la disposizione planimetrica si calcola il termine $((1/n) \cdot \sum \ln R_i)$ con riferimento ad almeno 3 punti ubicati lungo il perimetro di scavo (M1,M2,M3), modificandone la posizione fino a massimizzare il termine sopraindicato. Il numero di pozzi risulta essere pari a 14 che insistono su un'area di modulo pari a 16.6x90 m.

Le caratteristiche geometriche del caso in oggetto, che sono state determinate per mezzo della verifica analitica sopra descritta vengono di seguito riportate, con riferimento alla Figura 7-3

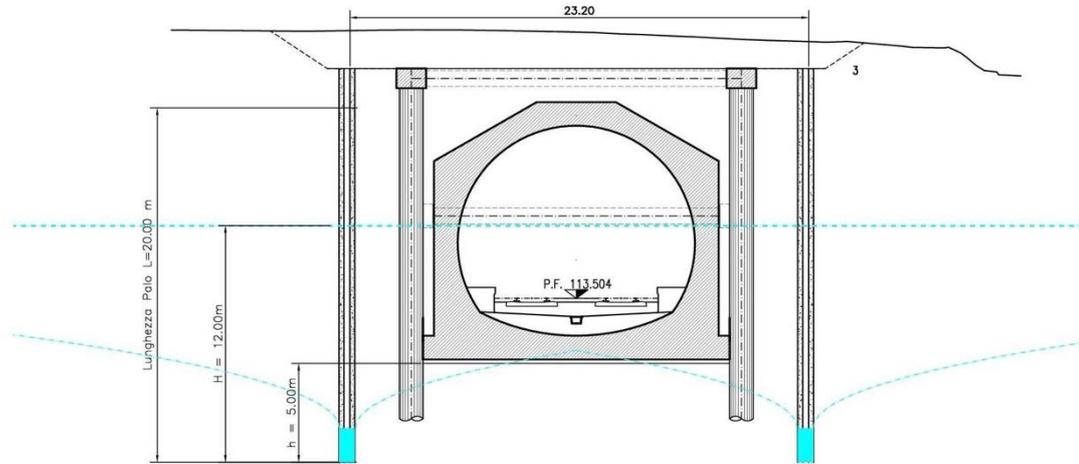


Figura 7-4: Schema dewatering – GA17 (sezione berlinese).

Si riporta di seguito i dati di input per la verifica del sistema di aggotamento (Figura 7-5) e i risultati ottenuti (Figura 7-6).

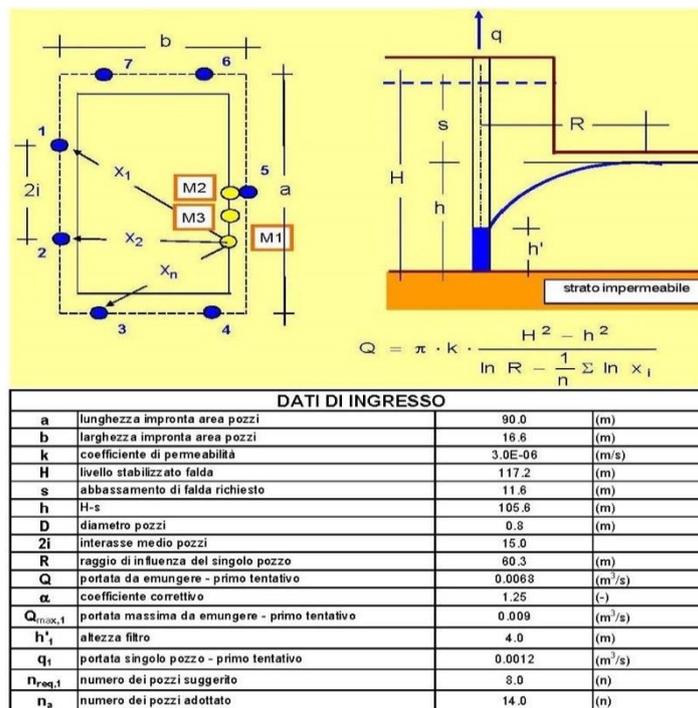
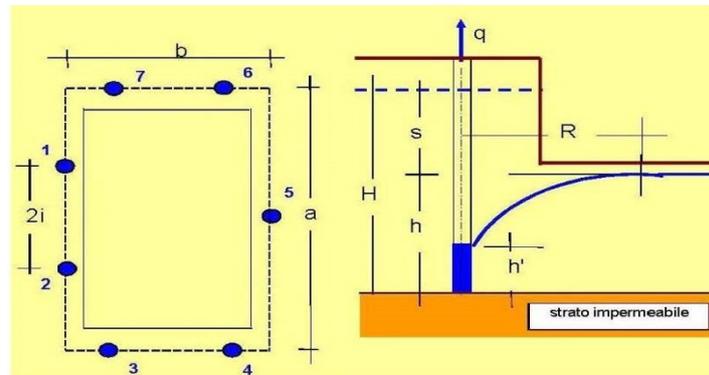


Figura 7-5: Dati di input per il calcolo del sistema di aggotamento per la galleria artificiale GA17 (Pk141+937.60 e Pk 142+958.58).



RISULTATI			
a	lunghezza impronta area pozzi	90.0	(m)
b	larghezza impronta area pozzi	16.6	(m)
k	coefficiente di permeabilità	3.0E-06	(m/s)
H	livello stabilizzato falda	117.2	(m)
s	abbassamento di falda richiesto	11.6	(m)
D	diametro pozzi	0.8	(m)
2i	interasse medio pozzi	15.0	(m)
R	raggio di influenza del singolo pozzo	60.3	(m)
Q_{max}	portata massima da emungere	0.010	(m ³ /s)
		9.7	(l/s)
q_{req}	portata da emungere dal singolo pozzo	0.0012	(m ³ /s)
		1.2	(l/s)
h'	livello acqua nel pozzo	97.3	(m)
q	portata emungibile dal singolo pozzo	0.0044	(m ³ /s)
		4.4	(l/s)

Figura 7-6: Dati di output per il calcolo del sistema di aggotamento per la galleria artificiale GA17 (Pk141+937.60 e Pk 142+958.58).

Q=	12,21	l/sec
q=	1,22	l/sec
k=	0,000050	m/s
H=	12	m
h=	5	m
$H^2 - h^2 =$	119	m ²
n=	10	
R=	148,49	m
lnR =	5,00	
$\sum Ri =$	34,70	

Figura 7-7: Dati di output per il calcolo del sistema di aggotamento per la galleria artificiale GA17 sezione berlinese (Pk142+958.580 e Pk 143+103.60).

Le caratteristiche geometriche di progetto per la sezione libera, che sono state determinate per mezzo dalla verifica analitica sopra descritta vengono di seguito riportate:

- portata di aggotamento di ogni singolo pozzo pari a 1.2 l/s;
- diametro pozzo 800 mm;
- lunghezza pozzo 28 m;
- lunghezza filtro 4 m;
- interasse pozzi 15 m;
- abbassamento falda 11.6 m;
- raggio influenza singolo pozzo 60.3 m.

Ne consegue che il cono di depressione generato dal pompaggio, assume la forma riportata in Figura 7-3 con un raggio di circa 60.3 m, ed un approfondimento della quota idrica all'interno del pozzo rispetto alla quota iniziale della falda pari a 19.9 m, necessario a garantire il fondo scavo asciutto a cui vanno aggiunti i 4 m del filtro per un totale dell'opera di 23.9 m.

La scelta di porre la lunghezza del pozzo a 28 m è dettata dal fatto di garantire un certo franco per la quota idraulica da ottenere all'interno del pozzo (circa 4.1 m), franco peraltro abbastanza importante ma visto l'andamento regolare della falda sulla tratta considerata risulta coerente e per il corretto funzionamento delle pompe ad immersione.

Nel caso della sezione tipo berlinese il cono di depressione generato dal pompaggio, assume la forma riportata in Figura 7-8 con un raggio di circa 148.5 m, ed un approfondimento del pozzo necessario a garantire il fondo scavo asciutto pari a 20 m rispetto alla quota di testa delle paratie di scavo (compresi circa 1.75 m di fondo pozzo riempito con materiale drenante). Nel seguito si riportano le quote di riferimento del calcolo.

QUOTA FALDA	117	msm
Quota testa pozzo =	125	msm
Quota fondo scavo =	110	msm
Quota abbassata nel pozzo =	106.7	msm
Quota fondo pozzo =	105	msm
Lunghezza Pozzi 20 m		

L'abbattimento complessivo della quota di falda all'interno del pozzo risulta essere pari a 10.25 m complessivi.

Il numero di pozzi considerato è tale per cui è necessaria una distribuzione a quinconce sui due lati dello scavo, con interasse longitudinale pari a 20 m.

Risulta pertanto che l'interasse longitudinale dei pozzi dovrà essere non superiore a 20 m.

Le profondità dei pozzi dovranno essere pari a 25 m, rispetto al piano di imposta delle opere di presidio (palificata).

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
52 di 84

I dati di input per la verifica del sistema di aggotamento per il tratto comprensivo tra le Pk 143+103.60 e Pk 143+338.58 (Figura 7-9) e i risultati ottenuti (Figura 7-10).

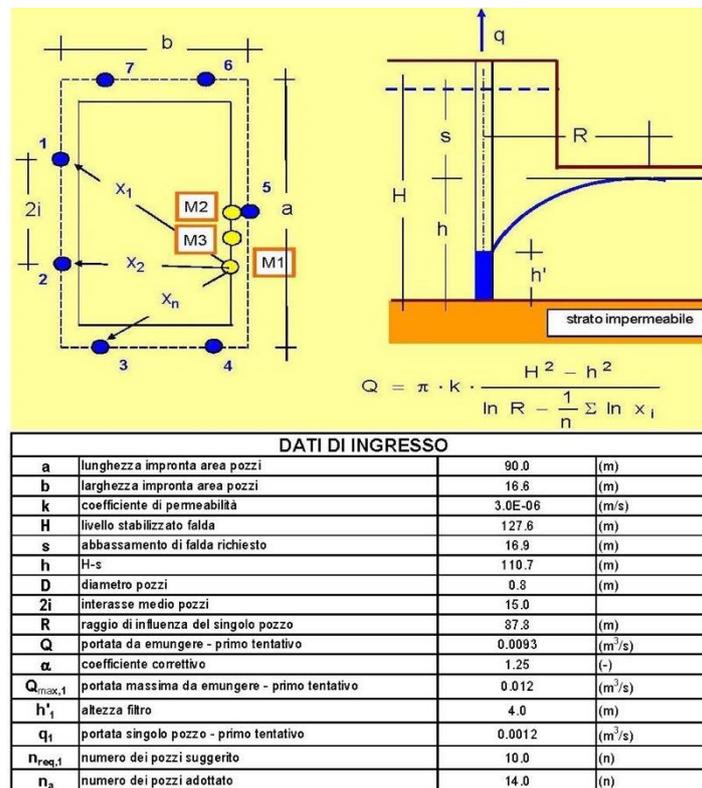
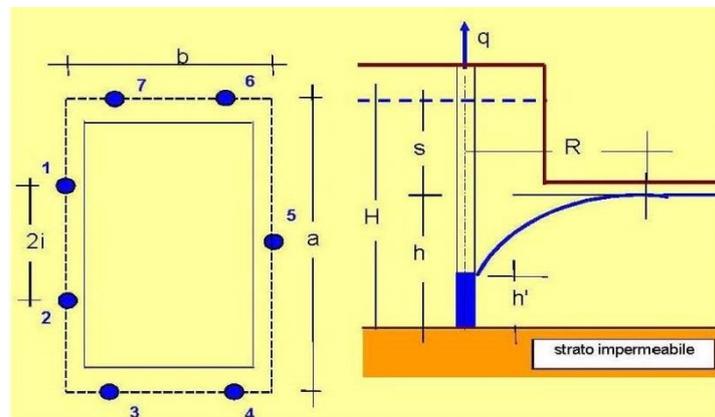


Figura 7-9: Dati di input per il calcolo del sistema di aggotamento per la galleria artificiale GA17 (Pk 143+103.60 e Pk 143+338.58).



RISULTATI			
a	lunghezza impronta area pozzi	90.0	(m)
b	larghezza impronta area pozzi	16.6	(m)
k	coefficiente di permeabilità	3.0E-06	(m/s)
H	livello stabilizzato falda	127.6	(m)
s	abbassamento di falda richiesto	16.9	(m)
D	diametro pozzi	0.8	(m)
2i	interasse medio pozzi	15.0	(m)
R	raggio di influenza del singolo pozzo	87.8	(m)
Q_{max}	portata massima da emungere	0.012	(m ³ /s)
		12.3	(l/s)
q_{req}	portata da emungere dal singolo pozzo	0.0012	(m ³ /s)
		1.2	(l/s)
h'	livello acqua nel pozzo	102.4	(m)
q	portata emungibile dal singolo pozzo	0.0059	(m ³ /s)
		5.9	(l/s)

Figura 7-10: Dati di output per il calcolo del sistema di aggotamento per la galleria artificiale GA17 (Pk 143+103.60 e Pk 143+338.58).

Per il tratto con lunghezza dei pozzi pari a 30 m abbiamo che le caratteristiche geometriche di progetto sono state determinate per mezzo dalla verifica analitica sopra descritta e di seguito riportate:

- portata di aggotamento di ogni singolo pozzo pari a 1.2 l/s;
- diametro pozzo 800 mm;
- lunghezza pozzo 30 m;
- lunghezza filtro 4 m;
- interasse pozzi 15 m;
- abbassamento falda 16.9 m;
- raggio influenza singolo pozzo 87.8 m.

Ne consegue che il cono di depressione generato dal pompaggio, assume la forma riportata in Figura 7-3 con un raggio di circa 87.8 m, ed un approfondimento della quota idrica all'interno del pozzo rispetto alla quota iniziale della falda pari a 25.2 m, necessario a garantire il fondo scavo asciutto a cui vanno aggiunti i 4 m del filtro per un totale dell'opera di 29.2 m.

La scelta di porre la lunghezza del pozzo a 30 m è dettata dal fatto di garantire un certo franco per la quota idraulica da ottenere all'interno del pozzo (circa 0.8 m) per il corretto funzionamento delle pompe ad immersione.

In questo caso non si è ritenuto approfondire ulteriormente il pozzo in quanto il valore massimo della falda risulta locale e non continuo su tutta la tratta.

7.2. Descrizione del sistema di drenaggio della fase di scavo e realizzativa tra la Pk 141+937.60 e la Pk 143+573.60

Durante la fase realizzativa si rende necessario la realizzazione di una rete di drenaggio e raccolta delle acque piovane provvisoria che non corrisponde alla rete di drenaggio delle acque piovane finale in fase di esercizio sia come impianto planimetrico, tipologico e dimensionale dei manufatti, sia dei parametri idraulici ed idrologici utilizzati.

Infatti la curva di possibilità pluviometrica di progetto corrisponde ad un tempo di ritorno T_r di 5 anni, valori confrontabili con i tempi di realizzazione dell'opera, così come il parametro del volume dei piccoli invasi risulta superiore ($65 \text{ m}^3/\text{ha}$) per il fatto che si tiene conto della formazione di piccoli specchi d'acqua (pozzanghere) nell'area delle lavorazioni.

Inoltre il sistema qui trattato ha una duplice funzionalità:

- garantire lo smaltimento delle acque piovane durante la fase realizzativa per mezzo dei fossi di guardia sommitali per quanto riguarda la captazione delle aree esterne alla trincea di scavo e lo smaltimento delle acque piovane per la parte riguardante il fondo scavo;
- garantire lo smaltimento delle acque di aggotamento provenienti dai pozzi per l'abbassamento sotto il livello di fondo scavo della falda presente;
- garantire in fase di esercizio il drenaggio al piede delle opere al fine di dare continuità idraulica della falda tra il lato a nord e sud della galleria.

Per tale motivo in questo paragrafo si tratta in modo congiunto la parte relativa alle portate generate dal sistema di aggotamento dei pozzi e la parte di drenaggio delle acque piovane poiché il sistema di smaltimento a fondo scavo e dei fossi di guardia svolge entrambe le funzioni.

Il sistema di drenaggio risulta essere composto da canali trapezoidali in cls delle dimensioni di 50-150x50 cm.

Esso corre perimetralmente a tutto il bordo scavo e nel tracco centrale ove vi è la presenza dei diaframmi e finale sul tratto sud percorre anche la berma intermedia di secondo livello. Questo è dovuto per le seguenti motivazioni:

- garantire la continuità delle livellette affinché le portate nei canali di guardia di sommità possano essere scaricate sempre a gravità;
- ridurre il dislivello tra i pozzi di aggotamento per l'abbassamento della falda nella zona dei diaframmi e la quota di scarico;
- ridurre il dislivello tra il fondo scavo e la quota di scarico, poiché i pozzi di aggotamento sono utilizzati anche per la captazione ed il rilancio delle acque meteoriche di drenaggio di fondo scavo indispensabile a causa della ridotta pendenza longitudinale del tracciato.

Il sistema di captazione delle acque piovane a fondo scavo tra la Pk 141+937.60 e Pk 143+338.58 avviene attraverso la realizzazione di due trincee drenanti costituite da materiale arido di idonea pezzatura (30-70 mm) con interposto una tubazione microfessurata in PVC, poste ognuna al piede delle scarpate di scavo, collegate con cadenza regolare di 15 metri ai pozzi di emungimento utilizzati durante gli eventi piovosi come pozzi di accumulo e di rilancio oltre che di aggotamento.

Per il tratto tra la Pk 143+338.58 e Pk 143+538.10, poiché lo scavo a sezione aperta viene realizzato senza l'ausilio di pozzi, il sistema di drenaggio delle acque piovane di fondo scavo è realizzato sempre da trincee drenanti poste al

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001Rev.
AFoglio
55 di 84

piede delle scarpate su ogni lato ma confluiscono in due pozzi di raccolta e pompaggio ai canali di guardia posti in sommità dello scavo (Vedi Figura 7-11) del diametro di 1000 mm e 3 m di profondità.

Per il tratto tra la Pk 143+538.10 e Pk 143+573.60 lo smaltimento avviene tramite trincee drenanti come sopra ma con andamento in contropendenza rispetto alle livellette del piano ferro e scarico a gravità (vedi Figura 7-12 e Figura 7-12).

SEZIONE TIPO ZONA POZZI POMPAGGIO ACQUE PIOVANE

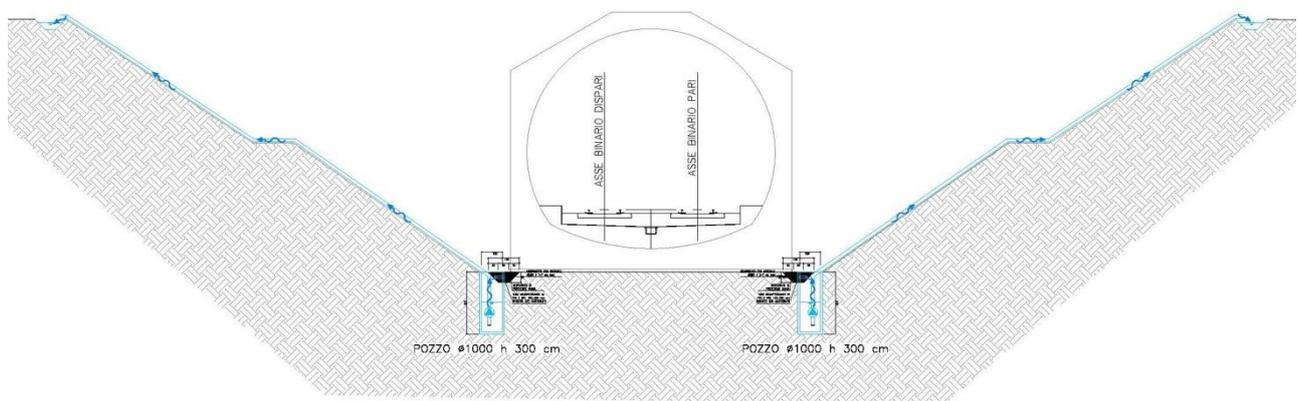


Figura 7-11- Pozzi di raccolta e rilancio delle acque meteoriche di drenaggio tra la Pk 143+338.58 e la Pk 143+538.10 della galleria artificiale GA17.

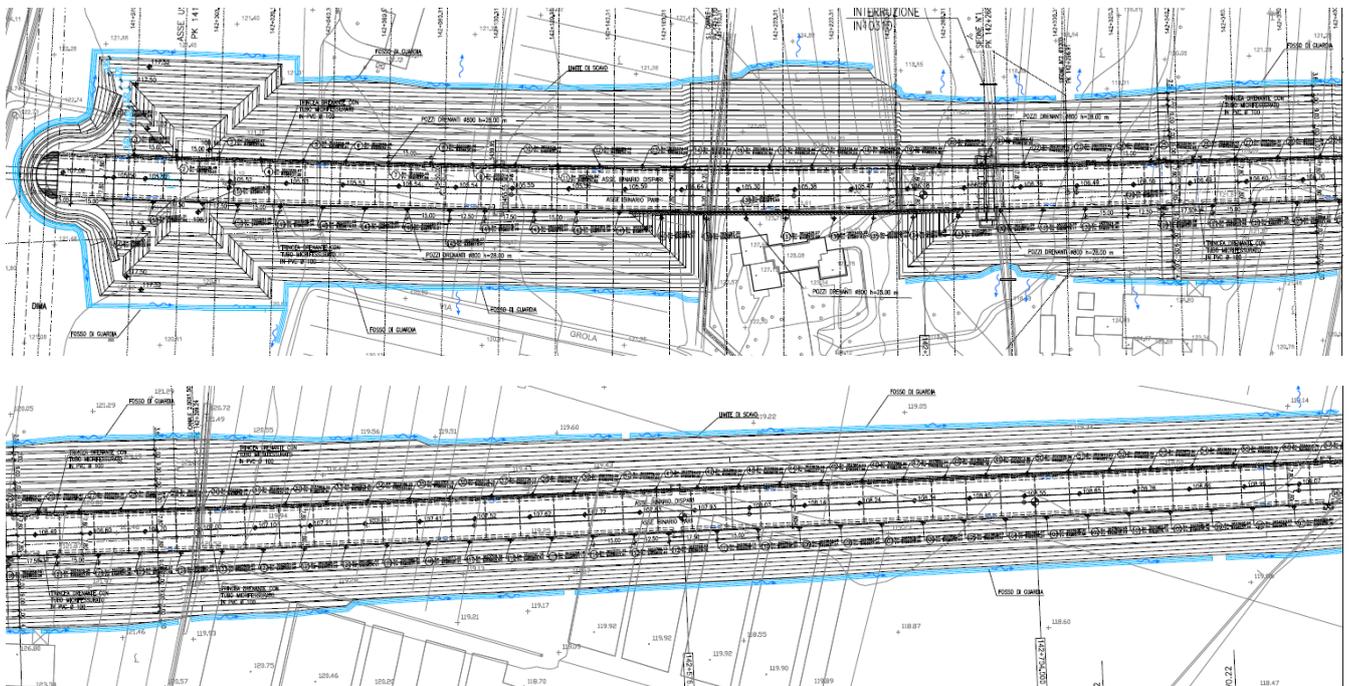


Figura 7-12 - Schema della rete di drenaggio delle acque meteoriche della GA17 (1 di 2) in fase di scavo e realizzazione.

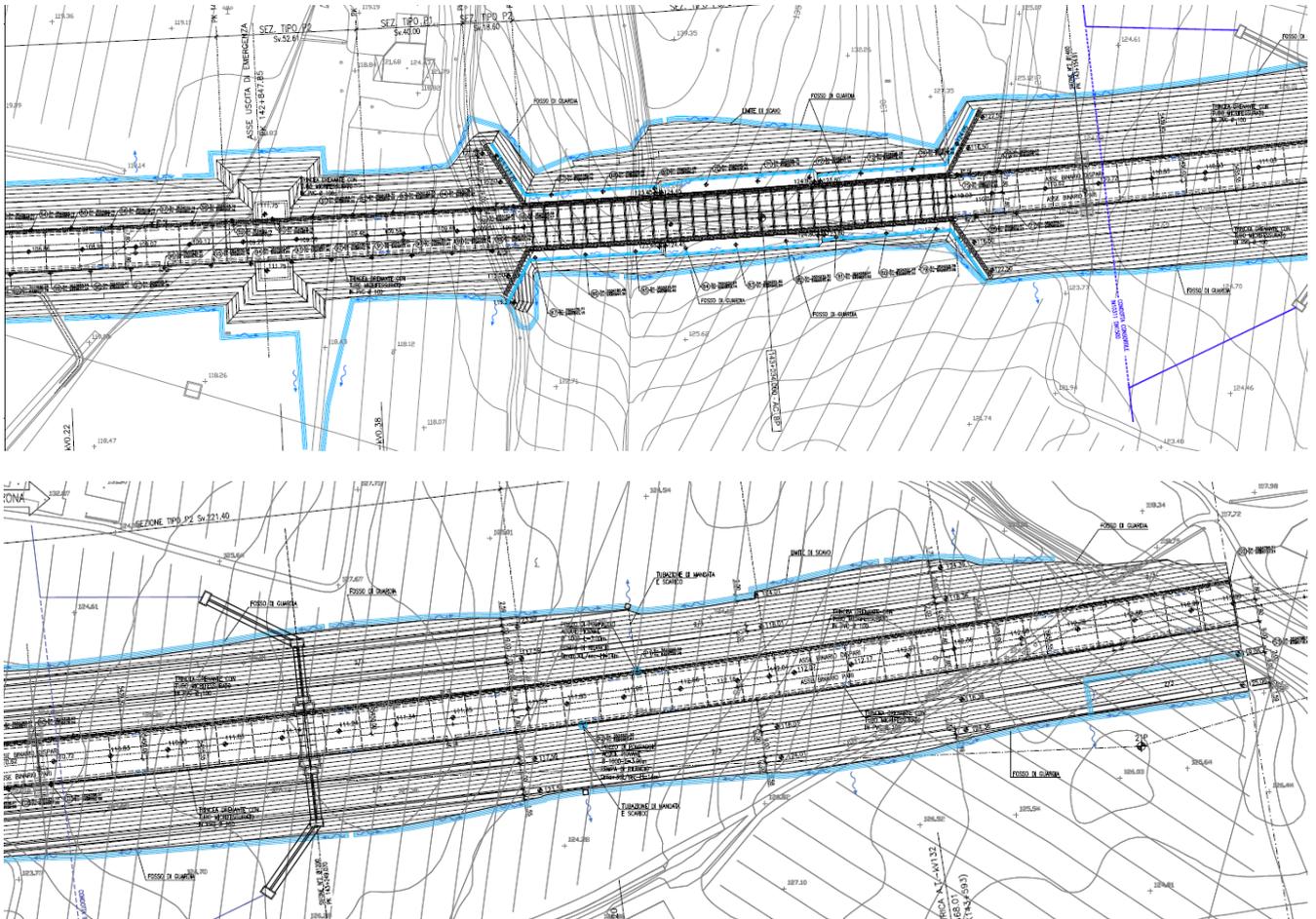


Figura 7-13: Schema della rete di drenaggio delle acque meteoriche della GA17 (2 di 2) in fase di scavo e realizzazione.

7.2.1. Calcolo delle portate di falda tra la Pk 141+937.60 e la Pk 143+573.60

Per il calcolo delle portate di emungimento si rimanda al paragrafo precedente 7.1.

Le portate da emungere dai pozzi di aggotamento risultano essere pari a 1.2-1.5 l/s per ogni pozzo con valore massimo emungibile pari a 4.4-5.9 l/s.

La verifica per il dimensionamento dei canali è stata fatta inserendo come valore cautelativo la massima portata emungibile di 5 l/s valore intermedio. Il valore totale di portata massima di emungimento dell'intero tratto risulta essere per i rispettivi 154 pozzi pari a 770 l/s di cui 385 l/s sul lato sud e 385 l/s su quello nord, mentre in condizioni ordinarie pari a 224 l/s di cui 111 l/s sul lato nord e 111 l/s su quello sud.

7.2.2. Calcolo delle portate meteoriche tra la Pk 141+937.60 e la Pk 143+573.60 durante la fase degli scavi e di realizzazione della galleria artificiale

Vengono di seguito descritti i criteri idraulici di dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche del tratto compreso tra la Pk 141+937.60 e la Pk 143+573.60.

Il tratto oggetto d'interesse risulta avere pendenza media unidirezionale costante pari a 0,495% con livellette decrescenti da est verso ovest.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
57 di 84

Al fine della completezza progettuale nel sistema di drenaggio in fase di scavo e costruttiva si è tenuto conto del drenaggio di versante esterno alla galleria per la parte dei fossi di guardi posti in sommità di dimensione 150-50x30cm e di fondo scavo con l'inclusione delle scarpate, della componente di portata generata dai pozzi di aggotamento a fondo scavo per l'abbassamento della falda e dei pozzi di rilancio di raccolta delle acque meteoriche di fondo scavo per il tratto senza pozzi di aggotamento.

Per quanto riguarda le opere di captazione delle acque di pioggia esterne si è cercato un percorso che meglio riesca a seguire la morfologia del territorio al fine di poter operare sempre a gravità.

La problematica dello scarico delle acque di fondo scavo, vista la pendenza monotona e l'impossibilità di scaricare esternamente a gravità, è stato risolto utilizzando i pozzi di aggotamento per il rilancio delle acque meteoriche ai canali di guardia posti in sommità allo scavo sul lato sud e nord e ove possibile sulla berma intermedia superiore (zona con diaframmi) al fine di ridurre la quota geodetica da superare per il rilancio delle acque.

Il convogliamento delle acque di fondo scavo verso i pozzi di aggotamento viene realizzato tramite trincee drenanti poste al piede delle scarpate e con cadenza regolare di 15 m collegate ai pozzi di emungimento. Le trincee sono costituite da un tubo microfessutato ricoperto da materiale arido di idonea granulometria (30-70 mm).

Tali trincee sono collegate trasversalmente con passo pari a 50 m al fine di garantire una continuità idraulica tra il lato nord e sud della galleria necessaria a mantenere inalterato lo stato della falda a lavori ultimati eliminando l'effetto diga che la galleria crea rispetto alla falda, come meglio evidenziato in successivo capitolo.

La rete del calcolo idraulico per l'ottenimento delle portate e la verifica dei manufatti si basa su reti costituite da un singolo ramo ad eccezione del tratto interessato dai diaframmi e il tratto in prossimità della Pk 145+538.10 lato sud ove il reticolo si presenta ad albero.

Nella verifica dei canali si è tenuto conto anche della componente di portata proveniente dai pozzi di aggotamento.



Nella tabella seguente si riportano i valori idrologici e dei vari parametri per il modello dell'invaso per la rete di drenaggio della zona ed interna esterna a nord:

$h = a t p^n$	
a	n
[mm/hn]	[-]
38.38	0.4636

Zona	Tipologia	Coeff. Afflusso	Volume picc. Invasi
		[-]	[m3/ha]
Area 1	Piattaforma	0.90	50
Area 2	Scarpate	0.90	30
Area 3	Aree esterne	0.40	65
Area 4	Aree esterne prati e campagne poco pendenti	0.10	30

Per la rete di drenaggio della zona esterna a nord i risultati ottenuti sono riassunti nelle tabelle seguenti:



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
59 di 84

TRATTO	Lunghezza ramo [m]	Totale Area sottesa al ramo [m2]	Area sottesa 1 al ramo	Area sottesa 2 al ramo	Area sottesa 3 al ramo	Area Totale sottesa [m2]	Coef. aff. Medio []	Volume picc. invasi [m3ha]	Volume picc. Invasi area sott. [m3]	Volume invaso condotta locale [m3]	Volume Totale invaso locale WM [m3]	Volume Totale [m3]	Volume Totale specifico v [m3/m2]
RAMO A.													
A 1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	90	0.150	0.06	0.21	0.00	0.0070
A 2	20.0	30.00	30	0	0	60	0.90	90	0.150	0.07	0.22	0.43	0.0071
A 3	20.0	30.00	30	0	0	90	0.90	90	0.150	0.09	0.24	0.65	0.0073
A 4	12.2	18.30	18	0	0	108	0.90	90	0.092	0.05	0.14	0.79	0.0073
A 5	20.1	30.15	30	0	0	138	0.90	90	0.151	0.09	0.24	1.02	0.0074
A 6	20.0	30.00	30	0	0	168	0.90	90	0.150	0.10	0.25	1.28	0.0075
A 7	20.7	31.05	31	0	0	200	0.90	90	0.155	0.11	0.27	1.51	0.0076
A 8	15.5	23.25	23	0	0	223	0.90	90	0.116	0.20	0.32	1.76	0.0079
RAMO B													
B 1	28.0	42.00	42	0	0	42	0.90	90	0.210	0.11	0.32	0.00	0.0075
B 2	20.0	30.00	30	0	0	72	0.90	90	0.150	0.10	0.25	0.56	0.0077
B 3	20.0	30.00	30	0	0	102	0.90	90	0.150	0.19	0.34	0.85	0.0083
RAMO C													
C 1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	90	0.150	0.07	0.22	0.00	0.0073
C 2	20.0	30.00	30	0	0	60	0.90	90	0.150	0.05	0.20	0.42	0.0070
C 3	20.0	30.00	30	0	0	90	0.90	90	0.150	0.05	0.21	0.63	0.0070
C 4	20.0	30.00	30	0	0	120	0.90	90	0.150	0.12	0.27	0.88	0.0073
C 5	20.0	30.00	30	0	0	150	0.90	90	0.150	0.08	0.21	1.09	0.0073
C 6	20.0	30.00	30	0	0	180	0.90	90	0.150	0.14	0.29	1.35	0.0076
RAMO D													
D 1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	90	0.150	0.07	0.22	0.00	0.0073
D 2	20.0	30.00	30	0	0	60	0.90	90	0.150	0.05	0.20	0.42	0.0071
D 3	20.0	30.00	30	0	0	90	0.90	90	0.150	0.05	0.20	0.63	0.0070
D 4	20.0	30.00	30	0	0	120	0.90	90	0.150	0.07	0.22	0.84	0.0070
D 5	20.0	30.00	30	0	0	150	0.90	90	0.150	0.07	0.22	1.05	0.0070
RAMO E													
E 1	20.0	642.00	30	0	612	642	0.52	90	3.210	0.17	3.38	0.00	0.0053
E 2	20.2	622.30	30	0	592	1264	0.52	90	3.112	0.20	3.32	6.89	0.0053
E 3	20.8	758.20	31	0	758	2054	0.52	90	3.948	0.24	4.19	10.98	0.0053
E 4	20.2	1049.30	30	0	1019	3103	0.51	90	5.247	0.25	5.50	16.41	0.0053
E 5	28.7	1114.05	48	0	1071	4217	0.52	90	5.570	0.79	6.36	22.55	0.0053
E 6	20.6	513.90	31	0	483	4731	0.52	90	2.570	0.50	3.07	26.48	0.0054
E 7	20.1	398.15	30	0	368	5129	0.53	90	1.991	0.60	2.59	27.87	0.0054
E 8	20.0	492.00	30	0	462	5621	0.52	90	2.480	0.78	3.24	30.84	0.0055
RAMO F													
F 1	10.9	70.35	16	54	0	70	0.90	36	0.244	0.08	0.32	0.00	0.0046
F 2	20.0	170.00	30	140	0	240	0.90	34	0.570	0.38	0.95	1.23	0.0051
F 3	20.0	264.00	30	234	0	504	0.90	32	0.852	0.65	1.50	2.68	0.0053
F 4	20.0	357.00	30	327	0	661	0.90	32	1.131	0.98	2.11	4.71	0.0055
F 5	20.0	410.00	30	380	0	1271	0.90	31	1.290	1.28	2.57	7.13	0.0056
F 6	20.0	311.00	30	281	0	1552	0.90	32	0.983	0.67	1.67	9.84	0.0056
F 7	20.0	201.00	30	171	0	1783	0.90	33	0.663	1.23	1.90	10.35	0.0058
F 8	28.4	222.60	48	180	0	2006	0.90	34	0.753	0.73	1.46	11.74	0.0059
F 9	16.0	94.00	24	70	0	2100	0.90	35	0.330	0.41	0.74	12.38	0.0059
RAMO G													
G 1	20.0	143.00	30	0	113	143	0.58	90	0.715	0.04	0.76	0.00	0.0053
G 2	20.0	609.00	30	0	579	752	0.52	90	3.046	0.15	3.20	3.90	0.0052
G 3	20.0	1996.00	30	0	1966	2748	0.51	90	9.980	0.40	10.38	14.15	0.0051
G 4	23.0	970.50	35	0	936	3719	0.51	90	4.853	0.35	5.21	19.26	0.0052
Inserimento RAMO F													
G 5	6.0	9.00	9	0	0	9	0.90	90	0.046	0.14	0.19	32.58	0.0056
G 6	20.0	1005.00	30	0	975	2527	0.50	90	5.025	0.48	5.50	32.58	0.0058
G 7	20.0	974.00	30	0	944	7806	0.51	90	4.870	2.50	7.37	44.52	0.0057
G 8	31.2	1270.80	47	0	1224	9077	0.51	90	6.354	4.46	10.81	52.98	0.0058
G 9	20.0	611.00	30	0	581	9888	0.52	90	3.055	2.80	5.86	57.40	0.0059
G 10	29.9	431.85	46	0	387	10120	0.54	90	2.159	3.09	5.25	61.13	0.0060
G 11	20.0	130.00	30	0	100	10260	0.59	90	0.650	1.31	1.96	62.46	0.0061
RAMO H													
H 1	20.4	528.60	31	0	498	529	0.52	90	2.643	0.14	2.79	0.00	0.0053
H 2	20.4	549.60	31	0	519	1078	0.52	90	2.748	0.31	3.06	5.78	0.0054
H 3	20.0	549.00	30	0	519	1627	0.52	90	2.745	0.49	3.24	8.99	0.0055
H 4	20.0	525.00	30	0	498	2153	0.52	90	2.630	0.95	3.58	12.15	0.0056
H 5	20.0	493.00	30	0	493	2652	0.53	90	2.436	1.35	3.79	15.35	0.0058
H 6	20.0	469.00	30	0	468	3118	0.53	90	2.330	1.14	3.47	16.46	0.0059
H 7	34.3	192.45	51	0	141	3311	0.61	90	0.962	1.95	2.91	20.55	0.0062
H 8	20.0	192.00	30	0	162	3503	0.56	90	0.900	1.13	2.09	22.22	0.0063
H 9	20.0	220.00	30	0	190	3723	0.55	90	1.100	1.15	2.25	24.06	0.0065
H 10	34.4	331.60	52	0	280	4054	0.56	90	1.856	1.54	3.40	26.98	0.0067
H 11	20.0	384.00	30	0	354	4438	0.53	90	1.920	1.25	3.17	29.83	0.0067
H 12	20.0	370.00	30	0	340	4808	0.53	90	1.850	1.30	3.15	32.64	0.0068
H 13	20.0	350.00	30	0	320	5158	0.53	90	1.750	0.75	2.50	36.07	0.0068
H 14	20.0	333.00	30	0	303	5491	0.54	90	1.655	1.41	3.07	37.73	0.0069
H 15	20.0	311.00	30	0	281	5802	0.54	90	1.555	1.20	2.76	40.18	0.0069
H 16	20.0	237.00	30	0	207	6039	0.55	90	1.185	1.22	2.41	42.21	0.0070
H 17	20.0	150.00	30	0	120	6189	0.58	90	0.750	1.23	1.98	43.74	0.0071
H 18	20.0	104.00	30	0	74	6293	0.62	90	0.520	1.22	1.74	46.01	0.0072
H 19	20.0	55.00	30	0	25	6348	0.72	90	0.275	1.21	1.48	46.98	0.0072
H 20	20.0	30.00	30	0	0	6378	0.90	90	0.150	1.19	1.34	48.80	0.0073
RAMO I													
I 1	20.0	540.00	30	0	510	540	0.52	90	2.700	0.16	2.86	0.00	0.0053
I 2	20.0	577.00	30	0	547	1117	0.52	90	2.885	0.58	3.45	6.17	0.0055
I 3	20.0	605.00	30	0	575	1722	0.52	90	3.025	0.42	3.44	9.56	0.0056
I 4	20.4	636.60	31	0	606	2359	0.52	90	3.183	0.31	3.49	13.07	0.0055
I 5	20.0	280.00	30	0	250	2639	0.54	90	1.400	0.38	1.78	14.77	0.0056
RAMO L													
L 1	20.0	1096.00	30	0	1066	1096	0.51	90	5.480	0.39	5.87	0.00	0.0054
L 2	20.0	856.00	30	0	826	1951	0.51	90	4.275	0.20	4.47	10.39	0.0053
L 3	20.0	645.00	30	0	615	2566	0.52	90	3.225	0.30	3.52	13.90	0.0054
L 4	20.0	201.00	30	0	171	2787	0.58	90	1.005	0.67	1.68	16.31	0.0055
L 5	20.0	121.00	30	0	91	2918	0.60	90	0.605	0.78	1.39	16.38	0.0056
RAMO M													
M 1													



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
60 di 84

TRATTO	b (L. Inf) o Φ [m]	DIMENSIONE MANUFATTO H (altezza canale) [m]	B (L. sup) [m]	n° Canali	Pendenza [m/m]	Coeff. Strickler [m ^{1/3} s ⁻¹]	Area Bagnata [m ²]	Raggio Idraulico [m]	Tirante y [m]	Grado Riemp. (y/H) [m/m]	Portata [m ³ /s]	Velocità [m/s]	Coeff. Udum. [l / (s ha)]
RAMO A													
A 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0750	60	0.003	0.006	0.006	0.012	0.002	0.25	254.9
A 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0375	60	0.003	0.007	0.007	0.013	0.001	0.44	251.6
A 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0155	60	0.004	0.009	0.009	0.018	0.001	0.49	244.8
A 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0484	60	0.004	0.007	0.008	0.015	0.002	0.68	243.7
A 5	0.5	0.50	1.5	1	0.0483	60	0.004	0.008	0.009	0.017	0.002	0.75	240.8
A 6	0.5	0.50	1.5	1	0.0745	60	0.005	0.009	0.010	0.020	0.004	0.80	237.5
A 7	0.5	0.50	1.5	1	0.0947	60	0.006	0.010	0.011	0.022	0.005	0.85	234.0
A 8	0.5	0.50	1.5	1	0.0065	60	0.013	0.023	0.025	0.049	0.005	0.38	223.1
RAMO B													
B 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0504	60	0.004	0.007	0.007	0.015	0.002	0.26	236.2
B 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.005	0.010	0.010	0.020	0.001	0.32	228.2
B 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.009	0.017	0.018	0.036	0.002	0.23	209.5
RAMO C													
C 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0310	60	0.003	0.007	0.007	0.013	0.001	0.21	244.6
C 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0425	60	0.008	0.014	0.015	0.030	0.006	0.71	253.8
C 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0355	60	0.012	0.021	0.023	0.046	0.011	0.85	254.3
C 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0040	60	0.031	0.047	0.055	0.110	0.015	0.49	243.2
C 5	0.5	0.50	1.5	1	0.0510	60	0.016	0.028	0.030	0.061	0.020	1.22	244.0
C 6	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.081	0.094	0.129	0.258	0.050	0.62	236.5
RAMO D													
D 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0475	60	0.003	0.007	0.007	0.013	0.002	0.21	244.6
D 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0385	60	0.008	0.015	0.016	0.031	0.006	0.69	253.4
D 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0350	60	0.015	0.026	0.028	0.056	0.014	0.97	256.7
D 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0225	60	0.023	0.037	0.043	0.085	0.023	0.99	255.4
D 5	0.5	0.50	1.5	1	0.0255	60	0.027	0.043	0.050	0.100	0.032	1.16	253.9
RAMO E													
E 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0335	60	0.009	0.016	0.017	0.034	0.006	0.80	108.2
E 2	0.5	0.50	1.5	1	0.1089	60	0.010	0.018	0.019	0.039	0.014	1.35	108.0
E 3	0.5	0.50	1.5	1	0.1832	60	0.012	0.021	0.022	0.044	0.022	1.91	107.4
E 4	0.5	0.50	1.5	1	0.1059	60	0.017	0.030	0.033	0.066	0.033	1.89	106.5
E 5	0.5	0.50	1.5	1	0.0446	60	0.030	0.046	0.054	0.108	0.048	1.62	105.1
E 6	0.5	0.50	1.5	1	0.0757	60	0.028	0.044	0.051	0.102	0.058	2.04	104.6
E 7	0.5	0.50	1.5	1	0.0443	60	0.037	0.054	0.065	0.129	0.066	1.79	104.0
E 8	0.5	0.50	1.5	1	0.0225	60	0.050	0.067	0.085	0.171	0.074	1.48	103.1
RAMO F													
F 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0046	60	0.018	0.030	0.033	0.066	0.007	0.39	416.3
F 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.037	0.054	0.062	0.132	0.016	0.45	367.2
F 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.055	0.073	0.094	0.187	0.029	0.54	351.7
F 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.076	0.090	0.122	0.243	0.045	0.60	340.7
F 5	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.094	0.103	0.146	0.292	0.062	0.66	330.4
F 6	0.5	0.50	1.5	1	0.0255	60	0.049	0.066	0.084	0.168	0.077	1.57	332.2
F 7	0.5	0.50	1.5	1	0.0050	60	0.092	0.102	0.143	0.286	0.085	0.92	317.8
F 8	0.5	0.50	1.5	1	0.0785	60	0.039	0.056	0.068	0.137	0.095	2.45	314.8
F 9	0.5	0.50	1.5	1	0.0785	60	0.042	0.059	0.073	0.145	0.106	2.54	312.1
RAMO G													
G 1	0.5	0.50	1.5	1	0.3805	60	0.002	0.004	0.004	0.009	0.002	0.93	138.8
G 2	0.5	0.50	1.5	1	0.1070	60	0.008	0.014	0.015	0.030	0.009	1.14	116.5
G 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0585	60	0.020	0.033	0.037	0.075	0.030	1.49	108.6
G 4	0.5	0.50	1.5	1	0.2483	60	0.015	0.026	0.029	0.058	0.041	2.61	108.0
Inserimento RAMO F													
G 5	0.5	0.50	1.5	1	0.2517	60	0.034	0.050	0.060	0.120	0.137	4.08	166.3
G 6	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.176	0.150	0.238	0.477	0.149	0.85	153.4
G 7	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.186	0.155	0.248	0.497	0.161	0.86	143.9
G 8	0.5	0.50	1.5	1	0.0022	60	0.204	0.163	0.267	0.533	0.173	0.95	133.1
G 9	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.203	0.162	0.265	0.530	0.181	0.89	128.4
G 10	0.5	0.50	1.5	1	0.0057	60	0.156	0.140	0.217	0.435	0.190	1.22	124.5
G 11	0.5	0.50	1.5	1	0.0200	60	0.103	0.109	0.156	0.312	0.198	1.93	123.2
RAMO H													
H 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0779	60	0.007	0.013	0.014	0.027	0.006	0.83	110.3
H 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0181	60	0.031	0.030	0.031	0.066	0.014	0.77	107.8
H 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0075	60	0.033	0.050	0.059	0.118	0.023	0.70	105.4
H 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0015	60	0.074	0.068	0.113	0.235	0.034	0.46	101.6
H 5	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.089	0.089	0.139	0.279	0.044	0.50	98.8
H 6	0.5	0.50	1.5	1	0.0015	60	0.102	0.109	0.156	0.312	0.054	0.53	98.5
H 7	0.5	0.50	1.5	1	0.0015	60	0.112	0.115	0.168	0.336	0.081	0.54	93.1
H 8	0.5	0.50	1.5	1	0.0015	60	0.120	0.120	0.178	0.365	0.088	0.57	91.5
H 9	0.5	0.50	1.5	1	0.0015	60	0.130	0.125	0.188	0.376	0.075	0.58	90.1
H 10	0.5	0.50	1.5	1	0.0017	60	0.132	0.127	0.191	0.382	0.084	0.63	88.0
H 11	0.5	0.50	1.5	1	0.0015	60	0.150	0.137	0.211	0.422	0.093	0.62	86.9
H 12	0.5	0.50	1.5	1	0.0015	60	0.160	0.142	0.222	0.444	0.101	0.63	85.9
H 13	0.5	0.50	1.5	1	0.0080	60	0.094	0.103	0.145	0.290	0.110	1.18	85.7
H 14	0.5	0.50	1.5	1	0.0015	60	0.179	0.152	0.242	0.484	0.118	0.66	84.7
H 15	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.157	0.140	0.218	0.436	0.127	0.81	84.1
H 16	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.163	0.144	0.225	0.450	0.134	0.82	83.4
H 17	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.169	0.147	0.231	0.463	0.141	0.83	82.7
H 18	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.175	0.149	0.237	0.474	0.148	0.84	82.0
H 19	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.180	0.152	0.242	0.485	0.154	0.85	81.3
H 20	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.185	0.154	0.247	0.495	0.159	0.86	80.6
RAMO I													
I 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0525	60	0.008	0.015	0.016	0.031	0.007	0.74	109.2
I 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0020	60	0.043	0.060	0.074	0.149	0.018	0.41	103.7
I 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0105	60	0.035	0.052	0.062	0.124	0.030	0.95	102.8
I 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0529	60	0.026	0.041	0.047	0.095	0.043	1.63	102.9
I 5	0.5	0.50	1.5	1	0.0300	60	0.035	0.052	0.063	0.126	0.052	1.44	102.7
RAMO L													
L 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0095	60	0.019	0.032	0.036	0.073	0.012	0.58	102.9
L 2	0.5	0.50	1.5	1	0.1930	60	0.013	0.023	0.025	0.050	0.028	2.09	104.1
L 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0765	60	0.023	0.036	0.042	0.083	0.041	1.82	104.2
L 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0065	60	0.058	0.075	0.097	0.194	0.050	0.86	102.9
L 5	0.5	0.50	1.5	1	0.0040	60	0.076	0.090	0.122	0.244	0.058	0.76	101.4
RAMO M													
M 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0420	60	0.013	0.022	0.024	0.049	0.012	0.96	105.7
M 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0980	60	0.017	0.028	0.031	0.062	0.029	1.73	105.7
M 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0165	60	0.038	0.056	0.068	0.135	0.043	1.11	104.5
M 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.085	0.097	0.134	0.269	0.054	0.63	101.8
M 5	0.5	0.50	1.5	1	0.0080	60	0.064	0.080	0.105	0.211	0.064	0.99	100.7
M 6	0.5	0.50	1.5	1	0.0060	60	0.077	0.091	0.124	0.247	0.072	0.93	99.5
RAMO N													
N 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0539	60	0.022	0.036	0.041	0.093	0.034	1.62	



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
61 di 84

Per la rete di drenaggio della zona esterna sud i risultati ottenuti sono riassunti nelle tabelle seguenti:

TRATTO	Lunghezza ramo [m]	Totale Area sottesa al ramo [m ²]	Area sottesa 1 al ramo	Area sottesa 2 al ramo	Area sottesa 3 al ramo	Area Totale sottesa [m ²]	Coef. aff. Medio [-]	Volume picco. Invasi [m ³ ha]	Volume picco. Invasi area sott. [m ³]	Volume in vasato condotta locale [m ³]	Volume Totale Invasato locale WM [m ³]	Volume Totale [m ³]	Volume Totale specifico w [m ³ /m ²]
RAMO AA													
AA.1	15.5	613.25	23	0	590	613	0.52	50	3.066	0.12	3.19	0.00	0.0052
AA.2	20.0	917.00	30	0	887	1530	0.51	50	4.555	0.82	5.40	8.39	0.0055
AA.3	20.0	1046.00	30	0	1016	2576	0.51	50	5.230	0.51	5.74	14.12	0.0055
RAMO A													
A.1	22.5	808.75	34	0	775	809	0.52	50	4.044	0.36	4.40	0.00	0.0054
A.2	20.0	1013.00	30	0	983	1822	0.51	50	5.065	0.49	5.56	5.56	0.0031
A.3	20.0	1006.00	30	0	976	2828	0.51	50	5.030	0.84	5.87	10.23	0.0036
A.4	20.0	1007.00	30	0	977	3835	0.51	50	5.035	0.68	5.71	15.03	0.0039
A.5	14.0	211.00	21	0	0	385	0.50	50	0.105	1.29	1.39	15.77	0.0041
A.6	20.0	1178.00	30	0	1148	5034	0.51	50	5.890	1.95	7.85	22.24	0.0044
Inserimento RAMO AA													
A.6	9.00	9.00	9	0	0	7619	0.90	50	0.046	0.11	0.16	33.21	0.0044
A.7	20.0	187.00	30	187	0	7816	0.90	33	0.651	2.11	2.76	35.32	0.0045
A.8	20.0	202.00	30	172	0	8018	0.90	33	0.695	2.15	2.82	37.46	0.0047
A.9	15.5	153.25	23	130	0	8171	0.90	33	0.506	1.44	1.95	39.05	0.0048
RAMO B													
B.1	11.6	351.40	17	0	334	351	0.52	50	1.757	0.12	1.88	0.00	0.0054
B.2	20.0	1295.00	30	0	1265	1546	0.51	50	6.475	0.34	6.81	8.69	0.0053
B.3	20.0	1147.00	30	0	1117	2793	0.51	50	5.735	0.35	6.09	14.76	0.0053
B.4	20.0	506.00	30	0	476	3299	0.52	50	2.530	0.51	3.04	17.65	0.0053
B.5	20.0	531.00	30	0	511	3940	0.52	50	2.705	1.09	3.79	21.03	0.0055
RAMO C													
C.1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	50	0.150	0.07	0.22	0.00	0.0075
C.2	20.0	30.00	30	0	0	60	0.90	50	0.150	0.05	0.20	0.44	0.0073
C.3	20.0	30.00	30	0	0	90	0.90	50	0.150	0.07	0.22	0.65	0.0073
C.4	20.8	31.20	31	0	0	121	0.90	50	0.198	0.05	0.20	0.67	0.0072
RAMO D													
D.1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	50	0.150	0.07	0.22	0.00	0.0073
D.2	20.0	30.00	30	0	0	60	0.90	50	0.150	0.08	0.23	0.44	0.0073
D.3	20.0	30.00	30	0	0	90	0.90	50	0.150	0.05	0.20	0.65	0.0072
D.4	20.0	30.00	30	0	0	120	0.90	50	0.150	0.06	0.21	0.87	0.0072
D.5	20.0	30.00	30	0	0	150	0.90	50	0.150	0.08	0.21	1.08	0.0072
D.6	20.0	30.00	30	0	0	180	0.90	50	0.150	0.08	0.23	1.30	0.0072
D.7	20.0	30.00	30	0	0	210	0.90	50	0.150	0.09	0.24	1.54	0.0073
RAMO E													
E.1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	50	0.150	0.07	0.22	0.00	0.0074
E.2	20.0	30.00	30	0	0	60	0.90	50	0.150	0.09	0.24	0.48	0.0076
E.3	20.0	30.00	30	0	0	90	0.90	50	0.150	0.09	0.24	0.69	0.0077
E.4	20.0	30.00	30	0	0	120	0.90	50	0.150	0.10	0.25	0.94	0.0078
E.5	27.0	40.50	41	0	0	161	0.90	50	0.203	0.14	0.34	1.26	0.0079
E.6	21.0	31.50	32	0	0	192	0.90	50	0.198	0.14	0.30	1.54	0.0080
RAMO F													
F.1	10.8	51.36	16	35	0	51	0.90	35	0.187	0.07	0.26	0.00	0.0051
F.2	20.0	110.00	30	80	0	161	0.90	35	0.390	0.30	0.69	0.92	0.0057
F.3	20.0	128.00	30	98	0	259	0.90	35	0.444	0.39	0.84	1.72	0.0059
F.4	20.0	144.00	30	114	0	433	0.90	34	0.492	0.53	1.02	2.66	0.0061
F.5	20.0	163.00	30	133	0	595	0.90	34	0.549	0.61	1.16	3.75	0.0063
F.6	20.0	151.00	30	121	0	747	0.90	34	0.513	0.33	0.85	4.65	0.0062
F.7	20.0	112.00	30	82	0	656	0.90	35	0.398	0.62	1.01	5.51	0.0064
F.7	30.7	131.05	46	85	0	990	0.90	37	0.455	0.42	0.91	6.38	0.0064
RAMO G													
G.1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	50	0.150	0.04	0.19	0.00	0.0064
G.2	20.0	30.00	30	0	0	60	0.90	50	0.150	0.08	0.23	0.41	0.0068
G.3	27.0	40.50	41	0	0	101	0.90	50	0.203	0.09	0.29	0.69	0.0069
Inserimento RAMO F													
G.5	21.6	32.40	32	0	0	1123	0.90	50	0.182	0.26	0.42	7.39	0.0066
G.6	20.0	30.00	30	0	0	1153	0.90	50	0.150	0.38	0.53	7.74	0.0067
G.7	20.0	30.00	30	0	0	1183	0.90	50	0.150	0.60	0.75	8.21	0.0069
G.8	31.1	46.55	47	0	0	1230	0.90	50	0.233	1.19	1.43	9.07	0.0074
G.9	20.0	30.00	30	0	0	1260	0.90	50	0.150	0.76	0.93	9.63	0.0076
RAMO H													
H.1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	50	0.150	0.11	0.26	0.00	0.0087
H.2	20.0	30.00	30	0	0	60	0.90	50	0.150	0.17	0.32	0.56	0.0094
H.3	32.3	48.46	48	0	0	108	0.90	50	0.242	0.24	0.48	1.03	0.0095
H.4	20.0	30.00	30	0	0	138	0.90	50	0.150	0.14	0.29	1.32	0.0095
H.5	20.0	30.00	30	0	0	168	0.90	50	0.150	0.13	0.28	1.61	0.0095
H.6	20.0	30.00	30	0	0	198	0.90	50	0.150	0.12	0.27	1.88	0.0095
H.7	20.0	30.00	30	0	0	228	0.90	50	0.150	0.12	0.27	2.16	0.0095
H.8	20.0	30.00	30	0	0	258	0.90	50	0.150	0.11	0.26	2.43	0.0094
H.9	20.0	30.00	30	0	0	288	0.90	50	0.150	0.14	0.29	2.72	0.0094
H.10	20.0	30.00	30	0	0	318	0.90	50	0.150	0.14	0.29	3.01	0.0095
H.11	20.0	30.00	30	0	0	348	0.90	50	0.150	0.15	0.30	3.30	0.0095
H.12	20.0	30.00	30	0	0	378	0.90	50	0.150	0.16	0.31	3.60	0.0095
H.13	20.0	30.00	30	0	0	408	0.90	50	0.150	0.16	0.31	3.90	0.0095
H.14	20.0	30.00	30	0	0	438	0.90	50	0.150	0.24	0.39	4.23	0.0097
H.15	30.9	46.35	46	0	0	465	0.90	50	0.232	0.33	0.56	4.73	0.0098
RAMO I													
I.1	32.5	48.75	49	0	0	49	0.90	50	0.244	0.19	0.44	0.00	0.0090
I.2	20.0	30.00	30	0	0	79	0.90	50	0.150	0.07	0.22	0.68	0.0086
RAMO L													
L.1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	50	0.150	0.06	0.21	0.00	0.0071
L.2	20.0	30.00	30	0	0	60	0.90	50	0.150	0.03	0.18	0.41	0.0068
L.3	20.0	30.00	30	0	0	90	0.90	50	0.150	0.06	0.21	0.61	0.0068
L.4	20.0	30.00	30	0	0	120	0.90	50	0.150	0.11	0.26	0.84	0.0070
L.5	20.0	30.00	30	0	0	150	0.90	50	0.150	0.16	0.31	1.10	0.0074
L.6	20.0	30.00	30	0	0	180	0.90	50	0.150	0.20	0.35	1.39	0.0077
L.7	20.0	30.00	30	0	0	210	0.90	50	0.150	0.16	0.31	1.68	0.0079
RAMO M													
M.1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	50	0.150	0.13	0.28	0.00	0.0093
M.2	20.0	30.00	30	0	0	60	0.90	50	0.150	0.03	0.18	0.50	0.0083
M.3	20.6	30.90	31	0	0	91	0.90	50	0.155	0.03	0.19	0.72	0.0079
M.4	20.0	30.00	30	0	0	121	0.90	50	0.150	0.04	0.19	0.93	0.0077
RAMO N													
N.1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	50	0.150	0.07	0.22	0.00	0.0072
N.2	20.0	30.00	30	0	0	60	0.90	50	0.150	0.03	0.18	0.41	0.0069
N.3	20.6	30.90	31	0	0	91	0.90	50	0.155	0.04	0.19	0.62	0.0068
N.4	20.0	30.00	30	0	0	121	0.90	50	0.150	0.06	0.21	0.82	0.0068
RAMO O													
O.1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	50	0.150	0.08	0.23	0.00	0.0076
O.2	20.0	30.00	30	0	0	60	0.90	50	0.150	0.04	0.19	0.44	0.0073
O.3	20.0	30.00	30	0	0	90	0.90	50	0.150	0.06	0.21	0.65	0.0072
O.4	20.0	30.00	30	0	0	120	0.90	50	0.150	0.13	0.28	0.90	0.0075
O.5	20.0	30.00	30	0	0	150	0.90	50	0.150	0.06	0.21	1.12	0.0075
O.6	20.0	30.00	30	0	0	180	0.90	50	0.150	0.13	0.28	1.37	0.0076
RAMO P													
P.1	20.0	30.00	30	0	0	30	0.90	50	0.150	0.01	0.16	0.00	0.0054
P.2	20.0	30.00	30	0	0	60	0.90	50	0.150	0.05	0.20	0.35	0.0059
RAMO Q													
Q.1	31.2	46.80	47										



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
62 di 84

Per la rete di drenaggio della zona di fondo scavo trincea nord i risultati ottenuti sono riassunti nelle tabelle seguenti:

TRATTO	Lunghezza ramo [m]	Totale Area sottesa al ramo [m2]	Area sottesa 1 al ramo	Area sottesa 2 al ramo	Area sottesa 3 al ramo	Area Totale sottesa [m2]	Coef. aff. Medio [-]	Volume picc. invasi [m3ha]	Volume picc. invasi area sott. [m3]	Volume invasato condotta locale [m3]	Volume Totale invasato locale WM [m3]	Volume Totale [m3]	Volume Totale specifico w [m3/m2]
RAMO A													
A 1	15,1	226,00	0	0	0	226	0,40	65	1,469	0,04	1,51	0,00	0,0067
A 2	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,15	4,08	5,41	0,0065
A 3	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,23	4,15	9,48	0,0066
A 4	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,29	4,22	13,60	0,0067
A 5	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,35	4,28	17,76	0,0067
A 6	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,41	4,33	21,97	0,0068
A 7	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,46	4,39	26,20	0,0068
A 8	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,51	4,44	30,48	0,0068
A 9	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,56	4,49	34,79	0,0069
A 10	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,61	4,53	39,13	0,0069
A 11	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,65	4,58	43,50	0,0069
A 12	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,70	4,63	47,91	0,0070
A 13	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,76	4,68	52,35	0,0070
A 14	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,80	4,73	56,82	0,0070
A 15	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,86	4,78	61,33	0,0071
A 16	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,92	4,79	65,85	0,0071
A 17	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,91	4,83	70,39	0,0071
A 18	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,95	4,87	74,97	0,0071
A 19	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	0,99	4,91	79,57	0,0072
A 20	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,03	4,95	84,20	0,0072
A 21	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,07	4,99	88,86	0,0072
A 22	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,11	5,03	93,54	0,0072
A 23	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,15	5,07	98,25	0,0073
A 24	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,19	5,12	102,98	0,0073
A 25	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,24	5,17	107,75	0,0073
A 26	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,28	5,21	112,54	0,0073
A 27	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,32	5,21	117,39	0,0074
A 28	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,33	5,25	122,22	0,0074
A 29	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,36	5,29	127,08	0,0074
A 30	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,36	5,29	131,94	0,0074
A 31	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,41	5,34	136,83	0,0075
A 32	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,46	5,37	141,76	0,0075
A 33	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,48	5,41	146,68	0,0075
A 34	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,51	5,44	151,64	0,0075
A 35	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,54	5,47	156,62	0,0075
A 36	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,58	5,50	161,63	0,0076
A 37	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,61	5,54	166,65	0,0076
A 38	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,64	5,57	171,70	0,0076
A 39	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,68	5,60	176,77	0,0076
A 40	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,73	5,65	181,87	0,0076
A 41	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,76	5,69	186,99	0,0077
A 42	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,81	5,74	192,15	0,0077
A 43	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,77	5,70	197,29	0,0077
A 44	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,80	5,73	202,45	0,0077
A 45	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,83	5,75	207,63	0,0077
A 46	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,86	5,78	212,82	0,0078
A 47	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,88	5,81	218,04	0,0078
A 48	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,90	5,82	223,26	0,0078
A 49	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,92	5,85	228,51	0,0078
A 50	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,95	5,88	233,78	0,0078
A 51	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	1,98	5,90	239,06	0,0079
A 52	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,00	5,93	244,36	0,0079
A 53	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,03	5,96	249,68	0,0079
A 54	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,06	5,99	255,00	0,0079
A 55	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,11	6,04	260,33	0,0079
A 56	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,14	6,06	265,78	0,0079
A 57	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,16	6,09	271,18	0,0080
A 58	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,19	6,11	276,60	0,0080
A 59	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,24	6,16	282,05	0,0080
A 60	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,26	6,19	287,52	0,0080
A 61	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,29	6,22	293,01	0,0080
A 62	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,33	6,26	298,52	0,0081
A 63	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,38	6,30	304,05	0,0081
A 64	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,27	6,20	309,55	0,0081
A 65	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,30	6,22	315,07	0,0081
A 66	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,32	6,25	320,59	0,0081
A 67	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,34	6,27	326,14	0,0081
A 68	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,37	6,29	331,70	0,0082
A 69	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,39	6,32	337,27	0,0082
A 70	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,41	6,34	342,86	0,0082
A 71	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,44	6,36	348,47	0,0082
A 72	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,46	6,39	354,09	0,0082
A 73	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,50	6,42	359,74	0,0082
A 74	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,54	6,46	365,41	0,0082
A 75	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,56	6,49	371,10	0,0083
A 76	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,58	6,51	376,80	0,0083
A 77	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,61	6,53	382,51	0,0083
A 78	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,61	6,54	388,24	0,0083
A 79	20,0	604,00	0	0	0	604	0,40	65	3,926	2,67	6,59	393,99	0,0083
A 80	61,0	2010,00	0	0	0	2010	0,40	65	13,065	8,38	21,45	412,06	0,0084



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
63 di 84

TRATTO	b (L inf) o Φ [m]	DIMENSIONE MANUFATTO H (altezza canale) [m]	B (L sup) [m]	n° Canali	Pendenza [mm]	Coef. Strickler [m ^{1/3} s ⁻¹]	Area Bagnata [m ²]	Raggio Idraulico [m]	Tirante y [m]	Grado Riemp. (y/H) [mm]	Portata [m ³ /s]	Velocità [m/s]	Coef. Udorm. [l / (s ha)]
RAMO A													
A 1	0.1	0.00	0	1	0.0050	60	0.003	0.021	2.651	0.379	0.001	0.39	47.0
A 2	0.1	0.00	0	1	0.0050	60	0.008	0.029	5.211	0.930	0.003	0.45	41.5
A 3	0.143	0.00	0	1	0.0050	60	0.011	0.042	3.828	0.688	0.006	0.51	40.9
A 4	0.161	0.00	0	1	0.0050	60	0.015	0.047	3.864	0.677	0.008	0.56	40.5
A 5	0.175	0.00	0	1	0.0050	60	0.018	0.052	3.909	0.687	0.010	0.60	40.1
A 6	0.186	0.00	0	1	0.0050	60	0.020	0.055	3.970	0.701	0.012	0.63	39.8
A 7	0.2	0.00	0	1	0.0050	60	0.023	0.059	3.904	0.686	0.015	0.66	39.5
A 8	0.207	0.00	0	1	0.0050	60	0.026	0.062	4.004	0.709	0.017	0.69	39.3
A 9	0.22	0.00	0	1	0.0050	60	0.028	0.065	3.930	0.692	0.019	0.70	39.1
A 10	0.25	0.00	0	1	0.0050	60	0.030	0.069	3.523	0.595	0.022	0.72	38.9
A 11	0.25	0.00	0	1	0.0050	60	0.032	0.071	3.661	0.629	0.024	0.75	38.6
A 12	0.25	0.00	0	1	0.0050	60	0.035	0.073	3.848	0.673	0.026	0.75	38.5
A 13	0.25	0.00	0	1	0.0050	60	0.038	0.075	4.053	0.720	0.028	0.76	38.3
A 14	0.25	0.00	0	1	0.0050	60	0.040	0.076	4.254	0.764	0.030	0.76	38.1
A 15	0.25	0.00	0	1	0.0050	60	0.043	0.076	4.506	0.815	0.032	0.77	37.9
A 16	0.3	0.00	0	1	0.0050	60	0.043	0.083	3.502	0.590	0.035	0.81	37.7
A 17	0.3	0.00	0	1	0.0050	60	0.045	0.084	3.598	0.613	0.037	0.82	37.5
A 18	0.3	0.00	0	1	0.0050	60	0.047	0.086	3.693	0.636	0.039	0.83	37.4
A 19	0.3	0.00	0	1	0.0050	60	0.049	0.087	3.790	0.659	0.041	0.84	37.2
A 20	0.3	0.00	0	1	0.0050	60	0.051	0.088	3.890	0.683	0.043	0.84	37.1
A 21	0.3	0.00	0	1	0.0050	60	0.053	0.089	3.994	0.707	0.045	0.85	36.9
A 22	0.3	0.00	0	1	0.0050	60	0.055	0.090	4.102	0.731	0.047	0.86	36.8
A 23	0.3	0.00	0	1	0.0050	60	0.057	0.091	4.218	0.756	0.049	0.86	36.6
A 24	0.3	0.00	0	1	0.0050	60	0.059	0.091	4.351	0.784	0.051	0.87	36.5
A 25	0.3	0.00	0	1	0.0050	60	0.062	0.091	4.539	0.822	0.053	0.86	36.4
A 26	0.3	0.00	0	1	0.0050	60	0.064	0.091	4.706	0.853	0.055	0.86	36.2
A 27	0.3	0.00	0	1	0.0050	60	0.069	0.087	5.297	0.940	0.057	0.83	36.1
A 28	0.322	0.00	0	1	0.0050	60	0.066	0.097	4.237	0.760	0.059	0.89	35.9
A 29	0.327	0.00	0	1	0.0050	60	0.068	0.099	4.211	0.755	0.061	0.90	35.8
A 30	0.35	0.00	0	1	0.0050	60	0.068	0.102	3.817	0.666	0.063	0.93	35.7
A 31	0.35	0.00	0	1	0.0050	60	0.071	0.103	3.917	0.689	0.066	0.92	35.6
A 32	0.35	0.00	0	1	0.0050	60	0.072	0.104	3.981	0.704	0.067	0.93	35.5
A 33	0.35	0.00	0	1	0.0050	60	0.074	0.104	4.046	0.718	0.069	0.93	35.3
A 34	0.35	0.00	0	1	0.0050	60	0.076	0.105	4.112	0.733	0.071	0.94	35.2
A 35	0.35	0.00	0	1	0.0050	60	0.077	0.106	4.181	0.748	0.073	0.94	35.1
A 36	0.35	0.00	0	1	0.0050	60	0.079	0.106	4.257	0.765	0.075	0.95	35.0
A 37	0.35	0.00	0	1	0.0050	60	0.081	0.106	4.333	0.781	0.076	0.95	34.9
A 38	0.35	0.00	0	1	0.0050	60	0.082	0.106	4.414	0.797	0.078	0.95	34.8
A 39	0.35	0.00	0	1	0.0050	60	0.084	0.107	4.500	0.814	0.080	0.96	34.7
A 40	0.35	0.00	0	1	0.0050	60	0.086	0.106	4.638	0.840	0.082	0.95	34.6
A 41	0.35	0.00	0	1	0.0050	60	0.088	0.106	4.758	0.863	0.083	0.95	34.5
A 42	0.35	0.00	0	1	0.0050	60	0.091	0.105	4.951	0.893	0.085	0.95	34.3
A 43	0.372	0.00	0	1	0.0050	60	0.089	0.113	4.239	0.761	0.087	0.99	34.2
A 44	0.376	0.00	0	1	0.0050	60	0.090	0.114	4.215	0.756	0.088	0.99	34.1
A 45	0.378	0.00	0	1	0.0050	60	0.091	0.114	4.231	0.759	0.091	1.00	34.0
A 46	0.38	0.00	0	1	0.0050	60	0.093	0.115	4.246	0.762	0.093	1.00	34.0
A 47	0.384	0.00	0	1	0.0050	60	0.094	0.116	4.220	0.757	0.094	1.01	33.9
A 48	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.095	0.119	3.988	0.705	0.097	1.02	33.8
A 49	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.096	0.119	4.030	0.715	0.098	1.02	33.7
A 50	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.097	0.120	4.072	0.724	0.100	1.03	33.6
A 51	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.099	0.120	4.115	0.734	0.102	1.03	33.5
A 52	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.100	0.120	4.159	0.744	0.103	1.03	33.4
A 53	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.102	0.121	4.207	0.754	0.105	1.04	33.3
A 54	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.103	0.121	4.253	0.764	0.106	1.04	33.2
A 55	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.106	0.121	4.344	0.783	0.109	1.03	33.1
A 56	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.107	0.122	4.394	0.793	0.111	1.03	33.1
A 57	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.108	0.122	4.445	0.803	0.112	1.04	33.0
A 58	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.109	0.122	4.489	0.812	0.113	1.04	32.9
A 59	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.112	0.122	4.596	0.832	0.116	1.03	32.8
A 60	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.113	0.121	4.663	0.845	0.117	1.04	32.7
A 61	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.115	0.121	4.736	0.858	0.119	1.04	32.6
A 62	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.117	0.120	4.842	0.876	0.120	1.03	32.6
A 63	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.119	0.119	4.973	0.896	0.122	1.03	32.5
A 64	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.114	0.131	3.845	0.672	0.124	1.08	32.4
A 65	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.115	0.132	3.871	0.678	0.126	1.08	32.3
A 66	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.116	0.132	3.898	0.685	0.127	1.10	32.2
A 67	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.117	0.133	3.925	0.691	0.129	1.10	32.2
A 68	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.118	0.133	3.952	0.697	0.130	1.10	32.1
A 69	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.120	0.134	3.979	0.703	0.132	1.11	32.0
A 70	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.121	0.134	4.007	0.710	0.133	1.11	32.0
A 71	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.122	0.134	4.034	0.716	0.135	1.11	31.9
A 72	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.123	0.135	4.062	0.722	0.136	1.12	31.8
A 73	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.125	0.135	4.111	0.733	0.139	1.11	31.7
A 74	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.127	0.136	4.160	0.744	0.141	1.11	31.7
A 75	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.128	0.136	4.191	0.751	0.143	1.11	31.6
A 76	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.129	0.136	4.221	0.757	0.144	1.11	31.5
A 77	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.130	0.136	4.251	0.763	0.146	1.11	31.5
A 78	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.131	0.136	4.280	0.765	0.146	1.12	31.4
A 79	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.133	0.137	4.336	0.781	0.149	1.11	31.3
A 80	0.45	0.00	0	1	0.0050	60	0.137	0.137	4.460	0.806	0.154	1.12	31.1



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
64 di 84

Per la rete di drenaggio della zona di fondo scavo trincea sud i risultati ottenuti sono riassunti nelle tabelle seguenti:

TRATTO	Lunghezza ramo [m]	Totale Area sottesa al ramo [m2]	Area sottesa 1 al ramo	Area sottesa 2 al ramo	Area sottesa 3 al ramo	Area Totale sottesa [m2]	Coef. affl. Medio []	Volume picc. invasi [m3ha]	Volume picc. Invasi area sott. [m3]	Volume in vasato condotta locale [m3]	Volume Totale in vasato locale WM [m3]	Volume Totale [m3]	Volume Totale specifico v [m3/m2]
RAMO A													
A 1	15,1	417,00	0	0	417	417	0,40	60	2,502	0,05	2,55	0,00	0,0081
A 2	20,0	590,00	0	0	590	1007	0,40	60	3,540	0,22	3,76	6,02	0,0080
A 3	20,0	590,00	0	0	590	1597	0,40	60	3,540	0,28	3,83	9,73	0,0081
A 4	20,0	590,00	0	0	590	2187	0,40	60	3,540	0,34	3,88	13,46	0,0081
A 5	20,0	590,00	0	0	590	2777	0,40	60	3,540	0,43	3,97	17,26	0,0082
A 6	20,0	590,00	0	0	590	3367	0,40	60	3,540	0,50	4,04	21,11	0,0083
A 7	20,0	590,00	0	0	590	3957	0,40	60	3,540	0,55	4,09	25,01	0,0083
A 8	20,0	590,00	0	0	590	4547	0,40	60	3,540	0,61	4,15	28,95	0,0084
A 9	20,0	590,00	0	0	590	5137	0,40	60	3,540	0,62	4,18	32,91	0,0084
A 10	20,0	590,00	0	0	590	5727	0,40	60	3,540	0,66	4,20	36,89	0,0084
A 11	20,0	590,00	0	0	590	6317	0,40	60	3,540	0,71	4,25	40,92	0,0085
A 12	20,0	590,00	0	0	590	6907	0,40	60	3,540	0,77	4,31	44,98	0,0085
A 13	20,0	590,00	0	0	590	7497	0,40	60	3,540	0,81	4,35	49,06	0,0085
A 14	20,0	590,00	0	0	590	8087	0,40	60	3,540	0,88	4,43	53,20	0,0086
A 15	20,0	590,00	0	0	590	8677	0,40	60	3,540	0,92	4,46	57,36	0,0086
A 16	20,0	590,00	0	0	590	9267	0,40	60	3,540	0,93	4,47	61,53	0,0086
A 17	20,0	590,00	0	0	590	9857	0,40	60	3,540	0,97	4,51	66,74	0,0087
A 18	20,0	590,00	0	0	590	10447	0,40	60	3,540	1,01	4,55	72,00	0,0087
A 19	20,0	590,00	0	0	590	11037	0,40	60	3,540	1,05	4,59	77,23	0,0087
A 20	20,0	590,00	0	0	590	11627	0,40	60	3,540	1,10	4,64	82,51	0,0088
A 21	20,0	590,00	0	0	590	12217	0,40	60	3,540	1,14	4,68	87,83	0,0088
A 22	20,0	590,00	0	0	590	12807	0,40	60	3,540	1,18	4,72	93,17	0,0088
A 23	20,0	590,00	0	0	590	13397	0,40	60	3,540	1,22	4,76	98,54	0,0088
A 24	20,0	590,00	0	0	590	13987	0,40	60	3,540	1,27	4,81	103,95	0,0089
A 25	20,0	590,00	0	0	590	14577	0,40	60	3,540	1,27	4,83	109,39	0,0089
A 26	20,0	590,00	0	0	590	15167	0,40	60	3,540	1,29	4,85	114,81	0,0089
A 27	20,0	590,00	0	0	590	15757	0,40	60	3,540	1,30	4,86	120,27	0,0089
A 28	20,0	590,00	0	0	590	16347	0,40	60	3,540	1,40	4,94	131,77	0,0090
A 29	20,0	590,00	0	0	590	16937	0,40	60	3,540	1,40	4,98	143,29	0,0090
A 30	20,0	590,00	0	0	590	17527	0,40	60	3,540	1,43	4,97	154,81	0,0090
A 31	20,0	590,00	0	0	590	18117	0,40	60	3,540	1,47	5,01	166,33	0,0090
A 32	20,0	590,00	0	0	590	18707	0,40	60	3,540	1,51	5,05	177,83	0,0091
A 33	20,0	590,00	0	0	590	19297	0,40	60	3,540	1,54	5,08	189,33	0,0091
A 34	20,0	590,00	0	0	590	19887	0,40	60	3,540	1,58	5,12	200,81	0,0091
A 35	20,0	590,00	0	0	590	20477	0,40	60	3,540	1,62	5,16	212,29	0,0091
A 36	20,0	590,00	0	0	590	21067	0,40	60	3,540	1,67	5,21	223,74	0,0091
A 37	20,0	590,00	0	0	590	21657	0,40	60	3,540	1,70	5,24	235,17	0,0092
A 38	20,0	590,00	0	0	590	22247	0,40	60	3,540	1,74	5,28	246,59	0,0092
A 39	20,0	590,00	0	0	590	22837	0,40	60	3,540	1,75	5,29	258,00	0,0092
A 40	20,0	590,00	0	0	590	23427	0,40	60	3,540	1,77	5,31	269,38	0,0092
A 41	20,0	590,00	0	0	590	24017	0,40	60	3,540	1,81	5,35	280,74	0,0093
A 42	20,0	590,00	0	0	590	24607	0,40	60	3,540	1,82	5,36	292,08	0,0093
A 43	20,0	590,00	0	0	590	25197	0,40	60	3,540	1,87	5,41	303,41	0,0093
A 44	20,0	590,00	0	0	590	25787	0,40	60	3,540	1,90	5,44	314,73	0,0093
A 45	20,0	590,00	0	0	590	26377	0,40	60	3,540	1,93	5,47	326,04	0,0093
A 46	20,0	590,00	0	0	590	26967	0,40	60	3,540	1,96	5,50	337,33	0,0094
A 47	20,0	590,00	0	0	590	27557	0,40	60	3,540	1,98	5,52	348,60	0,0094
A 48	20,0	590,00	0	0	590	28147	0,40	60	3,540	1,98	5,53	359,85	0,0094
A 49	20,0	590,00	0	0	590	28737	0,40	60	3,540	1,99	5,53	371,08	0,0094
A 50	20,0	590,00	0	0	590	29327	0,40	60	3,540	2,02	5,56	382,29	0,0094
A 51	20,0	590,00	0	0	590	29917	0,40	60	3,540	2,08	5,62	393,47	0,0095
A 52	20,0	590,00	0	0	590	30507	0,40	60	3,540	2,11	5,65	404,62	0,0095
A 53	20,0	590,00	0	0	590	31097	0,40	60	3,540	2,14	5,68	415,74	0,0095
A 54	20,0	590,00	0	0	590	31687	0,40	60	3,540	2,17	5,71	426,83	0,0095
A 55	20,0	590,00	0	0	590	32277	0,40	60	3,540	2,20	5,74	437,89	0,0095
A 56	20,0	590,00	0	0	590	32867	0,40	60	3,540	2,23	5,77	448,92	0,0095
A 57	20,0	590,00	0	0	590	33457	0,40	60	3,540	2,27	5,81	460,00	0,0096
A 58	20,0	590,00	0	0	590	34047	0,40	60	3,540	2,31	5,85	471,11	0,0096
A 59	20,0	590,00	0	0	590	34637	0,40	60	3,540	2,25	5,78	482,24	0,0096
A 60	20,0	590,00	0	0	590	35227	0,40	60	3,540	2,30	5,84	493,39	0,0096
A 61	20,0	590,00	0	0	590	35817	0,40	60	3,540	2,31	5,85	504,51	0,0096
A 62	20,0	590,00	0	0	590	36407	0,40	60	3,540	2,33	5,87	515,60	0,0097
A 63	20,0	590,00	0	0	590	36997	0,40	60	3,540	2,36	5,90	526,66	0,0097
A 64	20,0	590,00	0	0	590	37587	0,40	60	3,540	2,35	5,89	537,69	0,0097
A 65	20,0	590,00	0	0	590	38177	0,40	60	3,540	2,37	5,91	548,69	0,0097
A 66	20,0	590,00	0	0	590	38767	0,40	60	3,540	2,40	5,94	559,66	0,0097
A 67	20,0	590,00	0	0	590	39357	0,40	60	3,540	2,43	5,97	570,60	0,0097
A 68	20,0	590,00	0	0	590	39947	0,40	60	3,540	2,45	5,99	581,51	0,0098
A 69	20,0	590,00	0	0	590	40537	0,40	60	3,540	2,48	6,02	592,39	0,0098
A 70	20,0	590,00	0	0	590	41127	0,40	60	3,540	2,50	6,04	603,24	0,0098
A 71	20,0	590,00	0	0	590	41717	0,40	60	3,540	2,53	6,07	614,06	0,0098
A 72	20,0	590,00	0	0	590	42307	0,40	60	3,540	2,56	6,10	624,85	0,0098
A 73	20,0	590,00	0	0	590	42897	0,40	60	3,540	2,58	6,12	635,61	0,0098
A 74	20,0	590,00	0	0	590	43487	0,40	60	3,540	2,61	6,15	646,34	0,0099
A 75	20,0	590,00	0	0	590	44077	0,40	60	3,540	2,64	6,18	657,04	0,0099
A 76	20,0	590,00	0	0	590	44667	0,40	60	3,540	2,68	6,20	667,71	0,0099
A 77	20,0	590,00	0	0	590	45257	0,40	60	3,540	2,69	6,23	678,35	0,0099
A 78	20,0	590,00	0	0	590	45847	0,40	60	3,540	2,72	6,26	688,96	0,0099
A 79	20,0	590,00	0	0	590	46437	0,40	60	3,540	2,75	6,29	699,54	0,0099
A 80	61,0	2010,00	0	0	2010	48447	0,40	60	12,060	8,71	20,77	386,87	0,0080

Dai risultati sopra riportati si osserva che tutti i manufatti sono verificati garantendo il grado di riempimento sempre minore di 0.8 per i canali trapezoidali, mentre per le tubazioni di drenaggio a fondo scavo si ammette un maggiore grado di riempimento rispetto al tradizionale 0.7 per le tubazioni circolari. Tali gradi di riempimento tenendo anche conto che si tratta di opere provvisorie sono da ritenersi accettabili. Nella tabella seguente si riportano i risultati relativi al calcolo del tempo di precipitazione per cui si massimizza la portata nella rete delle aree esterne durante le fasi di scavo e realizzazione della galleria.

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001Rev.
AFoglio
65 di 84

Bacino esterno zona nord	Volume Totale [m3]	Portata [m3/s]	tp [min.]	tp [min.] tempo di precipitazione per il quale si massimizza la portata [min.]
RAMO A				8.97
A 1	0.2	0.001	6.99	
A 2	0.4	0.002	7.16	
A 3	0.7	0.002	7.54	
A 4	0.8	0.003	7.60	
A 5	1.0	0.003	7.77	
A 6	1.3	0.004	7.98	
A 7	1.5	0.005	8.20	
A 8	1.8	0.005	8.97	
RAMO B				10.08
B 1	0.3	0.001	8.06	
B 2	0.6	0.002	8.59	
B 3	0.8	0.002	10.08	
RAMO C				8.04
C 1	0.2	0.001	7.55	
C 2	0.4	0.002	7.05	
C 3	0.6	0.002	7.02	
C 4	0.9	0.003	7.63	
C 5	1.1	0.004	7.59	
C 6	1.3	0.004	8.04	
RAMO D				7.04
D 1	0.2	0.001	7.55	
D 2	0.4	0.002	7.07	
D 3	0.6	0.002	6.90	
D 4	0.8	0.003	6.96	
D 5	1.1	0.004	7.04	
RAMO E				13.50
E 1	3.4	0.007	12.35	
E 2	6.7	0.014	12.43	
E 3	10.9	0.022	12.49	
E 4	16.4	0.033	12.60	
E 5	22.5	0.044	12.91	
E 6	25.5	0.049	13.06	
E 7	27.9	0.053	13.26	
E 8	30.8	0.058	13.50	
RAMO F				4.79
F 1	0.3	0.003	2.80	
F 2	1.2	0.009	3.54	
F 3	2.7	0.018	3.84	
F 4	4.7	0.029	4.07	
F 5	7.1	0.042	4.31	
F 6	8.8	0.053	4.27	
F 7	10.4	0.057	4.63	
F 8	11.7	0.063	4.72	
F 9	12.4	0.066	4.79	
RAMO G				12.17
G 1	0.8	0.002	9.69	
G 2	3.9	0.009	11.28	
G 3	14.1	0.030	12.03	
G 4	19.3	0.040	12.17	
Inserimento RAMO F				12.55
G 5	32.6	0.097	8.33	
G 6	38.6	0.105	9.33	
G 7	44.5	0.112	10.06	
G 8	53.0	0.121	11.12	
G 9	57.4	0.124	11.71	
G 10	61.1	0.126	12.31	
G 11	62.5	0.126	12.55	
RAMO H				23.10
H 1	2.8	0.006	12.13	
H 2	5.8	0.012	12.62	
H 3	8.9	0.017	13.15	
H 4	12.2	0.022	14.09	
H 5	15.4	0.026	14.87	
H 6	18.4	0.030	15.56	
H 7	20.6	0.031	16.92	
H 8	22.2	0.032	17.59	
H 9	24.1	0.034	18.21	
H 10	27.0	0.036	19.19	
H 11	29.8	0.039	19.63	
H 12	32.6	0.041	20.06	
H 13	35.1	0.044	20.13	
H 14	37.7	0.047	20.58	
H 15	40.2	0.049	20.90	
H 16	42.2	0.050	21.27	
H 17	43.7	0.051	21.69	
H 18	45.0	0.052	22.14	
H 19	46.0	0.052	22.61	
H 20	46.8	0.051	23.10	
RAMO I				13.83
I 1	2.9	0.006	12.31	
I 2	6.2	0.012	13.51	
I 3	9.6	0.018	13.71	
I 4	13.1	0.024	13.67	
I 5	14.8	0.027	13.83	
RAMO L				14.04
L 1	5.9	0.011	13.21	
L 2	10.4	0.020	13.99	
L 3	13.9	0.027	13.04	
L 4	15.3	0.029	13.50	
L 5	16.4	0.030	14.04	
RAMO M				14.42
M 1	6.0	0.012	12.53	
M 2	11.2	0.023	12.57	
M 3	15.6	0.031	12.90	
M 4	19.2	0.036	13.60	
M 5	21.5	0.039	13.98	
M 6	22.7	0.040	14.42	
RAMO N				15.88
N 1	0.0	0.034	0.00	
N 2	40.4	0.074	13.94	
N 3	51.4	0.087	15.05	
N 4	84.5	0.143	14.97	
N 5	101.3	0.189	15.20	
N 6	118.2	0.196	15.31	
N 7	125.1	0.200	15.88	

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001Rev.
AFoglio
66 di 84

Bacino esterno zona sud	Volume Totale [m ³]	Portata [m ³ /s]	tp [min.]	tp [min.] tempo di precipitazione per il quale si [min.]
RAMO AA				13.77
AA1	3.2	0.007	12.15	
AA2	8.4	0.016	13.72	
AA3	14.1	0.026	13.77	
RAMO A				8.61
A1	4.4	0.008	13.35	
A2	5.6	0.006	388	
A3	10.2	0.046	5.62	
A4	15.0	0.057	6.68	
A5	15.8	0.055	7.26	
A5	22.2	0.055	8.61	
Inserimento RAMO AA				9.17
A6	33.2	0.101	8.37	
A7	35.3	0.103	8.68	
A8	37.5	0.106	8.99	
A9	39.0	0.108	9.17	
RAMO B				13.66
B1	1.9	0.004	12.73	
B2	8.7	0.017	12.77	
B3	14.8	0.029	12.83	
B4	17.7	0.034	13.07	
B5	21.0	0.038	13.66	
RAMO C				7.30
C1	0.2	0.001	7.94	
C2	0.4	0.001	7.50	
C3	0.7	0.002	7.51	
C4	0.9	0.003	7.30	
RAMO D				7.62
D1	0.2	0.001	7.52	
D2	0.4	0.001	7.70	
D3	0.7	0.002	7.44	
D4	0.9	0.003	7.40	
D5	1.1	0.004	7.37	
D6	1.3	0.004	7.49	
D7	1.5	0.005	7.62	
RAMO E				9.30
E1	0.2	0.001	7.73	
E2	0.5	0.001	8.28	
E3	0.7	0.002	8.54	
E4	0.9	0.003	8.76	
E5	1.3	0.004	8.95	
E6	1.5	0.004	9.30	
RAMO F				5.81
F1	0.3	0.002	3.45	
F2	0.9	0.005	4.44	
F3	1.7	0.009	4.85	
F4	2.7	0.013	5.24	
F5	3.8	0.017	5.52	
F6	4.7	0.022	5.39	
F7	5.5	0.024	5.74	
F7	6.4	0.028	5.81	
RAMO G				6.73
G1	0.2	0.001	5.71	
G2	0.4	0.002	6.49	
G3	0.7	0.003	6.73	
Inserimento RAMO F				8.40
G5	7.4	0.031	6.07	
G6	7.7	0.031	6.35	
G7	8.2	0.031	6.81	
G8	9.1	0.030	7.77	
G9	9.6	0.029	8.40	
RAMO H				14.24
H1	0.3	0.001	11.23	
H2	0.6	0.001	13.05	
H3	1.0	0.002	13.45	
H4	1.3	0.002	13.54	
H5	1.6	0.003	13.51	
H6	1.9	0.004	13.37	
H7	2.2	0.004	13.28	
H8	2.4	0.005	13.16	
H9	2.7	0.005	13.21	
H10	3.0	0.006	13.27	
H11	3.3	0.006	13.34	
H12	3.6	0.007	13.44	
H13	3.9	0.007	13.54	
H14	4.2	0.008	13.68	
H15	4.7	0.008	14.24	
RAMO I				10.82
I1	0.4	0.001	11.87	
I2	0.7	0.002	10.82	
RAMO L				9.07
L1	0.2	0.001	7.26	
L2	0.4	0.002	6.44	
L3	0.6	0.002	6.48	
L4	0.8	0.003	6.99	
L5	1.1	0.004	7.74	
L6	1.4	0.004	8.60	
L7	1.7	0.005	9.07	
RAMO M				8.50
M1	0.3	0.001	12.89	
M2	0.5	0.001	10.03	
M3	0.7	0.002	8.98	
M4	0.9	0.003	8.50	
RAMO N				6.53
N1	0.2	0.001	7.43	
N2	0.4	0.002	6.71	
N3	0.6	0.002	6.48	
N4	0.8	0.003	6.53	
RAMO O				8.32
O1	0.2	0.001	8.38	
O2	0.4	0.001	7.55	
O3	0.7	0.002	7.45	
O4	0.9	0.003	8.05	
O5	1.1	0.004	7.95	
O6	1.4	0.004	8.32	
RAMO P				4.73
P1	0.2	0.001	3.97	
P2	0.4	0.002	4.73	
RAMO Q				13.30
Q1	0.5	0.001	16.07	
Q2	0.7	0.001	13.30	
RAMO R				14.56
R1	10.9	0.022	12.83	
R2	37.5	0.068	13.98	
R3	38.9	0.068	14.56	

Nella tabella seguente si riportano i risultati relativi al calcolo del tempo di precipitazione per cui si massimizza la portata nella rete delle aree di fondo scavo durante le fasi di scavo e realizzazione della galleria.

Trincea drenante a fondo scavo a nord	Volume Totale [m3]	Portata [m3/s]	tp [min.]	tp [min.] tempo di precipitazione per il quale si [min.]
RAMO A				68.20
A 1	1.5	0.001	36.11	
A 2	5.4	0.003	39.85	
A 3	9.5	0.006	41.04	
A 4	13.6	0.008	41.87	
A 5	17.8	0.011	42.54	
A 6	22.0	0.013	43.13	
A 7	26.2	0.015	43.68	
A 8	30.5	0.018	44.19	
A 9	34.8	0.020	44.67	
A 10	39.1	0.022	45.14	
A 11	43.5	0.024	45.58	
A 12	47.9	0.026	46.02	
A 13	52.3	0.029	46.46	
A 14	56.8	0.031	46.89	
A 15	61.3	0.033	47.31	
A 16	65.8	0.035	47.71	
A 17	70.4	0.037	48.10	
A 18	75.0	0.039	48.48	
A 19	79.6	0.041	48.86	
A 20	84.2	0.043	49.24	
A 21	88.9	0.045	49.61	
A 22	93.5	0.047	49.98	
A 23	98.2	0.050	50.35	
A 24	103.0	0.052	50.71	
A 25	107.7	0.054	51.08	
A 26	112.5	0.056	51.45	
A 27	117.4	0.057	51.84	
A 28	122.2	0.059	52.19	
A 29	127.1	0.061	52.54	
A 30	131.9	0.063	52.87	
A 31	136.8	0.065	53.20	
A 32	141.7	0.067	53.54	
A 33	146.7	0.069	53.87	
A 34	151.6	0.071	54.20	
A 35	156.6	0.073	54.53	
A 36	161.6	0.075	54.85	
A 37	166.7	0.077	55.18	
A 38	171.7	0.079	55.50	
A 39	176.8	0.080	55.83	
A 40	181.9	0.082	56.15	
A 41	187.0	0.084	56.48	
A 42	192.1	0.086	56.81	
A 43	197.3	0.088	57.12	
A 44	202.4	0.089	57.43	
A 45	207.6	0.091	57.74	
A 46	212.8	0.093	58.04	
A 47	218.0	0.095	58.34	
A 48	223.3	0.097	58.64	
A 49	228.5	0.098	58.94	
A 50	233.8	0.100	59.23	
A 51	239.1	0.102	59.53	
A 52	244.4	0.104	59.82	
A 53	249.7	0.105	60.11	
A 54	255.0	0.107	60.41	
A 55	260.4	0.109	60.70	
A 56	265.8	0.111	61.00	
A 57	271.2	0.112	61.29	
A 58	276.6	0.114	61.59	
A 59	282.1	0.116	61.88	
A 60	287.5	0.117	62.18	
A 61	293.0	0.119	62.48	
A 62	298.5	0.121	62.77	
A 63	304.1	0.122	63.08	
A 64	309.6	0.124	63.35	
A 65	315.1	0.126	63.62	
A 66	320.6	0.127	63.89	
A 67	326.1	0.129	64.17	
A 68	331.7	0.131	64.44	
A 69	337.3	0.132	64.71	
A 70	342.9	0.134	64.97	
A 71	348.5	0.136	65.24	
A 72	354.1	0.137	65.51	
A 73	359.7	0.139	65.78	
A 74	365.4	0.140	66.05	
A 75	371.1	0.142	66.32	
A 76	376.8	0.144	66.59	
A 77	382.5	0.145	66.86	
A 78	388.2	0.147	67.13	
A 79	394.0	0.148	67.40	
A 80	413.0	0.154	68.20	

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001Rev.
AFoglio
68 di 84

Trincea drenante a fondo scavo a sud	Volume Totale [m ³]	Portata [m ³ /s]	t _p [min.]	t _p [min.] tempo di precipitazione per il quale si [min.]
RAMO A				61.65
A 1	2.6	0.002	29.92	
A 2	6.0	0.005	32.98	
A 3	9.7	0.007	34.20	
A 4	13.4	0.010	35.09	
A 5	17.3	0.012	35.89	
A 6	21.1	0.015	36.60	
A 7	25.0	0.017	37.23	
A 8	28.9	0.019	37.82	
A 9	32.9	0.022	38.32	
A 10	36.9	0.024	38.79	
A 11	40.9	0.026	39.25	
A 12	45.0	0.029	39.70	
A 13	49.1	0.031	40.13	
A 14	53.2	0.033	40.58	
A 15	57.4	0.035	41.01	
A 16	61.5	0.038	41.41	
A 17	65.7	0.040	41.80	
A 18	70.0	0.042	42.18	
A 19	74.2	0.044	42.56	
A 20	78.5	0.046	42.94	
A 21	82.8	0.049	43.31	
A 22	87.2	0.051	43.68	
A 23	91.5	0.053	44.05	
A 24	95.9	0.055	44.42	
A 25	100.4	0.057	44.76	
A 26	104.8	0.059	45.12	
A 27	109.3	0.061	45.47	
A 28	113.8	0.063	45.82	
A 29	118.3	0.065	46.17	
A 30	122.8	0.067	46.50	
A 31	127.4	0.069	46.83	
A 32	131.9	0.071	47.16	
A 33	136.5	0.073	47.48	
A 34	141.2	0.075	47.81	
A 35	145.8	0.077	48.13	
A 36	150.5	0.079	48.46	
A 37	155.2	0.081	48.79	
A 38	159.9	0.083	49.12	
A 39	164.6	0.084	49.44	
A 40	169.4	0.086	49.76	
A 41	174.2	0.088	50.07	
A 42	178.9	0.090	50.38	
A 43	183.8	0.092	50.69	
A 44	188.6	0.094	51.00	
A 45	193.5	0.096	51.31	
A 46	198.3	0.097	51.62	
A 47	203.2	0.099	51.92	
A 48	208.1	0.101	52.22	
A 49	213.0	0.103	52.51	
A 50	218.0	0.105	52.80	
A 51	222.9	0.107	53.09	
A 52	227.9	0.108	53.39	
A 53	232.9	0.110	53.69	
A 54	237.9	0.112	53.98	
A 55	243.0	0.114	54.28	
A 56	248.0	0.115	54.57	
A 57	253.1	0.117	54.87	
A 58	258.2	0.119	55.17	
A 59	263.3	0.121	55.45	
A 60	268.5	0.122	55.73	
A 61	273.6	0.124	56.01	
A 62	278.7	0.126	56.29	
A 63	283.9	0.127	56.57	
A 64	289.1	0.129	56.84	
A 65	294.2	0.131	57.11	
A 66	299.4	0.132	57.38	
A 67	304.7	0.134	57.65	
A 68	309.9	0.136	57.92	
A 69	315.1	0.137	58.18	
A 70	320.4	0.139	58.45	
A 71	325.7	0.141	58.72	
A 72	331.0	0.142	58.99	
A 73	336.3	0.144	59.25	
A 74	341.7	0.146	59.52	
A 75	347.0	0.147	59.79	
A 76	352.4	0.149	60.06	
A 77	357.8	0.151	60.32	
A 78	363.2	0.152	60.59	
A 79	368.6	0.154	60.86	
A 80	386.9	0.159	61.65	

7.2.3. *Calcolo delle portate meteoriche tra la Pk 143+438.58 e la Pk 143+573.60 durante la fase di esercizio*

Il sistema di drenaggio ad opera conclusa si articola nel seguente modo:

- sistema drenante delle aree esterne;
- sistema drenante di piattaforma.

Vengono di seguito descritti i criteri idraulici di dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche del tratto compreso tra la Pk 143+438.58 e la Pk 143+573.60.

Il tratto oggetto d'interesse risulta avere pendenza media unidirezionale costante pari a 0,0495% con livellette decrescenti da est verso ovest.

Il tratto di piattaforma esterna corrisponde al tratto compreso tra la Pk 143+573.60 e la Pk 143+830.

Vista la pendenza monotona e l'impossibilità di scaricare le acque meteoriche esternamente la portata generata viene scaricata tramite la stazione di sollevamento alla Pk 143+575 circa ad una vasca di drenaggio a dispersione posta a sud della linea ferroviaria.

Per il drenaggio esterno abbiamo la seguente suddivisione:

- dalla Pk 143+438.58 alla Pk 143+573.60 zona nord rispetto alla linea ferroviaria per il tratto rimodellato altimetricamente e planimetricamente con canale di guardia in cls delle dimensioni di 50-150x50 cm mentre il portale d'ingresso con canale rettangolare delle dimensioni di 50x50 cm entrambi con scarico in trincea drenante a dispersione posta a nord;
- dalla Pk 143+438.58 alla Pk 143+573.60 la zona sud con canale di guardia in cls delle dimensioni di 150-50x50 cm per il tratto rimodellato altimetricamente e planimetricamente mentre il portale d'ingresso con canale rettangolare delle dimensioni di 50x50 cm entrambi con scarico nella vasca di raccolta acque a dispersione provenienti anche dalla stazione di sollevamento.

Per completezza progettuale, nel sistema di drenaggio si è tenuto conto del drenaggio di versante esterno alla galleria.

Per quanto riguarda le opere di captazione delle acque di pioggia esterne si è cercato un percorso che meglio riesca a seguire la morfologia del territorio al fine di poter operare sempre a gravità.

Le portate generate dalla zona di drenaggio della piattaforma della zona est del sistema di San Giorgio in Salici e quelle generate dal drenaggio delle aree esterne sono scaricate nelle vasche di raccolta acque a dispersione poste a nord e sud del portale d'ingresso.

Le portate stimate del sistema di drenaggio esterno di piattaforma risultano essere di circa 159 l/s, mentre quelle generate dalle aree esterne risultano essere pari a 22 l/s per il lato nord e di 24 l/s per quello sud.

Il tratto di piattaforma risulta presidiato lateralmente da due canali rettangolari in cls della sezione di 50x50 cm, pendenza uguale alla pendenza del piano ferro, i quali si raccordano alla Pk 143+575 e scaricano nella stazione di sollevamento.

Infine nella Figura 7-14 e nella Figura 7-15 è riepilogato graficamente lo schema della rete di drenaggio di piattaforma complessivo di tutta la galleria San Giorgio in Salici (GA16, GN04 e GA17).



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
70 di 84

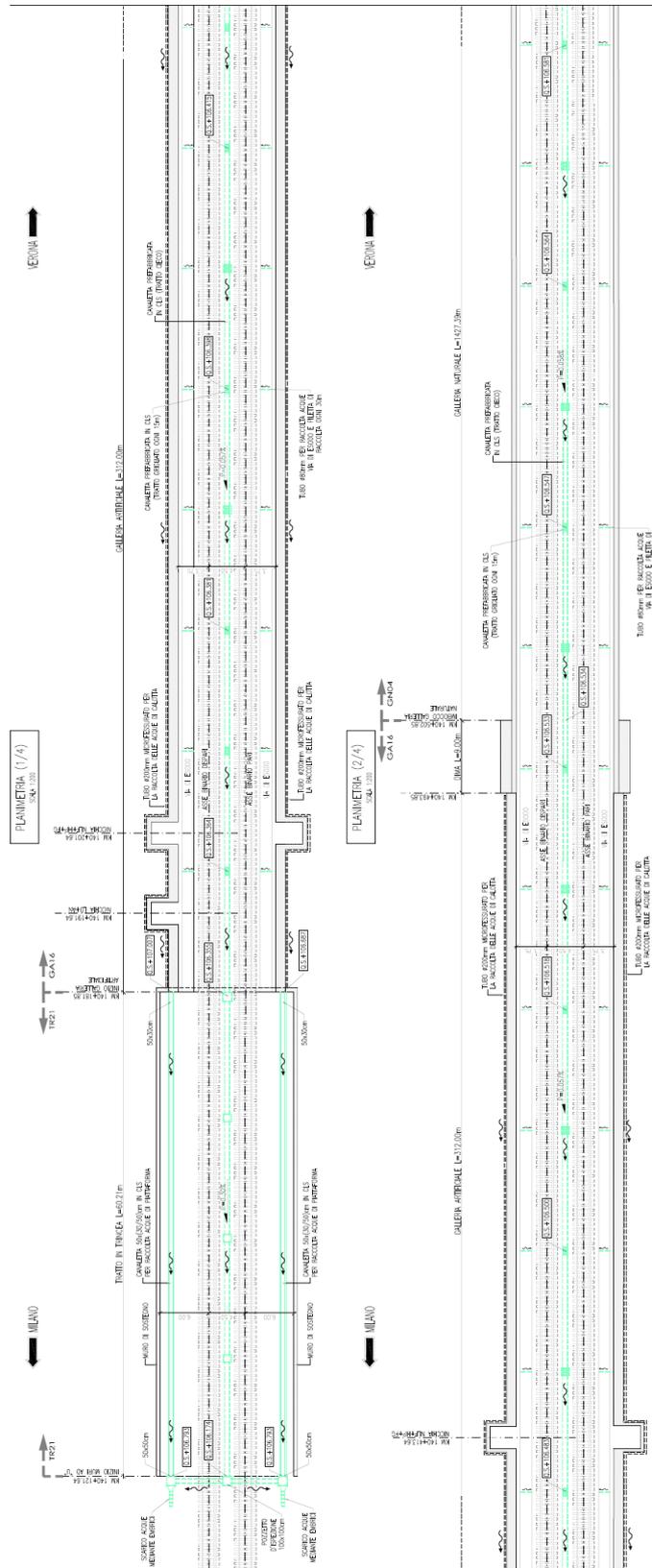


Figura 7-14 - Schema (1 di 2) della rete di drenaggio di piattaforma in fase di esercizio della GA16,GN04 e GA17.

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
71 di 84

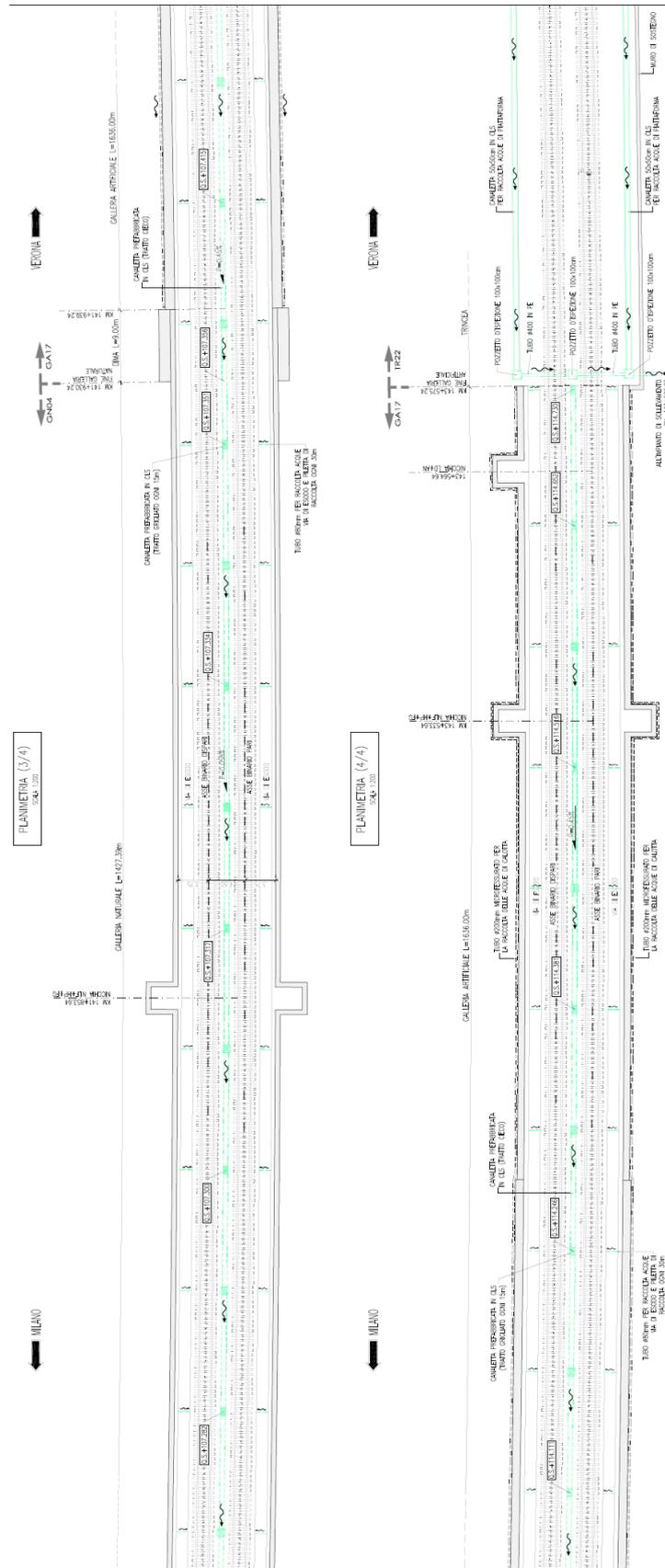


Figura 7-15 - Schema (2 di 2) della rete di drenaggio di piattaforma in fase di esercizio della GA16,GN04 e GA17.



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001Rev.
AFoglio
72 di 84

La portata stimata del sistema di drenaggio esterno di piattaforma in esercizio è dell'ordine dei 70-80 l/s per lato.

Vengono di seguito descritti i criteri idraulici di dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque. I valori dei parametri della curva di possibilità pluviometrica sono gli stessi per tutte le aree sia per il calcolo delle portate delle aree esterne che quelle di piattaforma.

$h = a t p^n$	
a	n
[mm/hn]	[-]
59.125	0.4636

Zona	Tipologia	Coeff. Afflusso	Volume picc. Invasi
		[-]	[m3/ha]
Area 1	Piattaforma	0.90	50
Area 2	Scarpate	0.90	30
Area 3	Aree esterne	0.50	30
Area 4	Aree esterne prati e campagne poco pendenti	0.10	30

Per la zona esterna nord abbiamo:

TRATTO	Lunghezza ramo [m]	Totale Area sottesa al ramo [m2]	Area sottesa 1 al ramo	Area sottesa 2 al ramo	Area sottesa 3 al ramo	Area Totale sottesa [m2]	Coeff. affl. Medio [-]	Volume picc. invasi [m3/ha]	Volume picc. Invasi area sott. [m3]	Volume invasato condotta locale [m3]	Volume Totale Invasato locale WM [m3]	Volume Totale [m3]	Volume Totale specifico w [m3/m2]
RAMO A BIS 1													
A 1	62	434	4	0	0	4	0.90	50	0.022	0.03	0.05	0.00	0.010
A 2	144	93.08	10	0	83	97	0.46	63	0.590	0.16	0.75	0.78	0.0080
A 3	200	133.00	14	0	119	230	0.46	63	0.844	0.22	1.06	1.83	0.0079
A 4	108	7.56	8	0	0	239	0.90	50	0.038	0.03	0.07	1.82	0.0081
RAMO A													
A 1	20.0	218.00	30	0	188	218	0.47	63	1.372	0.30	1.67	0.00	0.0077
A 2	20.0	215.00	30	0	185	433	0.47	63	1.353	0.20	1.56	3.27	0.0075
A 3	20.0	228.00	30	0	196	659	0.47	63	1.424	0.18	1.61	4.81	0.0075
A 4	20.4	263.30	30	0	233	922	0.46	63	1.656	0.22	1.89	8.81	0.0074
A 5	20.4	326.60	31	0	295	1248	0.46	64	2.071	0.25	2.32	9.13	0.0073
Inserimento RAMO A BIS 1													
A 6	10	150	2	0	0	1487	0.90	50	0.008	0.03	0.03	11.09	0.0075

TRATTO	b (L inf) o ϕ [m]	DIMENSIONE MANUFATTO H (altezza canale) [m]	B (L sup) [m]	n° Canali	Pendenza [mm]	Coeff. Strickler [m1/3s-1]	Area Bagnata [m2]	Raggio Idraulico [m]	Tirante y [m]	Grado Riemp. (y/H) [m/m]	Portata [m3/s]	Velocità [m/s]	Coeff. Udrom. [l/(s ha)]
RAMO A BIS 1													
A 1	0.5	0.50	0.5	1	0.0032	60	0.004	0.008	0.008	0.017	0.001	0.04	385.8
A 2	0.5	0.50	0.5	1	0.0014	60	0.011	0.020	0.022	0.044	0.002	0.12	139.2
A 3	0.5	0.50	0.5	1	0.0050	60	0.011	0.020	0.022	0.044	0.003	0.28	133.0
A 4	0.5	0.50	0.5	1	0.5537	60	0.003	0.006	0.006	0.011	0.004	1.17	139.0
RAMO A													
A 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0025	60	0.015	0.026	0.029	0.057	0.004	0.21	143.0
A 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0250	60	0.010	0.018	0.020	0.039	0.007	0.62	146.3
A 3	0.5	0.50	1.5	1	0.0870	60	0.009	0.017	0.018	0.035	0.011	1.06	147.6
A 4	0.5	0.50	1.5	1	0.0807	60	0.011	0.020	0.021	0.042	0.014	1.23	147.1
A 5	0.5	0.50	1.5	1	0.1044	60	0.012	0.022	0.023	0.047	0.018	1.48	145.5
Inserimento RAMO A BIS 1													
A 6	0.5	0.50	1.5	1	0.0134	60	0.026	0.041	0.046	0.095	0.022	0.62	144.3

Per la zona esterna sud abbiamo:

TRATTO	Lunghezza ramo [m]	Totale Area sottesa al ramo [m2]	Area sottesa 1 al ramo	Area sottesa 2 al ramo	Area sottesa 3 al ramo	Area Totale sottesa [m2]	Coeff. affl. Medio [-]	Volume picc. invasi [m3/ha]	Volume picc. Invasi area sott. [m3]	Volume invasato condotta locale [m3]	Volume Totale Invasato locale WM [m3]	Volume Totale [m3]	Volume Totale specifico w [m3/m2]
RAMO A													
A 1	20.0	540.00	30	0	510	540	0.43	69	3.230	0.45	3.66	0.00	0.0068
A 2	20.0	600.00	30	0	570	1140	0.43	60	3.570	0.78	4.35	7.90	0.0069
A 3	15.8	670.70	24	0	647	1811	0.42	60	4.001	0.20	4.20	12.25	0.0068

TRATTO	b (L inf) o ϕ [m]	DIMENSIONE MANUFATTO H (altezza canale) [m]	B (L sup) [m]	n° Canali	Pendenza [mm]	Coeff. Strickler [m1/3s-1]	Area Bagnata [m2]	Raggio Idraulico [m]	Tirante y [m]	Grado Riemp. (y/H) [m/m]	Portata [m3/s]	Velocità [m/s]	Coeff. Udrom. [l/(s ha)]
RAMO A													
A 1	0.5	0.50	1.5	1	0.0020	60	0.023	0.036	0.042	0.083	0.007	0.33	135.6
A 2	0.5	0.50	1.5	1	0.0020	60	0.039	0.056	0.068	0.137	0.015	0.38	131.2
A 3	0.5	0.50	1.5	1	0.1544	60	0.013	0.022	0.024	0.048	0.024	1.90	132.7

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001

Rev.
A

Foglio
73 di 84

Per la zona di piattaforma abbiamo:

TRATTO	Lunghezza ramo [m]	Totale Area sottesa al ramo [m2]	Area sottesa 1 al ramo	Area sottesa 2 al ramo	Area sottesa 3 al ramo	Area Totale sottesa [m2]	Coeff. affl. Medio [l]	Volume piov. Invasi [m3/ha]	Volume piov. Invasi area sott. [m3]	Volume Invasato condotta locale [m3]	Volume Totale Invasato locale WM [m3]	Volume Totale [m3]	Volume Totale specifico vv [m3/m2]
RAMO A NORD													
A 1	16.4	198.44	133	0	66	198	0.73	55	1.091	0.31	1.40	0.00	0.0071
A 2	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	0.42	1.42	2.77	0.0073
A 3	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	0.53	1.53	4.21	0.0075
A 4	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	0.62	1.62	5.71	0.0077
A 5	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	0.71	1.70	7.26	0.0079
A 6	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	0.79	1.79	8.88	0.0080
A 7	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	0.86	1.86	10.53	0.0082
A 8	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	0.94	1.94	12.25	0.0083
A 9	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	1.00	2.00	14.00	0.0085
A 10	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	1.07	2.06	15.80	0.0086
A 11	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	1.12	2.12	17.64	0.0088
A 12	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	1.18	2.18	19.52	0.0089
A 13	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	1.23	2.23	21.43	0.0090
A 14	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	1.28	2.28	23.38	0.0091
A 15	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	1.33	2.33	25.37	0.0092
A 16	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	1.38	2.38	27.38	0.0094
A 17	15.0	181.50	122	0	60	180	0.73	55	0.998	1.44	2.43	29.44	0.0095
A 18	10.0	0.00	0	0	0	0	0.40	66	0.000	0.84	2.84	27.85	0.0090
A 19	10.0	0.00	0	0	0	0	0.40	66	0.000	0.83	2.83	26.24	0.0081
RAMO B SUD													
B 1	16.4	149.24	133	0	16	149	0.85	52	0.771	0.32	1.09	0.00	0.0073
B 2	15.0	136.50	122	0	14	136	0.85	52	0.705	0.44	1.11	2.46	0.0086
B 3	15.0	136.50	122	0	15	135	0.85	52	0.705	0.52	1.23	3.30	0.0078
B 4	15.0	136.50	122	0	15	135	0.85	52	0.705	0.61	1.32	4.51	0.0081
B 5	15.0	136.50	122	0	15	135	0.85	52	0.705	0.69	1.39	5.76	0.0083
B 6	15.0	136.50	122	0	15	135	0.85	52	0.705	0.76	1.47	7.00	0.0085
B 7	15.0	136.50	122	0	15	135	0.85	52	0.705	0.84	1.56	8.42	0.0087
B 8	15.0	136.50	122	0	15	135	0.85	52	0.705	0.90	1.60	9.81	0.0089
B 9	15.0	136.50	122	0	15	135	0.85	52	0.705	0.95	1.66	11.25	0.0091
B 10	15.0	136.50	122	0	15	135	0.85	52	0.705	1.00	1.73	12.72	0.0092
B 11	15.0	136.50	122	0	15	135	0.85	52	0.705	1.07	1.78	14.24	0.0094
B 12	15.0	136.50	122	0	15	135	0.85	52	0.705	1.12	1.83	15.79	0.0096
B 13	15.0	136.50	122	0	15	135	0.85	52	0.705	1.17	1.88	17.38	0.0097
B 14	15.0	136.50	122	0	15	135	0.85	52	0.705	1.22	1.93	19.00	0.0099
B 15	15.0	136.50	122	0	15	135	0.85	52	0.705	1.27	1.97	20.64	0.0100
B 16	15.0	136.50	122	0	15	135	0.85	52	0.705	1.31	2.01	22.32	0.0102
B 17	15.0	136.50	122	0	15	135	0.85	52	0.705	1.35	2.06	24.03	0.0103
Inserimento RAMO A													
C 1	10.0	0.00	0	0	0	636	0.40	66	0.000	1.35	1.35	51.34	0.0094

TRATTO	b (L Inf) o Φ [m]	DIMENSIONE MANUFATTO H (altezza canale) [m]	B (L sup) [m]	n° Canali	Pendenza [mm]	Coef. Strickler [m1/3s-1]	Area Bagnata [m2]	Raggio idraulico [m]	Tirante y [m]	Grado Riemp. ty/H [mm]	Portata [m3/s]	Velocità [m/s]	Coef. Udton. [l / (s ha)]
RAMO A NORD													
A 1	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.019	0.033	0.038	0.126	0.008	0.43	415.1
A 2	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.028	0.046	0.056	0.186	0.015	0.55	400.5
A 3	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.035	0.055	0.071	0.236	0.021	0.62	387.7
A 4	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.042	0.062	0.083	0.277	0.027	0.67	376.7
A 5	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.047	0.068	0.094	0.314	0.033	0.72	367.0
A 6	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.053	0.074	0.105	0.351	0.039	0.75	358.1
A 7	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.057	0.079	0.115	0.382	0.044	0.79	350.3
A 8	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.063	0.083	0.125	0.418	0.050	0.80	342.7
A 9	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.067	0.087	0.134	0.446	0.055	0.83	335.8
A 10	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.071	0.091	0.142	0.474	0.060	0.85	329.4
A 11	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.075	0.094	0.150	0.499	0.065	0.87	323.5
A 12	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.079	0.097	0.157	0.524	0.069	0.89	318.1
A 13	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.082	0.099	0.164	0.548	0.074	0.90	312.9
A 14	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.086	0.102	0.171	0.571	0.078	0.92	308.1
A 15	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.089	0.104	0.178	0.593	0.083	0.93	303.5
A 16	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.092	0.106	0.184	0.614	0.087	0.95	299.2
A 17	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.096	0.108	0.192	0.639	0.091	0.96	295.0
A 18	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.084	0.114	3.687	0.635	0.084	1.00	270.6
A 19	0.4	0.00	0	1	0.0050	60	0.083	0.113	3.652	0.626	0.082	1.00	266.4
RAMO B SUD													
B 1	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.019	0.034	0.038	0.130	0.008	0.41	540.0
B 2	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.027	0.045	0.054	0.180	0.014	0.55	519.2
B 3	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.035	0.054	0.070	0.232	0.021	0.61	499.0
B 4	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.041	0.062	0.082	0.272	0.027	0.66	481.7
B 5	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.046	0.067	0.091	0.305	0.032	0.71	467.0
B 6	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.051	0.072	0.102	0.339	0.037	0.74	453.3
B 7	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.056	0.077	0.112	0.373	0.043	0.76	441.5
B 8	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.060	0.081	0.120	0.399	0.047	0.80	430.7
B 9	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.064	0.084	0.127	0.424	0.051	0.82	420.8
B 10	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.068	0.088	0.136	0.454	0.057	0.83	411.6
B 11	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.072	0.091	0.143	0.477	0.061	0.85	403.1
B 12	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.075	0.094	0.150	0.500	0.065	0.87	395.2
B 13	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.078	0.096	0.156	0.521	0.069	0.89	387.9
B 14	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.081	0.099	0.163	0.542	0.073	0.90	381.0
B 15	0.5	0.30	0.5	1	0.0049	60	0.084	0.101	0.169	0.567	0.077	0.92	374.6

Dai risultati sopra riportati si osserva che tutti i manufatti sono verificati garantendo il grado di riempimento sempre minore di 0.8 per i canali trapezoidali che per i canali rettangolari. Nella tabella seguente si riportano i risultati relativi al calcolo del tempo di precipitazione per cui si massimizza la portata nella rete per la zona di drenaggio esterne nord e sud e quelle della piattaforma.

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI GN 040 0 001Rev.
AFoglio
74 di 84

Per zona esterna ed interna vale:

Bacino esterno est zona nord	Volume Totale [m ³]	Portata [m ³ /s]	tp [min.]	tp [min.] tempo di precipitazione per il quale si [min.]
RAMO A BIS 1				8.17
A 1	0.0	0.000	4.00	
A 2	0.8	0.001	8.10	
A 3	1.8	0.003	8.39	
A 4	1.9	0.003	8.17	
RAMO A				7.07
A 1	1.7	0.003	7.54	
A 2	3.3	0.006	7.25	
A 3	4.9	0.010	7.09	
A 4	6.8	0.014	7.06	
A 5	9.1	0.018	7.07	
Inserimento RAMO A BIS 1				7.26
A 6	11.1	0.021	7.26	

Bacino esterno est zona sud	Volume Totale [m ³]	Portata [m ³ /s]	tp [min.]	tp [min.] tempo di precipitazione per il quale si [min.]
RAMO A				7.17
A 1	3.7	0.007	7.02	
A 2	7.9	0.015	7.42	
A 3	12.3	0.024	7.17	

Per zona della piattaforma vale:

Bacino interno est zona nord e sud	Volume Totale [m ³]	Portata [m ³ /s]	tp [min.]	tp [min.] tempo di precipitazione per il quale si [min.]
RAMO A NORD				4.80
A 1	1.4	0.008	2.39	
A 2	2.8	0.015	2.56	
A 3	4.2	0.022	2.72	
A 4	5.7	0.028	2.87	
A 5	7.3	0.034	3.01	
A 6	8.9	0.040	3.15	
A 7	10.5	0.045	3.28	
A 8	12.2	0.050	3.42	
A 9	14.0	0.055	3.55	
A 10	15.8	0.060	3.68	
A 11	17.6	0.065	3.81	
A 12	19.5	0.070	3.93	
A 13	21.4	0.074	4.05	
A 14	23.4	0.079	4.17	
A 15	25.4	0.083	4.29	
A 16	27.4	0.087	4.40	
A 17	29.4	0.092	4.52	
A 17	27.8	0.084	4.66	
A 18	28.2	0.083	4.80	
RAMO B SUD				3.99
B 1	1.1	0.008	1.90	
B 2	2.2	0.015	2.05	
B 3	3.3	0.021	2.20	
B 4	4.5	0.027	2.35	
B 5	5.8	0.032	2.49	
B 6	7.1	0.038	2.63	
B 7	8.4	0.043	2.77	
B 8	9.8	0.048	2.90	
B 9	11.2	0.052	3.03	
B 10	12.7	0.057	3.15	
B 11	14.2	0.061	3.28	
B 12	15.8	0.065	3.40	
B 13	17.4	0.069	3.52	
B 14	19.0	0.073	3.64	
B 15	20.6	0.077	3.76	
B 16	22.3	0.081	3.87	
B 17	24.0	0.085	3.99	
Inserimento RAMO A				4.54
C 1	51.3	0.159	4.54	

8. INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO ESISTENTE E IMPATTO DELL'OPERA SULLA FALDA ESISTENTE

8.1. Interferenze con il reticolo idrografico esistente

L'area interessata dal sistema di gallerie di San Giorgio in Salici è interessata dal reticolo idrografico dello scolo Bulgarella e dal sistema di canali irrigui per utilizzo agricolo della zona.

Si riscontrano delle interferenze alle seguenti Pk:

- Pk 140+465 (interferenza IN10308), canale irriguo consortile, con scorrimento da sud a nord. Nel punto di intersezione con la linea AV è costituito da una tubazione interrata e non rilevabile a vista. Per la risoluzione sarà sufficiente ripristinare la tubazione come da quote rilevate, con lo stesso diametro.
- Pk 141+908 con il canale trapezio di Proгна di Giacomone;
- Pk 142+087 canale irriguo agricolo;
- Pk 142+168 canale irriguo agricolo;
- Pk 142+270 canale in terra IN10310. L'interferenza sarà ripristinata con un sifone;
- Pk 142+397 canale in terra IN40114;
- Pk 142+820 e 142+840 canale irriguo agricolo;
- Pk 143+155 (interferenza IN10311), condotta consortile interrata ϕ 1500 che corre ad una profondità di circa 2-4 m sotto il p.c. Data la condizione è stato possibile rilevare solo i pozzetti a monte e valle (Figura 8-2), che consentono comunque di ricavare le quote di scorrimento anche nel punto di intersezione con l'AV. L'interferenza sarà ripristinata con un sifone di diametro analogo all'esistente.

Per l'interferenza con il canale trapezio di Proгна di Giacomone è prevista in fase di scavo la realizzazione un rivestimento provvisorio con manto impermeabile in PVC al fine di garantire l'impermeabilizzazione alle possibili formazioni di fessurazioni in fase di scavo ed esecuzione della linea ferroviaria. Una volta ultimata l'opera, si procederà alla verifica dello stato del manufatto e qualora si rendesse necessario, alla sua sistemazione e/o rifacimento per un tratto di lunghezza di circa 50 m (vedi Figura 8-3).

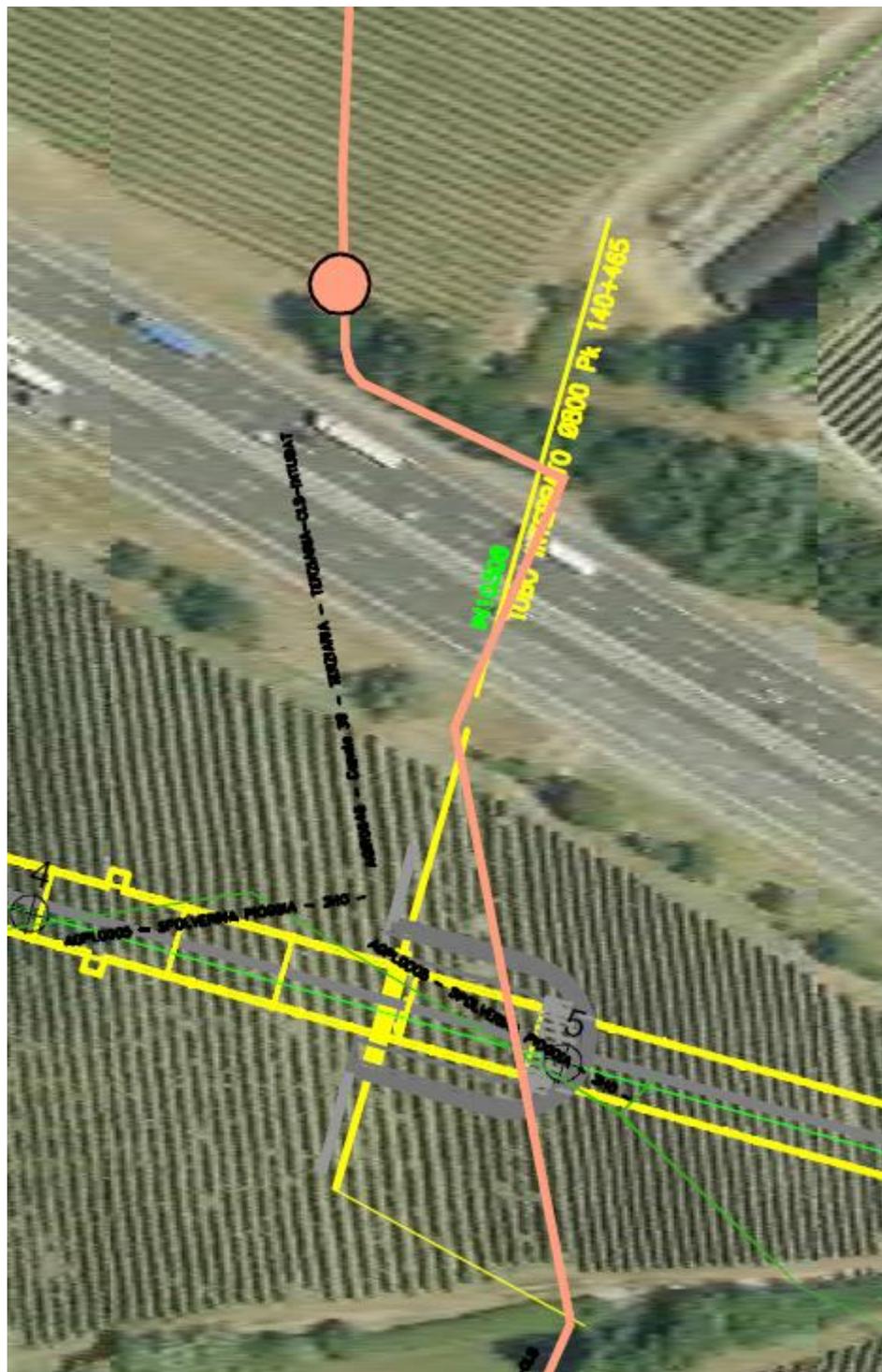


Figura 8-1 - Rilievo e stralcio interferenza IN10308.



Figura 8-2 - Rilievo e stralcio interferenza IN10311.

Doc. N.

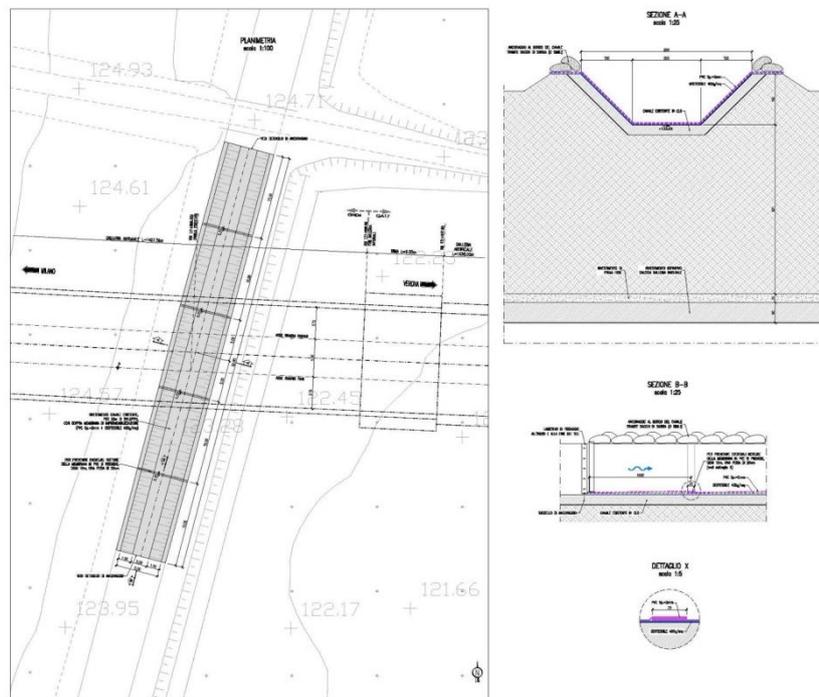
Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E 2 R I GN 040 0 001Rev.
AFoglio
78 di 84

Figura 8-3: Interferenza alla Pk 141+908 Proгна di Giacomona.

Per i canali irrigui alle Pk 142+087 e Pk 144+168 si prevede lo smantellamento in fase di scavo e realizzazione dell'opera ed il loro rifacimento una volta ultimata. Non si rende necessario prevedere deviazioni o altri interventi per garantire la continuità funzionale dei canali, poiché il tratto interrotto riguarda la parte terminale dei rami che servono le aree agricole interessate dagli scavi (vedi Figura 8-4).



Figura 8-4: Interferenze alle Pk 142+087 e Pk Pk 142+168 con i canali irrigui agricoli.

Per il canale in terra alla pk 142+270 si prevede la realizzazione di un sifone costituito da due pozzi scatoari verticali entrambi provvisti di paratoie e sgrigliatori. Il condotto orizzontale collegato ai pozzi, è realizzato da due cunicoli rettangolari ispezionabili in cls (con rivestimento di resine epossiaminiche) di 1.2 x 2.00 m funzionanti in alternativa. Lo sviluppo orizzontale misura circa 25.00 m. Il raccordo a monte ed a valle tra il canale esistente ed il sifone viene realizzato tramite canale trapezoidale in terra (vedi Figura 8-5).

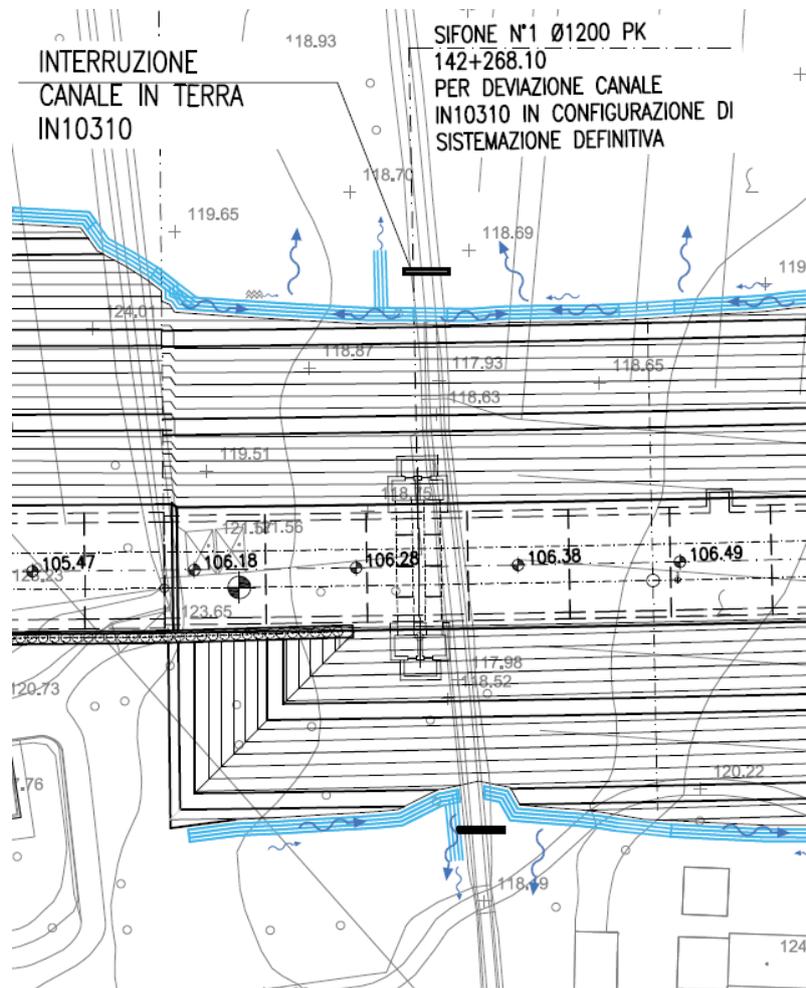


Figura 8-5: Interferenza alla Pk 142+270 ca.

Infine il canale irriguo alla Pk 142+397 verrà ripristinato in seguito alla realizzazione della galleria artificiale, garantendone l'operatività per mezzo della realizzazione per fasi della stessa galleria. Sul lato a sud della linea ferroviaria si realizzerà un nodo di smistamento delle portate e il ripristino dei raccordi con i canali irrigui esistenti, nonché un nuovo canale che si andrà a raccordare con i successivi canali in terra alle pk 142+820 e pk 142+940.

8.2. Impatto dell'opera con la falda esistente

L'area interessata dal sistema di gallerie di San Giorgio in Salici insiste su una zona con presenza di falde freatiche.

Lo scopo di questo paragrafo è quello di analizzare l'influenza delle opere da realizzare sulla falda freatica esistente al fine di valutare le conseguenze che queste comportano sullo stato attuale e futuro della stessa.

Di principio gli scavi produrranno drenaggio con abbassamento della falda durante la fase costruttiva, ma l'adozione di profili di impermeabilizzazione completi (full-round) consentiranno a lungo termine il riequilibrio dei livelli di falda naturali analoghi a quelli ante-operam.

Il problema risulta essere di non facile soluzione per le innumerevoli variabili che definiscono il problema quali:

- la definizione di dettaglio del coefficiente di permeabilità locale del terreno;
- la definizione spaziale di dettaglio della tipologia del terreno;
- la definizione planimetrica di dettaglio della quota idrometrica;
- la variabilità stagionale di dettaglio della falda stessa;
- eventuali interventi locali che possono variare le condizioni al contorno intercorsi dopo la realizzazione dei sondaggi.

Da quanto sopra si comprende immediatamente che una ricerca della soluzione analitica sia in termini temporali che spaziali risulta essere praticamente impossibile.

Per tale motivo si utilizza un modello semplificato monodimensionale in cui si introducono delle ipotesi che semplificano il problema quali;

- il campo di moto della falda è stazionario;
- la permeabilità del terreno si considera costante;
- l'andamento del flusso della falda è ortogonale al tracciamento della linea ferroviaria;
- il gradiente idraulico usato è costante per i tratti analizzati.

Sulla base di tali ipotesi si è calcolato il gradiente idraulico partendo dalle quote misurate durante i sondaggi.

Noto il gradiente idraulico si è calcolata la portata per unità di lunghezza della falda alle condizioni delle ipotesi di cui sopra.

Nota la portata, sulla base della conservazione della massa della portata d'acqua della falda, si è calcolata la variazione di quota tra monte e valle della linea ferroviaria che la falda subisce.

Per il calcolo dell'abbassamento della falda si è considerato la condizione più gravosa con la quota di monte della falda coincidente con l'estradosso della galleria. Lo schema di calcolo dei moti di filtrazione utilizzato considera quattro tubi di flusso ($M=4$) suddivisi con 8 intervalli ($N=8$). Nella Figura 8-6 si riportano tali ipotesi.

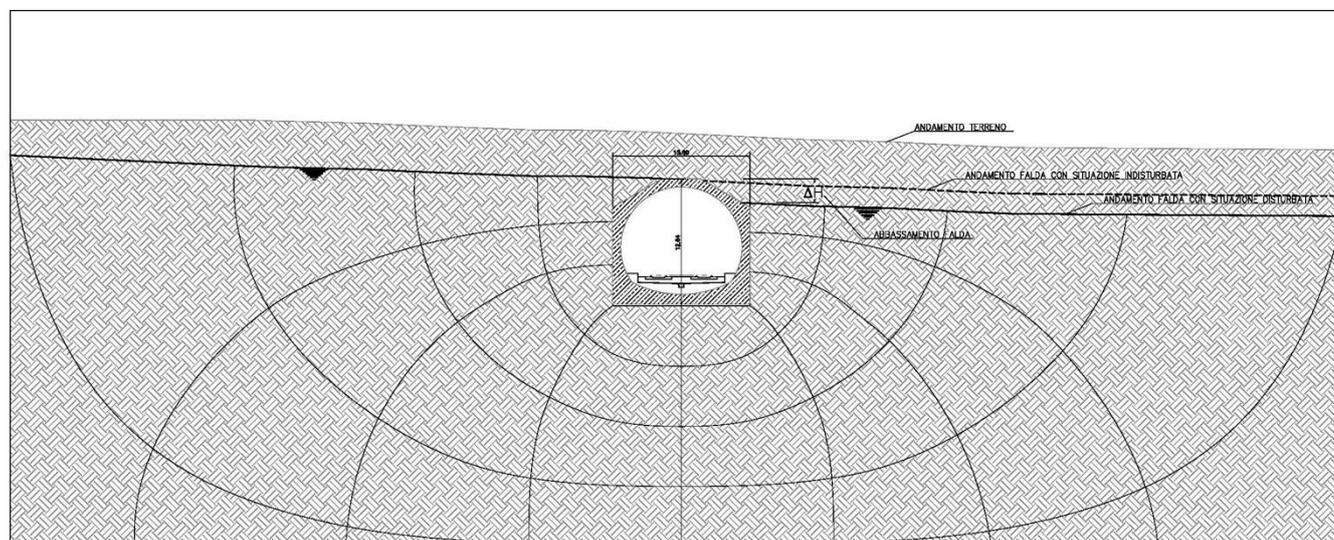


Figura 8-6: Rappresentazione dello schema utilizzato per la determinazione dell'abbassamento della falda tra monte e valle delle opere per la realizzazione della linea ferroviaria nel tratto interessato dal sistema San Giorgio in Salici.

Le verifiche effettuate sono eseguite nelle zone dove si sono fatte le verifiche per il dimensionamento dei pozzi di aggotamento in cui si hanno i valori massimi della quota della falda.

I risultati ottenuti presentano valori di variazione della quota di falda che variano dai due ai quattro metri.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati ottenuti sulla base delle ipotesi fatte ed esposte sopra.

Lato Ovest-Galleria artificiale GA16

Pk	Sondaggio	Dh [m]	L [m]	i [-]	H sbarramento [m]	K [m/s]	Q [mc/s]	M [-]	N [-]	DH [m]
130+252.5	ES009	16.53	193	0.085648	12.65	3.00E-06	3.25E-06	4	8	2.17
130+477.58	ES120									

Lato Est-Galleria artificiale GA17

Pk	Sondaggio	Dh [m]	L [m]	i [-]	H sbarramento [m]	K [m/s]	Q [mc/s]	M [-]	N [-]	DH [m]
131+359.98	4SS036	6.21	210	0.029571	12.65	3.00E-06	1.12E-06	4	8	0.75
131+523.39	S34-XA202G174									

Lato Est-Galleria artificiale GA17

Pk	Sondaggio	Dh [m]	L [m]	i [-]	H sbarramento [m]	K [m/s]	Q [mc/s]	M [-]	N [-]	DH [m]
132+061.68	4SC038	3.85	317	0.012145	12.65	3.00E-06	4.61E-07	4	8	0.31
132+150.2	S4GS									

Lato Est-Galleria artificiale GA17

Pk	Sondaggio	Dh [m]	L [m]	i [-]	H sbarramento [m]	K [m/s]	Q [mc/s]	M [-]	N [-]	DH [m]
133+122.04	S8GS	23.41	145.62	0.160761	12.65	3.00E-06	6.10E-06	4	8	4.07
133+279.22	4SS041									

Lato Est-Galleria artificiale GA17

Pk	Sondaggio	Dh [m]	L [m]	i [-]	H sbarramento [m]	K [m/s]	Q [mc/s]	M [-]	N [-]	DH [m]
132+967.43	S5GS	11.98	182	0.065824	12.65	3.00E-06	2.50E-06	4	8	1.67
133+086.42	4SS040									

9. CONCLUSIONI

Gli studi idrogeologici, condotti nelle diverse fasi progettuali, evidenziano la complessa situazione idrogeologica che caratterizza le opere in oggetto, con particolare riferimento agli scavi provvisori che si rendono necessari per la realizzazione delle gallerie artificiali GA16 e GA17.

La porzione di territorio in sinistra orografica del Fiume Tione, si configura come una successione di unità fluvio-glaciali e glaciali con differenti caratteristiche di permeabilità a scala metrica, sia orizzontale che verticale. La variazione di permeabilità verticale, non riscontrabile con le prove Lefranc a carico variabile estensivamente condotte nei sondaggi, è ipotizzabile in base alla frequenza di intercalazioni di lenti di terreni più fini, limi in particolare. Inoltre, a supporto di questa deduzione, le letture piezometriche evidenziano in questo settore la presenza di due falde idriche distinte, una profonda ed una superficiale.

Inoltre, i valori di permeabilità orizzontale delle unità idrogeologiche, ricavati dalle prove Lefranc in foro eseguite nelle diverse campagne geognostiche, hanno mostrato una complessa distribuzione dei valori di permeabilità orizzontale all'interno delle diverse unità idrogeologiche, come ampiamente discusso nel capitolo 5 della presente relazione. A questo riguardo, è stato possibile notare una sistematica distribuzione dei valori di permeabilità che hanno individuato come meno permeabili le unità idrogeologiche 2 (acquifero di S. Giorgio) e 5 (acquifero superficiale glaciale di Sona), e più permeabili le Unità 1, 3 e soprattutto 4.

L'andamento altimetrico del tracciato della galleria San Giorgio in Salici risulta essere a pendenza sempre negativa nella direzione da Verona a Milano, senza formazioni di corde molle al suo interno ma con andamento nella sua parte centrale e finale a pendenza ridotta e così costituito:

- dalla PK 143+575.24 alla Pk 141+930.24 con pendenza media pari a 0.52 % (GA17);
- dalla PK 141+930.24 alla Pk 140+502.85 con pendenza media pari a 0.06 % (GN04);
- dalla PK 140+502.85 alla Pk 140+181.85 con pendenza media pari a 0.06 % (GA16).

Tali pendenze ridotte permettono comunque, con taluni accorgimenti, lo smaltimento degli eventuali sversamenti accidentali all'interno della galleria, ma non lo smaltimento delle acque di drenaggio meteoriche e di emungimento in fase realizzativa dell'opera.

Per tale motivo le reti idrauliche progettate risultano essere vincolate nella loro architettura dalla morfologia locale del territorio non garantendo ovunque un funzionamento a gravità, nella fase di scavo, mentre nella fase di esercizio, grazie al fatto che il drenaggio di piattaforma delle opere a est della GA17 non viene convogliato all'interno della galleria grazie ad un sistema di sollevamento (non trattato in questa sede), il funzionamento risulta essere a gravità, con tutti i benefici in termini di gestione che tale sistema comporta.

La morfologia del territorio e le condizioni idrogeologiche condizionano pesantemente il sistema di drenaggio in quanto su gran parte del tracciato insiste una falda freatica da abbattere durante la fase di scavo e costruttiva delle opere.

Questo implica l'introduzione di un sistema di pozzi drenanti di abbassamento della falda al fine di ridurre la quota della falda a circa un metro al sotto della quota di fondo scavo. Inoltre le livellette di progetto non consentono in fase di costruzione (scavi e realizzazione dell'opera) lo scarico delle acque sia di drenaggio che di emungimento dei pozzi a gravità se non per brevi tratti.

Questo fatto ha determinato, al fine di ridurre i costi di realizzazione e di gestione del sistema drenante in fase di costruzione, di convogliare parte delle acque meteoriche di drenaggio nei pozzi di abbassamento della falda e di lì, sfruttando le pompe dei pozzi, rilanciare le acque nei canali di guardia di sommità. Questa soluzione è stata dettata dalle livellette di progetto praticamente orizzontali nel tratto ad ovest. Unico tratto che si discosta da tale tipologia

risulta essere nel tratto iniziale lato Verona dello scavo ove la presenza della falda ad una quota inferiore al fondo scavo non richiede l'utilizzo di pozzi. In tale zona il drenaggio di fondo scavo e delle scarpate è stato ottenuto per mezzo di due trincee drenanti poste al piede delle scarpate con funzionamento a gravità in contropendenza rispetto alla livelletta del piano ferro, per un primo tratto di lunghezza pari a circa 36 m con pendenza pari al 0,5%, mentre per la rimanente parte della lunghezza di circa 210 m, le acque meteoriche vengono convogliate sempre a mezzo di trincee della stessa tipologia e disposizione del tratto in contropendenza, ma seguendo la livelletta di progetto verso due pozzi di raccolta posti al piede dello scavo e di qui rilanciate a mezzo di sistema di pompaggio ai canali di guardia di sommità.

Nella fase di scavo la rete risulta così articolata:

- rete di drenaggio dei canali di guardia delle dimensioni di 0.50-1.50x0.50 m posti in sommità dello scavo e localmente lungo le berme intermedie opportunamente dimensionati tenendo conto anche della quota di portata proveniente dai pozzi di emungimento;
- rete di pozzi drenanti di profondità di 28 m e in un tratto di 30 m e passo di 15 m posti su entrambi i lati al piede delle scarpate degli scavi, al di fuori dell'impronta della galleria;
- rete di drenaggio di fondo scavo costituita da due trincee drenanti con tubo microfessurato di diametro 100 mm e riempite con materiale arido che scaricano con frequenza ogni 15 m nei pozzi drenanti. Le trincee sono poste al piede destro e sinistro dello scavo.

Nella fase di esercizio la rete risulta così composta:

- sistema di drenaggio esterno delle acque meteoriche costituito da canali trapezoidali 0.50-1.50x0.50 m;
- sistema di drenaggio di piattaforma costituito da una canaletta centrale delle dimensioni di 0.41-0.46 × 0.28 m per la raccolta delle acque di sversamento in galleria;
- sistema di drenaggio delle acque di calotta nei tratti delle gallerie artificiali.