

COMMITTENTE:



ALTA  
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



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

**LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA      Tratta VERONA – PADOVA**

**Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza**

**PROGETTO ESECUTIVO**

FABBRICATI

FA03- FAB. DI EMERGENZA (PER OPERE DI SOCCORSO IN GALLERIA) ED IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO IDRAULICA

Relazione idrologica e idraulica

GENERAL CONTRACTOR				DIRETTORE LAVORI				SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE		Consorzio Iricav Due						-
ing. Giovanni MALAVENDA		ing. Paolo Carmona						
Iscritto all'ordine degli Ingegneri di Venezia n. 4289		Data:						
Data:								
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO

I N I 7    1 2    E    I 2    R I    F A 0 3 0 0    0 0 1    C    0 0 1 <sup>D</sup> / 0 0 1



	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Alberto LEVORATO	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
B	REV. PER ISTR. ITLF IN17-RV-0000000164	KTC 	06/04/21	MPA 	06/10/22	GSA 	06/04/22	 Data: 15/11/22
C	REV. PER ISTR. ITLF IN17-RV-0000000339	KTC 	15/11/22	MPA 	15/11/22	GSA 	15/11/22	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RIFA0300001C
Progetto cofinanziato dalla Unione Europea		Cod. origine:

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
2 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
3 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

## INDICE

1	ELABORATI DI RIFERIMENTO .....	5
2	DOCUMENTAZIONE E NORME DI RIFERIMENTO .....	8
3	LIMITE DI INTERVENTO.....	10
4	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	12
5	INQUADRAMENTO IDRAULICO .....	13
	BACINI IDROGRAFICI E RETE IDROGRAFICA .....	13
	IL RISCHIO IDRAULICO.....	14
6	ANALISI IDROLOGICA .....	16
6.1	I pluviogrammi di progetto .....	18
7	LO STATO DI FATTO.....	18
8	LO STATO DI PROGETTO.....	20
9	VERIFICA DEL CORPO IDRICO RICETTORE - INFILTRAZIONE .....	22
10	INVARIANZA IDRAULICA.....	23
10.1	Analisi idraulica dello stato di fatto e di progetto.....	23
10.2	Calcolo del volume da invasare - applicazione del metodo cinematico o razionale.....	25
10.3	Verifica del volume di invaso con il metodo delle piogge .....	26
10.4	Analisi dei risultati ottenuti e scelta del volume di invaso da adottare.....	28
11	REALIZZAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO, PRESCRIZIONI GENERALI E NORME PROGETTUALI .....	28
11.1	Verifica delle opere di invaso per l'evento di pioggia con TR100 anni .....	29
11.2	Manufatto di regolazione invaso.....	30
11.2.1.1	Verifica stramazzo troppo pieno.....	30
11.3	Manufatto di controllo – Sottobacino relativo ai piazzali ed alla strada perimetrale .....	31
12	DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO.....	32
13	VASCA DI ACCUMULO E SOLLEVAMENTO .....	34
13.1	STAZIONE DI SOLLEVAMENTO .....	34
13.2	VASCA DI ACCUMULO.....	38
14	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI RACCOLTA E TRASPORTO DELLE ACQUE METEORICHE DI PROGETTO .....	39
14.1	Verifica condotta di collegamento tra i due canali di invaso e .....	47
15	VERIFICA A GALLEGGIAMENTO DEI MANUFATTI.....	49
16	DESCRIZIONE DELLE OPERE IDRAULICHE.....	49

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
4 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

16.1	Rete di trasporto ed invaso delle acque meteoriche.....	49
17	CONCLUSIONI.....	51


GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
5 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

## 1 ELABORATI DI RIFERIMENTO

CODICE	TITOLO ELABORATO
IN1712EI2EEFA0300001C	ELENCO ELABORATI
IN1712EI2RGFA0300001B	RELAZIONE GENERALE DI CONFRONTO PD-PE
IN1712EI2RHFA0300001C	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA
IN1712EI2RIFA0300001C	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA
IN1712EI2RBFA0300001C	RELAZIONE GEOTECNICA
IN1712EI2RHFA0300002C	RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEI MATERIALI
IN1712EI2CLFA0300001C	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE
IN1712EI2RHFA0300003C	RELAZIONE SISMICA
IN1712EI2CLFA0300002B	FASCICOLO DEI CALCOLI DELLE STRUTTURE
IN1712EI2P7FA0300001B	PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO
IN1712EI2P9FA0300001A	PLANIMETRIA GENERALE STATO DI FATTO-RILIEVO TOPOGRAFICO
IN1712EI2P9FA0300003B	PLANIMETRIA STATO DI PROGETTO E ANDAMENTO ALTIMETRICO
IN1712EI2P9FA0300004B	PLANIMETRIA COSTRUZIONI E DEMOLIZIONI
IN1712EI2PZFA0300001B	PLANIMETRIA TRATTAMENTO SUPERFICI
IN1712EI2BZFA0300001C	PIAZZALE E STRADA DI ACCESSO - PARTICOLARI COSTRUTTIVI - SEZIONE TIPO
IN1712EI2BZFA0300002B	PIAZZALE - SEZIONE TIPO
IN1712EI2PZFA0300002B	STRADA DI ACCESSO - SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE
IN1712EI2BZFA0300002B	PROFILO E SEZIONI STRADA DI ACCESSO
IN1712EI2BZFA0300003B	PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI PIAZZALE 1 di 5
IN1712EI2BZFA0300004B	PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI PIAZZALE 2 di 5
IN1712EI2BZFA0300005B	PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI PIAZZALE 3 di 5
IN1712EI2BZFA0300006B	PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI PIAZZALE 4 di 5
IN1712EI2BZFA0300007B	PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI PIAZZALE 5 di 5
IN1712EI2P9FA0300005B	PIAZZALE - PLANIMETRIA DEI SOTTOSERVIZI DI PROGETTO
IN1712EI2P9FA0300006B	PIAZZALE - PLANIMETRIA RETE ACQUE METEORICHE DI PROGETTO
IN1712EI2FZFA0300001B	PIAZZALE - PROFILI OPERE IDRAULICHE
IN1712EI2BZFA0300008A	PIAZZALE - PARTICOLARI COSTRUTTIVI OPERE IDRAULICHE 1 DI 2
IN1712EI2BZFA0300009B	PIAZZALE - PARTICOLARI COSTRUTTIVI OPERE IDRAULICHE 2 DI 2
IN1712EI2PZFA0300003B	PIAZZALE - PLANIMETRIA OPERE ELETTROMECCANICHE INTERRATE
IN1712EI2PZFA0300005A	PIAZZALE - PLANIMETRIA RETE IDRICA DI PROGETTO
IN1712EI2PZFA0300004C	PIAZZALE - PIANTE ELEMENTI STRUTTURALI
IN1712EI2WZFA0300001A	PIAZZALE - SEZIONI ELEMENTI STRUTTURALI TAV. 1 DI 2
IN1712EI2WZFA0300002A	PIAZZALE - SEZIONI ELEMENTI STRUTTURALI TAV. 2 DI 2

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
6 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

IN1712EI2BZFA0300023B	PIAZZALE - PIANTA DETTAGLI GIUNTI ED IMPERMEABILIZZAZIONI
IN1712EI2BZFA0300033A	FABBRICATO - CABINA ENEL - DETTAGLI TAMPONATURE
IN1712EI2BZFA0300027A	PIAZZALE - ARMATURE PLATEA TAV. 1 DI 2
IN1712EI2BZFA0300028A	PIAZZALE - ARMATURE PLATEA TAV. 2 DI 2
IN1712EI2BZFA0300029A	PIAZZALE - ARMATURE PARETI TAV. 1 DI 3
IN1712EI2BZFA0300030A	PIAZZALE - ARMATURE PARETI TAV. 2 DI 3
IN1712EI2BZFA0300034A	PIAZZALE - ARMATURE PARETI TAV. 3 di 3
IN1712EI2BZFA0300031A	PIAZZALE - RAMPA - ARMATURE PLATEA
IN1712EI2BZFA0300032A	PIAZZALE - RAMPA - ARMATURE PARETI 1 di 2
IN1712EI2BZFA0300035A	PIAZZALE - RAMPA - ARMATURE PARETI 2 di 2
IN1712EI2PBFA0300001C	FABBRICATO: PIANTE
IN1712EI2PBFA0300002C	FABBRICATO: PROSPETTI
IN1712EI2WBFA0300001C	FABBRICATO: SEZIONI
IN1712EI2BZFA0300010B	FABBRICATO: PARTICOLARI 1/2
IN1712EI2BZFA0300011B	FABBRICATO: PARTICOLARI 2/2
IN1712EI2BKFA0300001B	FABBRICATO: ABACO PACCHETTI TECNOLOGICI
IN1712EI2BCFA0300001B	FABBRICATO: ABACO PORTE E FINESTRE
IN1712EI2PBFA0300003C	FABBRICATO - Carpenterie : PIANTE FONDAZIONI
IN1712EI2PBFA0300004C	FABBRICATO - Carpenterie : PIANTE COPERTURA
IN1712EI2WBFA0300002C	FABBRICATO - Carpenterie : SEZIONI - tAv 1
IN1712EI2WBFA0300003C	FABBRICATO - Carpenterie : SEZIONI - tAv 2
IN1712EI2BZFA0300012C	FABBRICATO - ARMATURE PILASTRI E CORDOLI DI FONDAZIONE TAV.1
IN1712EI2BZFA0300013C	FABBRICATO - ARMATURE PILASTRI E CORDOLI DI FONDAZIONE TAV.2
IN1712EI2BZFA0300014C	FABBRICATO - ARMATURE TRAVI TAV.1
IN1712EI2BZFA0300015C	FABBRICATO - ARMATURE TRAVI TAV.2
IN1712EI2BZFA0300025B	FABBRICATO - ARMATURE SOLAIO DI COPERTURA
IN1712EI2BZFA0300037A	FABBRICATO - PROSPETTI CORDOLI DI FONDAZIONE
IN1712EI2BZFA0300038A	FABBRICATO - DETTAGLI TAMPONATURE TAV. 1 DI 2
IN1712EI2BZFA0300039A	FABBRICATO - DETTAGLI TAMPONATURE TAV. 2 DI 2
IN1712EI2BBFA0300001C	VASCA DI SOLLEVAMENTO - Carpenterie : PIANTE E SEZIONI
IN1712EI2BZFA0300016C	VASCA DI SOLLEVAMENTO - ARMATURE Tav. 1
IN1712EI2BZFA0300017C	VASCA DI SOLLEVAMENTO - ARMATURE Tav. 2
IN1712EI2BZFA0300024B	VASCA DI SOLLEVAMENTO - ARMATURE Tav. 3
IN1712EI2BBFA0300002C	FABBRICATO - CABINA ENEL: PIANTA , SEZIONI, PROSPETTI
IN1712EI2BZFA0300019C	FABBRICATO - CABINA ENEL: PARTICOLARI

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
7 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

IN1712EI2BKFA0300002C	FABBRICATO - CABINA ENEL: ABACO PACCHETTI TECNOLOGICI
IN1712EI2BCFA0300002C	FABBRICATO - CABINA ENEL: ABACO PORTE E E FINESTRE
IN1712EI2BBFA0300003C	FABBRICATO - CABINA ENEL - PIANTE E SEZIONI
IN1712EI2BZFA0300020C	FABBRICATO - CABINA ENEL - ARMATURE FONDAZIONI E SOLETTA CONTROTERRA
IN1712EI2BZFA0300021C	FABBRICATO - CABINA ENEL - ARMATURE TRAVI E PILASTRI
IN1712EI2BZFA0300026B	FABBRICATO - CABINA ENEL - ARMATURE SOLAIO DI COPERTURA

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
8 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

## 2 DOCUMENTAZIONE E NORME DI RIFERIMENTO

Le leggi, i decreti e le norme ed i regolamenti locali di riferimento per la realizzazione del fabbricato è la seguente:

- **RFI DTC SI PS MA IFS 001 B** Manuale di progettazione delle Opere Civili Parte II sezione 2 Ponti e Strutture;
- **RFI DTC SI CS MA IFS 001 B** Manuale di progettazione delle Opere Civili Parte II Sezione 3 Corpo Stradale;

Le reti idrauliche oggetto della presente relazione saranno conformi a tutte le leggi, normative e regolamenti applicabili ed in particolare a quelle inerenti:

- il dimensionamento delle reti fognarie;
- gli scarichi civili.

Tra i decreti ed i regolamenti locali si evidenziano il Piano di Tutela delle Acque (Art. 121, Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, “Norme in materia ambientale”) della regione Veneto, la legge in merito all’invarianza idraulica DGR 2948 del 2009 e smi.

Saranno altresì rispettate tutte le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, CEI, anche se non menzionate espressamente e singolarmente, riguardanti ambienti, classificazioni, calcoli, dimensionamenti, macchinari, materiali, componenti, lavorazioni che in maniera diretta o indiretta abbiano attinenza con le opere di cui si tratta nel presente progetto.

Per il dimensionamento e la verifica della rete di smaltimento delle acque bianche meteoriche è necessario definire:

- L’evento meteorologico più gravoso per la determinazione delle portate di piena dei collettori. (riferimento norma UNI EN 12056-3)
- Il bacino di competenza della rete idraulica in progettazione, ovvero la tipologia e l’estensione delle superfici scolanti.

Per la portata defluente dalle coperture degli edifici, la norma di riferimento è la UNI EN 12056 terza parte (UNI EN 12056-3) che descrive il metodo per calcolare l’adeguatezza idraulica per sistemi di drenaggio delle coperture.

Questa norma europea si applica a tutti i sistemi per l’evacuazione delle acque meteoriche provvisti di bocche di efflusso con dimensioni tali da non limitare la capacità di scarico del canale di gronda (ovvero la condizione di scarico libero) e a tutti i materiali utilizzati nei sistemi per l’evacuazione delle acque meteoriche.



GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
9 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

Per il calcolo della rete di collettamento acque reflue si è fatto riferimento alla norma europea: UNI EN 12056-2.

Sono stati considerati anche i seguenti documenti di riferimento:

- **Documenti di riferimento:** piani RAMS, manuale di progettazione, capitolato di costruzione opere civili.
- **Ente Ferrovia dello Stato: Divisione Tecnologie e sviluppo di sistema Servizio Alta Velocità** Manuale di progettazione.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 10 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

### 3 LIMITE DI INTERVENTO

Gli interventi di progetto consistono sostanzialmente in:

- raccolta e allontanamento delle acque meteoriche dalla copertura dei fabbricati Tecnologico e Apparati e dalla cabina ENEL dell'area FA03;
- raccolta e allontanamento delle acque meteoriche dai piazzali in trincea e non, dalla viabilità di accesso e dalle rampe di collegamento tra PC e trincea secondo la configurazione di progetto;
- pompaggio delle acque meteoriche raccolte dal piazzale in trincea e dalla rampa di collegamento tra piazzali al fosso di invaso e laminazione posto a PC;
- pompaggio delle acque meteoriche raccolte ed invase in apposita vasca derivanti dal tratto di linea in trincea e da quello in galleria artificiale;
- invaso e laminazione delle acque meteoriche raccolte in apposito fosso;

I limiti di intervento sono di seguito raffigurati.

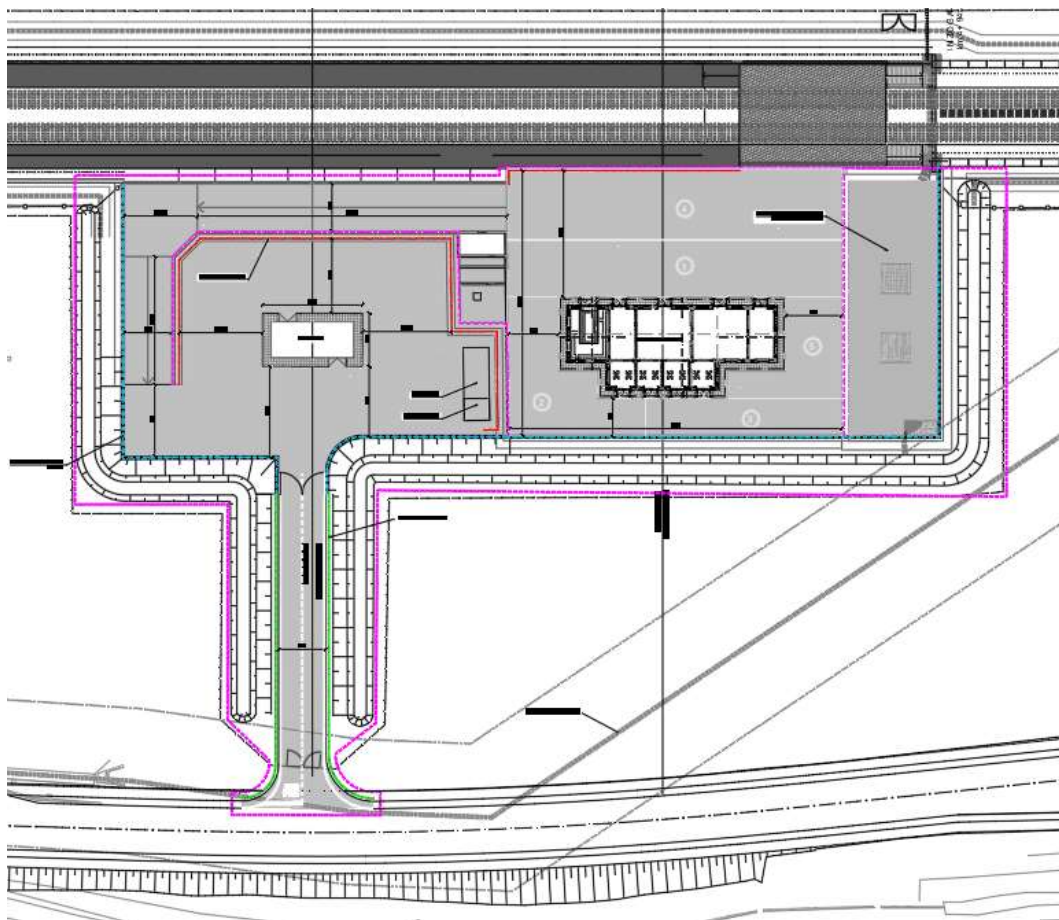


Fig. 3.1: Indicazione del limite di intervento con polilinea magenta tratteggiata.

Il lotto confina a Nord col tratto in trincea della linea A.V./A.C. che precede l'ingresso all'interno della galleria artificiale di San Martino Buonalbergo.

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
11 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

Il lotto può essere suddiviso in 4 zone, le due parti di piazzale, poste una a quota del piano campagna e l'altra alla quota del piano del ferro in trincea, la rampa di collegamento tra i due, ed una zona aderente a quella in trincea corrispondente al cielo della vasca adibita ad invaso di laminazione e emergenza a servizio della linea. Tale vasca risulta anch'essa interrata e con estradosso posto a livello della parte di piazzale in trincea.

La parte di piazzale posta a P.C. e la viabilità di collegamento tra essa e la viabilità pubblica recapita le acque per gravità all'interno del fosso di laminazione ed invaso previsto in progetto.

La parte di piazzale in trincea, la rampa di collegamento tra le due parti, e le acque che defluiscono sull'estradosso della soletta della vasca di invaso della linea, vengono convogliate all'interno della vasca stessa e da lì sollevate all'interno del fosso di laminazione ed invaso previsto in progetto. All'interno della vasca di invaso della linea viene quindi alloggiata una stazione di sollevamento che garantisce:

- il sollevamento delle portate laminate in arrivo dal tratto di linea A.V./A.C. afferente;
- il sollevamento delle portate non laminate in arrivo dalle zone del lotto poste a quota inferiore al piano campagna di progetto.

Il canale di invaso ed infiltrazione è posto al perimetro del piazzale con recapito posto in corrispondenza del canale di guardia del tratto di linea in trincea. Esso consente di invasare i dovuti volumi di invaso per il rispetto delle norme di invarianza idraulica connessi all'area impermeabilizzata dal piazzale FA03 e relative viabilità. Si sottolinea invece che l'invaso dei volumi atti a soddisfare l'invarianza della linea viene svolto all'interno della vasca in trincea posta al margine Est del piazzale, e la sua definizione unita alla progettazione dello smaltimento delle acque di linea, è oggetto di altro appalto.

Non essendo presenti servizi igienici di alcun tipo non è necessaria la presenza di reti destinate allo smaltimento delle acque reflue generate.

Le opere di raccolta e trasporto delle acque meteoriche consistono in:

- Realizzazione del sistema di gronde e pluviali a gravità per la raccolta delle acque piovane dalla copertura dei fabbricati;
- Predisposizione di nuovi allacci e collettori delle acque affluenti dalla copertura;
- Realizzazione di caditoie canalette e condotte per la raccolta e l'allontanamento delle acque dalle aree esterne;

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
12 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

- Realizzazione di canali di drenaggio ed invaso a sezione trapezia serviti da embrici o condotte per la raccolta e l'allontanamento delle acque;
- Canali per il drenaggio e l'invaso delle acque meteoriche;
- Realizzazione stazione di sollevamento per il drenaggio delle acque raccolte nella zona in trincea;

#### 4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il fabbricato FA03 si trova ad Est della città di Verona, all'interno del Comune di San Martino Buon Albergo (VR).

La posizione geografica del lotto è 45°25'6.96"N e 11° 4'43.11"E, ad una quota compresa tra 43.0 mslmm e 44.0 mslmm.

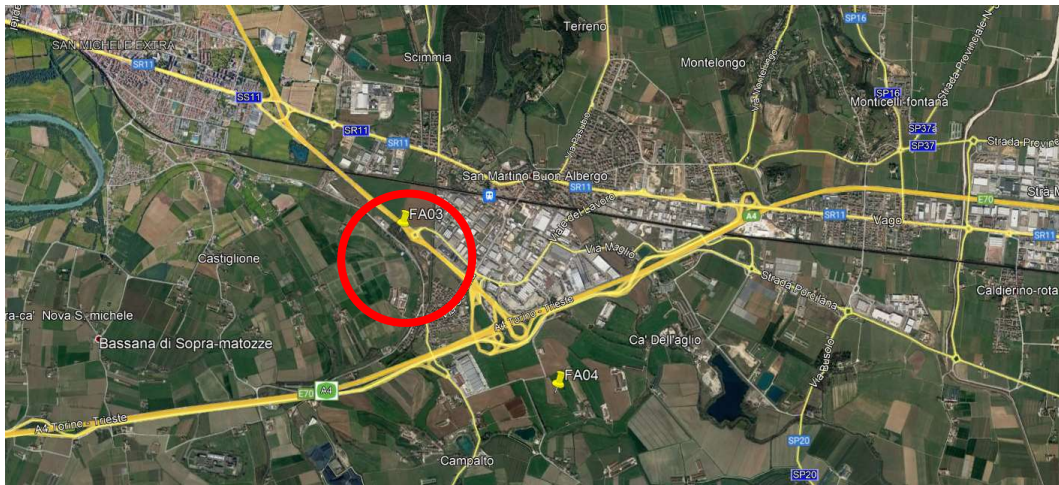


Fig. 4.1: Inquadramento territoriale.





GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
13 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

Fig. 4.2: Stato dei luoghi.

## 5 INQUADRAMENTO IDRAULICO

### BACINI IDROGRAFICI E RETE IDROGRAFICA

L'area di progetto è all'interno del Bacino Scolante del fiume Adige.

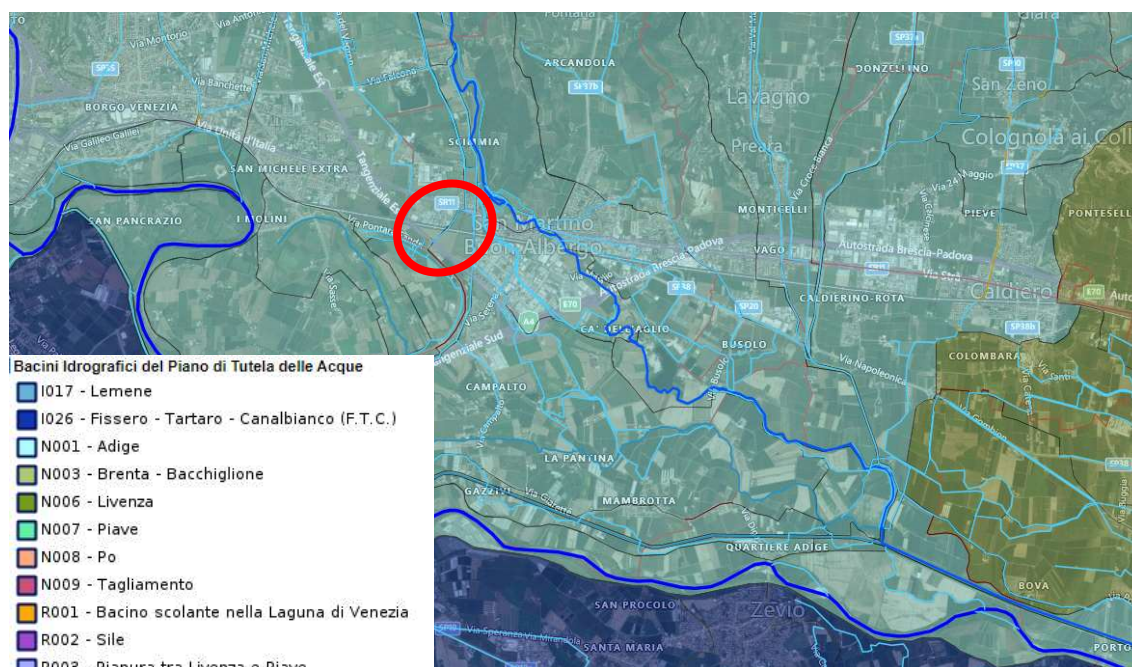


Fig. 5.1: Idrografia dell'area (fonte: Arpa Veneto).

Il lotto di FA03 si trova nell'ambito territoriale "ATO AP11: Ambito Polo Produttivo), come definito dal Piano di assetto territoriale intercomunale del Comune di San Martino Buon Abergò.

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
14 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

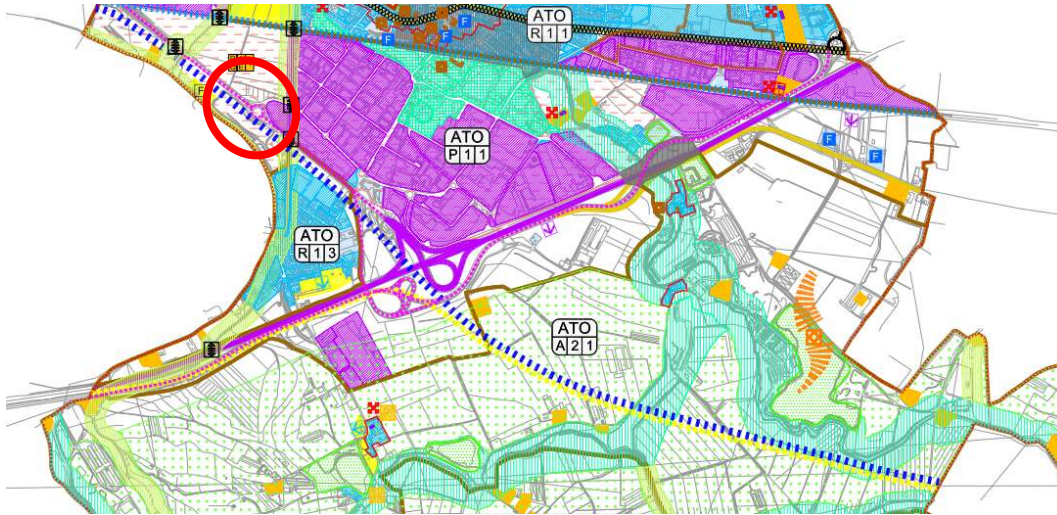


Fig. 5.2: Suddivisione in ATO e la localizzazione dell'area di intervento (in rosso).

## IL RISCHIO IDRAULICO

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Adige, adottato con delibera n. 1/2005 del 15 febbraio 2005 ed approvato con DPC 27 aprile 2006 (e successive varianti modifiche ed integrazioni), mostra che l'area di progetto non rientra nelle zone a rischio di esondazione, come visibile dall'immagine sotto estratta dalla tavola A.4.36/V aggiornata con Decreto Segretariale n. 92 del 15/11/2017.

L'area in esame risulta inoltre non essere soggetto ad alcun tipo di rischio idraulico nemmeno nell'apposito studio idrogeologico e idraulico del progetto definitivo, in cui sono state perimetrare le aree a diverso grado di pericolosità inerenti il tracciato della linea A.V./A.C e di cui si riporta un estratto a seguire.



Pag

15 di 51

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RIFA0300001

C

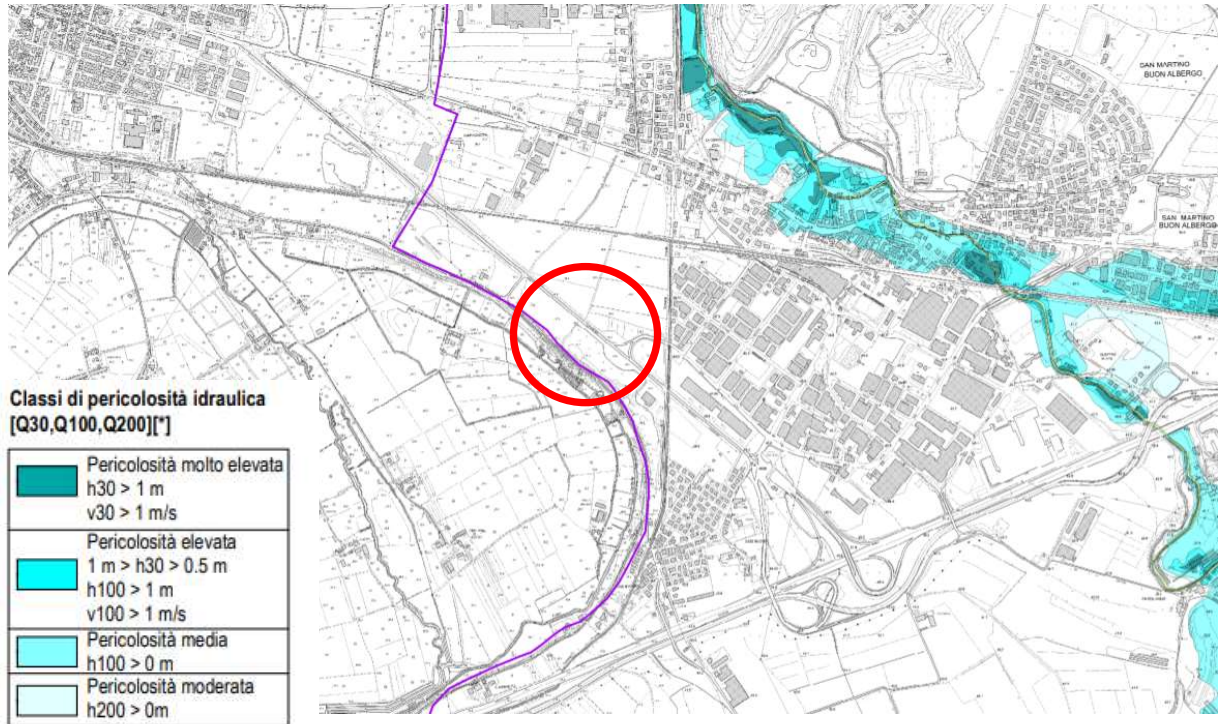
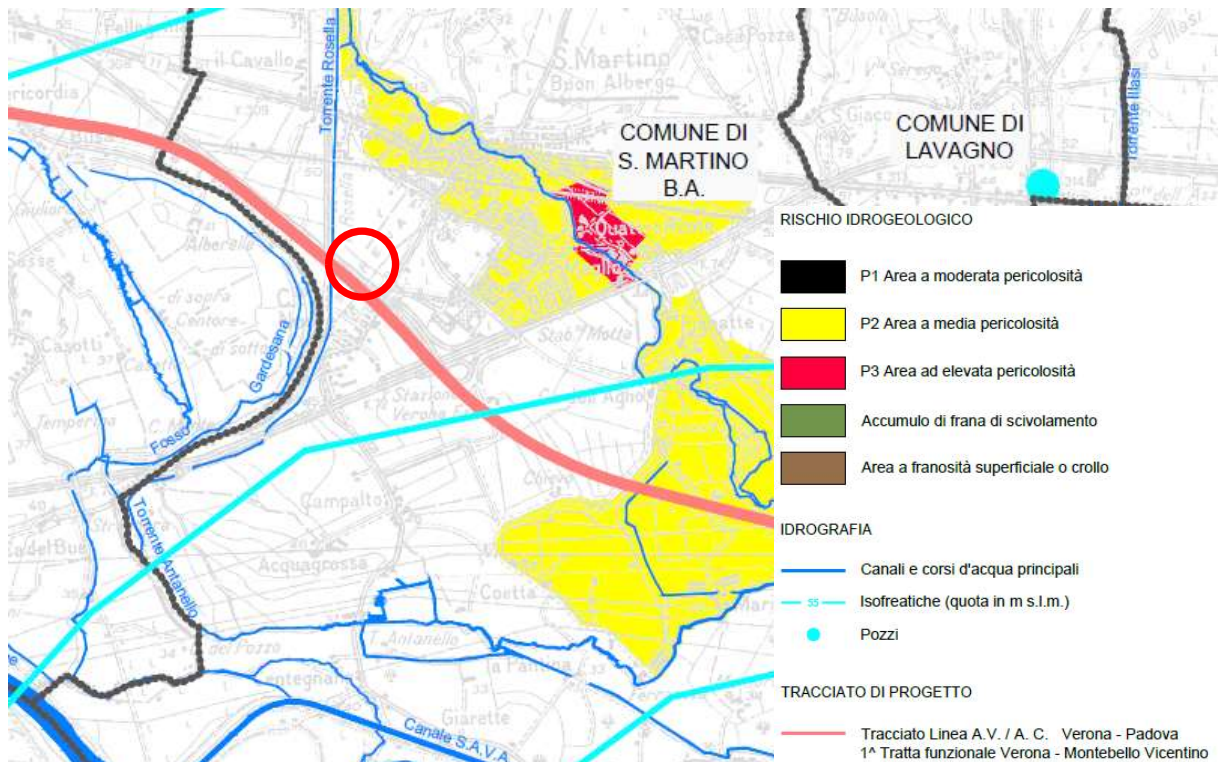


Fig. 5.1: Estratto della tavola A.4.36/V del PAI del fiume Adige con perimetrazione delle aree a diverso a grado di pericolosità idraulica.



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 16 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

Fig. 5.2: Estratto della tavola IN0D00DI2C2ID000X002A del progetto definitivo con perimetrazione delle aree a diverso grado di pericolosità dedotte da apposito studio idrogeologico delle aree inerenti il tracciato della linea A.V./A.C.

## 6 ANALISI IDROLOGICA

Per lo studio ed il dimensionamento delle opere si sono utilizzati i dati pubblicati dall'ARPAV per le stazioni di Arcole e ButtaPietra, mediando i dati delle due per la creazione di una stazione fittizia.

Facendo riferimento ad esse ed assumendo per il dimensionamento delle opere idrauliche un tempo di ritorno di 100 anni come prescritto, dagli studi risulta la seguente curva di possibilità pluviometrica:

$$h = at^n = 94.3t^{0.61}; \text{ (con } t \text{ in minuti)}$$

Tale equazione fornisce l'altezza di precipitazione che può essere uguagliata o superata per precipitazioni di durata "t" mediamente una volta ogni 100 anni.

Essa è stata ricavata dai dati statistici riportati per piogge di durata inferiore all'ora e tempi di ritorno tra i 2 e i 50 anni.

Si riporta nella tabella seguente i parametri della curva segnalatrice a due parametri utilizzata per i tempi di ritorno di interesse per gli scrosci:

Tab. 6.1: Parametri della curva segnalatrice a due parametri per piogge di durata inferiore all'ora.

$T_R$	$a$	$n$
50	83.02	0.605
100	94.3	0.610

Si riporta nella tabella seguente i parametri della curva segnalatrice a due parametri utilizzata per i tempi di ritorno di interesse per piogge di durata superiore all'ora:

Tab. 6.2: Parametri della curva segnalatrice a due parametri per piogge di durata superiore all'ora.

$T_R$	$a$	$n$
50	72.3	0.13
100	84.1	0.13



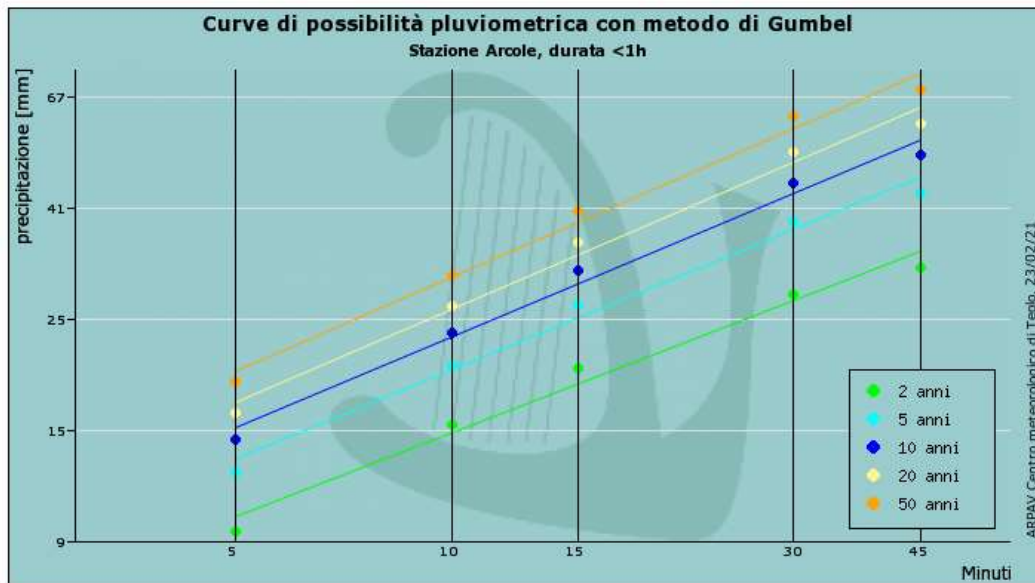


Grafico 6.1 : Andamento delle curve di pioggia al variare del Tempo di Ritorno per durate di pioggia inferiori all'ora per la stazione di Arcole.

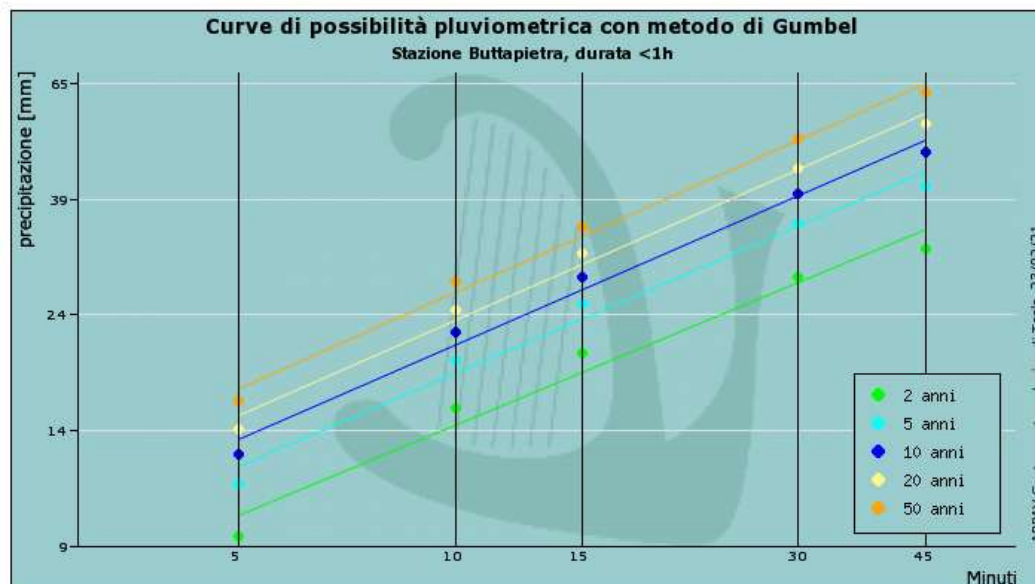


Grafico 6.2 : Andamento delle curve di pioggia al variare del Tempo di Ritorno per durate di pioggia inferiori all'ora per la stazione di ButtaPietra.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag 18 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

## 6.1 I pluviogrammi di progetto

La definizione del tempo di ritorno, ovvero del periodo di tempo in cui l'evento di progetto viene in media uguagliato o superato, è stabilita dal D.G.R. N. 1322/06.

Si assume, quindi, per il dimensionamento delle opere di raccolta e trasporto delle acque meteoriche dalle aree di progetto, un tempo di ritorno di 100 anni così come prescritto dal consorzio IRICAVDUE.

Il modello utilizzato per la stima della portata meteorica di progetto descrive l'afflusso conseguente ad una precipitazione assunta come la più pericolosa tra quelle di una data frequenza o tempo di ritorno. Allo scopo si assume un pluviogramma di progetto con altezza di precipitazione costante, durante l'intero periodo di pioggia, e pari all'altezza fornita dalla curva di possibilità pluviometrica.

È quindi importante la scelta della durata di precipitazione (tempo di pioggia) in grado di mettere in crisi l'intero bacino, ovvero di generare il massimo afflusso di portata alla sezione di chiusura. Questa è stata stimata, sulla base delle caratteristiche geometriche e di estensione delle singole varianti puntuali oggetto di studio.

## 7 LO STATO DI FATTO

Si descrive di seguito il layout dell'area oggetto di intervento allo stato di fatto.

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
19 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

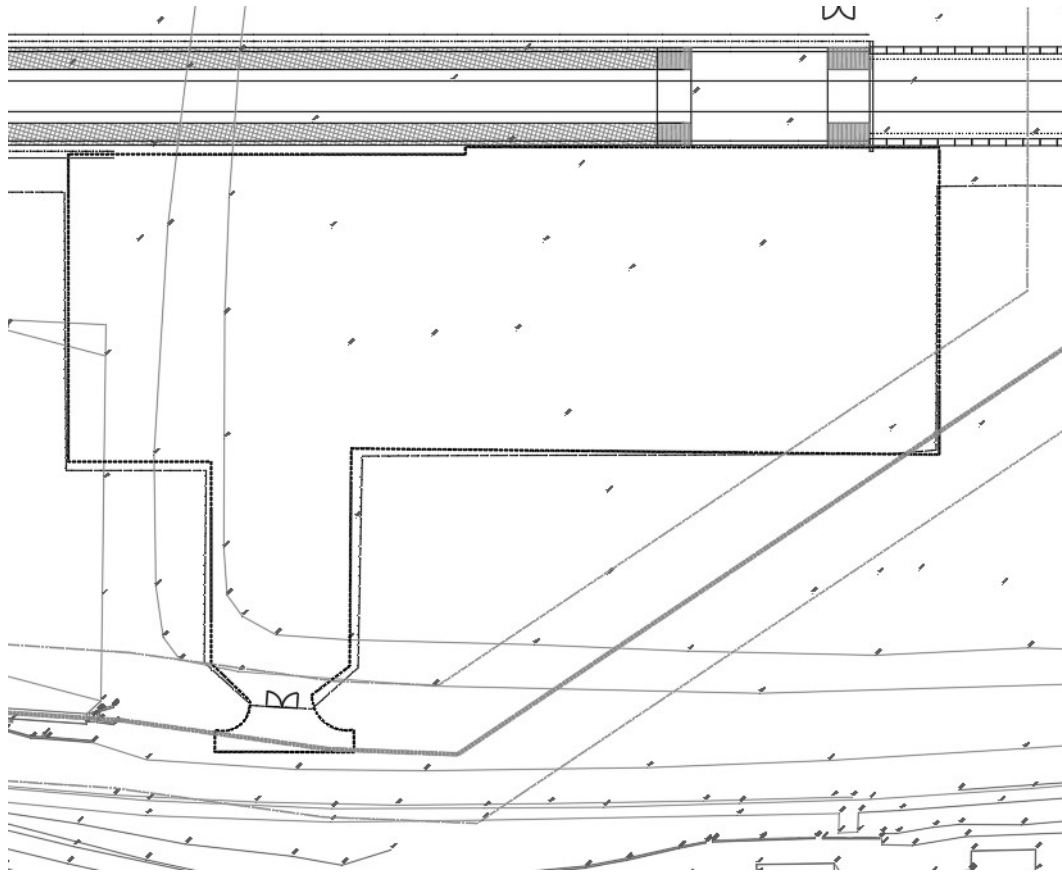
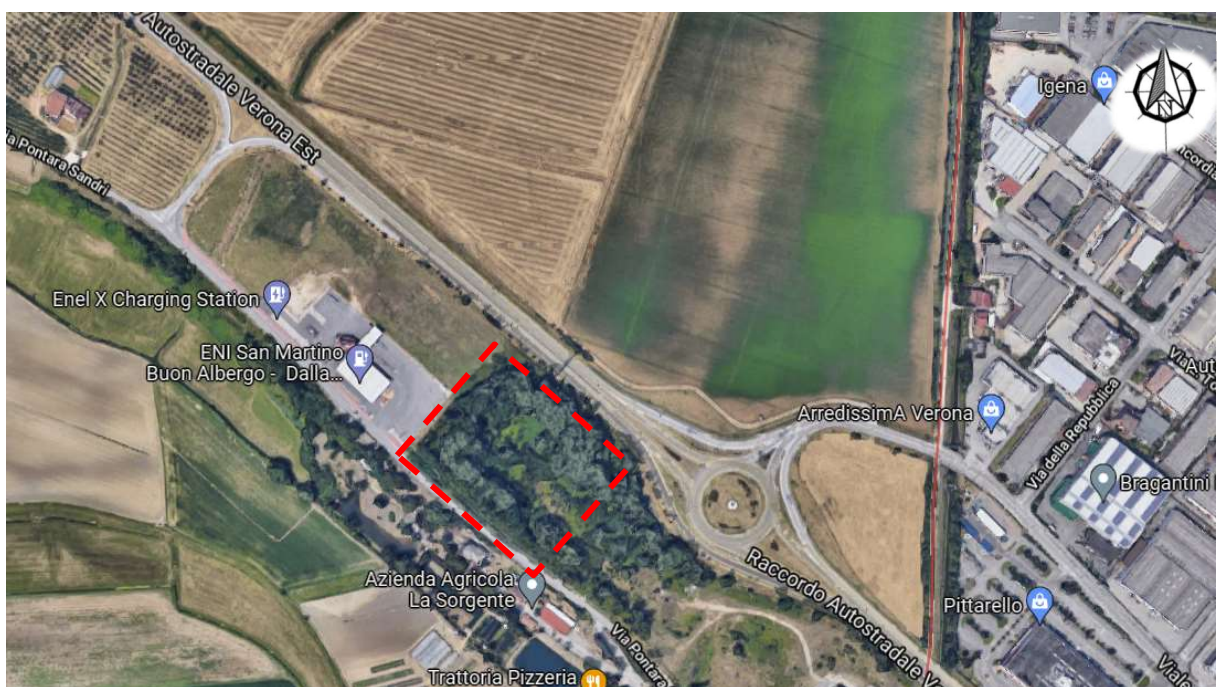


Fig. 7.1: Estratto planimetrico dello stato di fatto – Individuazione dell’area oggetto di intervento con polilinea nera tratteggiata.



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 20 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

Fig. 7.2: Estratto satellitare (fonte Google Maps) – Area oggetto di intervento cerchiata in rosso.

L'area che sarà oggetto intervento è allo stato di fatto totalmente a verde e boscata.

Le classi di permeabilità del suolo, individuate secondo le indicazioni riportate nel D.G.R.V. 2984/09, si distribuiscono come riportato nella tabella sottostante.

Tab. 7.1: Classi di permeabilità dell'area di intervento allo stato di fatto.

Area	S [mq]	$\phi$	S $\phi$ [mq]
agricola	0	0.1	0
verde	4450	0.2	890
semipermeabile	0	0.6	0
impermeabile	0	0.9	0
Totale (mq)	4450	20.0%	890
Totale (ha)	0.45	<b>0.20</b>	0.09

La precipitazione afferente all'area di intervento defluisce superficialmente per il 20%.

Attualmente quindi l'area non è dotata di rete di drenaggio ma l'acqua meteorica defluisce per deflusso naturale lungo le scoline ed i piccoli fossi esistenti in loco.

## 8 LO STATO DI PROGETTO

Si descrive di seguito la configurazione di progetto legata alla realizzazione del lotto FA03.

Gli interventi di progetto comportano l'impermeabilizzazione dell'area, in termini altimetrici si verifica in alcune zone (area piazzale) l'innalzamento rispetto allo stato di fatto è di circa 5.0:6.0 m, mentre in altre (zona trincea) l'abbassamento rispetto allo stato di fatto per un massimo di 2.0:3.0 m.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag 21 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

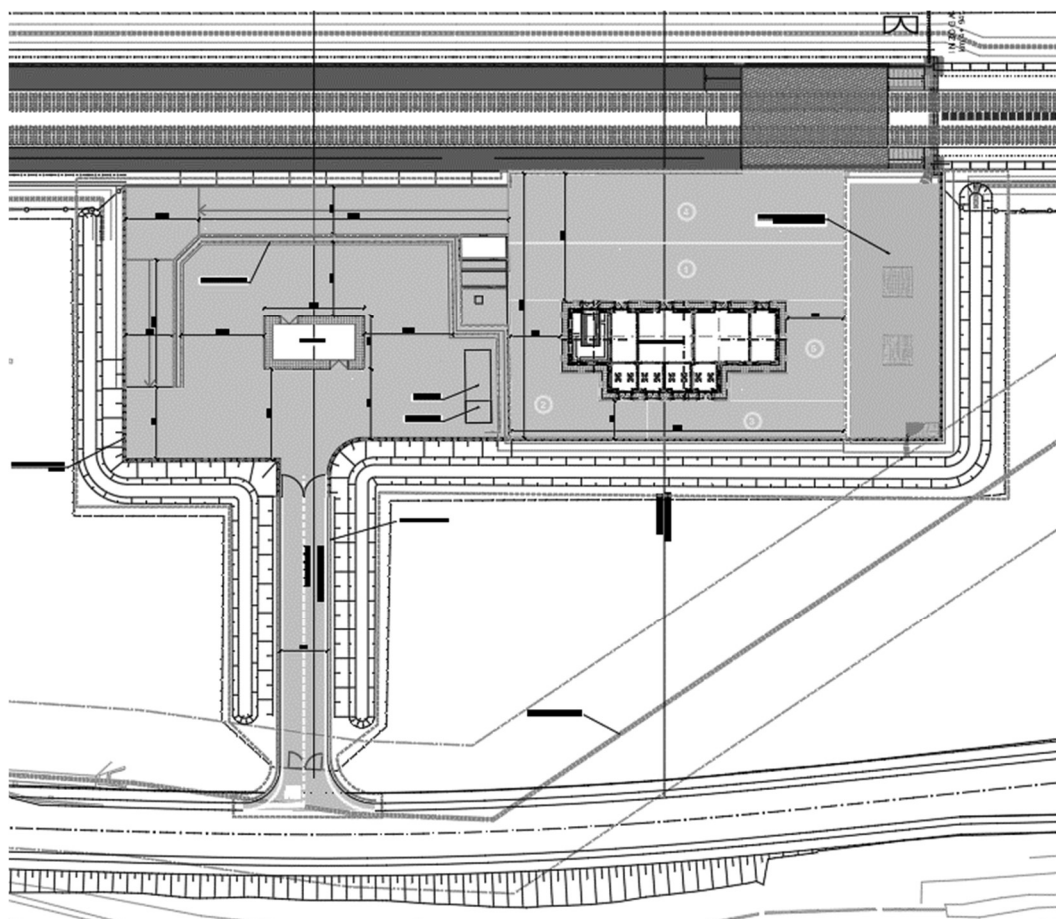


Fig. 8.1: Estratto planimetrico dello stato di progetto – Individuazione dell'area oggetto di intervento con polilinea tratteggiata nera (piazzale e viabilità di accesso).

In base alle indicazioni riportate nel D.G.R.V. 2984/2009, l'area oggetto di interventi di modifica della permeabilità risulta così suddivisa:

Tab.8.1: Classi di permeabilità dell'area di intervento allo stato di progetto.

Area	S [mq]	$\phi$	S $\phi$ [mq]
agricola	0	0.1	0
verde	0	0.2	0
semipermeabile	0	0.6	0
impermeabile	4450	0.9	4005
<b>Totale (mq)</b>	<b>4450</b>	<b>90.0%</b>	<b>4005</b>
<b>Totale (ha)</b>	<b>0.45</b>	<b>0.90</b>	<b>0.40</b>

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag 22 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

L'area oggetto di intervento presenta coefficiente di deflusso pari a 0.90.

Per ulteriori dettagli riguardanti la rete acque meteoriche di progetto si rimanda alle tavole allegate.

## 9 VERIFICA DEL CORPO IDRICO RICETTORE - INFILTRAZIONE

Le reti di progetto trovano recapito all'interno del canale di guardia della trincea posto a protezione della linea. Tale opera, oggetto di altro appalto, viene dimensionata al fine di raccogliere le acque in essa derivanti dalle campagne limitrofe unite a quelle derivanti dal lotto FA03 e dalla parte di linea in trincea che confluisce le sue acque all'interno dello stesso. Di lì le acque vengono quindi riversate all'interno del sifone a doppia canna rettangolare 3x2 e circolare F1500 della Fossa Zenobria alla PK 4+48.73, anch'esso oggetto di altro appalto.

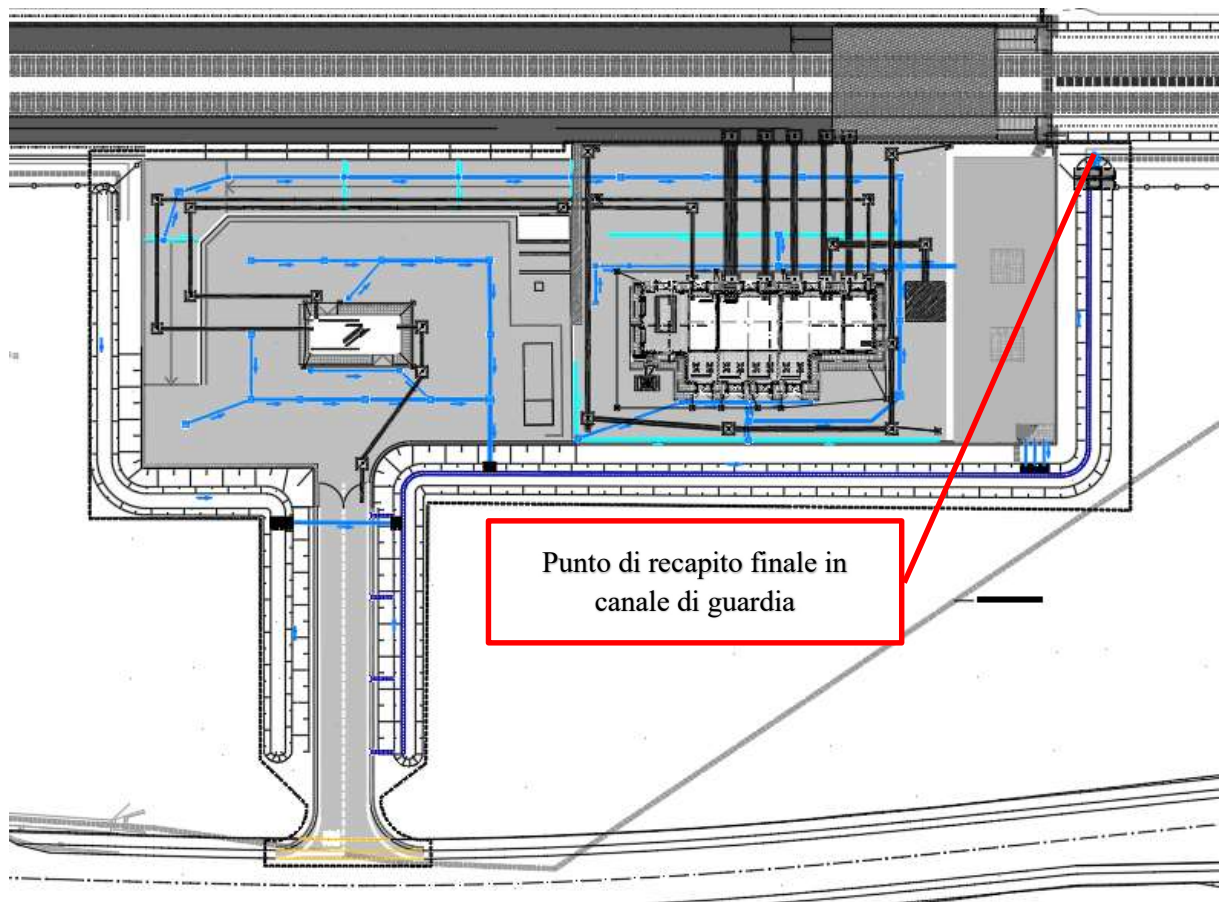




Fig. 9.1: individuazione dei punti di recapito alla rete esterna.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 23 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

## 10 INVARIANZA IDRAULICA

Il piazzale e la viabilità di progetto sono dotati dispositivi per soddisfare il principio di invarianza idraulica così come prescritto da normative. I sottobacini soggetti ad invarianza idraulica recapitano le proprie acque nel canale di invaso e laminazione che si estende lungo tutto il perimetro del piazzale e della viabilità di accesso ad esclusione del lato confinante con la linea. Nel complesso i sottobacini hanno un'estensione di circa 0.445 ha.

L'opera di invaso è costituita da un canale di invaso costituito da due tronchi, un tronco Ovest, con la sola funzione di invaso, ed un tronco Est, con funzione di invaso raccolta e recapito delle acque da smaltire verso il manufatto di regolazione. Il tronco Est ha sezione trapezia con altezza variabile, fondo con larghezza fissa pari a 1.70m munito di mezzo tubo in cls con funzione di smaltimento delle portate di magra, pendenza delle sponde inerbite pari a 2/3, e lunghezza pari a circa 152.00 m. Il tronco Ovest ha sezione trapezia con altezza variabile, fondo con larghezza fissa pari ad 1.80 m, pendenza delle sponde inerbite pari a 2/3, e lunghezza pari a circa 88.00 m. Lo studio di invarianza idraulica è stato suddiviso in tre fasi:

- Stima delle portate generate allo stato attuale;
- Stima delle portate generate nello stato futuro;
- Calcolo dei volumi di invaso.

### 10.1 Analisi idraulica dello stato di fatto e di progetto

La risposta idraulica del bacino nella sua interezza allo stato di progetto è stata valutata col metodo cinematico all'interno del metodo di calcolo dei volumi compensativi, come meglio spiegato in seguito.

Nel valutare la risposta idraulica del sottobacino oggetto di invarianza allo stato attuale, viste le criticità del territorio, si è assunto che l'area oggetto di impermeabilizzazione nell'intervento in esame contribuisca alla generazione di una portata massima nella misura di 5 l/s·ha.

La portata scaricabile risulta quindi pari a 2.2 l/s.

Tabella 10.1: Portata massima scaricabile area oggetto di intervento.

Stato di progetto	Coefficiente udometrico	Massima portata scaricabile
Superficie [mq]	l/sha	l/s
4450.0	5.0	2.2

GENERAL CONTRACTOR  IFICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag 24 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

Ad essa si somma poi la portata laminata derivante dal tratto di linea in trincea e galleria che recapita le proprie acque all'interno della vasca di invaso e laminazione posta all'interno del piazzale di FA03. Tale portata laminata risulta essere pari a 3.1 l/s e derivante da altro appalto.

Si ha quindi una portata scaricabile massima totale pari a 5.3 l/s, somma della portata laminata dell'area oggetto di intervento del lotto FA03 e del tratto di Linea A.C./A.V. in esso recapitante.

Tabella 10.2: Portate massime scaricabili sezione di chiusura lotto FA03.

Area di afferenza	Massima portata scaricabile
	l/s
Lotto FA03	2.2
Tratto galleria e trincea linea A.C.\A.V.	3.1
Totale Lotto FA03+Linea A.C.\A.V.	5.3

Sono state calcolate le portate critiche per l'area in esame di progetto. Il tempo di corrivazione post-operam è pari a 20 minuti visto l'aumento di superfici che facilitano il deflusso attraverso il lotto e l'aumento di edificazione (così come calcolato ed esplicitato al §12). Il coefficiente di deflusso medio viene calcolato assegnando i coefficienti imposti dalla DGRV 2984/09, indicati in precedenza. Per il sottobacino di progetto il coefficiente è pari a 0.90.

Utilizzando il metodo cinematico e noti tutti gli altri parametri di interesse si ottiene una portata in uscita dal lotto in condizioni di progetto per i due tempi di ritorno considerati pari a:

$$Q_{u(TR50)} = 2,78 \cdot S \cdot \psi_1 \cdot a(t_c)^{n'-1} = 2,78 \cdot 0,445 \cdot 0,90 \cdot 83,02 \cdot \left(\frac{20}{60}\right)^{0,605-1} = 142,7 \text{ l/s}$$

$$Q_{u(TR100)} = 2,78 \cdot S \cdot \psi_1 \cdot a(t_c)^{n'-1} = 2,78 \cdot 0,445 \cdot 0,90 \cdot 94,30 \cdot \left(\frac{20}{60}\right)^{0,61-1} = 161,0 \text{ l/s}$$



GENERAL CONTRACTOR  IFICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag 25 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

## 10.2 Calcolo del volume da invasare - applicazione del metodo cinematico o razionale

Questo approccio ipotizza l'intero bacino come un sistema composto da tanti canali lineari disposti in parallelo che enfatizzano i fenomeni di traslazione della massa d'acqua trascurando quelli di invaso.

Il volume invasato  $W$  può pertanto essere ricavato in funzione della durata critica per la vasca  $\theta_w$ , della durata critica della pioggia per il bacino allo stato di progetto (tempo di corrivazione), e della portata massima uscente calcolata precedentemente nonché degli altri parametri di interesse del bacino con l'espressione:

$$W = \psi_1 \cdot S \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + t_c \cdot Q_u^2 \frac{\theta_w^{1-n}}{\psi_1 \cdot S \cdot a} - Q_u \theta_w - Q_u t_c$$

Dove la durata critica della vasca viene ricavata risolvendo l'equazione:



$$n \cdot \psi_1 \cdot S \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + (1 - n)t_c \cdot Q_u^2 \frac{\theta_w^{-n}}{\psi_1 \cdot S \cdot a} - Q_u = 0$$

Dove:

- $W$  è il volume di invaso,
- $\theta_w$  è il la durata critica per la vasca (che massimizza il volume);
- $t_c$  è il tempo di corrivazione;
- $S$  è la superficie del bacino;
- $\psi_1$  è il coefficiente di deflusso medio di progetto;
- $A$  ed  $n$  i coefficienti della *curva di possibilità pluviometrica a due parametri*;
- $Q_u$  è la portata in uscita pari a **2.2 l/s (per la sola area oggetto di intervento)**.

Il coefficiente di deflusso medio viene calcolato assegnando i coefficienti imposti dalla DGRV 2984/09, indicati in precedenza. Per il sottobacino di progetto il coefficiente è pari a 0.70.

Per il sottobacino in esame applicando il metodo esposto per un tempo di ritorno di 50 anni, secondo la metodologia di calcolo con il metodo razionale ed applicando i coefficienti di cui alla DGRV 2984/09 si ottengono i risultati riportati nella seguente tabella.

GENERAL CONTRACTOR  IFICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag 26 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RIFA0300001	C

Tab. 10.1: Durata critica e volume dell'invaso ottenuti applicando il metodo cinematico (TR50).

<b>Coefficienti LSPP</b>	<b>a</b>	<i>[mm/hn]</i>	72.3
	<b>n</b>	<i>[-]</i>	0.13
<b>Tempo di corrivazione SDP</b>	<b><i>t<sub>c</sub></i></b>	<i>[min]</i>	15
<b>Coefficiente di deflusso SDF</b>	<b><i>ψ<sub>0</sub></i></b>	<i>[-]</i>	0.20
<b>Coefficiente di deflusso SDP</b>	<b><i>ψ<sub>1</sub></i></b>	<i>[-]</i>	0.90
<b>Portata in uscita adottata</b>	<b><i>Q<sub>u,inf,d</sub></i></b>	<i>[l/s]</i>	2.225
<b>Durata critica per la vasca</b>	<b><i>θ<sub>w</sub></i></b>	<i>[min]</i>	528
<b>Volume massimo di invaso</b>	<b><i>W</i></b>	<i>[m<sup>3</sup>]</i>	<b>311.5</b>

In particolare in tabella sono riassunti ed indicati anche tutti i dati che hanno portato all'ottenimento del volume indicato.

Il volume massimo da invasare per il sottobacino si verifica con una pioggia di 8.8 ore ed è pari a 311.5 mc per un contributo di invaso di 700.0 mc/ha.

### 10.3 Verifica del volume di invaso con il metodo delle piogge

Il metodo delle sole piogge non considera l'effetto del bacino portando ad un sovradimensionamento del volume di invaso.

L'equazione di continuità è:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = dW(t) / dt$$

in cui:

- $Q_e(t)$  è la portata, nota o predeterminata, in ingresso ai sistemi filtranti all'istante generico (t); essa dipende sia dall'evento meteorico considerato che dalle caratteristiche del bacino e della rete di drenaggio a monte della vasca stessa;
- $Q_u(t)$  è la portata in uscita; essa è, in generale, variabile nel tempo e dipende dalle caratteristiche geometriche dei pozzi, e dalle condizioni di permeabilità del circostante terreno;
- $W(t)$  è il volume invasato nei pozzi all'istante t.

Il volume d'acqua che entra nel generico sistema drenante, per effetto di una pioggia di durata  $t$ , è pari a:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n$$

in cui:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag 27 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

- S: superficie drenante
  - $\varphi$ : coefficiente di afflusso costante del bacino drenato a monte dei pozzi, assunto pari a 1
  - a: coefficiente pluviometrico orario [mm/h], definito in altro paragrafo
  - n: coefficiente di scala adimensionale, definito in altro paragrafo
  - t: la durata dell'evento pluviometrico considerato
- Nello stesso periodo il volume in uscita dai pozzi è

$$W_u = Q_u \cdot t$$

Il volume invasato nel periodo "t" nel sistema di pozzi perdenti è la differenza tra i volumi entranti ed uscenti:

$$W = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_u \cdot t$$

L'evento critico si ha nel momento in cui il volume invasato rimane costante nel tempo

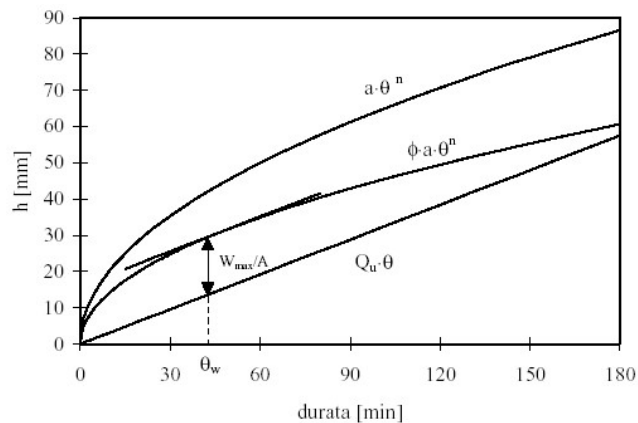


Figura 10-1: Determinazione dell'evento critico per la vasca con il metodo delle sole piogge ( $Q_u = Q_e$ )



In altri termini, per determinare l'evento critico si massimizza la funzione  $W$ , imponendo:

$$\frac{dW}{dt} = n \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot t_w^{n-1} - Q_u = 0$$

Dalla quale si definisce il tempo critico della vasca

$$t_w = \left[ \frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right]^{\left( \frac{1}{n-1} \right)}$$

Il volume accumulato (di laminazione) del pozzo nel periodo critico si esprime quindi come:

GENERAL CONTRACTOR  IFICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag 28 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

$$W_m = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\left( \frac{n}{n-1} \right)} - Q_e \cdot \left( \frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\left( \frac{1}{n-1} \right)}$$

Il volume di invaso così calcolato è pari a 1134.60 mc.:

Tab. 10.2: Volume di invaso TR50anni – metodo delle sole piogge.

<b>Durata critica per la vasca</b>	$\theta_w$	[min]	355.3
<b>Volume massimo d'invaso</b>	$W_{net}$	[m <sup>3</sup> ]	317.5

L'invaso calcolato con il metodo delle piogge risulta analogo a quello calcolato con il metodo cinematico.

#### 10.4 Analisi dei risultati ottenuti e scelta del volume di invaso da adottare



I volumi di invaso calcolati con i due metodi sono del tutto analoghi.

In ogni caso, il volume di progetto da invasare corrisponde al maggiore tra i due, ed è quindi pari a 317.5 mc.

## 11 REALIZZAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO, PRESCRIZIONI GENERALI E NORME PROGETTUALI

Ai fini dell'invarianza idraulica dell'area, si deve garantire un volume di invaso di almeno 317.5 mc.

Questo viene ottenuto mediante il posizionamento al perimetro del lotto (escluso lato adiacente la linea) da un canale di invaso costituito da due tronchi, un tronco Ovest, ed un tronco Est. Il tronco Est ha sezione trapezia con altezza variabile, fondo con larghezza fissa pari a 1.70m munito di mezzo tubo in cls con funzione di smaltimento delle portate di magra, pendenza delle sponde inerbite pari a 2/3, e lunghezza pari a circa 152.00 m. Il tronco Ovest ha sezione trapezia con altezza variabile, fondo con larghezza fissa pari ad 1.80 m, pendenza delle sponde inerbite pari a 2/3, e lunghezza pari a circa 88.00 m. La quota minima del fondo del tronco Est è pari a 47.550 mslm mentre quella del tronco Ovest è pari a 48.00 mslm.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag 29 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

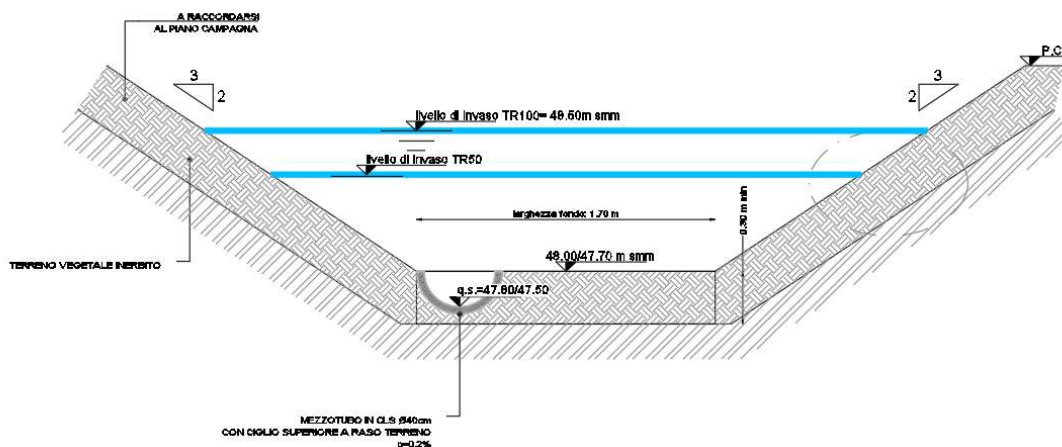


Fig. 11.1: sezione tipo canale di invaso e laminazione tronco Est.

Tale invaso, di cui sono consultabili sezione tipo, sezioni e posizione nelle tavole grafiche, consente di invasare un volume pari a 378 mc con un livello di invaso pari a 48.50 msmm, ed un franco di sicurezza rispetto alla sommità arginale pari a 10 cm.

La rete prevista permette l'invaso di un volume maggiore rispetto a quello necessario (378>317.5mc).

Per maggiori dettagli si rimanda alle tavole di progetto allegate alla presente relazione.

### 11.1 Verifica delle opere di invaso per l'evento di pioggia con TR100 anni



L'opera di invaso di progetto è verificata anche per l'evento pluviometrico con tempo di ritorno di 100anni.

I volumi da verificare sono pari a 377.7 mc.

Essè è calcolato con il metodo cinematico ed il metodo delle sole piogge prima descritti, come riassunto nelle tabelle successive.

Tab. 11.1: Volumi di invaso al variare del tempo di pioggia nei sottobacini oggetto di trasformazione – TR100 – metodo delle sole piogge e metodo cinematico.

Metodo cinematico (TR 100)		
<b>W</b>	[m <sup>3</sup> ]	374.1
Metodo delle sole piogge (TR 100)		
<b>W</b>	[m <sup>3</sup> ]	377.7

GENERAL CONTRACTOR  IFICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag 30 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

Il sistema di invaso di progetto invasa il volume relativo alla pioggia con tempo di ritorno di 100 anni con una quota di invaso pari a 48.50 m smm (volume invasabile pari a 378.0 mc), mantenendo un franco libero tra il livello di invaso e quota sommitale dell'invaso pari a 10 cm. I volumi invasabili a sezione piena sono maggiori di quelli generati dall'evento pluviometrico più gravoso.

## 11.2 Manufatto di regolazione invaso

### 11.2.1.1 Verifica stramazzo troppo pieno

A valle del canale di invaso e laminazione è posto un setto in c.a. con funzione di regolazione delle portate e di stramazzo di troppo pieno. La quota della soglia stramazziante è pari a 48.5m smm, la larghezza della soglia è pari a 4.10 m, con un'altezza del petto pari a 1.10 m. Tale soglia, che si attiva solo in condizioni eccezionali quale l'intasamento della luce di fondo ed il bacino pieno, consente di scaricare la massima portata prevista in arrivo dalla rete di monte.

La portata di picco, calcolata con metodo cinematico per una pioggia di durata superiore all'ora (durata evento che mette in crisi l'invaso) e tempo di ritorno pari a 50 anni risulta pari a 209.4 l/s, con tempo di ritorno pari a 100 anni risulta invece pari a 243.5 l/s.

La soglia viene considerata a parete sottile in quanto ha spessore sommitale minimo pari a  $L=30$  cm ed altezza del fluido indisturbato a monte della soglia  $H$  pari a massimo 10cm, si ha quindi che non è rispettata la valenza per parete grossa che indicherebbe  $2H < L < 12H$ .

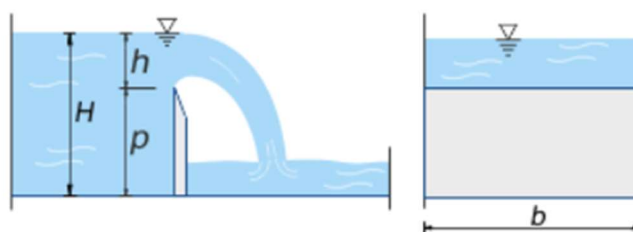




Fig. 11.2: indice grafico delle grandezze utilizzate nel calcolo.

Considerando un carico  $H$  sopra la soglia pari ad  $H=0.10$ m (annullamento del franco di sicurezza dell'invaso), fissata  $b=4.1$ m, si ha che la portata scaricabile è pari a:

$$Q = 0,385 \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \cdot H^{3/2} = 1,705 \cdot b \cdot H^{3/2}$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 31 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

Da cui deriva  $Q=250.7$  l/s, superiore alla massima portata in arrivo da monte per eventi con TR50 e 100 che mettono in crisi l'invaso.

### 11.3 Manufatto di controllo – Sottobacino relativo ai piazzali ed alla strada perimetrale

Il controllo delle portate in arrivo dall'invaso viene regolato tramite setto in c.a. con luce di fondo posto a valle del canale di invaso non rivestito, che assicura la regolazione alla rete esterna al lotto della sola portata laminata pari a 5.3 l/s. Tale portata fuoriesce da una luce di fondo con diametro pari a 5 cm con asse posto a 10.0 cm dal fondo. La portata di 5.3 l/s risulta essere la massima portata scaricabile dalla luce in condizioni di pelo libero pari al livello di massima regolazione dell'invaso, ovvero 48.50m smm.

Considerando la nota relazione:

$$Q_u = 0.61 \frac{\pi D^2}{4} \sqrt{2gh} = 0.61 \frac{\pi 0.05^2}{4} \sqrt{2g1.00} = 0.0053 \text{ mc7S} = 5.3 \text{ l/s}$$

Dove:

- D è il diametro della luce pari a 0.05 m;
- h è il carico in corrispondenza dell'asse della luce pari a 1.00 m;

Si ha quindi una portata massima scaricata con livello di invaso pari al massimo livello di regolazione (48.50 m smm) pari alla massima portata scaricabile, ovvero 5.3 l/s.

Le caratteristiche del manufatto sono illustrate e descritte all'intero della tavola inerente i particolari costruttivi della rete meteo, di cui si riporta un estratto nelle figure a seguire.

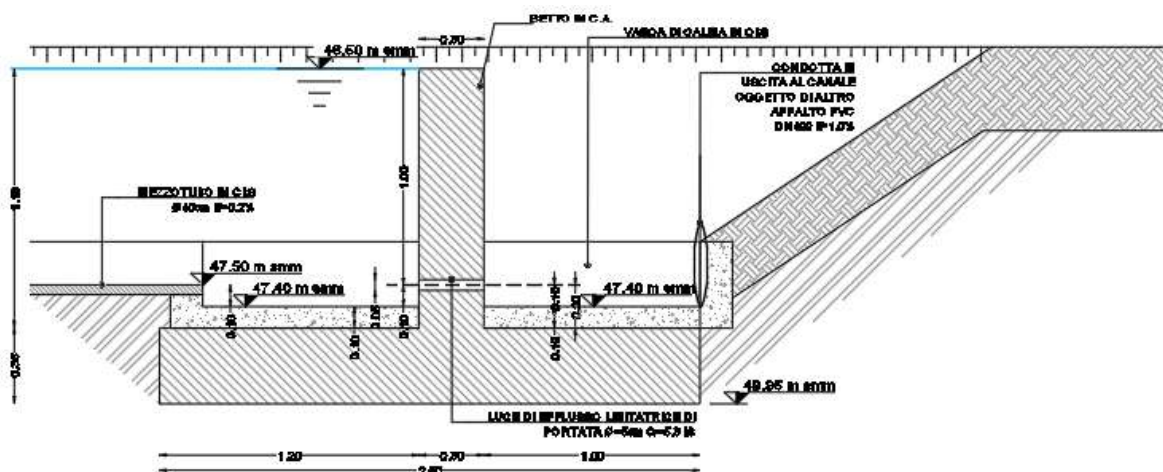


Fig. 11.1: Sezione trasversale del manufatto in c.a. di regolazione delle portate.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 32 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

## 12 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

Per determinare la massima portata affluente alle condotte di progetto previamente illustrate è stato utilizzato il metodo cinematico che consente di valutare la portata al colmo introducendo semplificazioni che riguardano sia le leggi che governano le varie fasi del processo di deflusso della portata che la rappresentazione geomorfologica ed idrografica del sottobacino stesso.

Esso riduce l'idrogramma di piena ad un trapezio. Secondo tale ipotesi la portata massima che mette in crisi il bacino risulta essere quella generata da un evento meteorico di durata pari al tempo di corrivazione del bacino stesso.

Il metodo razionale è stato applicato ai sottobacini scolanti, noti per ognuno di esso i valori della superficie totale, impermeabilizzata e verde.

Per cui data l'altezza di pioggia  $h$  la portata efficace da essa generata sarà:

$$Q = \frac{\varphi S h}{t_p} \quad \left[ \frac{\text{mc}}{\text{s}} \right];$$

dove:

$\varphi$  = coefficiente di permeabilità media del bacino;

$S$  = area del bacino [mq];

$h$  = altezza di pioggia in un tempo di pioggia  $t_p$  [m];



$t_p$  = tempo di precipitazione assunto secondo ipotesi del metodo cinematico pari al tempo di corrivazione [s].

Il tempo di corrivazione viene valutato in base alle caratteristiche pedologiche per ogni sottobacino scolante.

Per quanto riguarda la stima dei tempi di corrivazione per aree urbane, si è fatto riferimento alla formulazione proposta dal Civil Engineering Department dell'Università del Maryland (1971):

$$T_c = \left[ \frac{26.3 \cdot \left( \frac{L}{K_s} \right)^{0.6}}{3600^{0.4(1-n)} \cdot a^{0.4} \cdot i^{0.3}} \right]^{\frac{1}{(0.6+0.4n)}}$$



GENERAL CONTRACTOR  IFICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
Pag 33 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RIFA0300001	C	

essendo  $L$  la lunghezza del collettore in m calcolata dal suo inizio fino alla sezione di chiusura,  $K_S$  il coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler in  $m^{1/3}/s$ ,  $i$  la pendenza media del bacino,  $a$  (m/ora<sup>n</sup>) ed  $n$  parametri della curva segnalatrice di possibilità pluviometrica.

Al valore ottenuto da tale formulazione va sommato il parametro  $T_e$ , definito come tempo di ruscellamento o tempo di ingresso in rete, ed inteso come il tempo massimo che impiegano le particelle di pioggia a raggiungere il condotto a partire dal punto di caduta. Al tempo di ruscellamento si assegnano valori variabili a seconda dell'estensione dell'area oggetto di studio, del grado di urbanizzazione del territorio e dell'acclività dei terreni.

Nel caso di specie trattandosi di aree completamente urbanizzate, dotate di caditoie e/o griglie di raccolta, con adeguate pendenze longitudinali e trasversali si è scelto di utilizzare un tempo di ruscellamento  $T_e$  di 5 minuti

Il calcolo del  $T_c$  è stato eseguito per il bacino principale e nel calcolo della rete per ogni tratto della stessa, nonché per alcuni sottobacini di adeguate dimensioni, di cui si riporta un estratto nella tabella a seguire con indicato il tratto terminale del sottobacino considerato.

Tab. 12.1: Tempo di corrivazione per il bacino di progetto.

Sottobacino	Coefficiente di scabrezza $K_s$ [ $m^{1/3}/s$ ]	Pendenza $i$ [m/m]	Lunghezza $L$ [m]	Tempo di corrivazione in rete $T_c$ [min]	Tempo di ruscellamento $T_e$ [min]	Tempo di corrivazione [min]	Tempo di corrivazione assunto [min]
<b>P6-S1</b>	90	0.002	112.85	13.1	5	18.1	<b>15</b>
<b>C26-S2</b>	90	0.002	55.20	7.9	5	12.9	<b>10</b>
<b>S3-S4</b>	90	0.002	200.00	19.7	5	24.7	<b>20</b>

Si riporta di seguito la portata di progetto così ottenuta.

Tab. 12.2: Portata di piena afferenti per i sottobacini di progetto nell'area Terna, calcolata con metodo cinematico – TR100.

Denominazione sottobacino	Tempo di precipitazione $T_p$	Intensità di pioggia $j$	Area di deflusso $S_\phi$	Altezza di pioggia $h$	Volume effluente $W_e$	Contributo di invaso	Portate	Portate
	[min]	[mm/ora]	[mq]	[mm]	[mc]	[mc/ha]	[mc/s]	[mc/h]
<b>P6-S1</b>	15	161.93	1948.12	40.48	78.86	404.81	<b>0.088</b>	315.45
<b>C26-S2</b>	10	189.67	1262.10	31.61	39.90	316.11	<b>0.066</b>	239.38
<b>S3-S4</b>	20	144.74	4005.00	48.25	193.23	482.47	<b>0.161</b>	579.68

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag 34 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RIFA0300001	C

### 13 VASCA DI ACCUMULO E SOLLEVAMENTO

La vasca di accumulo presente nella WBS FA03, in oggetto, riceve le acque provenienti dal tratto della piattaforma ferroviaria raccolte dal sistema di drenaggio previsto nella WBS TR00. Per quanto riguarda i volumi accumulati nella vasca, si fa, quindi, riferimento alla WBS TR00. Tale volume è di 563.7mc e genera un livello di invaso di 38.12msmm.

La stazione di sollevamento, e relativo impianto, sono oggetto della presente WBS FA03. Si riporta di seguito il dimensionamento della stessa.

#### 13.1 STAZIONE DI SOLLEVAMENTO

All'interno della vasca di accumulo situata nel tratto in trincea è collocata la stazione di sollevamento con funzione di:

- Sollevamento portate laminate di smaltimento delle acque meteoriche del tratto in trincea della linea A.V/A.C.;
- Sollevamento delle portate meteoriche raccolte dalla rete della parte di piazzale in trincea e delle rampe;
- Sollevamento delle portate meteoriche raccolte dalle aperture presenti al di sopra della soletta della vasca stessa;

Si hanno quindi le seguenti portate da sollevare:

- 3.1 l/s dovuti alla portata laminata delle acque meteoriche del tratto in trincea della linea A.V/A.C. (WBS GA01 km 4+942.53);
- 105 l/s dovuti alle portate meteoriche raccolte dalla rete della parte di piazzale in trincea e delle rampe, calcolati con un tempo di corrivazione pari a 10' a favore di sicurezza

$$Q = 2,78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a(t_c)^{n'-1} = 2,778 \cdot 0,2192 \cdot 0,9 \cdot 94,26 \cdot \left(\frac{10}{60}\right)^{0,607} = 104,46 \frac{l}{s}$$

$$\approx 105,0 \frac{l}{s}$$

- 21.9 l/s dovuti alle portate derivanti dal di sopra della soletta della vasca stessa calcolati con un tempo di corrivazione pari a 10' a favore di sicurezza

$$Q = 2,78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a(t_c)^{n'-1} = 2,778 \cdot 0,046 \cdot 0,9 \cdot 94,26 \cdot \left(\frac{10}{60}\right)^{0,607-1} = 21,9 \frac{l}{s}$$

GENERAL CONTRACTOR  IFICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag 35 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

La portata complessiva da sollevare è quindi pari a 130 l/s. Le portate sollevate vengono recapitate al canale di invaso e laminazione delle acque del lotto FA03 posto a piano campagna.

All'interno della vasca le pompe sono collocate in apposita fossa con dimensioni in pianta pari a 4.50x2.00 m ed una profondità pari a 1.05 m

Le caratteristiche della stazione di sollevamento dipendono dalla portata da sollevare e dalla prevalenza totale da superare sennonché dalle caratteristiche delle pompe.

Nel caso in esame la portata da sollevare è pari a 130.0 l/s, e verrà garantita tramite l'utilizzo in contemporaneo di 2 pompe, ciascuna in grado di sollevare 65 l/s al punto di funzionamento previsto, unite a tali pompe sarà posizionata una pompa di riserva.

La prevalenza totale è data dalla somma del dislivello geodetico e le perdite di carico nella condotta di mandata.

Esse risentono del contributo delle perdite continue, dovute alla scabrezza della tubazione, e di quelle accidentali, dovute a variazioni plano-altimetriche o variazioni della sezione liquida.

$$H = H_g + \Delta H \quad [m]$$

Dove:

H= prevalenza totale [m];

H<sub>g</sub>= dislivello geodetico [m];

ΔH= perdita di carico totale nella condotta [m].

Le perdite di carico totali in mandata saranno date da:

$$\Delta H = (coeff_{imbocco} + j) \frac{v^2}{2g};$$

dove:

ΔH= perdita di carico totale [m];

coeffimbocco= coefficiente adimensionale uguale a 0,5;



j= perdita di carico unitaria [m/m];

v= velocità media di deflusso [m/s];

g= coefficiente di gravità [pari a 9,81 m/s<sup>2</sup>].

Le perdite di carico totali in mandata saranno date da:

$$\Delta H = jL + (\sum k_i) \frac{v^2}{2g};$$

GENERAL CONTRACTOR  ITICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag 36 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

dove:

$\Delta H$ = perdita di carico totale [m];

$k_i$ = coefficiente adimensionale che esprime il peso delle perdite concentrate che assume i seguenti valori:

$k$  valvole = 0,3;

$k$  imbocco = 0,5;

$k$  sbocco = 1,0;

$k$  curve  $90^\circ$  = 1,0;

$k$  curve  $< 90^\circ$  = 0,2;

$j$ = perdita di carico unitaria [m/m];

$v$ = velocità media di deflusso [m/s];

$g$ = coefficiente di gravità [pari a  $9,81 \text{ m/s}^2$ ].

In questo caso è da considerarsi la presenza di una valvola di non ritorno, di una saracinesca e delle curve.

Tab. 13.1: Caratteristiche piezometriche del moto in pressione.

Portata [mc/s]	<b>0.1300</b>
Portata [mc/h]	<b>234.00</b>
Quota minima del pelo libero nella vasca [msmm]	36.03
Quota massima della condotta a valle [msmm]	48.80
Dislivello geodetico [m]	12.77
Perdite di carico [m]	0.99
Prevalenza totale [m]	<b>13.76</b>
Potenza richiesta [kW]	<b>12.53</b>
Numero di pompe [in funzione+riserva]	2+1
Diametro della condotta di mandata [mm]	<b>200</b>
Velocità di deflusso in mandata [m/s]	1.94

Si individua la tipologia di pompa più efficiente in funzione della portata da sollevare e della prevalenza da affrontare. Si evidenzia nuovamente che nel caso in esame si ricorrerà all'utilizzo di due pompe in parallelo ciascuna in grado di sollevare 65 l/s.

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
37 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

Curves according to: Acqua, pulita, 4 °C, 999,9 kg/m<sup>3</sup>, 1,569 mm<sup>2</sup>/s

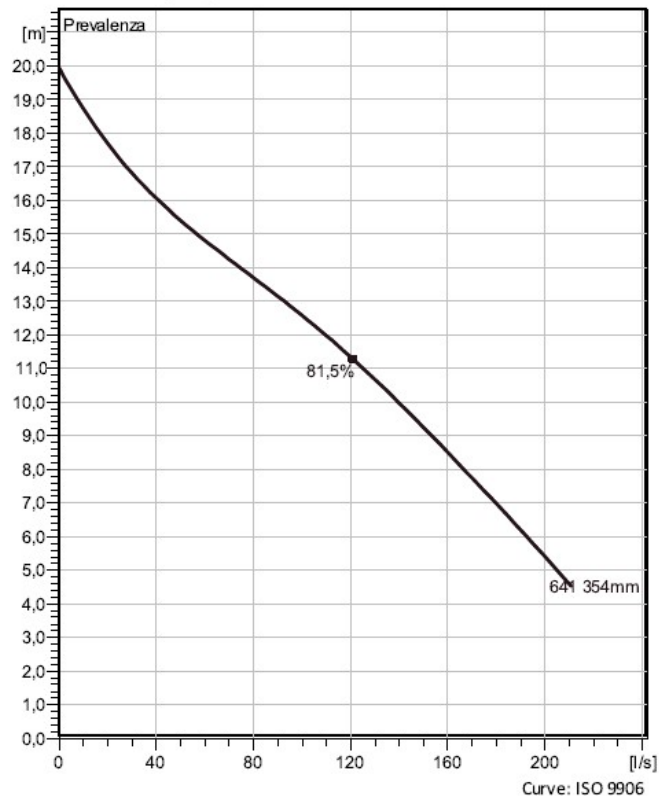


Fig. 13.1: Curva di lavoro delle pompe nro 2 tipo FLYGT NP3102 LT3 Adaptive 423.

Affianco alle 2 pompe funzionanti dovrà essere disposta un'altra pompa di riserva di uguali caratteristiche che entri in funzione in caso di guasto.

Per il dimensionamento della camera delle pompe si calcola il volume utile per l'avviamento e l'arresto della pompa in funzione del massimo numero di attacchi-stacchi che la pompa può sopportare, come da caratteristiche tecniche del catalogo sapendo che:

$$V = \frac{Q}{4z};$$

dove V= volume utile [mc];

Q= portata sollevata [mc/h];

z= numero massimo di avviamenti orari della pompa.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 38 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

Tab. 13.2: Caratteristiche di funzionamento dell'elettropompa sommergibile tipo FlyGT NP3202 MT3 641.

<b>Portata [mc/s]</b>	0.130
<b>Numero di cicli [n/ora]</b>	24
<b>Volume utile [mc]</b>	3.39
<b>Area di alloggiamento pompa - diametro [m]</b>	4.50
<b>Livello di attacco 1° pompa [m]</b>	0.35
<b>Quota di attacco 1° pompa [msmm]</b>	36.38
<b>Quota di arresto [msmm]</b>	36.03
<b>quota fondo pozzo pompe [msmm]</b>	35.55

La vasca delle pompe è configurata in modo da garantire un buon funzionamento dell'impianto. Ovvero sono da evitare la formazione di vortici, che danneggerebbero la girante della pompa, o di calma, che favorirebbe il deposito di sedimenti.

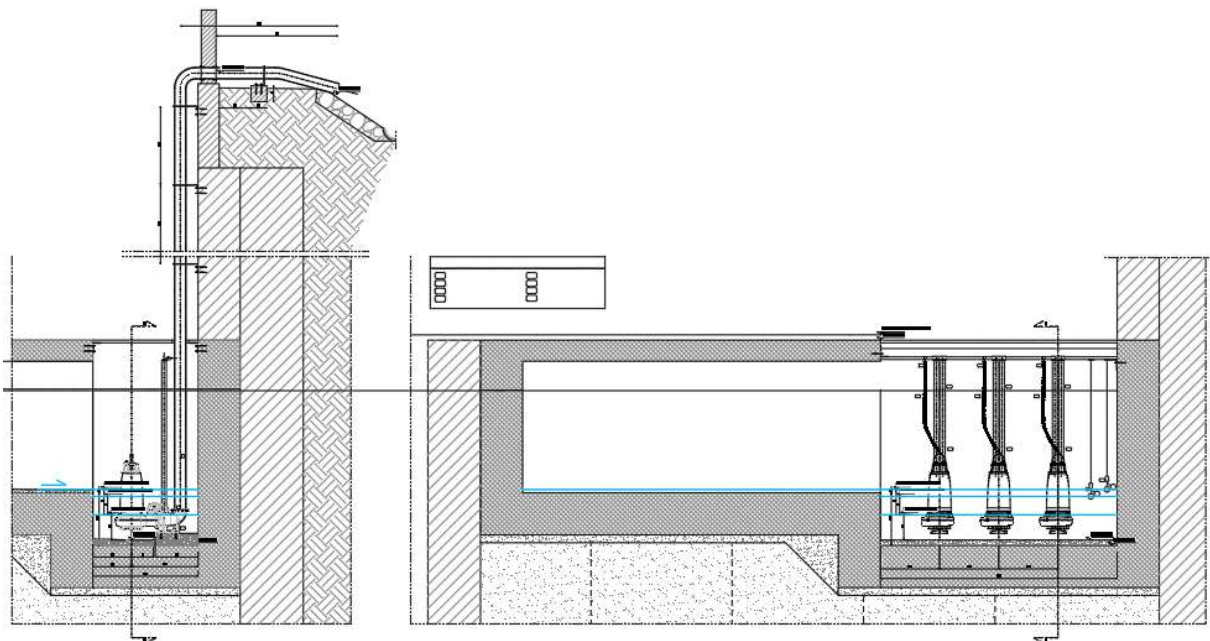




Fig. 13.2: Sezione longitudinale e trasversale della stazione di sollevamento meccanico in vasca di accumulo.

## 13.2 VASCA DI ACCUMULO

La vasca di accumulo posta in trincea è dimensionata per poter sopperire ad un eventuale interruzione delle pompe protratta per 2 ore e per effettuare la laminazione delle acque raccolte lungo la linea A.V./A.C. che afferiscono alla vasca stessa. Le verifiche, i dimensionamenti e

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
39 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

ogni dato inerente portate, dimensioni e volumi inerenti tale vasca sono oggetto della WBS TR00. Ci si limita quindi ad indicare le dimensioni interne pari a 11.3x34x2.50. Si ha quindi un volume massimo a disposizione pari a 960.5 mc ad annullamento del franco di sicurezza. Vista il volume da verificare pari a 563.7 mc, scelto come maggiore tra quello utile al soddisfacimento dell'invarianza e quello utile a sopperire un'interruzione di due ore, si ha un tirante di progetto pari a 1.56 m, considerando l'area netta orizzontale (esente dai setti presenti all'interno della vasca). Esso corrisponde ad un livello di invaso di 38.12msmm, considerando la quota fondo della vasca di 36.45msmm maggiorata dalla presenza del magrone previsto sulla superficie della vasca per generare delle pendenze di deflusso.

La vasca risulta quindi verificata per i volumi da verificare forniti.

#### 14 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI RACCOLTA E TRASPORTO DELLE ACQUE METEORICHE DI PROGETTO

Il dimensionamento delle condotte di progetto è stato eseguito secondo la formula di Gauckler-Strickler che descrive il moto uniforme a gravità:

$$Q = k_s R_H^{2/3} A \sqrt{i}$$

dove:

$k_s$ = coefficiente di scabrezza Gauckler-Strickler [ $m^{1/3}/s$ ];

$R_H$ = raggio idraulico della sezione di deflusso;



$A$ = area di deflusso [ $m^2$ ];

$i$ = pendenza di fondo della condotta [ $m/m$ ].

Il coefficiente di Strickler che indica la scabrezza della condotta è uguale a 66  $m^{1/3}/s$  per le condotte in calcestruzzo e 85  $m^{1/3}/s$  per le condotte in materiale plastico.

Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche delle condotte e delle canalette di progetto.



Il grado di riempimento delle condotte è cautelativamente previsto minore al 50%.

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
40 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

Tab. 14.1: Caratteristiche geometriche e idrauliche delle canalette di progetto.

Denominazione tratto	CH1-CH2	CH3-CH4	CH5-CH6	CH7-CH8
Area afferente S [mq]	84.00	138.00	139.14	169.74
Portata Q [mc/s]	0.01	0.01	0.01	0.01
Lunghezza L [m]	9.00	20.00	23.00	20.50
Pendenza di fondo i [m/m]	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>
Coefficiente di Gauckler Strickler Ks [m <sup>1/3</sup> /s]	66.00	66.00	66.00	66.00
Larghezza b [m]	0.30	0.30	0.30	0.30
Tirante a moto uniforme Y [m]	0.04	0.06	0.06	0.07
Altezza interna h [m]	0.30	0.30	0.30	0.30
Dimensioni interne b*h [mm]	<b>300*300</b>	<b>300*300</b>	<b>300*300</b>	<b>300*300</b>
Dimensioni esterne b*h [mm]	400*400	400*400	400*400	400*400
Area A [mq]	0.09	0.09	0.09	0.09
Hydraulic radius Rh [m]	0.10	0.10	0.10	0.10
Capacità di deflusso Q0 [mc/s]	0.09	0.09	0.09	0.09
Rapporto di portata Q/Q0	0.06	0.11	0.11	0.13
Grado di riempimento Y/H	0.14	0.19	0.19	0.22
Velocità di deflusso v [m/s]	<b>1.01</b>	<b>1.01</b>	<b>1.01</b>	<b>1.01</b>
Tirante critico Yc [m]	0.034	0.047	0.047	0.054
Tirante di monte Ym [m]	<b>0.06</b>	<b>0.08</b>	<b>0.08</b>	<b>0.09</b>
Quota terreno monte p.c. [m s.m.m.]	40.33	40.30	40.31	40.37
Quota terreno valle p.c. [m s.m.m.]	40.30	40.30	40.30	40.36
Quota scorrimento monte [m s.m.m.]	40.03	40.00	40.01	40.07
Quota scorrimento valle [m s.m.m.]	39.99	39.90	39.90	39.97
Altezza canale a monte h [m]	0.30	0.30	0.30	0.30
Altezza canale a valle h [m]	0.31	0.40	0.40	0.39



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
Pag 41 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C	

Tab. 14.2: Caratteristiche geometriche e idrauliche delle canalette di progetto.

Denominazione tratto	CH9-CH10	CH11-CH111	CH12-CH122	CH15-CH155	CH16-CH166
Area afferente S [mq]	177.84	34.29	68.58	26.90	53.81
Portata Q [mc/s]	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Lunghezza L [m]	14.50	2.10	4.00	1.90	4.00
Pendenza di fondo i [m/m]	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>
Coefficiente di Gauckler Strickler Ks [m <sup>1/3</sup> /s]	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00
Larghezza b [m]	0.30	0.15	0.15	0.15	0.15
Tirante a moto uniforme Y [m]	0.07	0.04	0.06	0.03	0.05
Altezza interna h [m]	0.30	0.15	0.15	0.15	0.15
Dimensioni interne b*h [mm]	<b>300*300</b>	<b>150*150</b>	<b>150*150</b>	<b>150*150</b>	<b>150*150</b>
Dimensioni esterne b*h [mm]	400*400	250*250	250*250	250*250	250*250
Area A [mq]	0.09	0.02	0.02	0.02	0.02
Hydraulic radius Rh [m]	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05
Capacità di deflusso Q0 [mc/s]	0.09	0.01	0.01	0.01	0.01
Rapporto di portata Q/Q0	0.14	0.17	0.33	0.13	0.26
Grado di riempimento Y/H	0.23	0.26	0.43	0.22	0.36
Velocità di deflusso v [m/s]	<b>1.01</b>	<b>0.63</b>	<b>0.63</b>	<b>0.63</b>	<b>0.63</b>
Tirante critico Yc [m]	0.055	0.029	0.047	0.025	0.040
Tirante di monte Ym [m]	<b>0.10</b>	<b>0.05</b>	<b>0.08</b>	<b>0.04</b>	<b>0.07</b>
Quota terreno monte p.c. [m s.m.m.]	40.34	46.52	46.52	44.44	44.44
Quota terreno valle p.c. [m s.m.m.]	40.36	46.52	46.52	44.44	44.44
Quota scorrimento monte [m s.m.m.]	40.04	46.37	46.37	44.29	44.29
Quota scorrimento valle [m s.m.m.]	39.97	46.36	46.35	44.28	44.27
Altezza canale a monte h [m]	0.30	0.15	0.15	0.15	0.15
Altezza canale a valle h [m]	0.39	0.16	0.17	0.16	0.17

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Pag 42 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C	



Tab. 14.3: Caratteristiche geometriche e idrauliche delle condotte di progetto.

Denominazione tratto tubazione		P8-C8	C8-P9	P9-P10	P10-P11
Area afferente	S [mq]	103	190	190	270
Portata meteorica	Q [mc/s]	0.007	0.013	0.013	0.019
Materiale		PVC	PVC	PVC	PVC
Diametro interno	Di [m]	0.188	0.188	0.188	0.297
Diametro nominale	DN [mm]	200	200	200	315
Area di deflusso	A [mq]	0.03	0.03	0.03	0.07
Pendenza di scorrimento	i [m/m]	0.010	0.010	0.010	0.010
Coefficiente di scabrezza	Ks [m <sup>1/3</sup> /s]	85	85	85	85
Capacità di deflusso	Q <sub>0</sub> [mc/s]	0.03	0.03	0.03	0.10
Rapporto di portata	Q/Q <sub>0</sub>	0.23	0.42	0.42	0.18
Grado di riempimento	y/D	0.32	0.45	0.45	0.28
Tirante	Y [m]	0.06	0.08	0.08	0.08
Raggio idraulico	Rh [m]	0.03	0.04	0.04	0.05
Velocità	v [m/s]	0.89	1.06	1.06	1.12
Lunghezza	L [m]	6.20	5.90	14.40	14.00
Quota terreno monte	p.c. [msmm]	46.52	46.49	46.49	44.44
Quota terreno valle	p.c. [msmm]	46.49	46.49	44.44	42.42
Quota scorrimento monte	q.f. [msmm]	45.53	45.46	43.64	41.64
Quota scorrimento valle	q.f. [msmm]	45.46	45.40	43.50	41.50
Denominazione tratto tubazione		P11-P12	P12-C1	C1-C2	C2-C3
Area afferente	S [mq]	351	432	532	631
Portata meteorica	Q [mc/s]	0.019	0.023	0.028	0.033
Materiale		PVC	PVC	PVC	PVC
Diametro interno	Di [m]	0.297	0.297	0.297	0.297
Diametro nominale	DN [mm]	315	315	315	315
Area di deflusso	A [mq]	0.07	0.07	0.07	0.07
Pendenza di scorrimento	i [m/m]	0.010	0.005	0.005	0.005
Coefficiente di scabrezza	Ks [m <sup>1/3</sup> /s]	85	85	85	85
Capacità di deflusso	Q <sub>0</sub> [mc/s]	0.10	0.07	0.07	0.07
Rapporto di portata	Q/Q <sub>0</sub>	0.18	0.31	0.38	0.45
Grado di riempimento	y/D	0.28	0.38	0.42	0.47
Tirante	Y [m]	0.08	0.11	0.12	0.14
Raggio idraulico	Rh [m]	0.05	0.06	0.07	0.07
Velocità	v [m/s]	1.12	0.93	0.98	1.03
Lunghezza	L [m]	12.30	7.65	10.60	11.60
Quota terreno monte	p.c. [msmm]	42.42	40.40	40.35	40.35
Quota terreno valle	p.c. [msmm]	40.40	40.35	40.35	40.34
Quota scorrimento monte	q.f. [msmm]	39.64	39.27	39.23	39.18
Quota scorrimento valle	q.f. [msmm]	39.52	39.23	39.18	39.12

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
43 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C



Tab. 14.4: Caratteristiche geometriche e idrauliche delle condotte di progetto.

Denominazione tratto tubazione		C3-C4	C4-P6	P6-S1	C5-P4
Area afferente	S [m <sup>2</sup> ]	731	828	1948	29
Portata meteorica	Q [m <sup>3</sup> /s]	0.038	0.044	0.103	0.002
Materiale		PVC	PVC	PVC	PVC
Diametro interno	Di [m]	0.297	0.297	0.377	0.188
Diametro nominale	DN [mm]	315	315	400	200
Area di deflusso	A [m <sup>2</sup> ]	0.07	0.07	0.11	0.03
Pendenza di scorrimento	i [m/m]	0.005	0.005	0.005	0.010
Coefficiente di scabrezza	Ks [m <sup>1/3</sup> /s]	85	85	85	85
Capacità di deflusso	Q <sub>0</sub> [m <sup>3</sup> /s]	0.07	0.07	0.14	0.03
Rapporto di portata	Q/Q <sub>0</sub>	0.53	0.59	0.74	0.07
Grado di riempimento	y/D	0.51	0.55	0.64	0.17
Tirante	Y [m]	0.15	0.16	0.24	0.03
Raggio idraulico	Rh [m]	0.08	0.08	0.11	0.02
Velocità	v [m/s]	1.07	1.10	1.36	0.62
Lunghezza	L [m]	12.10	9.45	5.00	4.50
Quota terreno monte	p.c. [msmm]	40.34	40.34	40.37	40.36
Quota terreno valle	p.c. [msmm]	40.34	40.37	40.40	40.39
Quota scorrimento monte	q.f. [msmm]	39.12	39.06	38.95	39.33
Quota scorrimento valle	q.f. [msmm]	39.06	39.01	38.93	39.29
Denominazione tratto tubazione		P4-PL4	PL4-P5	P5-PL6	PL6-P6
Area afferente	S [m <sup>2</sup> ]	29	85	487	543
Portata meteorica	Q [m <sup>3</sup> /s]	0.002	0.006	0.034	0.037
Materiale		PVC	PVC	PVC	PVC
Diametro interno	Di [m]	0.188	0.188	0.297	0.297
Diametro nominale	DN [mm]	200	200	315	315
Area di deflusso	A [m <sup>2</sup> ]	0.03	0.03	0.07	0.07
Pendenza di scorrimento	i [m/m]	0.010	0.005	0.005	0.005
Coefficiente di scabrezza	Ks [m <sup>1/3</sup> /s]	85	85	85	85
Capacità di deflusso	Q <sub>0</sub> [m <sup>3</sup> /s]	0.03	0.02	0.07	0.07
Rapporto di portata	Q/Q <sub>0</sub>	0.07	0.27	0.46	0.51
Grado di riempimento	y/D	0.17	0.35	0.47	0.50
Tirante	Y [m]	0.03	0.07	0.14	0.15
Raggio idraulico	Rh [m]	0.02	0.04	0.07	0.07
Velocità	v [m/s]	0.62	0.66	1.03	1.06
Lunghezza	L [m]	4.10	19.45	8.45	5.30
Quota terreno monte	p.c. [msmm]	40.39	40.38	40.41	40.41
Quota terreno valle	p.c. [msmm]	40.38	40.41	40.41	40.37
Quota scorrimento monte	q.f. [msmm]	39.29	39.24	39.07	39.03
Quota scorrimento valle	q.f. [msmm]	39.24	39.15	39.03	39.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 44 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

Tab. 14.5: Caratteristiche geometriche e idrauliche delle condotte di progetto.

Denominazione tratto tubazione		P7-P5	PL1-PL2	PL2-P3	
Area afferente	S [mq]	348	102	268	
Portata meteorica	Q [mc/s]	0.024	0.011	0.018	
Materiale		PVC	PVC	PVC	
Diametro interno	Di [m]	0.297	0.188	0.297	
Diametro nominale	DN [mm]	315	200	315	
Area di deflusso	A [mq]	0.07	0.03	0.07	
Pendenza di scorrimento	i [m/m]	0.005	0.010	0.005	
Coefficiente di scabrezza	Ks [m <sup>1/3</sup> /s]	85	85	85	
Capacità di deflusso	Q0 [mc/s]	0.07	0.03	0.07	
Rapporto di portata	Q/Q0	0.33	0.35	0.25	
Grado di riempimento	y/D	0.39	0.40	0.34	
Tirante	Y [m]	0.12	0.08	0.10	
Raggio idraulico	Rh [m]	0.06	0.04	0.06	
Velocità	v [m/s]	0.95	1.00	0.88	
Lunghezza	L [m]	3.80	10.10	2.30	
Quota terreno monte	p.c. [msmm]	40.36	40.43	40.43	
Quota terreno valle	p.c. [msmm]	40.41	40.43	40.36	
Quota scorrimento monte	q.f. [msmm]	39.10	39.42	39.17	
Quota scorrimento valle	q.f. [msmm]	39.08	39.32	39.16	
Denominazione tratto tubazione		P3-C6	C6-C7	C7-P6	PL3-PL2
Area afferente	S [m <sup>2</sup> ]	474	508	578	55
Portata meteorica	Q [m <sup>3</sup> /s]	0.033	0.027	0.030	0.004
Materiale		PVC	PVC	PVC	PVC
Diametro interno	Di [m]	0.297	0.297	0.297	0.188
Diametro nominale	DN [mm]	315	315	315	200
Area di deflusso	A [m <sup>2</sup> ]	0.07	0.07	0.07	0.03
Pendenza di scorrimento	i [m/m]	0.005	0.005	0.005	0.010
Coefficiente di scabrezza	Ks [m <sup>1/3</sup> /s]	85	85	85	85
Capacità di deflusso	Q <sub>0</sub> [m <sup>3</sup> /s]	0.07	0.07	0.07	0.03
Rapporto di portata	Q/Q0	0.45	0.37	0.42	0.12
Grado di riempimento	y/D	0.46	0.41	0.44	0.23
Tirante	Y [m]	0.14	0.12	0.13	0.04
Raggio idraulico	Rh [m]	0.07	0.06	0.07	0.03
Velocità	v [m/s]	1.02	0.97	1.00	0.74
Lunghezza	L [m]	19.30	9.15	6.70	5.75
Quota terreno monte	p.c. [msmm]	40.36	40.35	40.38	40.43
Quota terreno valle	p.c. [msmm]	40.35	40.38	40.37	40.43
Quota scorrimento monte	q.f. [msmm]	39.16	39.06	39.02	39.40
Quota scorrimento valle	q.f. [msmm]	39.06	39.02	38.98	39.34

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Pag 45 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C	

Tab. 14.6: Caratteristiche geometriche e idrauliche delle condotte di progetto.

Denominazione tratto tubazione		P2-P3	C20-C21	C21-C22	C22-C23
Area afferente	S [m <sup>2</sup> ]	206	118	187	285
Portata meteorica	Q [m <sup>3</sup> /s]	0.014	0.008	0.013	0.020
Materiale		PVC	PVC	PVC	PVC
Diametro interno	Di [m]	0.188	0.188	0.188	0.297
Diametro nominale	DN [mm]	200	200	200	315
Area di deflusso	A [m <sup>2</sup> ]	0.03	0.03	0.03	0.07
Pendenza di scorrimento	i [m/m]	0.005	0.010	0.005	0.005
Coefficiente di scabrezza	Ks [m <sup>1/3</sup> /s]	85	85	85	85
Capacità di deflusso	Q <sub>0</sub> [m <sup>3</sup> /s]	0.02	0.03	0.02	0.07
Rapporto di portata	Q/Q <sub>0</sub>	0.65	0.27	0.59	0.27
Grado di riempimento	y/D	0.58	0.35	0.55	0.35
Tirante	Y [m]	0.11	0.07	0.10	0.10
Raggio idraulico	Rh [m]	0.05	0.04	0.05	0.06
Velocità	v [m/s]	0.83	0.93	0.81	0.89
Lunghezza	L [m]	2.10	9.00	7.00	7.00
Quota terreno monte	p.c. [msmm]	40.31	49.33	49.33	49.33
Quota terreno valle	p.c. [msmm]	40.36	49.33	49.33	49.33
Quota scorrimento monte	q.f. [msmm]	39.29	48.62	48.53	48.42
Quota scorrimento valle	q.f. [msmm]	39.28	48.53	48.50	48.39

Denominazione tratto tubazione		C23-C32	C32-C26	C26-S2	C24-C23
Area afferente	S [m <sup>2</sup> ]	463	959	1073	109
Portata meteorica	Q [m <sup>3</sup> /s]	0.032	0.051	0.057	0.008
Materiale		PVC	PVC	PVC	PVC
Diametro interno	Di [m]	0.297	0.377	0.377	0.188
Diametro nominale	DN [mm]	315	400	400	200
Area di deflusso	A [m <sup>2</sup> ]	0.07	0.11	0.11	0.03
Pendenza di scorrimento	i [m/m]	0.005	0.005	0.005	0.010
Coefficiente di scabrezza	Ks [m <sup>1/3</sup> /s]	85	85	85	85
Capacità di deflusso	Q <sub>0</sub> [m <sup>3</sup> /s]	0.07	0.14	0.14	0.03
Rapporto di portata	Q/Q <sub>0</sub>	0.44	0.36	0.41	0.24
Grado di riempimento	y/D	0.46	0.41	0.44	0.33
Tirante	Y [m]	0.14	0.15	0.17	0.06
Raggio idraulico	Rh [m]	0.07	0.08	0.09	0.03
Velocità	v [m/s]	1.02	1.14	1.17	0.91
Lunghezza	L [m]	20.05	6.25	5.90	6.25
Quota terreno monte	p.c. [msmm]	49.33	49.33	49.33	49.36
Quota terreno valle	p.c. [msmm]	49.33	49.33	47.70	49.33
Quota scorrimento monte	q.f. [msmm]	48.39	48.20	47.80	48.35
Quota scorrimento valle	q.f. [msmm]	48.28	48.17	47.77	48.29

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
46 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

Tab. 14.7: Caratteristiche geometriche e idrauliche delle condotte di progetto.

Denominazione tratto tubazione		C28-C29	C29-C30	C30-C31	C31-C32
Area afferente	S [m <sup>2</sup> ]	72	237	325	413
Portata meteorica	Q [m <sup>3</sup> /s]	0.005	0.016	0.022	0.029
Materiale		PVC	PVC	PVC	PVC
Diametro interno	Di [m]	0.188	0.188	0.297	0.297
Diametro nominale	DN [mm]	200	200	315	315
Area di deflusso	A [m <sup>2</sup> ]	0.03	0.03	0.07	0.07
Pendenza di scorrimento	i [m/m]	0.010	0.005	0.005	0.005
Coefficiente di scabrezza	Ks [m <sup>1/3</sup> /s]	85	85	85	85
Capacità di deflusso	Q <sub>0</sub> [m <sup>3</sup> /s]	0.03	0.02	0.07	0.07
Rapporto di portata	Q/Q <sub>0</sub>	0.16	0.75	0.31	0.39
Grado di riempimento	y/D	0.27	0.64	0.37	0.43
Tirante	Y [m]	0.05	0.12	0.11	0.13
Raggio idraulico	Rh [m]	0.03	0.05	0.06	0.07
Velocità	v [m/s]	0.81	0.86	0.92	0.99
Lunghezza	L [m]	8.05	6.00	8.00	9.10
Quota terreno monte	p.c. [msmm]	49.35	49.33	49.33	49.33
Quota terreno valle	p.c. [msmm]	49.33	49.33	49.33	49.33
Quota scorrimento monte	q.f. [msmm]	48.58	48.49	48.39	48.35
Quota scorrimento valle	q.f. [msmm]	48.49	48.46	48.35	48.30

Denominazione tratto tubazione		C32-C26	C27-C29
Area afferente	S [m <sup>2</sup> ]	1073	77
Portata meteorica	Q [m <sup>3</sup> /s]	0.057	0.005
Materiale		PVC	PVC
Diametro interno	Di [m]	0.377	0.188
Diametro nominale	DN [mm]	400	200
Area di deflusso	A [m <sup>2</sup> ]	0.11	0.03
Pendenza di scorrimento	i [m/m]	0.005	0.005
Coefficiente di scabrezza	Ks [m <sup>1/3</sup> /s]	85	85
Capacità di deflusso	Q <sub>0</sub> [m <sup>3</sup> /s]	0.14	0.02
Rapporto di portata	Q/Q <sub>0</sub>	0.41	0.24
Grado di riempimento	y/D	0.44	0.33
Tirante	Y [m]	0.17	0.06
Raggio idraulico	Rh [m]	0.09	0.03
Velocità	v [m/s]	1.17	0.64
Lunghezza	L [m]	6.25	10.70
Quota terreno monte	p.c. [msmm]	49.33	49.33
Quota terreno valle	p.c. [msmm]	49.33	49.33
Quota scorrimento monte	q.f. [msmm]	48.20	48.55
Quota scorrimento valle	q.f. [msmm]	48.17	48.50

GENERAL CONTRACTOR  IFICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
Pag 47 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RIFA0300001	C	

Tab. 14.8: Caratteristiche geometriche e idrauliche delle condotte di progetto.

Denominazione tratto tubazione		PL21-PL22	PL22-C32	PL20-C22	S3-S4
Area afferente	S [m <sup>2</sup> ]	30	59	30	4005
Portata meteorica	Q [m <sup>3</sup> /s]	0.002	0.004	0.002	0.180
Materiale		PVC	PVC	PVC	PVC
Diametro interno	Di [m]	0.151	0.188	0.151	0.377
Diametro nominale	DN [mm]	160	200	160	400
Area di deflusso	A [m <sup>2</sup> ]	0.02	0.03	0.02	0.11
Pendenza di scorrimento	i [m/m]	0.010	0.010	0.010	0.010
Coefficiente di scabrezza	Ks [m <sup>1/3</sup> /s]	85	85	85	85
Capacità di deflusso	Q <sub>0</sub> [m <sup>3</sup> /s]	0.02	0.03	0.02	0.20
Rapporto di portata	Q/Q <sub>0</sub>	0.12	0.13	0.12	0.92
Grado di riempimento	y/D	0.23	0.24	0.23	0.75
Tirante	Y [m]	0.03	0.05	0.03	0.28
Raggio idraulico	Rh [m]	0.02	0.03	0.02	0.11
Velocità	v [m/s]	0.64	0.76	0.64	1.99
Lunghezza	L [m]	10.95	6.30	8.60	2.00
Quota terreno monte	p.c. [msmm]	49.44	49.44	49.44	47.40
Quota terreno valle	p.c. [msmm]	49.44	49.33	49.33	47.38
Quota scorrimento monte	q.f. [msmm]	48.67	48.51	48.68	47.40
Quota scorrimento valle	q.f. [msmm]	48.56	48.45	48.59	47.38

Le condotte ed i canali di progetto sono tali da assicurare la raccolta ed il trasporto delle portate di progetto in sicurezza.

#### 14.1 Verifica condotta di collegamento tra i due canali di invaso e

Al fine di permettere l'invaso del fosso posto ad Ovest del piazzale viene realizzata una condotta di collegamento al fondo dei due invasi. Tale condotta ha il solo compito di mettere in comunicazione gli invasi.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 48 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

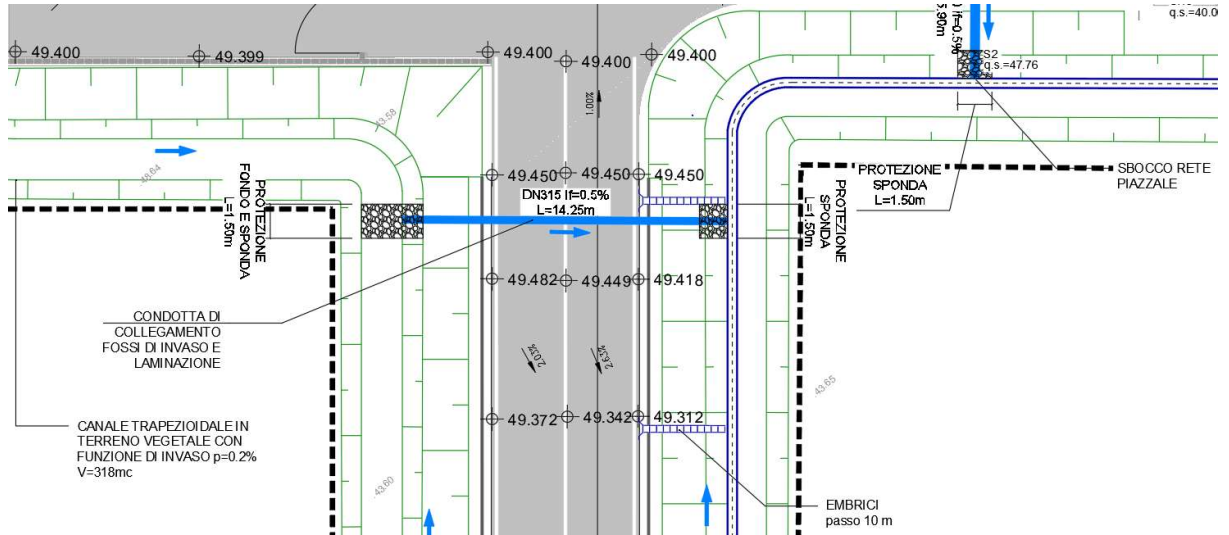


Fig. 14.1: Planimetria condotta di collegamento invasi.

Si verifica quindi la capacità di riempimento e (nel caso medesimo ma opposto) svuotamento della condotta supponendo che in uno dei due invasi sia presente il tirante massimo di invaso mentre l'altro sia vuoto (condizione che richiede la massima capacità della condotta). Si ha quindi un funzionamento del tipo a luce sottobattente con condotta addizionale.

Quale portata da verificare viene considerata la portata massima scaricata dall'intero piazzale all'interno dei dispositivi di invaso. Tale portata è pari a 161.0 l/s con riferimento al bacino sotteso alla sezione di chiusura S2-S4 i cui dati sono desumibili al §12.

Considerando la nota relazione:

$$Q_u = 0.82 \frac{\pi D^2}{4} \sqrt{2gh} = 0.61 \frac{\pi 0.2966^2}{4} \sqrt{2g0.35} = 0.1809 \text{ mc/s} = 181 \text{ l/s}$$



Dove:

- D è il diametro della condotta pari a 0.2966 m (PVC DN 315 SN8);
- h è il carico in corrispondenza dell'asse della condotta pari a  $48.5 - (48.0 + 0.2966/2) = 0.35$  m, ricavato per differenza tra la quota di invaso e la quota di scorrimento della condotta cui viene sommato metà del diametro della condotta;

Si ha quindi una portata massima transitabile pari a 180 l/s, maggiore della massima portata generata dal bacino del piazzale FA03 pari a 161 l/s.

La condotta di collegamento risulta quindi verificata.



GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag 49 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIFA0300001	C

## 15 VERIFICA A GALLEGGIAMENTO DEI MANUFATTI

La “Relazione idrogeologica 1/2 (Da 0+000 a 21+990)” con codifica IN1710EI2RHGE0000003A indica a pag. 79 una falda di progetto a lungo termine posta a -3.5 m dal piano campagna. Si ha quindi che le opere poste a P.C. non interagiscono con il massimo livello di falda indicato in relazione, essendo poste a profondità massima di circa 1.2m.

Le opere in trincea sono invece protette in quanto inserite all’interno di apposite strutture (platea, diaframmi, ecc.) appositamente verificate al galleggiamento e che assicurano la separazione idraulica tra la falda presente in sito e le opere realizzate all’interno della trincea.

Per tali motivi non sono necessarie verifiche al galleggiamento dei manufatti.

## 16 DESCRIZIONE DELLE OPERE IDRAULICHE

### 16.1 Rete di trasporto ed invaso delle acque meteoriche

Si descrivono di seguito i manufatti che compongono le reti di progetto di raccolta e trasporto delle acque da copertura.

La rete di progetto è costituita da:

- pozzetti di ispezione monolitici prefabbricati in cls quadrati di dimensioni interne 40x40cm (n.ro 13);
- pozzetti di ispezione monolitici prefabbricati in cls quadrati di dimensioni interne 60x60cm (n.ro 6);
- pozzetti di ispezione monolitici prefabbricati in cls quadrati di dimensioni interne 80x80cm (n.ro 1);
- caditoia di raccolta delle acque meteoriche con pozzetto in cls 40x40 cm e griglia in ghisa sferoidale D400 (n.ro)
- caditoia di raccolta delle acque meteoriche con pozzetto in cls 60x60 cm e griglia in ghisa sferoidale D400 (n.ro 17)
- caditoia di raccolta delle acque meteoriche con pozzetto in cls 80x80 cm e griglia in ghisa sferoidale D400 (n.ro 3)
- embrici costituiti da elementi prefabbricati in cls;
- canale di raccolta in cls con griglia in ghisa sferoidale D400 di idmensioni interne 150\*150mm (l= 23.80 m);

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
50 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

- canale di raccolta in cls con griglia in ghisa sferoidale D400 di idmensioni interne 300\*300mm (l= 87.0 m);
- condotta in PVC SN8 di diametro DN110 (l= 22.2 m);
- condotta in PVC SN8 di diametro DN160 (l=66.65 m);
- condotta in PVC SN8 di diametro DN200 (l= 49.35 m);
- condotta in PVC SN8 di diametro DN315 (l= 219.65 m);
- condotta in PVC SN8 di diametro DN400 (l= 8.85 m);
- condotta in acciaio inossidabile DN200 (l= 3x3.00 m);
- mezzotubo in cls con diametro interno  $\phi$ 4m cm (l=152.00 m)

Le reti di progetto convogliano le portate meteoriche ai canali a cielo aperto, previsti nel progetto della linea ferroviaria.

Per maggiori dettagli si rimanda alle relative tavole allegate alla presente relazione.

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 <b>IFICAV2</b>		 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Pag	Progetto	Lotto	Codifica	
51 di 51	IN17	12	EI2RIFA0300001	C

## 17 CONCLUSIONI

Le reti meteoriche in progetto garantiscono la continuità nella raccolta e nell'allontanamento delle acque meteoriche dalle aree oggetto di intervento in sicurezza idraulica.

Inoltre, gli interventi di progetto, con le opere di invaso e laminazione previste, non determinano dei cambiamenti nella risposta idraulica del territorio.

Le reti acque reflue in progetto garantiscono il continuo allontanamento delle acque reflue scaricate dalle utenze idrico-sanitarie della cabina elettrica e del fabbricato in progetto.

La rete idrica garantisce l'approvvigionamento dell'acqua idrico potabile alle utenze di progetto.