

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01e s.m.i.**

CUP: J14D20000010001

U.O. COORDINAMENTO TERRITORIALE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

**LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA
LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA**

NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST

FA00 – FABBRICATI TECNOLOGICI

RELAZIONE IDRAULICA FABBRICATI TECNOLOGICI

SCALA:

-

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

I N 1 A 2 0 D 2 6 R I F A 0 0 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	V. Reale	Gen. 2022	L. Barni	Gen. 2022	C. Mazzocchi	Gen. 2022	A. Perego Gen. 2022



File: IN1A20D26RIFA0000001A.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	OGGETTO SPECIFICO DELLA RELAZIONE	5
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
3	RIFERIMENTI PROGETTUALI	8
4	IDROLOGIA	9
4.1	ANALISI PLUVIOMETRICA	9
4.2	TEMPO DI RITORNO DI PROGETTO	10
4.3	PORTATE DI PROGETTO	10
4.3.1	<i>Il metodo razionale (o cinematico)</i>	10
5	SISTEMA DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE	12
5.1	ASPETTI NORMATIVI	12
5.2	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	13
5.3	ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO	18
5.4	DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE IDRAULICHE	18
5.5	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	18
5.5.1	<i>Caditoie a griglia</i>	18
5.5.2	<i>Collettori di smaltimento</i>	19
5.5.3	<i>Vasche disperdenti</i>	20
5.5.4	<i>Pluviali</i>	20
6	FA01 (GA01 VERONA PORTA VESCOVO) E FA02 (FABBRICATO FSA VERONA PV)	21
6.1	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	21
6.2	OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICO	22
6.2.1	<i>Descrizione del sistema di drenaggio</i>	22
6.2.2	<i>Calcolo delle portate di piena</i>	24

6.3	VERIFICHE IDRAULICHE.....	24
6.3.1	<i>Caditoie a griglia</i>	24
6.3.2	<i>Collettori di smaltimento</i>	24
6.3.3	<i>Vasca disperdente</i>	27
6.3.4	<i>Pluviali</i>	29
7	FA03 – PPACC BIVIO FENILONE	30
7.1	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	30
7.2	OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICO	31
7.2.1	<i>Descrizione del sistema di drenaggio</i>	31
7.2.2	<i>Calcolo delle portate di piena</i>	32
7.3	VERIFICHE IDRAULICHE.....	32
7.3.1	<i>Caditoie a griglia</i>	32
7.3.2	<i>Collettori di smaltimento</i>	32
7.3.3	<i>Vasca disperdente</i>	34
7.3.4	<i>Pluviali</i>	36
8	RETE ACQUE NERE	36

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA					
	LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA					
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST						
Relazione idraulica fabbricati tecnologici	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN1A	20	D26RI	FA 00 00 001	A	4 di 36

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la progettazione definitiva di opere strutturali relative all'Ingresso Est al Nodo AV/AC di Verona Porta Nuova della Tratta AV/AC Brescia-Verona.

L'intervento prevede la realizzazione delle nuove linee, prevalentemente in affiancamento al sedime della attuale Linea Storica Milano-Venezia, nel tratto compreso tra l'uscita dell'Autostrada Verona Nord e la radice est della Stazione Ferroviaria di Verona Porta Vescovo, per una estensione di circa 9.7 km dall'inizio dello Scalo Cason alla fine della linea AV/AC.

- MODIFICA DI TRACCIATO DELLE LINEE MI-VE STORICA E VR-BRENNERO
- LINEA AV/AC MILANO-VENEZIA
- NUOVO SCALO IN LOCALITA' CASON
- RACCORDO BIVIO S.MASSIMO – VERONA P.N.
- RACCORDO Q.E. – VERONA P.N.
- INTERVENTI NELL'AMBITO DI VERONA PORTA NUOVA
- INTERVENTI NELL'AMBITO DI VERONA PORTA VESCOVO

Sono previsti interventi di potenziamento e riconfigurazione della stazione di Verona Porta Nuova e Verona Porta Vescovo.

Il progetto comprende tutte le opere atte a consentire l'allaccio e l'interfaccia con le linee storiche esistenti e la risoluzione delle interferenze tra la parte di progetto stesso e l'esistente (viabilità, idrografia, ecc).

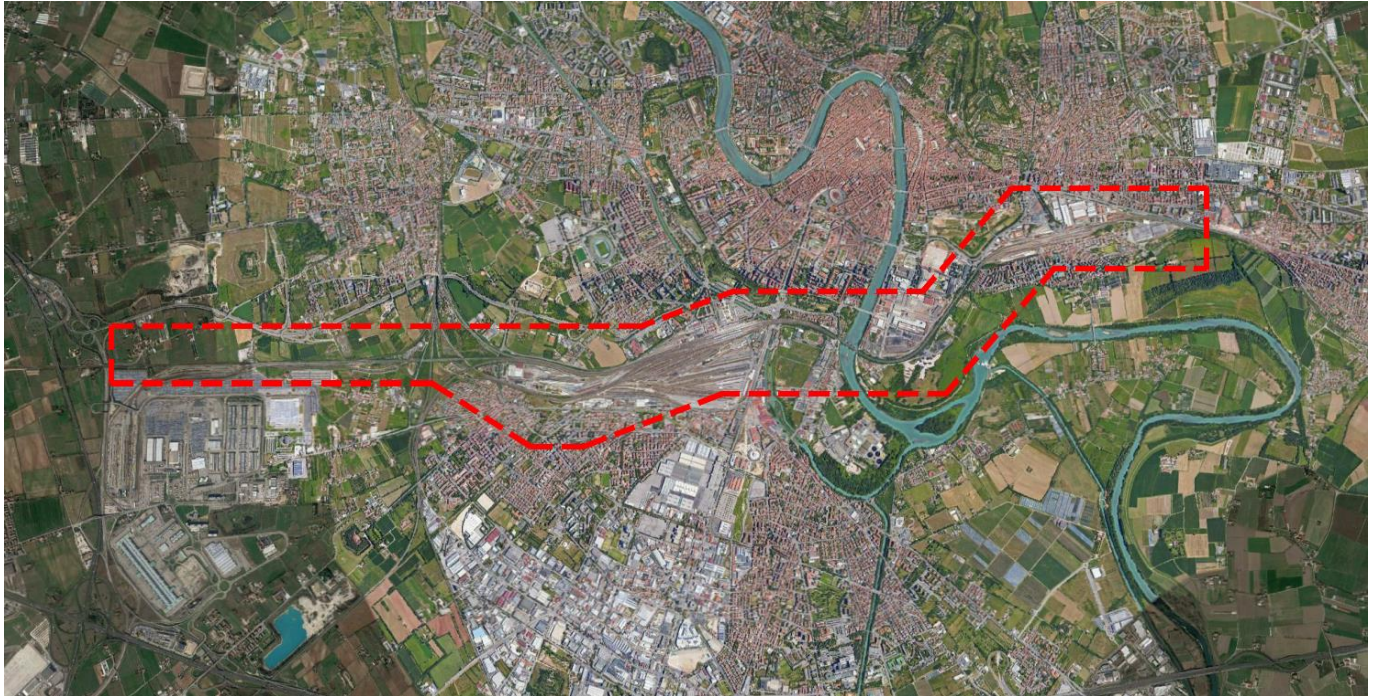


Figura 1: Individuazione area d'intervento

1.1 Oggetto specifico della relazione

Nella presente relazione idraulica viene illustrata la rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche afferenti le aree occupate dai fabbricati tecnologici FA01 (GA01 Verona Porta Vescovo), FA02 (Fabbricato FSA Verona PV) e FA03 (PPCC Bivio Fenilone) a servizio della tratta ferroviaria in progetto. Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche e dimensionali delle reti idriche, nonché le relative verifiche idrauliche delle condotte fognarie e delle vasche a dispersione.

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA					
	LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA					
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST						
Relazione idraulica fabbricati tecnologici	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN1A	20	D26RI	FA 00 00 001	A	6 di 36

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

DM n. 2445, 23 FEBBRAIO 1971, Norme tecniche per gli attraversamenti e i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto

Decreto 10 agosto 2004, Modifiche alle “Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”. (GO Serie Generale n. 199 del 25-08-2004)

UNI ENV 1046:2003, 01/05/2003, Sistemi di tubazioni e condotte di materia plastica - Sistemi di adduzione d'acqua e scarichi fognari all'esterno dei fabbricati - Raccomandazioni per installazione interrata e fuori terra (norma sperimentale)

UNI CEN/TS 15223:2017, Sistemi di tubazioni di materia plastica - Parametri di progetto convalidati di sistemi di tubazioni interrati di materiale termoplastico

UNI EN 13476-1:2018, Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali

UNI EN 13476-2:2018, Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, Tipo A

UNI EN 13476-3:2009, Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B

UNI EN 1295-1:2019, Progetto strutturale di tubazioni interrate sottoposte a differenti condizioni di carico - Parte 1: Requisiti generali

UNI EN 1610:2015, Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura

UNI EN ISO 9969:2008, Tubi di materiale termoplastico - Determinazione della rigidità anulare

Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto – Circ. M.LL.PP. n. 11633 del 7/01/74

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (pubblicato nella G.U. 14 aprile 2006, S.O. n. 96/L) recante "Norme in materia ambientale".

Decreto Ministero Dei Lavori Pubblici 12 dicembre 1985, Norme tecniche relative alle tubazioni (G.U. 14-3-1986, n.61)

Circolare Ministero dei Lavori Pubblici n. 27291, Presidenza Consiglio Superiore - Servizio Tecnico Centrale, 20.03.1986. Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni, Decreto Min. Lav. Pubblici 12/12/85



LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA
LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST

Relazione idraulica fabbricati tecnologici

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26RI	FA 00 00 001	A	7 di 36

Decreto Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018, “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». Gazzetta Ufficiale 20/02/2017, n. 42 - Suppl. Ord. n. 8

Circolare Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7. Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. Gazzetta Ufficiale 11/2/2019, n. 35 - Suppl. ord. n. 5

Allegato A della Dgr n.2948 del 06 ottobre 2009 della Regione Veneto “Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici - Modalità operative e indicazioni tecniche”

3 RIFERIMENTI PROGETTUALI

Di seguito vengono elencati gli elaborati progettuali richiamati nella presente relazione:

- IN1A20D26RHID0001001A – Relazione Idrologica
- IN1A20D26BZFA0000001A – Particolari e dettagli idraulici
- IN1A20D26P9FA0100002A – Planimetria di drenaggio idraulico
- IN1A20D26P9FA0200002A – Planimetria di drenaggio idraulico
- IN1A20D26P9FA0300002A – Planimetria di drenaggio idraulico

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA					
	LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA					
	NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST					
Relazione idraulica fabbricati tecnologici	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN1A	20	D26RI	FA 00 00 001	A	9 di 36

4 IDROLOGIA

Si riporta di seguito la procedura di analisi idrologica statistica effettuata per la determinazione delle altezze di pioggia utilizzate nei capitoli successivi per il calcolo delle portate dei bacini scolanti individuati. Per un inquadramento idrologico generale, si veda il documento "Relazione idrologica" (IN1A20D26RHID0001001A).

4.1 Analisi pluviometrica

Le precipitazioni estreme vengono espresse in funzione della loro durata attraverso la curva di possibilità pluviometrica, ottenuta dall'elaborazione statistica delle misure dell'altezza di pioggia rilevate a terra; i parametri caratteristici della curva di possibilità pluviometrica sono rappresentati da a (mm/h) e n , attraverso la seguente relazione:

$$h = at^n$$

con h =altezza di pioggia in mm e t =tempo di pioggia in ore.

Al fine di definire i suddetti parametri è stato necessario procedere all'elaborazione statistica dei massimi annuali di pioggia per definire la legge probabilistica che, per una prefissata durata di pioggia, correla l'altezza di precipitazione alla "probabilità di non superamento P " (o al tempo di ritorno TR in anni, tale che $P = 1 - 1/TR$).

La funzione di distribuzione normalmente impiegata nello studio dei valori estremi delle variabili idrologiche è quella di Gumbel, detta anche "legge asintotica del massimo valore". In essa, detto h il generico valore di massimo annuale dell'altezza di pioggia, la funzione di probabilità (cioè la probabilità che h non venga superato) è rappresentata dalla seguente relazione :

$$P(h) = e^{-e^{-\alpha(h-u)}}$$

nella quale α e u sono i due parametri che "adattano" la funzione alla particolare popolazione studiata.

I parametri α e u della distribuzione di Gumbel sono stati stimati attraverso il metodo dei momenti, dei minimi quadrati e della massima verosimiglianza, utilizzando quindi il test di Pearson per la scelta della coppia di parametri che meglio approssima il campione di dati.

Una volta determinata la funzione di distribuzione questa può essere invertita, ovvero si possono assegnare arbitrari tempi di ritorno TR ad arbitrarie probabilità di non superamento, $P = (TR - 1)/ TR$, e ricavare i corrispondenti valori di $h(P)$. Fissata infatti P , si ha:

$$h = u - \frac{1}{\alpha} \cdot \ln(-\ln P)$$

Ottenuti quindi i valori delle massime altezze di precipitazione in funzione di un determinato tempo di ritorno per la stazione pluviografica esaminata, si è proceduto alla stima dei parametri a ed n che definiscono le curve di possibilità pluviometrica necessarie al successivo calcolo delle portate di progetto.

I valori di tali parametri, calcolati sia per tempi di pioggia inferiori all'ora, sia per tempi di pioggia da 1 a 24 ore, sono riportati nelle tabelle seguenti:

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA					
	LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA					
	NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST					
Relazione idraulica fabbricati tecnologici	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO FA 00 00 001	REV. A	FOGLIO 10 di 36

Durata < 1h				
T_r	25 anni	50 anni	100 anni	200 anni
a	71.17	79.91	88.58	97.23
n	0.535	0.540	0.543	0.546

Tabella 1: Parametri a ed n per durata precipitazione < 1h

Durata > 1h				
T_r	25 anni	50 anni	100 anni	200 anni
a	74,53	84,58	94,56	104,50
n	0,074	0,061	0,050	0,042

Tabella 2: Parametri a ed n per durata precipitazione > 1h

4.2 Tempo di ritorno di progetto

Nel dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche la scelta del tempo di ritorno di progetto è stata effettuata considerando le possibili conseguenze generate da un'insufficienza della rete sulla nuova viabilità ferroviaria e su quella stradale, tenuto conto delle indicazioni contenute nei manuali RFI e della normativa vigente.

Data l'importanza strategica delle opere dell'alta velocità e delle strutture ad essa collegate si è scelto di adottare i seguenti tempi di ritorno:

- 100 anni per la piattaforma ferroviaria (in modo da assicurare la continuità del servizio anche di fronte ad eventi particolarmente gravosi);
- 50 anni per la piattaforma stradale nei tratti in sottopasso;
- 25 anni per i tratti della piattaforma stradale a raso od in rilevato.

In generale, il dimensionamento delle condotte e dei canali viene effettuato con i parametri a ed n degli scrosci, mentre i medesimi parametri relativi alle piogge possono essere utilizzati per la progettazione delle vasche a dispersione e delle vasche delle stazioni di sollevamento.

4.3 Portate di progetto

Per il dimensionamento della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, è innanzitutto necessario scegliere un appropriato metodo di trasformazione degli afflussi (precipitazioni) in deflussi (portate).

Nel caso in esame, il calcolo delle portate di progetto è stato effettuato ricorrendo al metodo razionale (o cinematico) per superfici con estensioni ridotte.

Per maggiore chiarezza, si riassumono di seguito i principali fondamenti teorici dei due metodi adottati.

4.3.1 Il metodo razionale (o cinematico)

La schematizzazione alla base del metodo razionale (o cinematico) si basa su tre ipotesi fondamentali:

1. la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
2. la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;

3. il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata affluente nel generico collettore, in funzione del tempo di ritorno, è p data dall'espressione:

$$Q = \frac{\varphi \cdot h \cdot S}{\tau_c \cdot 3600 \cdot 1000} = \frac{\varphi \cdot i(\tau_c) \cdot S}{3600 \cdot 1000}$$

con il seguente significato dei simboli:

- Q portata (m³/s);
- S superficie delle aree scolanti (m²);
- h altezza di pioggia [m] per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;
- τ_c tempo di corrivazione [ore]
- i intensità di pioggia (mm/h), data dal rapporto tra l'altezza di pioggia h ed il tempo di corrivazione τ_c del bacino scolante;
- φ coefficiente di afflusso nella rete o di deflusso.

Per massimizzare la portata, si assume che il valore di h rappresenti l'altezza di precipitazione che cade in un dato sito in un tempo uguale al tempo di corrivazione τ_c : infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo τ_c solo una parte del bacino S contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. Viceversa, se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarà minore e quindi meno intenso il colmo di piena. Nella Figura 2 è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre precipitazioni di diversa durata (minore, uguale e maggiore rispetto al tempo di corrivazione).

Si noti come per un tempo di pioggia pari a quello di corrivazione l'idrogramma di piena assume la forma triangolare e massimizzi la portata di picco.

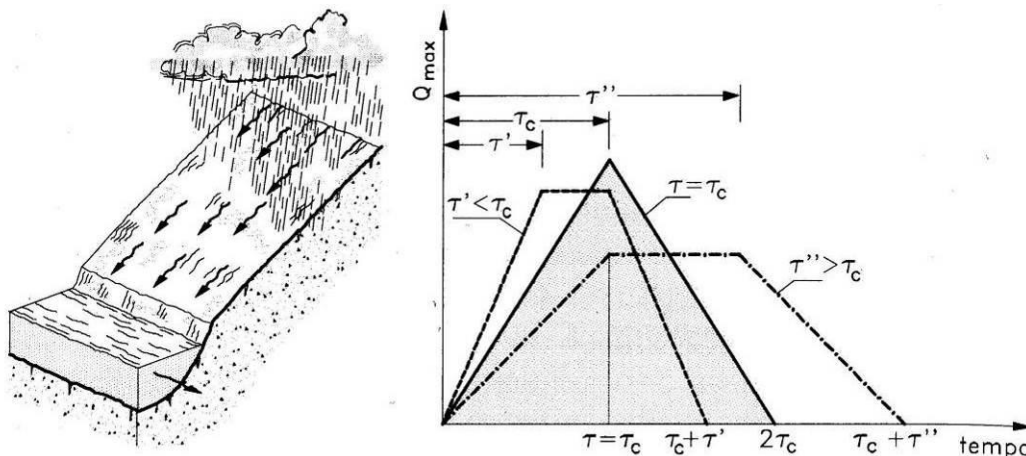


Figura 2: Metodo razionale (o cinematico): idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione

Il tempo di corrivazione, parametro chiave quando si fa riferimento a metodi analitici di tipo semplificato, è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua idraulicamente più lontana a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura.

Il tempo di corrivazione τ_c può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura considerata. In particolare, dopo aver individuato la rete di drenaggio sottesa

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA					
	LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA					
	NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST					
Relazione idraulica fabbricati tecnologici	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN1A	20	D26RI	FA 00 00 001	A	12 di 36

dalla sezione di chiusura ed aver delimitato i sottobacini contribuenti in ogni ramo della rete, per determinare il tempo di concentrazione τ_c si fa riferimento alla somma:

$$\tau_c = \tau_a + \tau_r$$

ove τ_a è il tempo d'accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dalla condotta posta all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo, e τ_r è il tempo di rete.

Il tempo di residenza in rete τ_r è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria. Pertanto, il tempo di rete sarà dato dall'espressione:

$$\tau_r = \sum_i \frac{L_i}{V_i}$$

Nel caso in esame il tempo di corrivazione è stato determinato attraverso la seguente espressione:

$$\tau_c = 1.40 \cdot L^{0.24} \cdot \varphi^{-0.26} \cdot i^{-0.16}$$

dove:

- L lunghezza dell'asta principale [m];
- φ coefficiente di afflusso in fogna o di deflusso [m²/ m²];
- i pendenza dell'asta principale [m/m];

Per i tratti iniziali della rete, al fine evitare un'eccessiva sovrastima delle portate di progetto, si è comunque assunto un valore minimo del tempo di corrivazione pari a 5 minuti.

La frazione di precipitazione che viene raccolta dal sistema di drenaggio è individuata da un coefficiente di deflusso φ , che esprime il rapporto tra il volume d'acqua afferente ad una sezione di verifica, in un definito intervallo di tempo, ed il volume meteorico precipitato nell'intervallo medesimo.

I tipi di superficie ed i relativi coefficienti di deflusso adottati nei calcoli sono riportati in Tabella 3.

Descrizione	Coefficiente di deflusso φ
Pavimentazione in masselli autobloccanti	0,70
Copertura fabbricati	1,00

Tabella 3: Coefficiente di deflusso per varie tipologie di superficie

I valori assunti sono cautelativamente quelli relativi alle superfici già imbibite e considerati costanti durante tutto l'evento meteorologico.

5 SISTEMA DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE

Si illustrano di seguito le soluzioni proposte per lo smaltimento delle acque meteoriche relative ai fabbricati tecnologici FA01, FA02 e FA03, nell'ambito del progetto di potenziamento della linea AV/AC Milano-Venezia, nella tratta Verona - Padova, all'Ingresso Est.

5.1 Aspetti normativi

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA					
	LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA					
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST						
Relazione idraulica fabbricati tecnologici	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN1A	20	D26RI	FA 00 00 001	A	13 di 36

Per quanto concerne gli aspetti normativi relativi allo smaltimento delle acque meteoriche, si è fatto riferimento all'Allegato A alla Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n. 2948 del 06 ottobre 2009 - *“Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici Modalità operative e indicazioni tecniche”*.

I sempre più frequenti allagamenti che in questi ultimi decenni hanno interessato molte zone del Veneto in concomitanza di eventi meteorici intensi, hanno portato la Giunta Regionale ad intervenire in maniera organica e complessiva per garantire il mantenimento del corretto regime idraulico del territorio regionale.

Per questo la delibera n. 3637 del 13.12.2002, prevede che per tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti che possano recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, sia presentata una *“Valutazione di compatibilità idraulica”*.

Scopo fondamentale dello studio è quello di far sì che le valutazioni urbanistiche tengano conto dell'attitudine dei luoghi ad accogliere la nuova edificazione, considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali, nonché le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo potrebbero determinare.

È infatti di primaria importanza che, per effetto delle nuove previsioni urbanistiche, non venga aggravato l'esistente livello di rischio idraulico né venga pregiudicata la possibilità di riduzione di tale livello.

Dal momento che l'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate, ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve inoltre prevedere misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'“invarianza idraulica”.

Lo studio dovrà, tra le altre cose, analizzare le trasformazioni delle superfici delle aree interessate in termini di impermeabilizzazione, valutare la criticità idraulica del territorio ed i conseguenti rischio e pericolosità idraulici, proponendo – ove necessario – misure compensative e/o di mitigazione.

Per quanto riguarda il principio dell'invarianza idraulica, in linea generale le misure compensative consistono nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene: il volume da destinare a laminazione dev'essere quello necessario a garantire che la portata di efflusso rimanga inalterata rispetto allo stato attuale, prendendo a riferimento un evento con tempo di ritorno di 50 anni.

Qualora le condizioni del suolo lo consentano e nel caso in cui non sia prevista una canalizzazione e/o scarico delle acque verso un corpo recettore, ma i deflussi vengano dispersi sul terreno, non è necessario prevedere dispositivi di invarianza idraulica in quanto si può supporre ragionevolmente che la laminazione delle portate in eccesso avvenga direttamente sul terreno.

Le opere in progetto rientrano in quest'ultima tipologia: per lo smaltimento delle acque meteoriche è infatti previsto il ricorso a trincee e vasche disperdenti interrate, evitando così qualsiasi aggravio sul reticolo idrico superficiale esistente.

5.2 Caratteristiche idrogeologiche

Tali aspetti sono fondamentali per definire la fattibilità di un sistema ad infiltrazione negli strati superficiali del suolo e per poterne effettuare il dimensionamento.

I parametri più importanti a tale scopo sono indubbiamente la permeabilità del terreno “k” negli strati interessati dal fenomeno di infiltrazione e la quota della falda. Entrambe le caratteristiche possono essere misurate mediante indagini specifiche in situ. È evidente che maggiore sarà il dettaglio della prova, maggiore sarà l'affidabilità del dato e quindi del dimensionamento.

Nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2020-2021, nel periodo compreso tra ottobre 2020 e febbraio 2021, per il progetto "Esecuzione di indagini geognostiche per la progettazione definitiva dell'ingresso Ovest di Verona", sono stati eseguiti in totale n° 25 sondaggi geognostici. In particolare, sono stati realizzati:

- n° 21 sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di prove in foro, di tipo SPT, prove di permeabilità tipo Lefranc ed installazione di strumentazione per il monitoraggio geotecnico (piezometri Tubo Aperto tipo Norton) e geofisico (tubazione Down-Hole).
- n° 4 sondaggi a distruzione di nucleo con esecuzione di prove di permeabilità tipo Lefranc e installazione di strumentazione per il monitoraggio geofisico (tubazione Down-Hole).

Tutte le lavorazioni sono state precedute dal rilievo di masse metalliche in superficie ed in foro.

Si riportano di seguito in Tabella 4 i valori di permeabilità misurati nei sondaggi effettuati lungo il tracciato e la posizione della falda rispetto al piano campagna registrata negli stessi. I valori di permeabilità sono riferiti al sondaggio più superficiale, mentre i livelli di falda riportati sono quelli più elevati.

Sondaggio	Profondità	Prove di permeabilità Lefranc	Permeabilità [m/s]	Falda [m da p.c.]	Strumentazione
S1	40	3	8.45E-04 m/s	-32.32	Piezometro Tubo Aperto 2"
S1-bis	40	-	-	-	Tubo P.V.C. 3" Down-Hole
S2	50	4	3.09E-04 m/s	- 33.69	Piezometro Tubo Aperto 2"
S2-bis	50	1	5.83E-05 m/s	-	Tubo P.V.C. 3" Down-Hole
S3	40	5	-	-	Foro Ritombato
S4	40	4	1.26E-04 m/s	- 33.74	Piezometro Tubo Aperto 2"
S5	40	3	2.74E-04 m/s	- 32.56	Piezometro Tubo Aperto 2"
S6	40	3	9.39E-05 m/s	- 25.02	Piezometro Tubo Aperto 2"
S7	40	3	2.30E-04 m/s	- 26.37	Piezometro Tubo Aperto 2"
S7-bis	40	1	4.86E-05 m/s	-	Tubo P.V.C. 3" Down-Hole
S8	40	4	3.06E-05 m/s	- 32.34	Piezometro Tubo Aperto 2"
S9	40	3	2.37E-04 m/s	- 22.75	Piezometro Tubo Aperto 2"
S10	40	5	1.89E-04 m/s	-	Foro Ritombato
S11	40	2	1.21E-04 m/s	- 22.79	Piezometro Tubo Aperto 2"
S12	42	2	2.41E-04 m/s	- 24.42	Piezometro Tubo Aperto 2"
S13	50	5	3.39E-04 m/s	- 27.05	Piezometro Tubo Aperto 2"
S14	42	4	2.07E-04 m/s	- 23.00	Piezometro Tubo Aperto 2"
S15	40	3	1.38E-04 m/s	- 27.05	Piezometro Tubo Aperto 2"
S16	40	5	-	-	Piezometro Tubo Aperto 2"
S16-bis	40	-	-	-	Tubo P.V.C. 3" Down-Hole

Sondaggio	Profondità	Prove di permeabilità Lefranc	Permeabilità [m/s]	Falda [m da p.c.]	Strumentazione
S19	40	5	-	- 19.30	Piezometro Tubo Aperto 2"
S20	40	3	5.03E-04 m/s	- 21.28	Piezometro Tubo Aperto 2"
S21	40	4	-	-	Tubo P.V.C. 3" Down-Hole
S22	40	4	1.41E-04 m/s	- 30.36	Tubo P.V.C. 3" Down-Hole
S23	40	3	-	-	Piezometro Tubo Aperto 2"

Tabella 4: Valori di permeabilità del terreno lungo il tracciato nel sondaggio più superficiale e posizione della falda (dati estratti da Campagna geognostica Italferr 2020-2021)

Durante la campagna geognostica ITALFERR 2021, nel periodo compreso tra febbraio e maggio, per il progetto "Esecuzione di indagini geognostiche per la progettazione definitiva dell'ingresso Est di Verona", sono stati eseguiti in totale n. 17 sondaggi geognostici a carotaggio continuo e distruzione di nucleo.

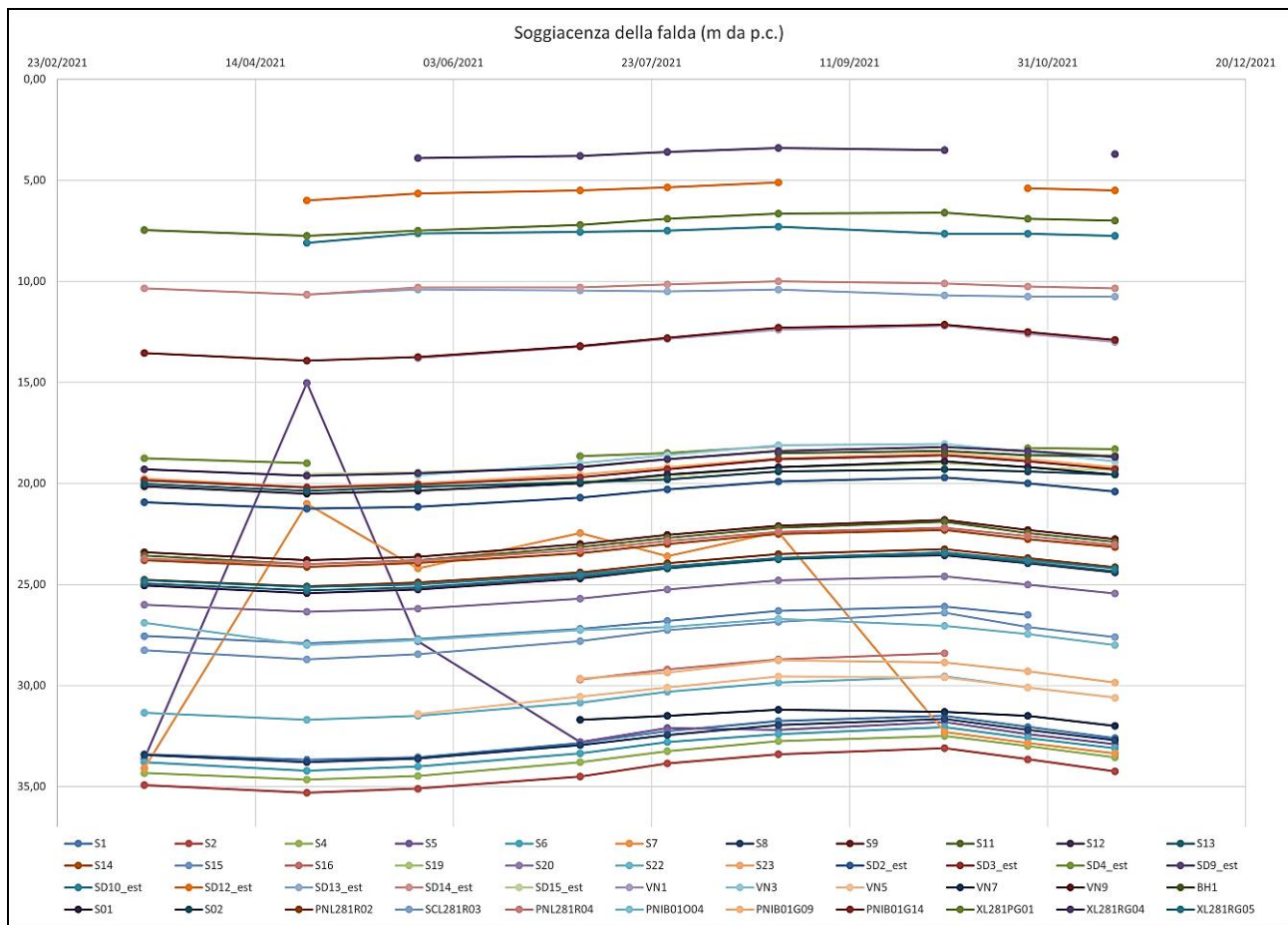
Si riportano di seguito in Tabella 5 i valori di permeabilità misurati nei sondaggi effettuati lungo il tracciato, relativamente agli strati più superficiali.

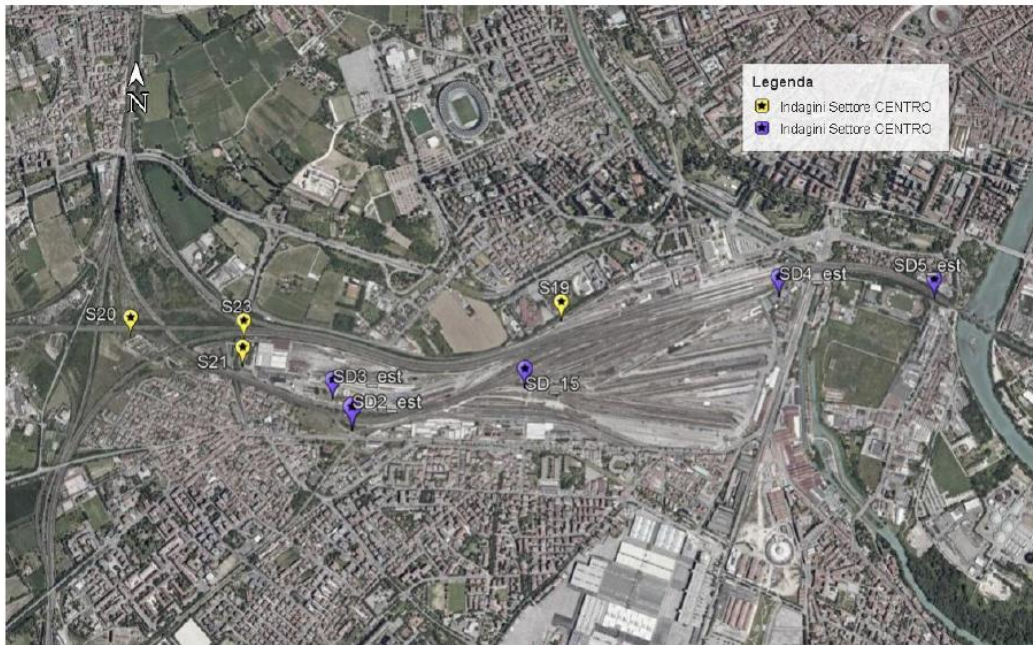
Sigla	Profondità media (m da p.c.)	K (m/s)	Tipo di prova
SD1 Adige	4.75	3.46E-04	Lefranc
SD2	1.75	1.91E-04	Lefranc
SD2	3.50	8.52E-05	Lefranc
SD2 Adige	5.25	3.87E-04	Lefranc
SD3	5.25	1.36E-04	Lefranc
SD3	2.50	1.86E-04	Lefranc
SD4	2.00	1.30E-03	Lefranc
SD4	4.50	9.83E-05	Lefranc
SD5	3.50	8.90E-05	Lefranc
SD6	1.75	5.84E-04	Lefranc
SD7	2.50	1.40E-04	Lefranc
SD8	2.00	5.80E-04	Lefranc
SD8	3.75	1.37E-04	Lefranc
SD9	2.75	2.67E-04	Lefranc
SD9	5.50	1.37E-04	Lefranc
SD10	1.25	4.89E-03	Lefranc
SD10	4.50	6.34E-05	Lefranc
SD12	5.25	9.58E-05	Lefranc
SD12	1.25	2.74E-04	Lefranc
SD13	4.00	9.34E-05	Lefranc

Sigla	Profondità media (m da p.c.)	K (m/s)	Tipo di prova
SD13	1.75	2.58E-04	Lefranc
SD14	2.50	4.31E-04	Lefranc
SD15	2.50	2.18E-03	Lefranc
SD15	4.00	7.03E-04	Lefranc

Tabella 5: Prove di permeabilità realizzate nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2020-21 Verona Est

Nell'immagine seguente si riportano gli andamenti dei livelli di falda misurati da marzo 2021 a novembre 2021.


Figura 3: Grafico dell'andamento dei livelli di falda misurati da marzo 2021 a novembre 2021. Per i grafici e le letture di dettaglio si rimanda al "Report monitoraggio piezometrico" (Cod. IN1A20D69RHGE0002001A)



Ubicazione indagini Settore Centro



Ubicazione indagini Settore Est

Figura 4: Ubicazione dei sondaggi effettuati nel corso della campagna geonostica Italferr 2020-2021

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA					
	LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA					
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST						
Relazione idraulica fabbricati tecnologici	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN1A	20	D26RI	FA 00 00 001	A	18 di 36

Per i fabbricati FA01 e FA02 si è considerato il valore di permeabilità relativo al sondaggio SD14 a profondità 2.50 m da p.c. ($k = 4.31E-04$ m/s), mentre per il fabbricato FA03 il valore di permeabilità relativo al sondaggio S9 ($k = 2.37E-04$ m/s).

5.3 Analisi delle alternative di progetto

Nel caso in esame non sono presenti corsi superficiali dove recapitare le acque meteoriche di piattaforma stradale e ferroviaria, ma si deve ricorrere a sistemi di smaltimento a dispersione.

Al fine di definire la soluzione tecnica più adatta alle condizioni al contorno descritte, d'accordo con la committenza è stato scelto di optare per una dispersione di tipo concentrato, quindi con l'utilizzo di vasche a dispersione interrata, eventualmente collegate alla rete di fognatura bianca esistente.

5.4 Descrizione generale delle opere idrauliche

La rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche afferenti alle aree occupate dai Fabbricati Tecnologici FA01, FA02 e FA03 in progetto è costituita dai seguenti elementi:

- pluviali in acciaio per la raccolta delle acque meteoriche afferenti al tetto del fabbricato;
- pozzetti e caditoie a griglia, nelle quali vengono recapitate le acque raccolte dal tetto dell'edificio e dal piazzale circostante;
- tubazioni interrate in PVC per la raccolta e il trasferimento delle acque meteoriche provenienti dalla superficie drenata;
- vasche disperdenti interrate, nelle quali vengono collettati i deflussi provenienti dalla rete di smaltimento delle acque meteoriche.

5.5 Criteri di dimensionamento

5.5.1 Caditoie a griglia

Per la definizione degli interassi tra le caditoie a griglia si è utilizzato l'abaco di letteratura riportato di seguito.

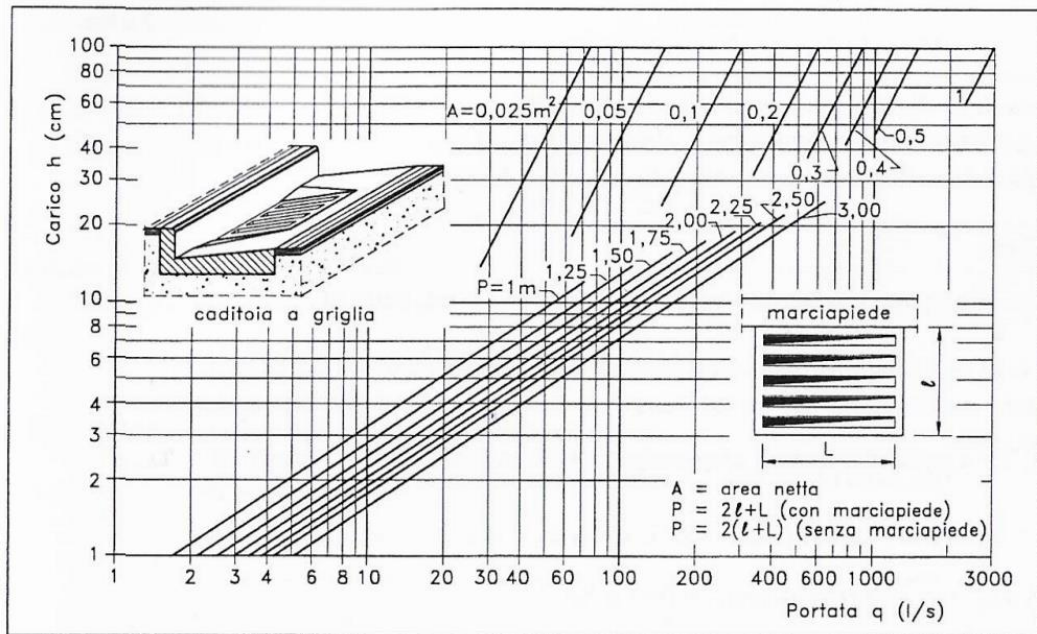


Figura 5: Abaco per il dimensionamento di una caditoia a griglia

5.5.2 Collettori di smaltimento

La verifica delle tubazioni con funzionamento a canaletta (non in pressione) è stata effettuata con la formula di *Gauckler-Strickler*, ipotizzando che ciascun tratto sia percorso dalla stessa portata ed in condizioni di moto uniforme:

$$Q = A_B \cdot K_S \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove:

- Q è la portata [m^3/s];
- A_B è l'area bagnata o sezione liquida [m^2];
- K_S è il coefficiente di scabrezza di Strickler [$m^{1/3}/s$];
- R_H è il raggio idraulico [m];
- i è la pendenza longitudinale della tubazione [m/m].

Per il calcolo del tirante idrico nella sezione di deflusso, sono state utilizzate le formule riportate di seguito, che esprimono l'area bagnata (A_B) ed il raggio idraulico (R_H) per i tubi circolari a canaletta, in funzione del tirante y (e quindi del grado di riempimento della tubazione, ossia dell'angolo θ):

$$A_B = \frac{d^2}{4} \cdot \left(\frac{\theta - \sin \theta}{2} \right)$$

$$R_H = \frac{d}{4} \cdot \left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta} \right)$$

La definizione del tirante è stata effettuata con metodo iterativo, risolvendo il sistema in forma implicita.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA					
	LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA					
	NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST					
Relazione idraulica fabbricati tecnologici	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN1A	20	D26RI	FA 00 00 001	A	20 di 36

Per le tubazioni in PVC si è assunto un coefficiente di scabrezza K_s pari ad $85 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ed un grado di riempimento massimo (y/d) del 70%.

5.5.3 Vasche disperdenti

La determinazione del volume da assegnare a ciascuna vasca/fosso è stata effettuata facendo ricorso all'equazione dei serbatoi e ricercando il tempo di pioggia che massimizzasse il suddetto volume:

$$Q_i - Q_o = \frac{\partial V}{\partial t}$$

$$Q_o = k \cdot A \cdot i$$

Q_i rappresenta la portata in ingresso calcolata come riportato nel par. 4.3, Q_o la portata dispersa, A superficie orizzontale della vasca, k conducibilità idraulica e i cadente piezometrica pari a uno.

Nei calcoli viene trascurata, a favore di sicurezza, la dispersione attraverso la superficie laterale dei sistemi disperdenti. Il valore di conducibilità idraulica k utilizzato nei dimensionamenti viene assunto pari alla metà di quello misurato in campo con le prove Lefranc (par.5.2); a seconda della vicinanza o meno del sistema disperdente al punto del sondaggio viene assunto il valore di conducibilità del sondaggio più vicino oppure la media dei due sondaggi più vicini.

La posizione della falda, oltre i 20 m di profondità, non pregiudica la funzionalità di sistemi a dispersione profondi.

5.5.4 Pluviali

La verifica del funzionamento dei pluviali di raccolta delle acque scolanti su una tettoia o una copertura in generale viene effettuata tramite la formula di Wyly Eaton, ovvero:

$$Q_{RWP} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot k_b^{-0,167} \cdot d_i^{2,667} \cdot f^{1,667}$$

dove:

- Q_{RWP} è la portata del pluviale (l/s);
- k_b è la scabrezza del pluviale (mm), posta uguale a 0.25;
- d_i è il diametro interno del pluviale (mm)
- f è il grado di riempimento, definito come proporzione della sezione trasversale riempita d'acqua (adimensionale), posto pari a 0,33.

Confrontando il valore risultante dall'espressione con quello risultante dalla superficie afferente i singoli pluviali, è possibile verificare o meno l'esatto dimensionamento degli stessi.

6 FA01 (GA01 VERONA PORTA VESCOVO) E FA02 (FABBRICATO FSA VERONA PV)

6.1 Inquadramento generale dell'area

I Nuovi Fabbricati GA01 e FSA saranno realizzati in zona stazione Verona Porta Nuova, intorno alla progressiva 159+800.

Per il nuovo Fabbricato Tecnologico FA01 si prevede una struttura intelaiata in cemento armato che si sviluppa su due piani fuori terra. L'edificio ha dimensione rettangolare in pianta di circa 18,30x9,60 m, è caratterizzato da una copertura a padiglione la cui altezza massima in corrispondenza del colmo è circa pari a 9,80 m.

Per il nuovo Fabbricato FSA FA02 si prevede una struttura intelaiata in cemento armato che si sviluppa in parte su due piani fuori terra ed in parte su un piano fuori terra . L'edificio ha una dimensione in pianta rettangolare di circa 74x14,40 m, è caratterizzato da una copertura piana la cui altezza è di circa 6,82 m per la prima parte e di 4,00 m per l'altra. L'intera struttura è divisa in 2 parti longitudinalmente. Le lunghezze longitudinali per ogni parte sono rispettivamente 25,75 m e 48,20 m.

I piazzali dei due edifici saranno pavimentati con masselli autobloccanti drenanti.



Figura 6: Indicazione dell'area oggetto degli interventi

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA					
	LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA					
	NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST					
Relazione idraulica fabbricati tecnologici	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN1A	20	D26RI	FA 00 00 001	A	22 di 36

6.2 Opere di drenaggio idraulico

Dal punto di vista della sistemazione idraulica, per l'opera in progetto è stato dimensionato un apposito sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, i cui principali elementi caratteristici sono di seguito descritti:

- una vasca disperdente nella quale vengono collettati i deflussi provenienti dalla rete di smaltimento delle acque meteoriche dei due edifici;
- pluviali e caditoie a griglia per la raccolta e il convogliamento delle acque del tetto e del piazzale;
- tubazioni interrato di raccolta delle acque meteoriche affrenti all'area, che trasportano le acque alla vasca disperdente.

Nel presente documento vengono pertanto illustrati i calcoli svolti per la verifica delle opere di drenaggio connesse alla realizzazione del fabbricato.

In accordo con quanto indicato nel par.4.2 le opere sono state dimensionate per consentire il deflusso delle portate associate ad eventi meteorici aventi un tempo di ritorno pari a 25 anni.

Nel paragrafo successivo vengono descritti i sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche afferenti all'area, costituiti da pluviali, caditoie a griglia, tubazioni interrato ed una vasca di dispersione.

I manufatti costituenti la rete di raccolta e smaltimento delle acque bianche sono stati dimensionati secondo le modalità indicate al paragrafo 5.5, utilizzando le portate di piena come descritto al paragrafo 4.3.

6.2.1 Descrizione del sistema di drenaggio

Il drenaggio delle acque dell'area occupata dai fabbricati e dai piazzali circostanti nei sistemi di smaltimento precedentemente descritti (vasche disperdenti), avviene attraverso diverse tipologie di manufatti idraulici prefabbricati, che vengono di seguito riportati:

1. Pluviali in acciaio DE100 disposti lungo il perimetro dei tetti dei fabbricati;
2. Caditoie in ghisa sferoidale D400, dimensioni 0,50x0,50m, da installare all'interno del piazzale. L'area sottesa da ogni caditoia è variabile tra i 29 e i 130 m²;
3. Tubi in PVC di diametri variabili, utilizzati per il sistema di smaltimento delle acque raccolte dalle caditoie. Tali tubi convogliano i deflussi dapprima nel pozzetto dissabbiatore, e poi nella vasca disperdente. Il ricoprimento minimo delle tubazioni nelle aree percorribili dai mezzi è pari a 80 cm;
4. Pozzetti d'ispezione prefabbricati in cls vibrato, dimensioni interne variabili tra 0,50x0,50m e 1.00x1.00m, posizionati in corrispondenza dei pluviali e delle caditoie; è stato progettato anche un pozzetto dissabbiatore, avente dimensioni interne pari a 2,00x2,00m, con funzione di evitare che le tubazioni convogliano nella vasca disperdente materiale solido.
5. Una vasca in moduli disperdenti con porosità 95%, avvolto in geocomposito, avente area di circa 207 m² e H=1.2m;
6. Una condotta di troppopieno della vasca disperdente in PVC DN500 collegata alla retedi fognatura bianca comunale.

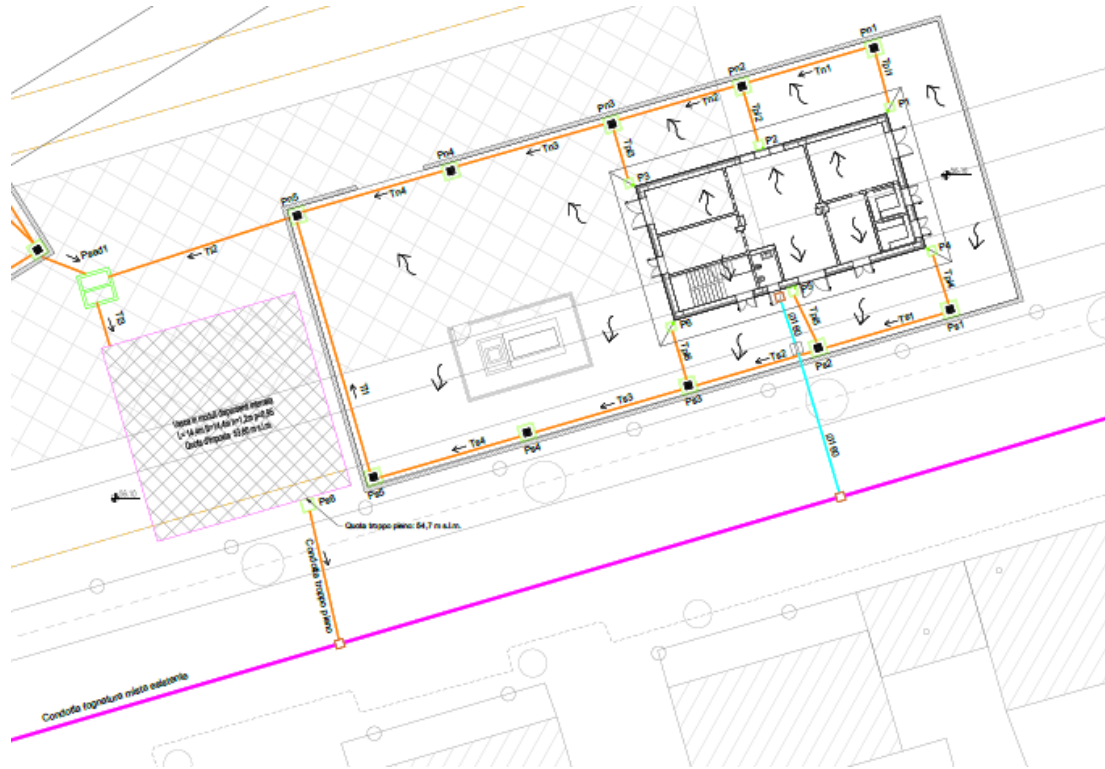


Figura 7: Stralcio planimetria di drenaggio FA01

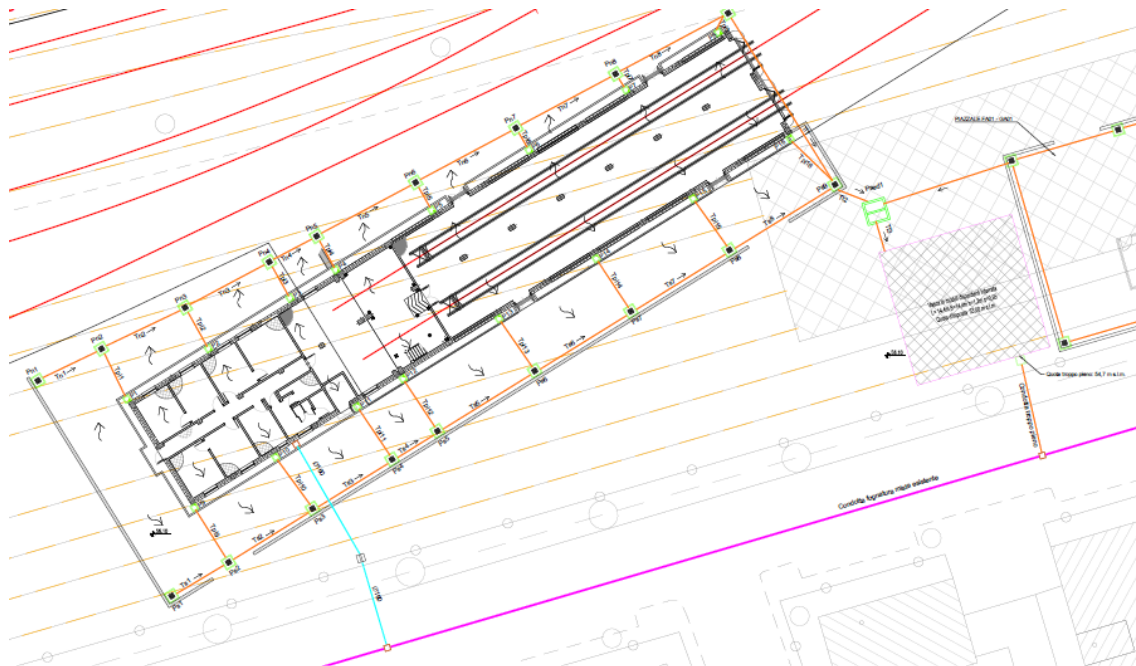


Figura 8: Stralcio planimetria di drenaggio FA02

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA					
	LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA					
	NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST					
Relazione idraulica fabbricati tecnologici	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN1A	20	D26RI	FA 00 00 001	A	24 di 36

6.2.2 Calcolo delle portate di piena

Come detto in precedenza, il dimensionamento dei manufatti e degli elementi di drenaggio previsti in progetto è stato effettuato con il metodo di trasformazione degli afflussi in deflussi descritto nel paragrafo 4.3, applicato ad una serie di aree scolanti in cui è stata suddivisa la zona di intervento. I fabbricati FA01 e FA02 con i relativi piazzali, hanno rispettivamente una superficie complessiva di drenaggio di circa 1000 m² e 2074 m².

6.3 Verifiche idrauliche

Per la definizione delle portate da utilizzare nelle verifiche degli elementi idraulici relativi all'Alta Velocità ed alle opere di sede è stato considerato un tempo di ritorno di 25 anni.

6.3.1 Caditoie a griglia

Le caditoie a griglia di dimensioni 50x50 cm sono collocate ad intervalli che vanno circa da 10 m a 20 m. La massima superficie scolante afferente ad una caditoia è di 130 m² e, considerando un coefficiente idrometrico di 628 l/(s ha), dà origine ad una portata di circa 8 l/s; una griglia addossata al marciapiede con un carico idraulico di 4 cm è in grado di captare una portata di circa 20 l/s.

6.3.2 Collettori di smaltimento

Per distinguere i vari tratti di tubazioni all'interno dell'intervento, essi sono stati suddivisi e denominati in base alla zona servita. Di seguito sono riportati gli acronimi e la loro spiegazione:

- Tn = Tratto di tubazione posto a nord rispetto al fabbricato;
- Ts = Tratto di tubazione posto a sud rispetto al fabbricato;
- Tpl = Tratto di tubazione che parte dal pozzetto posto in corrispondenza dei pluviali;
- Tl = Tratto posto lateralmente all'edificio.

Nella tabella riportata di seguito vengono indicate le seguenti grandezze per ogni elemento idraulico:

- Tratto - denominazione tratto dalla tubazione;
- DN – diametro nominale della tubazione;
- Lungh – lunghezza del tratto di tubazione;
- Quote strada/terreno (zi/zfin) – quote del piano strada o del terreno, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;
- Quote scorrimento (zi/zfin) – quote di scorrimento della tubazione, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;
- Ricoprimento (zi/zfin) – ricoprimento della tubazione, dall'estradosso superiore della condotta al terreno/strada, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;
- if – pendenza longitudinale della tubazione nel tratto;
- Q – portata all'interno del tratto;
- y/D – grado di riempimento.

TRATTO	DN (mm)	Lungh. (m)	Quote asse strada/terreno (mslm)		Quote scorrimento (mslm)		Ricoprimento (m)	If (%)	Q (l/s)	y/D
			z _i	z _{fin}	z _i	z _{fin}				
Tn1	160	9,00	56,1	56,1	55,14	55,05	0,80	1,000%	4,71	35%
Tn2	200	8,90	56,1	56,1	55,05	54,96	0,85	1,000%	8,62	36%
Tn3	250	11,20	56,1	56,1	54,96	54,85	0,89	1,000%	16,27	36%
Tn4	250	11,60	56,1	56,1	54,85	54,73	1,00	1,000%	22,81	44%
Ts1	160	9,00	56,1	56,1	55,14	55,05	0,80	1,000%	4,71	35%
Ts2	160	8,90	56,1	56,1	55,05	54,96	0,89	1,000%	8,62	36%
Ts3	200	11,20	56,1	56,1	54,96	54,85	0,94	1,000%	16,27	36%
Ts4	250	11,60	56,1	56,1	54,85	54,73	1,00	1,000%	22,81	44%
Tl1	315	19,00	56,1	56,1	54,73	54,64	1,06	0,500%	22,81	37%
Tl2	400	13,60	56,1	56,1	54,64	54,57	1,06	0,500%	45,62	39%
Tl3	500	3,30	56,1	56,1	54,50	54,48	1,10	0,500%	149,97	55%
Tpl1	110	3,60	56,1	56,1	55,24	55,17	0,75	2,000%	1,70	30%
Tpl2	110	3,60	56,1	56,1	55,24	55,17	0,75	2,000%	2,50	36%
Tpl3	110	3,60	56,1	56,1	55,24	55,17	0,75	2,000%	1,70	30%
Tpl4	110	3,60	56,1	56,1	55,24	55,17	0,75	2,000%	1,70	30%
Tpl5	110	3,60	56,1	56,1	55,24	55,17	0,75	2,000%	2,50	36%
Tpl6	110	3,60	56,1	56,1	55,24	55,17	0,75	2,000%	1,70	30%

Tabella 6: Verifica dei collettori di smaltimento FA01

TRATTO	DN (mm)	Lungh. (m)	Quote asse strada/terreno (mslm)		Quote scorrimento (mslm)		Ricoprimento (m)	If (%)	Q (l/s)	y/D
			z _i	z _{fin}	z _i	z _{fin}				
Tn1	160	6,70	56,1	56,1	55,14	55,11	0,80	0,500%	4,58	42%
Tn2	200	9,00	56,1	56,1	55,08	55,04	0,82	0,500%	9,41	45%
Tn3	250	9,20	56,1	56,1	55,04	54,99	0,81	0,500%	15,87	43%
Tn4	250	4,80	56,1	56,1	54,98	54,95	0,87	0,500%	20,23	49%
Tn5	315	10,90	56,1	56,1	54,95	54,90	0,83	0,500%	26,11	41%
Tn6	315	11,10	56,1	56,1	54,90	54,84	0,89	0,500%	32,37	46%
Tn7	315	11,00	56,1	56,1	54,84	54,79	0,94	0,500%	38,70	49%
Tn8	400	12,70	56,1	56,1	54,73	54,67	0,97	0,500%	44,54	37%
Ts1	160	6,10	56,1	56,1	55,14	55,11	0,80	0,500%	4,10	40%
Ts2	200	9,60	56,1	56,1	55,08	55,04	0,82	0,500%	9,48	45%
Ts3	250	9,00	56,1	56,1	55,03	54,99	0,82	0,500%	16,64	45%
Ts4	315	4,80	56,1	56,1	54,97	54,95	0,81	0,500%	21,54	37%
Ts5	315	11,10	56,1	56,1	54,95	54,90	0,83	0,500%	28,65	43%
Ts6	315	11,00	56,1	56,1	54,92	54,86	0,87	0,500%	36,65	49%
Ts7	315	11,30	56,1	56,1	54,85	54,74	0,93	1,000%	44,87	45%
Ts8	400	12,20	56,1	56,1	54,74	54,68	0,96	0,500%	52,96	42%
Tl1	400	20,30	56,1	56,1	54,67	54,57	1,03	0,500%	46,68	40%
Tl2	400	3,40	56,1	56,1	54,57	54,55	1,13	0,500%	99,64	62%
Tl3	500	3,30	56,1	56,1	54,50	54,48	1,10	0,500%	149,97	55%
Tpl1	160	4,90	56,1	56,1	55,19	55,14	0,75	1,000%	2,10	23%
Tpl2	160	4,10	56,1	56,1	55,19	55,15	0,75	1,000%	4,10	33%
Tpl3	160	3,50	56,1	56,1	55,19	55,16	0,75	1,000%	3,20	29%
Tpl4	160	3,20	56,1	56,1	55,19	55,16	0,75	1,000%	3,60	31%
Tpl5	160	2,40	56,1	56,1	55,19	55,17	0,75	1,000%	4,60	35%
Tpl6	160	1,70	56,1	56,1	55,19	55,17	0,75	1,000%	4,60	35%
Tpl7	160	1,00	56,1	56,1	55,19	55,18	0,75	1,000%	4,60	35%
Tpl8	160	1,55	56,1	56,1	55,19	55,17	0,75	1,000%	2,10	23%
Tpl9	110	5,90	56,1	56,1	55,19	55,13	0,75	1,000%	2,10	23%
Tpl10	110	5,80	56,1	56,1	55,19	55,13	0,75	1,000%	4,10	33%
Tpl11	110	5,80	56,1	56,1	55,19	55,13	0,75	1,000%	3,20	29%
Tpl12	110	5,70	56,1	56,1	55,19	55,13	0,75	1,000%	3,60	31%
Tpl13	110	5,80	56,1	56,1	55,19	55,13	0,75	1,000%	4,60	35%
Tpl14	110	5,80	56,1	56,1	55,19	55,13	0,75	1,000%	4,60	35%
Tpl15	110	5,80	56,1	56,1	55,19	55,13	0,75	1,000%	4,60	35%
Tpl16	110	5,80	56,1	56,1	55,19	55,13	0,75	1,000%	2,10	23%

Tabella 7: Verifica dei collettori di smaltimento FA02

Per una maggiore completezza si riporta anche l'elenco dei pozzetti d'ispezione, che condividono con i tratti di tubazione le denominazioni relative alla zona di appartenenza (s, n):

POZZETTO	DIMENSIONI INTERNE (cm)
Pn1	60x60
Pn2	60x60
Pn3	60x60
Pn4	60x60
Pn5	60x60
Ps1	60x60
Ps2	60x60
Ps3	60x60
Ps4	60x60
Ps5	60x60
Psed1	200x200
P1	50x50
P2	50x50
P3	50x50
P4	50x50
P5	50x50
P6	50x50

Tabella 8: Caratteristiche dei pozzetti d'ispezione FA01

POZZETTO	DIMENSIONI INTERNE (cm)
Pn1	60x60
Pn2	60x60
Pn3	60x60
Pn4	60x60
Pn5	60x60
Pn6	60x60
Pn7	60x60
Pn8	60x60
Pn9	60x60
Ps1	60x60
Ps2	60x60
Ps3	60x60
Ps4	60x60
Ps5	60x60
Ps6	60x60
Ps7	60x60
Ps8	60x60
Ps9	60x60
P1	50x50
P2	50x50
P3	50x50
P4	50x50
P5	50x50
P6	50x50
P7	50x50
P8	50x50
P9	50x50
P10	50x50
P11	50x50
P12	50x50
P13	50x50
P14	50x50
P15	50x50
P16	50x50
Psed1	200x200

Tabella 9: Caratteristiche dei pozzetti d'ispezione FA02

6.3.3 Vasca disperdente

Nell'area adiacente al piazzale del fabbricato FA01, sul lato Ovest dello stesso, è prevista la realizzazione di una vasca disperdente interrata costituita da moduli prefabbricati disperdenti.

Nel dimensionare il dispositivo drenante si è tenuto conto di un valore di concubilità idraulica dimezzato rispetto a quello misurato in campo e di un franco idraulico di 30 cm.

Si riportano di seguito i principali risultati relativi al dimensionamento della vasca. Per ulteriori dettagli ed approfondimenti si rimanda agli elaborati grafici specifici.

La vasca disperdente ha dimensioni 14.40 x 14.40 x 1.20 m con quota di imposta a 53.80 m s.l.m; i moduli disperdenti che la compongono hanno una porosità pari a 0.95, mentre la conducibilità idraulica del mezzo poroso è stata definita attraverso il valore dimezzato delle prove Lefranc del sondaggio SD14 (4,31-04 m/s).

In Tabella 10 vengono mostrati i risultati delle simulazioni al variare del tempo di pioggia; la massima altezza idrica all'interno della vasca si realizza per un tempo di pioggia di 0,08 ore (5 minuti) e viene rispettata la condizione di un franco idraulico di 30 cm. L'altezza massima raggiunta è pari a 0,89 m, ovvero l'altezza alla quale si trova la condotta di troppopieno che scarica nella fognatura esistente.

Di seguito si riportano i grafici delle portate e dei volumi in ingresso e in uscita per il suddetto tempo di pioggia.

t (ore)	V pioggia [l]	V dispersione [l]	V accumulo [l]	H acqua [m]
0,00	0	0	0	0,00
0,08	188192,895	13405,824	174787,071	0,89
0,17	196320,681	26811,648	169509,033	0,86
0,25	201236,901	40217,472	161019,429	0,82
0,33	204799,496	53623,296	151176,2	0,77
0,42	207606,235	67029,12	140577,115	0,71
0,50	209928,039	80434,944	129493,095	0,66
0,58	211911,343	93840,768	118070,575	0,60
0,67	213644,498	107246,592	106397,906	0,54
0,75	215185,011	120652,416	94532,5948	0,48
0,83	216572,457	134058,24	82514,2168	0,42
0,92	217835,259	147464,064	70371,1953	0,36
1,00	218994,536	160869,888	58124,648	0,30
1,08	220066,415	174275,712	45790,7025	0,23
1,17	221063,496	187681,536	33381,9597	0,17
1,25	221995,816	201087,36	20908,4563	0,11
1,33	222871,503	214493,184	8378,31911	0,04

Tabella 10: Principali risultati del dimensionamento della vasca disperdente

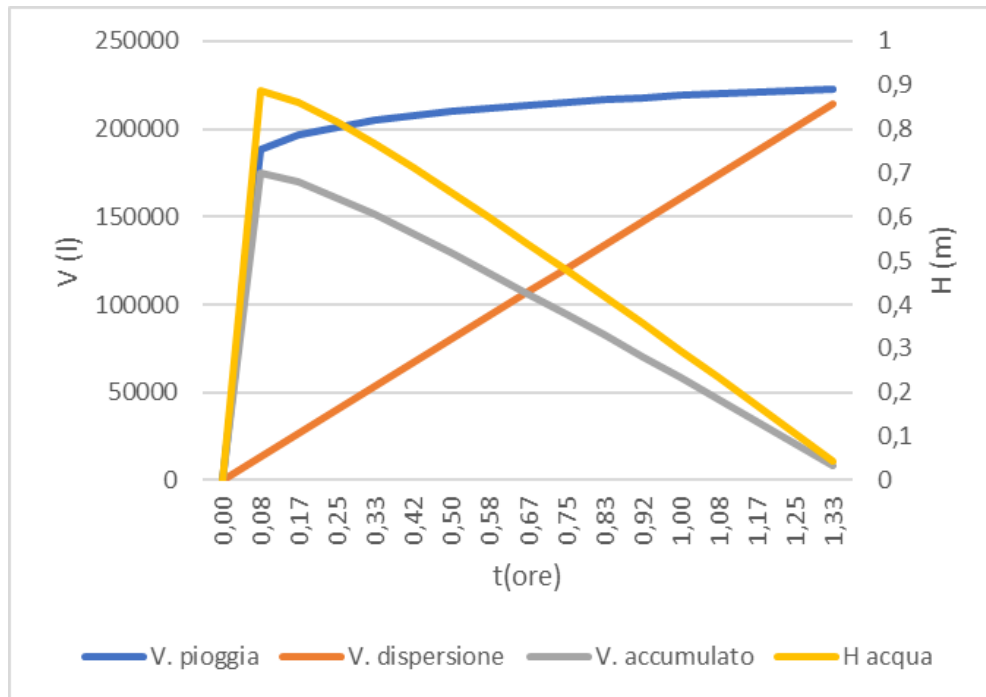


Figura 9: Grafico dei volumi in ingresso e in uscita dalla vasca disperdente

6.3.4 Pluviali

La verifica del funzionamento dei pluviali di raccolta delle acque scolanti sulla copertura del Fabbricato è stata effettuata, come descritto in precedenza, tramite la formula di Wylly Eaton. Applicando tale formula si ottiene una portata pari a 10,71 l/s.

La massima superficie scolante afferente ad un singolo pluviale di progetto è pari a circa 75 m²; considerando un coefficiente udometrico di 628 l/(s ha), si ha che un pluviale DN100 può sottendere una superficie massima di 170 m², quindi si conferma il corretto dimensionamento degli stessi.

7 FA03 – PPACC BIVIO FENILONE

7.1 Inquadramento generale dell'area

Per il nuovo Fabbricato Tecnologico FA03 si prevede una struttura intelaiata in cemento armato che si sviluppa su un piano fuori terra. L'edificio ha dimensione rettangolare in pianta di circa 33,90x6,30 m, è caratterizzato da una copertura a padiglione la cui altezza massima in corrispondenza del colmo è circa pari a 4,52 m.

La superficie complessiva interessata dal fabbricato e dal relativo piazzale è pari a circa 1339 m²: sono stati presi in considerazione, nel calcolo delle aree scolanti, il piazzale pavimentato con masselli autobloccanti circostanti l'edificio (coefficiente di deflusso = 0,7) e la copertura dell'edificio stesso (coefficiente di deflusso = 1).



Figura 10: Indicazione dell'area oggetto degli interventi

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA					
	LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA					
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST						
Relazione idraulica fabbricati tecnologici	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN1A	20	D26RI	FA 00 00 001	A	31 di 36

7.2 Opere di drenaggio idraulico

Dal punto di vista della sistemazione idraulica, per l'opera in progetto è stato dimensionato un apposito sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, i cui principali elementi caratteristici sono di seguito descritti:

- pluviali e caditoie a griglia per la raccolta e il convogliamento delle acque del tetto e del piazzale;
- tubazioni interrato di raccolta delle acque meteoriche affrenti all'area, che trasportano le acque alla vasca disperdente.
- una vasca disperdente (nella parte ad ovest del fabbricato) nella quale vengono collettati i deflussi provenienti dalla rete di smaltimento delle acque meteoriche;

Nel presente documento vengono pertanto illustrati i calcoli svolti per la verifica delle opere di drenaggio connesse alla realizzazione del fabbricato.

In accordo con quanto indicato nel par.4.2 le opere sono state dimensionate per consentire il deflusso delle portate associate ad eventi meteorici aventi un tempo di ritorno pari a 25 anni.

Nel paragrafo successivo vengono descritti i sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche afferenti all'area, costituiti da pluviali, caditoie a griglia, tubazioni interrato ed una vasca disperdente.

I manufatti costituenti la rete di raccolta e smaltimento delle acque bianche sono stati dimensionati secondo le modalità indicate al paragrafo 5.5, utilizzando le portate di piena come descritto al paragrafo 4.3.

7.2.1 Descrizione del sistema di drenaggio

Il drenaggio delle acque dell'area occupata dal fabbricato e dal piazzale circostante nei sistemi di smaltimento precedentemente descritti (vasche disperdenti), avviene attraverso diverse tipologie di manufatti idraulici prefabbricati, che vengono di seguito riportati:

1. Pluviali in acciaio DE100 disposti lungo il perimetro del tetto del fabbricato;
2. Caditoie in ghisa sferoidale D400, dimensioni 0,50x0,50m, da installare all'interno del piazzale. L'area sottesa da ogni caditoia è variabile tra i 56 e i 277 m².
3. Tubi in PVC di diametri variabili, utilizzati per il sistema di smaltimento delle acque raccolte dalle caditoie. Tali tubi convogliano i deflussi dapprima nel pozzetto dissabbiatore, e poi nella vasca disperdente, situata nell'area a nord-ovest del piazzale. Il ricoprimento minimo delle tubazioni è pari a 80 cm;
4. Pozzetti d'ispezione prefabbricati in cls vibrato, di dimensioni interne 0,50x0,50m o 0,80x0,80m, posizionati in corrispondenza dei pluviali e delle caditoie.
5. Una vasca in moduli disperdenti con porosità 95%, avvolto in geocomposito, avente area di circa 92 m² e H=1.20m.

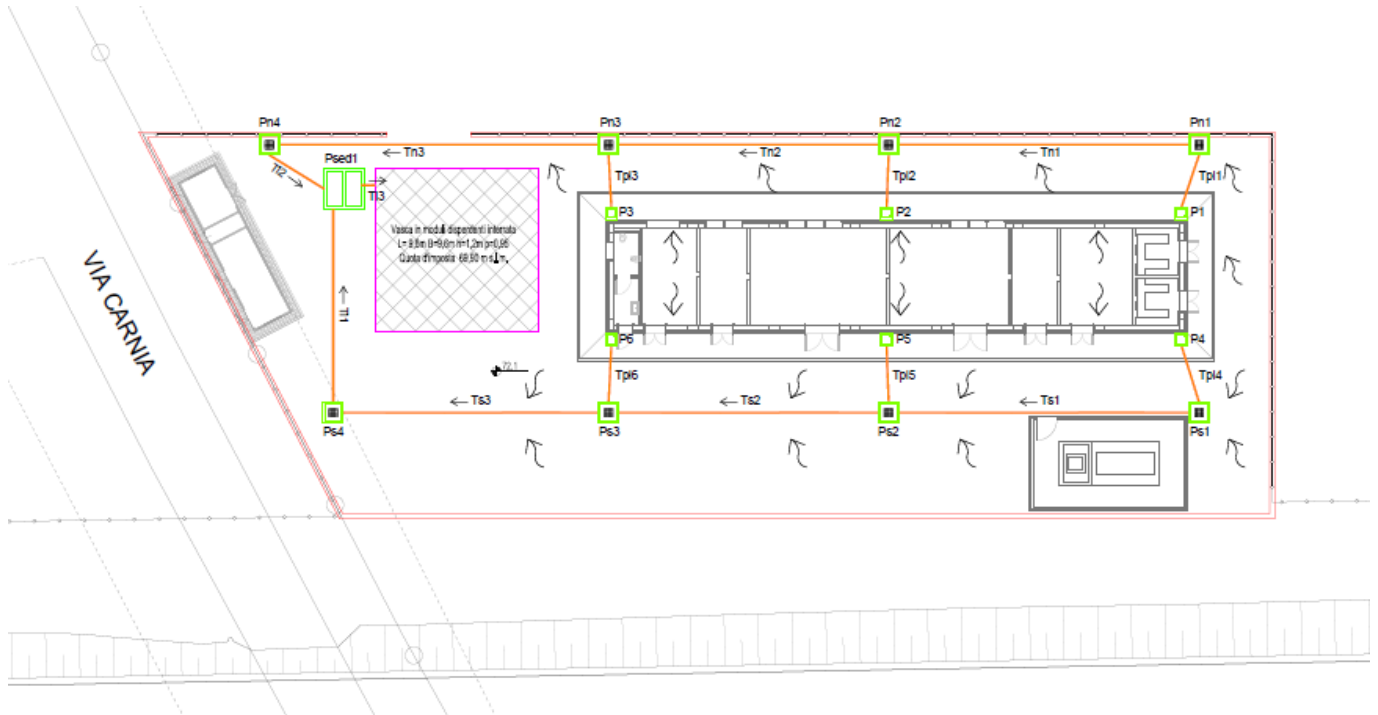


Figura 11: Stralcio planimetria di drenaggio FA03

7.2.2 Calcolo delle portate di piena

Come detto in precedenza, il dimensionamento dei manufatti e degli elementi di drenaggio previsti in progetto è stato effettuato con il metodo di trasformazione degli afflussi in deflussi descritto nel paragrafo 4.3, applicato ad una serie di aree scolanti in cui è stata suddivisa la zona di intervento, avente una superficie complessiva di drenaggio di circa 1339 m².

7.3 Verifiche idrauliche

Per la definizione delle portate da utilizzare nelle verifiche degli elementi idraulici relativi all'Alta Velocità ed alle opere di sede è stato considerato un tempo di ritorno di 25 anni.

7.3.1 Caditoie a griglia

Le caditoie a griglia di dimensioni 50x50 cm sono collocate ad intervalli di circa 15-20 m. La massima superficie scolante afferente ad una caditoia è di 277 m² e, considerando un coefficiente udometrico di 628 l/(s ha), dà origine ad una portata di circa 17 l/s; una griglia addossata al marciapiede con un carico idraulico di 5 cm è in grado di captare una portata di circa 30 l/s.

7.3.2 Collettori di smaltimento

Per distinguere i vari tratti di tubazioni all'interno dell'intervento, essi sono stati suddivisi e denominati in base alla zona servita. Di seguito sono riportati gli acronimi e la loro spiegazione:

- Tn = Tratti di tubazione posti a nord del piazzale del fabbricato;
- Ts = Tratti di tubazione posti a sud del piazzale del fabbricato;

- Tpl = Tratto di tubazione che parte dal pozzetto posto in corrispondenza dei pluviali;
- Tl = Tratti di tubazione laterali, che raccolgono e convogliano le acque verso il pozzetto dissabbiatore e la vasca disperdente;

Nella tabella riportata di seguito vengono indicate le seguenti grandezze per ogni elemento idraulico:

- Tratto - denominazione tratto dalla tubazione;
- DN – diametro nominale della tubazione;
- Lungh – lunghezza del tratto di tubazione;
- Quote strada/terreno (z_i/z_{fin}) – quote del piano strada o del terreno, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;
- Quote scorrimento (z_i/z_{fin}) – quote di scorrimento della tubazione, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;
- Ricoprimento (z_i/z_{fin}) – ricoprimento della tubazione, dall’estradosso superiore della condotta al terreno/strada, distinte tra punto iniziale e finale del tratto;
- if – pendenza longitudinale della tubazione nel tratto;
- Q – portata all’interno del tratto;
- y/D – grado di riempimento.

TRATTO	DN (mm)	Lungh. (m)	Quote asse strada/terreno (mslm)		Quote scorrimento (mslm)		Ricoprimento (m)	If (%)	Q (l/s)	y/D
			z_i	z_{fin}	z_i	z_{fin}				
Tn1	200	17,50	72,1	72,1	71,14	70,96	0,76	1,000%	8,20	34%
Tn2	200	15,70	72,1	72,1	70,96	70,79	0,94	1,000%	14,99	49%
Tn3	250	19,20	72,1	72,1	70,79	70,50	1,06	1,500%	26,35	41%
Ts1	200	17,50	72,1	72,1	71,14	70,96	0,76	1,000%	10,11	37%
Ts2	250	15,70	72,1	72,1	70,96	70,79	0,89	1,000%	15,34	40%
Ts3	250	16,20	72,1	72,1	70,79	70,55	1,06	1,500%	29,40	46%
Tl1	250	11,30	72,1	72,1	70,55	70,44	1,30	1,000%	29,40	47%
Tl2	250	3,80	72,1	72,1	70,50	70,44	1,35	1,500%	26,35	40%
Tl3	315	0,80	72,1	72,1	70,58	70,57	1,21	1,000%	55,75	42%
Tpl1	110	3,30	72,1	72,1	71,24	71,17	0,75	2,000%	1,90	25%
Tpl2	110	3,10	72,1	72,1	71,24	71,18	0,75	2,000%	3,50	41%
Tpl3	110	3,10	72,1	72,1	71,24	71,18	0,75	2,000%	1,90	25%
Tpl4	110	3,50	72,1	72,1	71,24	71,17	0,75	2,000%	1,90	25%
Tpl5	110	3,40	72,1	72,1	71,24	71,17	0,75	1,000%	3,50	41%
Tpl6	110	3,40	72,1	72,1	71,24	71,17	0,75	2,000%	1,90	25%

Tabella 11: Verifica dei collettori di smaltimento FA03

Per una maggiore completezza si riporta anche l’elenco dei pozzetti d’ispezione, che condividono con i tratti di tubazione le denominazioni relative alla zona di appartenenza (s, n,):

POZZETTO	DIMENSIONI INTERNE (cm)
Pn1	60x60
Pn2	60x60
Pn3	60x60
Pn4	60x60
Ps1	60x60
Ps2	60x60
Ps3	60x60
Ps4	60x60
P1	50x50
P2	50x50
P3	50x50
P4	50x50
P5	50x50
P6	50x50
Psed1	200x200

Tabella 12: Caratteristiche dei pozzetti d'ispezione FA03

7.3.3 Vasca disperdente

Nel piazzale del fabbricato FA03 è prevista la realizzazione di una vasca disperdente interrata costituita da moduli prefabbricati disperdenti, ubicata sul lato ovest dello stesso

La funzione della vasca è agevolare lo smaltimento a dispersione delle acque bianche.

La superficie del piazzale da destinare alla realizzazione della vasca è di circa 92 m².

La verifica del dispositivo drenante è effettuata per un tempo di ritorno di 50 anni e per un valore di conducibilità idraulica dimezzato rispetto a quello misurato in campo.

Si riportano di seguito i principali risultati relativi al dimensionamento della vasca. Per ulteriori dettagli ed approfondimenti si rimanda agli elaborati grafici specifici.

La vasca disperdente ha dimensioni 9,6 x 9,6 x 1.2 m con quota di imposta a 69.90 m s.l.m; i moduli disperdenti che la compongono hanno una porosità pari a 0.95, mentre la conducibilità idraulica del mezzo poroso è stata definita attraverso il valore dimezzato della prova Lefranc del sondaggio S9 (2.37E-04 m/s).

In Tabella 1313 vengono mostrati i risultati delle simulazioni al variare del tempo di pioggia; la massima altezza idrica all'interno della vasca è di 86 cm, che rispetta il franco di 30 cm.

Di seguito si riportano i grafici delle portate e dei volumi in ingresso e in uscita.

t (ore)	V pioggia [l]	V dispersione [l]	V accumulo [l]	H acqua [m]
0,00	0	0,00	0,00	0,00
0,08	77291,95	3276,29	74015,66	0,85
0,17	80630,08	6552,58	74077,51	0,85
0,25	82649,2	9828,86	72820,34	0,83
0,33	84112,38	13105,15	71007,23	0,81
0,42	85265,13	16381,44	68883,69	0,79
0,50	86218,71	19657,73	66560,98	0,76
0,58	87033,26	22934,02	64099,25	0,73
0,67	87745,08	26210,30	61534,78	0,70
0,75	88377,78	29486,59	58891,19	0,67
0,83	88947,61	32762,88	56184,73	0,64
0,92	89466,25	36039,17	53427,08	0,61
1,00	89942,37	39315,46	50626,92	0,58
1,08	90382,6	42591,74	47790,85	0,55
1,17	90792,11	45868,03	44924,07	0,51
1,25	91175,02	49144,32	42030,70	0,48
1,33	91534,67	52420,61	39114,06	0,45
1,42	91873,8	55696,90	36176,90	0,41
1,50	92194,69	58973,18	33221,50	0,38
1,58	92499,26	62249,47	30249,79	0,35
1,67	92789,13	65525,76	27263,37	0,31
1,75	93065,7	68802,05	24263,65	0,28
1,83	93330,17	72078,34	21251,84	0,24
1,92	93583,59	75354,62	18228,96	0,21
2,00	93826,86	78630,91	15195,94	0,17
2,08	94060,79	81907,20	12153,59	0,14
2,17	94286,1	85183,49	9102,61	0,10
2,25	94503,41	88459,78	6043,63	0,07
2,33	94713,29	91736,06	2977,23	0,03

Tabella 13: Principali risultati del dimensionamento della vasca di dispersione

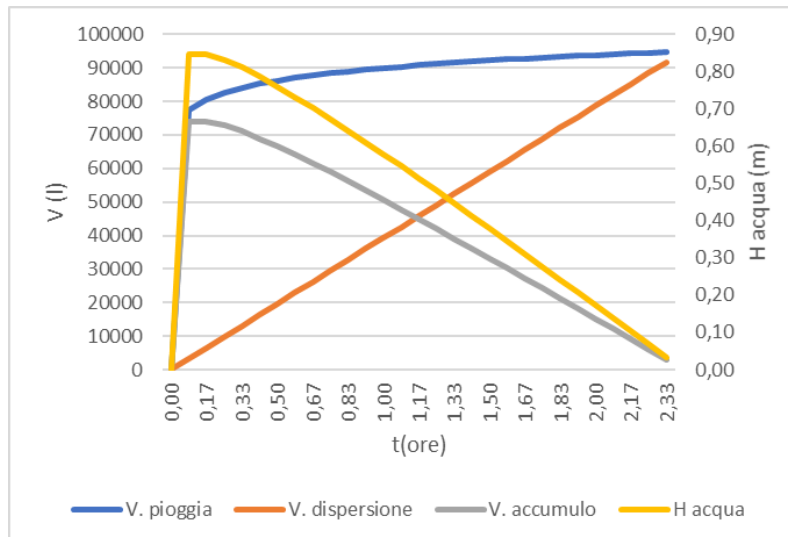


Figura 12: Grafico dei volumi in ingresso e in uscita dalla vasca disperdente

7.3.4 Pluviali

La verifica del funzionamento dei pluviali di raccolta delle acque scolanti sulla copertura del Fabbricato è stata effettuata, come descritto in precedenza, tramite la formula di Wylie Eaton.

La massima superficie scolante afferente ad un singolo pluviale di progetto è pari a circa 55 m²; considerando un coefficiente idrometrico di 628 l/(s ha), si ha che un pluviale DN100 può sottendere una superficie massima di 171 m², quindi si conferma il corretto dimensionamento degli stessi.

8 RETE ACQUE NERE

Si prevede l'allaccio delle acque nere generate dai servizi igienici dei fabbricati alla rete fognaria mista esistente sita in via Galileo Galilei, tramite tubazioni in PVC DN160 con pendenza 2% di lunghezza circa 22 m per il fabbricato FA02 e 14 m per il fabbricato FA01.

La portata di acqua nera generata da ogni fabbricato è stata valutata in via cautelativa considerando un numero di abitanti equivalenti pari a 4 persone e secondo la formula: $Q = P \cdot d \cdot K$.

Dove con P si considera la popolazione equivalente, con d la dotazione idrica giornaliera per abitante (circa 300 litri/abitante giorno) e con K il coefficiente di contemporaneità, che varia in genere tra 1,3 e 2.

Con questi parametri, il valore di portata di progetto risulta pari a circa 0,3 l/s e di seguito si riportano i valori di verifica idraulica dei collettori delle acque nere, ottenuti per i due fabbricati

Ramo	DN	Pendenza	Portata progetto [l/s]	Riempimento	Velocità [m/s]
Ramo N-1	160	2,00%	0,3	3%	0,5
Ramo N-2	160	2,00%	0,3	3%	0,5

Tabella 14: Verifica idraulica dei collettori della rete fognaria nera

Per l'allaccio alla fogna esistente è stato previsto un pozzetto d'ispezione con sifone di "tipo Firenze" dal quale ci si collega alla rete esistente con un angolo di 90° mediante un nuovo pozzetto d'ispezione.