

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**U.O. INFRASTRUTTURE NORD**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA**  
**TRATTA PIADENA-MANTOVA**  
**CABINA TE MANTOVA AL KM 88+800**

Relazione idraulica

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

N M 2 5    0 3    D    2 6    R I    F A 0 1 0 0    0 0 1    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	G. Coppa 	Aprile 2020	S. Santopietro 	Aprile 2020	M. Berlingeri 	Aprile 2020	
File: NM2503D26RIFA0100001A								

## Sommario

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>3. RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>4</b>
<b>4. INQUADRAMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>5. COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....</b>	<b>7</b>
<b>6. ANALISI IDROLOGICA.....</b>	<b>7</b>
6.1. Valori adottati.....	8
<b>7. STANDARD PROGETTUALI .....</b>	<b>9</b>
7.1. Metodo Razionale.....	9
7.2. Dimensionamento idraulico .....	10
<b>8. OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICHE.....</b>	<b>12</b>
8.1. Cabina TE.....	12
6.1.....	12
6.1.1 Sistema di raccolta .....	12
<b>7 SISTEMAZIONE DI SMALTIMENTO ACQUE NERE.....</b>	<b>19</b>

	<b>LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA</b> <b>LOTTO 03</b>					
<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA NM25	LOTTO 03	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A	FOGLIO 2 di 18

## 1. PREMESSA

Nel Programma Regionale Mobilità e Trasporti della Regione Lombardia è riportata la pianificazione di “Riqualificazione Milano – Codogno – Cremona - Mantova”. Tale voce, oltre a citare gli interventi di raddoppio conclusi nel 2015 tra la località Cavatigozzi e Cremona, riporta anche l’intervento di raddoppio, proposto in maniera selettiva, sull’intera relazione.

Recentemente sulla linea sono stati firmati impegni e convenzioni attuative che hanno interessato la Regione Lombardia e Rete Ferroviaria Italiana. L’obiettivo commerciale, alla base di questi interventi, è creare le condizioni per l’incremento della regolarità sulla relazione regionale Milano – Mantova ed un suo successivo potenziamento, nonché raggiungere la frequenza di un treno/h per direzione.

Successivi approfondimenti svolti dalle strutture territoriali di RFI congiuntamente alla Regione Lombardia, hanno messo in evidenza la necessità di approfondire la tratta prioritaria di raddoppio, anche alla luce del modello di esercizio che sarà adottato dalla Regione stessa.

La linea ha inoltre un notevole interesse merci legato, non solo alla presenza degli impianti industriali raccordati, ma anche al fatto che tale linea fa parte del corridoio alternativo al Mediterraneo.

In quest’ottica, il presente Progetto Definitivo, compendia gli interventi necessari, nell’ambito della linea Codogno – Cremona – Mantova, all’attivazione prioritaria della tratta Piadena – Mantova, 1<sup>a</sup> fase funzionale del raddoppio della linea in oggetto.

L’opera si sviluppa nella bassa pianura lombarda, ad una quota compresa tra i 60 e i 20 metri s.l.m. andando da ovest verso est; lo sviluppo della tratta è di circa 34km tra le località di Piadena (km 55+286 LS) e Mantova (km 89+557 LS).

La 1<sup>a</sup> fase del progetto prevede i seguenti interventi:

- Raddoppio tratta Piadena – Bozzolo: raddoppio con tratti in variante tramite la realizzazione di un nuovo binario ad interasse di circa 22.50 m dall’attuale, da eseguirsi in presenza di esercizio ferroviario;
- Raddoppio tratta Bozzolo – Mantova: raddoppio in stretto affiancamento da eseguirsi in interruzione prolungata di esercizio ferroviario.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA</b> <b>LOTTO 03</b></p>					
<p><b>RELAZIONE IDRAULICA</b></p>	<p>COMMESSA NM25</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA D26RI</p>	<p>DOCUMENTO FA0100001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 3 di 18</p>

Il progetto prevede, nell'ambito della realizzazione nuova della sede ferroviaria a doppio binario, dei relativi impianti ed apparati tecnologici e di trazione elettrica, inoltre la riqualificazione delle Stazioni e dei PRG di Piadena, Bozzolo e Marcaria, della Fermata di Castellucchio e del PRG di Mantova. È prevista, ancora, la soppressione di tutti i PL di linea tramite realizzazione di opportune nuove opere sostitutive.

L'intervento, nel suo complesso, grazie all'incremento delle prestazioni della linea, si caratterizza come un potenziamento dei collegamenti regionali e merci attualmente programmati.

## **2. INTRODUZIONE**

La presente relazione parte integrante del progetto definitivo "Raddoppio Codogno-Cremona-Mantova", illustra lo studio idraulico dell'area in esame, in particolare vengono descritte tutte le fasi che hanno consentito la stima delle portate che transitano nei manufatti idraulici di progetto e che confluiranno nei ricettori finali.

In particolare, verrà analizzato nella presente il progetto di realizzazione della cabina TE di Mantova.

La scelta dei tempi di ritorno è stata effettuata in conformità a quanto previsto dalle indicazioni riportate nelle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del Progetto di Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po (PAI Fiume Po), dalle Norme tecniche delle costruzioni (NTC18) e dal Manuale di Progettazione Ferroviaria 2018.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA</b> <b>LOTTO 03</b></p>					
<p><b>RELAZIONE IDRAULICA</b></p>	<p>COMMESSA NM25</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA D26RI</p>	<p>DOCUMENTO FA0100001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 4 di 18</p>

### 3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle seguenti norme:

- Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE.
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE.
- R.D. 25/07/1904, N. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie".
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. Norme in materia ambientale.
- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).
- Dlgs 16 marzo 2009, n. 30. Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento.
- Dm Ambiente 16 giugno 2008, n. 131. Criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici.
- Dm Ambiente 12 giugno 2003, n. 185. Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue.
- Dlgs 27 gennaio 1992, n. 132. Protezione delle acque sotterranee.
- "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" della Rete Ferroviaria Italiana (RFI) aggiornato.
- PAI - 7. Norme di Attuazione - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica - Allegato 3 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense. Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.
- PdG Po – Piano di Gestione del fiume Po approvato il 3/03/2016 (DPCM 27 ottobre 2016).
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico Padano (P.G.R.A. 03/03/2016).
- Norme tecniche di attuazione del Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA) della Regione Lombardia del 2016.
- L.R. 15 marzo 2016, n. 4; “Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d’acqua”.
- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n.2 - Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26.

	<b>LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA</b> <b>LOTTO 03</b>					
<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA NM25	LOTTO 03	CODIFICA D26RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A	FOGLIO 5 di 18

- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n.3 - Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 e relative "Norme tecniche regionali in materia di trattamento degli scarichi di acque reflue in attuazione dell'articolo 3, comma 1 del Regolamento reg. 2006, n.3".
- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n.4 “Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26.
- DGR 6738 del 19 giugno 2017. “Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del piano di gestione rischi alluvioni (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l’assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7/12/2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell’autorità di bacino del Fiume Po”.
- Testo coordinato del r.r. 23 novembre 2017, n. 7 «Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)» Serie Ordinaria n. 51 - Sabato 21 dicembre 2019.

## 4. INQUADRAMENTO

Tutte le nuove opere oggetto del presente Progetto Definitivo sono comprese nell'ambito della proprietà FS della stazione di Mantova.

L'area oggetto di intervento del Nuovo Fabbricato Tecnologico è una superficie pianeggiante di circa 220m<sup>2</sup>.

Il nuovo fabbricato è stato ubicato in affiancamento all'area del piazzale dell'attuale cabina TE quindi è prevista la realizzazione di una nuova recinzione di delimitazione del piazzale.

L'accesso al nuovo fabbricato avverrà tramite il cancello esistente al piazzale dell'attuale cabina TE.

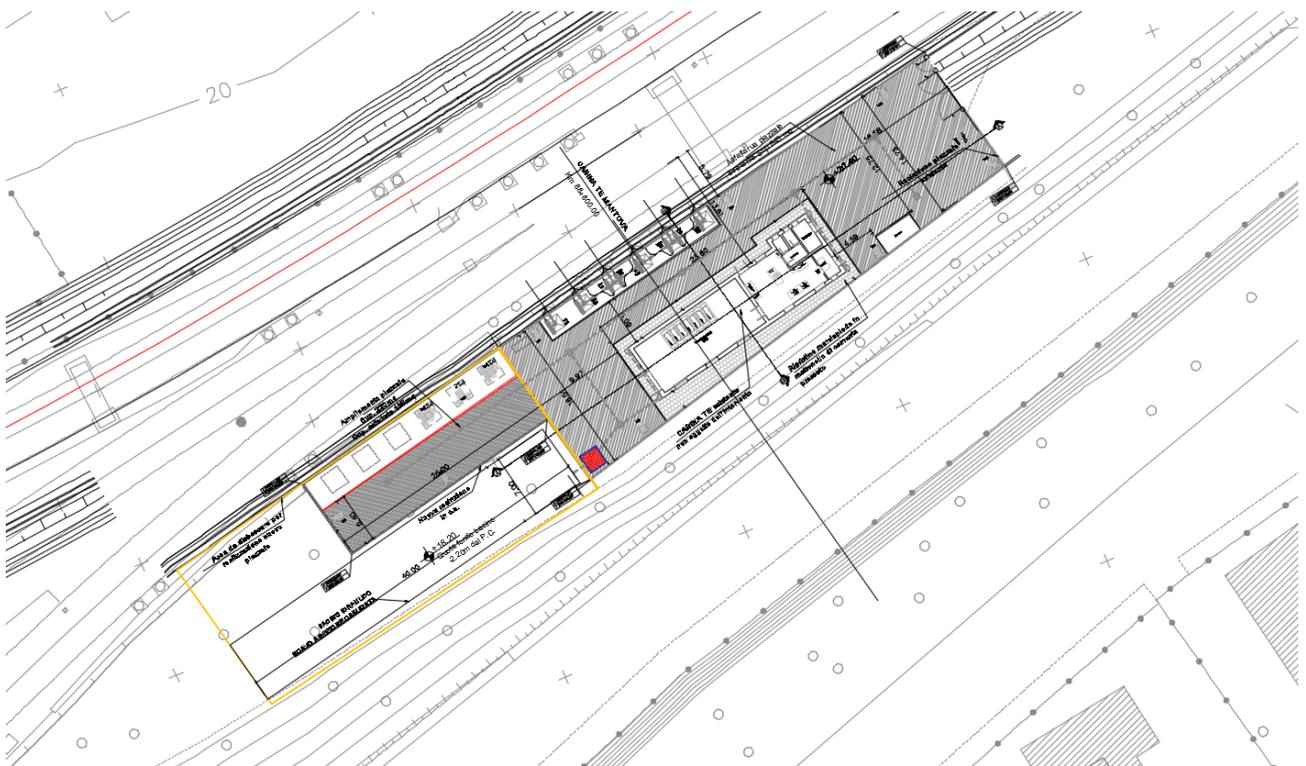


Figura 1 - Inquadramento stato di progetto

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA</b> <b>LOTTO 03</b></p>					
<p><b>RELAZIONE IDRAULICA</b></p>	<p>COMMESSA NM25</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA D26RI</p>	<p>DOCUMENTO FA0100001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 7 di 18</p>

## 5. COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Dall'analisi della normativa vigente in materia di aree di esondazione si evidenzia che l'area interessata dalla realizzazione delle opere di progetto ricade nell'area di inondazione per piena catastrofica (**Fascia C**) ai sensi del PAI e nell'area di esondazione con scenario raro (L) delimitate dal PGRA, entrambe relative ad un evento di piena con  $Tr=500$  anni.

La realizzazione del fabbricato e delle pertinenze oggetto della presente relazione non peggiorano il deflusso idrico rispetto allo stato di fatto, poiché l'area è già oggetto di opere di urbanizzazione, che verranno demolite.

L'intervento, inoltre, è un intervento di interesse pubblico, si rimanda quindi alle indicazioni fornite dall'art. 38 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Po.

### Art. 38. Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico

1. Fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30, all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. A tal fine i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità, che documenti l'assenza dei suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche, da sottoporre all'Autorità competente, così come individuata dalla direttiva di cui al comma successivo, per l'espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino.
2. L'Autorità di bacino emana ed aggiorna direttive concernenti i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni tecniche relative alla predisposizione degli studi di compatibilità e alla individuazione degli interventi a maggiore criticità in termini d'impatto sull'assetto della rete idrografica. Per questi ultimi il parere di cui al comma 1 sarà espresso dalla stessa Autorità di bacino.
3. Le nuove opere di attraversamento, stradale o ferroviario, e comunque delle infrastrutture a rete, devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall'Autorità di bacino.



Le opere in progetto sono opere di interesse pubblico che non comportano peggioramento dei regimi di deflusso attuale per eventi di piena rari rispetto allo stato attuale dei luoghi.

## 6. ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica è stata sviluppata all'interno della "Relazione Idrologica NM2503D26RHID0000001A", sulla base dei risultati ottenuti si è impostato il dimensionamento idraulico del progetto in essere.

## 6.1. Valori adottati

Nell'ambito dello studio idrologico vengono stimati i parametri della legge di possibilità pluviometrica per i differenti tempi di ritorno al fine di calcolare, mediante un modello di trasformazione afflussi-deflussi, le portate di progetto che interessano i manufatti idraulici.

I tempi di ritorno (Tr) prescritti dal Manuale di Progettazione ferroviaria variano infatti a seconda del tipo di manufatto idraulico:

- Drenaggio della piattaforma (cunette, tubazioni..):

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

- Fossi di guardia:

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

Ai fini del dimensionamento delle opere idrauliche di drenaggio connesse alla piattaforma ferroviaria (tempo di ritorno pari a 100 anni) e delle opere connesse alle deviazioni stradali (tempo di ritorno pari a 25 anni) la legge di pioggia per t maggiori di un'ora è:

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

Tr (anni)	a (mm/h)	n
25	45.392	0.266
100	62.238	

**Tabella 1 - Parametri delle CPP t > 1h**

Mentre per t minore dell'ora sono stati applicanti i coefficienti di riduzione ricavabili dal pluviografo Milano Monviso ottenendo la relazione che lega l'altezza di pioggia con la durata per eventi meteorici di notevole intensità e breve durata con i tempi di ritorno oggetto di studio.

Tr (anni)	a (mm/h)	n
25	51.69	0.518

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA</b> <b>LOTTO 03</b></p>					
<p><b>RELAZIONE IDRAULICA</b></p>	<p>COMMESSA NM25</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA D26RI</p>	<p>DOCUMENTO FA0100001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 9 di 18</p>

100	69.29	
-----	-------	--

**Tabella 2 - Parametri delle CPP t < 1h**

Date le dimensioni dell'area da servire e le lunghezze dei singoli tratti a vantaggio di sicurezza, le curve di pioggia utilizzate fanno riferimento a piogge con durate minori di un'ora perché maggiormente rispondenti al reale funzionamento del sistema.

Si rimanda alla Relazione idrologica per l'analisi di dettaglio.

## **7. STANDARD PROGETTUALI**

Il progetto in essere necessita di varie opere idrauliche che bisogna dimensionare e verificare adeguatamente.

Il dimensionamento degli elementi costituenti il sistema di raccolta e smaltimento delle acque è differente per ciascuna opera, la procedura può essere riepilogata con i seguenti passi:

- Individuazione delle curve di possibilità pluviometrica (Analisi idrologica);
- Calcolo delle portate generate dalla precipitazione meteorica (Metodo razionale);
- Dimensionamento e verifica degli elementi di raccolta delle acque.

### **7.1. Metodo Razionale**

Per il calcolo delle portate è stato utilizzato il metodo razionale.

La formula razionale per la previsione della portata di massima piena è direttamente dedotta dal metodo cinematico, nell'ipotesi che la durata della pioggia critica sia pari al tempo di corrivazione tc:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA</b> <b>LOTTO 03</b></p>					
<p><b>RELAZIONE IDRAULICA</b></p>	<p>COMMESSA NM25</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA D26RI</p>	<p>DOCUMENTO FA0100001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 10 di 18</p>

$$Q = \frac{\phi h(t_c)A}{3.6t_c}$$

dove:

Q è la portata massima espressa in m<sup>3</sup>/s

A è la superficie dell'area afferente in mq

φ è il coefficiente di deflusso

Il coefficiente φ è un parametro minore dell'unità tramite il quale si tiene globalmente conto del complesso delle perdite del bacino (infiltrazione nel terreno, ritenzione nelle depressioni superficiali) a causa delle quali la portata al colmo è minore della portata di pioggia.

h è l'altezza di precipitazione (mm) corrispondente ad una durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione t<sub>c</sub> e dipendente dal tempo di ritorno Tr.

La formula razionale è rigorosa sotto le seguenti ipotesi:

- intensità di precipitazione uniforme nello spazio e costante nel tempo;
- coefficiente di deflusso costante durante l'evento e indipendente dall'intensità di precipitazione;
- modello lineare stazionario di trasformazione afflussi-deflussi;
- portata nulla all'istante iniziale.

Considerata l'estensione limitata della superficie di interesse e la ridotta velocità all'interno delle condotte, nel progetto il tempo di corrivazione si considera fisso pari a 5 min per i collettori e pari a 3min per i pluviali.

## **7.2.Dimensionamento idraulico**

Definiti i parametri pluviometrici, il metodo di trasformazione afflussi/deflussi si effettua il dimensionamento delle opere idrauliche in progetto. La verifica idraulica degli spechi in progetto

viene effettuata valutando le altezze idriche e le velocità relative alle portate di progetto tramite l'espressione di Chezy:

$$V = k * \sqrt{R * i}$$

dove K, il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formula di Gauckler-Strickler:

$$K = K_s R^{1/6}$$

Ottenendo:

$$Q = A K_s R^{2/3} i^{1/2}$$

dove:

- Q, portata (m<sup>3</sup>/s);
- I, pendenza media del fosso (m/m);
- A, sezione idrica (m<sup>2</sup>);
- K<sub>s</sub>, il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, pari a 80 mm<sup>1/3</sup> · s<sup>-1</sup> (tubazione in materiale plastico);
- R, raggio idraulico pari al rapporto tra sezione idrica e perimetro bagnato (m).

In base alle relazioni di cui sopra, è possibile verificare le differenti opere idrauliche, tenendo conto dei seguenti vincoli di progetto:

- la velocità minima di moto uniforme non deve essere inferiore a 0,5÷0,6 m/s, al fine di evitare il deposito di sedimenti sul fondo;
- la velocità massima non deve essere maggiore di 5 m/s, al fine di contenere i fenomeni di abrasione (Circolare n. 11633 del 07.01.1974 del Ministero dei Lavori Pubblici);
- il grado di riempimento, per le opere idrauliche connesse alla piattaforma ferroviaria, deve essere non superiore al 70% per evitare che la condotta possa andare in pressione; il grado di riempimento per le opere idrauliche deve essere non superiore al 50% per le condotte con DN minore di 500 mm.

## 8. OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICHE

### 8.1. Cabina TE

Il sistema di drenaggio previsto per il nuovo fabbricato della cabina TE è costituito da un sistema di raccolta e smaltimento delle acque pluviali della copertura e di tutte le superfici impermeabili il cui recapito finale sarà costituito da una vasca di dispersione e laminazione posizionata nell'area di piazzale a ovest del fabbricato.

Per tutte le superfici scoperte (piazzale e parcheggi) sarà prevista una pavimentazione in conglomerato bituminoso.

Il recapito finale della rete di raccolta delle opere in progetto è un sistema di infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo realizzato con trincee drenanti.

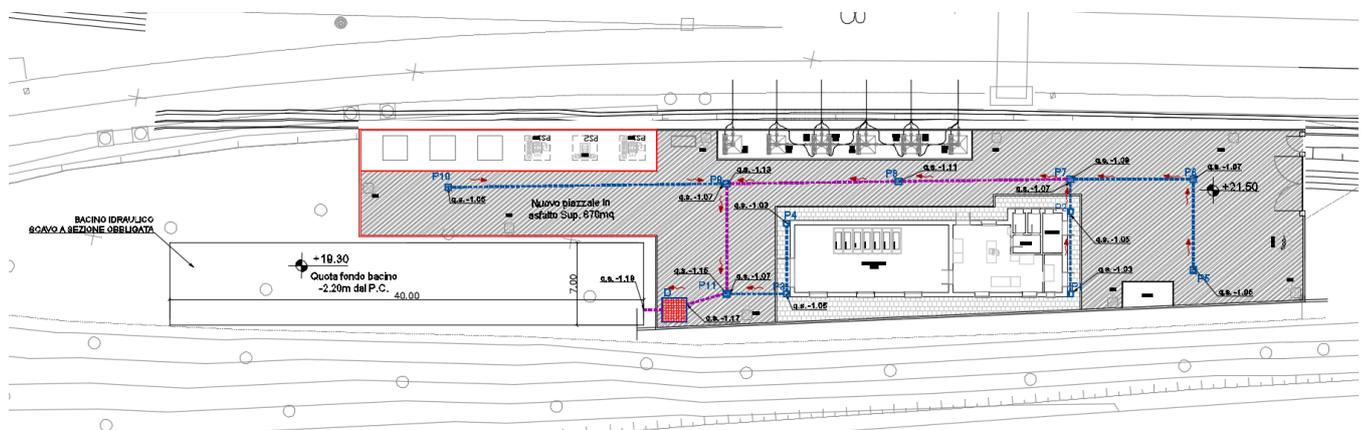


Figura 2 - Planimetria di smaltimento idrico

#### 6.1.1 Sistema di raccolta

Il sistema di drenaggio previsto è costituito da un sistema di raccolta e smaltimento delle acque pluviali di tutte le superfici impermeabili.

Le acque della copertura e delle superfici impermeabili sono raccolte all'interno di pozzetti grigliati carrabili, attraverso una rete di collettori in PEAD inviate al recapito finale.

Il sistema di raccolta delle acque la captazione e l'invio delle acque attraverso i collettori

**RELAZIONE IDRAULICA**

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
NM25 03 D26RI FA0100001 A 13 di 18

Data la ridotta superficie del bacino composto dal fabbricato e il piazzale di pertinenza si è proceduto ad applicare il metodo razionale considerando un tempo di corrivazione  $T_c=3$ minuti.

DATI INPUT	
a (coeff. Curva possib. Climatica $T_r=100$ anni)	69.29 mm/h <sup>n</sup>
n (esponente Curva possib. Climatica $T_r=100$ anni)	0.518
$T_c$ (tempo di corrivazione)	5 min
$i_c$ (intensità di pioggia critica)	229.5 mm/h
$\varphi$ (coeff. deflusso)	0.9

$$Q = \varphi \cdot i \cdot A$$

Equazione di Chezy

$$V(h) = \chi(h) \sqrt{R(h)i}$$

Scala delle velocità

$$Q(h) = A(h) \chi(h) \sqrt{R(h)i}$$

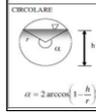
Scala delle portate

dove: moto uniforme  $i=J$

$$Z = k_s \cdot R(h)^{1/6}$$

Gauckler - Strickler

Tipo di sezione	Area bagnata A	Contorno bagnato P	Larghezza piede libero B
CIRCOLARE	$\frac{r^2}{2}(\alpha - \text{senza})$	$r\alpha$	$2r \text{sen} \frac{\alpha}{2}$



$\alpha = 2 \arccos(1 - \frac{h}{r})$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$Q = V \cdot A$$

DATI RETE							
NODO INIZIALE	NODO FINALE	$N_i$	$N_{i+1}$	$Z_i$	$Z_{i+1}$	L	$i_{media}$
		ID <sub>N</sub>	ID <sub>N</sub>	[m]	[m]	[m]	[m/m]
P1	P2	20.47	20.45	-1.030	-1.050	6.50	0.3077%
P2	P7	20.45	20.43	-1.050	-1.070	2.30	0.8696%
P5	P6	20.45	20.43	-1.050	-1.070	7.50	0.2667%
P6	P7	20.43	20.41	-1.070	-1.090	10.00	0.2000%
P7	P8	20.41	20.39	-1.090	-1.110	14.00	0.1429%
P8	P9	20.39	20.37	-1.110	-1.130	14.00	0.1429%
P4	P3	20.47	20.45	-1.030	-1.050	5.50	0.3636%
P3	P11	20.45	20.43	-1.050	-1.070	4.50	0.4444%
P10	P9	20.45	20.43	-1.050	-1.070	23.20	0.0862%
P9	P11	20.37	20.35	-1.130	-1.150	8.80	0.2273%
P11	D	20.35	20.33	-1.150	-1.170	6.50	0.3077%

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D26RI	FA0100001	A	14 di 18

DATI RETE		COLLETTORE					
NODO INIZIALE	NODO FINALE	Tipologia collettore	Tipologia sezione	Scabrezza [k <sub>s</sub> ]	DN	Percentuale di riempimento [h/D]	Altezza di riempimento [h]
		[-]	[-]	[mm <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]	[mm]	[-]	[m]
P1	P2	PEAD_315	pead	80	315	50%	0.16
P2	P7	PEAD_315	pead	80	315	50%	0.16
P5	P6	PEAD_315	pead	80	315	50%	0.16
P6	P7	PEAD_315	pead	80	315	50%	0.16
P7	P8	PEAD_400	pead	80	400	50%	0.20
P8	P9	PEAD_400	pead	80	400	50%	0.20
P4	P3	PEAD_315	pead	80	315	50%	0.16
P3	P11	PEAD_315	pead	80	315	50%	0.16
P10	P9	PEAD_315	pead	80	315	50%	0.16
P9	P11	PEAD_400	pead	80	400	50%	0.20
P11	D	PEAD_400	pead	80	400	50%	0.20

DATI RETE		SUPERFICI DRENATE				VERIFICHE
NODO INIZIALE	NODO FINALE	Superficie	Q <sub>prec</sub>	Q <sub>prog.</sub>	Q <sub>TOT.</sub>	Verifica
		[mq]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[-]
P1	P2	43.4	0.00	2.49	2.49	SI
P2	P7	37	2.49	2.12	4.61	SI
P5	P6	120	0.00	6.89	6.89	SI
P6	P7	115	11.50	6.60	18.10	SI
P7	P8	82	22.71	4.71	27.42	SI
P8	P9	57	27.42	3.27	30.69	SI
P4	P3	38.5	0.00	2.21	2.21	SI
P3	P11	38.5	2.21	2.21	4.42	SI
P10	P9	102.5	0.00	5.88	5.88	SI
P9	P11	124	36.57	7.12	43.68	SI
P11	D	72.5	48.10	4.16	52.26	SI

COLLETTORI						
TRATTO	DN	Q TOT.	LUNGHEZZA	imedia	Percentuale di riempimento [h/D]	Velocità
0	[mm]	[l/s]	[m]	[m/m]	[%]	[m/s]
P1-P2	315	2.49	6.50	0.31%	14%	0.4
P2-P7	315	4.61	2.30	0.87%	15%	0.7
P5-P6	315	6.89	7.50	0.27%	22%	0.5
P6-P7	315	18.10	10.00	0.20%	41%	0.6
P7-P8	400	27.42	14.00	0.14%	40%	0.6
P8-P9	400	30.69	14.00	0.14%	42%	0.6
P4-P3	315	2.21	5.50	0.36%	14%	0.4
P3-P11	315	4.42	4.50	0.44%	16%	0.5
P10-P9	315	5.88	23.20	0.09%	26%	0.3
P9-P11	400	43.68	8.80	0.23%	45%	0.8
P11-D	400	52.26	6.50	0.31%	46%	0.9

La verifica delle dimensioni degli elementi di smaltimento idraulico è stata effettuata con la formula di Chezy con  $K = 80 \text{m}^{1/3} \text{s}^{-1}$  ed ipotizzando un riempimento massimo delle tubazioni pari a 67% al fine di garantire un sensibile margine di sicurezza. Il dimensionamento rispetta i limiti sulle velocità indicate da normativa.

Per i dettagli relativi al posizionamento dei pozzetti e all'intero sistema di raccolta e smaltimento si rimanda all'elaborato "Planimetria smaltimento idraulico e dettagli".

#### Dimensionamento vasca di laminazione e dispersione:

Qualora sia impossibile oppure tecnicamente ed economicamente sconveniente recapitare le acque piovane di dilavamento ad un altro tipo di recettore che non sia il terreno, è necessario adottare un sistema che consenta una dispersione efficace sul suolo, compatibilmente con i parametri qualitativi imposti dalle norme vigenti.

Il valore della conducibilità idraulica nell'area interessata dal Progetto è stato stimato in funzione della tipologia di terreno presente nei primi metri, dove verrà realizzato il bauletto disperdente:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO – PIADENA -MANTOVA</b> <b>LOTTO 03</b></p>					
<p><b>RELAZIONE IDRAULICA</b></p>	<p>COMMESSA NM25</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA D26RI</p>	<p>DOCUMENTO FA0100001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 16 di 18</p>

Si considera un  $k = 9.7 \times 10^{-7}$  m/s.

Si rimanda alla relazione geotecnica per il valore di permeabilità adottato.

Il calcolo del volume da assegnare alla vasca di laminazione V, necessario per laminare la portata in arrivo dalla piattaforma è effettuato risolvendo, con riferimento ad un bacino scolante con superficie S, al variare del tempo di pioggia  $t_P$  (espresso in ore), l'equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$V_{IN} = S \cdot \phi \cdot h(t) = S \cdot \phi \cdot a \cdot t^n$$

Dove  $\phi$  è il coefficiente di afflusso e S la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso.

Tale ipotesi è valida nell'ipotesi semplificativa che inizi la dispersione contestualmente all'inizio dell'evento piovoso.

Per la pioggia di progetto si farà riferimento ad eventi con tempo di ritorno di 50 anni e durata superiore all'ora, con la curva di possibilità pluviometrica calcolata nella relazione idrologica del presente progetto. La durata superiore all'ora, per le piogge di progetto, è scelta in funzione dei suoli di modesta permeabilità [Jonason, 1984].

$V_{OUT}$ , volume di pioggia in uscita dal sistema nello stesso intervallo di tempo si può esprimere

$$V_{OUT} = K_j S t_P$$

Il calcolo dell'andamento temporale dei volumi drenati nel sottosuolo a dispersione ( $V_{out}$ ), è stato effettuato utilizzando lo schema di moto filtrante secondo la formulazione:

$$Q_U = K_j S$$

Dove k rappresenta la conducibilità idraulica, S la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso e J la cadente idraulica (posta pari a 1).

$$t_{cr} = \left( \frac{Q_{IMP}}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

**RELAZIONE IDRAULICA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D26RI	FA0100001	A	17 di 18

Il volume da assegnare al sistema di invaso sarà dunque:

$$V_{\max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{IMP} \cdot \left( \frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

In particolare, è da riferire che l'approccio adottato in accordo alle relazioni analizzate conduce a valutazioni del volume di laminazione V in favore di sicurezza, non tenendo conto degli effetti di laminazione nella rete di drenaggio; inoltre la superficie di infiltrazione viene valutata considerando, a vantaggio di sicurezza, solo l'area del fondo della vasca.

Nel progetto in essere le superfici oggetto di intervento sono:

T <sub>rit</sub> [anni]	a [mm/h]	n	n' (t<1) [-]			
100	69.29	0.518	0.464	(valori massimi su tutta la tratta)		
S <sub>bacino_tot piazzale</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>bacino_tot fabbricato</sub> [m <sup>2</sup> ]		ψ <sub>medio</sub> [piazzale]	ψ <sub>medio</sub> [fabbricato]	S <sub>afferme</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferme</sub> [ha]
	670		0.6	0.90	603.00	0.06
permeabilità	K [m/s]*	*in caso di k stimato per terreni non saturi moltiplicare per 0,5				
	0.00000097					

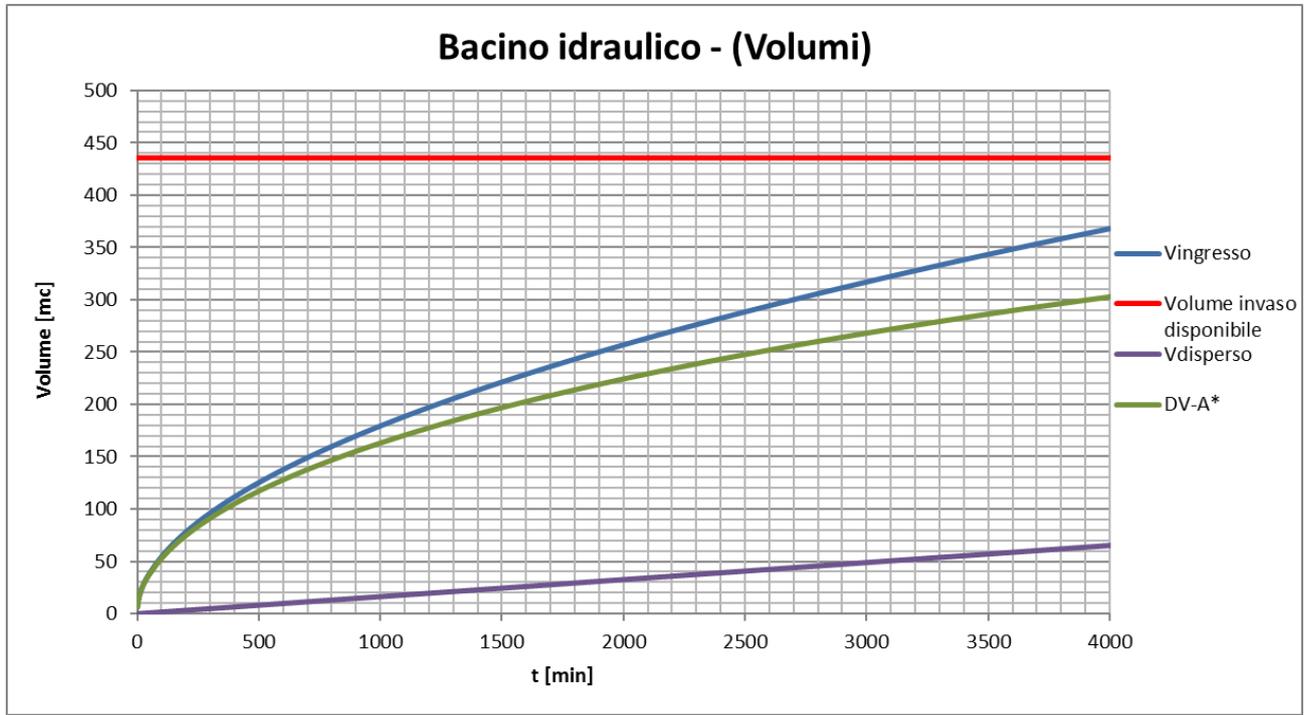
Il calcolo del volume disponibile è quindi dato dalle caratteristiche geometriche della vasca (larghezza x lunghezza x altezza della vasca):

b [m]	H [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
7.00	1.20	9.84	40.00

Nelle figure seguenti è rappresentato l'andamento del volume teorico accumulato nella vasca a dispersione al variare del tempo di pioggia per un evento con tempo di ritorno di 100 anni; in particolare vengono rappresentati Vingresso, Vuscita e ΔV.

**RELAZIONE IDRAULICA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D26RI	FA0100001	A	18 di 18



La trincea drenante così dimensionata garantisce il doppio funzionamento a dispersione e laminazione.

VERIFICA					
TIPO		V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
<b>A*</b>	Bacino idraulico (filtrazione attraverso solo fondo)	435.60	0.0003	OK	1.3698

La quota di fondo della vasca è di -2.20m dal piano campagna.

Nella successiva fase progettuale dovranno essere fatte delle prove aggiuntive e di dettaglio per verificare la permeabilità dell'area di interesse e confermare il dimensionamento.

## **7 SISTEMAZIONE DI SMALTIMENTO ACQUE NERE**

Il nuovo fabbricato tecnologico non è soggetto a presidio occasionale e quindi non necessita di adeguati impianti sanitari e, quindi, di un sistema di raccolta e allontanamento delle acque reflue.