

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

### PROGETTO DEFINITIVO

# ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO

IDROLOGIA E IDRAULICA

ID00 - Elaborati Generali

Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma stradale e dei fabbricati

SCALA:

-

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

I V O H 0 2 D 2 6 R I I D 0 0 0 2 0 0 2 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	C. Soave	Febbraio 2022	S. Scafa	Febbraio 2022	G. Fadda	Febbraio 2022	A. Perego Settembre 2022
B	Aggiornamento post verifica tecnica RFI	G. Gasperini	Settembre 2022	S. Scafa <i>S. Scafa</i>	Settembre 2022	G. Fadda <i>G. Fadda</i>	Settembre 2022	

File: IV0H02D26RIID0002002B.doc

n. Elab.:

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relazione di smaltimento idraulico della  
piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	2 di 37

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
4	INQUADRAMENTO DELL'AREA IN ESAME.....	6
4.1	STATO DI FATTO .....	7
5	COMPATIBILITÀ IDRAULICA .....	9
5.1	P.A.I.- PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	9
5.2	P.G.R.A. PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI.....	10
5.3	COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	11
6	PARAMETRI IDROLOGICI DI PROGETTO .....	13
7	METODOLOGIA DI VERIFICA .....	14
7.1	METODO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI .....	14
7.2	DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO - METODO INVASO.....	16
8	IDRAULICA DI PIATTAFORMA.....	24
8.1	INVARIANZA IDRAULICA.....	24
8.2	IDRAULICA DI PIATTAFORMA STRADALE.....	26
8.2.1	<i>Viabilità – NV04</i> .....	26
8.2.2	<i>Sottopasso Via Leopardi – SL02</i> .....	28
8.2.3	<i>Sottopasso Via Trexenda - NV03</i> .....	30
8.3	DIMENSIONAMENTO RETE ACQUE NERE.....	30
8.4	DIMENSIONAMENTO DISCENDENTI PLUVIALI .....	35
9	SOTTOSERVIZI.....	36

	<b>ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE</b> <b>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO</b>					
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma stradale e dei fabbricati</b>	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. B	FOGLIO 3 di 37

## 1 PREMESSA

L'impianto di Vado Ligure Zona Industriale, oggetto della presente relazione, è collegato alla stazione di Savona Parco Doria, che appartiene alla linea Genova – Ventimiglia.

Il progetto, in questa fase, prevede complessivamente la realizzazione di un nuovo ACC, in luogo dell'attuale Apparato Centrale Idrodinamico, con centralizzazione ed elettrificazione di tutti i 6 binari del piazzale, e la rivisitazione del PRG della stazione, con adeguamento di un binario a modulo 750 metri. All'interno del perimetro saranno compresi anche l'adeguamento per la gestione delle merci pericolose, la progettazione dell'indipendenza della radice dei raccordi Porto ed Esso/Infineum e l'adeguamento stradale di via Leopardi, necessario nell'ambito dei lavori di PRG a regime.

Scopo della presente relazione è la descrizione delle analisi idrauliche relative allo smaltimento idraulico della piattaforma stradale e dei fabbricati, con riferimento al Progetto Definitivo: "ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE - ZONA INDUSTRIALE - 2^ FASE.

Lo studio idraulico è finalizzato alla valutazione e verifica idraulica della rete di smaltimento della piattaforma stradale; la scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI.

**PROGETTO DEFINITIVO**
**Relazione di smaltimento idraulico della  
 piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	4 di 37

**2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

TITOLO DOCUMENTO	CODICE DOCUMENTO
<b>IDROLOGIA E IDRAULICA</b>	
<b>ID00 - Elaborati Generali</b>	
Planimetria di inquadramento esondazioni secondo PAI / PGRA	IV0H02D26NZID0002001
Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma stradale e dei fabbricati	IV0H02D26RIID0002002
<b>NV03 - VIA LEOPARDI TREXENDA</b>	
Planimetria e dettagli di smaltimento idraulico della piattaforma stradale	IV0H02D26P9NV0302001
<b>SL02 - VIA LEOPARDI</b>	
Planimetria e dettagli di smaltimento idraulico della piattaforma stradale	IV0H02D26P8SL0202001
<b>FA02 - FABBRICATO TECNOLOGICO ACC</b>	
Planimetria e dettagli di smaltimento idraulico	IV0H02D26PZFA0202001
<b>BINARIO AMBIENTALE / MERCI PERICOLOSE</b>	
Viabilità di accesso mezzi di soccorso - Planimetria di smaltimento idraulico	IV0H02D26PZNV0400002
Dettagli di smaltimento idraulico	IV0H02D26BZFA0300001
<b>ALLACCI MODULI ABITATIVI</b>	
Planimetria e dettagli di smaltimento idraulico	IV0H02D26PZFA0400001

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE          ZONA INDUSTRIALE</b> <b>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON          IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>Relazione di smaltimento idraulico della          piattaforma stradale e dei fabbricati</b>	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. B

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle normative e degli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale e regionale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico - idraulico, ambientale e di difesa del suolo; in particolare:

- Piano di gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.), Regione Liguria, 2015-2021 aggiornamento: 31/10/2019;
- Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Liguria;
- R.D. 25/07/1904, n. 523 - "Testo unico delle disposizioni di alle opere idrauliche delle diverse categorie";
- R.D. 27/07/1934, n. 1265 - "Testo unico delle leggi sanitarie";
- Circolare 07/01/1974, n. 11633 - "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto";
- D.M. 12/12/1985 - "Normativa tecnica per le tubazioni";
- Circolare 20/03/1986, n. 27291 - "Istruzioni relative alla normativa tecnica per le tubazioni";
- L.R. 15/05/1986, n. 27 - "Disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli scarichi degli insediamenti civili che non recapitano nelle pubbliche fognature e modifiche alla L.R. 18/06/1977, n. 39 e s.m.i.".
- L. 18/05/1989, n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- D.lgs. 03/04/ 2006, n. 152 - "Norme in materia ambientale" e s.m.i.;
- D.lgs. 16/01/2008, n. 4 - "Codice dell'Ambiente" (modificazioni ed integrazioni al D.lgs. 152/2006, entrato in vigore il 13/02/2008);
- D.M. 04/04/2014 - "Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto";
- Manuale di Progettazione RFI - Edizione dicembre/2020.

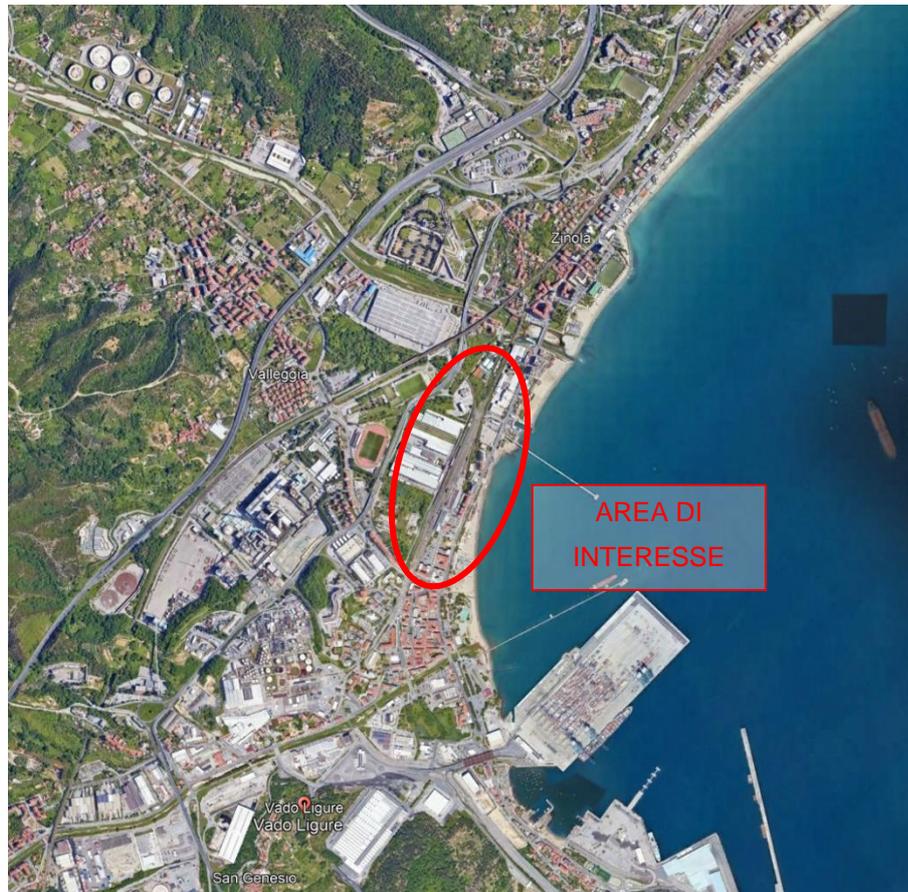
**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relazione di smaltimento idraulico della  
piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	6 di 37

#### 4 INQUADRAMENTO DELL'AREA IN ESAME

L'area di intervento è localizzata a Vado Ligure, comune della provincia di Savona, nella Regione Liguria.

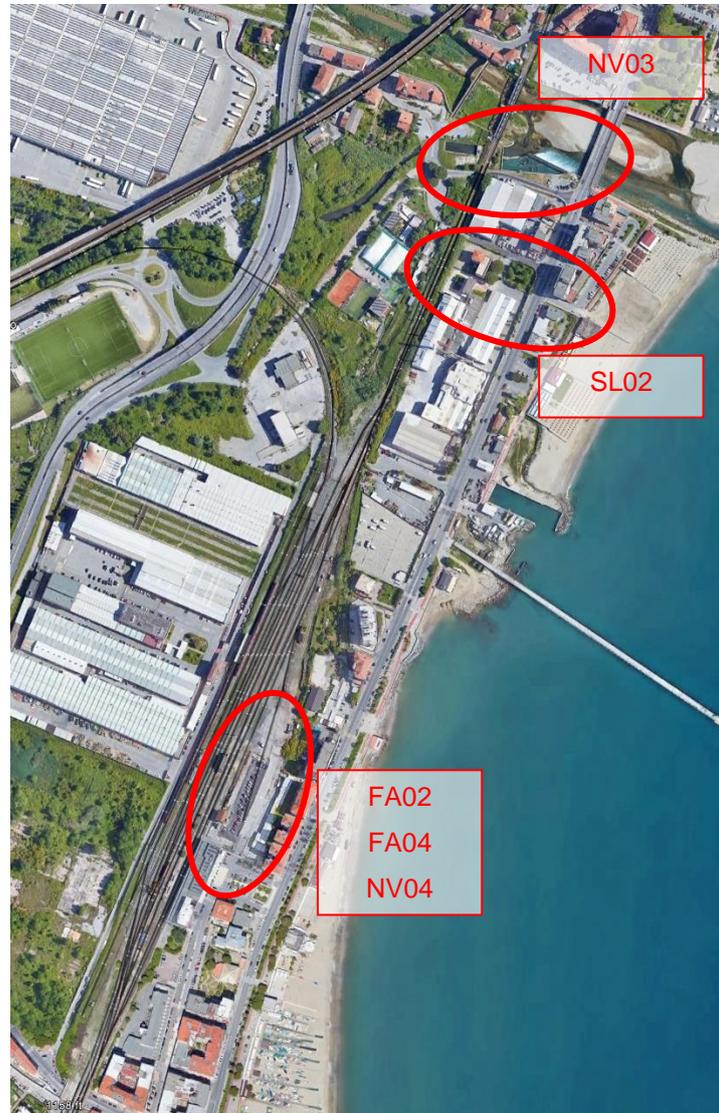


*Figura 4.1 Inquadramento area di intervento*

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relazione di smaltimento idraulico della  
piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	7 di 37



*Figura 4.2 Dettaglio dell'area di intervento in corrispondenza del parco ferroviario di Vado Ligure*

#### **4.1 Stato di fatto**

Nell'ambito degli interventi di adeguamento e di potenziamento dell'impianto in zona industriale di Vado Ligure è prevista l'allargamento della sede ferroviaria e la rivisitazione del PRG della stazione con adeguamento di un binario a modulo 750 metri.

A seguito di tali lavorazioni era necessario intervenire sulle opere che vi interferivano, come l'opera in esame di attraversamento ferroviario presente in Via Leopardi.

L'opera di attraversamento, come si riporta di seguito, è costituita da un ponticello in muratura.

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relazione di smaltimento idraulico della  
piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	8 di 37



*Figura 4.3 attraversamento ferroviario via Leopardi*

Lungo il tracciato sono presenti anche due sottopassi carrabili di Via Leopardi e di Via Tecnomasio, i quali, oltre a essere a senso unico alternato, presentano franchi verticali inferiori al limite minimo di norma.



*Figura 4.4 Sottopassi carrabili di Via Leopardi e Via Tecnomasio*

Per quanto riguarda invece il fabbricato viaggiatori, utile per alloggiare il nuovo apparato, questo attualmente risulta solo in parte in uso a RFI essendo presenti attività terze quali un ristorante.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE          ZONA INDUSTRIALE</b> <b>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON          IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>Relazione di smaltimento idraulico della          piattaforma stradale e dei fabbricati</b>	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. B

## 5 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Gli interventi previsti, come per qualunque infrastruttura di carattere estensivo, devono inserirsi in un quadro di strumenti legislativi e di pianificazione territoriale sia esistenti che in via d'adozione.

La verifica della compatibilità idraulica delle opere in progetto è svolta con riferimento agli strumenti normativi vigenti in ambito di pianificazione idraulica del territorio e ha l'obiettivo di evidenziare l'assenza di preesistenti aree a pericolosità e rischio idraulico nell'area oggetto di intervento.

Gli strumenti normativi presi a riferimento nella valutazione della compatibilità idraulica delle opere di progetto e le aree di allagamento considerate sono:

- *Piani di Bacino Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico (P.A.I.) del Torrente Segno;*
- *Piani di Bacino Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico (P.A.I.) del Torrente Quiliano;*
- *Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) emanata dal Distretto Idrografico Appennino Settentrionale.*

L'Autorità di Bacino della Provincia di Savona, come gran parte delle Autorità di Bacino italiane, ha adottato nel corso del 2002/2003 il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), strumento d'individuazione delle aree a rischio idraulico ed idrogeologico ai fini della salvaguardia delle aree sensibili per una corretta pianificazione del territorio.

La direttiva europea CE/2007/60, cosiddetta "*Direttiva alluvioni*", emanata dal Parlamento europeo 23 ottobre 2007, stravolge interamente il quadro normativo, inserendo la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni in Europa. È stata recepita nell'ordinamento italiano con il d.lgs. 49/2010, ad oggetto *Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni*". La direttiva prevede la definizione del quadro conoscitivo relativo alla pericolosità e rischio da alluvione ed introduce il concetto della "gestione" del rischio nel senso più ampio, sotto il profilo sia delle misure strutturali di mitigazione del rischio per la riduzione delle condizioni di pericolosità sia delle misure non strutturali per la riduzione del danno atteso e del relativo livello di rischio (comprese le necessarie azioni e misure di Protezione Civile).

*I Piani di bacino stralcio vigenti, ed analoghi strumenti di pianificazione, a norma di legge (cfr art. 170, c.11, d.lgs. 152/2006), continuano ad essere pienamente applicabili nel territorio di riferimento e le sue disposizioni devono pertanto essere osservate, senza soluzione di continuità.*

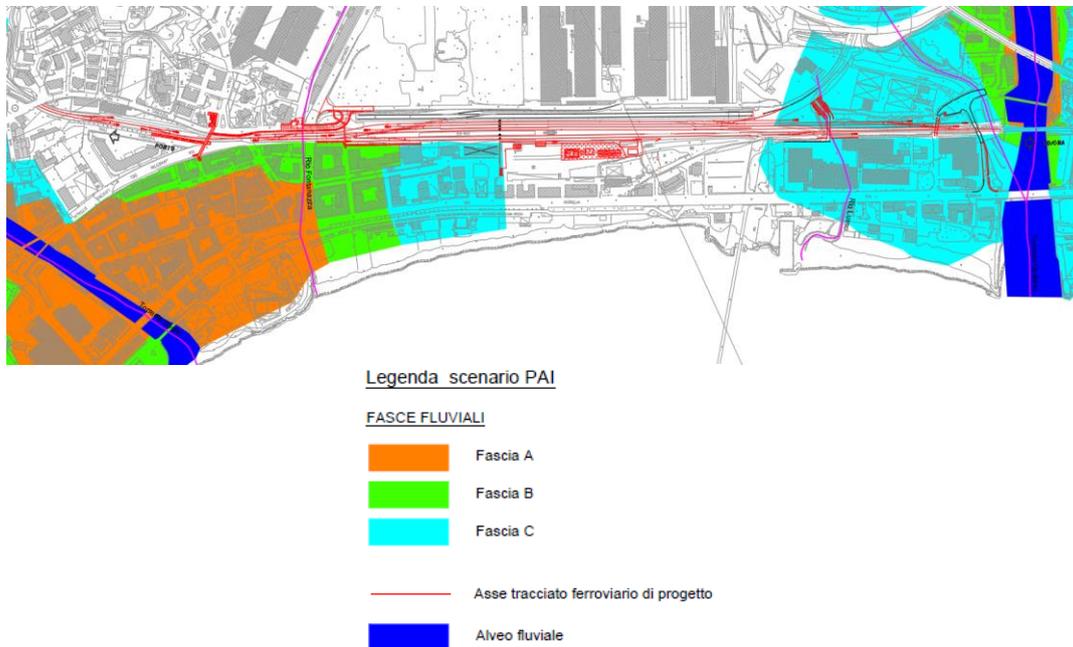
### 5.1 P.A.I.- Piano di Assetto Idrogeologico

L'area oggetto di studio risulta essere collocata all'interno del Piano di Bacino stralcio sul rischio idrogeologico nel foglio relativo al bacino del Torrente Segno e al Torrente Quiliano, situati in parte nel territorio amministrativo del Comune di Vado Ligure. Si riportano nelle figure sottostanti, gli stralci della carta delle fasce di inondabilità (Per il bacino Segno - Atto di approvazione: DCP n.47 del 25.11.2003 - Ultima variante approvata: DSG n. 90 del 25/10/2021 in vigore dal 24/11/2021; per il bacino Quiliano - Atto di approvazione: DCP n.47 del 25.11.2003 - Ultima variante approvata: DSG n. 90 del 25/10/2021 in vigore dal 24/11/2021).

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relazione di smaltimento idraulico della  
piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	10 di 37

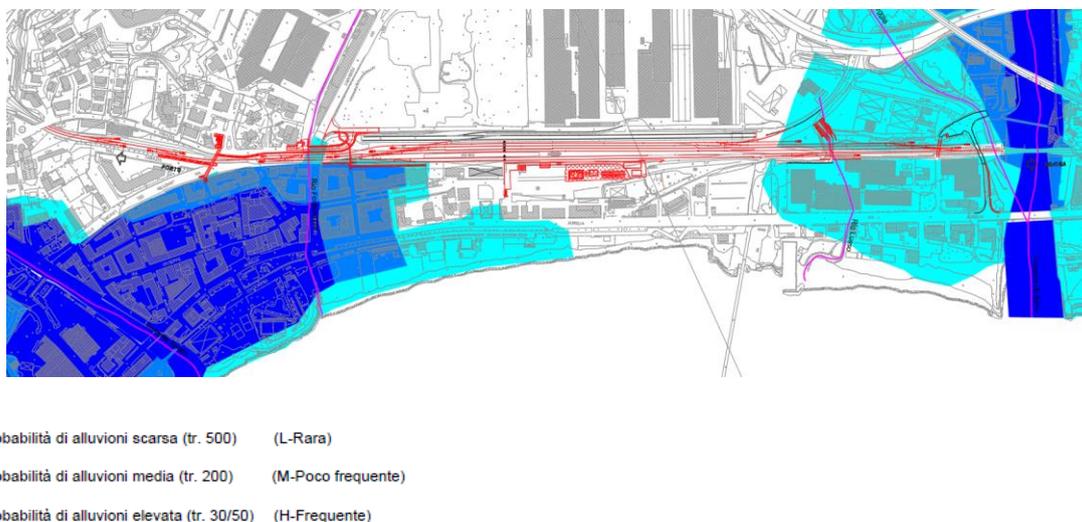


*Figura 5.1 Stralcio della carta delle fasce di inondabilità per la zona in esame*

Dallo stralcio riportato nella figura precedente è evidente che l'intervento in oggetto interferisce esclusivamente per l'allargamento del rilevato con la fascia B del PAI.

## 5.2 P.G.R.A. Piano di Gestione Rischio Alluvioni

In Figura 5.2 si riporta lo stralcio della mappa di pericolosità idraulica redatta nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni con delibera n. 26 del 20 dicembre 2021, dalla Conferenza Istituzionale Permanente, ai sensi degli articoli 65 e 66 del d.lgs. 152/2006.



*Figura 5.2 - Stralcio della carta PGRA per l'area di intervento*

	<b>ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE</b> <b>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma stradale e dei fabbricati</b>	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. B

Come evidenziato dalle planimetrie di inquadramento sopra riportate, il tracciato in oggetto interferisce esclusivamente l'allargamento del rilevato che risulta essere in area a rara probabilità di alluvioni (Tr 500 anni).

### 5.3 Compatibilità idraulica

Dall'elaborato delle aree soggette a pericolosità idraulica si evince che gli interventi non cadono in aree soggette a pericolo di allagamento, fatta esclusione per gli interventi di rifacimento del sistema di smaltimento idraulico.

In merito alle aree interessate dalla realizzazione dell'infrastruttura in esame, con riferimento alle disposizioni del D.P.C.M. 29.09.1998, ai Piani stralcio e al PGRA su citati si può senz'altro affermare che:

- si tratta di realizzare infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico (rif. Punto a del D.P.C.M.);
- l'intervento proposto è tale da non aggravare la funzionalità idraulica dell'area;
- gli interventi non aumentano il livello di rischio idraulico non comportando significativo ostacolo al deflusso o riduzione della capacità di invaso delle aree interessate (rif. Punto a del D.P.C.M.).

La normativa di piano del Piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico riporta all'art. 15 bis quanto segue:

*In deroga alla disciplina relativa alle fasce A e B, ivi inclusi gli eventuali ambiti normativi, di cui ai commi 2, 3 e 3bis dell'art.15, possono essere assentite opere pubbliche strategiche indifferibili ed urgenti, riferite a servizi essenziali e non diversamente localizzabili, previa acquisizione di parere obbligatorio e vincolante della Provincia, a condizione che:*

- a) non pregiudichino la possibilità di sistemazione idraulica definitiva;*
- b) non si producano effetti negativi nei sistemi geologico ed idrogeologico;*
- c) non costituiscano significativo ostacolo al deflusso, non riducano in modo significativo la capacità di invaso, e non concorrano ad incrementare le condizioni di rischio, né in loco né in aree limitrofe;*
- d) siano realizzate con tipologie progettuali e costruttive compatibili con la loro collocazione, prevedendo in particolare accorgimenti tecnico-costruttivi o altre misure, anche con riferimento all'allegato 5 al presente piano, che consentano l'adeguata protezione dell'opera dagli allagamenti rispetto alla portata duecentennale senza aggravio di condizioni di pericolosità e rischio in altre aree. In particolare:*
  - *la quota del piano di calpestio e tutte le aperture, soglie di accesso e prese d'aria delle edificazioni devono essere poste ad un livello adeguatamente superiore a quello del tirante idrico associato alla portata duecentennale;*
  - *non sono ammesse in ogni caso strutture interrato, a meno di locali tecnici di servizio adeguatamente protetti;*
- e) sia garantito il mantenimento della funzionalità ed operatività proprie della struttura in casi di evento alluvionale;*

	<b>ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE</b> <b>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO</b>					
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma stradale e dei fabbricati</b>	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. B	FOGLIO 12 di 37

f) sia prevista nel progetto la messa in opera di tutte le adeguate misure ed azioni di protezione civile, comprese quelle di autoprotezione locale.

le opere di progetto non precludono la possibilità di eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio. La linea, nelle condizioni esistenti, si trova a quota maggiore rispetto al piano campagna. *Per quanto sopradetto e per quanto riportato nei paragrafi precedenti è possibile affermare che le opere in progetto risultano compatibili con le norme che disciplinano gli interventi ricadenti in aree interessate da inondazioni secondo i piani attualmente vigenti, essendo oltretutto opere a carattere pubblico.*

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE          ZONA INDUSTRIALE</b> <b>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON          IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>Relazione di smaltimento idraulico della          piattaforma stradale e dei fabbricati</b>	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. B

## 6 PARAMETRI IDROLOGICI DI PROGETTO

Quale fondamentale input progettuale, è stato considerato l'apporto meteorico generato dalle curve di possibilità pluviometrica ricavate e descritte con maggior dettaglio nella relazione idrologica IV0H02D26RHID0001001A, i cui risultati si riportano per completezza nella tabella seguente:

<b>Parametri curve CPP t&gt;1h Gumbel</b>		
<b>Savona - Istituto Nautico</b>		
Anno inf	Anno sup	N anni
1969	2020	36
Tr(Anni)	a(mm/h)	n
25	98.25	0.276
50	112.04	0.272
100	125.73	0.268
200	139.38	0.266

Tabella 1 - Stazioni pluviometrica Savona – Istituto Nautico: parametri a ed n per i vari tempi di ritorno.

<b>Parametri curve CPP t&lt;1h Gumbel</b>		
<b>Savona - Istituto Nautico</b>		
Tr(Anni)	a(mm/h)	n
25	101.67	0.464
50	115.94	0.464
100	130.11	0.464
200	144.23	0.464

Tabella 2 - Valori dei parametri a e n per durate inferiori all'ora.

I parametri sono stati ricavati a partire dall'elaborazione statistica delle piogge orarie con la relazione di Gumbel dei campioni registrati al pluviometro di Savona- Istituto Nautico e successivamente estrapolate per le piogge di breve durata (t<1h) e forte intensità applicando la formula di Bell.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE          ZONA INDUSTRIALE</b> <b>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON          IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>Relazione di smaltimento idraulico della          piattaforma stradale e dei fabbricati</b>	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. B

## 7 METODOLOGIA DI VERIFICA

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 di trasformazione afflussi/deflussi);
- Dimensionamento e verifica degli elementi di raccolta delle acque.

In questo capitolo si descrivono le metodologie di calcolo e verifica impiegate per tutti gli elementi appartenenti al sistema di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche ricadenti sulle aree di interesse.

### 7.1 Metodo di trasformazione afflussi-deflussi

La portata pluviale della rete è calcolata con il metodo della corrivazione; tale metodo è conforme alle indicazioni riportate sul “Manuale di Progettazione delle opere ferroviarie”.

#### metodo cinematico

Nel presente paragrafo, si riportano alcuni richiami di teoria riguardanti il metodo utilizzato per il calcolo delle portate, ovvero il metodo razionale. Quest’ultimo è rigoroso sotto le seguenti ipotesi:

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

Il metodo in questione si basa sulla considerazione che le gocce di pioggia, cadute in punti diversi del bacino nel medesimo istante, impieghino tempi differenti per arrivare alla sezione di chiusura e che ogni bacino ha un tempo caratteristico, detto “tempo di corrivazione”, che rappresenta il tempo necessario affinché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura dello stesso.

La durata di pioggia critica per il bacino (o tempo di corrivazione) si determina mediante la seguente formula:

$$t_c = t_a + t_r$$

dove:

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relazione di smaltimento idraulico della  
piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	15 di 37

- $t_a$  è il tempo di entrata in rete, ossia il tempo massimo necessario alle gocce d'acqua per raggiungere la rete di drenaggio dal punto di caduta; esso è generalmente funzione della densità della rete di drenaggio e della natura delle superfici scolanti;
- $t_r$  è il tempo di traslazione lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo.

Considerata l'estensione limitata della superficie di interesse e la ridotta velocità all'interno delle condotte, nel progetto il tempo di corrivazione si considera pari a 5 min. Sarà, dunque, necessario utilizzare le curve di possibilità pluviometrica per tempi di pioggia minori di un'ora.

Noto il tempo di corrivazione, la formula razionale per la previsione della portata di massima piena è direttamente dedotta dal metodo cinematico, nell'ipotesi che la durata di pioggia critica sia pari al tempo di corrivazione  $t_c$ : infatti, se la durata della precipitazione fosse inferiore a  $t_c$ , solo una parte del bacino contribuirebbe alla formazione della portata, che risulterebbe pertanto di minore entità. Viceversa, se la durata dell'evento fosse maggiore di  $t_c$ , l'intensità della pioggia sarebbe minore e quindi il colmo di piena meno intenso. Nella figura seguente è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre eventi di precipitazione di durata, rispettivamente, minore, uguale e maggiore del tempo di corrivazione.

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

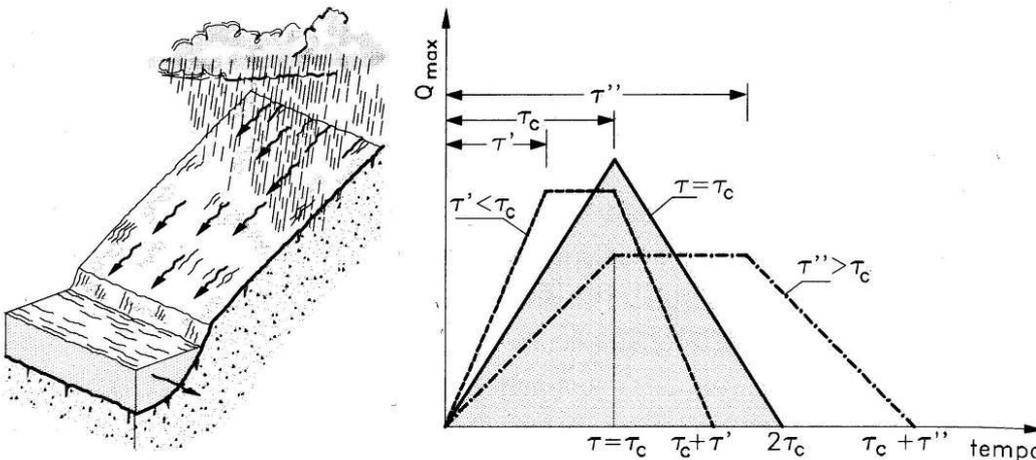


Figura 7.1 - Metodo cinematico: idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione

Nota la curva di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno  $T_r$  prefissato, la massima portata di piena può essere calcolata per ogni sezione di progetto procedendo da monte verso valle, determinando per ciascuna di esse l'area drenata ed il tempo di corrivazione. La formula da impiegare per il calcolo è la seguente:

$$Q_c = \frac{\Psi \cdot h \cdot A}{3.6 t_c}$$

dove:

$Q_c$  è la portata da smaltire calcolata per una durata di pioggia pari a  $t_c$ , in  $m^3/s$

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relazione di smaltimento idraulico della  
piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	16 di 37

$A$  è la superficie dell'area afferente, in  $m^2$

$\Psi$  è il coefficiente di deflusso, parametro minore dell'unità tramite il quale si tiene globalmente conto delle perdite del bacino (infiltrazione nel terreno, ritenzione nelle depressioni superficiali, ecc.) a causa delle quali la portata al colmo è minore della portata di pioggia; cautelativamente. Il coefficiente di deflusso, parametro che rappresenta le perdite idrologiche, è stato assunto pari a:

0.9 per la piattaforma ferroviaria impermeabile

0.60 per i rilevati ferroviari

$h$  è l'altezza di precipitazione, individuata a partire dalle curve di probabilità pluviometrica, calcolata per una durata di pioggia pari a  $t_c$ , in mm

## 7.2 Dimensionamento del sistema di drenaggio - metodo invaso

Il dimensionamento della rete di drenaggio è stato eseguito con il metodo dell'invaso. Tale metodo tratta il problema del moto vario in maniera semplificata: assegna all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme ed assume come equazione di continuità quella detta "dei serbatoi" per simulare, concettualmente, l'effetto d'invaso.

Tale metodologia sfrutta per il calcolo delle portate le capacità d'invaso della rete.

Le ipotesi alla base del metodo sono stazionarietà e linearità, che comportano l'invarianza nel tempo delle trasformazioni che il bacino compie sugli input (afflussi) e la validità del principio di sovrapposizione degli effetti. In fase di calcolo si ipotizza che il riempimento delle condotte avvenga in modo sincrono e che nessun canale determini fenomeni di rigurgito in tratti di canale a monte. Il metodo si fonda sull'equazione di continuità.

La superficie scolante  $S$  sia solcata da un collettore avente sezione d'area  $A$  e pendenza  $i$ .

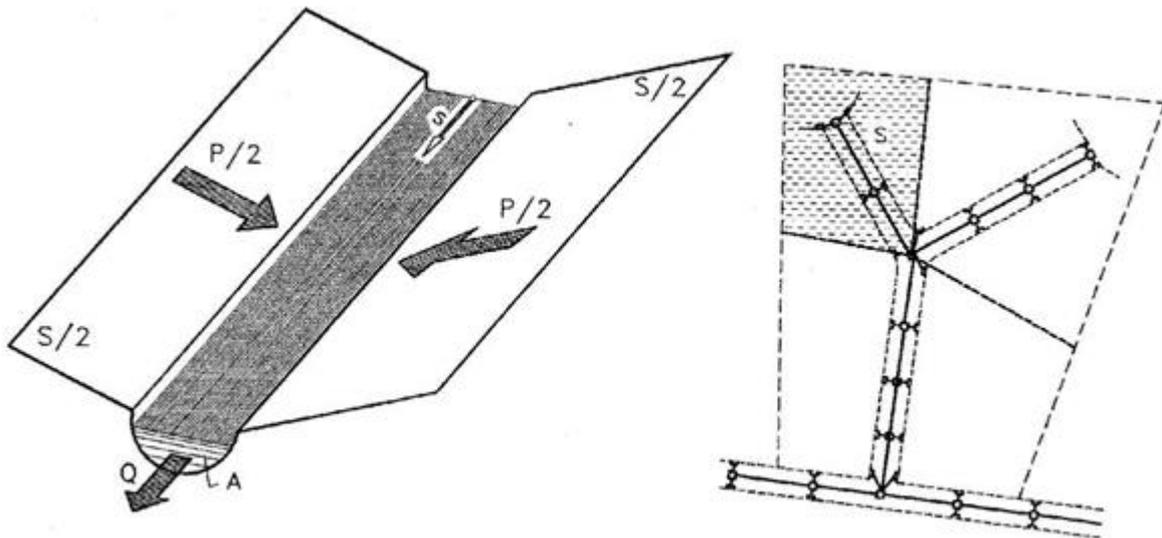


Figura 7.2 Sezione tipo fascio binari

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE</b> 2<sup>a</sup> FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO</p>					
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma stradale e dei fabbricati</b></p>	<p>COMMESSA IV0H</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA D 26 RI</p>	<p>DOCUMENTO ID 00 02 002</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 17 di 37</p>

La condizione di continuità si esprime scrivendo:

$$p - Q = \frac{dV}{dt}$$

dove:

$p = \varphi j S$ , con  $j = \alpha \tau n^{-1}$  intensità di pioggia costante sulla durata  $\tau$  della precipitazione;

$V$  = volume invasato a monte della sezione di chiusura;

$Q$  = portata transitante nella sezione di chiusura.

L'integrazione dell'equazione di continuità e del moto fornisce una relazione tra  $Q$  e  $t$  ed in particolare permette di calcolare il tempo di riempimento  $t_r$  del collettore, cioè il tempo necessario per passare da  $Q = 0$  a  $Q = Q_0$ , essendo  $Q_0$  il valore della portata massima che il canale può smaltire. Sulla base del confronto tra  $\tau$  e  $t_r$  si può fare una verifica delle dimensioni del canale, risultando:

- insufficiente se  $t_r < \tau$  ;
- corretto se  $t_r \geq \tau$  .

Se si assume che il fenomeno di trasformazione di piogge in portate possa considerarsi in lenta evoluzione nel tempo e nello spazio, il moto vario può essere descritto da una successione di stati di moto uniforme. L'equazione del moto è data, allora, dalla nota espressione di Gauckler-Strickler:

$$v = K_s R_H^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}$$

dove:

$K_s$  = coefficiente di attrito di Gauckler-Strickler;

$R_H$  = raggio idraulico;

$i$  = pendenza del canale.

Dall'identità  $Q = Av$  si ottiene poi la scala delle portate:

$$Q = cA^\alpha$$

Tale equazione insieme con quella di continuità descrive il processo di riempimento e di svuotamento di un serbatoio ideale controllato da una speciale luce di scarico che trae dal moto uniforme la sua legge di deflusso.

Per poter procedere all'integrazione, occorre esprimere il volume  $V$  in funzione della variabile  $Q$ . Il problema è trattato assumendo che il volume  $V$  sia linearmente legato all'area  $A$  della sezione bagnata, come d'altronde impone

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relazione di smaltimento idraulico della  
piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	18 di 37

l'ipotesi del moto uniforme. Si assume cioè, con un certo errore nel confronto con la realtà, che il volume d'invaso sia concentrato unicamente nel collettore e non sulla superficie scolante.

In queste ipotesi, detti  $V_0$  e  $A_0$  rispettivamente il volume massimo e la massima area, si può scrivere:

$$\frac{V}{V_0} = \frac{A}{A_0}$$

Inoltre, dalla scala delle portate ottenuta, si ha:

$$\frac{Q}{Q_0} = \left( \frac{A}{A_0} \right)^\alpha$$

Da cui si ottiene:

$$V = V_0 \left( \frac{Q}{Q_0} \right)^{1/\alpha}$$

Andando ad inserire quest'espressione nell'equazione di continuità si ottiene l'espressione integrabile:

$$dt = \frac{V_0}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \frac{Q^{(1-\alpha)/\alpha}}{p-Q} dQ$$

Per le sezioni chiuse è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo  $\alpha=1.0$

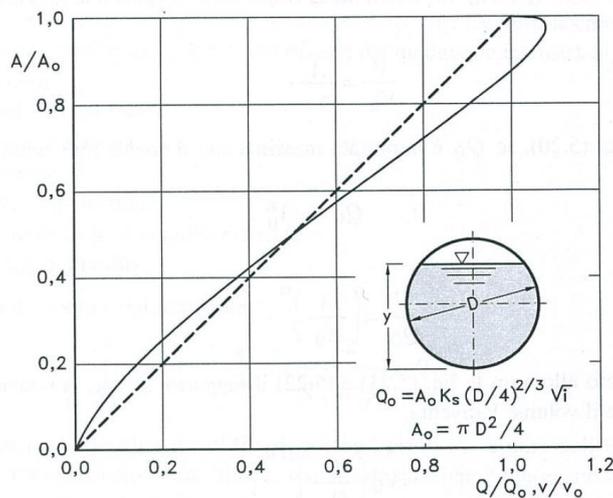


Figura 7.3 Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta

**PROGETTO DEFINITIVO**
**Relazione di smaltimento idraulico della  
 piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	19 di 37

Quindi l'equazione precedente, avendo fatto la classica definizione:

$$dt = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \frac{dQ}{p - Q}$$

Posto p costante, l'equazione integrata nell'intervallo t<sub>2</sub> - t<sub>1</sub> dà:

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p - Q_1}{p - Q_2}$$

Per t<sub>1</sub>=0 e Q<sub>1</sub>=0, si ha il tempo di riempimento t<sub>r</sub> necessario, a partire dalle condizioni di condotta vuota, per raggiungere il valore massimo Q<sub>0</sub>:

$$t_r = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p}{p - Q_0} = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \quad \text{con} \quad \varepsilon = \frac{p}{Q_0}$$

Nota la relazione h = a τ<sup>n</sup>, per una prefissata intensità j = a τ<sup>n-1</sup>, si ha:

$$\varepsilon = \frac{p}{Q_0} = \frac{\varphi j S}{Q_0} = \varphi \frac{S a \tau^{n-1}}{Q_0} \Rightarrow \tau = \left( \frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)}$$

La condizione t<sub>r</sub> = τ dà modo di ottenere:

$$V_0 = Q_0 \left( \frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{-1}$$

Ed anche, ricordando che u = Q<sub>0</sub> / S,

$$V_0 = \frac{S}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}} \cdot u \cdot \left( \frac{\varepsilon \cdot u}{\varphi \cdot a} \right)^{1/(n-1)},$$

dalla quale, definito v<sub>0</sub> = V<sub>0</sub> / S come volume specifico si ha:

$$u = \varepsilon^{-1/n} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

La condizione du / dε = 0 consente di calcolare il valore di ε = p / Q<sub>0</sub> relativo all'evento che sollecita, noto l'esponente n, in maggior misura la rete. Si ottiene:

**PROGETTO DEFINITIVO**
**Relazione di smaltimento idraulico della  
 piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	20 di 37

$$n = 1 + (\varepsilon - 1) \cdot \ln \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}$$

da cui può dedursi, con un'approssimazione sufficiente nell'intervallo 0.25 – 0.50 dei valori di n, il desiderato valore di  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = 3.94 - 8.21n + 6.23n^2 + \dots$$

Esprimendo  $v_0$  in m<sup>3</sup>/ha, S in ha, a in mm/oran e u in l/s ha si ha:

$$u = 10^{1/n} \cdot 0.278 \varepsilon^{-1/n} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

Raggruppando con la posizione:

$$K_c = \left( \frac{10\varphi \cdot a}{\varepsilon \cdot 3.6^n} \right)^{1/(1-n)} \cdot \frac{1}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}}$$

le grandezze legate al carattere climatico del luogo (a e n), direttamente e nel parametro  $\varepsilon$ , e allo stato della superficie scolante ( $\varphi$ ), l'equazione diventa:

$$u = \left( \frac{K_c}{v_0} \right)^{(1-n)/n}$$

L'equazione, per l'evidenza accordata al volume specifico  $v_0$ , si presta principalmente allo svolgimento pratico del calcolo.

Sezioni aperte

Per le sezioni aperte è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo  $\alpha=1.5$ .

Quindi l'equazione precedente, avendo fatto la classica definizione:

$$z = \frac{Q}{P}$$

integrata tra  $t_1$  e  $q_1$ , effettuando uno sviluppo in serie della funzione z (variabile tra 0 e 0,98):

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0 \cdot P^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \int_{z_1}^{z_2} \frac{z^{(1-\alpha)/\alpha}}{1-z} dz = \frac{V_0 P^{(1-\alpha)/\alpha}}{Q_0^{1/\alpha}} \cdot \left[ z_2^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_2) - z_1^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_1) \right]$$

**PROGETTO DEFINITIVO**
**Relazione di smaltimento idraulico della  
 piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	21 di 37

avendo posto:

$$\zeta_{\alpha}(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k\alpha + 1}$$

 serie sicuramente convergente per  $z < 1$ .

 In particolare, per  $t_1 = 0$ ,  $z_1 = 0$  (cioè  $Q_1 = 0$ ) e  $z_2 = Q_0/p$ , si ottiene il tempo di riempimento  $t_r$ :

$$t_r = \frac{V_0}{p} \left( \frac{p}{Q_0} \right)^{1/\alpha} \cdot z^{1/\alpha} \cdot \zeta_{\alpha}(z) = \frac{V_0}{p} \cdot \zeta_{\alpha}(z) = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \zeta_{\alpha}(z)$$

 I valori della funzione  $\zeta_{\alpha}(z)$  sono stati riassunti al variare di  $\alpha$  nella tabella seguente.

$z$	$\xi_1(z)$	$\xi_{1,25}(z)$	$\xi_{1,5}(z)$	$\xi_{1,75}(z)$	$\xi_2(z)$
0	1	1	1	1	1
0,10	1,0536	1,0475	1,0427	1,0388	1,0355
0,20	1,1157	1,1023	1,0917	1,0831	1,0760
0,30	1,1889	1,1665	1,1489	1,1347	1,1230
0,40	1,2770	1,2435	1,2171	1,1960	1,1787
0,50	1,3862	1,3379	1,3006	1,2708	1,2464
0,60	1,5271	1,4589	1,4068	1,3655	1,3318
0,70	1,7198	1,6231	1,5499	1,4924	1,4460
0,75	1,8482	1,7317	1,6440	1,5756	1,5205
0,80	2,0116	1,8690	1,7627	1,6800	1,6138
0,84	2,1814	2,0109	1,8847	1,7871	1,7093
0,87	2,3447	2,1468	2,0011	1,8889	1,7998
0,90	2,5579	2,3231	2,1516	2,0203	1,9164
0,92	2,7447	2,4769	2,2824	2,1342	2,0172
0,94	2,9922	2,6798	2,4545	2,2836	2,1493
0,96	3,3518	2,9733	2,7024	2,4983	2,3387
0,98	3,9895	3,4903	3,1375	2,8738	2,6691

 Tabella 7-1 Valori di  $\zeta_{\alpha}(z)$  in funzione di  $\alpha$ 

 Dall'equazione sopra ricavata, imponendo la condizione critica per cui il tempo di pioggia sia uguale al tempo di riempimento ( $\tau = t_r$ ), si deduce, con semplici passaggi, l'espressione del coefficiente udometrico:

$$u = \frac{Q_0}{S} = z [\zeta_{\alpha}(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

 avendo assunto come volume specifico  $v_0 = V_0/S$  cioè il volume d'invaso dell'intero sistema, pari alla somma del volume contenuto nei collettori e diffuso sulla superficie scolante (fossi minori, avvallamenti, ecc.), immaginato distribuito sull'intera superficie del bacino.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE          ZONA INDUSTRIALE</b> <b>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON          IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>Relazione di smaltimento idraulico della          piattaforma stradale e dei fabbricati</b>	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. B

Si può allora determinare, con la condizione  $du/dz = 0$  (essendo  $z$  l'unica variabile), quale sia il valore di  $z$  (dipendente dall'intensità di precipitazione  $j$ ) che rende massimo il coefficiente udometrico  $u$ . Lo svolgimento dei passaggi porta ad una espressione implicita di  $z$  di non agevole manipolazione. Alcuni calcoli offrono la possibilità di dare, con un'approssimazione più che soddisfacente, la seguente forma alla funzione di  $z$ :

$$z[\zeta_{\alpha}(z)]^{(n-1)/n} = (\lambda_1\alpha + \lambda_2)n$$

e di fornire, quindi, un'espressione semplificata dell'equazione che definisce il coefficiente udometrico.

Esprimendo  $[a]$  = metri · giorni- $n$  e  $[v_0]$  = metri, e il coefficiente udometrico  $[u]$  = litri · secondo · ettaro, l'equazione che definisce il coefficiente udometrico diventa:

$$u = (26\alpha + 66)n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

La determinazione delle portate all'interno di ciascun tratto è stata eseguita imponendo per il coefficiente udometrico, in favore di sicurezza, un tempo di riempimento della singola canaletta pari al tempo di pioggia ( $tr = tp$ ).

Il dimensionamento idraulico è soddisfatto se le configurazioni geometriche scelte sono tali da consentire lo smaltimento delle portate afferenti con un grado di riempimento massimo del 70 %.

Nell'applicazione del metodo dell'invaso viene definito il coefficiente udometrico

$$u = \frac{Q_0}{S} = z[\zeta_{\alpha}(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

per il quale vengono utilizzati i seguenti parametri:

Volume specifico piccoli invasi per la piattaforma ferroviaria e stradale  $W_p = 0,005$ ;

Volume specifico piccoli invasi per aree esterne  $W_p = 0,003$ ;

Coefficiente di afflusso per la piattaforma ferroviaria e stradale  $\varphi_p = 0,9$ ;

Coefficiente di afflusso per le aree esterne  $\varphi_{ae} = 0,6$ ;

Coefficiente di scabrezza di Manning del calcestruzzo  $n_M = 0,015 \text{ s/m}^{1/3}$ ;

Coefficiente di scabrezza di Manning delle tubazioni plastiche  $n_P = 0,0125 \text{ s/m}^{1/3}$ ;

La portata lungo la canaletta viene quindi calcolata moltiplicando il coefficiente udometrico per la superficie del bacino afferente alle varie sezioni prese in esame.

Determinata la portata defluente, il tirante idrico che s'instaura all'interno delle canalette è calcolato mediante l'equazione del moto uniforme secondo Gauckler-Strickler:

**PROGETTO DEFINITIVO**
**Relazione di smaltimento idraulico della  
 piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	23 di 37

$$Q_d = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

dove:

 n – coefficiente di scabrezza secondo Manning [s /m<sup>1/3</sup>];

 A – area bagnata [m<sup>2</sup>];

Rh – raggio idraulico [m];

i – pendenza del fondo.

Noto il tirante idrico si può verificare il grado di riempimento ed il franco di sicurezza.

Mediante un rilievo topografico sono state definite le aree sottese ai vari punti di chiusura, quantificate le relative aree e calcolati i valori delle portate massime.

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

- la velocità minima di moto uniforme per collettori non deve essere inferiore a 0,5÷0,6 m/s, al fine di evitare il deposito di sedimenti sul fondo;
- la velocità massima per collettori e le canalette non deve essere maggiore di 4,5 m/s, al fine di contenere i fenomeni di abrasione, mentre per eventuali fossi di guardia in terra non deve essere maggiore di 2,5 m/s;
- il grado di riempimento, per le opere idrauliche connesse alla piattaforma ferroviaria, deve essere non superiore al 70% per diametri maggiori o uguali a DN500 e non superiore al 50% per le condotte con diametri inferiori a DN500.
- Il grado di riempimento per le canaline deve garantire la persistenza di un franco minimo di sicurezza pari a 5 cm.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE</b> <b>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>Relazione di smaltimento idraulico della piattaforma stradale e dei fabbricati</b>	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. B

## 8 IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Nel presente capitolo si espongono i criteri generali attuati nella progettazione in merito alle scelte relative al drenaggio delle acque meteoriche del corpo stradale, oltret  le opere preposte all'allontanamento delle acque di scorrimento superficiale interferenti con il solido stradale (caditoie, canalette grigliate, tubazioni, ecc.).

Il sistema di drenaggio   costituito dall'insieme di opere volte alla raccolta e allo smaltimento dell'acqua.   importante individuare, una volta definito il sistema di raccolta, i recapiti in cui scaricare le acque precedentemente convogliate.

La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento del drenaggio   stata effettuata in conformit  a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI e dalle Norme tecniche delle Costruzioni NTC 2018. Il valore del tempo di ritorno utilizzato per le verifiche   stato preso pari a 25 anni.

### 8.1 Invarianza idraulica

Il concetto d'invarianza idraulica prevede la restituzione nel recettore finale di una portata proveniente da una superficie di nuovo insediamento pari a quella che arriverebbe al corpo idrico in condizioni indisturbate del territorio, onde perseguire la cosiddetta invarianza idraulica del territorio.

Il comune di Vado Ligure non ha un regolamento relativo all'invarianza idraulica, ma per non influire nella rete di scarico, che in questo caso   una linea di fognatura mista, si   progettato un sistema di laminazione per il contenimento dei volumi in eccesso che porterebbero in crisi la linea fognaria.

Le aree di maggior trasformazione sono riferite al binario I che sar  il binario relativo alle merci pericolose e per tal motivo verr  realizzato uno strato di subballast impermeabile. L'altra area che diventer  impermeabile   quella relativa alla nuova viabilit  in ingresso per i mezzi di soccorso. Di seguito si riporta una planimetria con segnalazione di tali aree impermeabili.

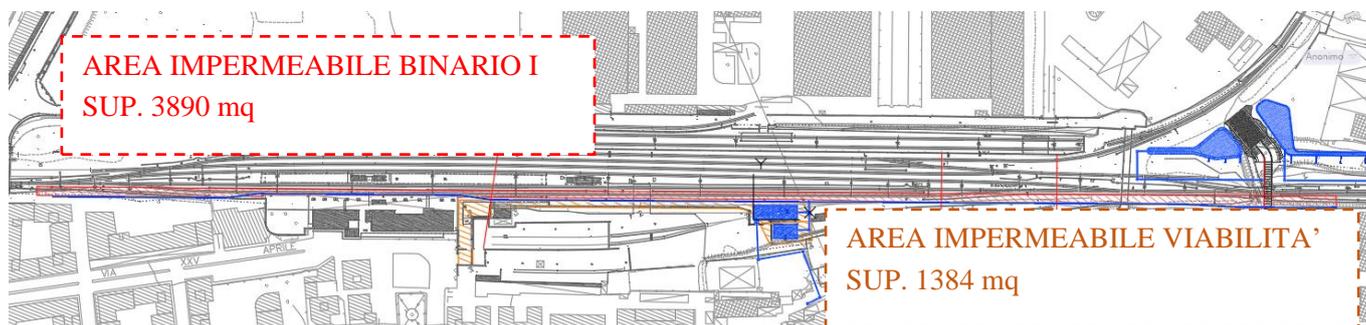


Figura 8.1 Aree impermeabili di nuova costruzione

Per contenere una parte di volumi   necessario realizzare una vasca di espansione. Tale vasca sar  in calcestruzzo armato con dimensioni interne pari a 7,75 m per 26 m di lunghezza contenendo un volume di laminazione pari a 330,83 m<sup>3</sup>.

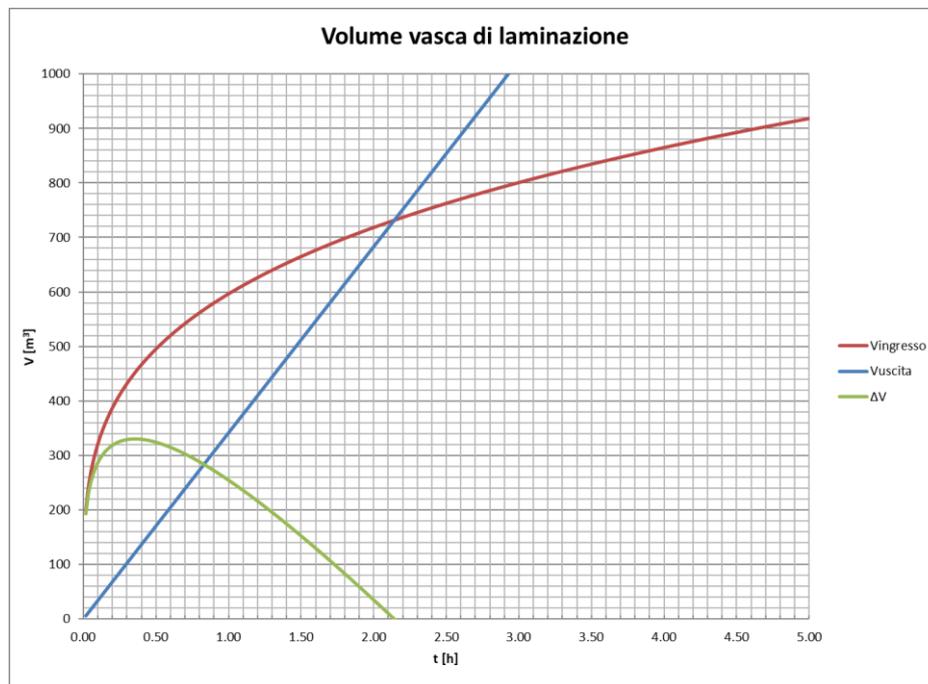
**PROGETTO DEFINITIVO**
**Relazione di smaltimento idraulico della  
 piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	25 di 37

S [m <sup>2</sup> ]	S [ha]	Tr [anni]	Φ [-]	u [l/s, ha]	u [l/min, ha]	Q <sub>out</sub> [l/min]	g [m <sup>2</sup> /s]
5274	0.5274	100	0.9	200	12000	5695.92	9.806

tcr <sub>,min</sub> [min]	tcr <sub>,min</sub> [h]	V <sub>inv</sub> [m <sup>3</sup> /ha]	V <sub>inv</sub> [m <sup>3</sup> ]	altezza vasca [m]	A <sub>inv</sub> [m <sup>2</sup> ]
21	0.35	601.76	330.83	1.700	194.60

larg. [m]	lungh. [m]	A [m <sup>2</sup> ]	verifica
7.750	26.000	201.50	ok



La pompa di scarico deve essere dimensionata per una portata pari a 110 l/s con un'altezza geodetica pari a 1,80 m; la tubazione di scarico sarà un De280 in PEAD PN10 fino allo scarico nella rete esistente.

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relazione di smaltimento idraulico della  
piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	26 di 37

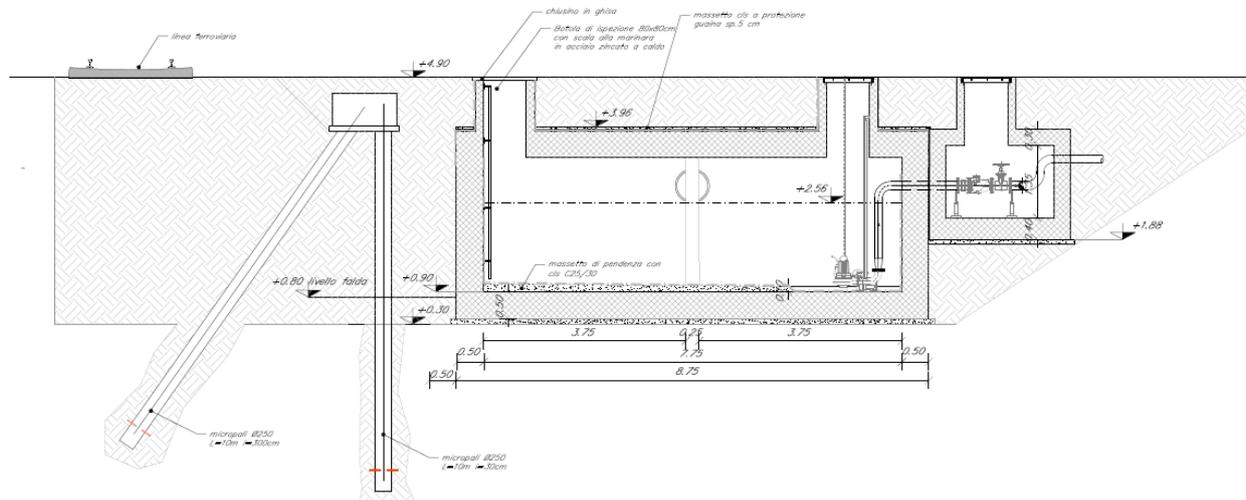


Figura 8.2 Sezione vasca di laminazione con impianto di sollevamento

Anche con un coefficiente udometrico in uscita pari a 200 l/s ha la riduzione in termini di volume e portata immessi nella rete esistente è considerevole. La somma tra il contributo della viabilità pari a 160 l/s e del binario merci pericolose pari a 210 l/s è pari a 370 l/s. Con l'installazione della vasca di laminazione la portata in uscita verso la linea di fognatura mista è pari a 110 l/s con una riduzione di 1/3.

Tutto il sistema è stato dimensionato prendendo in considerazione un tempo di ritorno pari a 100 anni maggiore rispetto ai 25 anni relativi alla viabilità. Il motivo è legato al fatto che nel calcolo della vasca di laminazione le acque di scarico arrivano per la maggior parte dal drenaggio di piattaforma ferroviaria. Considerando un Tr 100 anni anche per la viabilità è stata dimensionata la vasca con un fattore di sicurezza maggiore rispetto a tenere separato il calcolo dei volumi di laminazione per ferrovia e viabilità.

## 8.2 Idraulica di piattaforma stradale

### 8.2.1 Viabilità – NV04

Il progetto prevede, relativamente alle acque meteoriche, la realizzazione di una rete di raccolta delle acque esclusivamente a servizio della strada di accesso per i mezzi di pronto intervento in affiancamento al binario I merci pericolose (NV04).

Le acque meteoriche che ricadono nel bacino di captazione della strada di accesso in oggetto vengono intercettate da una linea di pozzetti caditoia che scorrono longitudinalmente al tracciato della strada.

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relazione di smaltimento idraulico della  
piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	27 di 37

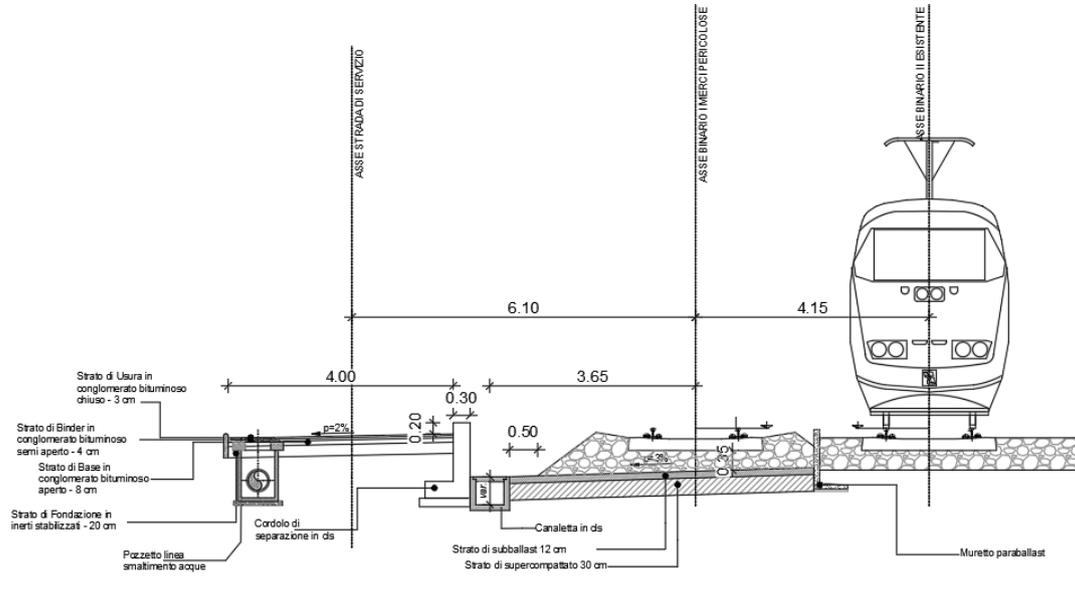


Figura 8.3 Sezione tipologica drenaggio viabilità NV04

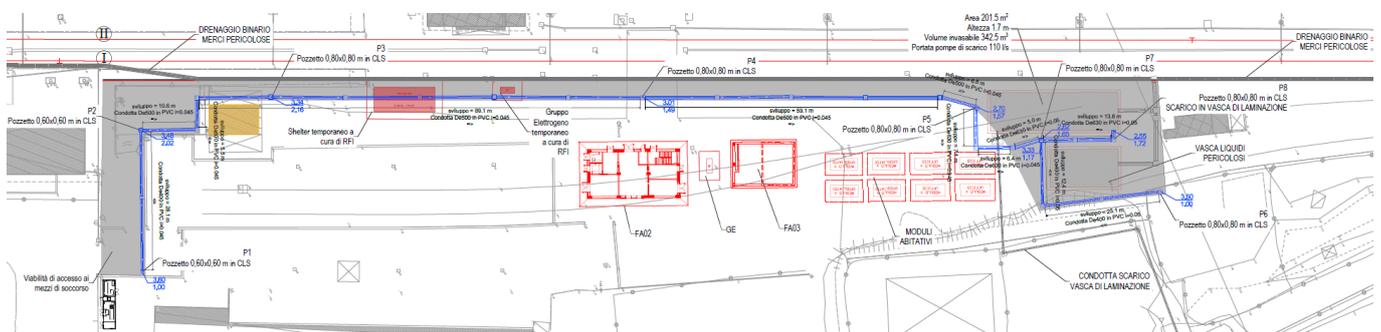


Figura 8.4 Planimetria rete di smaltimento acque meteorica viabilità di accesso per mezzi di soccorso

Le acque così raccolte vengono inviate al recapito finale, rappresentato nel caso dalla vasca di laminazione.

TRATTO	Quota inizio		Quota fine	Lunghezza tronco	Superficie STRADALE totale	Superficie AREE ESTERNE totale	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso STRADALE	Coefficiente di deflusso AREE ESTERNE	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	coefficiente udometrico	Portata	Velocità di deflusso	Tirante idrico	Diametro Esterno/Nominale	Grado di riempimento	Franco idraulico	materiale
	Zini	Zfin	L																
	m s.m.m.	m s.m.m.	m	$S_{t,tot}$	$S_{s,tot}$	$S_{t,eq}$	$\psi$	$\psi$	$\psi_{eq}$	j	u	Q	v	y	DN	GR	Franco	-	
	m s.m.m.	m s.m.m.	m	$m^2$	$m^2$	$m^2$				m/m	l/s ha	l/s	m/s	m	mm	%	cm	-	
P1-P2	3.60	3.48	27	297	0	267	0.9	0.6	0.90	0.0045	1386	41.2	1.00	0.15	400	39	23	PVC	
P2-P3	3.48	3.34	30	508	0	457	0.9	0.6	0.90	0.0045	1140	57.9	1.08	0.16	500	34	31	PVC	
P3-P4	3.34	3.01	75	826	0	743	0.9	0.6	0.90	0.0045	822	67.9	1.13	0.18	500	37	30	PVC	
P4-P5	3.01	2.70	67	1109	0	998	0.9	0.6	0.90	0.0045	712	78.9	1.18	0.19	500	40	28	PVC	
P5-P7	2.70	2.62	18	1319	0	1187	0.9	0.6	0.90	0.0045	744	98.2	1.23	0.20	630	33	40	PVC	
P7-P8	2.62	2.55	14.5	1892	0	1703	0.9	0.6	0.90	0.0050	836	158.2	1.46	0.24	630	41	36	PVC	
P6-P7	3.50	3.33	33.1	357	0	321	0.9	0.6	0.90	0.0050	1338	47.8	1.10	0.15	400	41	23	PVC	

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relazione di smaltimento idraulico della  
piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	28 di 37

Come si può notare dalle precedenti tabelle il grado di riempimento è sempre inferiore al 70% e la velocità sempre superiore a 0,5 m/s, pertanto la verifica risulta soddisfatta.

### 8.2.2 Sottopasso Via Leopardi – SL02

È stato ipotizzato un miglioramento degli attuali sottopassi carrabili di Via Leopardi e di via Leopardi/Trexenda.

Nel caso del sottovia di Via Leopardi (SL02) l'intervento prevede l'abbassamento del piano viabile in corrispondenza dell'opera di attraversamento al fine di incrementare l'altezza libera tra piano carrabile e intradosso dagli attuali 1,70 m a 2,50 m: per fare ciò si rende necessario modificare l'altimetria attuale per realizzare le due rampe di accesso.

L'intervento ha un'estesa complessiva pari a circa 91 m, di cui 32 m per la rampa lato nord-ovest avente pendenza di 6,2%, 16 m per il manufatto di scavalco e 43 m per la rampa lato est avente pendenza di 7,2%.

Per garantire lo smaltimento delle acque sarà necessario installare un impianto di sollevamento visto l'abbassamento del sottovia.

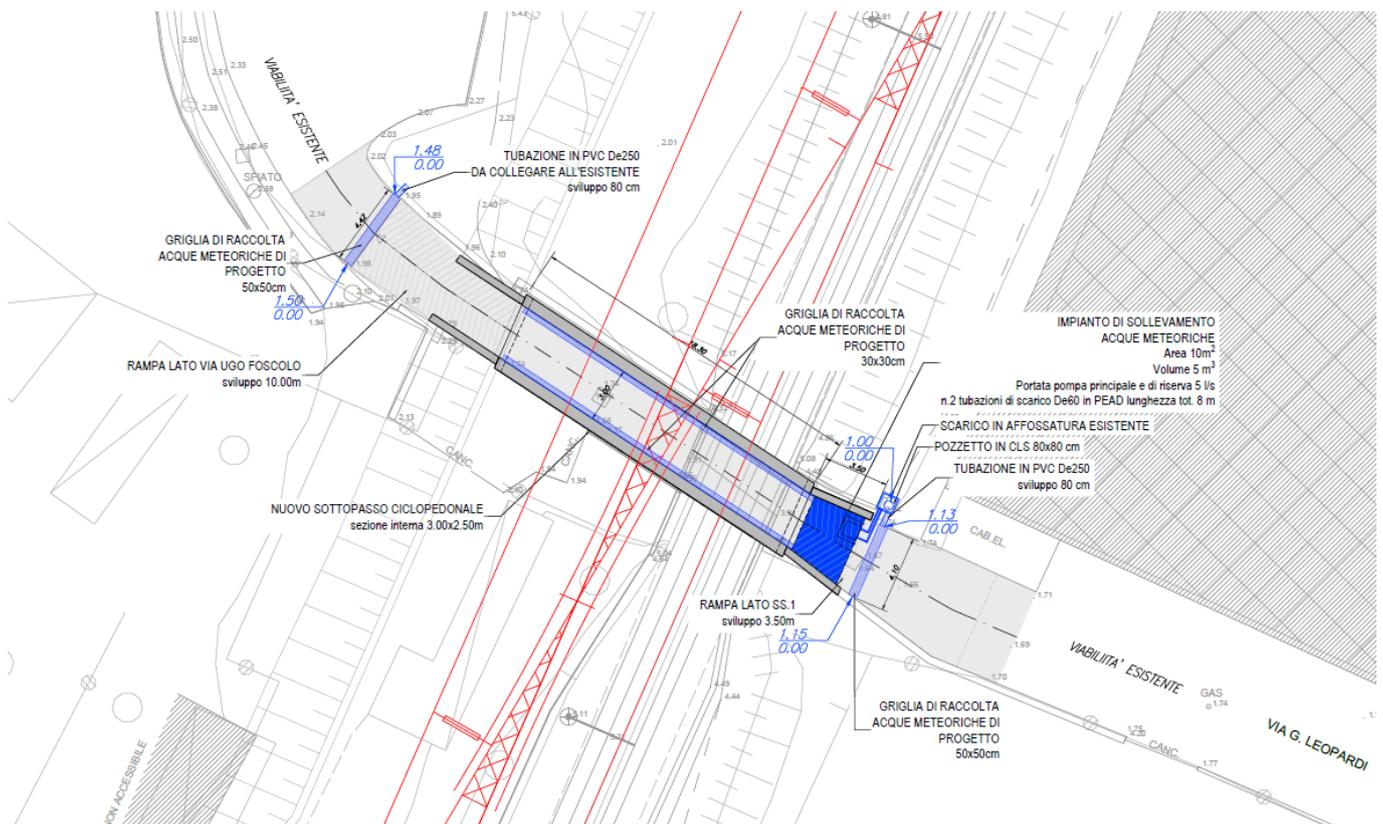


Figura 8.5 smaltimento idraulico sottopasso Via Leopardi

Per assicurare il completo drenaggio all'interno del sottopasso sono state predisposte ai lati delle canaline grigliate 30x30 cm che recapitano le acque all'interno dell'impianto di sollevamento.

**PROGETTO DEFINITIVO**
**Relazione di smaltimento idraulico della  
 piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	29 di 37

L'impianto di sollevamento che raccoglie le acque recapita all'interno di un pozzetto, il quale scarica in una affossatura esistente.

L'impianto di sollevamento prevede un volume di 5 m<sup>3</sup> con una pompa di sollevamento di 5 l/s e una pompa simile di riserva. Le tubazioni di scarico sono in PEAD De60 PN10 con uno sviluppo totale di 8 m e una altezza geodetica 1,8 m.

La funzione dell'impianto sarà quella di impedire l'innalzamento del livello d'acqua nella vasca interrata oltre il livello massimo stabilito. La geometria della vasca per l'alloggiamento delle pompe dovrà essere definita al fine di evitare l'esistenza di zone non interessate dall'aspirazione e, parimenti, al fine di originare un flusso regolare, disareato e libero da vortici.

I livelli operativi dell'impianto sono descritti di seguito:

- Livello di marcia a secco (denominato livello LA1): rappresenta l'altezza minima delle acque per garantire l'adescamento ed il corretto funzionamento della pompa. Tale altezza, specifica di ciascun impianto, è pari alla distanza dal fondo della vasca di accumulo (si faccia riferimento alla tabella riassuntiva riportata di seguito per ciascun impianto). L'individuazione di tale altezza è stata effettuata al fine di consentire la corretta aspirazione delle pompe in assenza di cavitazione e limitando l'effetto dei vortici in superficie.
- Livello di arresto pompe (denominato livello L0): rappresenta il livello di arresto delle pompe che, per ragioni di sicurezza, è stato maggiorato rispetto al livello LA1 di marcia a secco.
- Livello di attivazione della pompa 1 (denominato livello L1): tale livello rappresenta la soglia di attivazione della pompa operativa. Esso è funzionale alla definizione del volume utile richiesto per il corretto esercizio delle elettropompe, il quale, a sua volta, è funzione della portata nominale smaltibile dalla pompa  $Q_p$  (m<sup>3</sup>/h), del numero di avviamenti ora  $z_p$  supportabile dal motore elettrico e, avendo assunto un funzionamento con rotazione ciclica logica, del numero  $n_p$  delle pompe installate.
- Livello di allarme di livello alto (denominato livello LA2): tale livello rappresenta la soglia di allarme che può essere raggiunta solo in caso di guasto multiplo o portate meteoriche superiori al valore di progetto.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica impianto di sollevamento (IV0H02D17ROIT002001).

A ovest del sottovia verrà ripristinata una canalina in calcestruzzo 50x50 cm grigliata D400 da collegare allo scarico esistente mentre a Est del sottovia verrà realizzata una nuova caditoia in modo da alleggerire l'impianto di sollevamento e raccogliere le acque di deflusso della viabilità.

TRATTO	Quota inizio		Quota fine	Lunghezza tronco	Superficie STRADALE totale			Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso STRADALE	Coefficiente di deflusso AREE ESTERNE	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	coefficiente udometrico	Portata	Velocità di deflusso	tipo di canaletta	materiale	Tirante idrico	base interna	altezza interna	Grado di rimpimento	Franco idraulico
	Zini	Zfin	L		S <sub>r,ot</sub>	S <sub>s,ot</sub>	S <sub>tot,eq</sub>															
	m s.m.m.	m s.m.m.	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>					m/m	l/s ha	l/s	m/s	-	-	m	m	m	%	cm	
SL02	1.15	1.13	4.1	100	0	90	0.9	0.6	0.90	0.0049	2017.32	20.17	0.63	50x50	CLS	0.06	0.50	0.50	13	43.6		

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relazione di smaltimento idraulico della  
piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	30 di 37

Come si può notare dalle precedenti tabelle il grado di riempimento è sempre inferiore al 70% e la velocità sempre superiore a 0,5 m/s, pertanto la verifica risulta soddisfatta.

### 8.2.3 Sottopasso Via Trexenda - NV03

Per quanto riguarda il sottovia di via Leopardi lato torrente Trexenda (NV03), in collaborazione con il comune di Vado Ligure, essendo impossibile un adeguamento del sottovia all'altezza minima prevista da normativa e pari a 3,20 m dagli attuali 2,50 m, si è optato, fermo restando l'attuale sottopasso, di istituire, in luogo dell'attuale deflusso libero, un senso unico alternato regolato da impianto semaforico.

Dal punto di vista del drenaggio acque meteoriche non sussistono modifiche alla viabilità e per tale motivo verrà ripristinato il drenaggio attuale e i punti di scarico attuali, come la canaletta al centro e le cunette ai lati della strada.

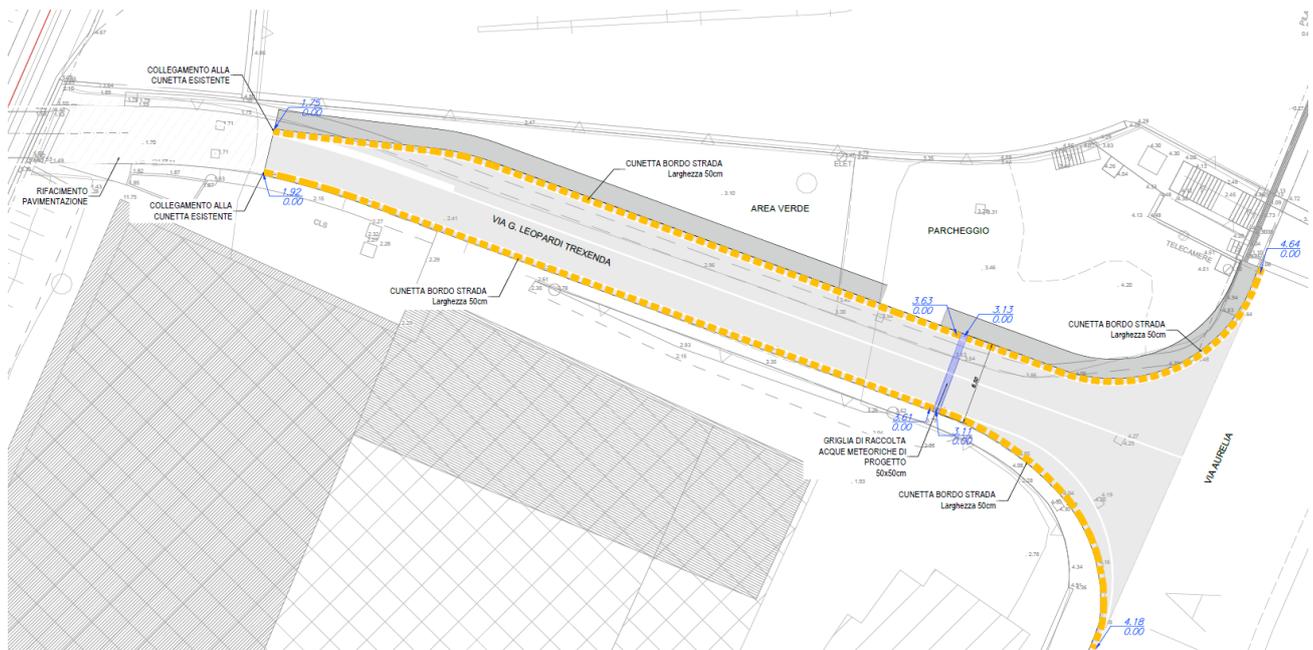


Figura 8.6 ripristino smaltimento acque meteoriche via Leopardi Trexenda NV03

### 8.3 Dimensionamento rete acque nere

Nell'ambito degli interventi di adeguamento e di potenziamento dell'impianto in zona industriale di Vado Ligure è prevista la realizzazione di due unità abitative monoblocco: una ad uso locali ufficio, l'altra ad uso spogliatoio. Inoltre è prevista la realizzazione di fabbricato ACC. Per entrambi è richiesto un allaccio alla rete pubblica di fognatura nera/mista.

Il monoblocco ad uso locali ufficio presenta dimensioni in pianta di 6,08 m x 2,42 m ed è caratterizzato da un'altezza pari a 2,58 m rispetto alla quota di estradosso di fondazione.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE</b> <b>ZONA INDUSTRIALE</b> <b>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON</b> <b>IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>Relazione di smaltimento idraulico della</b> <b>piattaforma stradale e dei fabbricati</b>	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. B

L'opera risulta caratterizzata da pannelli sandwich, di spessore variabile da 0,03 a 0,04 m, costituenti le pareti del monoblocco stesso e la copertura piana; inoltre sono presenti da profili in acciaio perimetrali e dei traversi in omega zincati componenti la base della struttura prefabbricata.

Il monoblocco ad uso spogliatoio con wc e doccia presenta dimensioni in pianta di 5,58 m x 2,42 m ed è caratterizzato da un'altezza pari a 2,88 m rispetto alla quota di estradosso di fondazione.

Tale opera presenta i medesimi materiali e caratteristiche tecniche degli elementi costituenti l'unità locali ufficio (pareti, copertura, basamento e infissi). L'opera, inoltre, presenta un impianto idrosanitario necessario per il locale wc con dotazione di un WC, un lavabo e una doccia. Di moduli spogliatoio ne sono previsti 4 e per ogni modulo bisogna prevedere la stessa dotazione.



Figura 8.7 Prospetto moduli abitati di progetto

Si prevede la costruzione di un Fabbricato Tecnologico ACC (FA02) al cui interno verranno installati i locali trasformatori e sarà presente anche un locale bagno con un WC e un lavabo.

Il dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque nere è stato effettuato studiando la composizione degli ambienti e sulla base di riferimenti normativi e valori di letteratura con cui sono stati stimati gli abitanti equivalenti.

Il concetto di Abitante Equivalente (AE) è utile per esprimere il carico di una particolare utenza dell'impianto di depurazione, in termini omogenei e confrontabili con le utenze civili. L'equivalenza si può riferire al carico idraulico, o al carico in solidi sospesi o, nel caso più frequente, al carico organico espresso come BOD5. È un concetto convenzionale basato su un apporto medio di un utente tipo pari a 60 g/BOD5 per abitante (D.Lgs 152/2006) ma estremamente utile in quanto permette di confrontare facilmente il carico di varie utenze anche molto eterogenee tra loro, esprimendo ciascuna utenza con il suo carico di "abitanti equivalenti".

Il numero di abitanti equivalenti è definito utilizzando la Tabella 7.1 conforme a quanto prescritto da D.Lgs 152/06.

**PROGETTO DEFINITIVO**
**Relazione di smaltimento idraulico della  
 piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	32 di 37

Tipo di utenza	Abitanti equivalenti
Abitazioni	1 a.e. ogni persona
Alberghi, agriturismi, villaggi turistici	1 a.e. ogni persona + 1 a.e. ogni 3 addetti
Campeggi	1 a.e. ogni 2 persone + 1 a.e. ogni 3 addetti
Ristoranti	1 a.e. ogni 3 coperti + 1 a.e. ogni 3 addetti
Bar	1 a.e. ogni 10 clienti + 1 a.e. ogni 3 addetti
Cinema, teatri, sale convegni	1 a.e. ogni 10 posti + 1 a.e. ogni 3 addetti
Scuole	1 a.e. ogni 6 alunni
Uffici, negozi, attività commerciali	1 a.e. ogni 3 impiegati
Fabbriche, laboratori	1 a.e. ogni 2 lavoratori

Figura 8.8 Determinazione degli abitanti equivalenti in funzione del tipo di utenza

La portata media nera viene stimata secondo la relazione seguente:

$$Q_n = \phi * D * N_{ab} / 86400$$

in cui:

$\phi$  è il coefficiente di afflusso (apporto pro-capite in fognatura derivante dall'uso dell'acqua distribuita dall'acquedotto; usualmente pari a 0.8);

D è la dotazione idrica espressa in l/ab\*g (D è pari a 230 l/ad\*g);

N è numero di abitante equivalente.

La portata nera di punta è data, invece, dalla relazione:

$$Q_n = ( P_g * P_o * \phi * D * N_{ab} ) / 86400$$

in cui  $P_g$  e  $P_o$  sono rispettivamente il coefficiente di punta giornaliero e orario, posti abitualmente pari a 1.5.

Nel fabbricato ACC possono esserci al massimo 2 persone; considerando che l'utenza può essere assimilata ad ufficio in cui si ha 1 a.e. ogni 3 impiegati, nel progetto in essere il dimensionamento farà riferimento ad 1 A.E.

Anche per ogni modulo spogliatoio e stato attribuito 1 A.E. per un totale di 4 A.E.

Risultano quindi le seguenti portate nere medie ( $Q_{m,n}$ ) e di picco ( $Q_{p,n}$ ); Ogni risultato è stato moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 1,3:

Fabbricato ACC FA02

$$Q_{m,n} = 0.0028 \text{ l/s};$$

$$Q_{p,n} = 0.0062 \text{ l/s}.$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE          ZONA INDUSTRIALE</b> <b>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON          IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>Relazione di smaltimento idraulico della          piattaforma stradale e dei fabbricati</b>	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. B

Moduli abitativi FA04

$Q_{m,n} = 0.0111$  l/s;

$Q_{p,n} = 0.0249$  l/s.

I valori di portata sopra riportati sono molto bassi, tale procedura è utilizzata per tratte di fognatura nera e non per singoli allacci con utilizzo sporadico.

In questi casi, allacci di singole unità, per trovare un valore di portata prossimo al reale valore di scarico è bene considerare le formule secondo la UNI EN 12056.

Il dimensionamento si esegue in base a computo di:

- numero totale di unità di scarico DU che gravano su ogni tratto di tubazione. L'unità di scarico DU è la portata media di scarico di un apparecchio sanitario espressa in l/s;
- coefficiente di frequenza (K);
- massimo numero di unità di scarico accettabile dal tipo e dalla dimensione della tubazione.

Per il fabbricato ACC saranno presenti 1 lavabo e 1 WC ciascuno mentre per ogni modulo spogliatoio: 1 WC, 1 lavabo e 1 doccia.

Unità di Scarico (DU)		
Apparecchio sanitario	Sistema I	Sistema IV
	DU [l/s]	DU [l/s]
lavabo, bidè	0,5	0,3
doccia senza tappo	0,6	0,4
doccia con tappo	0,8	0,5
orinatoio con cassetta	0,8	0,5
orinatoio con valvola di cacciata	0,5	0,3
orinatoio a parete (per persona)	0,2	0,2
vasca da bagno	0,8	0,5
lavello da cucina	0,8	0,5
lavastoviglie domestica	0,8	0,5
lavatrice con carico max di 6 kg	0,8	0,5
lavatrice con carico max di 12 kg	1,5	1,2
WC con capacità di cassetta 4,0 l	**	1,8
WC con capacità di cassetta 6,0 l	2,0	1,8
WC con capacità di cassetta 7,5 l	2,0	1,8
WC con capacità di cassetta 9,0 l	2,5	2,0
Pozzetto a terra DN 50	0,8	0,6
Pozzetto a terra DN 70	1,5	1,0
Pozzetto a terra DN 100	2,0	1,3

Figura 8.9 Unità di scarico con relative portate e indicazione del sistema utilizzato

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE          ZONA INDUSTRIALE</b> <b>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON          IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>Relazione di smaltimento idraulico della          piattaforma stradale e dei fabbricati</b>	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. B

Il calcolo della portata delle acque reflue viene calcolato nel seguente modo:

$$Q_{tot} = Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum (DU)}$$

Si è preferito utilizzare il sistema con colonna di scarico unica e diramazioni di scarico riempite parzialmente. Tali diramazioni sono dimensionate per un grado di riempimento uguale a 0,5 (50%) e connesse a un'unica colonna di scarico. Utilizzando questo sistema ci poniamo nelle condizioni più sfavorevoli per la porta massima.

Utilizzo degli apparecchi	Coefficiente <i>K'</i>
Usò intermittente, per esempio in abitazioni, locande, uffici	0,5
Usò frequente, per esempio in ospedali, scuole, ristoranti, alberghi	0,7
Usò molto frequente, per esempio in bagni e/o docce pubbliche	1,0
Usò speciale, per esempio laboratori	1,2

Figura 8.10 Valori del coefficiente di frequenza

Applicando la formula precedente, in base agli apparecchi serviti nei nuovi servizi dell'edificio che necessitano di collettamento acque nere, viene determinata la portata di scarico in corrispondenza dei singoli rami o dorsali che raccolgono le acque nere e le convogliano verso l'esterno, ricavando una portata pari a 0,87 l/s per il fabbricato ACC e 2,24 l/s per i moduli spogliatoio, molto superiore rispetto alla verifica precedente e presa come portata di riferimento per le analisi successive.

Per la raccolta e lo smaltimento della potata nera si utilizza un collettore in uscita in PVC SN8 DN160 e pendenza pari all' 1%, al fine di evitare eventuali intasamenti.

È previsto un ricoprimento della tubazione non inferiore a 1m da pc.

La verifica della tubazione ha tenuto conto dei seguenti vincoli di progetto:

- Riempimento massimo delle canalizzazioni fino al 70%;
- La velocità minima di moto uniforme non inferiore a 0,5 m/s, al fine di evitare il deposito di sedimenti sul fondo, sia nelle condizioni di picco che di media portata;
- La velocità massima di moto uniforme non superiore di 4 m/s al fine di contenere i fenomeni di abrasione (Circolare n. 11633 del 07.01.1974 del Ministero dei Lavori Pubblici).

Le tabelle seguenti riportano i risultati ottenuti in seguito alla verifica.

ID	Tratto	Quota		Lunghezza tronco L	Pendenza j	Portata Q	Velocità di deflusso v	Tirante idrico y	Diametro Esterno/Nominale DN	Diametro interno DI	Grado di riempimento GR	Franco idraulico Franco	materiale
		Zini m s.m.m.	Zfin m s.m.m.										
FA02		3.65	3.29	35.70	0.0100	0.87	0.50	0.02	160	0.15	15	13	PVC
FA04		3.65	3.32	36.70	0.0090	2.24	0.64	0.04	160	0.15	25	11	PVC

**PROGETTO DEFINITIVO**
**Relazione di smaltimento idraulico della  
 piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	35 di 37

### 8.4 Dimensionamento discendenti pluviali

La portata massima di progetto di un pluviale verticale con sezione circolare non deve essere maggiore della capacità riportata nel prospetto seguente. Si deve considerare un grado di riempimento pari a 0,2.

#### Capacità di pluviali verticali

Diametro interno del pluviale $d_f$ (mm)	Capacità idraulica $Q_{RWP}$ (l/s)		Diametro interno del pluviale $d_f$ (mm)	Capacità idraulica $Q_{RWP}$ (l/s)	
	Grado di riempimento $f=0,20$	Grado di riempimento $f=0,33$		Grado di riempimento $f=0,20$	Grado di riempimento $f=0,33$
50	0,7	1,7	140	11,4	26,3
55	0,9	2,2	150	13,7	31,6
60	1,2	2,7	160	16,3	37,5
65	1,5	3,4	170	19,1	44,1
70	1,8	4,1	180	22,3	51,4
75	2,2	5,0	190	25,7	59,3
80	2,6	5,9	200	29,5	68,0
85	3,0	6,9	220	38,1	87,7
90	3,5	8,1	240	48,0	110,6
95	4,0	9,3	260	59,4	137,0
100	4,6	10,7	280	72,4	166,9
110	6,0	13,8	300	87,1	200,6
120	7,6	17,4	>300	Utilizzare l'equazione di Wyty-Eaton	Utilizzare l'equazione di Wyty-Eaton
130	9,4	21,6			

Nota

Sulla base dell'equazione di Wyty-Eaton:

$$Q_{RWP} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot k_b^{-0,157} \cdot d_f^{2,667} \cdot f^{1,667}$$

dove:

$Q_{RWP}$  è la capacità del pluviale, in litri al secondo (l/s);

$k_b$  è la scabrezza del pluviale, in millimetri (considerata 0,25 mm);

$d_f$  è il diametro interno del pluviale, in millimetri (mm);

$f$  è il grado di riempimento, definito come proporzione della sezione trasversale riempita d'acqua, adimensionale.

Nota 1 La capacità massima di pluviali verticali non circolari può essere considerata uguale alla capacità massima di un pluviale circolare avente la stessa area della sezione trasversale.

Nota 2 Quando un pluviale verticale presenta una deviazione con un gradiente maggiore di 10° (180 mm/m) rispetto ad un piano orizzontale, la deviazione può essere ignorata.

Considerando il numero totale di discendenti, pari a 4, e la dimensione della copertura pari a 290 m<sup>2</sup> serve un pluviale di diametro DN130 in lamiera zincata.

**PROGETTO DEFINITIVO**

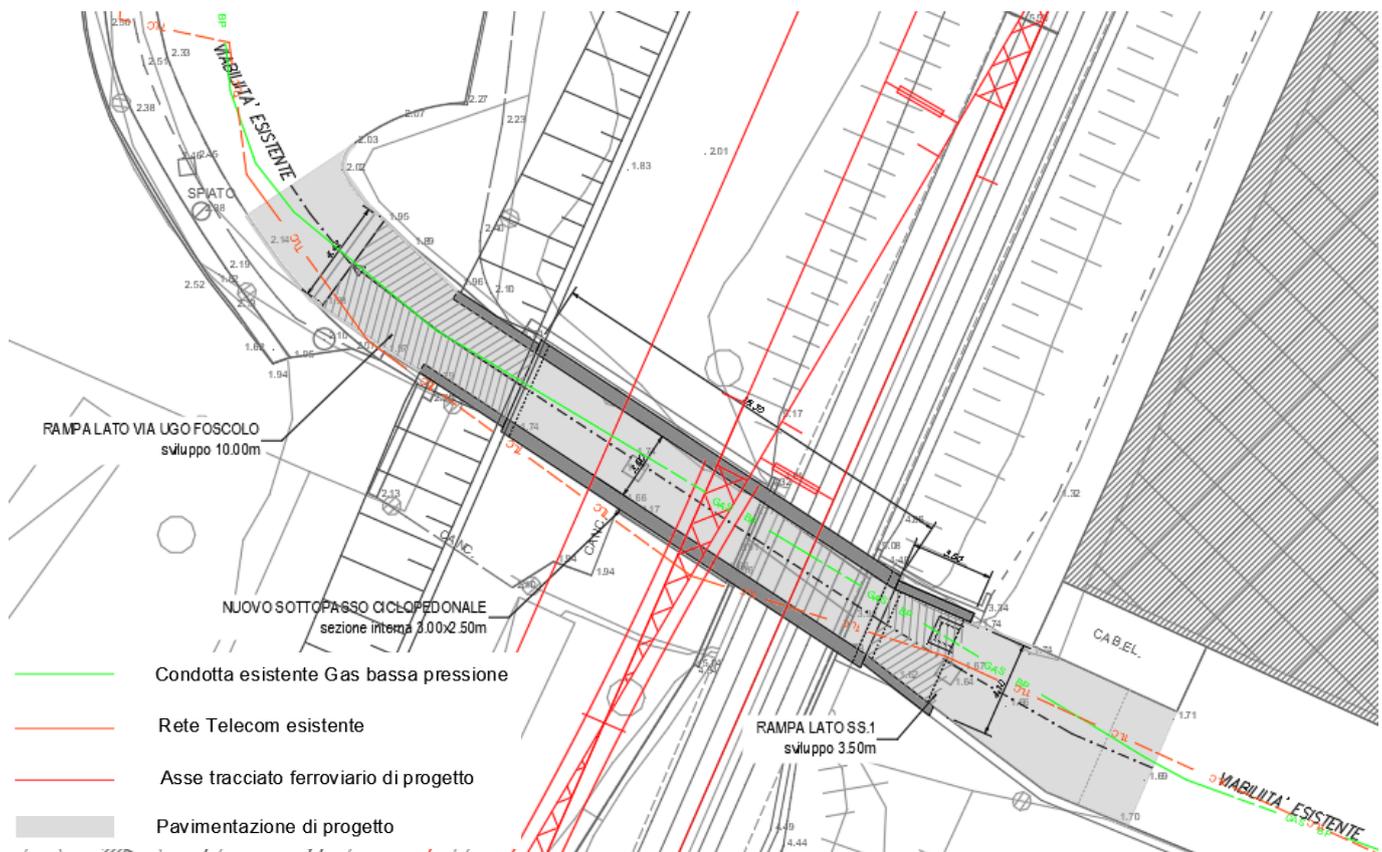
**Relazione di smaltimento idraulico della  
piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	36 di 37

## 9 SOTTOSERVIZI

Le opere di progetto risultano interferenti con alcuni dei sottoservizi esistenti. In particolare le opere interferenti sono il sottopasso di Via Leopardi SL02 e il sottopasso di Via Trexenda NV03.

Il sottopasso di Via Leopardi è attraversato da due linee di sottoservizi: linea telefonica e linea del gas in bassa pressione.



Il sottopasso di Via Trexenda viene attraversato da una linea di fognatura nera come riporta la documentazione fornita direttamente dall'ente gestore. Per Via Trexenda di prevede un rifacimento della viabilità senza effettuare scavi e, di conseguenza, non toccando i sottoservizi.

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relazione di smaltimento idraulico della  
piattaforma stradale e dei fabbricati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 26 RI	ID 00 02 002	B	37 di 37

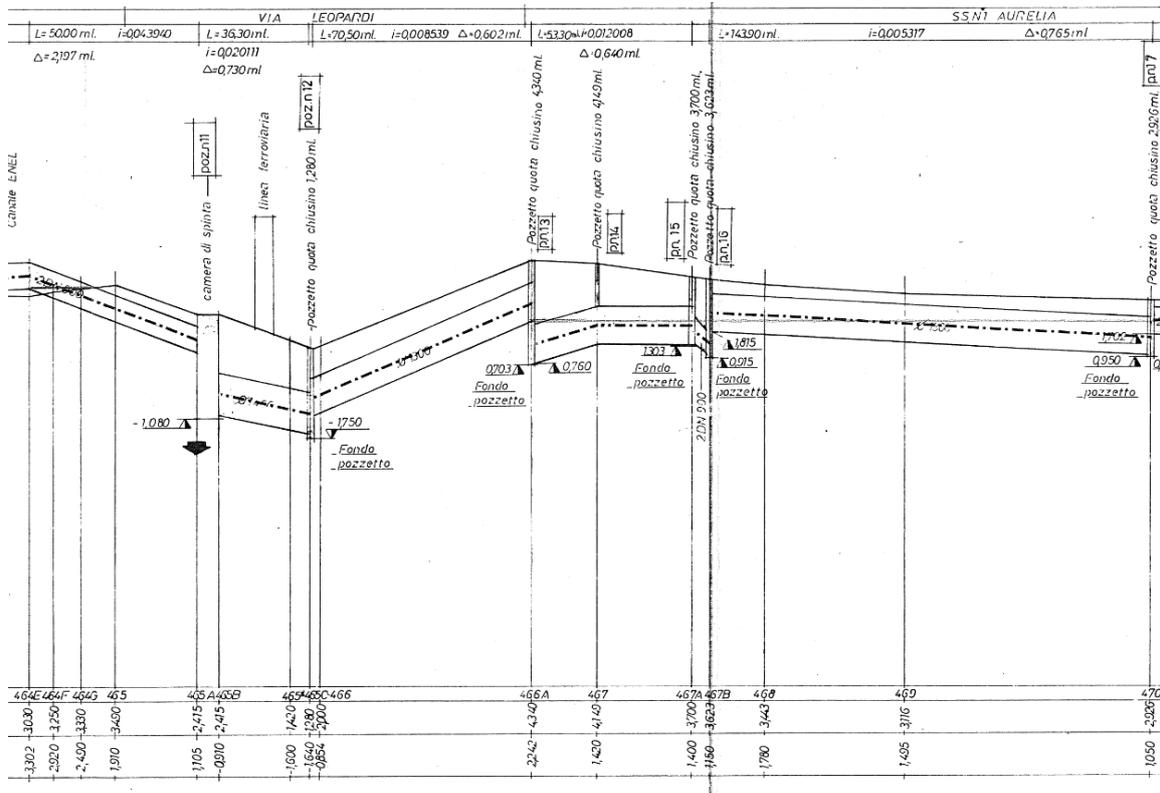
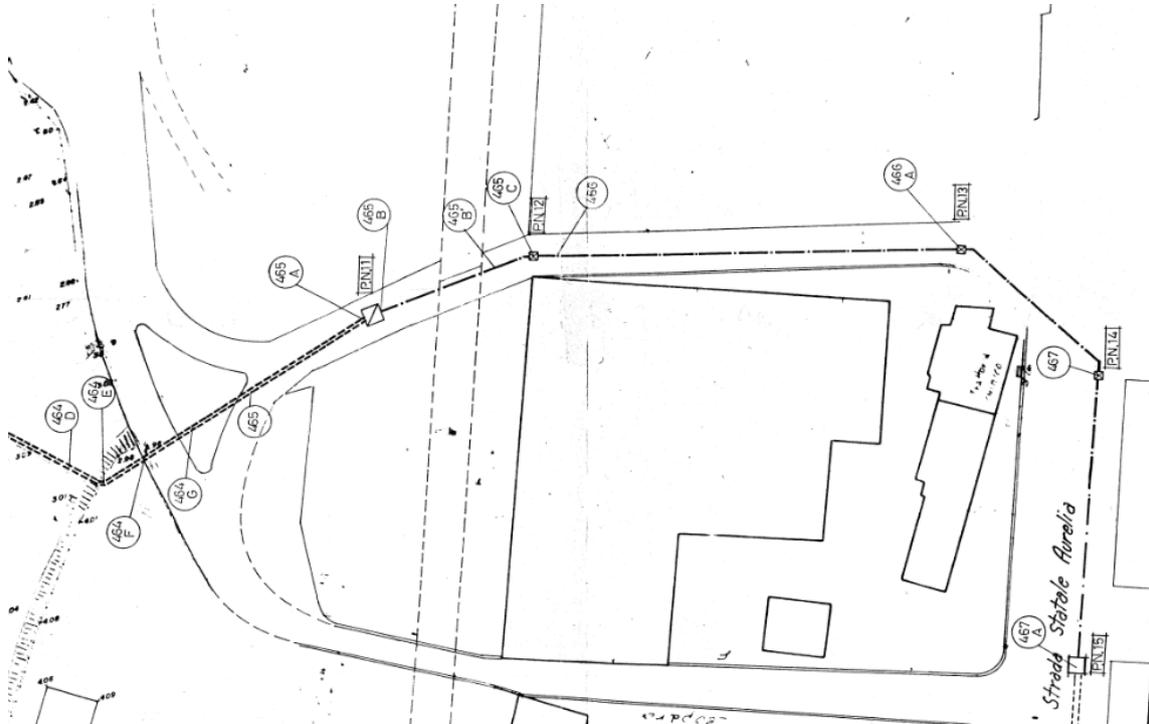


Figura 9.1 estratto planimetria e profilo da documentazione del Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico