

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**PROGETTO DEFINITIVO**

**NODO DI NOVARA**

**1^ FASE PRG DI NOVARA BOSCHETTO**

BARTELLA MERCI E PRG BOSCHETTO

VASCA POMPAGGIO – SISTEMAZIONE ESTERNE  
RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO

SCALA:

-

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

NM0Y 00 D 11 RI FA0304 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	IES	Maggio 2021	M.Milovanovic <i>Milovanovic</i>	Maggio 2021	F.Perrone <i>Ferrone</i>	Maggio 2021	D.Maranzano Maggio 2021

	<p><b>NODO DI NOVARA. i fase prg di novara boschetto</b></p> <p><b>BRETELLA MERCI E PRG BOSCHETTO</b></p> <p>FABBRICATI TECNOLOGICI</p>												
<p>RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NMOY</td> <td>01</td> <td>D 11 RI</td> <td>FA0104 001</td> <td>A</td> <td>2 DI 19</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NMOY	01	D 11 RI	FA0104 001	A	2 DI 19
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NMOY	01	D 11 RI	FA0104 001	A	2 DI 19								

## INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI .....	4
3. ANALISI IDROLOGICA.....	6
3.1 RELAZIONE INTENSITA – DURATA DELLE PRECIPITAZIONI – PIOGGE BREVI .	10
4. VALORI ADOTTATI.....	12
5. STANDARD PROGETTUALI .....	13
6. OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICO.....	13
6.1 SISTEMA DI RACCOLTA - PLUVIALI .....	15
6.2 SISTEMA DI SMALTIMENTO .....	17

	<p><b>NODO DI NOVARA. i fase prg di novara boschetto</b></p> <p><b>BRETELLA MERCI E PRG BOSCHETTO</b></p> <p>FABBRICATI TECNOLOGICI</p>												
<p>RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NMOY</td> <td>01</td> <td>D 11 RI</td> <td>FA0104 001</td> <td>A</td> <td>3 DI 19</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NMOY	01	D 11 RI	FA0104 001	A	3 DI 19
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NMOY	01	D 11 RI	FA0104 001	A	3 DI 19								

## 1. PREMESSA

La presente relazione illustra lo studio idraulico redatto per il dimensionamento del sistema di drenaggio del piazzale nell'ambito del progetto definitivo del Nodo di Novara.

In particolare gli interventi ricadono nell'ambito dello scalo di Novara – Boschetto e fanno riferimento fabbricato tecnologico, riconducibile alla WBS FA03 denominato '**Vasca pompaggio**'.

Il dimensionamento idraulico utilizza i parametri idrologici desunti dall'analisi condotta nell'elaborato "Relazione idrologica", NM0Y00D11RHID0001001A.

	<b>NODO DI NOVARA. i fase prg di novara boschetto</b> <b>BRETELLA MERCI E PRG BOSCHETTO</b> FABBRICATI TECNOLOGICI					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	PROGETTO NMOY	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FA0104 001	REV. A

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle seguenti norme:

- 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. 152e ss.mm.ii. Norme in materia ambientale.
- Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE.
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE.
- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).
- "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).
- 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.

Il progetto in essere considera inoltre:

- Regolamento regionale n. 1/R del 20 febbraio 2006 – “Regolamento regionale recante: disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di lavaggio di aree esterne (L.r. n. 61 del 29 dicembre 2000).
- Deliberazione della Giunta Regionale 28 luglio 2009, n. 2-11830 Indirizzi per l'attuazione del PAI: sostituzione degli allegati 1 e 3 della DGR. 45-6656 del 15 luglio 2003 con gli allegati A

	<p><b>NODO DI NOVARA. i fase prg di novara boschetto</b></p> <p><b>BRETELLA MERCI E PRG BOSCHETTO</b></p> <p>FABBRICATI TECNOLOGICI</p>												
<p>RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NMOY</td> <td>01</td> <td>D 11 RI</td> <td>FA0104 001</td> <td>A</td> <td>5 DI 19</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NMOY	01	D 11 RI	FA0104 001	A	5 DI 19
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NMOY	01	D 11 RI	FA0104 001	A	5 DI 19								

e B. Allegato B - Criteri tecnici per la valutazione della pericolosità e del rischio lungo il reticolo idrografico.

- L.R. 20 gennaio 1997, n°13 ,Delimitazione degli ambiti territoriali ottimali per l'organizzazione del servizio idrico integrato e disciplina delle forme e dei modi di cooperazione tra gli Enti locali ai sensi della legge 5 gennaio 1994, n. 36 e successive modifiche ed integrazioni. Indirizzo e coordinamento dei soggetti istituzionali in materia di risorse idriche.
- D.G.R. 24 novembre 1997, n°31-23227, Legge regionale 20 gennaio 1997, n. 13. Atto di indirizzo in materia di gestione del servizio idrico integrato, definizione delle modalità di analisi dell'economicità, efficacia ed efficienza degli organismi di gestione salvaguardabili e adozione della convenzione-tipo di regolazione dei rapporti tra le Autorità d'ambito e i soggetti gestori.

	<b>NODO DI NOVARA. i fase prg di novara boschetto</b> <b>BRETELLA MERCI E PRG BOSCHETTO</b> FABBRICATI TECNOLOGICI					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	PROGETTO NMOY	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FA0104 001	REV. A

### 3. ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica è finalizzata alla definizione dei parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica di assegnata probabilità di accadimento (sintetizzata nel parametro tempo di ritorno), indispensabili per il dimensionamento dei diversi manufatti idraulici in particolare per la valutazione dei tiranti idrici.

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), all'art.10 delle Norme di attuazione, dispone:

*“L'Autorità di bacino definisce, con propria direttiva:*

*- i valori delle portate di piena e delle precipitazioni intense da assumere come base di progetto e relativi metodi e procedure di valutazione per le diverse aree del bacino;*

*- i criteri e i metodi di calcolo dei profili di piena nei corsi d'acqua;*

*[...]*”

La *“Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”*, in attuazione dell'art. 10 delle Norme di attuazione del PAI dell'Autorità di bacino del Fiume Po, fornisce i valori delle precipitazioni intense nelle diverse aree del bacino e quelli delle portate di piena sui corsi d'acqua principali, interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali (nell'ambito del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali - PSFF e del PAI) e, per gli stessi corsi d'acqua, il profilo della piena di progetto.

*Ai fini di quanto richiesto dall'art. 10 delle Norme di attuazione del PAI, la direttiva è costituita dai seguenti punti:*

*- delimitazione dei sottobacini idrografici nella porzione collinare e montana del bacino del Po e degli ambiti idrografici di pianura;*

*- stima delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica puntuali nelle stazioni di misura delle precipitazioni;*

*- analisi della distribuzione spaziale delle precipitazioni intense;*

*- indicazioni per il calcolo delle portate di piena sui bacini idrografici di piccole dimensioni;*

*- stima delle portate di piena in sezioni significative dei corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali;*

*-definizione del profilo di piena di progetto per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali.*

La *“Direttiva”* riporta inoltre:

*I valori indicati costituiscono riferimento per le esigenze connesse a studi e progettazioni che, per dimensioni e importanza, non possano svolgere direttamente valutazioni idrologiche più*

	<b>NODO DI NOVARA. i fase prg di novara boschetto</b> <b>BRETELLA MERCI E PRG BOSCHETTO</b> FABBRICATI TECNOLOGICI					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	PROGETTO NMOY	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FA0104 001	REV. A

*approfondite a scala locale. Nelle parti del bacino ove sono disponibili, possono essere utilizzati, in alternativa, i risultati derivanti da studi di regionalizzazione, che siano stati predisposti a cura della Regione interessata.*

La legge di dipendenza della media dei massimi di precipitazione con la durata può esprimersi, nel caso più semplice, come:

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

in cui i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

La stima delle curve di probabilità pluviometrica nelle stazioni di misura è stata effettuata dall'Autorità di Bacino sulla base delle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione per le durate considerate, definendo i parametri a ed n per i tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni. Nel procedere al calcolo dei parametri a ed n, sono state utilizzate le serie storiche delle precipitazioni intense riportate negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano (Parte I, tabella III) relative ai massimi annuali delle precipitazioni della durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive. L'intervallo di durata tra 1 e 24 ore rappresenta il campo entro cui sono da ricercare le durate critiche per la maggior parte dei corsi d'acqua per i quali la stima della portata di piena può essere effettuata tramite l'utilizzo delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica.

Al fine di fornire uno strumento per l'analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette è stata inoltre condotta dall'Autorità di bacino, all'interno della "Direttiva", un'interpolazione spaziale con il metodo di Kriging dei parametri "a" ed "n" delle linee segnalatrici, discretizzate in base ad un reticolo di 2 km di lato.

In Figura 1 si evidenziano le celle della Griglia di Dati in cui ricadono gli interventi in oggetto.



Figura 1 – Parametri Idrologici Curve di Possibilità Pluviometrica per le celle CH82 – CH83 – CH84

CELLA PAI	Tr = 10 anni		Tr = 20 anni		Tr = 50 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni		Tr = 500 anni	
	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]
CH82	43.484	0.290	49.670	0.289	57.687	0.286	63.692	0.284	69.663	0.283	77.561	0.281

CELLA PAI	Tr = 10 anni		Tr = 20 anni		Tr = 50 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni		Tr = 500 anni	
	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]
CH83	42.456	0.291	48.451	0.290	56.224	0.287	62.041	0.286	67.830	0.284	75.484	0.283

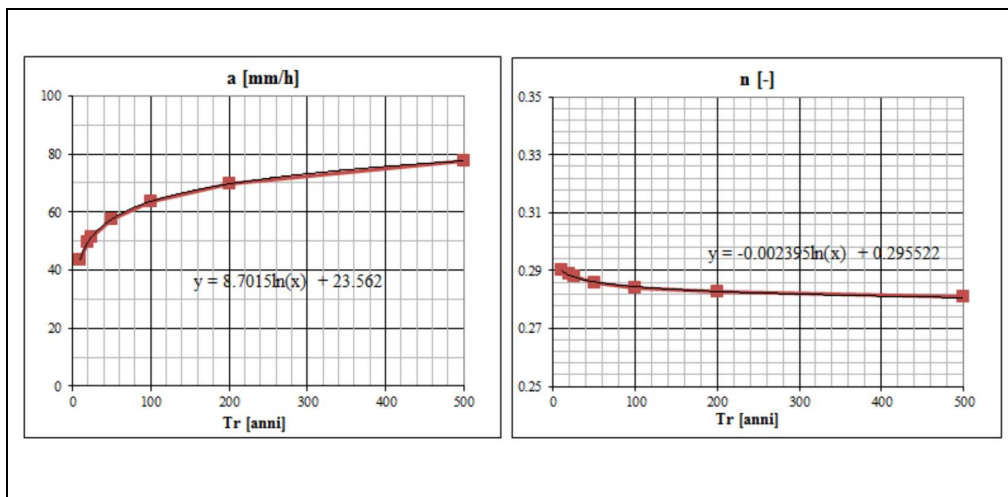
CELLA PAI	Tr = 10 anni		Tr = 20 anni		Tr = 50 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni		Tr = 500 anni	
	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]	a [mm/h]	n [-]
CH84	41.782	0.290	47.661	0.289	55.285	0.286	60.989	0.285	66.666	0.283	74.170	0.282

Figura 2 – Parametri Idrologici Curve di Possibilità Pluviometrica per le celle CH82 – CH83 – CH84



Come è possibile osservare i valori dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica più cautelativi possono essere ascritti alla cella più settentrionale CH82. Coerentemente con quanto già realizzato in fase di Progettazione Preliminare, il dimensionamento dei presidi idraulici è realizzato in riferimento dei valori di aTR ed n della cella indicata.

Ai fini della progettazione appare necessaria la determinazione dei parametri sintetici di pioggia per un periodo di ritorno pari a 25 anni, ottenuti mediante processo di interpolazione dei dati forniti dalla Autorità di bacino.



**Figura 3 – Parametri Idrologici Curve di Possibilità Pluviometrica – regressione per TR=25 anni**

I parametri risultano dunque pari a  $a = 51.58 \text{ mm/h}$  e  $n = 0.288$ .

Di seguito si riportano i valori dei parametri idrologici utilizzati nel progetto in essere.

	<b>NODO DI NOVARA. i fase prg di novara boschetto</b> <b>BRETELLA MERCI E PRG BOSCHETTO</b> FABBRICATI TECNOLOGICI					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	PROGETTO NMOY	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FA0104 001	REV. A

### 3.1 RELAZIONE INTENSITA – DURATA DELLE PRECIPITAZIONI – PIOGGE BREVI

In bacini imbriferi di limitata estensione e di relativa rapidità dei deflussi, i tempi di concentrazione sono brevi e di conseguenza le precipitazioni che interessano sono le piogge intense di durata breve con tempi inferiori all'ora. Tale aspetto assume una notevole importanza nel dimensionamento del drenaggio di piattaforma. L'utilizzo della legge valida per durate maggiori dell'ora risulta spesso troppo cautelativa.

Nel caso oggetto della presente relazione il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica a tempi inferiori ad un'ora è stata utilizzata la formula di Bell.

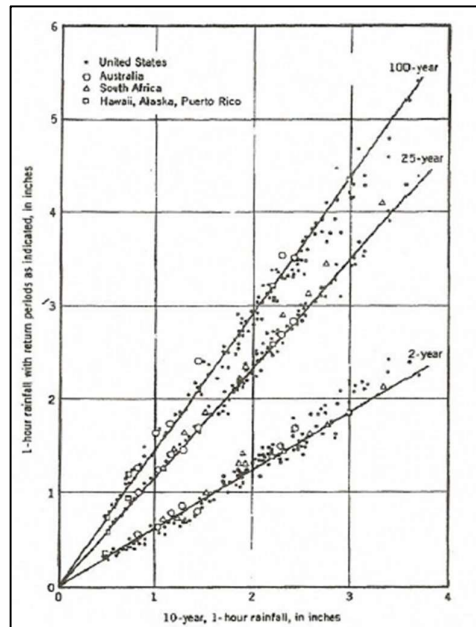
Bell ("GeneralizedRainfallDurationFrequencyRelationship" – Journal of the HydraulicsDivision – Proceedings of american Society of CivilEngineers – volume 95, issue 1 – gennaio 1969) ha osservato che i rapporti  $r$  tra le altezze di durata  $t$  molto breve ed inferiori alle due ore e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località in cui si verificano.

Lo U.S. Water Bureau raccomanda per tempi di pioggia inferiore a mezz'ora l'adozione di una relazione empirica, derivata interamente da dati di breve durata; tale relazione mostra che il tempo in minuti in pioggia ha un rapporto costante con la pioggia della durata di 1 ora per lo stesso tempo di ritorno così come segue:

$t$ [min]	5	10	15	30
$r_t = h_t / h_{60}$	0.29	0.45	0.57	0.79

**Figura 4 Rapporto tra altezza di pioggia di durata inferiore ad un ora – U.S. Water Bureau**

Questi rapporti variano di molto poco negli Stati Uniti ed i loro valori sono indipendenti dal periodo di ritorno.



**Figura 5 Relazione altezza-frequenza per 2, 25, 100 anni**

In relazione alla modesta variazione dei rapporti di intensità durata correlata al tempo di ritorno, ha proposto la seguente relazione che ben si adatta ai dati osservati:

$$\frac{P_T^t}{h_{60}^T} = (0.54t^{0.25} - 0.50)$$

applicabile per  $5 \leq t \leq 120$  minuti dove:

- $P_T^t$  indica l'altezza di pioggia relativa a un evento pari al tempo  $t$  riferita al periodo di ritorno  $T$

- $h_{60}^T$  è l'altezza di pioggia relativa ad un evento di durata pari ad un'ora riferita al periodo di ritorno  $T$

- $t$  è il tempo di pioggia espresso in minuti.

Nota l'altezza di pioggia  $ht$  relativa all'evento di durata  $t$ , passando ai logaritmi, le coppie altezza di pioggia-durata vengono regolarizzate con l'equazione di una retta dove il termine noto indica il parametro  $a$  e il coefficiente angolare rappresenta il parametro  $n'$ .

Le curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno di 10, 25, 50, 100, 200 e 500 anni e durata inferiore ad un'ora, riferite al progetto in essere, sono riportate di seguito, con tempo  $t$  espresso in minuti.

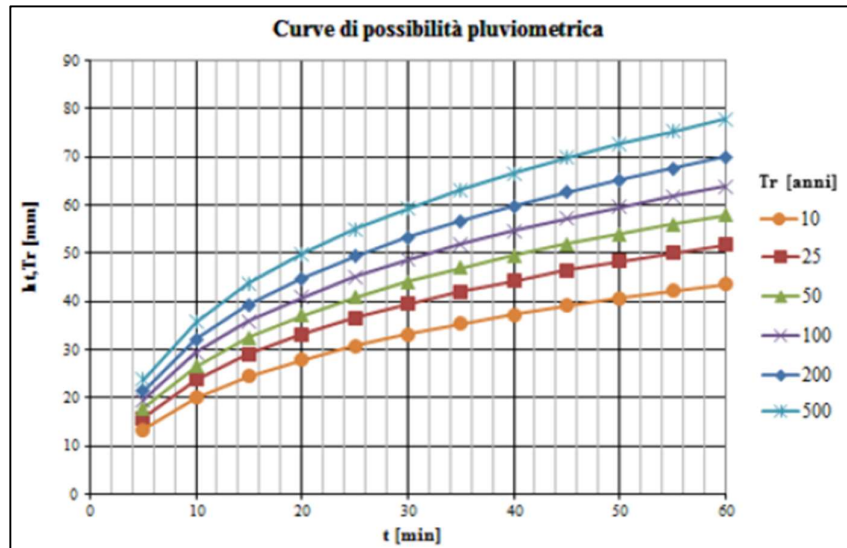


Figura 6 - Curve di possibilità pluviometrica di durata inferiore a 1 h

#### 4. 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 (cunetta, tubazioni..):

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

- Fossi di guardia:

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

- Manufatti di attraversamento (ponti e tombini):

	<b>NODO DI NOVARA. i fase prg di novara boschetto</b> <b>BRETELLA MERCI E PRG BOSCHETTO</b> FABBRICATI TECNOLOGICI					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	PROGETTO NMOY	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FA0104 001	REV. A

	S [Km <sup>2</sup> ]	Tr [anni]
Linea ferroviaria	S ≥ 10	300
	S < 10	200
Deviazioni stradali	-	200

Ai fini del dimensionamento delle opere idrauliche di drenaggio connesse alle deviazioni stradali o alle opere idrauliche non direttamente connesse alla piattaforma ferroviaria (tempo di ritorno pari a 25 anni – piazzali e viabilità) la legge di pioggia è:

$$h = 51.58 \cdot t^{0.288}, \text{ per le durate di pioggia } t \text{ maggiori di un'ora;}$$

$ht = (0.54 \cdot t^{0.25} - 0.50) \cdot 51.58$ , per le durate di pioggia  $t$  minori di un'ora. Passando ai logaritmi e regolarizzando con l'equazione di una retta, dove il termine noto indica il parametro  $a$  e il coefficiente angolare rappresenta il parametro  $n'$ , tale relazione si può semplicemente esprimere come  $h = 61.87 \cdot t^{0.56}$ .

## 5. STANDARD PROGETTUALI

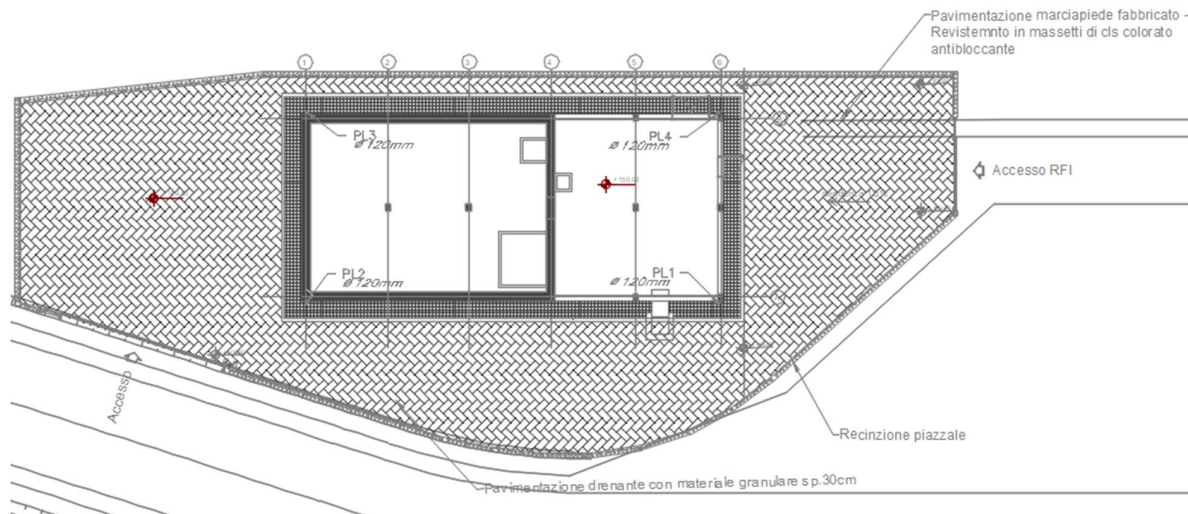
Il dimensionamento degli elementi costituenti il sistema smaltimento delle acque è differente per ciascuna opera, la procedura può essere riepilogata con i seguenti passi:

- 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.

## 6. OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICO

Per tutte le superfici scoperte (piazzale e parcheggi) sarà prevista una pavimentazione con spessore dello strato drenante di sabbia e ghiaia di 30 cm, che favorisce l'infiltrazione delle acque nel terreno a mezzo di masselli autobloccanti.

Nella seguente figura è rappresentato l'edificio inserito nel piazzale, si rimanda all'elaborato "Planimetria smaltimento idraulico" per i dettagli.



**Figura 7 - Inquadramento fabbricato FA03.**

Il sistema di raccolta delle acque del fabbricato prevede la captazione e l'invio delle acque della copertura, all'interno dei pluviali presenti su tutti i lati del fabbricato.

In corrispondenza di ogni pluviale  $\phi 120$  mm non sono previsti pozzetti di raccolta, i discendenti scaricano direttamente nel piazzale drenante, che fungerà in questo modo da bacino di laminazione.

Data la disposizione del fabbricato all'esterno dell'area di piattaforma dei binari di corsa il dimensionamento dell'intera rete è effettuato considerando un tempo di ritorno di 25 anni. La superficie della copertura completamente impermeabile ( $\phi=1$ ) e dei piazzali parzialmente permeabile ( $\phi=0.5$ ) ha dimensioni limitate impone, quindi, l'utilizzo di curve con tempi di pioggia minori di un'ora.

Il calcolo del volume di laminazione è stato tuttavia svolto considerando un coefficiente di afflusso  $\phi$  unitario, in quanto tutta la precipitazione caduta sull'area deve infiltrarsi sulla pavimentazione. Il coefficiente di permeabilità è stato dedotto dalla relazione geologica.

## 6.1 SISTEMA DI RACCOLTA - PLUVIALI

La superficie totale delle coperture in progetto è pari a 317.00 mq. Nel fabbricato il tetto è piano quindi si dispongono 4 pluviali complessivamente.

Per il calcolo dei canali di gronda e dei pluviali si fa riferimento alla norma UNI EN 12056 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue progettazione e calcolo". Facendo riferimento a questa normativa si ottiene:

Capacità della bocca di efflusso:

$$Q_o = K_o D^2 h^{0.5}/15000 \text{ (l/s)}$$

Ove:

$Q_o$  = capacità (l/s)

D= diametro efficace bocca di efflusso (mm)

$K_o$  = coefficiente di scarico (1 per scarico libero, 0.5 in presenza di filtri)

h = carico alla bocca di efflusso (mm)

$h = W * F_h$  (mm)

W = altezza dell'acqua,

$F_h$  = coefficiente di carico alla bocca (pari a 0.47 se  $S/T = 1$ )

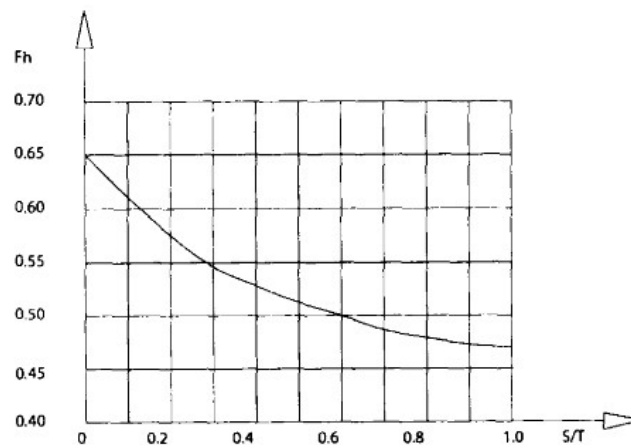


Figura 8 - Dimensionamento pluviali

$F_h$  = coefficiente di carico alla bocca, si calcola mediante il grafico riportato sopra

Fh dipende dal rapporto S/T del canale di gronda.

Per l'identificazione di S e T si rimanda alla Figura 9.

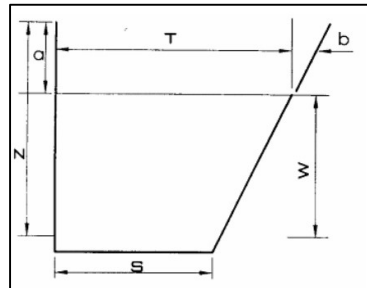


Figura 9: Grondaia.

Di seguito i dettagli dello scarico del pluviale:

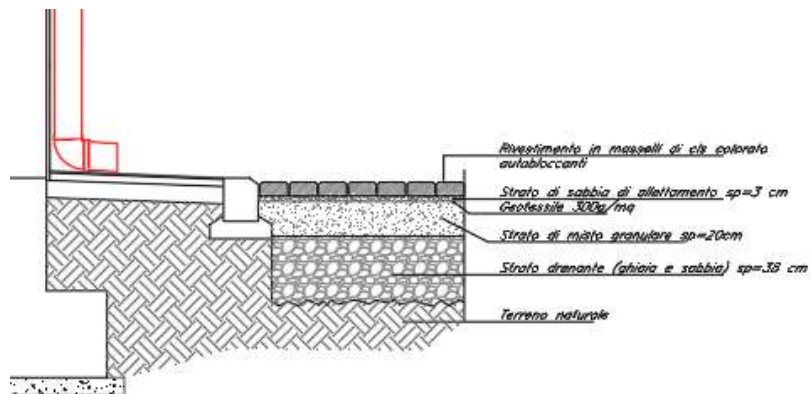


Figura 10 – Dettaglio scarico pluviale.

La portata di progetto di un pluviale verticale a sezione circolare si calcola con la formula di Wylly Eaton:

$$Q_p = 2.5 \cdot 10^{-4} \cdot k_0^{-0.167} \cdot d_i^{2.667} \cdot f^{1.667}$$

Con  $Q_p$  capacità del pluviale [l/s],  $K_0$  scabrezza del pluviale pari a 0.25 mm, di diametro interno del pluviale [mm], f grado di riempimento di norma pari a 0.33.

Pluviali	Capacità idraulica bocca di efflusso											Capacità idraulica pluviale
	Q	D=D0	K0-coeff scarico	h	W	Fh	b grond	Q0	K0 scabrezza pluv.	D interno	Grado riemp	Capacità idraulica
l/s	mm	mm		mm	mm		m	l/s	mm	mm		l/s
PL1-PL2-PL3-PL4	4.08	120	1	23.5	50	0.47	0.5	4.65	0.25	120	0.33	17.42



	<b>NODO DI NOVARA. i fase prg di novara boschetto</b> <b>BRETELLA MERCI E PRG BOSCHETTO</b> FABBRICATI TECNOLOGICI					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	PROGETTO NMOY	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FA0104 001	REV. A

## 6.2 SISTEMA DI SMALTIMENTO

Le aree scoperte dei parcheggi e del piazzale sono realizzate in masselli autobloccanti, per ridurre le superfici impermeabili attuali, aumentare la dispersione delle acque nel terreno e ripristinare l'attuale sistema a dispersione delle acque.

La portata che si infiltra nel sottosuolo è:

Tabella 1

<b>k</b>	<b>S<sub>inf</sub></b>	<b>φ</b>	<b>Q<sub>inf</sub></b>
<b>m/s</b>	<b>mq</b>	<b>-</b>	<b>l/s</b>
1.00E-05	446.00	1.00	4.46

Dove:

$k$  = coefficiente di permeabilità del terreno [m/s] (dedotto dalla relazione geologica);

$Q_{inf}$  = portata che si infiltra [l/s];

$S_{inf}$  = superficie adibita all'infiltrazione [m<sup>2</sup>];

$\varphi$  = coefficiente di afflusso.

Inoltre, considerando una percentuale di porosità dello strato filtrante del 30%, è possibile definire il volume di laminazione netto:

$$V_{lam} = S_{inf} \cdot H_{fil} \cdot n = 40.14 \text{ m}^3$$

Con:

$H_{fil}$  = altezza dello strato in materiale poroso, 30 cm;

$n$  = porosità.

Il dimensionamento del bacino di laminazione è funzione della portata massima accettabile allo scarico, ed è finalizzata a contenere l'evento meteorico più critico, per un tempo di ritorno assegnato.

Il volume di calcolo perciò considerando un coefficiente udometrico imposto allo scarico di 0 l/(s ha), con i coefficienti della curva di possibilità pluviometrica definiti al capitolo 4 associati ad un tempo di ritorno imposto pari a 25 anni.

Le equazioni che descrivono il funzionamento del manufatto sono:

- Equazione di continuità:  $Q_e(t) - Q_u(t) = dW(t)/dt$

	<b>NODO DI NOVARA. i fase prg di novara boschetto</b> <b>BRETELLA MERCI E PRG BOSCHETTO</b> FABBRICATI TECNOLOGICI					
	RELAZIONE DI SMALTIMENTO IDRAULICO	PROGETTO NMOY	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FA0104 001	REV. A

- Relazione tra il volume invasato ed il livello idrico nella vasca:  $W(t) = W(h(t))$
- Legge d'efflusso che governa l'efflusso dalla vasca:  $Q_u(t) = Q_u(t, h(t))$

dove  $Q_e(t)$  è la portata in ingresso alla vasca nel generico istante  $t$ ,  $Q_u(t)$  è la portata in uscita dalla vasca in funzione del tempo,  $W(t)$  è il volume invasato nella vasca nell'istante  $t$ .

Per il dimensionamento della vasca di laminazione è stato utilizzato il metodo delle piogge, secondo cui il volume in ingresso alla vasca  $W_e$  si calcola come:

$$W_e = \varphi \cdot h \cdot A$$

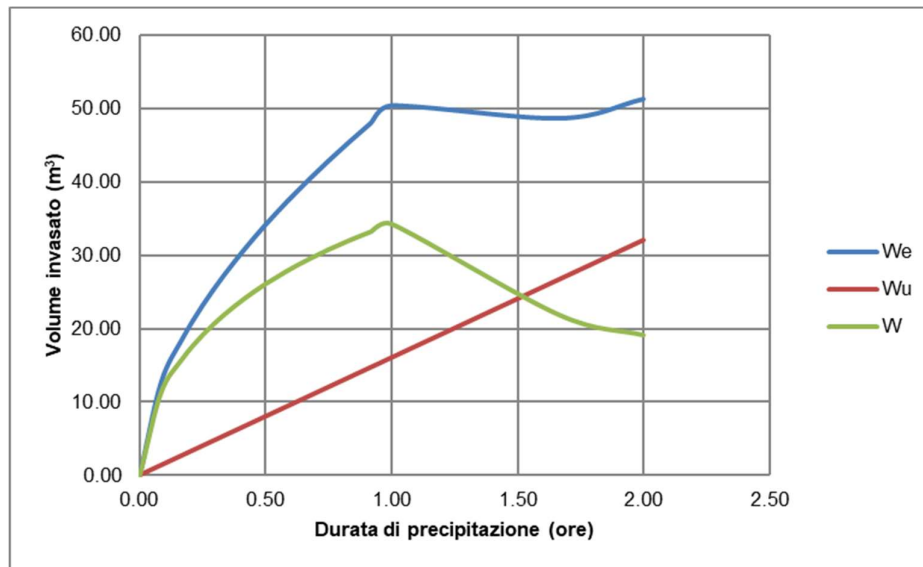
Con  $\varphi$  coefficiente di afflusso della superficie pari 1.00,  $h$  [m] è l'altezza di precipitazione associata all'evento con tempo di ritorno  $T_r$ ,  $A$  [mq] è la superficie su cui agisce la vasca.

Il volume uscente massimo si calcola moltiplicando la portata massima uscente  $Q_{u,max}$  [l/s] per la durata dell'evento di precipitazione  $\theta$  [s]:  $W_u = Q_{u,max} \cdot \theta$  dove la massima portata uscente si determina sfruttando il calcolo riassunto in Tabella 1.

Definiti in questo modo il volume in ingresso ed il volume uscente, si riesce a determinare compiutamente il volume da invasare, dato dalla differenza massima tra  $W_e$  e  $W_u$ , come riportato nella seguente tabella:

										Vmin	34.24
Durata di pioggia		Sup. Bacino	Dati dell'equazione pluv.		Coeff. di deflusso	Altezza di pioggia	Volume entrante	Portata uscente		Volume uscente	Volume da invasare
$t_p$	$t$	A	a	n	$\phi$	h	$W_e$	$Q_u$	$Q_u$	$W_u$	W
min	h	ha	mm			mm	m <sup>3</sup>	l/s	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.0813	61.87	0.56	1	0.00	0.00	4.46	16.06	0.00	0.00
5	0.08	0.0813	61.87	0.56	1	15.39	12.51	4.46	16.06	1.34	11.17
10	0.17	0.0813	61.87	0.56	1	22.68	18.44	4.46	16.06	2.68	15.77
15	0.25	0.0813	61.87	0.56	1	28.47	23.14	4.46	16.06	4.01	19.13
20	0.33	0.0813	61.87	0.56	1	33.44	27.19	4.46	16.06	5.35	21.84
25	0.42	0.0813	61.87	0.56	1	37.89	30.81	4.46	16.06	6.69	24.12
30	0.50	0.0813	61.87	0.56	1	41.97	34.12	4.46	16.06	8.03	26.09
35	0.58	0.0813	61.87	0.56	1	45.75	37.19	4.46	16.06	9.37	27.83
40	0.67	0.0813	61.87	0.56	1	49.30	40.08	4.46	16.06	10.70	29.38

45	0.75	0.0813	61.87	0.56	1	52.66	42.82	4.46	16.06	12.04	30.77
50	0.83	0.0813	61.87	0.56	1	55.86	45.42	4.46	16.06	13.38	32.04
55	0.92	0.0813	61.87	0.56	1	58.93	47.91	4.46	16.06	14.72	33.19
<b>60</b>	<b>1.00</b>	0.0813	<b>61.87</b>	<b>0.56</b>	<b>1</b>	<b>61.87</b>	<b>50.30</b>	<b>4.46</b>	<b>16.06</b>	<b>16.06</b>	<b>34.24</b>
100	1.67	0.0813	51.58	0.288	1	59.75	48.58	4.46	16.06	26.76	21.82
120	2.00	0.0813	51.58	0.288	1	62.98	51.20	4.46	16.06	32.11	19.09



**Figura 11: Diagramma durata di precipitazione – Volume da invasare**