

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



PROGETTO DEFINITIVO

NODO DI NOVARA

1^ FASE PRG DI NOVARA BOSCHETTO

Viabilità NV01 - Viabilità sostitutiva del passaggio a livello di Via delle Rosette

RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA STRADALE

SCALA:

-

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

NM0Y 00 D 11 RI NV0100 001 A

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




File: NM0Y00D11RINV0100001A.DOCX

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI E DI LETTERATURA.....	4
3	CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	5
4	CARATTERIZZAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO.....	5
5	PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	7
6	PROGETTAZIONE DELLA VASCA DI RILANCIO.....	9
7	PROGETTAZIONE DEI FOSSI DISPERDENTI.....	14
8	CONCLUSIONI	15
9	ALLEGATI DI CALCOLO	16
9.1	CALCOLO FOSSI DISPERDENTI.....	16


 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NODO DI NOVARA 1^ FASE PRG DI NOVARA BOSCHETTO					
	RELAZIONE IDRAULICA DELLA PIATTAFORMA STRADALE	COMMESSA NM0Y	LOTTO 00	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO NV0001 001	REV. A

1 PREMESSA

La presente relazione ha come obiettivo il dimensionamento delle opere di presidio idraulico destinate alla captazione, al convogliamento, al trattamento e alla disposizione delle acque di pioggia che insistono sulla viabilità oggetto di studio. Tutte le verifiche sono realizzate in riferimento a eventi critici con periodo di ritorno pari a 25 anni (rete di drenaggio) e 100 anni (sistemi di accumulo e restituzione). Per quanto attiene alle verifiche dei fossi perdenti si è deciso di adottare un tempo di ritorno di 100 anni, malgrado le linee guida Italferr suggeriscano valori più moderati (TR=25 anni). Considerate, tuttavia, le peculiari condizioni idrogeologiche dei siti in esame, con presenza diffusa di acquiferi affioranti, si è progettualmente preferito adottare soluzioni più cautelative che permettessero di assicurare i necessari volumi di laminazione anche nel caso di eventuali parzializzazioni della capacità utile del sistema causate dalla risalita della falda.

Il documento si articola secondo i seguenti capitoli:


- Capitolo 2 – Riferimenti Normativi e di Letteratura;
- Capitolo 3 – Curve di possibilità pluviometrica;
- Capitolo 4 – Caratterizzazione della rete di drenaggio;
- Capitolo 5 – Progettazione della rete di drenaggio;
- Capitolo 6 – Progettazione della vasca di sollevamento;
- Capitolo 7 – Progettazione dei fossi perdenti;
- Capitolo 8 – Conclusioni;
- Capitolo 9 – Allegati di calcolo.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NODO DI NOVARA 1^ FASE PRG DI NOVARA BOSCHETTO					
	RELAZIONE IDRAULICA DELLA PIATTAFORMA STRADALE	COMMESSA NM0Y	LOTTO 00	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO NV0001 001	REV. A

2 RIFERIMENTI NORMATIVI E DI LETTERATURA

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";*
- *R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775 - Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;*
- *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. 17 gennaio 2018);*
- *"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);*
- *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 e B. Allegato B - Criteri tecnici per la valutazione della pericolosità e del rischio lungo il reticolo idrografico.*
- *Linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi nel bacino del Terdoppio dell'Autorità di Bacino del Fiume Po;*
- *"Piano comprensoriale di bonifica, di irrigazione e di tutela del territorio rurale" del Consorzio di irrigazione e bonifica Est Sesia.*
- *"Sistemi di fognatura" Centro Studi Deflusso Urbano.*
- *D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. – art 113, comma 2 – Regione Lombardia.*

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NODO DI NOVARA 1^ FASE PRG DI NOVARA BOSCHETTO					
	RELAZIONE IDRAULICA DELLA PIATTAFORMA STRADALE	COMMESSA NM0Y	LOTTO 00	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO NV0001 001	REV. A

3 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Il presente capitolo espone i risultati dell'analisi idrologica già proposta all'interno della relazione NM0Y00D11RHID0001001A e finalizzata alla determinazione delle curve di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno per il sito in esame.

La tabella che segue riporta i parametri sintetici delle Curve di Possibilità Pluviometrica per eventi di durata inferiore ai 30minuti e superiori ai 60minuti. Tutti i valori intermedi sono stati calcolati mediante interpolazione.

$$h_{TR,d} = ad^n$$

ID	d ≥ 1h			d < 30min		
	TR = 25 anni	TR = 100 anni	TR = 200 anni	TR = 25 anni	TR = 100 anni	TR = 200 anni
a (mm/h)	51.579	63.69	69.66	61.87	76.41	83.57
n	0.288	0.288	0.288	0.56	0.56	0.56

Nel caso in esame saranno utilizzati i valori dei parametri sintetici relativi a un TR=100 anni.

4 CARATTERIZZAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO

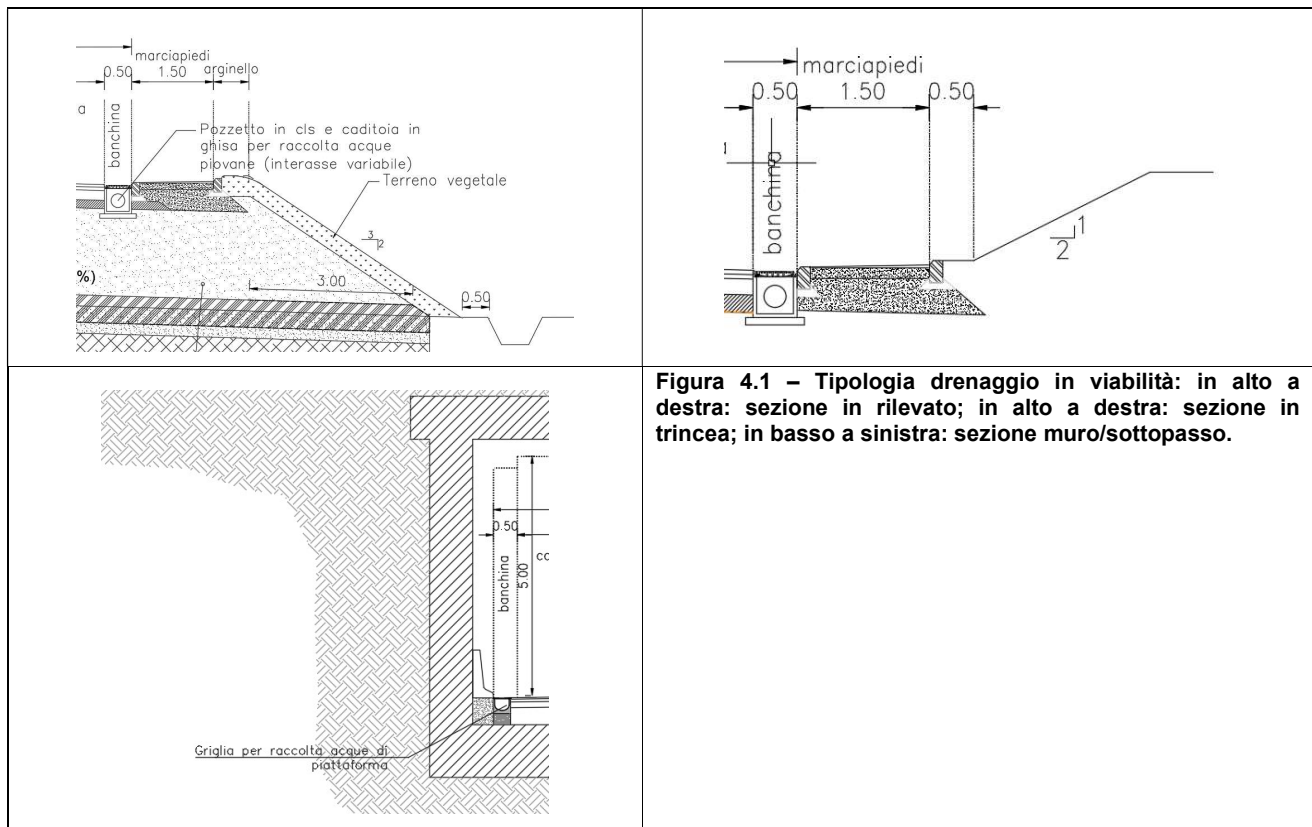
Come è possibile osservare dalle figure che seguono, il sistema di drenaggio per la viabilità in esame (categoria F) è caratterizzato da:


1. Sezioni in rilevato/trincea (piattaforma) – captazione dei volumi meteorici realizzata a mezzo di caditoie grigliate in ghisa sferoidale 50x50cm (classe di resistenza D400) e collocate per un interasse medio di 20m. Il deflusso è orientato a mezzo del cordolo stradale di separazione da marciapiede (carreggiata destra) o dall'arginello/piede trincea (carreggiata sinistra). Le portate raccolte vengono convogliate a mezzo di condotte in PeAD (DN 315) ai fossi drenanti 50x50cm collocati lateralmente alla viabilità.

2. Sezioni lungo muro/sottopasso – captazione dei volumi meteorici realizzata a mezzo di canaletta in calcestruzzo 30x30cm, con griglia continua in ghisa sferoidale carrabile (classe di resistenza D400). I volumi raccolti vengono convogliati all'interno di una vasca di rilancio e destinati ai fossi drenanti.

Lo smaltimento dei volumi intercettati dalla piattaforma stradale è realizzato a mezzo di fossi drenanti in terra, sezione trapezoidale con base variabile (0.50 - 2.0m) e profondità 0.50m.

Considerate le esigue dimensioni del bacino complessivamente drenato (inferiore a 2000m²), si ritiene non necessario il trattamento delle portate intercettate (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. – art 113, comma 2).



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NODO DI NOVARA 1^ FASE PRG DI NOVARA BOSCHETTO					
	RELAZIONE IDRAULICA DELLA PIATTAFORMA STRADALE	COMMESSA NM0Y	LOTTO 00	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO NV0001 001	REV. A

5 PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Il presente capitolo ha come obiettivo il dimensionamento della rete di drenaggio costituito dalla rete di collettori sotterranei destinati al convogliamento dei volumi meteorici intercettati dalla piattaforma stradale.

La verifica delle condotte è realizzata raffrontando la massima portata defluente, determinata mediante formula razionale, rispetto alla capacità del fosso (scala di deflusso).

La portata di progetto risulta dunque:

$$Q(Tr, d) = ad^{n-1}S\varphi$$


Con:

1. a, n – parametri della curva di possibilità pluviometrica per $Tr = 25$ anni;
2. d – durata di progetto dell'evento sintetico di pioggia. Nel caso indicato, considerata l'esiguo sviluppo della rete disperdente appare cautelativa l'ipotesi di un evento critico della durata pari a 10minuti;
3. S – superficie di deflusso;
4. φ – coefficiente di deflusso (0.9 piattaforma stradale, 0.6 rilevato stradale e 0.4 superfici esterne).

La tabella che segue riporta i risultati ottenuti per la rete in esame.

ID	DETERMINAZIONE PORTATA DI PROGETTO									
	S_pav m ²	φ_{pav}	S_sc m ²	φ_{sc}	S_est m ²	φ_{est}	S_eq m ²	d min	I mm/h	Q mc/s
SX - SEZ. 3 - 7	211.31	0.9	0	0.6	0	0.4	190.18	10	136.10	0.0072
SX - SEZ. 7 - 14	577.82	0.9	0	0.6	0	0.4	520.04	10	136.10	0.0197
SX - SEZ.15 - 17	78.13	0.9	0	0.6	0	0.4	70.31	10	136.10	0.0027
DX - SEZ.15 - 22	296.88	0.9	0	0.6	0	0.4	267.19	10	136.10	0.0101
SX - SEZ.25 - 28	234.38	0.9	0	0.6	0	0.4	210.94	10	136.10	0.0080
DX - SEZ.22 - 28	353.13	0.9	0	0.6	0	0.4	317.81	10	136.10	0.0120
SX - SEZ. 28 -31	109.38	0.9	39	0.6	0	0.4	121.84	10	136.10	0.0046
DX - SEZ. 28 - 31	109.38	0.9	39	0.6	0	0.4	121.84	10	136.10	0.0046

Figura 5.1 – Determinazione portata critica - ID: identificativo condotta; S_pav/ φ_{pav} : superficie e coefficiente di afflusso della pavimentazione stradale; S_sc/ φ_{sc} : superficie e coefficiente di afflusso della scarpata stradale; S_est/ φ_{est} : superficie e coefficiente di afflusso del bacino esterno; d: durata dell'evento critico; I: intensità di pioggia di progetto; Q: portata critica di piena.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NODO DI NOVARA 1^ FASE PRG DI NOVARA BOSCHETTO					
	RELAZIONE IDRAULICA DELLA PIATTAFORMA STRADALE	COMMESSA NM0Y	LOTTO 00	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO NV0001 001	REV. A

La verifica dei collettori è realizzata nell'ipotesi di condizioni di moto uniforme secondo la relazione di Manning-Strickler:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}$$

Con n coefficiente di Manning ($n=0.015 \text{ s/m}^{1/3}$), A ed R superficie bagnata e raggio idraulico per assegnato tirante e i pendenza della condotta. La tabella di seguito riporta i risultati della verifica.


VERIFICA										
TIPO	DNest mm	DNint/B mm	h m	alpha rd	A m ²	P m	R m	i	Q mc/s	V m/s
CIRC	315.00	272.00	0.11	2.696	0.021	0.733	0.029	0.005	0.0109	0.52
CIRC	315.00	272.00	0.11	2.824	0.023	0.768	0.030	0.010	0.0177	0.76
RETT	-	300.00	0.01	-	0.002	0.311	0.005	0.050	0.0010	0.55
RETT	-	300.00	0.02	-	0.007	0.346	0.020	0.050	0.0091	1.30
RETT	-	300.00	0.02	-	0.007	0.344	0.019	0.050	0.0082	1.26
RETT	-	300.00	0.04	-	0.012	0.378	0.031	0.050	0.0204	1.74
CIRC	315.00	272.00	0.06	1.983	0.010	0.539	0.018	0.005	0.0038	0.39
CIRC	315.00	272.00	0.06	1.983	0.010	0.539	0.018	0.005	0.0038	0.39

Figura 5.2 – Verifica della rete di drenaggio – Tipo: condotta/canaletta; DNest: diametro esterno; DNint/B: diametro/base; h: tirante idraulico; alpha: angolo al centro per assegnato tirante; A: area bagnata; P: perimetro bagnato; R: raggio idraulico; i: pendenza longitudinale; Q: capacità della condotta per assegnato tirante; V: velocità di deflusso.

Come è possibile osservare dalla tabella, il massimo riempimento delle condotte di progetto DN 310 è pari al 32% mentre le canalette, caratterizzate da una pendenza maggiore vengono riempite per il 10-15% al massimo.

In generale le condizioni di verifica della rete sono soddisfatte se:

1. Il massimo riempimento è inferiore al 50% o 75% per condotte di diametro inferiore o maggiore a 300mm rispettivamente – condizione soddisfatta;
2. La massima velocità di scorrimento è inferiore a 5m/s – condizione soddisfatta;
3. La minima velocità di scorrimento è maggiore di 0.3m/s - condizione soddisfatta. Si osserva a tal proposito che i valori di velocità minimi (condotte SX-DX 28-31) siano ottenuti per condizioni di portata modesti (<5l/s).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NODO DI NOVARA 1^ FASE PRG DI NOVARA BOSCHETTO					
	RELAZIONE IDRAULICA DELLA PIATTAFORMA STRADALE	COMMESSA NM0Y	LOTTO 00	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO NV0001 001	REV. A

6 PROGETTAZIONE DELLA VASCA DI RILANCIO

Le portate coltate dalle canalette grigliate vengono raccolte all'interno di una vasca di rilancio disposta lungo il minimo altimetrico della viabilità di progetto, in posizione antistante al manufatto stradale di attraversamento della ferrovia.

Per la determinazione del volume massimo da invasare si è utilizzato il cosiddetto metodo delle sole piogge. Il volume da invasare W_i , per assegnato istante temporale θ , è data dalla differenza tra volume entrante W_e e volume uscente W_u :

$$W_i = W_e - W_u$$

Il volume entrante W_e è determinato dall'afflusso meteorico h (altezza di precipitazione) su di una superficie S , caratterizzata da un coefficiente di deflusso φ , in un certo tempo di pioggia θ :

$$W_e = \varphi S h(\theta) = \varphi S a \theta^n$$

mentre il volume uscente W_u , nell'ipotesi di portata uscente Q_u costante, è dato da:

$$W_u = Q_u \theta$$


Pertanto il volume da invasare nel caso di un evento meteorico di durata θ risulta:

$$W_i = \varphi S a \theta^n - Q_u \theta$$

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo si ricavano la durata dell'evento critico θ_w ed il volume massimo di laminazione W_{\max} .

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

$$W_{\max} = \varphi S a \left(\frac{Q_u}{\varphi S a n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \left(\frac{Q_u}{\varphi S a n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NODO DI NOVARA 1^ FASE PRG DI NOVARA BOSCHETTO					
	RELAZIONE IDRAULICA DELLA PIATTAFORMA STRADALE	COMMESSA NM0Y	LOTTO 00	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO NV0001 001	REV. A

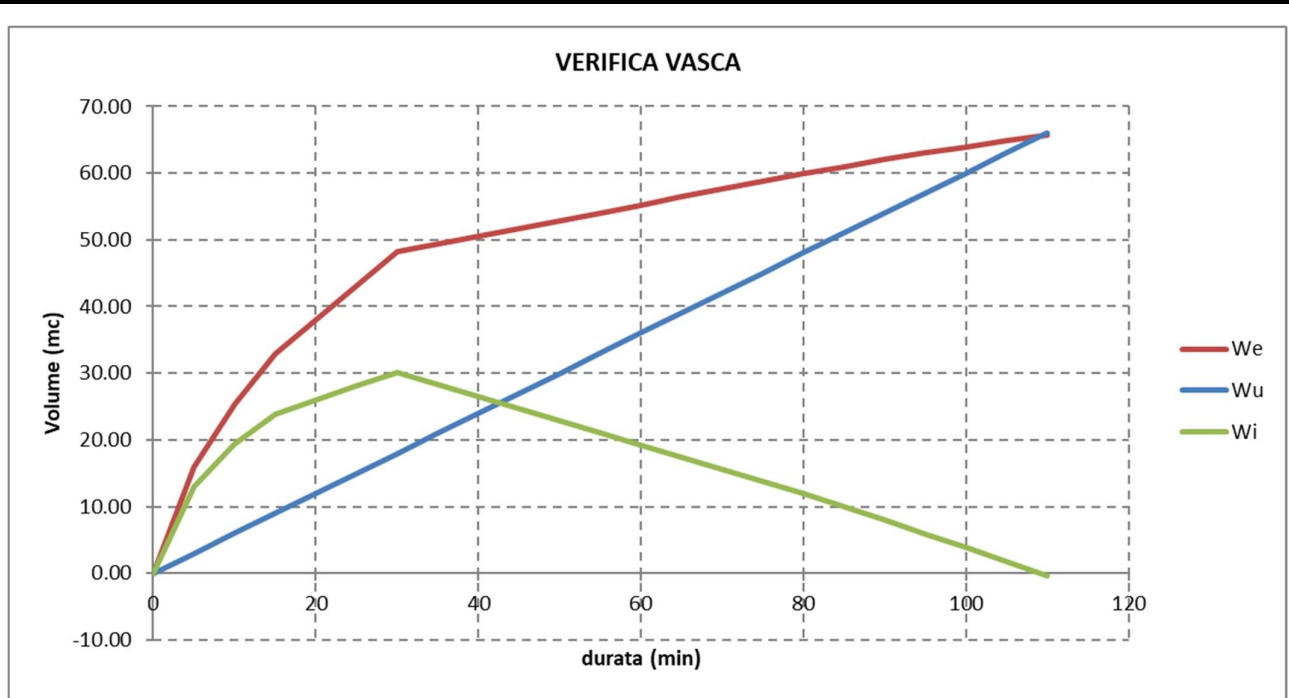
Dove a ed n sono i parametri delle Curve di Possibilità Pluviometrica per TR=100anni ($d > 1h$: $a=63.91\text{mm}/h^n$, $n=0.288$), φ il coefficiente di afflusso della superficie equivalente S e Q_u la portata uscente (10l/s). Il valore minimo è fissato al fine di garantire il corretto smaltimento all'interno dei fossi di guardia disperdenti che raccolgono i volumi convogliati dalla vasca e che li smaltiscono per infiltrazione. Portate maggiori, difatti, comporterebbero l'esigenza di capacità di raccolta più rilevanti e dunque meno compatibili con la tipologia di intervento di smaltimento (fosso disperdente) alle condizioni di permeabilità ridotta e falda affiorante in essere.

Le tabelle e le immagini di seguito rappresentate, riportano i dati di riferimento per i quali è stato realizzato il calcolo e i risultati.

DATI PLUVIOMETRICI		COEFFICIENTI DI REGRESSIONE SCROSCI			
$a_{100,d>1h}$ mm/h^n	n	h_5/h_{60}	h_{10}/h_{60}	h_{15}/h_{60}	h_{30}/h_{60}
63.69	0.288	0.29	0.45	0.57	0.79

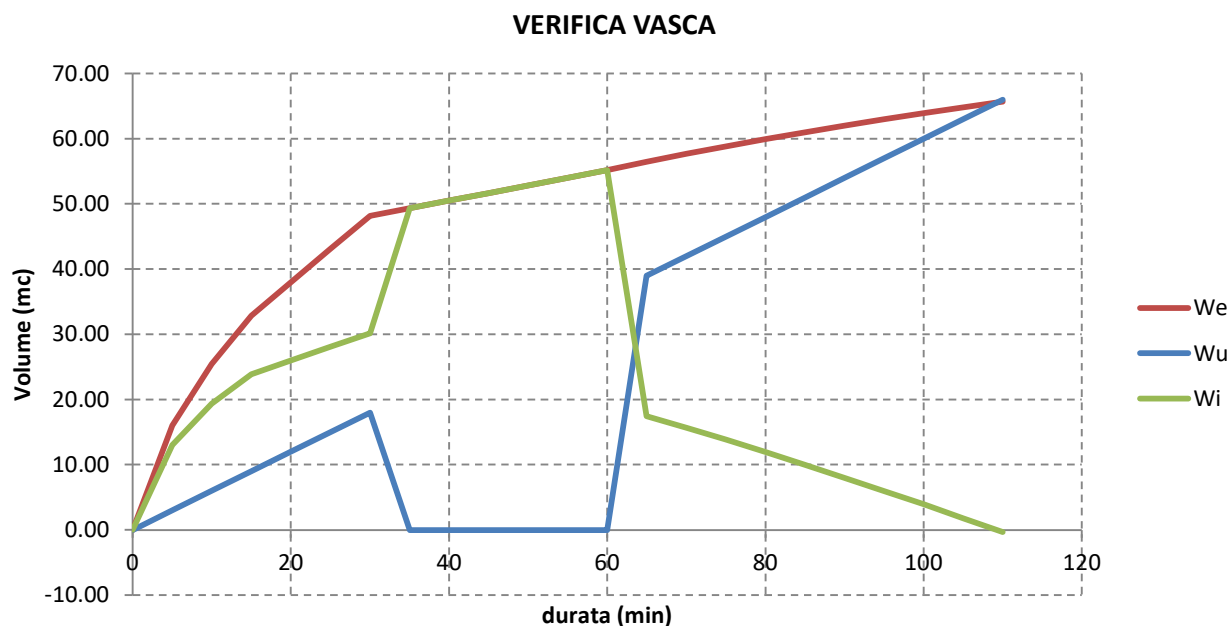
CALCOLO $W_e, d \geq 1h$							
ID	S_{pav} m^2	φ_{pav}	S_{sc} m^2	φ_{sc}	S_{est} m^2	φ_{est}	S_{eq} m^2
SX-SEZ.15-17	78.13	0.9	0	0.6	0	0.4	78.13
DX-SEZ.15-22	296.88	0.9	0	0.6	0	0.4	375.00
SX-SEZ.25-28	234.38	0.9	0	0.6	0	0.4	234.38
DX-SEZ.22-28	353.13	0.9	0	0.6	0	0.4	587.50
TOTALE							1275.00

Figura 6.1 – Calcolo dei volumi accumulati in vasca – Tabella1: dati pluviometrici; Tabella2: coefficienti di regressione degli scrosci (Calenda); Tabella3: dati di calcolo dei volumi entranti per durata maggiore uguale a un'ora. ID: identificativo condotta; S_{pav}/φ_{pav} : superficie e coefficiente di afflusso della pavimentazione stradale; S_{sc}/φ_{sc} : superficie e coefficiente di afflusso della scarpata stradale; S_{est}/φ_{est} : superficie e coefficiente di afflusso del bacino esterno; S_{eq} : superficie equivalente.



d min	We m ³	Qu m ³ /s	Wu m ³	Wi m ³	h m
0	0.00	0.010	0.00	0.00	0.00
5	16.00	0.010	3.00	13.00	0.09
10	25.41	0.010	6.00	19.41	0.13
15	32.88	0.010	9.00	23.88	0.16
20	37.98	0.010	12.00	25.98	0.17
25	43.08	0.010	15.00	28.08	0.19
30	48.18	0.010	18.00	30.18	0.20
35	49.35	0.010	21.00	28.35	0.19
40	50.51	0.010	24.00	26.51	0.18
45	51.68	0.010	27.00	24.68	0.16
50	52.84	0.010	30.00	22.84	0.15
55	54.01	0.010	33.00	21.01	0.14
60	55.17	0.010	36.00	19.17	0.13
65	56.46	0.010	39.00	17.46	0.12
70	57.68	0.010	42.00	15.68	0.10
75	58.83	0.010	45.00	13.83	0.09
80	59.94	0.010	48.00	11.94	0.08


Figura 6.2 – Verifica dei volumi accumulati in vasca – In alto: We: volume entrante all'interno della vasca; Wu: volume uscente; Wi: volume accumulato. In basso: tabella di verifica.



d min	We m ³	Qu m ³ /s	Wu m ³	Wi m ³	h m
0	0.00	0.010	0.00	0.00	0.00
5	16.00	0.010	3.00	13.00	0.09
10	25.41	0.010	6.00	19.41	0.13
15	32.88	0.010	9.00	23.88	0.16
20	37.98	0.010	12.00	25.98	0.17
25	43.08	0.010	15.00	28.08	0.19
30	48.18	0.010	18.00	30.18	0.20
35	49.35	0.010	0.00	49.35	0.33
40	50.51	0.010	0.00	50.51	0.34
45	51.68	0.010	0.00	51.68	0.34
50	52.84	0.010	0.00	52.84	0.35
55	54.01	0.010	0.00	54.01	0.36
60	55.17	0.010	0.00	55.17	0.37
65	56.46	0.010	39.00	17.46	0.12
70	57.68	0.010	42.00	15.68	0.10
75	58.83	0.010	45.00	13.83	0.09
80	59.94	0.010	48.00	11.94	0.08

Figura 6.3 – Verifica dei volumi accumulati in vasca in caso di mancato funzionamento del sistema di sollevamento – In alto: We: volume entrante all'interno della vasca; Wu: volume uscente; Wi: volume accumulato. In basso: tabella di verifica.

Come è possibile osservare dalla tabella di verifica, le condizioni di massimo volume accumulato in condizioni di impianto di sollevamento funzionante sono pari a 30.18 m³ (d=30 minuti). Volendo cautelativamente ipotizzare un'autonomia residua di 30 minuti ulteriori in caso di mancato funzionamento

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NODO DI NOVARA 1^ FASE PRG DI NOVARA BOSCHETTO					
	RELAZIONE IDRAULICA DELLA PIATTAFORMA STRADALE	COMMESSA NM0Y	LOTTO 00	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO NV0001 001	REV. A

dei sistemi di sollevamento, si osserva che il volume necessario è pari a 55.17 m³. La vasca ha dunque le dimensioni che seguono: 10x15x2.5m.

Il rilancio dei volumi accumulati è realizzato mediante un impianto di sollevamento costituito da 1+1 pompa in grado di convogliare una portata di 10l/s. La prevalenza delle pompe, H, sarà data dalla somma tra il dislivello geodetico H_g e le perdite di carico nella condotta in pressione, continue e localizzate:

$$H = H_g + jL + \frac{v^2}{2g} \sum k_i [m]$$

con j perdita di carico per unità di lunghezza, L lunghezza della condotta, v velocità nella condotta e k_i coefficiente delle perdite localizzate.

	k
Giunto a T	2.00
Valvola a saracinesca	0.25
Valvola di controllo	1.50
Gomito a 90°	0.75
Curva a 45°	0.20
Imbocco	0.50
Sbocco	1.00

Le perdite continue possono essere calcolate con la formula di Hazen-Williams:


$$jL = \frac{10.675Q^{1.852}}{C^{1.852} D^{4.8704}} L$$

con Q portata, C coefficiente di scabrezza assunto pari a 120 e D diametro della condotta (DN=100mm).

La potenza nominale, P, delle pompe sarà data dalla relazione:

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta}$$

con ρ densità dell'acqua, Q portata sollevata, H prevalenza e η rendimento (75%). La tabella di seguito

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NODO DI NOVARA 1^ FASE PRG DI NOVARA BOSCHETTO					
	RELAZIONE IDRAULICA DELLA PIATTAFORMA STRADALE	COMMESSA NM0Y	LOTTO 00	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO NV0001 001	REV. A

sintetizza i risultati del dimensionamento.

ΔH_{geo} m	Q_u m^3/s	ΔH_d m	v m/s	K	ΔH_k m	ΔH m	P KW
10.90	0.01	1.46	1.27	2	0.16	11.07	1.48

Figura 6.4 – Dimensionamento dell’impianto di sollevamento. ΔH_{geo} : perdite geodetiche; Q_u : portata uscente; ΔH_d : perdite distribuite; v : velocità uscente; K: costante cinetica; ΔH_k : perdite localizzate; ΔH : perdite compressive; P: potenza della pompa.

7 PROGETTAZIONE DEI FOSSI DISPERDENTI

I volumi meteorici intercettati dalle porzioni di viabilità in rilevato e quelli incamerati all’interno delle vasche di rilancio vengono smaltiti mediante infiltrazione all’interno dei fossi disperdenti disposti di piede rilevato. Il dimensionamento dei fossi è realizzato per applicazione dell’equazione di continuità:

$$W_i = W_e - W_u$$

Con W_e volume entrante (secondo relazione riportata al Capitolo 5) e W_u calcolato secondo la relazione:


$$W_u = KL \left(b + 2 \frac{h}{\sin(a)} \right)$$

Con K permeabilità media del terreno ($5 \times 10^{-5} m/s$), L lunghezza del fosso, b sviluppo trasversale della base del presidio e a angolo di inclinazione sull’orizzontale. Le tabelle che seguono riportano i risultati della modellazione.

La tabella che segue riassume tutti i parametri utilizzati per il dimensionamento dei fossi disperdenti.

ID	S_{pav} m^2	ϕ_{pav}	S_{vers} m^2	ϕ_{vers}	S_{eq} m^2	L m	b m	Hmax m	k m/s	d min	W_e m^3	Q_u m^3/s	W_u m^3	W_i m^3	h m
FD SX SEZ.2-14	710.21	0.9	306	0.6	1533.01	153	2	0.5	0.000005	320	158.12	0.0025	48.69	109.43	0.36
FD DX SEZ.3-14	0	0.9	76.2	0.6	45.72	127	0.5	0.5	0.000005	51.08	64.03	0.0009	2.64	61.38	0.24
SX - SEZ. 29-32	125	0.9	60	0.6	270.34	40	1.5	0.5	0.000005	250	25.97	0.0005	7.83	18.14	0.30
DX - SEZ. 29-32	125	0.9	60	0.6	270.34	40	1.5	0.5	0.000005	250	25.97	0.0005	7.83	18.14	0.30

Figura 7.1 – Fossi disperdenti – ID: identificativo; S_{pav}/ϕ_{pav} : superficie e coefficiente di afflusso della pavimentazione stradale; S_{vers}/ϕ_{vers} : superficie e coefficiente di afflusso del versante stradale; S_{eq} : superficie equivalente; L: lunghezza fosso; b: base fosso; k: permeabilità; Hmax: profondità massima; d: durata; W_e : volume entrante all’interno del fosso;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NODO DI NOVARA 1^ FASE PRG DI NOVARA BOSCHETTO					
	RELAZIONE IDRAULICA DELLA PIATTAFORMA STRADALE	COMMESSA NM0Y	LOTTO 00	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO NV0001 001	REV. A

Qu: portata entrante all'interno del fosso; **Wu:** volume uscente; **Wi:** volume accumulato; **h:** tirante massimo.

Si rimanda al capitolo 8 di questa relazione per le tabelle e le immagini contenenti i dati di riferimento per i quali è stato realizzato il calcolo dei fossi disperdenti.

I risultati del dimensionamento mettono in luce che:

1. Il fosso SX_Sez. 2-14 accumula un volume massimo di 130m³ per un tirante dell'ordine dei 40cm. Il tempo massimo di svuotamento è pari a 70h;
2. Il fosso DX_Sez. 3-14 accumula un volume massimo di 60m³ per un tirante dell'ordine dei 25cm. Il tempo massimo di svuotamento è pari a 60h;
3. Il fosso SX_Sez. 29-32 accumula un volume massimo di 20m³ per un tirante dell'ordine dei 0.30cm. Il tempo massimo di svuotamento è pari a 50h;
4. Il fosso DX_Sez. 29-32 accumula un volume massimo di 20m³ per un tirante dell'ordine dei 0.30cm. Il tempo massimo di svuotamento è pari a 50h.

8 CONCLUSIONI

La presente relazione ha esposto i risultati della progettazione del sistema di drenaggio adottato a presidio della piattaforma stradale NV01. Il sistema si compone di una rete di caditoie e collettori per lo smaltimento delle portate lungo rilevati e trincee e di un sistema di canalette grigliate 30x30cm lungo le tratte caratterizzate dalla presenza di muri. Il superamento delle condizioni di minimo è ottenuto mediante un impianto di sollevamento, disposto in ingresso allo scatolare stradale, costituito da 1+1 pompa (Qu=10l/s e P=1.48KW).

9 ALLEGATI DI CALCOLO

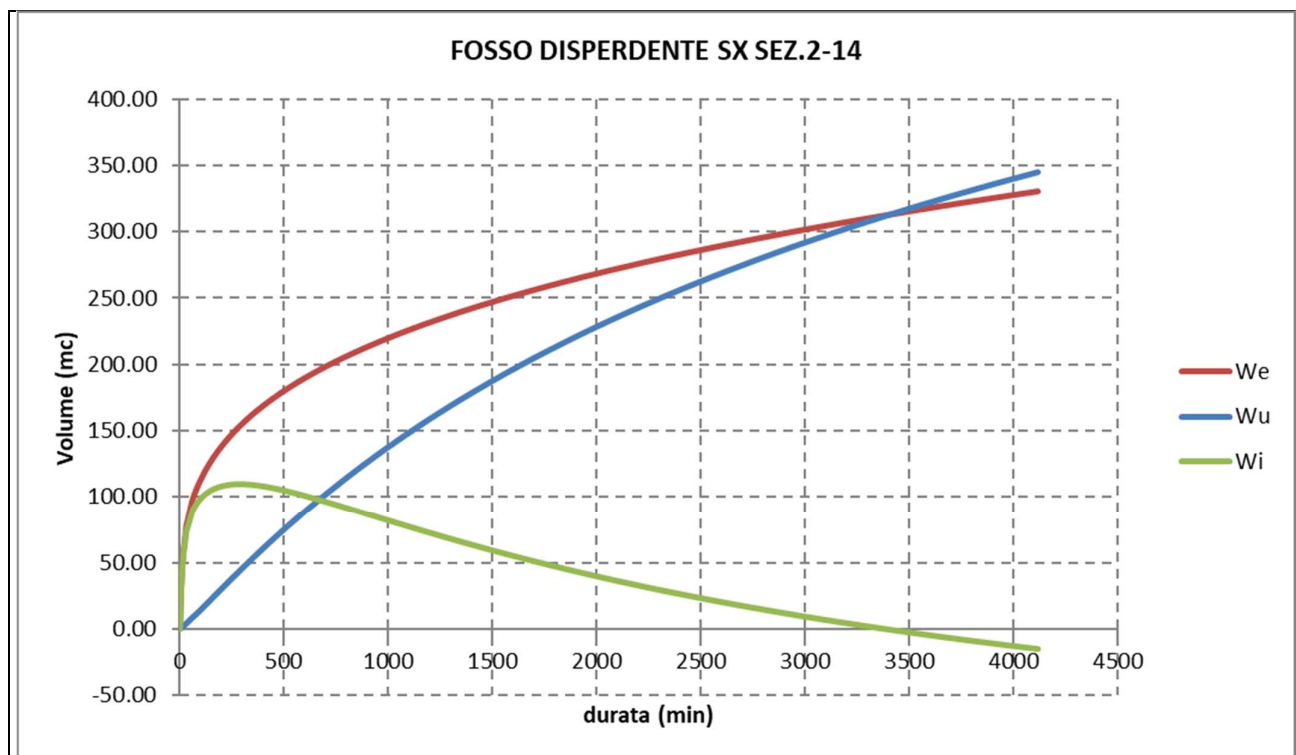
Le tabelle e le immagini di seguito rappresentate, riportano i dati di riferimento per i quali è stato realizzato il calcolo e i risultati.

9.1 CALCOLO FOSSI DISPERDENTI

DATI PLUVIOMETRICI		COEFFICIENTI DI REGRESSIONE SCROSCI			
a _{100,d>1h} mm/h ⁿ	n	h ₅ /h ₆₀	h ₁₀ /h ₆₀	h ₁₅ /h ₆₀	h ₃₀ /h ₆₀
63.69	0.288	0.29	0.45	0.57	0.79

ID	S _{pav} m ²	φ _{pav}	S _{vers} m ²	φ _{vers}	S _{eq} m ²	L m	b m	k m/s
FD SX SEZ.2-14	710.21	0.9	306	0.6	1533.01	153	2	0.000005

Figura 8.1 Calcolo dei volumi accumulati nei fossi disperdenti – Tabella1: dati pluviometrici; Tabella2: coefficienti di regressione degli scrosci (Calenda); Tabella3: dati di calcolo dei volumi entranti. ID: identificativo fosso disperdente; S_{pav}/φ_{pav}: superficie e coefficiente di afflusso della pavimentazione stradale; S_{vers}/φ_{vers}: superficie e coefficiente di afflusso del versante stradale; S_{eq}: superficie equivalente; L:lunghezza fosso; b:base fosso; k:permeabilità.



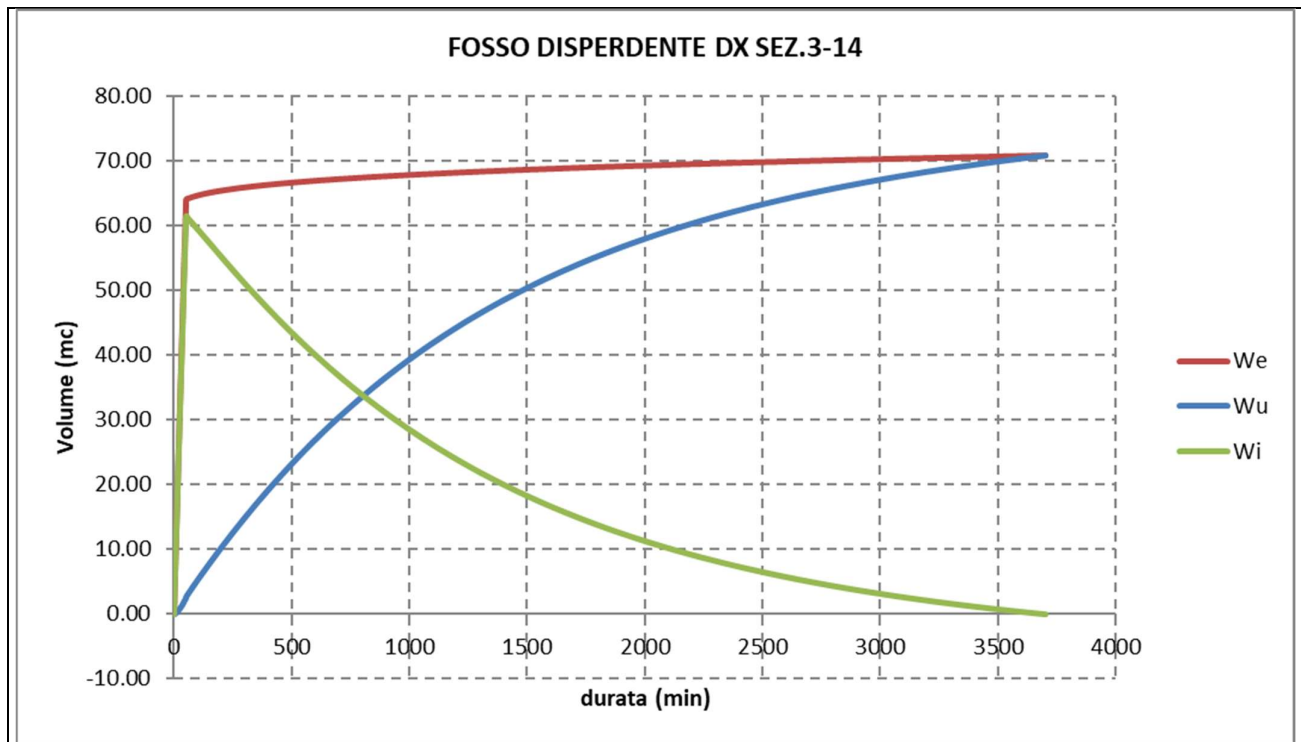
d min	We m ³	h m	Qu m ³ /s	Wu m ³	Wi m ³	h m
0	0.00	0.00	0.0015	0.00	0.00	0.00
5	32.54	0.00	0.0015	0.46	32.08	0.10
10	50.50	0.10	0.0017	1.01	49.49	0.16
15	63.96	0.16	0.0019	1.71	62.25	0.20
20	72.19	0.20	0.0020	2.45	69.74	0.23
25	80.42	0.23	0.0021	3.20	77.22	0.25
30	88.65	0.25	0.0022	3.97	84.68	0.28
35	92.58	0.28	0.0023	4.77	87.80	0.29
40	96.50	0.29	0.0023	5.57	90.93	0.30
45	100.43	0.30	0.0024	6.35	94.08	0.31
50	104.36	0.31	0.0024	7.14	97.22	0.32
55	108.29	0.32	0.0024	7.95	100.34	0.33
60	112.21	0.33	0.0024	8.77	103.44	0.34
80	121.91	0.34	0.0025	11.83	110.07	0.36
100	130.00	0.36	0.0025	15.06	114.94	0.38
120	137.01	0.38	0.0026	18.45	118.55	0.39
140	143.22	0.39	0.0026	21.85	121.37	0.40
160	148.84	0.40	0.0026	25.26	123.58	0.40
180	153.98	0.40	0.0027	28.67	125.31	0.41
200	158.72	0.41	0.0027	32.07	126.65	0.41
220	163.14	0.41	0.0027	35.46	127.67	0.42
240	167.28	0.42	0.0027	38.84	128.43	0.42
260	171.18	0.42	0.0027	42.21	128.97	0.42
280	174.87	0.42	0.0027	45.55	129.32	0.42
300	178.38	0.42	0.0027	48.88	129.50	0.42
320	181.73	0.42	0.0027	52.19	129.54	0.42
340	184.93	0.42	0.0027	55.47	129.46	0.42
360	188.00	0.42	0.0027	58.73	129.27	0.42
380	190.95	0.42	0.0027	61.96	128.98	0.42
400	193.79	0.42	0.0027	65.17	128.62	0.42
420	196.53	0.42	0.0027	68.35	128.18	0.42

Figura 8.2 – Verifica del fosso disperdente SX 2-14 – In alto: We: volume entrante all'interno del fosso; Wu: volume uscente; Wi: volume accumulato. In basso: tabella di verifica.

DATI PLUVIOMETRICI		COEFFICIENTI DI REGRESSIONE SCROSCI				Qvasca l/s
a _{100,d>1h} mm/h ⁿ	n	h ₅ /h ₆₀	h ₁₀ /h ₆₀	h ₁₅ /h ₆₀	h ₃₀ /h ₆₀	
63.69	0.288	0.29	0.45	0.57	0.79	20

ID	S _{pav} m ²	φ _{pav}	S _{vers} m ²	φ _{vers}	S _{eq} m ²	L m	b m	k m/s
FD DX SEZ.3-14	0	0.9	76.2	0.6	45.72	127	0.5	0.000005

Figura 8.3 Calcolo dei volumi accumulati nei fossi disperdenti – Tabella1: dati pluviometrici; Tabella2: coefficienti di regressione degli scrosci (Calenda); Tabella3: valore portata entrante dalla vasca al fosso; Tabella4: dati di calcolo dei volumi entranti. ID: identificativo fosso disperdente; S_{pav}/φ_{pav}: superficie e coefficiente di afflusso della pavimentazione stradale; S_{vers}/φ_{vers}: superficie e coefficiente di afflusso del versante stradale; S_{eq}: superficie equivalente; L:lunghezza fosso; b:base fosso; k:permeabilità.



d min	WeCPP m ³	WePP m ³	We m ³	h m	Qu m ³ /s	Wu m ³	Wi m ³	h m
0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0003	0.00	0.00	0.00
5	0.84	6.0	6.84	0.00	0.0003	0.10	6.75	0.05
10	1.31	12.0	13.31	0.05	0.0004	0.22	13.09	0.08
15	1.66	18.0	19.66	0.08	0.0005	0.42	19.24	0.11
20	1.87	24.0	25.87	0.11	0.0005	0.64	25.23	0.13
25	2.09	30.0	32.09	0.13	0.0006	0.89	31.20	0.15
30	2.30	36.0	38.30	0.15	0.0006	1.17	37.13	0.17
35	2.40	42.0	44.40	0.17	0.0007	1.46	42.94	0.19
40	2.50	48.0	50.50	0.19	0.0007	1.78	48.72	0.21
45	2.61	54.0	56.61	0.21	0.0008	2.12	54.49	0.23
50	2.71	60.0	62.71	0.23	0.0008	2.47	60.24	0.24
51.08	2.73	61.3	64.03	0.24	0.0009	2.64	61.38	0.24
60	2.91	61.3	64.21	0.24	0.0009	3.18	61.03	0.24
80	3.16	61.3	64.46	0.24	0.0009	4.25	60.21	0.24
100	3.37	61.3	64.67	0.24	0.0009	5.30	59.38	0.24
120	3.56	61.3	64.86	0.24	0.0009	6.32	58.54	0.24
140	3.72	61.3	65.02	0.24	0.0009	7.33	57.69	0.23
160	3.86	61.3	65.16	0.23	0.0009	8.32	56.84	0.23
180	4.00	61.3	65.30	0.23	0.0009	9.30	55.99	0.23
200	4.12	61.3	65.42	0.23	0.0009	10.27	55.15	0.23

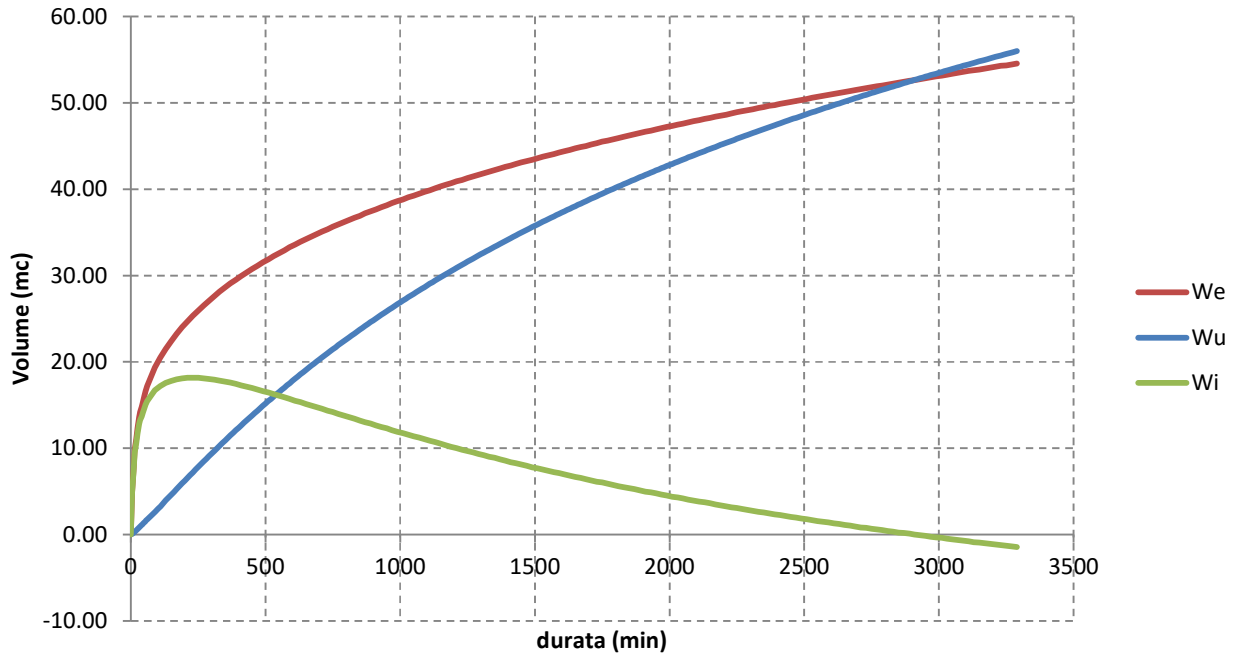
Figura 8.4 – Verifica del fosso disperdente SX 3-14 – In alto: WeCPP: volume piattaforma stradale; WePP: volume impianto di sollevamento; We: volume totale entrante all'interno del fosso; Wu: volume uscente; Wi: volume accumulato. In basso: tabella di verifica.

DATI PLUVIOMETRICI		COEFFICIENTI DI REGRESSIONE SCROSCI			
a _{100,d>1h} mm/h ⁿ	n	h ₅ /h ₆₀	h ₁₀ /h ₆₀	h ₁₅ /h ₆₀	h ₃₀ /h ₆₀
63.69	0.288	0.29	0.45	0.57	0.79

ID	Spav m ²	φ _{pav}	Svers m ²	φ _{vers}	Seq m ²	L m	b m	k m/s
SX - SEZ. 29-32	125	0.9	60	0.6	270.34	40	1.5	0.000005
DX - SEZ. 29-32	125	0.9	60	0.6	270.34	40	1.5	0.000005

Figura 8.5 Calcolo dei volumi accumulati nei fossi disperdenti – Tabella1: dati pluviometrici; Tabella2: coefficienti di regressione degli scrosci (Calenda); Tabella3: dati di calcolo dei volumi entranti. ID: identificativo fosso disperdente; S_{pav}/φ_{pav}: superficie e coefficiente di afflusso della pavimentazione stradale; S_{vers}/φ_{vers}: superficie e coefficiente di afflusso del versante stradale; S_{eq}: superficie equivalente; L: lunghezza fosso; b: base fosso; k: permeabilità.

FOSSO DISPERDENTE SXDX SEZ.29-32



d min	We m ³	h m	Qu m ³ /s	Wu m ³	Wi m ³	h m
0	0.00	0.00	0.0003	0.00	0.00	0.00
5	5.43	0.00	0.0003	0.09	5.34	0.09
10	8.42	0.09	0.0003	0.20	8.22	0.14
15	10.67	0.14	0.0004	0.34	10.32	0.17
20	12.04	0.17	0.0004	0.50	11.54	0.19
25	13.41	0.19	0.0004	0.65	12.76	0.21
30	14.78	0.21	0.0004	0.81	13.97	0.23
35	15.44	0.23	0.0005	0.97	14.46	0.24
40	16.09	0.24	0.0005	1.14	14.95	0.25
45	16.75	0.25	0.0005	1.30	15.45	0.26
50	17.40	0.26	0.0005	1.46	15.94	0.27
55	18.06	0.27	0.0005	1.62	16.43	0.27
60	18.71	0.27	0.0005	1.79	16.92	0.28
90	21.03	0.28	0.0005	2.72	18.31	0.31
110	22.28	0.31	0.0005	3.40	18.88	0.31
130	23.38	0.31	0.0005	4.12	19.26	0.32
150	24.36	0.32	0.0005	4.80	19.56	0.33
170	25.26	0.33	0.0005	5.48	19.77	0.33
190	26.08	0.33	0.0005	6.16	19.91	0.33
210	26.84	0.33	0.0005	6.84	20.00	0.33
230	27.55	0.33	0.0005	7.51	20.04	0.33
250	28.22	0.33	0.0005	8.18	20.05	0.33
270	28.85	0.33	0.0005	8.83	20.02	0.33
290	29.45	0.33	0.0005	9.49	19.97	0.33
310	30.03	0.33	0.0005	10.13	19.89	0.33
330	30.57	0.33	0.0005	10.77	19.80	0.33

Figura 8.6 – Verifica del fosso disperdente SX/DX 29-32 – In alto: We: volume entrante all'interno del fosso; Wu: volume uscente; Wi: volume accumulato. In basso: tabella di verifica.