



COMUNE DI LONATO DEL GARDA

PROVINCIA DI BRESCIA

REGIONE LOMBARDIA



PIANO DI LOTTIZZAZIONE "CAMPAGNOLI" AdT 12 UMI 2
loc. CAMPAGNOLI - VIA MANTOVA/BRODENA - COMUNE DI LONATO D/G (BS)
Fg. 54 mapp. n. 22, 23, 24p, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 93

STUDIO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE BIANCHE
PROGETTO DI INVARIANZA IDROLOGICA E IDRAULICA
(R.R. 23.11.2107 N. 7 - R.R. 19.04.2019 N. 8)

OPERE DI URBANIZZAZIONE



I-02 RELAZIONE DI CALCOLO

Committente:

LORENZI ANTONIO E GIOVANNI S.S. Via Napoleonica 27, 25018 Montichiari (BS) C.F. 01660230986
RAMBALDINI LORETTA via Pomaro 16, 25064 Gussago (BS) C.F. RMBLTT67A53B157S
SGH SRL Via Carpenedolo 90, 46049 Castiglione delle Stiviere (MN) C.F. 02685980209

Il progettista: **Dott. Ing. Giuseppe Negrinelli**
(Ordine degli Ingegneri della Provincia di Brescia n.1564)

Febbraio 2023

Rev. 002

INDICE

1	PREMESSA	2
2	DEFINIZIONE DEI SOTTOBACINI DI INTERVENTO	2
3	SOTTOBACINO PP01_2022 - PARCHEGGIO PUBBLICO	4
3.1	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO	4
3.2	PREDIMENSIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI SMALTIMENTO E DISPERSIONE A SERVIZIO DEL SOTTOBACINO PP01_2022	5
3.3	DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO E DISPERSIONE SOTTOBACINO PP01 CON IL METODO DI DETTAGLIO.....	10
3.3.1	<i>GRAFICI RIEPILOGATIVI – SOTTOBACINO PP01 TR = 50 Y - TP = 60'</i>	13
3.3.2	<i>VERIFICA REQUISITO MINIMO - VOLUME INVASO - ART. 12 C. 2 - SOTTOBACINO PP01_2022</i>	14
3.3.3	<i>VERIFICA DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO DEL DISPOSITIVO DI SMALTIMENTO SOTTOBACINO PP01</i>	15
3.4	VERIFICA DIMENSIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI SMALTIMENTO - SOTTOBACINO PP01 TR=100.....	15
3.4.1	<i>GRAFICI RIEPILOGATIVI – SOTTOBACINO PP01 TR = 100 Y TP = 60'</i>	19
3.5	DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI DI PROGETTO SOTTOBACINO PP01	20
3.6	CADITOIE SOTTOBACINO PP01_2022	23
4	SOTTOBACINO SV_2022 - STRADE E VIABILITA'	25
4.1	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO	26
4.2	PREDIMENSIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI SMALTIMENTO E DISPERSIONE A SERVIZIO DEL SOTTOBACINO SV_2022	28
4.3	DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO E DISPERSIONE SOTTOBACINO SV CON IL METODO DI DETTAGLIO.....	32
4.3.1	<i>GRAFICI RIEPILOGATIVI – SOTTOBACINO SV TR = 50 Y - TP = 60'</i>	35
4.3.2	<i>VERIFICA REQUISITO MINIMO - VOLUME INVASO - ART. 12 C. 2 - SOTTOBACINO SV ...</i>	36
4.3.3	<i>VERIFICA DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO DEL DISPOSITIVO DI SMALTIMENTO SOTTOBACINO SV</i>	37
4.4	VERIFICA DIMENSIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI SMALTIMENTO - SOTTOBACINO SV TR=100	37
4.4.1	<i>GRAFICI RIEPILOGATIVI – SOTTOBACINO SV TR = 100 Y - TP = 60'</i>	41
4.5	DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI DI PROGETTO SOTTOBACINO SV_2022	42
4.6	CADITOIE SOTTOBACINO SV	44
4.7	CANALETTA CON GRIGLIA A TUTTA STRADA SOTTOBACINO SV_2022.....	45

1 PREMESSA

La presente relazione è relativa alla definizione degli interventi atti a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica in ottemperanza ai disposti del Regolamento Regionale 23.11.2017 n. 7, *"Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (legge per il governo del territorio)* e del Regolamento Regionale 19.04.2019 n. 8, *"Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7"*, relativamente alle **Opere di Urbanizzazione a corredo del Piano di Lottizzazione "Campagnoli" dell'Ambito di Trasformazione 12 – UMI 2**, ubicato sul terreno sito in Lonato del Garda prospiciente la via Mantova - Brodena, catastalmente identificato nel NCT al foglio 54, mappali 22, 24p, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 93 e 23 proposto dai sigg.i:

- Lorenzi Antonio e Giovanni S.S., con sede in via Napoleonica 27, 25018 Montichiari (Bs), C.F. 01660230986,
 - Rambaldini Loretta, con sede in via Pomaro 16, 25014 Gussago (Bs), C.F. RMBLTT67A53B157S,
 - SGH SRL, con sede in via Carpenedolo 90, 46049 Castiglione delle Stiviere (MN), CF 02685980209,
- in qualità di proprietari degli immobili.

La presente relazione viene redatta al fine di fornire la descrizione dettagliata dei dati, parametri, modalità e risultati dei calcoli di dimensionamento degli interventi proposti e delle soluzioni previste nello Studio del Sistema di Smaltimento delle Acque Bianche - Progetto di invarianza idraulica e idrologica, conformemente alle disposizioni del regolamento e secondo i contenuti di cui all'articolo 10 del R.R. 7/2017, per ciascun sottobacino in cui è stata suddivisa l'intera area interessata dagli interventi.

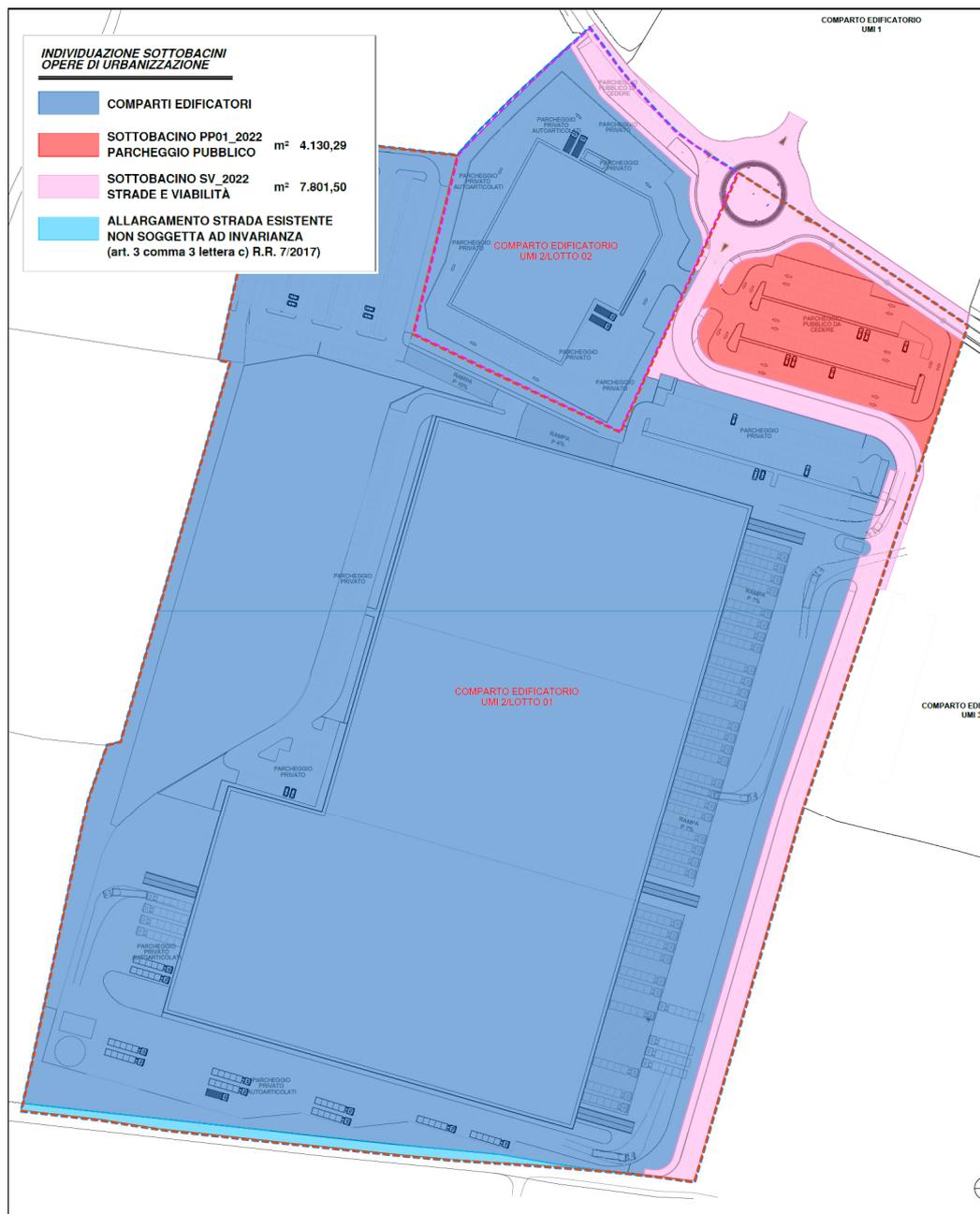
In ottemperanza allo spirito del citato Regolamento, la relazione non contiene solo i risultati del dimensionamento, ma descrive nel dettaglio i parametri assunti e i calcoli svolti così da consentire la verifica dei dimensionamenti proposti al lettore esperto.

2 DEFINIZIONE DEI SOTTOBACINI DI INTERVENTO

L'area interessata dall'intervento, relativo al Piano di Lottizzazione "Campagnoli" dell' "Ambito di Trasformazione 12 – UMI 2", risulta prospiciente la via Mantova - Brodena ed è identificata catastalmente nel NCT al foglio 54, mappali 22, 24p, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 93 e 23; la stessa via Mantova risulta parzialmente oggetto di interventi di manutenzione straordinaria, potenziamento e ammodernamento con realizzazione di una nuova rotatoria di accesso al nuovo comparto.

Trattandosi di un comparto particolarmente vasto, con significativo gradiente altimetrico, anche per quanto riguarda la sola realizzazione delle Opere di Urbanizzazione, per le specifiche finalità del presente, si è reso necessario procedere alla suddivisione in sottobacini con l'obiettivo di ottimizzare le soluzioni progettuali per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche; tale suddivisione è funzionale alla specifica morfologia dei luoghi, in quanto sono presenti importanti dislivelli, realizzazione di nuovi piazzali ed aree di manovre a quote differenti, con destinazione finale in cessione o ad uso pubblico.

Per ciascun sottobacino individuato è stato sviluppato il dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque bianche in modo autonomo.



Suddivisione in sottobacini dell'area di intervento "Opere di Urbanizzazione"

COMUNE DI LONATO AMBITO DI TRASFORMAZIONE 12 "UMI 2" LOCALITA' CAMPAGNOLI	
SIGG. LORENZI ANTONIO E GIOVANNI S.S. - RAMBALDINI LORETTA - SGH SRL VIA MANTOVA - BRODENA FG. 54 MAPP. 22-24p-35-36-37-38-39-40-41-93-24	Superficie interessata Intervento
	[m ²]
SOTTOBACINO PP01_2022 - Parcheggio Pubblico	4130.29
SOTTOBACINO SV_2022 - Strade e Viabilità	7801.50
Superficie complessiva area di intervento	11931.79

3 SOTTOBACINO PP01_2022 - PARCHEGGIO PUBBLICO

Il presente sottobacino comprende l'intera area destinata a parcheggio pubblico posta a sud della via Mantova - Brodena, immediatamente a est della nuova rotatoria di accesso al "Nuovo Insediamento Produttivo" sito in Località Campagnoli, rientrando nell'Ambito di Trasformazione AdT 12 - UM 2.

L'area d'interesse è contraddistinta dall'intero lato nord posto in fregio alla via Mantova; al parcheggio si accede dal carraio posto sul lato sinistro della strada di penetrazione dell'Ambito dopo aver disimpegnato la rotatoria alla seconda uscita dalla Provinciale Desenzano Castiglione.

Sul fronte nord del nuovo parcheggio, il tratto di viabilità esistente che ad oggi collega la località Brodena con la via Mantova e perimetra sul lato Nord dell'Ambito AdT 12 - UMI 2, oggetto di trasformazione, la viabilità risulterà modificata in quanto nell'ambito dell'intervento complessivo è prevista la realizzazione di rettifica stradale e formazione di nuova rotatoria.

Trattasi dell'area interessata dal Parcheggio pubblico P1 e viabilità - aree di manovra, verde profondo e parcheggi drenati posti a Nord del fabbricato di progetto, le aree del nuovo parcheggio sono poste alla quota di circa - 9.50 e degradanti fino a raggiungere la quota maggiormente ribassata di - 11.03 in angolo Sud - Est.

Ai sensi dell'articolo 3 comma 2 lettere b) e d), l'area inclusa nel presente sottobacino è soggetta ai disposti del Regolamento Regionale 7/2017.

Per il Sottobacino in oggetto, della superficie complessiva di circa 4130 m², si è quindi provveduto alla progettazione del sistema di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche secondo le modalità indicate dal Regolamento stesso.

COMUNE DI LONATO AMBITO DI TRASFORMAZIONE 12 "UMI 2" LOCALITA' CAMPAGNOLI			
SIGG. LORENZI ANTONIO E GIOVANNI S.S., RAMBALDINI LORETTA, SGH SRL VIA MANTOVA - BRODENA FG. 54 MAPP. 22-24p-35-36-37-38-39-40-41-93 -23 SOTTOBACINO PP01 - PARCHEGGIO PUBBLICO -	Sottobacino	Interno comparto	Superficie interessata Intervento
			[m ²]
Verde nord	PP01	SI	318.53
Verde aiuola nord	PP01	SI	167.38
Verde aiuola sud	PP01	SI	140.85
Verde ovest	PP01	SI	84.03
Verde est	PP01	SI	174.92
Parcheggio drenante 1	PP01	SI	188.29
Parcheggio drenante 2	PP01	SI	265.50
Parcheggio drenante 3	PP01	SI	312.50
Parcheggio drenante 4	PP01	SI	338.16
Parcheggio drenante 5	PP01	SI	338.16
Viabilità - marciapiedi - cordoli e muretti	PP01	SI	1801.97
Superficie totale Sottobacino			4130.29

3.1 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO

Lo Studio di seguito sviluppato prevede lo smaltimento delle portate meteoriche generate dal sottobacino e raccolte dalla rete di drenaggio per infiltrazione mediante un sistema di pozzi perdenti in batteria opportunamente collocati all'interno dell'area di interesse, ed in prossimità della zona maggiormente depressa (lato Est).

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche è costituito da complessive n. 21 caditoie opportunamente

collocate sulla nuova viabilità e nelle aree a parcheggio pubblico e da tratti di collettori in PVC SN8 De 315. Il tratto terminale che collega le rispettive linee di collettamento con i dispositivi di smaltimento per dispersione è previsto con tubazioni PVC SN8 De 355 mm..

Il sistema di smaltimento per infiltrazione è composto come di seguito descritto:

- **5 Pozzi Perdenti** collegati ai collettori di drenaggio principale al servizio del Sottobacino PP01, con intercettazione delle acque pluviali provenienti da superfici dei piazzali e viabilità di manovra, posti al piano campagna piazzali e aree di manovra, costituiti da manufatti aventi le caratteristiche seguenti:
 - Tipologia: Pozzi disperdenti circondati da strato drenante;
 - Materiale: anelli prefabbricati in c.a., altezza cadauno 0.50 m;
 - Ampiezza dello strato drenante: 2.00 m;
 - Diametro interno anelli: 2.00 m;
 - profondità minima della parte drenante rispetto a p.c. : 0.50 m;
 - profondità del piano di posa rispetto a p.c.: 3.00 m.

Il volume di invaso complessivo del sistema viene realizzato mediante i pozzi perdenti, nel materiale di drenaggio circostante e nelle tubazioni; non è presente alcun scarico verso Corpi idrici superficiali o collettori di Fognatura Bianca.

SOTTOBACINO PP01_2022 - PARCHEGGIO PUBBLICO		
Sistema di raccolta		
n. caditoie totali		21
Tipologia tubazioni		PVC De 315 mm
Lunghezza tubazioni	[m]	220.05
Tipologia tubazioni		PVC DE 355 mm
Lunghezza tubazioni	[m]	26.96
Sistema di invaso e smaltimento		
n. Pozzi perdenti isolati		5
Diametro perdente \emptyset	[cm]	200
H perdente	[cm]	250
H totale	[cm]	300
Diametro drenaggio	[cm]	200
Lama d'acqua ammissibile piazzale	[cm]	0
Volume invasata sul piazzale	[m ³]	0
Volume tot. Invaso teorico	[m ³]	163.65
Soggetto ad invarianza idraulica		SI

3.2 PREDIMENSIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI SMALTIMENTO E DISPERSIONE A SERVIZIO DEL SOTTOBACINO PP01_2022

Per il drenaggio e lo smaltimento delle acque meteoriche provenienti dal Sottobacino PP01 dell' "Ambito di Trasformazione 12 – UMI 2", ubicato sul terreno sito in Lonato del Garda prospiciente la via Mantova - Brodena, di superficie complessiva di 4.130,29 m², come si è detto si prevede la realizzazione di n. 5 Pozzi perdenti isolati collegato al sistema di raccolta delle acque meteoriche, con funzioni sia di invaso locale che di scarico per infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo.

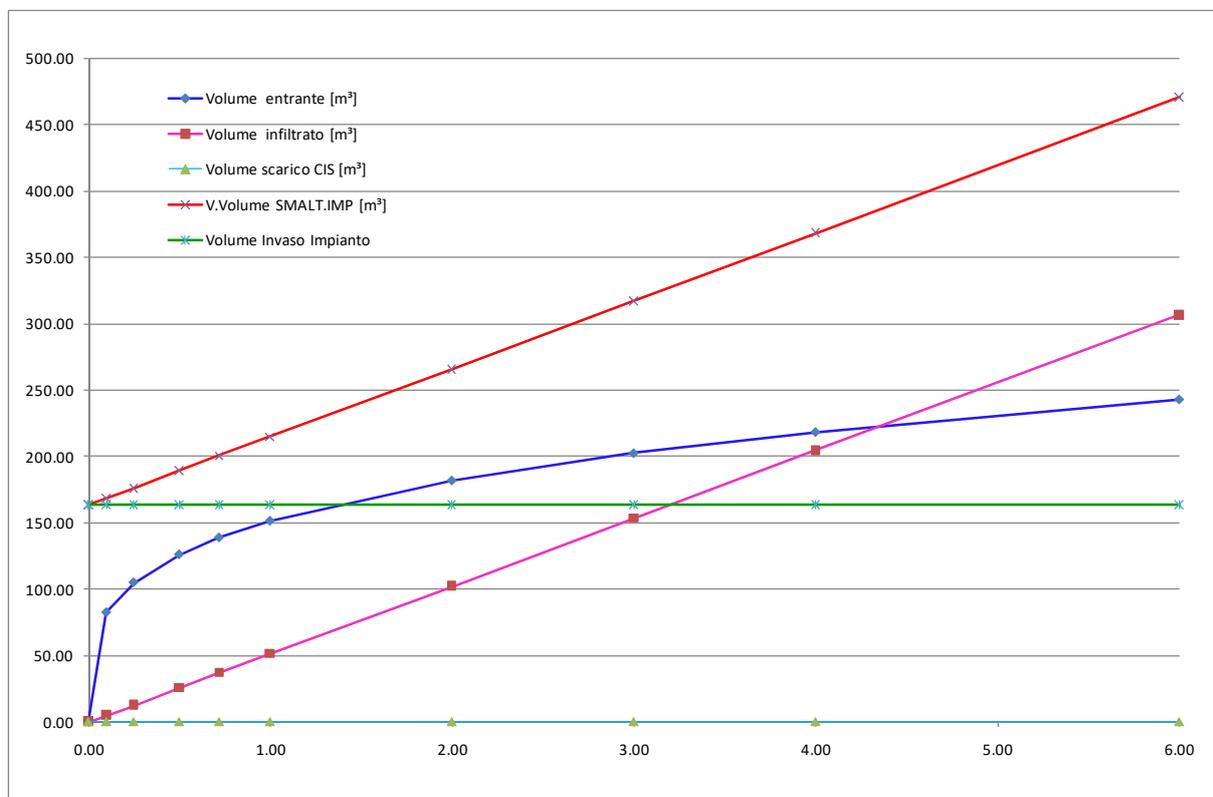
La pioggia di progetto da assumere per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica è indicata

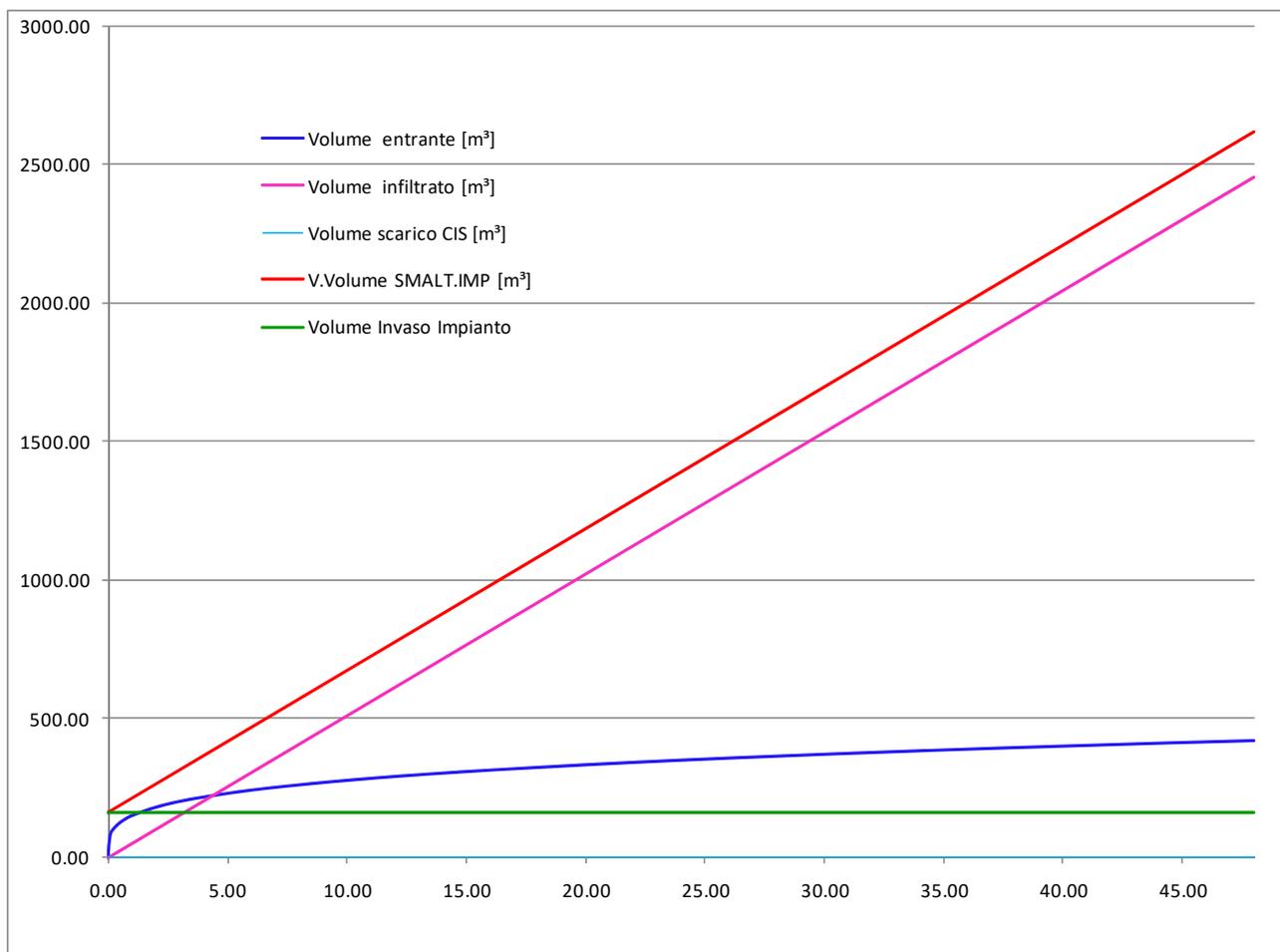
Caratteristiche dei pozzetti e del terreno					
Diametro pozzo:				2.00	[m]
Profondità minima rispetto alla strada/piano giardino:				0.50	[m]
Profondità massima rispetto alla strada/piano giardino:				3.00	[m]
Larghezza strato drenante				2.00	[m]
Distanza pozzi				3.00	[m]
Lunghezza superficie drenante:				26.00	[m]
Larghezza superficie drenante:				6.00	[m]
Porosità strato drenante:		0.33 Coef_Rid.	0.90	0.30	
Numero pozzi : (1 Pozzo isolato > 1 Batteria)				5.00	
Permeabilità:	da metri	0.00 a metri	1.00	1.48E-04	[m/s]
Indagine in sito T1	da metri	1.00 a metri	2.00	1.48E-04	[m/s]
	da metri	2.00 a metri	10.00	1.48E-04	[m/s]
Caratteristiche idrauliche					
Superficie disperdente:	da metri	0.00 a metri	1.00	64.00	[m ²]
	da metri	1.00 a metri	2.00	64.00	[m ²]
	da metri	2.00 a metri	3.00	64.00	[m ²]
Coefficiente di riduzione superficie percolante:				50.00	%
Capacità di dispersione					
	da metri	0.00 a metri	1.00	4.74	l/s
		1.00 a metri	2.00	4.74	l/s
		2.00 a metri	10.00	4.74	l/s
Capacità totale dispersione unitaria				14.2080	l/s
Numero pozzi Isolati : (1 Batteria > 1 Pozzi Isolati)				1.00	
Capacità totale dispersione Sistema smaltimento				14.2080	l/s
Volume Invasabile					
Volume pozzi				39.25	[m ³]
Volume strato drenante				104.17	[m ³]
Volume invasato in superficie				0.00	[m ³]
Volume invasato tubazioni				20.23	[m ³]
Volume totale invasabile nel sistema di dispersione				163.65	[m³]

ELEMENTI COSTITUENTI L'IMPIANTO DI LAMINAZIONE					
	L [m]	D [m]	A [m ²]	H [m]	[m ³]
Volume invasato nei tubi					
collettore principale PVC SN8 De315	220.05	0.297			15.24
collettore collegamenti linee - Perdenti PVC SN8 De 355	26.96	0.334			2.36
Pozzetti - tub - Caditoie	21.00	0.500	0.25	1.00	2.63
Volume pozzi					39.25
Volume strato drenante					104.17
					0.00
Volume totale invasabile					163.65

Portata pozzo unitaria	2.8416	[l/s]
Portata complessiva campo pozzi Installato	14.21	[l/s]
Portata totale smaltita	14.208	[l/s]

COMUNE DI LONATO AMBITO DI TRASFORMAZIONE 12 "UMI 2" LOCALITA' CAI SOTTOBACINO PP01									
Verifica del funzionamento IMP.Lam									
Tr 50.00									
Durata evento [ore]	Volume entrante [m ³]	Volume da monte [m ³]	Volume infiltrato [m ³]	Portata scarico [l/s]	Volume scarico CIS [m ³]	Volume da invasare [m ³]	Volume residuo [m ³]	Portata residua [l/s]	V.Volume SMALT.IMP [m ³]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	163.65
0.10	82.48	0.00	5.11	0.00	0.00	77.37	0.00	0.00	168.77
0.25	105.06	0.00	12.79	0.00	0.00	92.27	0.00	0.00	176.44
0.50	126.17	0.00	25.57	0.00	0.00	100.59	0.00	0.00	189.23
0.72	138.92	0.00	36.83	0.00	0.00	102.09	0.00	0.00	200.48
1.00	151.51	0.00	51.15	0.00	0.00	100.36	0.00	0.00	214.80
2.00	181.95	0.00	102.30	0.00	0.00	79.65	0.00	0.00	265.95
3.00	202.51	0.00	153.45	0.00	0.00	49.07	0.00	0.00	317.10
4.00	218.50	0.00	204.60	0.00	0.00	13.91	0.00	0.00	368.25
6.00	243.20	0.00	306.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	470.55
8.00	262.39	0.00	409.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	572.85
10.00	278.32	0.00	511.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	675.14
12.00	292.05	0.00	613.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	777.44
14.00	304.19	0.00	716.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	879.74
16.00	315.11	0.00	818.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	982.04
18.00	325.06	0.00	920.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1084.33
20.00	334.23	0.00	1022.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1186.63
22.00	342.75	0.00	1125.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1288.93
24.00	350.72	0.00	1227.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1391.23
26.00	358.21	0.00	1329.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1493.52
28.00	365.29	0.00	1432.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1595.82
30.00	372.01	0.00	1534.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1698.12
32.00	378.41	0.00	1636.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1800.42
34.00	384.51	0.00	1739.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1902.71
37.00	393.20	0.00	1892.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2056.16
40.00	401.38	0.00	2045.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2209.61
43.00	409.12	0.00	2199.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2363.05
46.00	416.47	0.00	2352.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2516.50
48.00	421.18	0.00	2455.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2618.80
Valori massimi:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	102.09	0.00	0.00	0.00





Il Valore del Volume residuo pari a zero indica che il sistema proposto dispone dei volumi di laminazione necessari durante i transitori di pioggia intensa, atti a modulare la portata delle acque di pioggia drenate dall'insediamento con la portata possibile di infiltrazione durante il breve termine dell'evento meteorico.

Il Valore della Portata residua pari a zero indica che il sistema di infiltrazione proposto è idoneo per l'evento di progetto e non necessita di alcun scarico fuori dal sistema di smaltimento. Ciò viene ben evidenziato dall'esame dei grafici, riportati che indicano:

- serie 1 " Blu " volumi d'acqua di pioggia che affluiscono alla rete di drenaggio per eventi di durata variabile da 1 a 48 ore, con tempo di ritorno di 50 anni,
- serie 2 " Fucsia " volumi d'acqua di pioggia smaltiti dalla rete di drenaggio del nuovo insediamento nei due pozzi perdenti,
- serie 3 " Azzurro " volume d'acqua inviati allo scarico in corpo idrico superficiale CIS o fognatura urbana, fuori dal sistema di drenaggio (non viene rilevata nel presente caso in quanto essendo in assenza di scarico verso esterno si sovrappone all'ascissa),
- serie 4 " Rosso " volumi d'acqua complessivi del volume d'invaso della rete di drenaggio (tubazioni , pozzi, vasca) e dei volumi d'acqua di pioggia drenati nel sottosuolo, descrittiva del funzionamento dell'intero sistema di invaso e drenaggio /smaltimento nel sottosuolo.
- serie 5 " Verde " volume d'invaso della rete di raccolta e drenaggio (tubazioni, pozzi vasca di prima pioggia).

La prevalenza della serie " 4 " indica il corretto predimensionamento complessivo dell'impianto di invaso – smaltimento - disperdimento, per l' evento ed il tempo di ritorno assunti nella progettazione.

3.3 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO E DISPERSIONE SOTTOBACINO PP01 CON IL METODO DI DETTAGLIO

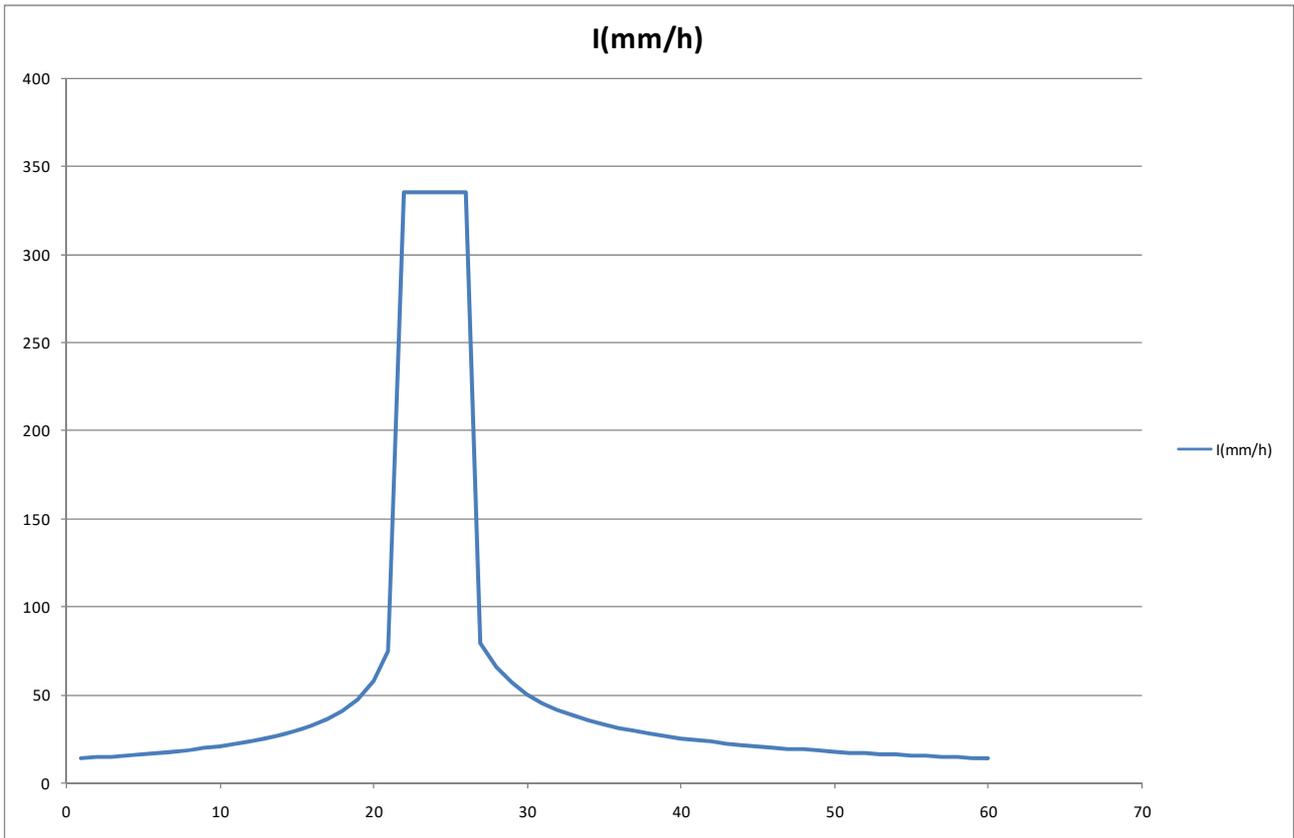
Il dimensionamento svolto con il metodo di dettaglio richiede la conoscenza delle caratteristiche specifiche del bacino in esame, di seguito riassunte e calcolate come illustrato nella Relazione Generale.

Caratteristiche bacino drenato		
Superficie totale privata interessata dall'Intervento	4130.29	[m ²]
ψ medio	0.6808	
Superficie Scolante Impermeabile (ridotta)	2811.80	[m ²]
Caratteristiche della CPC		
Tempo di ritorno	50.00	[anni]
Coefficiente a (t>1 h e <= 24 h)	53.88	
Coefficiente n (t>1 h e <= 24 h)	0.2641	
Caratteristiche della rete di raccolta e impianto di smaltimento		
Lunghezza massima di bacino	83.21	[m]
Velocità media nei collettori	0.5	[m/s]
Tempo di entrata in rete t_e	8	[min]
Tempo di percorrenza della rete t_p	3	[min]
Tempo di corrvazione $t_c = t_e + t_p$	11	[min]
	0.180	[ore]
Portata massima in uscita Q_u	14.21	[l/s]
Durata critica dell'evento per il volume θ_w (Alfonsi e Orsi, 1987)	0.76	[ore]
Durata critica dell'evento per il volume θ_w (superiore al tempo di corrvazione)_Assunta	1.00	[ore]

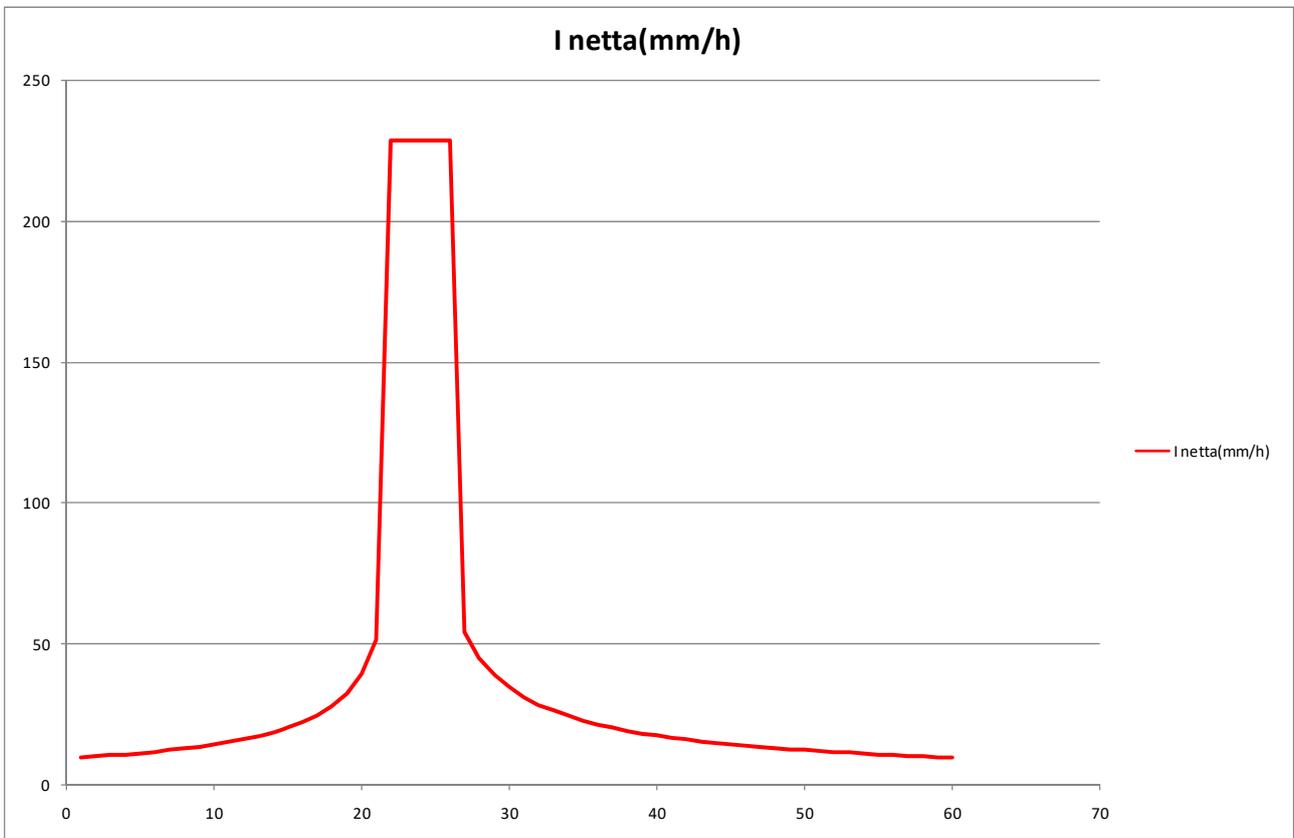
La durata critica per l'evento di volume determinata con la metodologia suggerita da Alfonsi e Orsi, inferiore all'ora, indica una lieve incoerenza del modello utilizzato alla realtà specifica del sottobacino d'interesse, pertanto si provvede cautelativamente all'assunzione della durata dell'evento di un'ora, in quanto funzionale all'utilizzo dello ietogramma Chicago. Determinata od assunta la durata critica dell'evento che massimizza il Volume d'invaso necessario per la laminazione delle portate allo scarico prefissate e/o ammissibili dalla norma, si procede al calcolo dello ietogramma di progetto di tipo Chicago (con durata di pioggia pari alla durata critica sopra assunta, con posizione del picco posta a 3/8 della durata dell'evento), alla determinazione dell'idrogramma di piena generato dal sottobacino e del conseguente volume di invaso con prefissata portata uscente, mediante l'utilizzo di codici di calcolo dedicati.

I risultati inerenti il Sottobacino oggetto di studio **PP01** sono di seguito riportati in forma grafica e riassunti come di seguito:

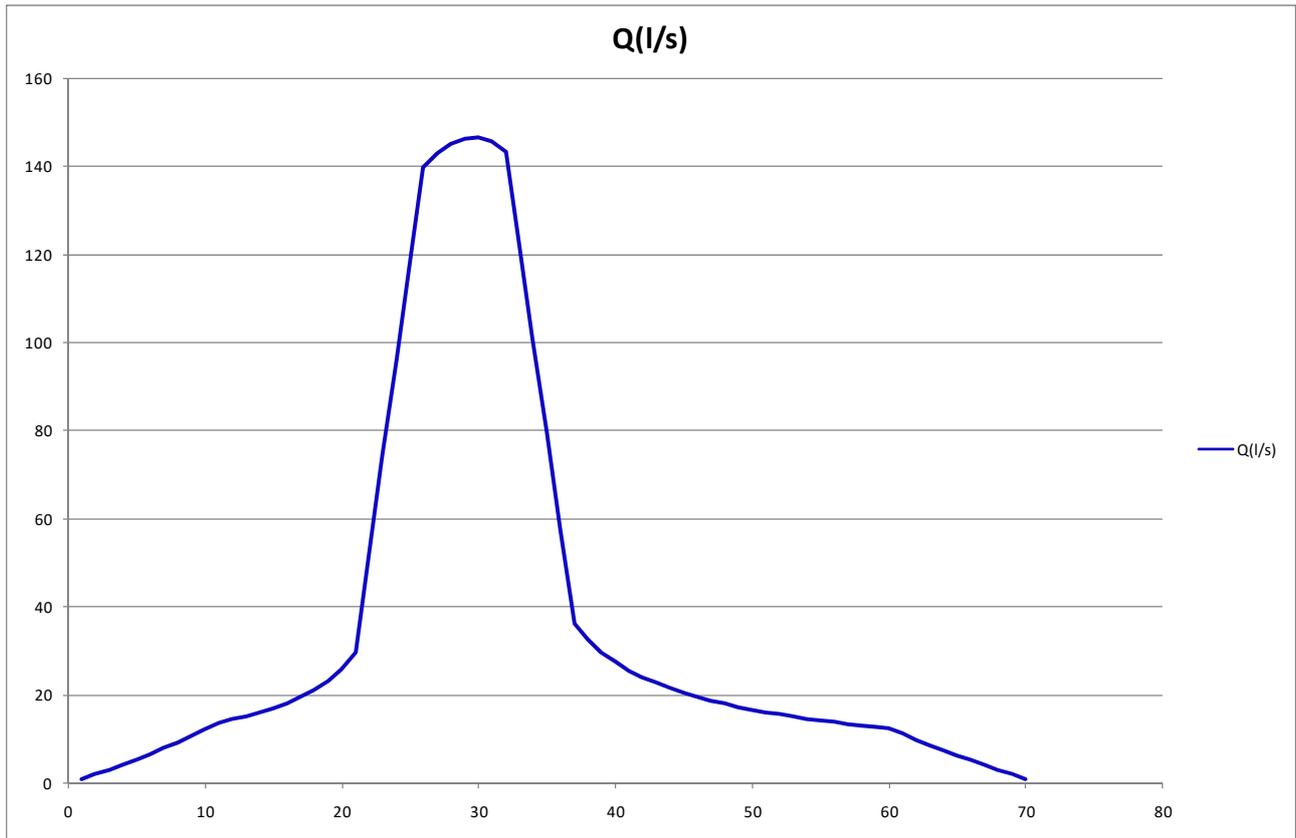
- Ietogramma lordo che presenta una durata complessiva pari alla durata critica dell'evento che massimizza il Volume d'invaso **$t_{\text{pioggia}}=60'$** , con volume di pioggia pari a **53,88 mm** e intensità massima pari a **335,45 mm/h**;
- Ietogramma netto dell'evento, con volume di pioggia pari a **36,68 mm** e intensità massima pari a **228,38 mm/h**;
- Idrogramma in entrata al sistema di laminazione/dispersione che presenta una durata complessiva pari a **70 minuti**, un valore di picco massimo pari a **146,63 l/s** dopo circa **30 minuti** dall'inizio dell'evento e volume complessivo dell'onda entrante nell'invaso pari a circa **151,52 m³**;
- Coefficiente Udometrico di sottobacino pari a **355,01 l/s* ha**;
- Idrogramma in uscita dal sistema di laminazione/dispersione portata di scarico dell'invaso per infiltrazione resa disponibile dai dispositivi perdenti di progetto pari a **$Q_u(t) = 14,208 \text{ l/s}$**
- Curva del volume di laminazione con valore di picco massimo pari a **103,44 m³** e determinazione del tempo di svuotamento pari a **125 minuti** (185 - 60).



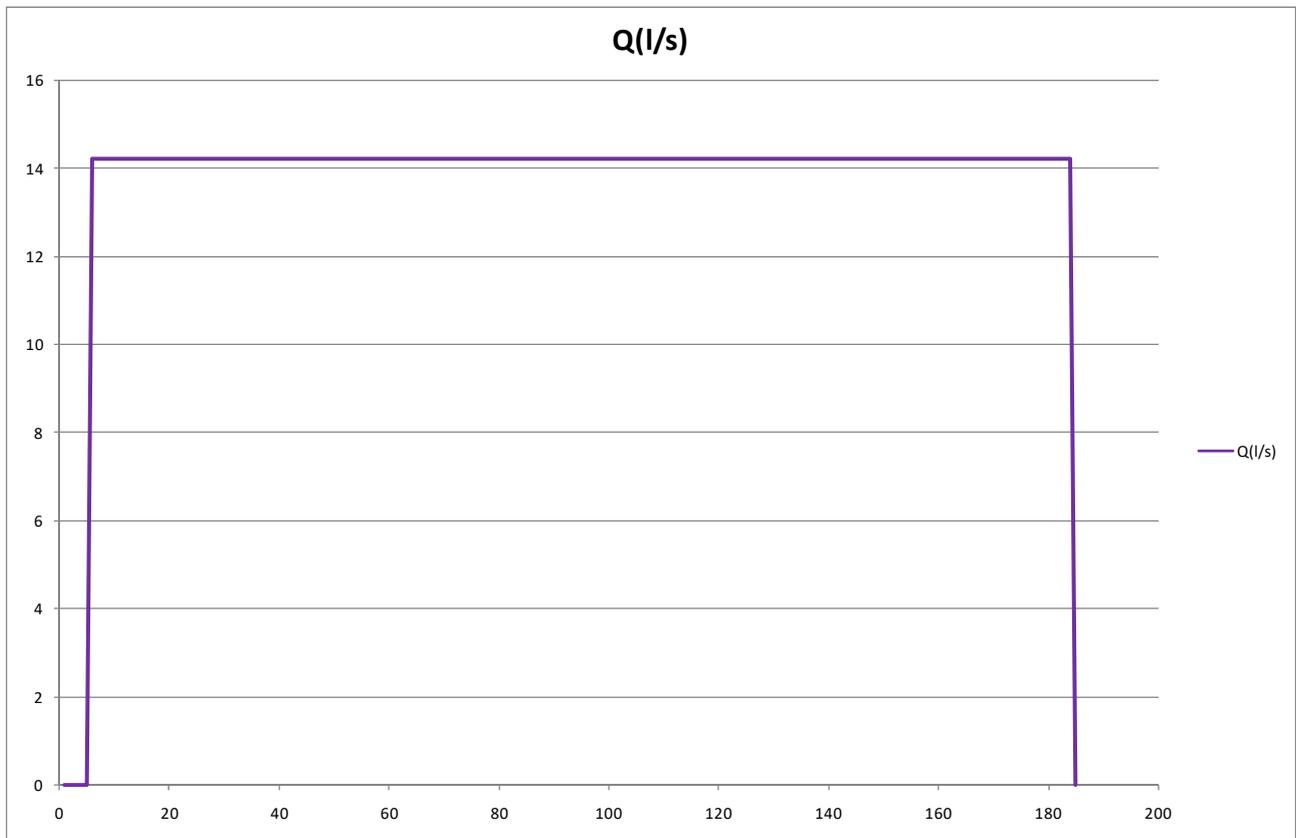
Ietogramma non Depurato – Sottobacino PP01_2022 - $Tr = 50 d = 60'$



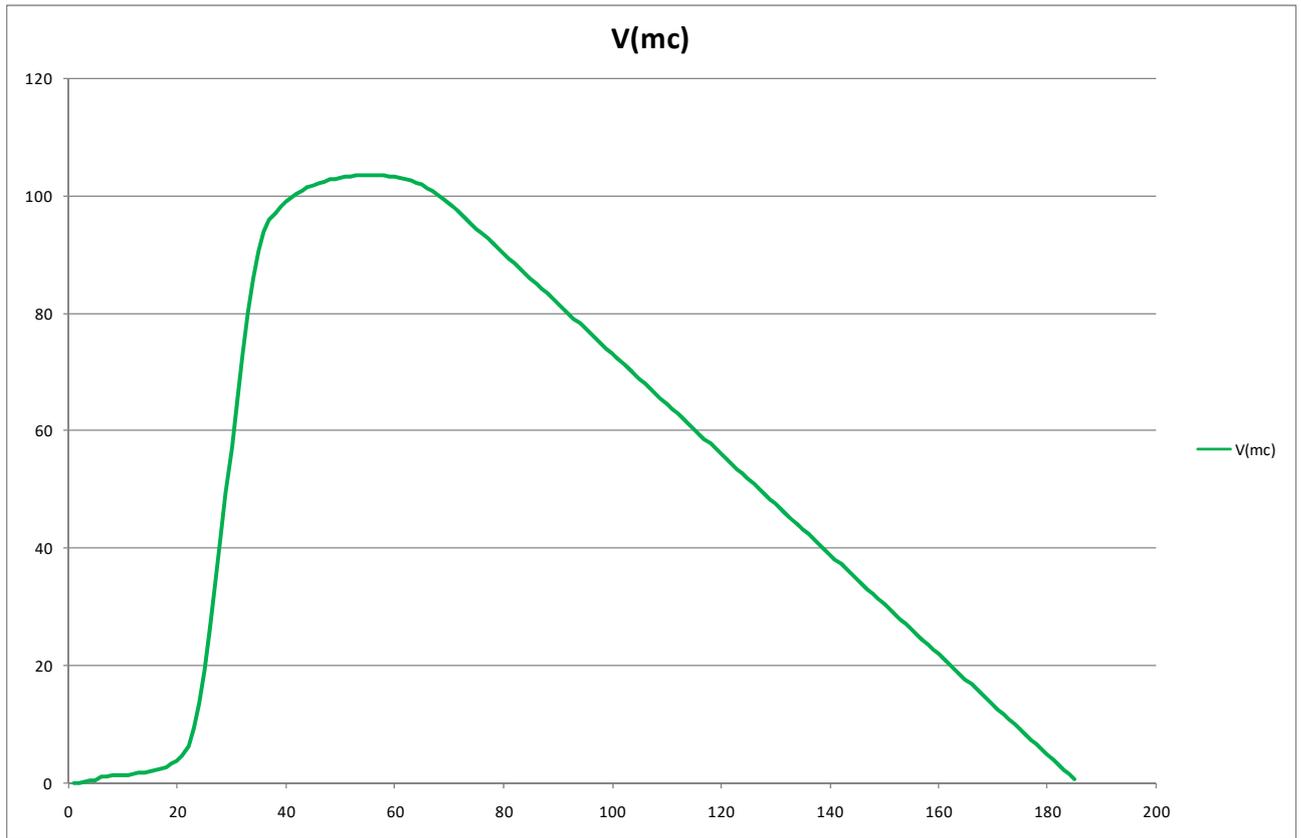
Ietogramma netto – Sottobacino PP01_2022 - $Tr = 50 d = 60'$



Idrogramma entrante impianto di smaltimento– Sottobacino PP01 _ 2022 - Tr = 50 d = 60'

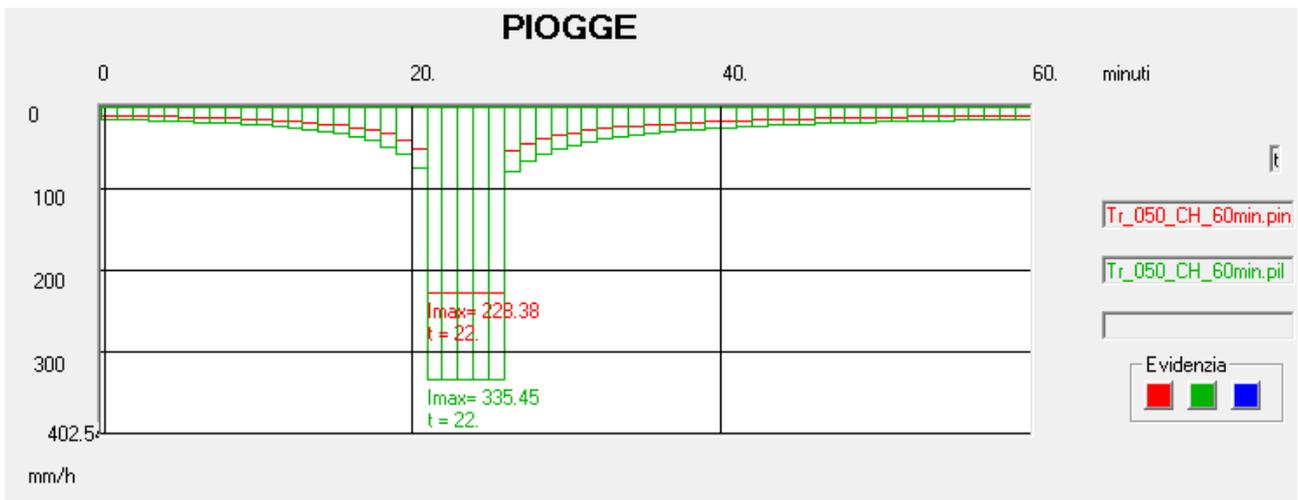


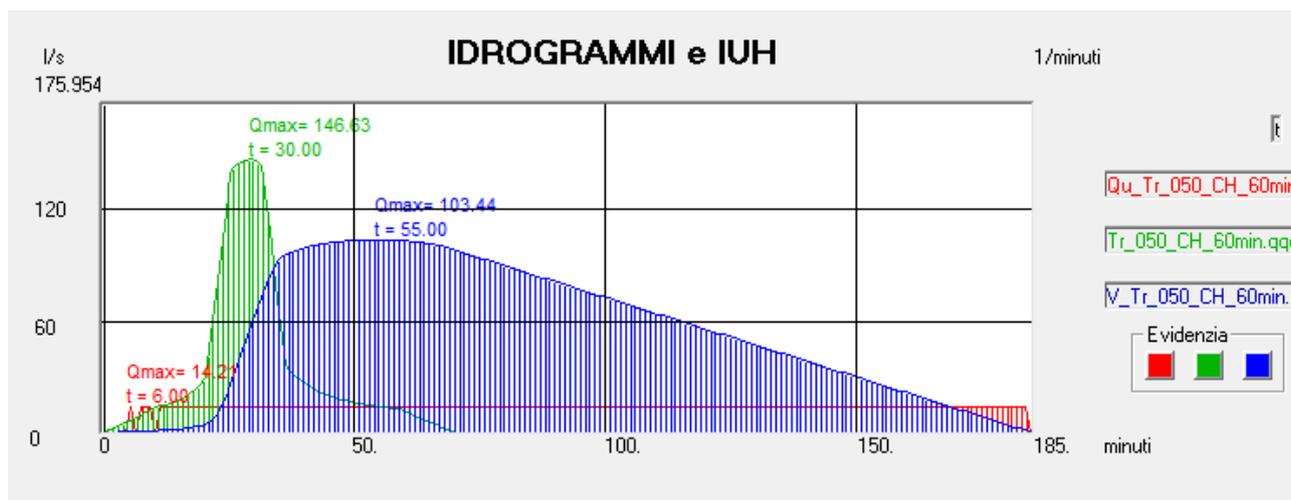
Portata di scarico dell' impianto di smaltimento – Sottobacino PP01 _ 2022 - Tr = 50 d = 60'



Vol. laminazione dell' impianto di smaltimento – Sottobacino PP01 _ 2022 - Tr = 50 d = 60'

3.3.1 Grafici riepilogativi – Sottobacino PP01 Tr = 50 y - Tp = 60'





3.3.2 Verifica Requisito minimo - Volume Invaso - Art. 12 c. 2 - Sottobacino PP01_2022

Il requisito minimo da soddisfare, previsto dall'art. 12 comma 2 e 3, consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione.

Per le aree B a media criticità idraulica di cui all'articolo 7 esso è pari a 500 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento e pertanto, nello specifico il Volume minimo risulterebbe pari a 140,59 m³.

Trattandosi di Piano Attuativo, l'art. 7 comma 5 prevede che il requisito minimo da soddisfare individuato dall'art. 12 comma 2, sia quello definito per le aree "A" ad alta criticità idraulica di cui all'articolo 7, e pertanto il requisito minimo da verificare, è pari a 800 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, che rapportato alla superficie impermeabilizzata del lotto risulta pari a 224,94 m³.

Poiché il sistema di smaltimento previsto si basa su infiltrazione in campo pozzi perdenti e i calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione sono basati su prove di permeabilità, allegate allo studio, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F, ricorrono nella fattispecie le condizioni previste dall'art. 11 comma 2) lettera e) n. 3): "trattandosi della realizzazione di sole strutture di infiltrazione, e quindi non siano previsti scarichi verso ricettori", e pertanto il requisito minimo previsto dall'articolo 12, comma 2, può essere ridotto del 30 per cento, al valore di 157,46 m³.

Per la stima dei volumi d'acqua da invasare si è fatto riferimento alle due metodologie di calcolo suggerite dal regolamento, nello specifico:

- Requisiti minimi;
- Metodo di dettaglio.

Secondo le prescrizioni del regolamento, per il dimensionamento delle opere va considerato il Valore maggiore ottenuto dall'applicazione dei due metodi.

Pertanto, come evidenziato nella seguente tabella, nel caso in esame verrà considerato il valore stimato mediante l'applicazione dei Requisiti Minimi pari a V_Invaso_Laminazione = **157,46 m³**, in quanto il V_Invaso_Laminazione ottenuto con il Metodo di dettaglio per l'evento con tempo di ritorno di 50 anni risulta pari a = **103,40 m³**.

Il Volume Totale invasabile del sistema d'infiltrazione di progetto, determinato in 163,65 m³, risulta soddisfare i requisiti minimi previsti dall'Art. 12 comma 2 e 3 del Regolamento n. 7.

VERIFICA REQUISITO MINIMO (Vol min. R.R. 7 - R.R. 8 (Art. 7 c. 5 e Art. 12 c. 2)	L [m]	D [m]	A [m ²]	H [m]	[m ³]
Volume invasato nei tubi					
collettore principale PVC SN8 De315	220.05	0.297			15.24
collettore collegamenti linee - Perdenti PVC SN8 De 355	26.96	0.334			2.36
Pozzetti - tub DN200-DN315 - Caditoie	21.00	0.500	0.25	1.00	2.63
Volume pozzi					39.25
Volume strato drenante					104.17
Volume totale invasabile					163.65
Vol min. R.R. 7 (Art. 7 c. 5 e Art. 12 c. 2) _ R.R. 8 - P.Att. - Con prove	RICHIESTO		4130.29	544.62	157.46
Vol min. Metodo sole piogge (Tr 50)					102.09
Volume minimo determinato con Metodo di dettaglio (Tr 50)					103.40

3.3.3 Verifica del tempo di svuotamento del dispositivo di smaltimento Sottobacino PP01

L'art. 11 comma 2, lettera f, punto 1 - 2, del R.R. 7/2017 come modificato ed integrato dal R.R. 8/20198, prevede che nel progetto vengano inoltre effettuate valutazioni circa il tempo di svuotamento nel sottosuolo delle strutture di smaltimento. Con riferimento a quanto indicato dalla lettera f, punto 2 dello stesso articolo, "per tener conto di possibili eventi meteorici ravvicinati, il tempo di svuotamento dei volumi calcolati secondo quanto indicato alla lettera e) non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile".

In funzione delle portate uscenti dall'invaso di laminazione Qu con disperdimento mediante campo pozzi (**Q_{inf} = 14,208 l/s**, portata di infiltrazione calcolata con i criteri prima esposti), il tempo di svuotamento dell'invaso, dopo il termine dell'evento, è pari a **Tsvuotamento = 125 minuti** (2.08 ore < 48 ore), decorrenti dal termine della pioggia.

3.4 VERIFICA DIMENSIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI SMALTIMENTO - SOTTOBACINO PP01 TR=100

L'art. 11 comma 2, lettera a, punto 2, del Regolamento prevede che gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono oggetto di verifica del dimensionamento. Per tale attività la norma individua l'evento con tempo di ritorno **Tr = 100 anni**: quello da adottare per la verifica del corretto funzionamento dei gradi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate, atte al drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche provenienti dall'intervento in oggetto relativo al sottobacino d'interesse.

Tale verifica è mirata a valutare che, in presenza di un evento con T 100, non si determinino esondazioni che arrechino danni a persone o a cose, siano esse le opere stesse o le strutture presenti nell'intorno.

La verifica viene svolta con le stesse procedure utilizzate per il dimensionamento.

Nella sottostante tabella si riportano i dati pluviometrici e della CPC inerenti l'area di interesse per **Tr= 100 anni**:

Caratteristiche della CPC	ARPA LOMBARDIA	Coordinate: UTM32 X=618020 Y =5031600
Tempo di ritorno		100.00
Coefficiente a (t>1 h e <= 24 h)		60.0791
Coefficiente n (t>1 h e <= 24 h)		0.26410
Coefficiente n (t<1 h)		0.5

La verifica con il metodo di dettaglio, come per il dimensionamento svolto, richiede la conoscenza delle caratteristiche specifiche del bacino in esame, di seguito riassunte e calcolate come illustrato nella Relazione Generale.

Caratteristiche bacino drenato		
Superficie totale privata interessata dall'Intervento	4130.29	[m ²]
ψ medio	0.6808	
Superficie Scolante Impermeabile (ridotta)	2811.80	[m ²]
Caratteristiche della CPC		
Tempo di ritorno	100.00	[anni]
Coefficiente a ($t > 1$ h e ≤ 24 h)	60.08	
Coefficiente n ($t > 1$ h e ≤ 24 h)	0.2641	
Caratteristiche della rete di raccolta e impianto di smaltimento		
Lunghezza massima di bacino	83.21	[m]
Velocità media nei collettori	0.5	[m/s]
Tempo di entrata in rete t_e	8	[min]
Tempo di percorrenza della rete t_p	3	[min]
Tempo di corrivazione $t_c = t_e + t_p$	11	[min]
	0.180	[ore]
Portata massima in uscita Q_u	14.21	[l/s]
Durata critica dell'evento per il volume θ_w (Alfonsi e Orsi, 1987)	0.87	[ore]
Durata critica dell'evento per il volume θ_w (superiore al tempo di corrivazione) Assunta	1.00	[ore]

Determinata, o come nello specifico caso assunta la durata critica dell'evento che massimizza il Volume d'invaso necessario per la laminazione delle portate allo scarico prefissate e/o ammissibili dalla norma, si procede al calcolo dello ietogramma di progetto di tipo Chicago, con:

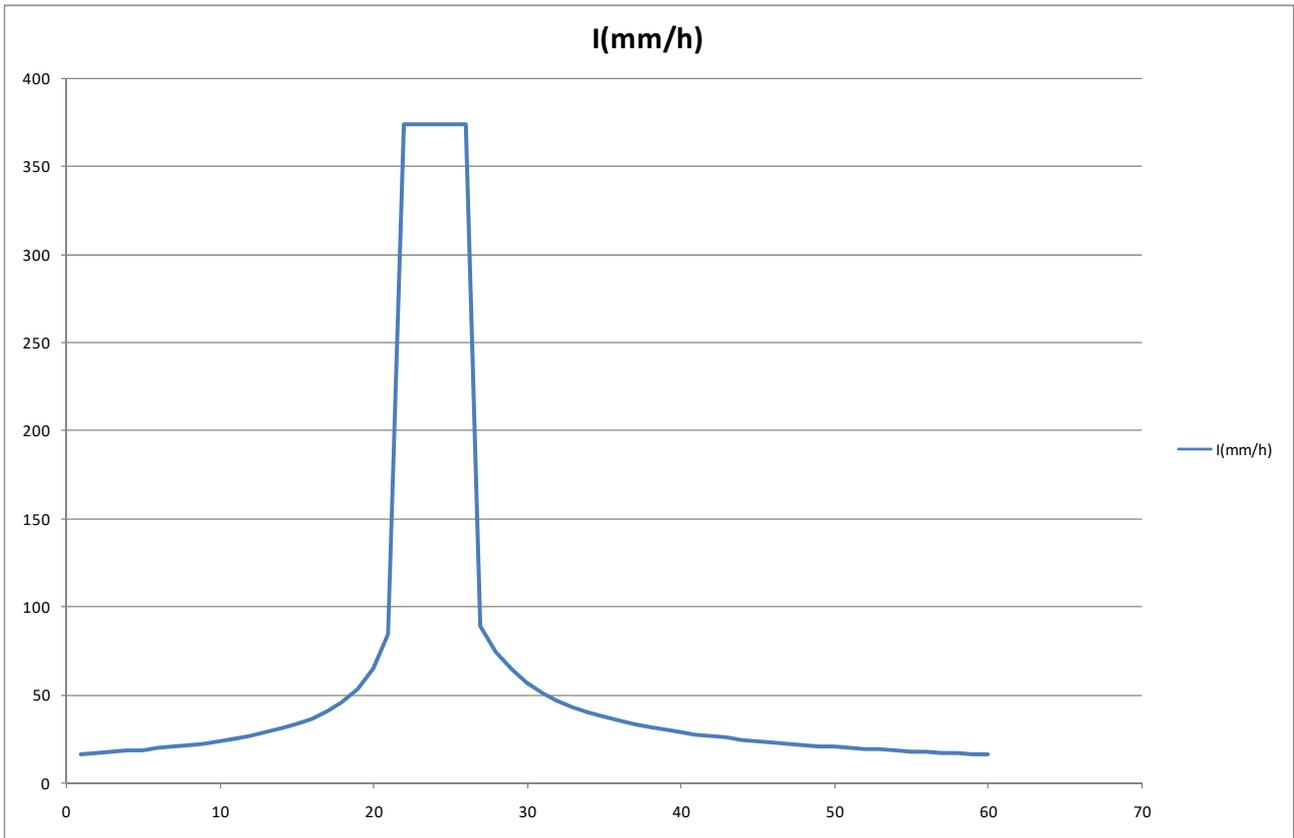
- durata di pioggia pari alla durata critica sopra determinata se superiore ad un'ora o pari a 60 minuti se inferiore,
- posizione del picco posta a 3/8 della durata dell'evento,
ed alla determinazione dell'idrogramma di piena generato dal sottobacino e del conseguente volume di invaso con prefissata portata uscente, mediante l'utilizzo di codici di calcolo dedicati.

I risultati inerenti il Sottobacino oggetto di studio PP01 sono di seguito riportati in forma grafica e riassunti come di seguito:

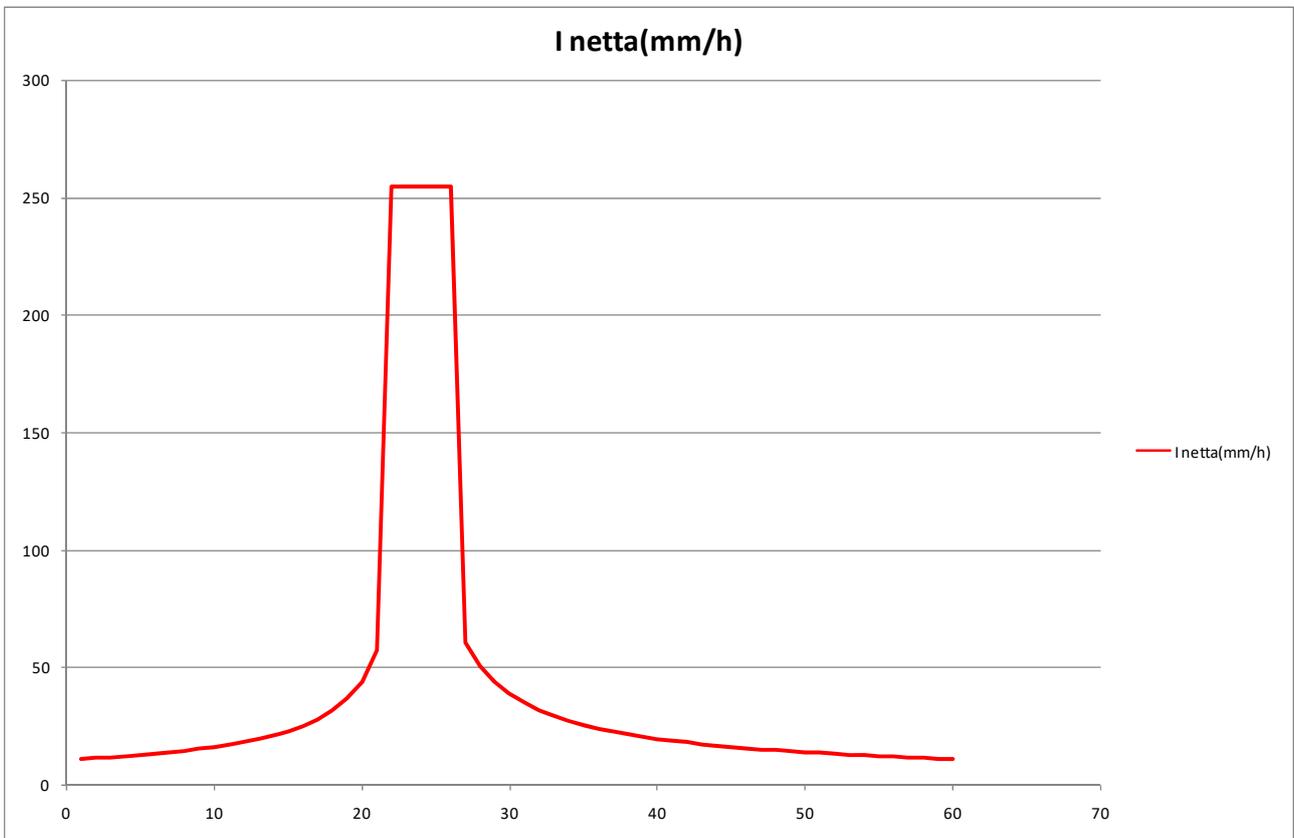
- ietogramma lordo che presenta una durata complessiva pari alla durata critica dell'evento che massimizza il Volume d'invaso $t_{\text{pioggia}}=60'$, con volume di pioggia pari a **60,08 mm** e intensità massima pari a **374,02 mm/h**;
- ietogramma netto dell'evento, con volume di pioggia pari a **40,90 mm** e intensità massima pari a **254,63 mm/h**;
- idrogramma in entrata al sistema di laminazione/dispersione che presenta una durata complessiva pari a **70 minuti**, un valore di picco massimo pari a **163,48 l/s** dopo circa **30 minuti** dall'inizio dell'evento e volume complessivo dell'onda entrante nell'invaso pari a circa **168,94 m³**;
- Coefficiente Udometrico di sottobacino pari a **395,81 l/s* ha**;
- idrogramma in uscita dal sistema di laminazione/dispersione portata di scarico dell'invaso per infiltrazione resa disponibile dai dispositivi perdenti di progetto pari a **$Q_u(t) = 14,208$ l/s**
- curva del volume di laminazione con valore di picco massimo pari a **119,32 m³** e determinazione del tempo di svuotamento pari a **145 minuti** (205 - 60).

La verifica del grado di sicurezza delle opere come sopra dimensionate è ampiamente soddisfatta. Anche in presenza di un evento con T 100, non si determinano esondazioni che arrechino danni a persone o a cose, siano esse le opere stesse o le strutture presenti nell'intorno.

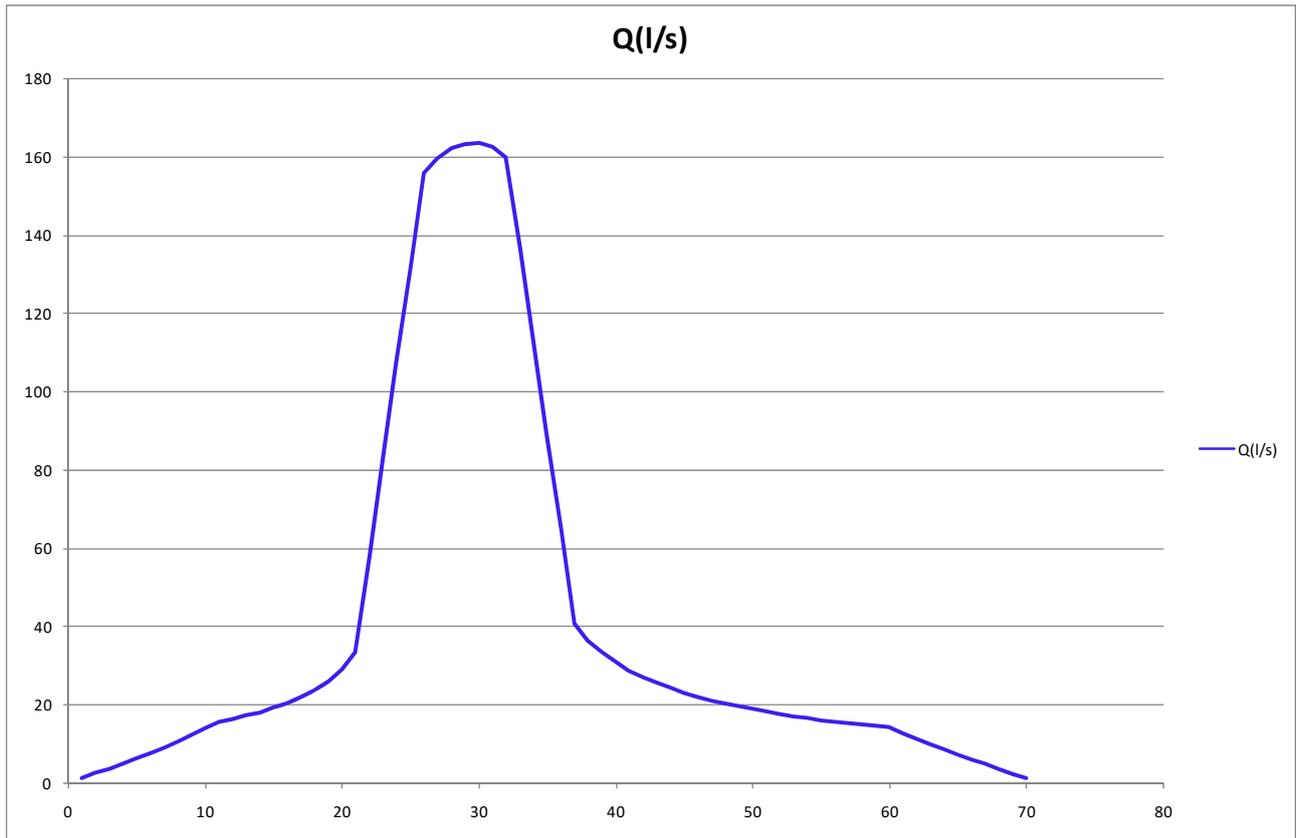
Il sistema di smaltimento e le opere inerenti il nuovo intervento non richiedono eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.



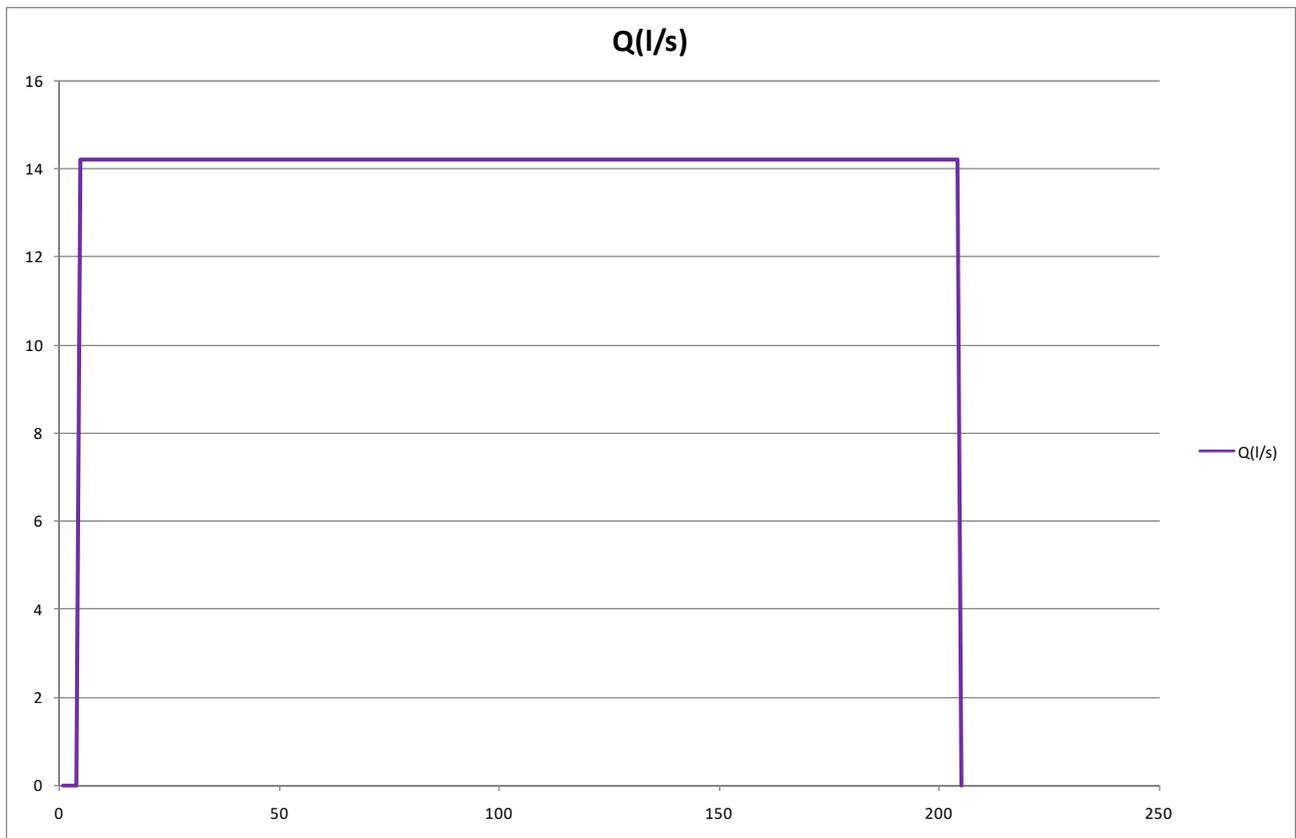
Ietogramma non Depurato – Sottobacino PP01 _ 2022 - Tr = 100 d = 60'



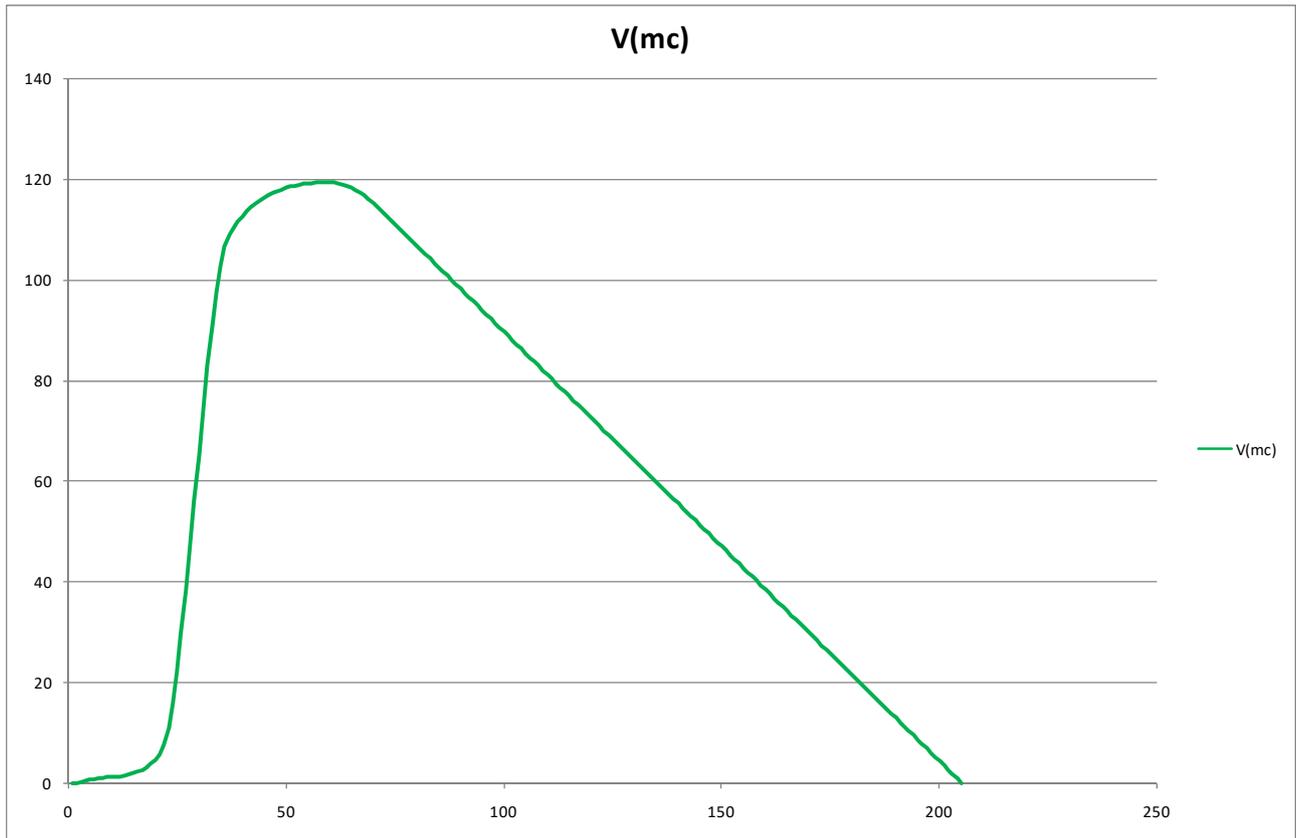
Ietogramma netto – Sottobacino PP01 _ 2022 - Tr = 100 d = 60'



Idrogramma entrante impianto di smaltimento- Sottobacino PP01_ 2022 - $Tr = 100 d = 60'$

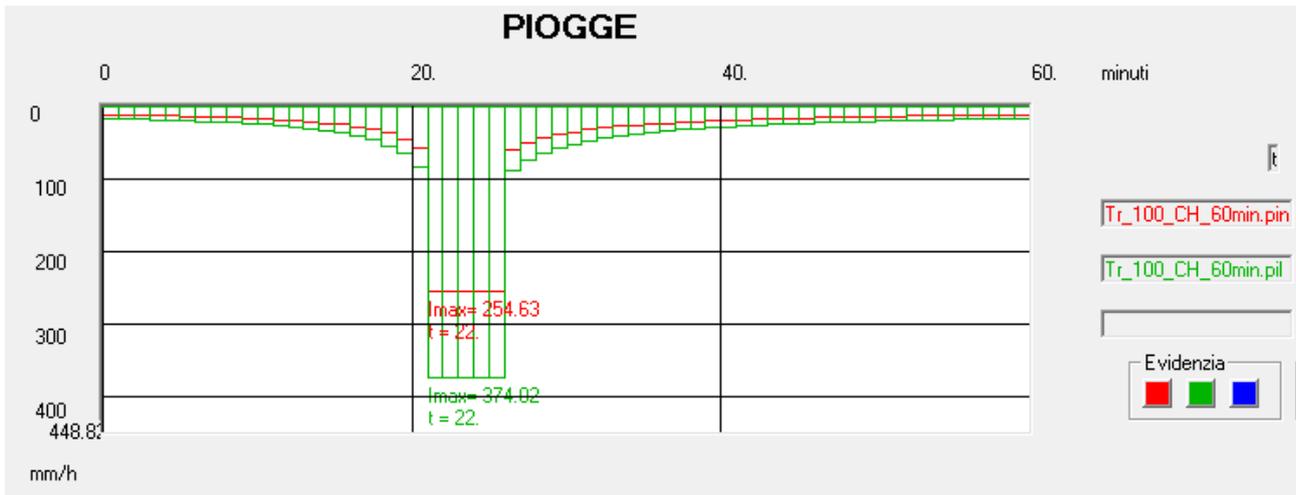


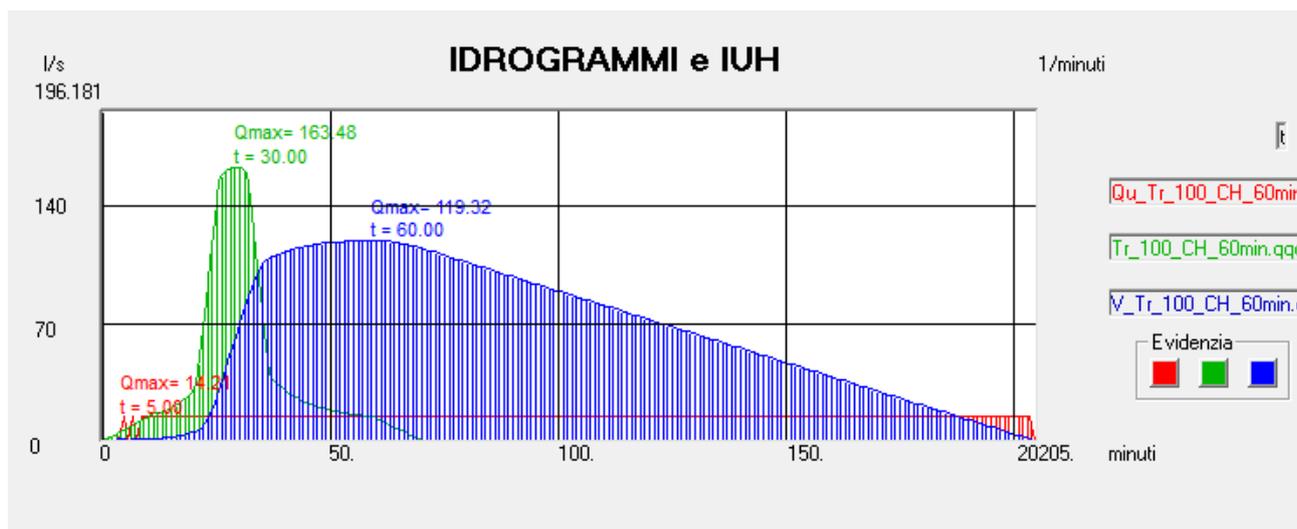
Portata di scarico dell' impianto di smaltimento - Sottobacino PP01_ 2022 - $Tr = 100 d = 60'$



Vol. laminazione dell' impianto di smaltimento – Sottobacino PP01_2022 - Tr = 100 d = 60'

3.4.1 Grafici riepilogativi – Sottobacino PP01 Tr = 100 y Tp = 60'





3.5 DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI DI PROGETTO SOTTOBACINO PP01

La rete di drenaggio e collettamento proposta in sintesi prevede la realizzazione di:

- n. 3 dorsali principali costituite da tubazioni in PVC SN8 De 3150, a loro volta articolate in sottodorsali di pari diametro alle quali sono allacciate direttamente le caditoie,
- n. 4 stacchi di alimentazione ai n. 5 Pozzi Perdenti, costituiti da tubazioni in PVC SN8 De 355.

ELEMENTI COSTITUENTI L'IMPIANTO DI COLLETTAMENTO - LAMINAZIONE			
	L [m]	D [m]	i [m/m]
collettore principale PVC SN8 De 315	220.05	0.297	0.005
collettore PVC SN8 De 355	26.96	0.334	0.005

La portata massima determinata con il metodo di dettaglio per l'evento di pioggia con $Tr = 50$ anni per il Sottobacino PP01 risulta pari a 147 l/s. Tale portata nello schema d'impianto proposto, viene intercettata da 21 caditoie stradali; ciascuna, nel caso di un corretto bilanciamento delle caditoie, intercetta una portata di circa 6.98 l/s. Pertanto, nel caso del collettore maggiormente sollecitato, quello centrale appunto, nel quale confluiscono le acque di ben n. 7 caditoie, la portata nella sezione terminale di collettore De 315, assume il valore di circa 49 l/s.

Per quanto riguarda invece il collettore di alimentazione delle due batterie di pozzi perdenti, lo schema di impianto proposto prevede collegamenti diretti per ciascun collettore principale con ben cinque distinti innesti.

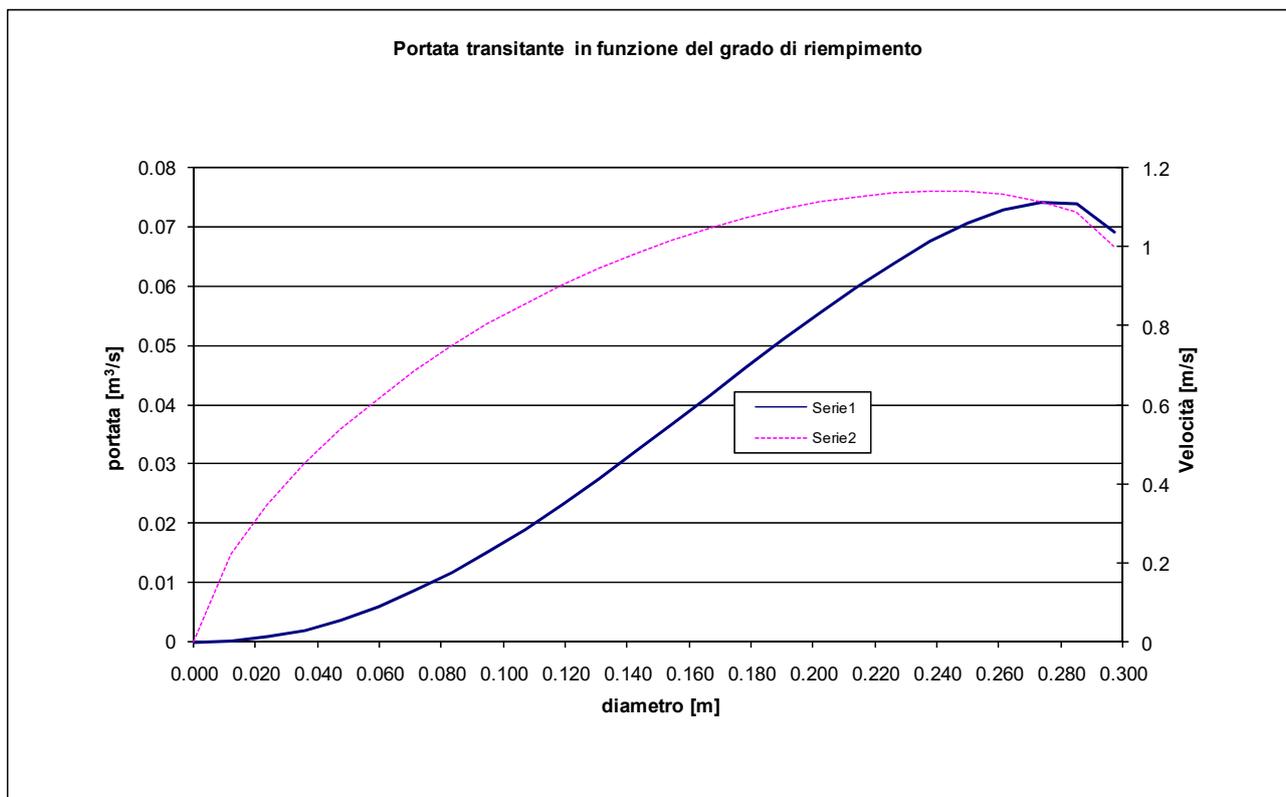
A titolo semplificativo cautelativamente può essere assunto che ciascuna batteria di perdenti venga alimentata da un solo collettore che drena in funzione del numero di dispositivi previsti.

In breve alla batteria di n. 3 perdenti (sud - est), si può ipotizzare che confluiscono i 3/5 della portata complessiva massima pari a 88,00 l/s, mentre i restanti 2/5, pari alla portata di 59 l/s, confluiscono alla batteria di 2 perdenti (nord - est).

Per la verifica verrà assunta la portata di 88 l/s.

PVC SN8 De 315

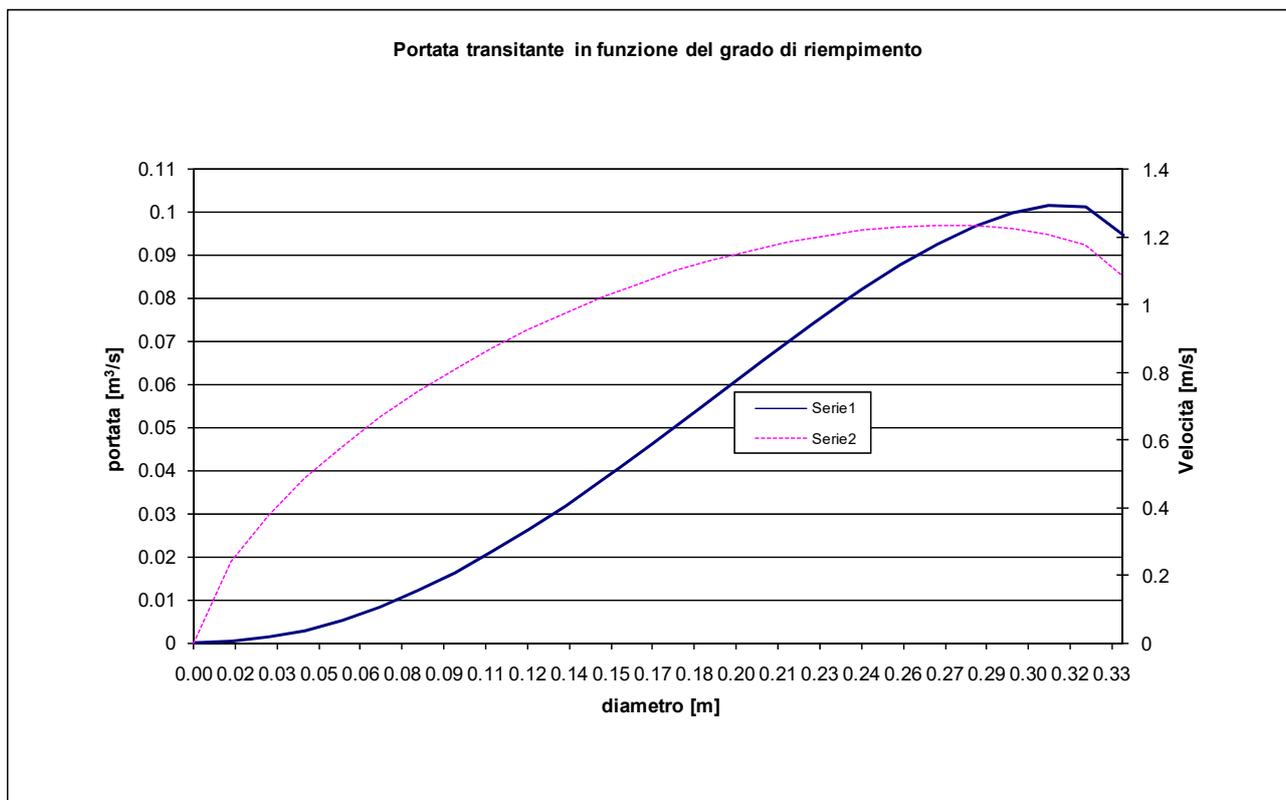
Condotto circolare		PVC SN 8 DE 315					
Diametro interno		0.297 m					
Scabrezza (cls)		80 m ^{1/3} /s					
Pendenza		0.005 m/m					
Tirante idrico	Area Bagnata	Perimetro Bagnato	Raggio Idraulico	Velocità	Energia specifica	Portata	Grado riempim.
[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m/s]	[m]	[l/s]	[%]
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.0
0.030	0.004	0.191	0.019	0.401	0.038	1.44	10.0
0.059	0.010	0.275	0.036	0.614	0.079	6.04	20.0
0.089	0.017	0.344	0.051	0.775	0.120	13.51	30.0
0.119	0.026	0.406	0.064	0.901	0.160	23.25	40.0
0.148	0.035	0.466	0.074	0.998	0.199	34.49	50.0
0.178	0.043	0.526	0.082	1.071	0.236	46.35	60.0
0.208	0.052	0.588	0.088	1.118	0.271	57.76	70.0
0.237	0.059	0.657	0.090	1.138	0.303	67.43	80.0
0.267	0.065	0.741	0.088	1.123	0.331	73.52	90.0
0.273	0.067	0.762	0.087	1.113	0.336	74.04	92.0
0.297	0.069	0.926	0.075	1.003	0.348	69.28	100.0



La tubazione di progetto PVC SN8 De 315 consente il transito della portata di 67.43 l/s con fattore di riempimento pari all' 80 %, che pertanto risulta idonea.

PVC SN8 De 355

Condotto circolare		PVC SN 8 DE 355					
Diametro interno		0.334 m					
Scabrezza (cls)		80 m ^{1/3} /s					
Pendenza		0.005 m/m					
Tirante idrico	Area Bagnata	Perimetro Bagnato	Raggio Idraulico	Velocità	Energia specifica	Portata	Grado riempim.
[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m/s]	[m]	[l/s]	[%]
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.0
0.033	0.005	0.215	0.021	0.434	0.043	1.98	10.0
0.067	0.012	0.310	0.040	0.665	0.089	8.30	20.0
0.100	0.022	0.387	0.057	0.839	0.136	18.57	30.0
0.134	0.033	0.458	0.072	0.975	0.182	31.96	40.0
0.167	0.044	0.525	0.084	1.081	0.227	47.42	50.0
0.201	0.055	0.592	0.093	1.159	0.269	63.71	60.0
0.234	0.066	0.662	0.099	1.211	0.309	79.40	70.0
0.267	0.075	0.740	0.102	1.232	0.345	92.70	80.0
0.301	0.083	0.835	0.100	1.216	0.376	101.08	90.0
0.307	0.084	0.858	0.098	1.206	0.382	101.79	92.0
0.334	0.088	1.043	0.084	1.086	0.394	95.24	100.0



La tubazione di progetto PVC SN8 De 315 consente il transito della portata di 92.70 l/s con fattore di riempimento pari all' 80 % e 101.79 l/s con fattore di riempimento pari all' 92 %, che pertanto risulta idonea.

3.6 CADITOIE SOTTOBACINO PP01_2022

Le acque di pioggia vengono intercettate e immesse nei nuovi collettori mediante caditoie. Su ciascuna caditoia grava il bacino direttamente tributario costituito prevalentemente da viabilità, aree di manovra, piazzali e parcheggi.

Il numero delle caditoie, prefissato l'evento di progetto ($T_r=50$), e la conseguente portata di pioggia affluente, è quindi direttamente proporzionale alla superficie drenata ed alla tipologia e dimensioni della caditoia stessa.

Determinata la tipologia della caditoia, sifonabile con luce netta pari a 550x550 mm e superficie di scarico pari a 12,33 dm², la verifica deve essere soddisfatta in base alla portata che deve essere smaltita.

Utilizzando noti algoritmi dell'idraulica:

$$\frac{L}{H} = \frac{1}{2 \times C \times p} \times \left[\sin^{-1} \sqrt{\frac{y_0}{H} + 3} \times \sqrt{\frac{y_0}{H} \times \left(1 - \frac{y_0}{H}\right)} \right]$$

- H = energia specifica sulla grata;
 y₀ = battente idrico nella sezione iniziale di ingresso alla grata;
 C = coeff. di contrazione (assunto pari a 0,50);
 p = frazione efficace dell'area della griglia, rapporto tra la superficie totale delle fessure e la superficie complessiva della grata.

definita la dimensione della caditoia ed il soprastante battente idrico nella sezione di ingresso alla grata, viene determinata la portata dalla stessa evacuabile.

Portata Caditoia 550x550 mm - H=0.015 m	Qc	11.984351
larghezza della caditoia	l	0.55
battente idrico nella sezione iniziale di ingresso alla grata	y ₀	0.02
coeff. di contrazione	C	0.5
frazione efficace dell'area della griglia, rapporto tra la superficie totale delle fessure e la superficie complessiva della grata.	p	0.4076
Portata cunetta per unità di larghezza della cavitoia	q	0.0218
Energia specifica sulla grata	E	0.12
Lunghezza della caditoia	L	0.54937

Portata Caditoia 550x550 mm - H=0.010 m	Qc	7.6652133
larghezza della caditoia	l	0.55
battente idrico nella sezione iniziale di ingresso alla grata	y ₀	0.01
coeff. di contrazione	C	0.5
frazione efficace dell'area della griglia, rapporto tra la superficie totale delle fessure e la superficie complessiva della grata.	p	0.4076
Portata cunetta per unità di larghezza della caditoia	q	0.0139
Energia specifica sulla grata	E	0.11
Lunghezza della caditoia	L	0.55017

La superficie complessiva a piazzale/viabilità/parcheeggi del sottobacino risulta pari a 4'130,29 m², che generano una portata massima complessiva di **147 l/s**, che necessita pertanto di almeno **n. 13 caditoie con battente di 1.5 cm, e di 19 con battente di 1.0 cm.**

Poichè nel progetto vengono previste **21** caditoie la verifica risulta soddisfatta; le caditoie, che negli elaborati grafici vengono indicate a titolo semplicemente illustrativo, dovranno essere opportunamente posizionate a cura del progettista delle opere edili/stradali generali (in relazione alle quote del piazzale e rampa) al fine di intercettare efficientemente le acque di pioggia defluenti sulle sedi stradali.

4 SOTTOBACINO SV_2022 - STRADE E VIABILITA'

Il presente sottobacino, della superficie complessiva di circa 7801,50 m², comprende :

- l'area interessata dall'ammodernamento della viabilità della via Mantova - Brodena esistente con il potenziamento di un primo tratto dell'esistente sede viaria e la realizzazione di una nuova Rotonda per l'immissione nella nuova viabilità in progetto, per l'accesso al fabbricato e per il collegamento con la via Mantova stessa,
- l'area interessata dalla realizzazione della nuova viabilità di penetrazione ed accesso sul lato Est del fabbricato di progetto e di collegamento dell'Ambito di Trasformazione AdT 12 - UM 2 -"Nuovo Insediamento Produttivo" sito in Località Campagnoli e la via Mantova.

Per quanto riguarda l'ammodernamento della viabilità della via Mantova - Brodena esistente con realizzazione di una nuova Rotonda per l'immissione nella nuova viabilità in progetto per l'accesso al fabbricato, ai sensi del R.R. 7/2017 art. 3 comma 3 lettera b) risulta esclusa dall'applicazione del Regolamento in quanto:

"Nell'ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, assoggettati ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, sono esclusi dall'applicazione del presente regolamento:

(...)

b) gli interventi di ammodernamento, definito ai sensi dell'articolo 2 del regolamento regionale 24 aprile 2006, n. 7 (Norme tecniche per la costruzione delle strade), ad eccezione della realizzazione di nuove rotatorie di diametro esterno superiore ai 50 metri su strade diverse da quelle di tipo "E – strada urbana di quartiere", "F – strada locale" e "F-bis – itinerario ciclopedonale", così classificate ai sensi dell'articolo 2 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo codice della strada).

Per quanto riguarda invece le aree interessate dalla realizzazione della nuova viabilità di penetrazione all'Ambito di Trasformazione AdT 12 - UM 2 -"Nuovo Insediamento Produttivo", trattandosi di nuova strada ai sensi dell'articolo 3 comma 3 è soggetta ai disposti del Regolamento Regionale 7/2017

Ciò premesso, per semplicità di trattazione, poiché si rende comunque necessario prevedere un efficiente sistema di drenaggio della nuova rotatoria e del tratto della via Mantova - Brodena oggetto di riqualificazione e potenziamento, si è provveduto alla progettazione e verifica del sistema di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche secondo le modalità indicate dal Regolamento Regionale 7/2017.

L'uso dei suoli riscontrato dagli elaborati di progetto è riportato nella successiva tabella.

COMUNE DI LONATO AMBITO DI TRASFORMAZIONE 12 "UMI 2" LOCALITA' CAMPAGNOLI			
SIGG. LORENZI ANTONIO E GIOVANNI S.S., RAMBALDINI LORETTA, SGH SRL VIA MANTOVA - BRODENA FG. 54 MAPP. 22-24p-35-36-37-38-39-40-41-93 -23 SOTTOBACINO SV	Sottobacino	Interno comparto	Superficie interessata Intervento [m ²]
Viabilità via Mantova 1	SV	SI	404.98
Viabilità via Mantova 2 e strada di penetrazione	SV	SI	3614.73
Viabilità via Mantova 3 EXTRA COMPARTO	SV	NO	1059.14
Cordolo rotonda 1	SV	SI	31.45
Cordolo rotonda 2	SV	SI	60.53
Cordolo rotonda 3 EXTRA COMPARTO	SV	NO	57.48
Verde rotonda 1	SV	SI	15.08
Verde rotonda 2	SV	SI	231.32
Verde rotonda 3 EXTRA COMPARTO	SV	NO	100.84
Verde aiuole 1	SV	SI	9.56
Verde aiuole 2	SV	SI	67.98
Verde aiuole 3	SV	SI	8.71
Verde aiuole 4	SV	SI	5.32
Verde aiuole 5	SV	SI	65.38
Parcheggio drenante via Mantova	SV	SI	272.15
Marciaipiedi - cordoli - muretti 1	SV	SI	258.87
Marciaipiedi - cordoli - muretti 2	SV	SI	255.47
Marciaipiedi - cordoli - muretti 3	SV	SI	161.81
Marciaipiedi - cordoli - muretti 4	SV	SI	293.99
Marciaipiedi - cordoli - muretti 5	SV	SI	52.56
Marciaipiedi - cordoli - muretti 6	SV	SI	714.01
Marciaipiedi - cordoli - muretti 7 EXTRA COMPARTO	SV	NO	60.14
Superficie totale Sottobacino			7801.50

4.1 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO

Lo Studio di seguito sviluppato prevede lo smaltimento delle portate meteoriche generate dal sottobacino e raccolte dalla rete di drenaggio per infiltrazione mediante un sistema di pozzi perdenti isolati od in batteria opportunamente collocati all'interno dell'area di interesse.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche è costituito da due distinti impianti di collettamento e dispersione, uno al servizio della strada di penetrazione all'Ambito - UM2 ed uno al servizio della via Mantova - Brodena nel tratto d'intervento sul quale si prevede il potenziamento e la realizzazione di nuova rotatoria.

L'impianto al servizio della nuova strada di penetrazione prevede un numero complessivo di 22 caditoie opportunamente collocate sulla nuova viabilità e tra queste n. 6 collocate su pozzi perdenti, collegate da tratti di collettori in PVC SN8 DN 250/ 315, ai dispositivi del sistema di smaltimento costituiti da n. 8 Pozzi perdenti isolati; il gradiente altimetrico della strada non consente il collegamento in linea delle perdenti.

L'impianto al servizio del tratto di via Mantova oggetto d'intervento prevede:

- Sulla nuova Rotonda imbocco e sbocco - un numero complessivo di 14 caditoie opportunamente collocate sulla nuova viabilità, collegate da tratti di collettori in PVC SN8 De 315, ai dispositivi del sistema di smaltimento costituiti da n. 4 Pozzi perdenti isolati di cui tre posti all'interno della Rotatoria e uno nel verde a valle;
- Tratto via Mantova valle Rotonda - un numero complessivo di 6 caditoie opportunamente collocate sulla nuova viabilità, collegate da tratti di collettori in PVC SN8 De 250 - 315, al dispositivo del sistema di smaltimento costituito da n. 1 Pozzo perdente isolato posto in sede stradale;
- Tratto via Mantova monte Rotonda - un numero complessivo di 4 caditoie opportunamente collocate sulla

nuova viabilità e canaletta a tutta strada all'inizio del tratto d'intervento, collegate da tratti di collettori in PVC SN8 De 250 - 315, ai dispositivi del sistema di smaltimento costituiti da n. 2 Pozzi perdenti posti in sede parcheggi drenanti sul lato sud della via Mantova del Parcheggio Pubblico P1;

- Marciapiede sud via Mantova - un numero complessivo di 5 caditoie opportunamente collocate e collegate da tratti di collettori in PVC SN8 DN 160, ai dispositivi del sistema di smaltimento delle sedi stradali.

Complessivamente l'impianto prevede un numero complessivo di 46 caditoie stradali, opportunamente collocate sulla nuova viabilità, n. 5 caditoie collocate nel nuovo marciapiede, una canaletta stradale a monte sulla via Mantova - Brodena, collegate da tratti di collettori in PVC SN8 De 250 - 315 mm, ai rispettivi sistemi di smaltimento; i tratti di collettori principali che collegano i Pozzi perdenti vengono previsti cautelativamente in PVC SN8 De 355 mm.

Il sistema di smaltimento per infiltrazione è composto come di seguito descritto:

- **15 Pozzi Perdenti**, con funzioni di invaso e modulazione e disperdimento, al servizio del Sottobacino SV, con intercettazione delle acque pluviali provenienti da superfici stradali e marciapiedi, posti al piano campagna, costituiti da manufatti aventi le caratteristiche seguenti:
 - Tipologia: Pozzi disperdenti circondati da strato drenante;
 - Materiale: anelli prefabbricati in c.a., altezza cadauno 0.50 m;
 - Ampiezza dello strato drenante: 2.00 m;
 - Diametro interno anelli: 2.00 m;
 - profondità minima della parte drenante rispetto a p.c. : 0.50 m;
 - profondità del piano di posa rispetto a p.c.: 3.00 m.

Il volume di invaso complessivo del sistema viene realizzato mediante i pozzi perdenti, nel materiale di drenaggio circostante, mentre non sono computati pozzetti e tubazioni per l'elevata pendenza delle sedi stradali; non è presente alcun scarico verso Corpi idrici superficiali o collettori di Fognatura Bianca.

SOTTOBACINO SV_2022 - STRADE E VIABILITA'		
Sistema di raccolta		
n. canaletta con griglia (tipo GIGA 300Alto)	n.	1
Lunghezza	[m]	4.00
n. caditoie totali (6 su pozzi) (60*60)		46
n. caditoie MARCIAPIEDE (40*40)		5
Tipologia tubazioni		PVC DE 250 mm
Lunghezza tubazioni	[m]	31.24
Tipologia tubazioni		PVC DE 315 mm
Lunghezza tubazioni	[m]	368.97
Tipologia tubazioni		PVC DE 355 mm
Lunghezza tubazioni	[m]	26.00
Sistema di invaso e smaltimento		
n. Pozzi perdenti isolati		15
Diametro perdente \emptyset	[cm]	200
H perdente	[cm]	250
H totale	[cm]	300
Diametro drenaggio	[cm]	200
Volume tot. Invaso	[m ³]	421.36
Soggetto ad invarianza idraulica		SI

4.2 PREDIMENSIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI SMALTIMENTO E DISPERSIONE A SERVIZIO DEL SOTTOBACINO SV_2022

Per il drenaggio e lo smaltimento delle acque meteoriche provenienti dal Sottobacino SV dell' "Ambito di Trasformazione 12 – UMI 2", ubicato sul terreno sito in Lonato del Garda prospiciente la via Mantova - Brodena, di superficie complessiva di 6'557,89 m², come si è detto si prevede la realizzazione di n. **15 Pozzi perdenti** isolati, collegati al sistema di raccolta delle acque meteoriche, con funzioni sia di invaso locale che di scarico per infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo.

La pioggia di progetto da assumere per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica è indicata nell'art. 11 comma 2 lettera b) del R.R. 7/2017 e R.R. 8/2019, ove si prescrive di fare riferimento ai dati regionalizzati delle curve di possibilità pluviometrica prodotti da ARPA Lombardia per tempo di ritorno di **50 anni**.

Nella sottostante tabella si riportano i dati pluviometrici e della CPC inerenti l'area di interesse per **Tr= 50 anni**:

Caratteristiche della CPC	ARPA LOMBARDIA	Coordinate: UTM32 X=618020 Y =5031600
Tempo di ritorno		50.00
Coefficiente a (t>1 h e <= 24 h)		53.8846
Coefficiente n (t>1 h e <= 24 h)		0.26410
Coefficiente n (t<1 h)		0.5

Di seguito si riporta tabella riepilogativa con illustrazione delle caratteristiche e degli specifici parametri geometrici e di uso del suolo per il bacino di interesse:

COMUNE DI LONATO A MBITO DI TRASFORMAZIONE 12 "UMI 2" LOCALITA' CAMPAGNOLI	Tr	50.00				
SIGG. LORENZI ANTONIO E GIOVANNI S.S., RAMBALDINI LORETTA, SGH SRL VIA MANTOVA - BRODENA FG. 54 MAPP. 22-24p-35-36-37-38-39-40-41-93 -23 SOTTOBACINO SV		Sup. interne al comparto	ψ	i	Superficie interessata Intervento	Superficie Scolante Impermeabile (ridotta)
			[-]	[m ³ /m ²]	[m ²]	[m ²]
Viabilità via Mantova e strada di penetrazione	SV	SI	1.00	0.00	4019.71	4019.71
Cordolo rotonda	SV	SI	1.00	0.00	91.98	91.98
Verde rotonda	SV	SI	0.00	0.00	246.4	0.00
Verde aiuole	SV	SI	0.00	0.00	156.95	0.00
Marciapiedi - cordoli - muretti	SV	SI	1.00	0.00	1736.71	1736.71
Parcheggio drenante via Mantova	SV	SI	0.70	0.00	272.15	190.51
Viabilità via Mantova EXTRA COMPARTO	SV	NO	1.00	0.00	1059.14	1059.14
Verde rotonda EXTRA COMPARTO	SV	NO	0.00	0.00	100.84	0.00
Cordolo rotonda EXTRA COMPARTO	SV	NO	1.00	0.00	57.48	57.48
Marciapiedi - cordoli - muretti EXTRA COMPARTO	SV	NO	1.00	0.00	60.14	60.14
Caratteristiche bacino drenato						
Superficie totale privata interessata dall'Intervento					7801.50	
ψ medio					0.9249	
Invaso specifico in superficie [m ³ /m ²]					0.000	
Superficie Scolante Impermeabile (ridotta)					7215.67	

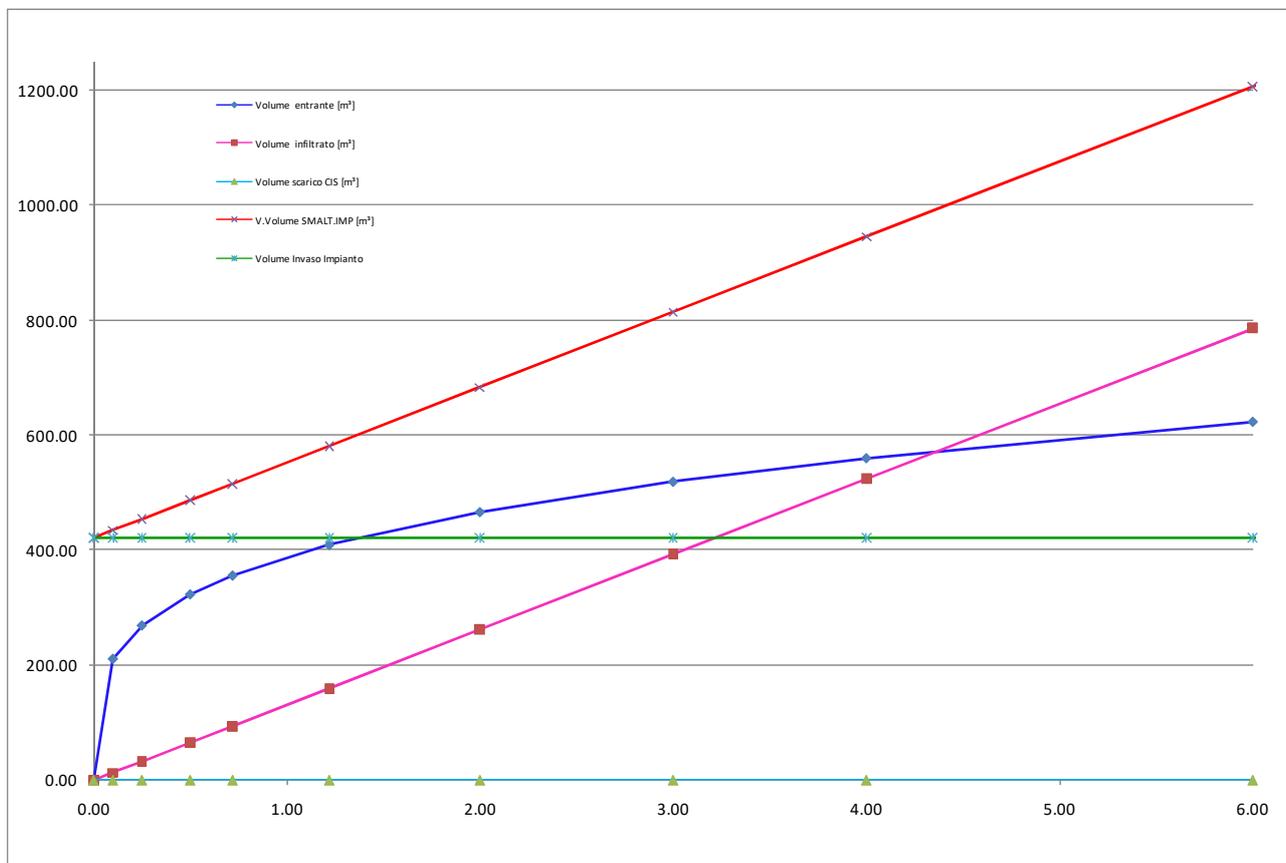
Sulla scorta delle caratteristiche di permeabilità dei terreni, unitamente agli elementi desunti dalla proposta progettuale precedentemente descritta vengono determinati la portata scaricabile dal sistema di smaltimento - infiltrazione ed il volume invasato nel sistema, come di seguito illustrato.

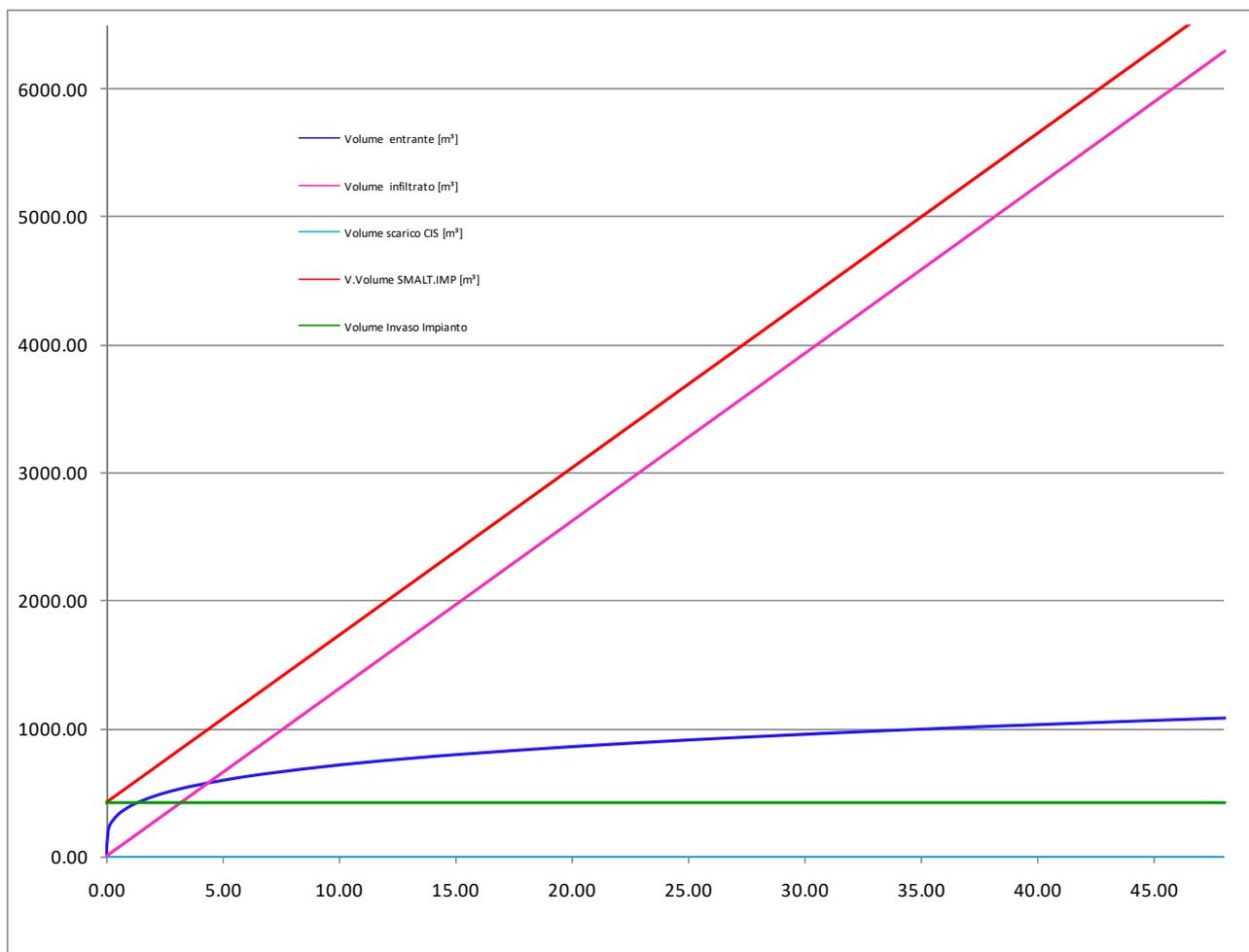
Caratteristiche dei pozzetti e del terreno					
Diametro pozzo:				2.00	[m]
Profondità minima rispetto alla strada/piano giardino:				0.50	[m]
Profondità massima rispetto alla strada/piano giardino:				3.00	[m]
Larghezza strato drenante				2.00	[m]
Distanza pozzi				3.00	[m]
Lunghezza superficie drenante:				76.00	[m]
Larghezza superficie drenante:				6.00	[m]
Porosità strato drenante:				0.30	
Numero pozzi : (1 Pozzo isolato > 1 Batteria)				15.00	
Permeabilità:	da metri	0.00 a metri	1.00	1.48E-04	[m/s]
Indagine in sito T1	da metri	1.00 a metri	2.00	1.48E-04	[m/s]
	da metri	2.00 a metri	10.00	1.48E-04	[m/s]
Caratteristiche idrauliche					
Superficie disperdente:	da metri	0.00 a metri	1.00	164.00	[m ²]
	da metri	1.00 a metri	2.00	164.00	[m ²]
	da metri	2.00 a metri	3.00	164.00	[m ²]
Coefficiente di riduzione superficie percolante:				50.00	%
Capacità di dispersione					
	da metri	0.00 a metri	1.00	12.14	l/s]
		1.00 a metri	2.00	12.14	l/s]
		2.00 a metri	10.00	12.14	l/s]
Capacità totale dispersione unitaria				36.4080	l/s]
Numero pozzi Isolati : (1 Batteria > 1 Pozzi Isolati)				1.00	
Capacità totale dispersione Sistema smaltimento				36.4080	l/s]
Volume Invasabile					
Volume pozzi				117.75	[m ³]
Volume strato drenante				303.61	[m ³]
Volume invasato in superficie				0.00	[m ³]
Volume invasato tubazioni				0.00	[m ³]
Volume totale invasabile nel sistema di dispersione				421.36	[m³]

Portata pozzo unitaria	2.4272	[l/s]
Portata complessiva campo pozzi Installato	36.41	[l/s]
Portata totale smaltita	36.408	[l/s]

ELEMENTI COSTITUENTI L'IMPIANTO DI LAMINAZIONE					
	L [m]	D [m]	A [m ²]	H [m]	[m ³]
Volume invasato nei tubi					
collettore principale PVC SN8 DN250	0.00	0.235			0.00
collettore principale PVC SN8 DN315	0.00	0.297			0.00
Volume pozzi	0.00				117.75
Volume strato drenante					303.61
Invaso su sedi stradali			0.00	0.000	0.00
					0.00
Volume totale invasabile					421.36

COMUNE DI LONATO AMBITO DI TRASFORMAZIONE 12 "UMI 2" LOCALITA' C/SOTTOBACINO SV									
Verifica del funzionamento IMP.Lam									
	Tr				50.00				
[ore]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[l/s]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[l/s]	[m ³]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	421.36
0.10	211.66	0.00	13.11	0.00	0.00	198.55	0.00	0.00	434.47
0.25	269.61	0.00	32.77	0.00	0.00	236.84	0.00	0.00	454.13
0.50	323.77	0.00	65.53	0.00	0.00	258.24	0.00	0.00	486.89
0.72	356.50	0.00	94.37	0.00	0.00	262.13	0.00	0.00	515.73
1.22	409.78	0.00	159.90	0.00	0.00	249.87	0.00	0.00	581.26
2.00	466.92	0.00	262.14	0.00	0.00	204.78	0.00	0.00	683.50
3.00	519.69	0.00	393.21	0.00	0.00	126.49	0.00	0.00	814.56
4.00	560.72	0.00	524.28	0.00	0.00	36.44	0.00	0.00	945.63
6.00	624.09	0.00	786.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1207.77
8.00	673.36	0.00	1048.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1469.91
10.00	714.23	0.00	1310.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1732.05
12.00	749.47	0.00	1572.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1994.18
14.00	780.61	0.00	1834.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2256.32
16.00	808.63	0.00	2097.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2518.46
18.00	834.18	0.00	2359.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2780.60
20.00	857.71	0.00	2621.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3042.73
22.00	879.58	0.00	2883.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3304.87
24.00	900.02	0.00	3145.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3567.01
26.00	919.25	0.00	3407.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3829.15
28.00	937.42	0.00	3669.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4091.28
30.00	954.66	0.00	3932.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4353.42
32.00	971.07	0.00	4194.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4615.56
34.00	986.74	0.00	4456.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4877.70
37.00	1009.03	0.00	4849.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5270.90
40.00	1030.02	0.00	5242.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5664.11
43.00	1049.88	0.00	5635.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6057.32
46.00	1068.75	0.00	6029.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6450.52
48.00	1080.83	0.00	6291.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6712.66
Valori massimi:		0.00				262.13	0.00	0.00	





Il Valore del Volume residuo pari a zero indica che il sistema proposto dispone dei volumi di laminazione necessari durante i transitori di pioggia intensa, atti a modulare la portata delle acque di pioggia drenate dall'insediamento con la portata possibile di infiltrazione durante il breve termine dell'evento meteorico.

Il Valore della Portata residua pari a zero indica che il sistema di infiltrazione proposto è idoneo per l'evento di progetto e non necessita di alcun scarico fuori dal sistema di smaltimento. Ciò viene ben evidenziato dall'esame dei grafici, riportati che indicano:

- serie 1 " Blu " volumi d'acqua di pioggia che affluiscono alla rete di drenaggio per eventi di durata variabile da 1 a 48 ore, con tempo di ritorno di 50 anni,
- serie 2 " Fucsia " volumi d'acqua di pioggia smaltiti dalla rete di drenaggio del nuovo insediamento nei due pozzi perdenti,
- serie 3 " Azzurro " volume d'acqua inviati allo scarico in corpo idrico superficiale CIS o fognatura urbana, fuori dal sistema di drenaggio (non viene rilevata nel presente caso in quanto essendo in assenza di scarico verso esterno si sovrappone all'ascissa),
- serie 4 " Rosso " volumi d'acqua complessivi del volume d'invaso della rete di drenaggio (tubazioni , pozzi, vasca) e dei volumi d'acqua di pioggia drenati nel sottosuolo, descrittiva del funzionamento dell'intero sistema di invaso e drenaggio /smaltimento nel sottosuolo.
- serie 5 " Verde " volume d'invaso della rete di raccolta e drenaggio (tubazioni, pozzi vasca di prima pioggia).

La prevalenza della serie " 4 " indica il corretto predimensionamento complessivo dell'impianto di invaso –

smaltimento - disperdimento, per l' evento ed il tempo di ritorno assunti nella progettazione.

4.3 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO E DISPERSIONE SOTTOBACINO SV CON IL METODO DI DETTAGLIO

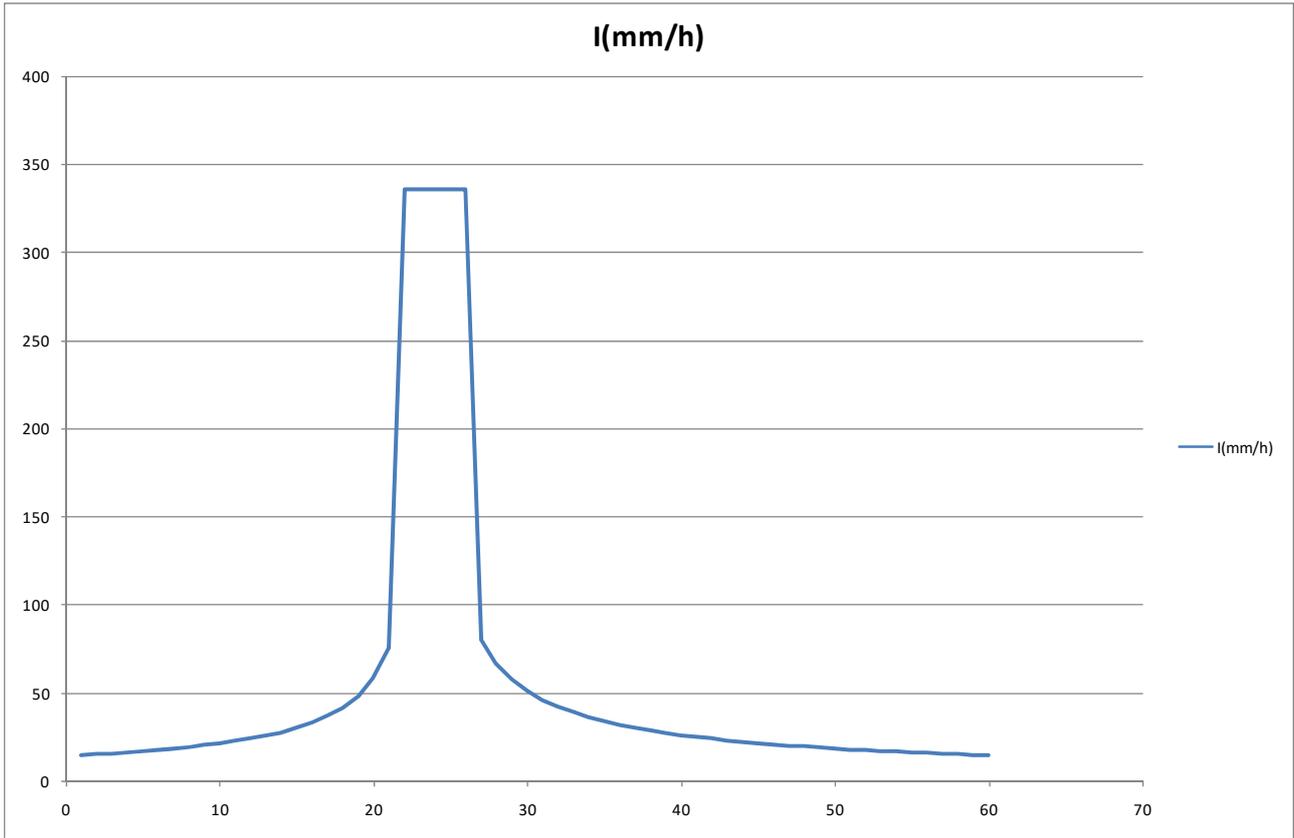
Il dimensionamento svolto con il metodo di dettaglio richiede la conoscenza delle caratteristiche specifiche del bacino in esame, di seguito riassunte e calcolate come illustrato nella Relazione Generale.

Caratteristiche bacino drenato		
Superficie totale privata interessata dall'Intervento	7801.50	[m ²]
ψ medio	0.9249	
Superficie Scolante Impermeabile (ridotta)	7215.67	[m ²]
Caratteristiche della CPC		
Tempo di ritorno	50.00	[anni]
Coefficiente a (t>1 h e <= 24 h)	53.88	
Coefficiente n (t>1 h e <= 24 h)	0.2641	
Caratteristiche della rete di raccolta e impianto di smaltimento		
Lunghezza massima di bacino	55	[m]
Velocità media nei collettori	0.5	[m/s]
Tempo di entrata in rete t_e	8	[min]
Tempo di percorrenza della rete t_p	2	[min]
Tempo di corrvazione $t_c = t_e + t_p$	10	[min]
	0.164	[ore]
Portata massima in uscita Q_u	36.41	[l/s]
Durata critica dell'evento per il volume θ_w (Alfonsi e Orsi, 1987)	0.75	[ore]
Durata critica dell'evento per il volume θ_w (superiore al tempo di corrvazione)_Assunta	1.00	[ore]

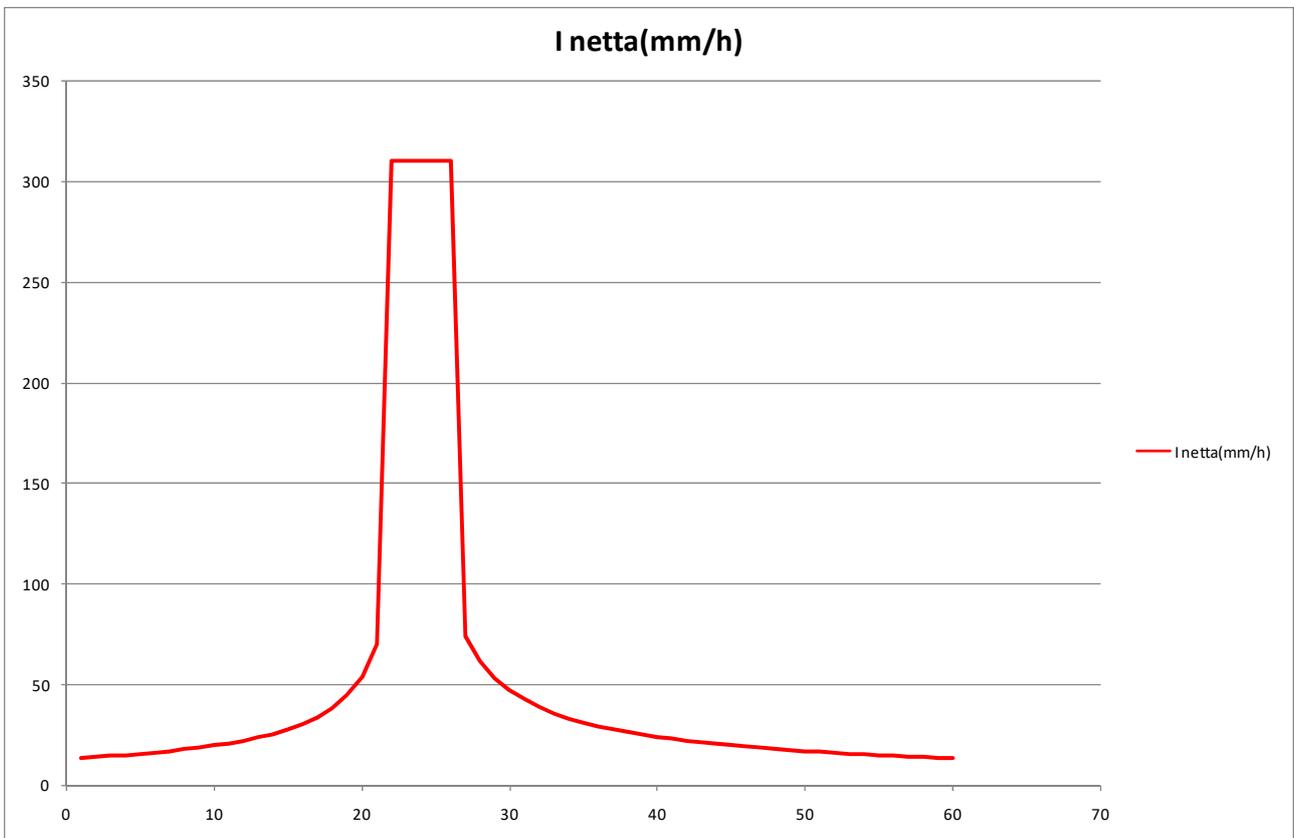
La durata critica per l'evento di volume è stata determinata con la metodologia suggerita da Alfonsi e Orsi. Determinata od assunta la durata critica dell'evento che massimizza il Volume d'invaso necessario per la laminazione delle portate allo scarico prefissate e/o ammissibili dalla norma ($T_p=45'$), si procede al calcolo dello ietogramma di progetto di tipo Chicago (con durata di pioggia pari alla durata critica sopra indicata se maggiore di un ora o viceversa quella assunta di 60', con posizione del picco posta a 3/8 della durata dell'evento), alla determinazione dell'idrogramma di piena generato dal sottobacino e del conseguente volume di invaso con prefissata portata uscente, mediante l'utilizzo di codici di calcolo dedicati.

I risultati inerenti il Sottobacino oggetto di studio **SV** sono di seguito riportati in forma grafica e riassunti come di seguito:

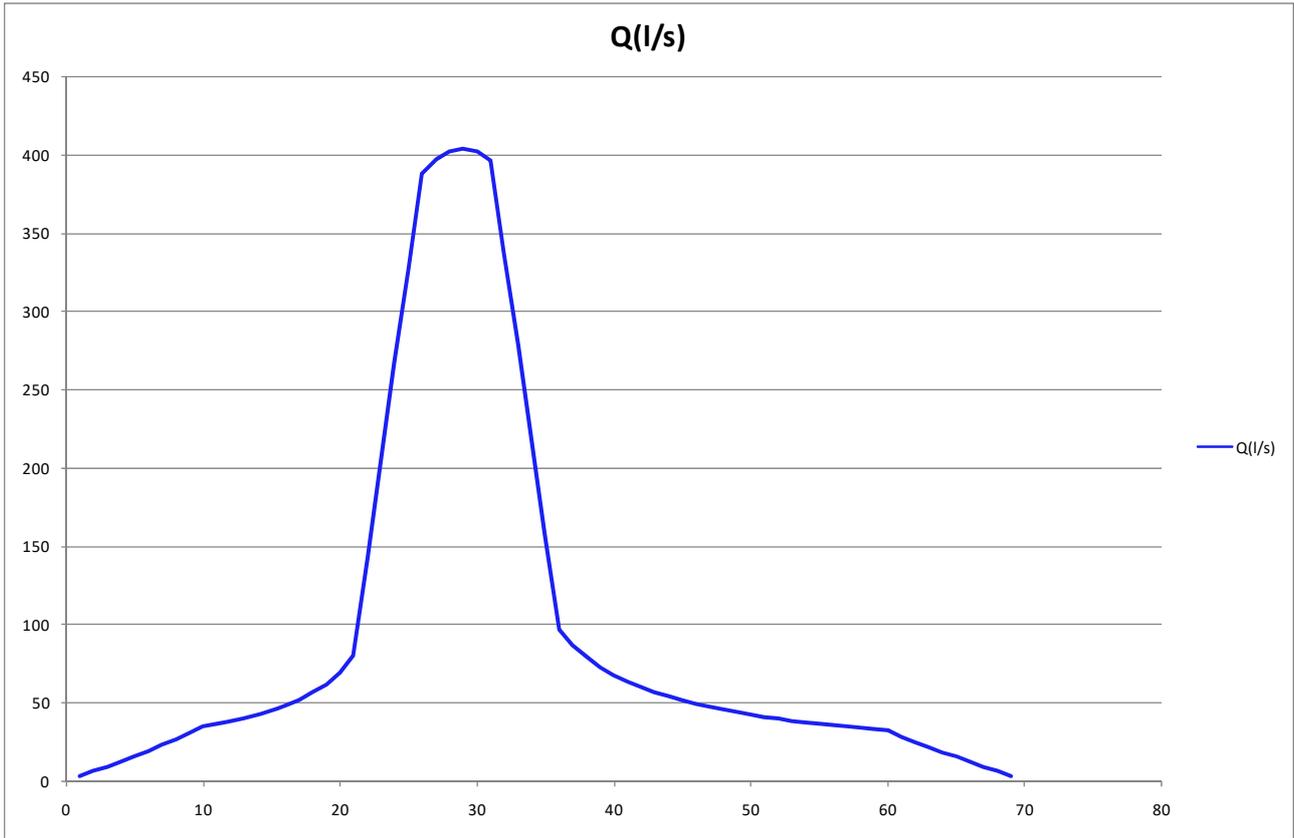
- Ietogramma lordo che presenta una durata complessiva pari alla durata critica dell'evento che massimizza il Volume d'invaso **$t_{\text{pioggia}}=60'$** , con volume di pioggia pari a **53,88 mm** e intensità massima pari a **335,45 mm/h**;
- Ietogramma netto dell'evento, con volume di pioggia pari a **49,84 mm** e intensità massima pari a **310,26 mm/h**;
- Idrogramma in entrata al sistema di laminazione/dispersione che presenta una durata complessiva pari a **69 minuti**, un valore di picco massimo pari a **403,70 l/s** dopo circa **29 minuti** dall'inizio dell'evento e volume complessivo dell'onda entrante nell'invaso pari a circa **388,81 m³**;
- Coefficiente Udometrico di sottobacino pari a **517,46 l/s* ha**;
- Idrogramma in uscita dal sistema di laminazione/dispersione portata di scarico dell'invaso per infiltrazione resa disponibile dai dispositivi perdenti di progetto pari a **$Q_u(t) = 36,41 l/s$**
- Curva del volume di laminazione con valore di picco massimo pari a **264.55 m³** e determinazione del tempo di svuotamento pari a **124 minuti** (184 - 60).



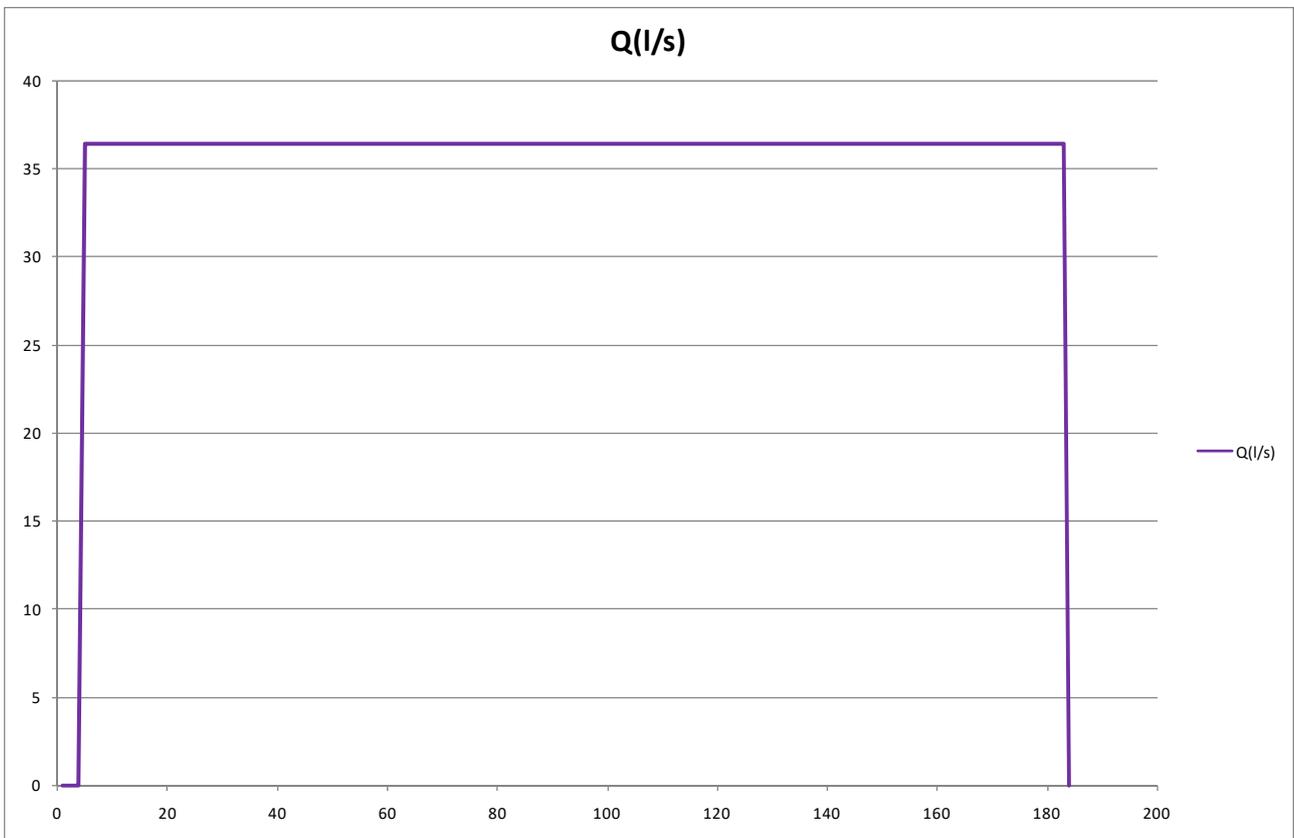
Ietogramma non Depurato – Sottobacino SV_2022 - Tr = 50 d = 60'



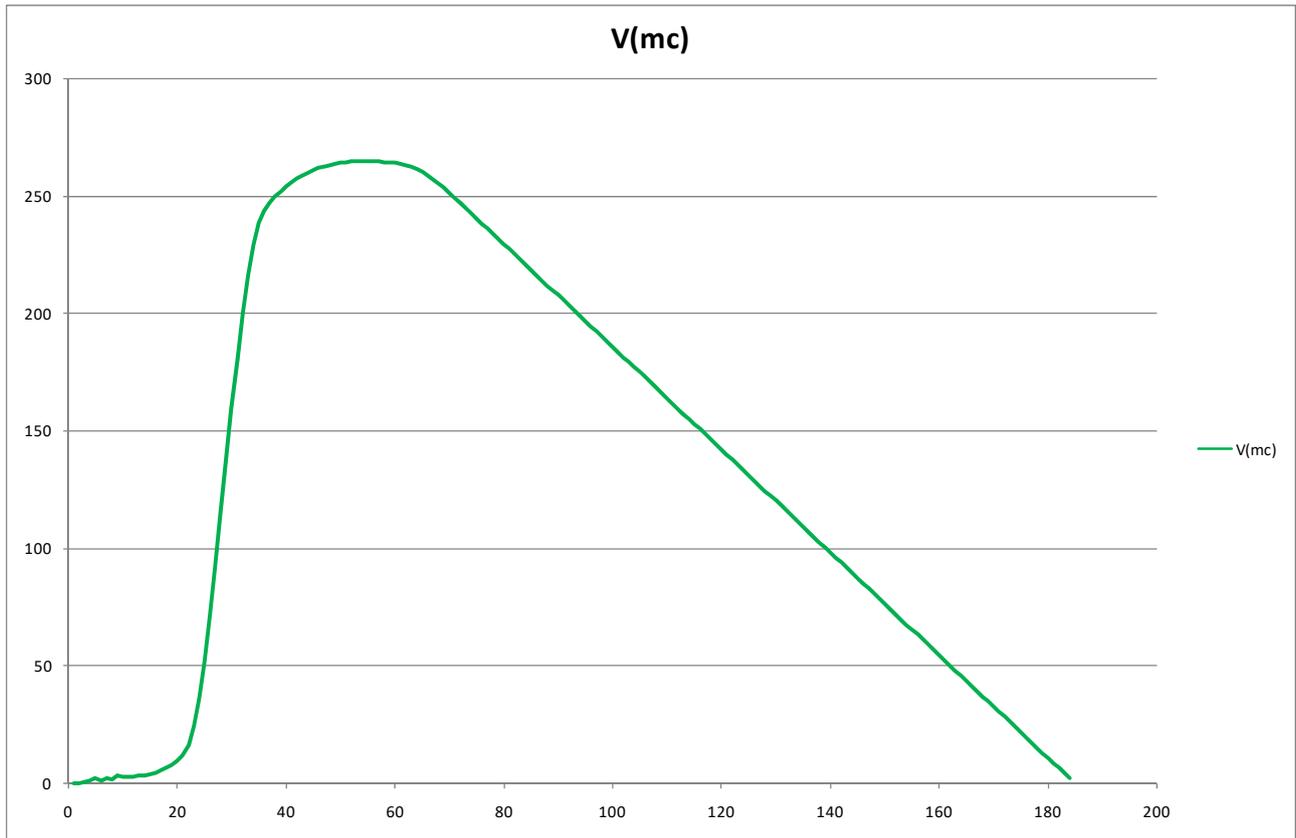
Ietogramma netto – Sottobacino SV_2022 - Tr = 50 d = 60'



Idrogramma entrante impianto di smaltimento- Sottobacino SV_2022 - Tr = 50 d = 60'

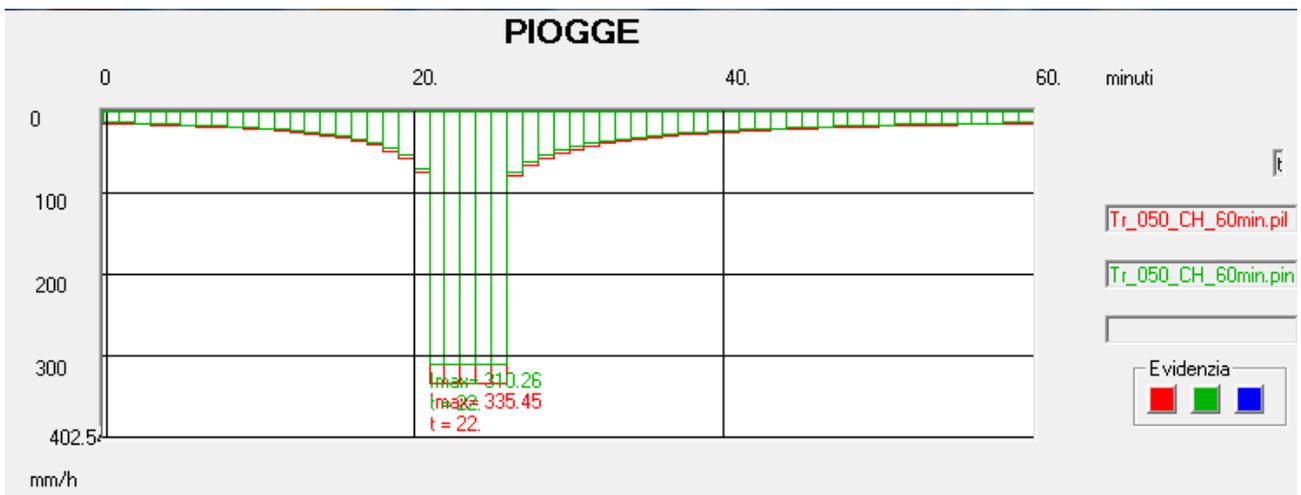


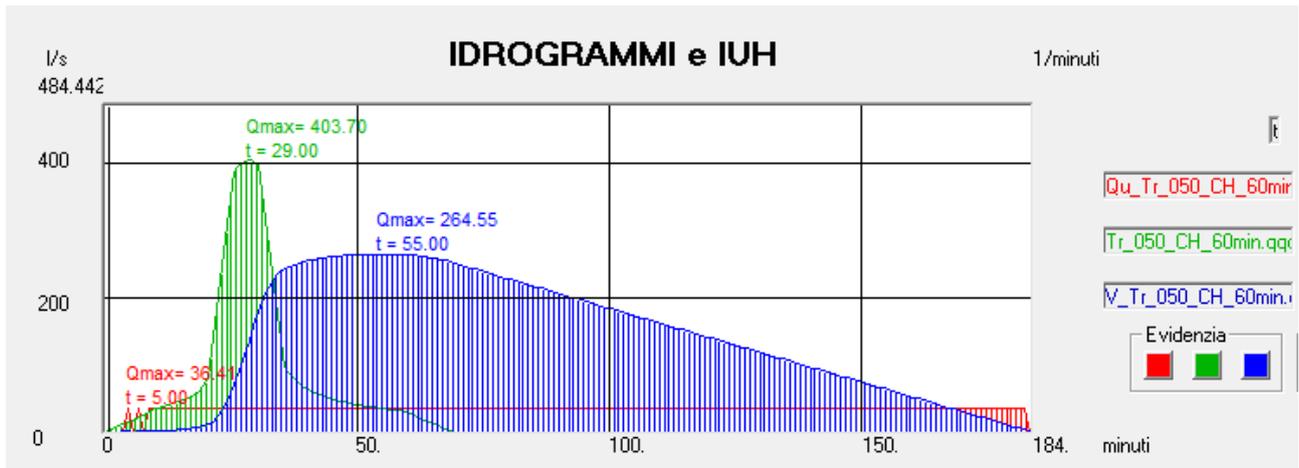
Portata di scarico dell' impianto di smaltimento - Sottobacino SV_2022 - Tr = 50 d = 60'



Vol. laminazione dell' impianto di smaltimento – Sottobacino SV_2022 - Tr = 50 d = 60'

4.3.1 Grafici riepilogativi – Sottobacino SV Tr = 50 y - Tp = 60'





4.3.2 Verifica Requisito minimo - Volume Invaso - Art. 12 c. 2 - Sottobacino SV

Il requisito minimo da soddisfare, previsto dall'art. 12 comma 2 e 3, consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione.

Per le aree B a media criticità idraulica di cui all'articolo 7 esso è pari a 500 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento e pertanto, nello specifico il Volume minimo risulterebbe pari a 360,78 m³.

Trattandosi di Piano Attuativo, l'art. 7 comma 5 prevede che il requisito minimo da soddisfare individuato dall'art. 12 comma 2, sia quello definito per le aree "A" ad alta criticità idraulica di cui all'articolo 7, e pertanto il requisito minimo da verificare, è pari a 800 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, che rapportato alla superficie impermeabilizzata del lotto risulta pari a 577,25 m³.

Poiché il sistema di smaltimento previsto si basa su infiltrazione in campo pozzi perdenti e i calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione sono basati su prove di permeabilità, allegate allo studio, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F, ricorrono nella fattispecie le condizioni previste dall'art. 11 comma 2) lettera e) n. 3): "trattandosi della realizzazione di sole strutture di infiltrazione, e quindi non siano previsti scarichi verso ricettori", e pertanto il requisito minimo previsto dall'articolo 12, comma 2, può essere ridotto del 30 per cento, al valore di 404,08 m³.

Per la stima dei volumi d'acqua da invasare si è fatto riferimento alle due metodologie di calcolo suggerite dal regolamento, nello specifico:

- Requisiti minimi;
- Metodo di dettaglio.

Secondo le prescrizioni del regolamento, per il dimensionamento delle opere va considerato il Valore maggiore ottenuto dall'applicazione dei due metodi.

Pertanto, come evidenziato nella seguente tabella, nel caso in esame verrà considerato il valore stimato mediante l'applicazione dei Requisiti Minimi pari a $V_{\text{Invaso_Laminazione}} = 404,08 \text{ m}^3$, in quanto il $V_{\text{Invaso_Laminazione}}$ ottenuto con il Metodo di dettaglio per l'evento con tempo di ritorno di 50 anni risulta pari a $= 264,55 \text{ m}^3$.

Il Volume Totale invasabile dal sistema di collettamento ed infiltrazione di progetto, che viene cautelativamente computato al netto delle tubazioni e dei pozzetti per la significativa pendenza delle sedi stradali d'interesse, determinato in 421,36 m³, risulta soddisfare i requisiti minimi previsti dall'Art. 12 comma 2 e 3 del Regolamento n. 7.

VERIFICA REQUISITO MINIMO (Vol min. R.R. 7 - R.R. 8 (Art. 7 c. 5 e Art. 12 c. 2)	L [m]	D [m]	A [m ²]	H [m]	[m ³]
Volume invasato nei tubi					
collettore principale PVC SN8 DN250	0.00	0.235			0.00
collettore principale PVC SN8 DN315	0.00	0.297			0.00
Volume pozzi	0.00				117.75
Volume strato drenante					303.61
Invaso su sedi stradali			0.00	0.000	0.00
					0.00
Volume totale invasabile					421.36
Vol min. R.R. 7 (Art. 7 c. 5 e Art. 12 c. 2) _ R.R. 8 - P.Att. - Con prove	RICHIESTO		7801.50	739.9259	404.08
Vol min. Metodo sole piogge (Tr 50)					262.13
Volume minimo determinato con Metodo di dettaglio (Tr 50)					264.55

4.3.3 Verifica del tempo di svuotamento del dispositivo di smaltimento Sottobacino SV

L'art. 11 comma 2, lettera f, punto 1 - 2, del R.R. 7/2017 come modificato ed integrato dal R.R. 8/20198, prevede che nel progetto vengano inoltre effettuate valutazioni circa il tempo di svuotamento nel sottosuolo delle strutture di smaltimento. Con riferimento a quanto indicato dalla lettera f, punto 2 dello stesso articolo, "per tener conto di possibili eventi meteorici ravvicinati, il tempo di svuotamento dei volumi calcolati secondo quanto indicato alla lettera e) non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile".

In funzione delle portate uscenti dall'invaso di laminazione Qu con disperdimento mediante campo pozzi (**Qinf = 36,41 l/s**, portata di infiltrazione calcolata con i criteri prima esposti), il tempo di svuotamento dell'invaso, dopo il termine dell'evento, è pari a **Tsvuotamento = 124 minuti** (2.07 ore < 48 ore), decorrenti dal termine della pioggia.

4.4 VERIFICA DIMENSIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI SMALTIMENTO - SOTTOBACINO SV TR=100

L'art. 11 comma 2, lettera a, punto 2, del Regolamento prevede che gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono oggetto di verifica del dimensionamento. Per tale attività la norma individua l'evento con tempo di ritorno **Tr = 100 anni**: quello da adottare per la verifica del corretto funzionamento dei gradi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate, atte al drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche provenienti dall'intervento in oggetto relativo al sottobacino d'interesse.

Tale verifica è mirata a valutare che, in presenza di un evento con T 100, non si determinino esondazioni che arrechino danni a persone o a cose, siano esse le opere stesse o le strutture presenti nell'intorno.

La verifica viene svolta con le stesse procedure utilizzate per il dimensionamento.

Nella sottostante tabella si riportano i dati pluviometrici e della CPC inerenti l'area di interesse per **Tr= 100 anni**:

Caratteristiche della CPC	ARPA LOMBARDIA	Coordinate: UTM32 X=618020 Y =5031600
Tempo di ritorno		100.00
Coefficiente a (t>1 h e <= 24 h)		60.0791
Coefficiente n (t>1 h e <= 24 h)		0.26410
Coefficiente n (t<1 h)		0.5

La verifica con il metodo di dettaglio, come per il dimensionamento svolto, richiede la conoscenza delle caratteristiche specifiche del bacino in esame, di seguito riassunte e calcolate come illustrato nella Relazione Generale.

Caratteristiche bacino drenato		
Superficie totale privata interessata dall'Intervento	7801.50	[m ²]
ψ medio	0.9249	
Superficie Scolante Impermeabile (ridotta)	7215.67	[m ²]
Caratteristiche della CPC		
Tempo di ritorno	100.00	[anni]
Coefficiente a (t>1 h e <= 24 h)	60.08	
Coefficiente n (t>1 h e <= 24 h)	0.2641	
Caratteristiche della rete di raccolta e impianto di smaltimento		
Lunghezza massima di bacino	55	[m]
Velocità media nei collettori	0.5	[m/s]
Tempo di entrata in rete t_e	8	[min]
Tempo di percorrenza della rete t_p	2	[min]
Tempo di corrvazione $t_c = t_e + t_p$	10	[min]
	0.164	[ore]
Portata massima in uscita Q_u	36.41	[l/s]
Durata critica dell'evento per il volume θ_w (Alfonsi e Orsi, 1987)	0.87	[ore]
Durata critica dell'evento per il volume θ_w (superiore al tempo di corrvazione)_Assunta	1.00	[ore]

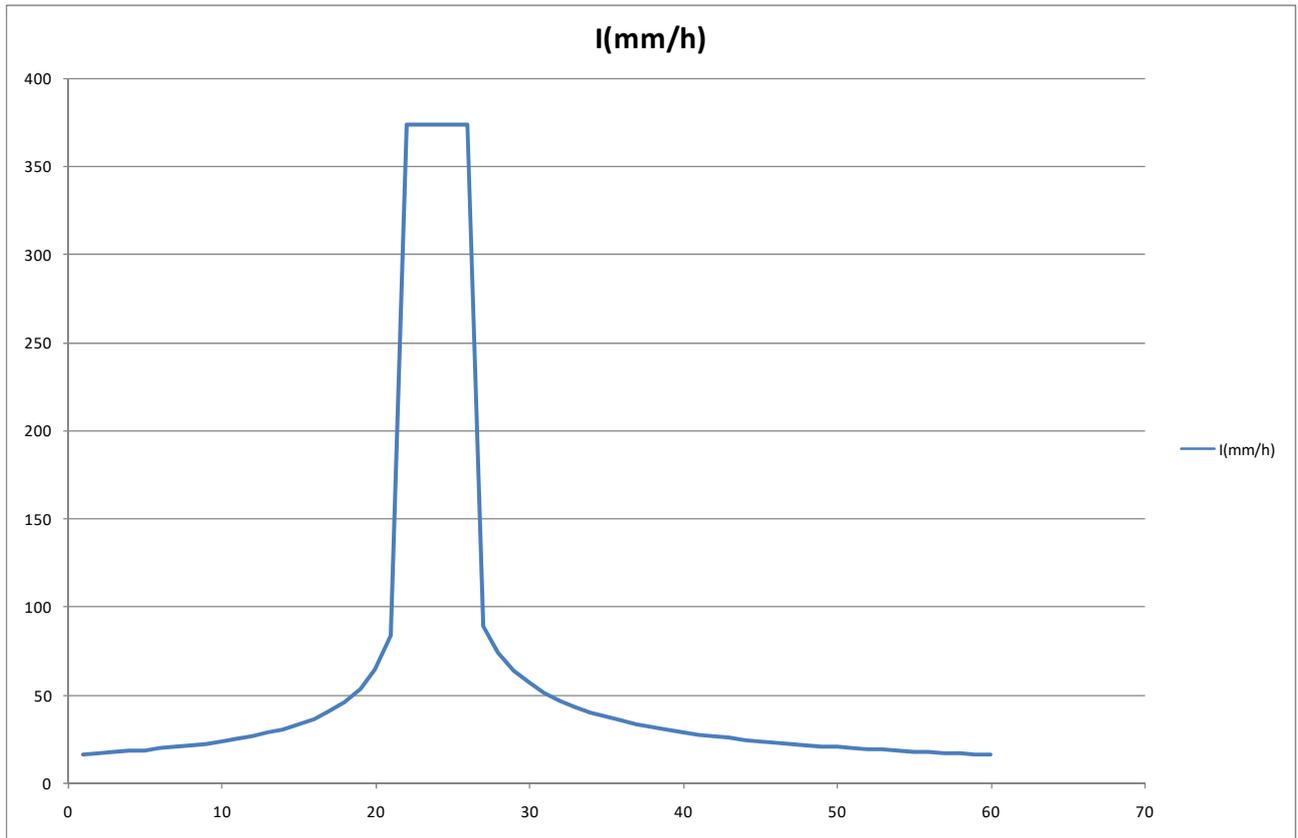
Determinata la durata critica dell'evento che massimizza il Volume d'invaso necessario per la laminazione delle portate allo scarico prefissate e/o ammissibili dalla norma ($T_p=52'$), si procede al calcolo dello ietogramma di progetto di tipo Chicago (con durata di pioggia pari alla durata critica sopra determinata se superiore ad un'ora o pari a 60 minuti se inferiore, posizione del picco posta a 3/8 della durata dell'evento), alla determinazione dell'idrogramma di piena generato dal sottobacino e del conseguente volume di invaso con prefissata portata uscente, mediante l'utilizzo di codici di calcolo dedicati.

I risultati inerenti il Sottobacino oggetto di studio PP01 sono di seguito riportati in forma grafica e riassunti come di seguito:

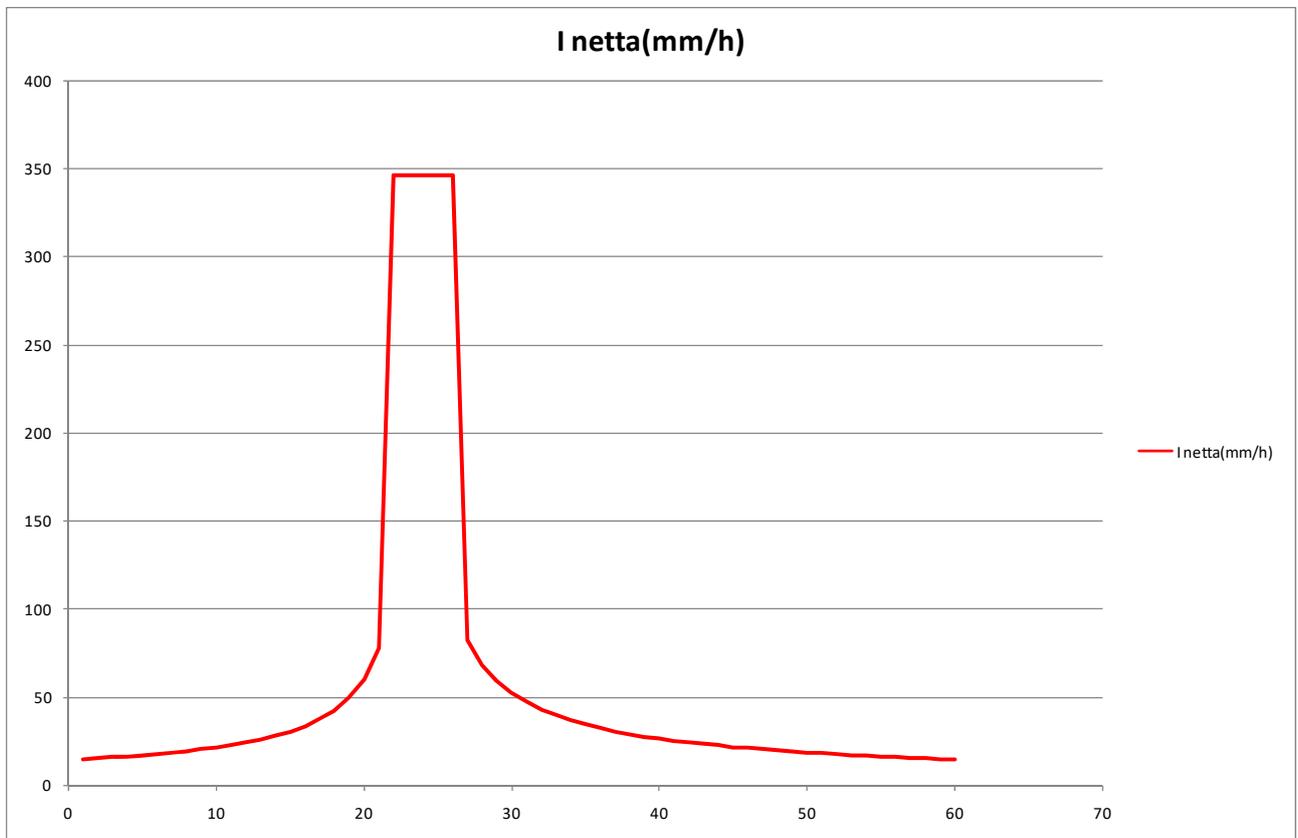
- ietogramma lordo che presenta una durata complessiva pari alla durata critica dell'evento che massimizza il Volume d'invaso $t_{\text{pioggia}}=60'$, con volume di pioggia pari a **60,08 mm** e intensità massima pari a **374,02 mm/h**;
- ietogramma netto dell'evento, con volume di pioggia pari a **55,57 mm** e intensità massima pari a **345,93 mm/h**;
- idrogramma in entrata al sistema di laminazione/dispersione che presenta una durata complessiva pari a **69 minuti**, un valore di picco massimo pari a **450,11 l/s** dopo circa **29 minuti** dall'inizio dell'evento e volume complessivo dell'onda entrante nell'invaso pari a circa **433,51 m³**;
- Coefficiente Udometrico di sottobacino pari a **576,95 l/s* ha**;
- idrogramma in uscita dal sistema di laminazione/dispersione portata di scarico dell'invaso per infiltrazione resa disponibile dai dispositivi perdenti di progetto pari a **$Q_u(t) = 36,41 \text{ l/s}$**
- curva del volume di laminazione con valore di picco massimo pari a **307,48 m³** e determinazione del tempo di svuotamento pari a **145 minuti** (205 - 60).

La verifica del grado di sicurezza delle opere come sopra dimensionate è ampiamente soddisfatta. Anche in presenza di un evento con T 100, non si determino esondazioni che arrechino danni a persone o a cose, siano esse le opere stesse o le strutture presenti nell'intorno.

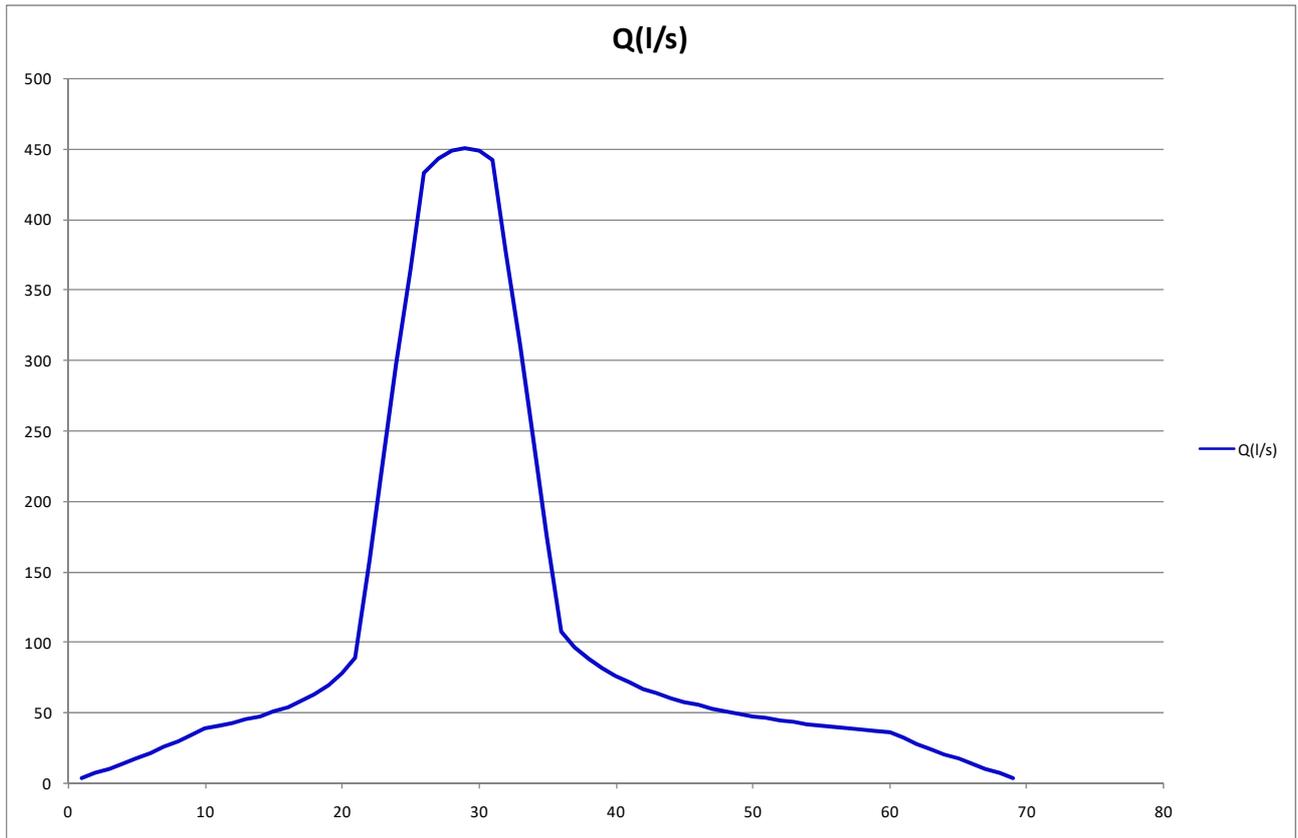
Il sistema di smaltimento e le opere inerenti il nuovo intervento non richiedono eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.



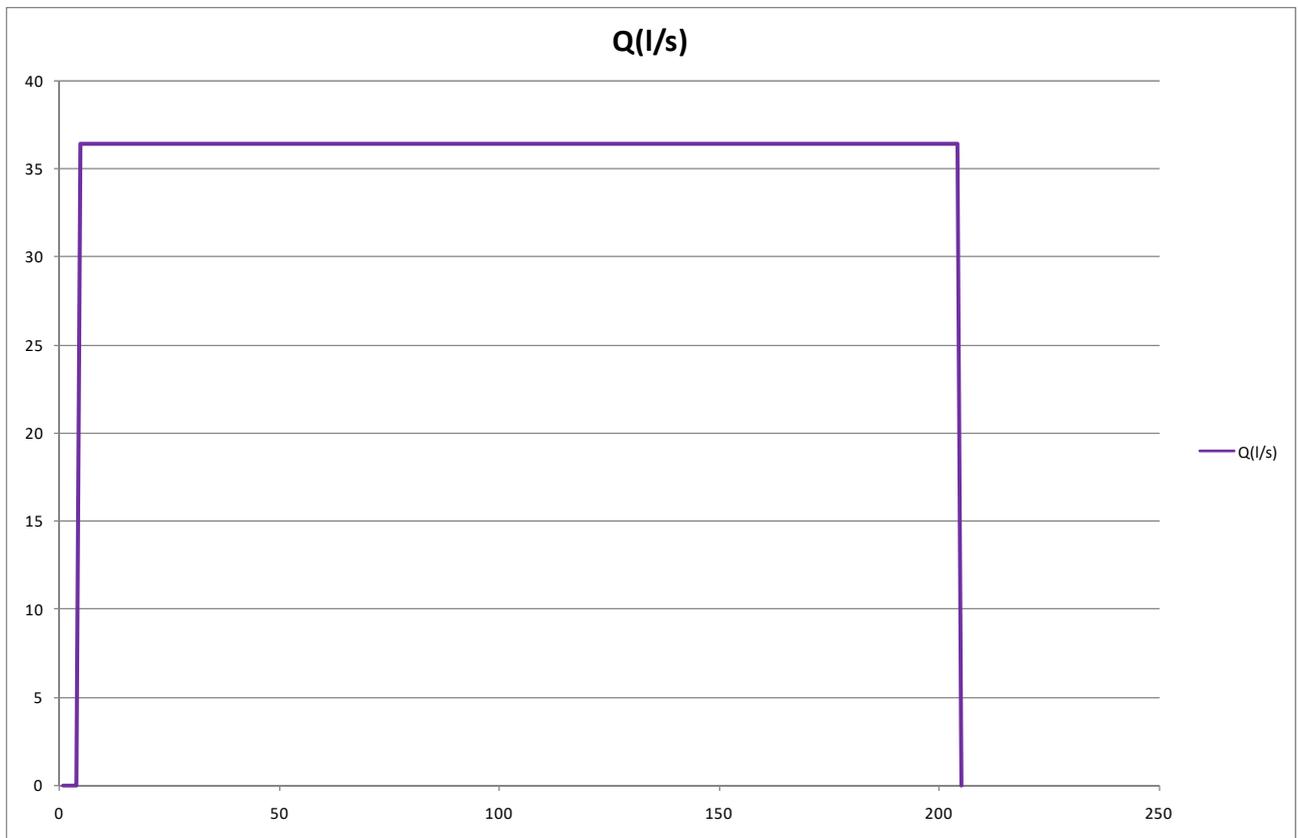
Ietogramma non Depurato – Sottobacino SV_ 2022 - Tr = 100 d = 60'



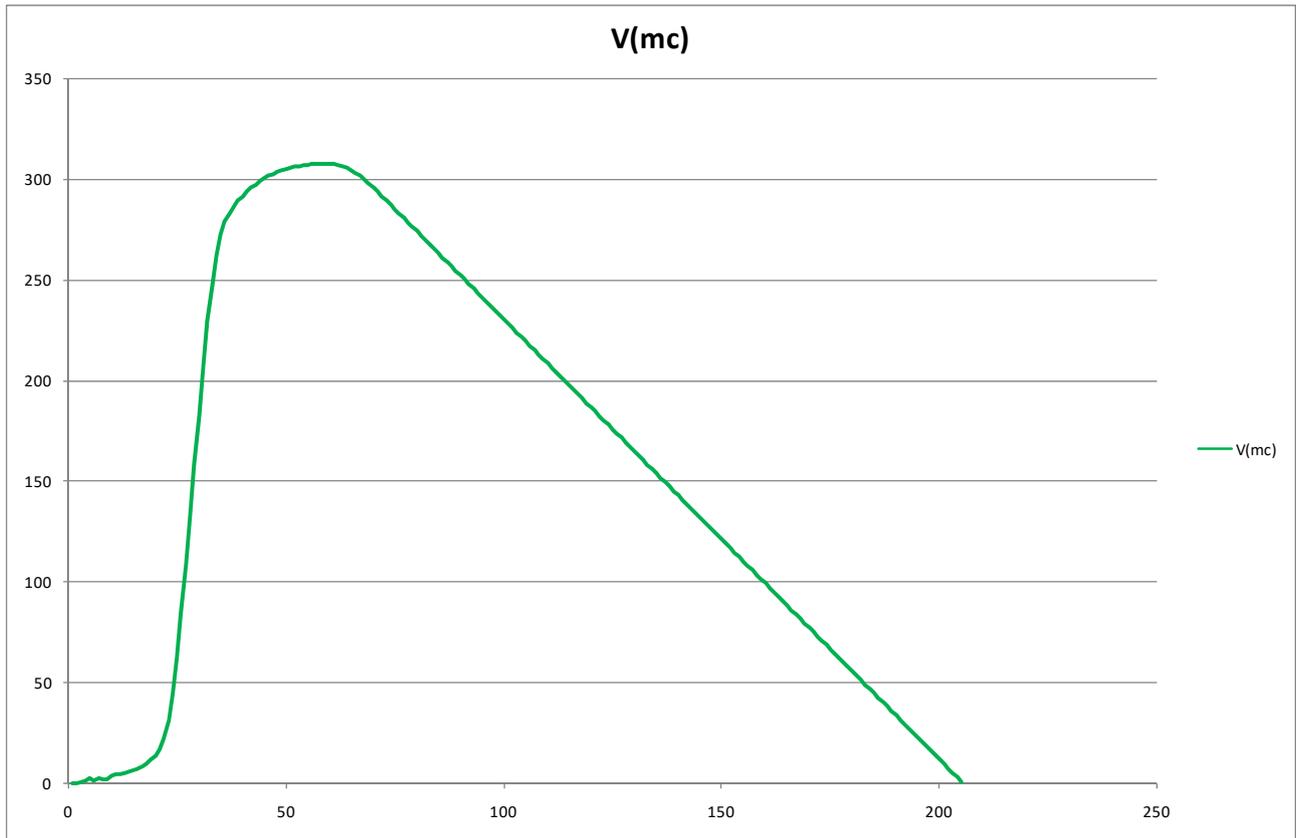
Ietogramma netto – Sottobacino SV_ 2022 - Tr = 100 d = 60'



Idrogramma entrante impianto di smaltimento - Sottobacino SV_2022 - $Tr = 100 d = 60'$

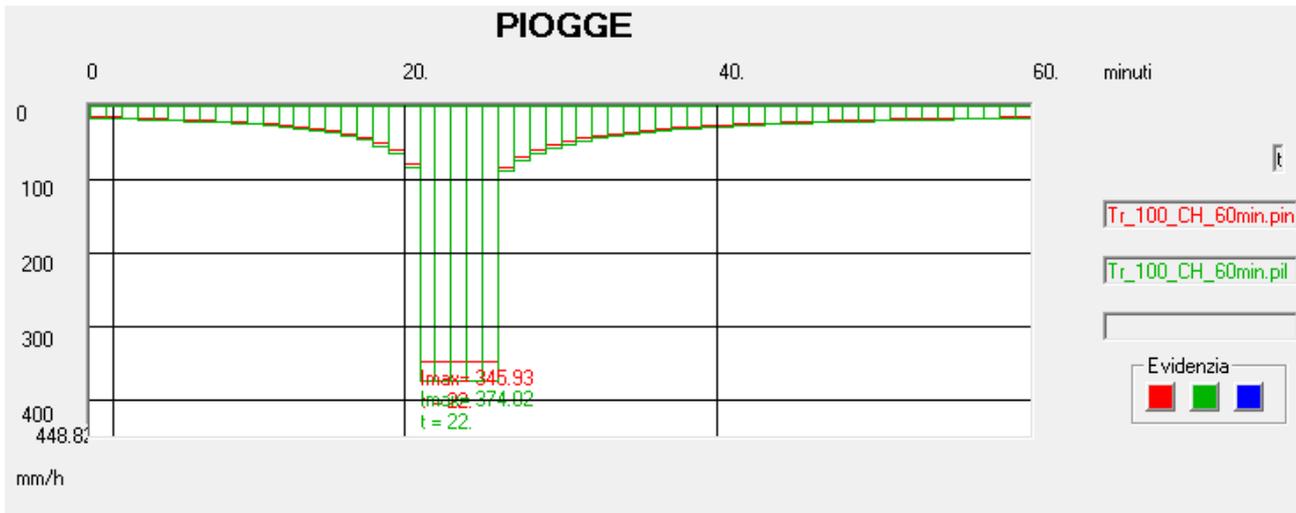


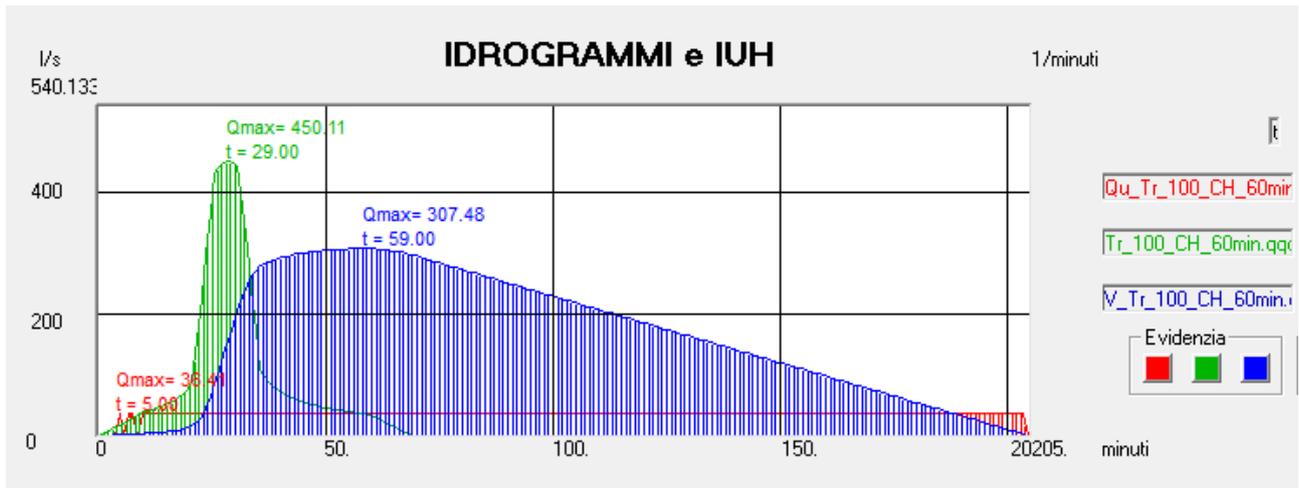
Portata di scarico dell' impianto di smaltimento - Sottobacino SV_2022 - $Tr = 100 d = 60'$



Vol. laminazione dell' impianto di smaltimento – Sottobacino SV_ 2022 - Tr = 100 d = 60'

4.4.1 Grafici riepilogativi – Sottobacino SV Tr = 100 y - Tp = 60'





4.5 DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI DI PROGETTO SOTTOBACINO SV_2022

La rete di drenaggio e collettamento proposta in sintesi prevede la realizzazione di:

- n. 4 collegamenti caditoie costituiti da tubazioni in PVC SN8 De 250,
- n. 12 dorsali costituite da tubazioni in PVC SN8 De 315, alle quali sono allacciate le caditoie,
- n. 2 collegamenti collettori principali - Pozzi perdenti costituiti da tubazioni in PVC SN8 De 355.

ELEMENTI COSTITUENTI L'IMPIANTO DI COLLETTAMENTO - LAMINAZIONE			
	L [m]	D [m]	i [m/m]
collettore principale PVC SN8 De 250	31.24	0.235	0.005
collettore principale PVC SN8 De 315	368.97	0.297	0.005
collettore principale PVC SN8 De 355	26.00	0.334	0.005

La portata massima determinata con il metodo di dettaglio per l'evento di pioggia con $T_r = 50$ anni per il Sottobacino SV risulta pari a 403,70 l/s, che vengono intercettate da 46 caditoie stradali, che nel caso di perfetta equilibratura delle singole sottoaree drenate comporta il transito nella sezione di collettore principale De 315 maggiormente sollecitata della portata di circa 35.10 l/s corrispondente al carico di n. 4 caditoie stradali.

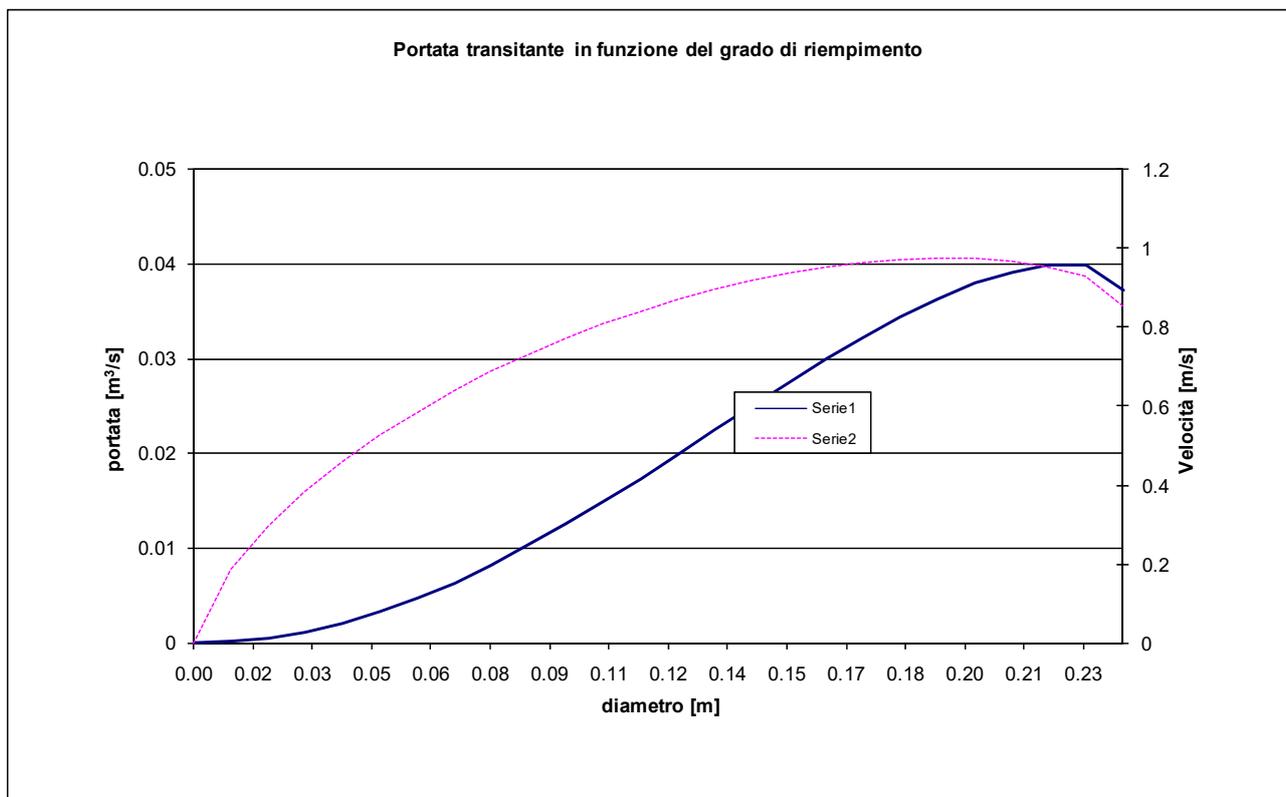
Come già determinato precedentemente. La tubazione di progetto PVC SN8 De 315 consente il transito della portata di 67.43 l/s con fattore di riempimento pari all' 80 % e 74.04 l/s con fattore di riempimento pari all' 92 %, che pertanto risulta idonea.

Analogamente agli stacchi dalla rete che alimentano i Pozzi perdenti, nel caso di corretta equilibratura della rete, affluiscono un quindicesimo della portata massima determinata per l'evento di pioggia con $T_r = 50$ anni, pari a 26.91 l/s, od il carico massimo di n. 5 caditoie stradali pari a 43.88 l/s; la tubazione di progetto PVC SN8 De 355 consente il transito della portata di 92.70 l/s con fattore di riempimento pari all' 80 %, e 101.79 l/s con fattore di riempimento pari all' 92 %, che pertanto risulta idonea.

Le Tubazioni De 250 sono esclusivamente destinate al collegamento delle caditoie al collettore principale di linea; generalmente sono soggette al massimo al carico di 2 caditoie e pertanto nelle ipotesi formulate dalla portata massima di 17.55 l/s. Di seguito si riporta la verifica a regime uniforme.

PVC SN8 De 250

Condotto circolare		PVC SN 8 DE 250					
Diametro interno		0.235 m					
Scabrezza (cls)		80 m ^{1/3} /s					
Pendenza		0.005 m/m					
Tirante idrico	Area Bagnata	Perimetro Bagnato	Raggio Idraulico	Velocità	Energia specifica	Portata	Grado riempim.
[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m/s]	[m]	[l/s]	[%]
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.0
0.024	0.002	0.151	0.015	0.343	0.030	0.78	10.0
0.047	0.006	0.218	0.028	0.526	0.061	3.26	20.0
0.071	0.011	0.273	0.040	0.664	0.093	7.29	30.0
0.094	0.016	0.322	0.050	0.772	0.125	12.55	40.0
0.118	0.022	0.370	0.059	0.856	0.155	18.62	50.0
0.141	0.027	0.417	0.065	0.918	0.184	25.03	60.0
0.165	0.033	0.467	0.070	0.958	0.212	31.19	70.0
0.188	0.037	0.521	0.072	0.975	0.237	36.41	80.0
0.212	0.041	0.588	0.070	0.962	0.259	39.70	90.0
0.217	0.042	0.605	0.069	0.954	0.263	39.98	92.0
0.235	0.044	0.735	0.059	0.860	0.273	37.41	100.0



La tubazione di progetto PVC SN8 De 250 consente il transito della portata di 36.41 l/s con fattore di riempimento pari all' 80 %, e 39.98 l/s con fattore di riempimento pari all' 92 %, che pertanto risulta idonea.

4.6 CADITOIE SOTTOBACINO SV

Le acque di pioggia vengono intercettate e immesse nei nuovi collettori mediante caditoie. Su ciascuna caditoia grava il bacino direttamente tributario costituito prevalentemente da viabilità, aree di manovra, piazzali e parcheggi.

Il numero delle caditoie, prefissato l'evento di progetto ($T_r=50$), e la conseguente portata di pioggia affluente, è quindi direttamente proporzionale alla superficie drenata ed alla tipologia e dimensioni della caditoia stessa.

Determinata la tipologia della caditoia stradale, sifonabile con luce netta pari a 550x550 mm e superficie di scarico pari a 12,33 dm², la verifica deve essere soddisfatta in base alla portata che deve essere smaltita.

Utilizzando noti algoritmi dell'idraulica:

$$\frac{L}{H} = \frac{1}{2 \times C \times p} \times \left[\sin^{-1} \sqrt{\frac{y_0}{H} + 3} \times \sqrt{\frac{y_0}{H} \times \left(1 - \frac{y_0}{H}\right)} \right]$$

- H = energia specifica sulla grata;
 y₀ = battente idrico nella sezione iniziale di ingresso alla grata;
 C = coeff. di contrazione (assunto pari a 0,50);
 p = frazione efficace dell'area della griglia, rapporto tra la superficie totale delle fessure e la superficie complessiva della grata.

definita la dimensione della caditoia ed il soprastante battente idrico nella sezione di ingresso alla grata, viene determinata la portata dalla stessa evacuabile.

Portata Caditoia 550x550 mm - H=0.015 m	Qc	11.984351
larghezza della caditoia	l	0.55
battente idrico nella sezione iniziale di ingresso alla grata	y ₀	0.015
coeff. di contrazione	C	0.5
frazione efficace dell'area della griglia, rapporto tra la superficie totale delle fessure e la superficie complessiva della grata.	p	0.4076
Portata cunetta per unità di larghezza della caditoia	q	0.0218
Energia specifica sulla grata	E	0.12
Lunghezza della caditoia	L	0.54937

Portata Caditoia 550x550 mm - H=0.010 m	Qc	7.6652133
larghezza della caditoia	l	0.55
battente idrico nella sezione iniziale di ingresso alla grata	y ₀	0.01
coeff. di contrazione	C	0.5
frazione efficace dell'area della griglia, rapporto tra la superficie totale delle fessure e la superficie complessiva della grata.	p	0.4076
Portata cunetta per unità di larghezza della caditoia	q	0.0139
Energia specifica sulla grata	E	0.11
Lunghezza della caditoia	L	0.55017

La superficie complessiva a piazzale/viabilità/parcheggi del sottobacino risulta pari a 7'810,50 m², che generano una portata massima complessiva di a 403,70 l/s, che necessita pertanto di almeno **n. 33 caditoie con battente di 1.5 cm, e di 52 con battente di 1.0 cm.**

Poiché nel progetto vengono previste **46 caditoie stradali e 5 caditoie da marciapiede ed una canaletta stradale** la verifica risulta soddisfatta al battente ammissibile di 1 - 1.5 cm; le caditoie e la canaletta, che negli elaborati grafici vengono indicate a titolo semplicemente illustrativo, dovranno essere opportunamente posizionate a cura del progettista delle opere edili/stradali generali (in relazione alle quote del piazzale e rampa) al fine di intercettare efficientemente le acque di pioggia defluenti sulle sedi stradali.

4.7 CANALETTA CON GRIGLIA A TUTTA STRADA SOTTOBACINO SV_2022

Le acque di pioggia che scendono dalla via Brodena - Mantova a monte dell'intervento di riqualificazione e potenziamento stradale che rientrano nelle Opere di Urbanizzazione oggetto del presente, si prevede che vengono intercettate e convogliate all'impianto di smaltimento per dispersione tramite canaletta a tutta strada, con sovrastante griglia in ghisa sferoidale, con dimensioni interne 300x496 mm (tipo Giga 300 alto). Sulla canaletta grava una porzione di bacino la cui definizione esula dagli scopi della presente, ma risulta direttamente tributario della viabilità posta a valle.

Le dimensioni della canaletta proposta deriva dalla semplice larghezza stradale e non da valutazioni di tipo idrologico idraulico, che prefissato l'evento determina la portata di pioggia affluente. Ciò nonostante determinata la tipologia di griglia, con luce netta pari a 300 mm e frazione efficace pari a 0.4, di seguito verrà determinata la capacità d'intercettazione in termini di portata che può essere captata in base alla lunghezza della canaletta prescelta. Utilizzando gli stessi algoritmi dell'idraulica di cui al paragrafo precedente, definita la dimensione della griglia ed il soprastante battente idrico nella sezione di ingresso alla grata, viene determinata la portata complessiva dalla stessa evacuabile.

Portata Canaletta di progetto 300x4000 mm - H = 0.01	Qc	43.337841
larghezza della caditoia	l	4
battente idrico nella sezione iniziale di ingresso alla grata	Y ₀	0.01
coeff. di contrazione	C	0.5
frazione efficace dell'area della griglia, rapporto tra la superficie totale delle fessure e la superficie complessiva della grata.	p	0.4
Portata cunetta per unità di larghezza della caditoia	q	0.0108
Energia specifica sulla grata	E	0.07
Lunghezza della caditoia	L	0.30002

La tipologia di griglia prevista e le dimensioni in lunghezza della canaletta che dipendono dalla larghezza della sede stradale individuata in circa 4 m, sono tali consentire la captazione della portata di circa 43 l/s, con un battente di 1 cm sulla griglia.

Rezzato (Bs), Febbraio 2023

Il Professionista

Dott. Ing. Giuseppe Negrinelli