



ROMA CAPITALE
MUNICIPIO XI

Dip. Programmazione ed Attuazione Urbanistica
Direzione Rigenerazione Urbana

AMBITO DI VALORIZZAZIONE B-12

Progettazione definitiva delle OO.PP. previste dal PdiR
approvato ai sensi degli artt. 27 e 30 della L. 457/78 con D.A.C. 84/2018
OPERA PUBBLICA O.P. 5



PROPONENTE: E.C.G. COSTRUZIONI s.r.l. in liquidazione
Via Ulisse 22 cap. 95124 Catania

E.C.G. COSTRUZIONI S.r.l.
95124 Catania
Part. IVA 04150130872

m28|studio

VIA DEL POZZUOLO 8
[MONTI] 00184 ROMA

TEL. +39.06.58.000.89
WWW.M28STUDIO.IT

MAIL@M28STUDIO.IT
P.IVA 09343701000

PROGETTISTI INCARICATI :

Arch. Fabio Martellino
Arch. Vincenzo Paolini
Arch. Carlo Antonio Fayer

GRUPPO DI LAVORO:

Giorgia Patriarca
Eleonora Martino



SERVIZI DI INGEGNERIA :



R. Erre Consulting S.r.l.

Via Proust, 34 - 00143 Roma
tel +39 06 5051 2784
fax +39 06 6226 4922
email progetti@rr-consulting.it

Direttori Tecnici

Ing. Alberto Gaspari
Ing. Emiliano Gaspari

Gruppo di Lavoro

Ing. Margherita Di Virgilio
Ing. Domenico Nicastro
Ing. Fabrizia Fiumara
Geom. Roberto Aloisi
Sig. Gabriele Arena

CONSULENZE SPECIALISTICHE :

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' ED INVARIANZA IDRAULICA

DATA: 19 dicembre 2018	ELAB. B 1 2	OP 5	PD	RS	0 0 5	rev. 0
4						
3						
2						
1	19/12/2018					
N° PROG	DATA	AGGIORNAMENTI				

Sommario

Premessa	2
Analisi delle Superfici.....	3
Il drenaggio delle acque meteoriche.....	5
Dimensionamento delle vasche di laminazione.....	7
Stima dell'intensità di pioggia di progetto	7
Il coefficiente di deflusso	11
Definizione degli idrogrammi in ingresso e in uscita delle vasche	11
Verifica di compatibilità con la sezione di recapito finale	18
Conclusioni.....	19

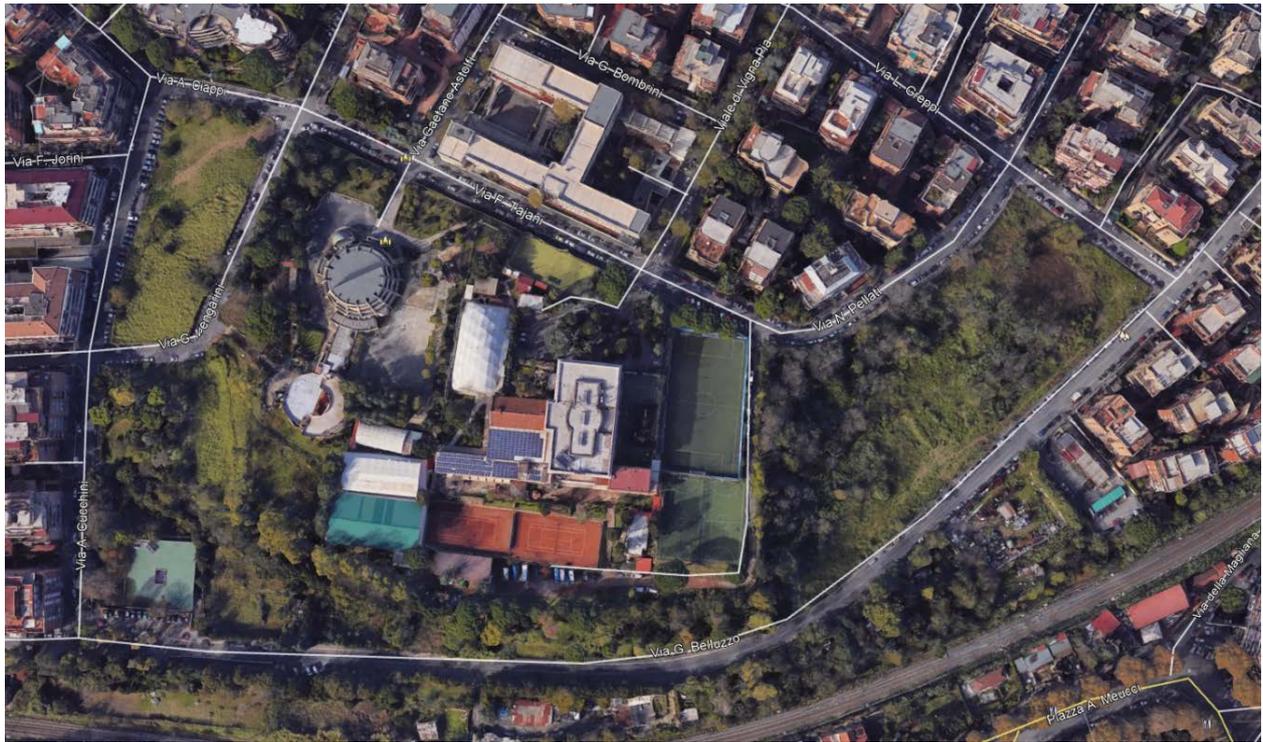


Figura 2. Inquadramento dell'area d'Intervento- Focus on

Le opere in progetto prevedono la realizzazione di un lotto edificatorio privato di circa 3800 mq, e la sistemazione dell'area verde con la realizzazione di un parco attrezzato, dotato di punto ristoro e campo da gioco, per complessivi 10500 mq. Il progetto prevede inoltre la realizzazione di un nuovo parcheggio pubblico su Via Belluzzo, di superficie pari a circa 1300 mq, e la sistemazione della viabilità preesistente attorno all'intervento, che richiede interventi di riqualificazione e messa in sicurezza. Sulla viabilità preesistente di Via Belluzzo si prevede la regimazione dei deflussi superficiali con la definizione di un sistema di caditoie al fine di ridurre il ruscellamento sulla piattaforma stradale.

Analisi delle Superfici

Nelle immagini sotto riportate vengono rappresentate la sovrapposizione delle aree con trasformazione del grado di impermeabilità, rispetto alla situazione attuale di verde incolto.

E' importante osservare che l'area che sarà destinata a verde pubblico sarà comunque oggetto di interventi di riqualificazione con la piantumazione di alberi ad alto fusto, arbusti perenni e la lavorazione del suolo per garantire la piena fruibilità delle aree, creando terrazzamenti al posto dei declivi più accentuati.



Figura 3. Inquadramento delle trasformazioni dell'uso del suolo a)

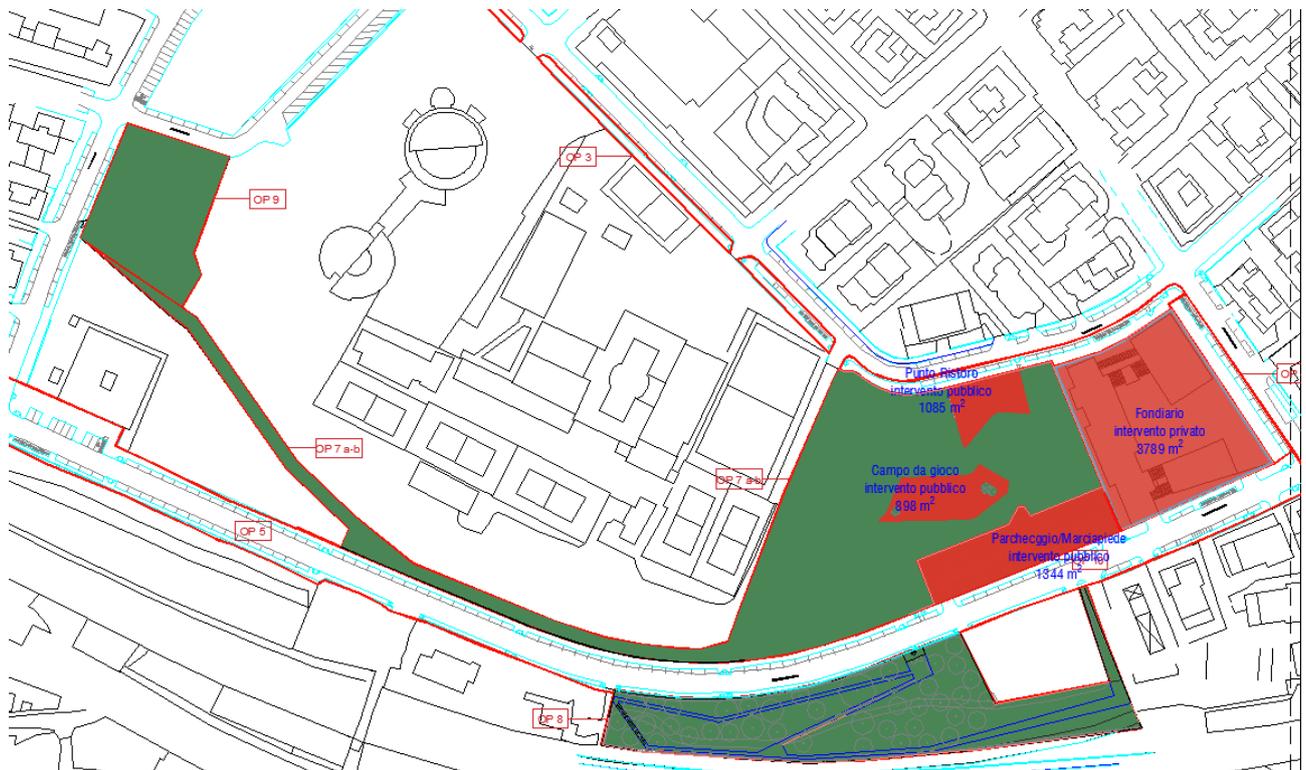


Figura 4. Inquadramento delle trasformazioni dell'uso del suolo b)

L'estensione superficiale dei singoli interventi è riportata nella tabella seguente.

Bacino	Usò del suolo	Tipologia	U.M.	Area
Intervento privato compreso nell'Ambito di Valorizzazione B12	FONDIARIO	Nuove edificazioni	[mq]	3789
		Aree a Verde	[mq]	8528
	VERDE PUBBLICO ATTREZZATO	Punto ristoro	[mq]	1085
		Campo da gioco	[mq]	898
		TOTALE	[mq]	14300
			[ha]	1,43
Area Parcheggio su Via G. Belluzzo	Parcheggio	Parcheggi	[mq]	1344,00
			[ha]	0,1344

Il drenaggio delle acque meteoriche

Le acque meteoriche gravanti sull'area oggetto di intervento verranno raccolte dalla rete di raccolta interna al lotto e da essa collettate sulla rete fognaria mista esistente, che presente uno speco Tipo VII, in corrispondenza dell'angolo di via Belluzzo-Via Cucchini e da qui collettata nella rete pubblica fino al collettore di Via della Magliana, gestito da ACEA ATO2 S.p.a. come visibile nell'immagine seguente.

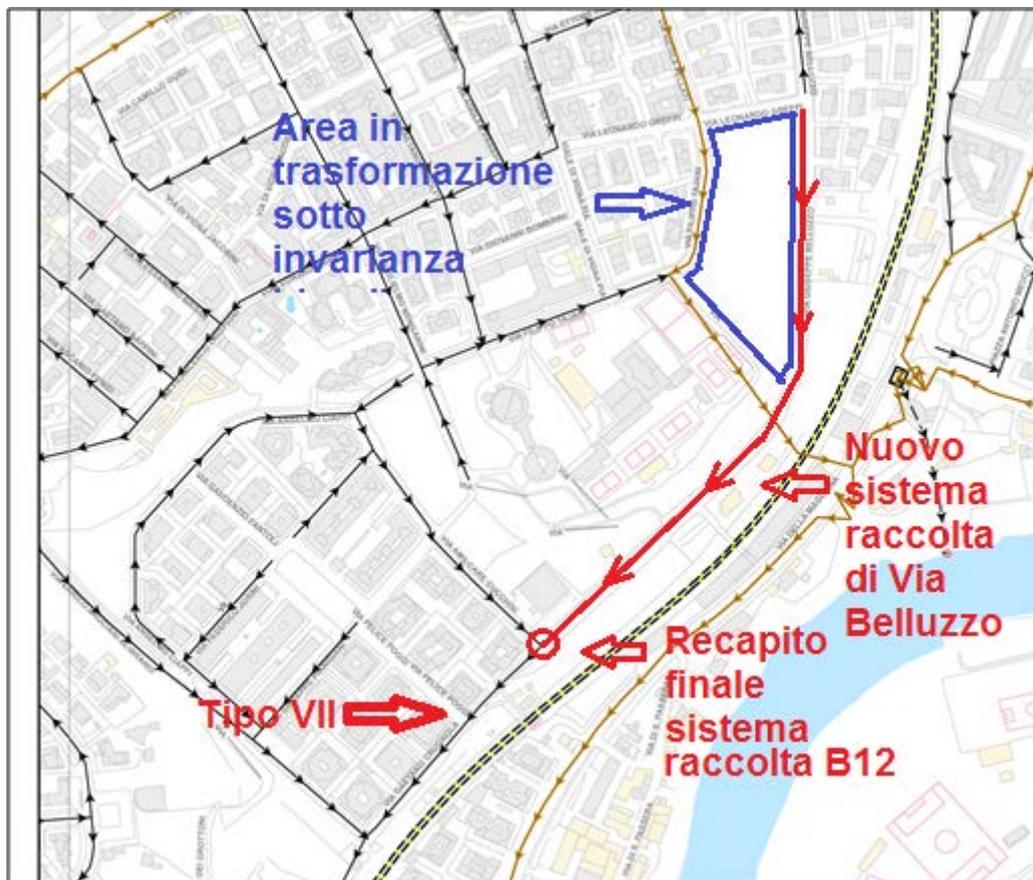


Figura 5. Planimetria generale dei Collettori [fonte originale ACEA ATO2]

A valle di una verifica con ACEA ATO2 è emersa la scarsa capacità recettiva della rete mista pre-esistente all'intervento, stante anche il forte grado di urbanizzazione dei perimetri dell'ambito già consolidato. ACEA ATO2 ha infatti comunicato come sia problematico gestire, sui collettori esistenti, contributi di portata superiori a 20 l/s per ciascuno dei due nuovi scarichi previsti in progetto :comparto residenziale ed area verde, nuovo parcheggio pubblico su Via Belluzzo.

Si è preferito quindi procedere ad implementare un sistema di vasche di laminazione e accumulo al fine di garantire la completa invarianza idraulica dell'intervento rispetto alla situazione ante operam. In tal modo lo stesso risulta pienamente compatibile con le pre-esistenze, apportando ai recapiti finali quanto già precedentemente veniva agli stessi collettato dai colatori esistenti.

Le superfici in trasformazione che implicano la variazione dell'uso del suolo sono:

- Comparto fondiario misto residenziale e verde attrezzato
- Nuovo parcheggio su via Belluzzo

Sono state quindi previste 2 vasche di laminazione del tipo "in linea" con un valore di portata in uscita compatibile con quanto indicato da ACEA ATO2 quale portata massima. La prima vasca, con un volume di 142 mc, costituita da una vasca principale in calcestruzzo di capacità pari a 122 mc ed una vasca secondaria di polietilene da 20 mc, sarà in grado di laminare le acque meteoriche raccolte all'interno del lotto B12 con una portata scaricata nel collettore di valore inferiore a quanto avviene oggi nella situazione ante operam, mentre la seconda, con un volume di 28 mc, consentirà la laminazione delle acque di pioggia gravanti sul parcheggio di Via Belluzzo, scaricando nel collettore, esattamente il valore di portata che risulta dai calcoli di invarianza idraulica, essendo esso compatibile con quanto richiesto da ACEA.

Al fine di migliorare ulteriormente la regimazione delle acque sulla viabilità preesistente di Via Belluzzo, è stato inserito un sistema di caditoie stradali. Tale opera è utile a contrastare il fenomeno del ruscellamento diretto sulla piattaforma stradale, riducendo inoltre il tempo di concentrazione.

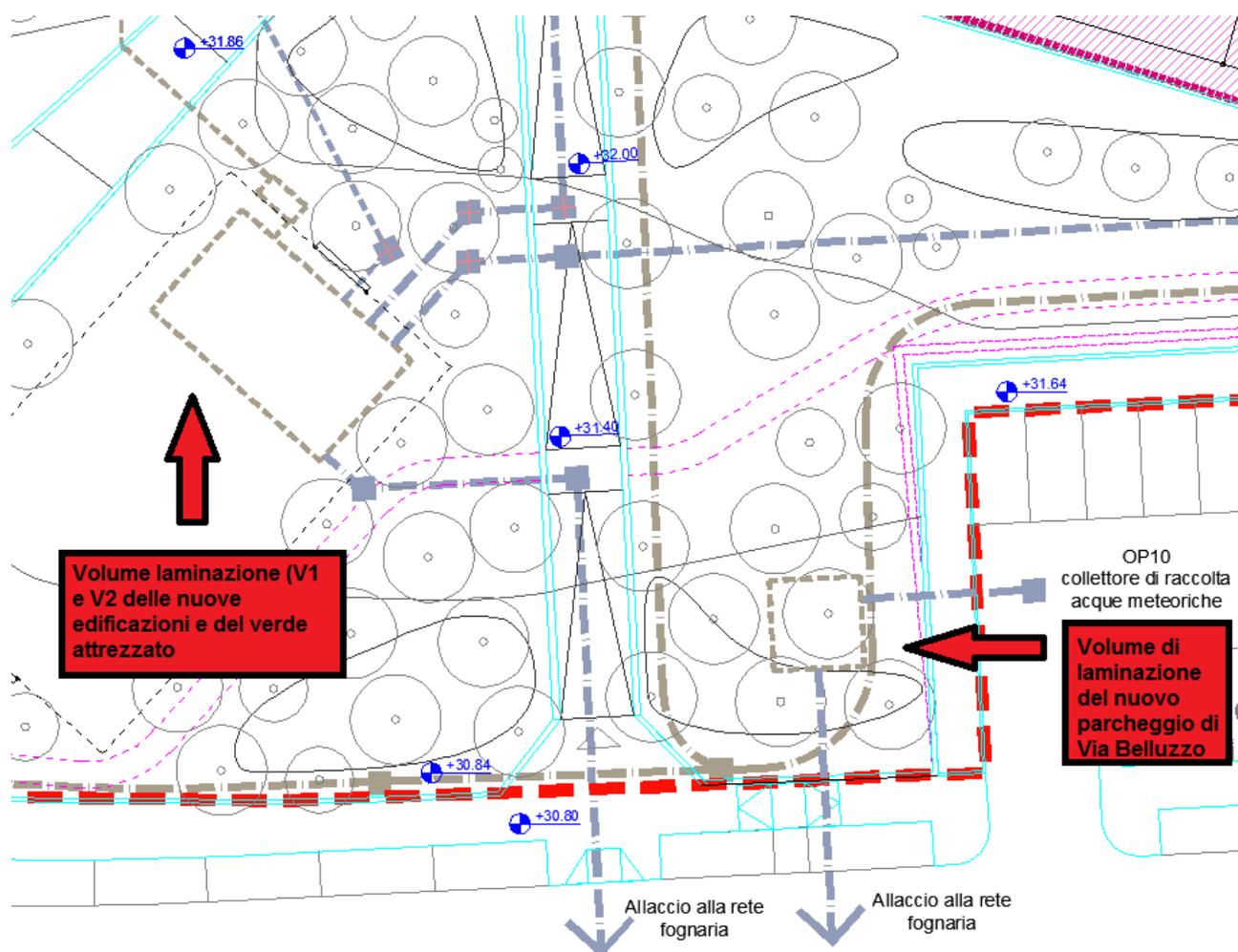


Figura 6. Ubicazione delle vasche di laminazione

Dimensionamento delle vasche di laminazione

La configurazione di progetto del lotto in analisi prevede la suddivisione della superficie in tre aree destinate rispettivamente a edifici di tipo residenziale, verde attrezzato e parcheggio. All'interno del verde attrezzato sono stati considerati separatamente i contributi del punto ristoro e del campo da gioco. Verranno realizzate all'interno del lotto due vasche di laminazione, una volta ad accumulare i volumi di pioggia insistenti sull'area residenziale e sull'area a verde attrezzato, l'altra per l'accumulo delle acque di dilavamento del parcheggio.

Stima dell'intensità di pioggia di progetto

Per la definizione dell'intensità di pioggia di progetto si è fatto riferimento al Progetto VAPI, sviluppato presso l'Università degli Studi Roma Tre (Calenda e Cosentino, 1996) per la regionalizzazione di un'ampia zona dell'Italia Centrale, tra il promontorio di Piombino e la foce del Garigliano. Il progetto VAPI ha suddiviso l'intero territorio nazionale ed ha sviluppato la procedura per il calcolo della precipitazione sotto tre livelli di regionalizzazione. Questo progetto consente di selezionare i parametri statistici della precipitazione in una zona

precisa dell'Italia, compresa nel territorio analizzato dal progetto VAPI; nello specifico la zona oggetto di studio ricade nella zona A4.

La distribuzione di probabilità delle massime altezze di pioggia giornaliere, h_d , è espressa nella forma:

$$P(h_d) = e^{-\Lambda_1} e^{-\left(\frac{h_d}{\mu_{hd}}\right)^{\beta}} - \Lambda^* \Lambda_1^{1/\theta^*} e^{-\left(\frac{h_d}{\theta^* \mu_{hd}}\right)^{\beta}}$$

dove μ_{hd} indica il valore medio delle massime altezze giornaliere, Λ^* e θ^* sono due parametri da cui dipende il coefficiente di asimmetria della distribuzione, Λ_1 è un parametro che insieme ai due precedenti determina il coefficiente di variazione, e β è una funzione dei tre precedenti parametri.

Al primo livello di regionalizzazione si è dovuta respingere l'ipotesi di un'unica regione omogenea rispetto al coefficiente d'asimmetria, che non è risultata accettabile. Il territorio è stato quindi suddiviso in tre regioni omogenee, definite:

- zona A (Tirrenica), che interessa la fascia del litorale tirrenico e si protende all'interno lungo le valli dei principali corsi d'acqua;
- zona B (Appenninica), che interessa l'ampia fascia dell'Appennino propriamente detto, con le propaggini dei colli Albani, e i monti Lepini, Ausoni e Aurunci, nonché, separati da questa zona, i gruppi montuosi nell'entroterra tirrenico a nord-ovest del Tevere (i massicci dell'Amiata e del Cetona con i monti Vulsini; e i monti Cimini con i monti della Tolfa e i monti Sabatini);
- zona C (Adriatica), che interessa una ristretta fascia del litorale adriatico e si protende con ristrette lingue lungo le valli dei corsi d'acqua.

I valori regionali dei parametri Λ^* e θ^* , sono riportati nella tabella seguente.

Regione	Λ^*	θ^*
A	0.174	3.490
B	0.762	1.241
C	0.795	2.402

Tabella 1 Parametri primo livello di regionalizzazione Λ^* , θ^*

Al secondo livello di regionalizzazione sono state considerate le stesse tre regioni individuate al primo livello. L'ipotesi che ciascuna fosse omogenea anche rispetto al coefficiente di variazione è risultata accettabile. I valori regionali dei parametri Λ_1 e β sono riportati nella tabella seguente.

zona	A	B	C
Λ_1	29.314	22.017	27.806
β	4.480	4.359	5.301

Tabella 2. Parametri secondo livello di regionalizzazione Λ_1 , θ_1

Al terzo livello di regionalizzazione sono state individuate delle zone omogenee in cui è accettabile l'ipotesi che la media del massimo annuale dell'altezza giornaliera μ_{hd} , che prende il nome di pioggia indice, dipenda linearmente dalla sola quota z della stazione:

$$\mu_{hd} = cz + d$$

I parametri c e d non assumono unico valore per l'intera regione esaminata: è stato invece possibile identificare delle aree pluviometriche omogenee (APO), in ognuna delle quali se ne può ottenere una stima univoca. Sono state individuate 78 APO, in cui i parametri della regressione assumono valori diversi.

Per l'elaborazione delle precipitazioni è stata adottata la legge IDF (intensità – durata – frequenza) a tre parametri:

$$i_t(T) = \frac{a(T)}{(b + t)^m}$$

dove: T è il tempo di ritorno; t è la durata della pioggia critica; b è un parametro di deformazione della scala temporale, indipendente sia dalla durata t , sia dal tempo di ritorno T ; m è un parametro adimensionale compreso tra 0 e 1, indipendente sia dalla durata, sia dal tempo di ritorno; $a(T)$ è un parametro dipendente dal tempo di ritorno, ma indipendente dalla durata.

Essendo il lotto ricadente nella sottozona A5, i valori dei parametri utilizzati sono i seguenti:

A^*	0.174	primo livello A
Θ^*	3.49	
A_t	29.314	secondo livello A
β	4.48	
c	0.0303	parametri regressione media quota
d	60.086	
b	0.162	parametri regionali IDF
m	0.774	
μ_{10}/μ_{24}	48.283	

Tabella 3. Tabella riassuntiva dei parametri di regionalizzazione della sottozona A5

Fissato a 50 anni il tempo di ritorno, è stato calcolato l'ultimo parametro ($a(T_r)$) necessario per definire le curve Intensità-durata-frequenza (IDF) e Altezza-durata-frequenza (ADF) di cui si riporta l'andamento.

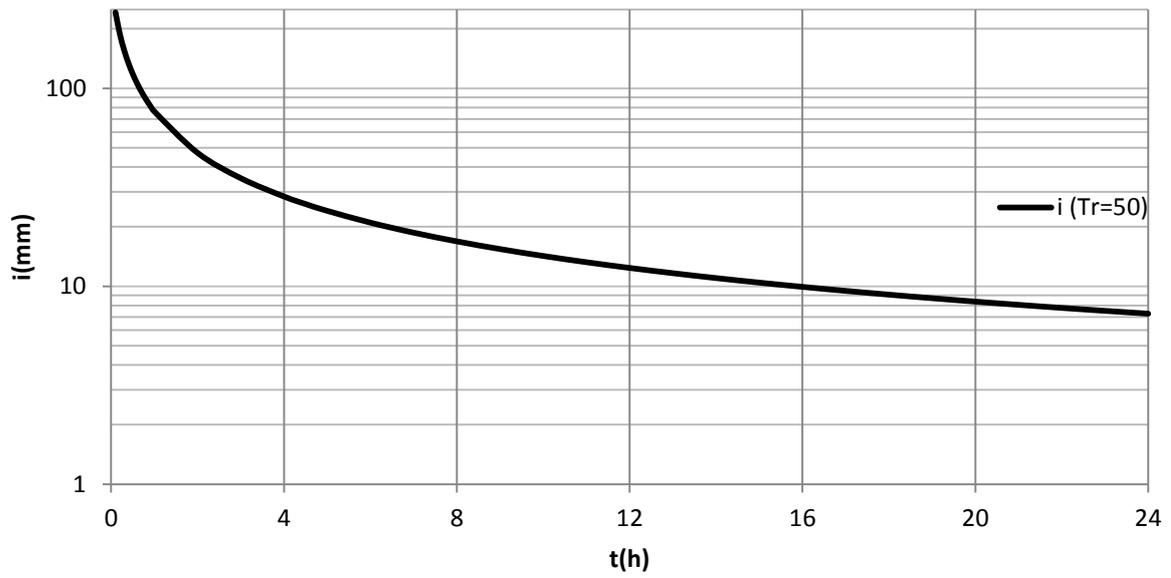


Figura 7. Curva TCEV VA.PI. IDF Tr50 anni, Zona A5

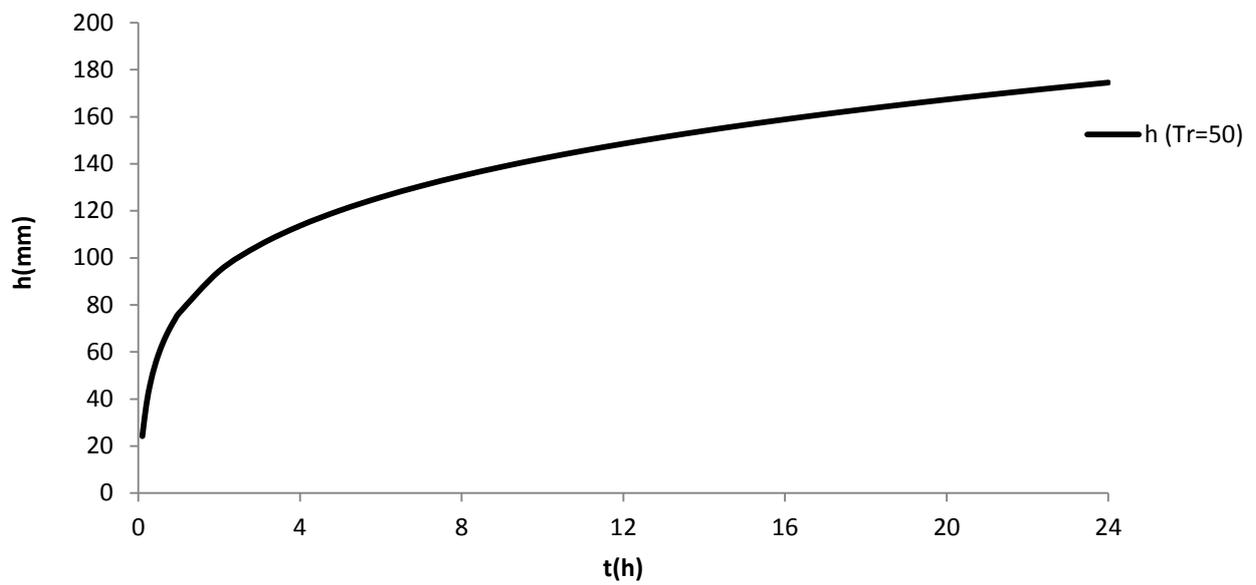


Figura 8. Curva TCEV VA.PI. Altezza-Durata-Frequenza T50 zona A5

$a(T_r)$	δ	$i_{\delta, T=50}$
mm/h	min	mm/h
85.76	15	170.43

Il coefficiente di deflusso

E' stato innanzitutto effettuato il confronto tra la situazione attuale e le opere progettate al fine di definire l'estensione delle aree soggette ad una variazione del grado di impermeabilità.

I valori del coefficiente di deflusso utilizzati sono riportati nella tabella seguente:

Bacino	Uso del suolo	Tipologia	U.M.	Area	ϕ ANTE OPERAM	ϕ POST OPERAM
Intervento privato compreso nell'Ambito di Valorizzazione B12	FONDIARIO	<i>Nuove edificazioni</i>	[mq]	3789	0,10	0,65
	VERDE PUBBLICO ATTREZZATO	<i>Aree a Verde</i>	[mq]	8528	0,10	0,10
		<i>Punto ristoro</i>	[mq]	1085	0,10	0,50
		<i>Campo da gioco</i>	[mq]	898	0,10	0,30
		TOTALE	[mq]	14300	0,10	0,29
		[ha]	1,43			
Area Parcheggio su Via G. Belluzzo		<i>Parcheggi</i>	[mq]	1344,00	0,25	0,90
			[ha]	0,1344		

Il valore del coefficiente di deflusso ante operam dell'area destinata a parcheggio su Via Belluzzo è stata determinata considerando che tale area attualmente è in parte costituita da terreno sterrato compatto (piste in terra e area di sosta privata) ed in parte da area a verde: dal calcolo della media ponderale di tali superfici risulta che il coefficiente di deflusso ante operam è pari a 0,25.

All'area destinata a punto ristoro, in relazione alla tipologia di pavimentazione altamente drenante che verrà utilizzata e considerando che la superficie realmente impermeabile è costituita solo dalla copertura del chiosco, è stato attribuito un valore del coefficiente di deflusso post operam pari a 0,50. Per quanto riguarda il lotto fondiario su cui sorgeranno le nuove edificazioni è stato assegnato un valore cautelativo di ϕ pari a 0,65 ove le norme tecniche generali del PRG prevedono in attuazione un rapporto di permeabilità del 50%.

Definizione degli idrogrammi in ingresso e in uscita delle vasche

L'impermeabilizzazione dei suoli richiede azioni correttive volte a mitigarne gli effetti, garantendo opportuni volumi di invaso finalizzati alla laminazione dei colmi di piena. Il PAI-PS5 prevede che per un'area di estensione compresa tra 1 e 10 ettari (tipo C), sia necessario garantire l'invarianza idraulica degli interventi per eventi di pioggia con tempo di ritorno pari a 50 anni. Gli idrogrammi in ingresso alle vasche di laminazione sono stati definiti mediante il metodo razionale, adottando come durata critica un tempo di accesso in rete pari a 15 minuti. Per la stima dei volumi delle vasche è stato innanzitutto studiato il caso ante operam, definendo il comportamento dell'area per un evento di pioggia con tempo di ritorno pari a 50 anni e valutando se il valore di portata massima fosse o meno compatibile col valore, più restrittivo, richiesto da ACEA e pari a 20 l/s.

Dimensionamento Vasca 1: Area residenziale e Verde Attrezzato

Lo studio della situazione **ante operam** è riportato nelle tabelle e nei grafici seguenti.

Usò del suolo	Area [mq]	φ
EDIFICI RESIDENZIALI	3789	0,10
VERDE ATTREZZATO	8528	0,10
PUNTO RISTORO	898	0,10
CAMPO DA GIOCO	1085	0,10
LOTTO B12	14300	0,10
Superficie equivalente [ha]	0,143	

STATO ANTE OPERAM					
Tempo di ritorno	50	anni	Portata al colmo ANTE OPERAM	0,068	m ³ /s
Superficie bacino	1,43	ha	Portata al colmo ANTE OPERAM	67,7	l/s
Portata al colmo	0,068	[mc/s]	Portata massima ACEA	20,0	l/s

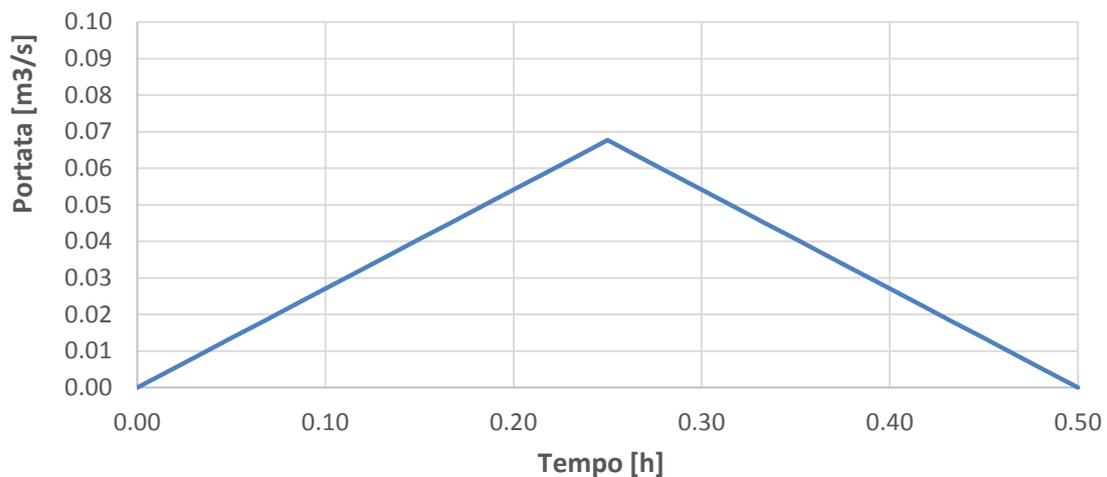


Figura 9. Idrogramma in ingresso –Lotto B12 Ante Operam

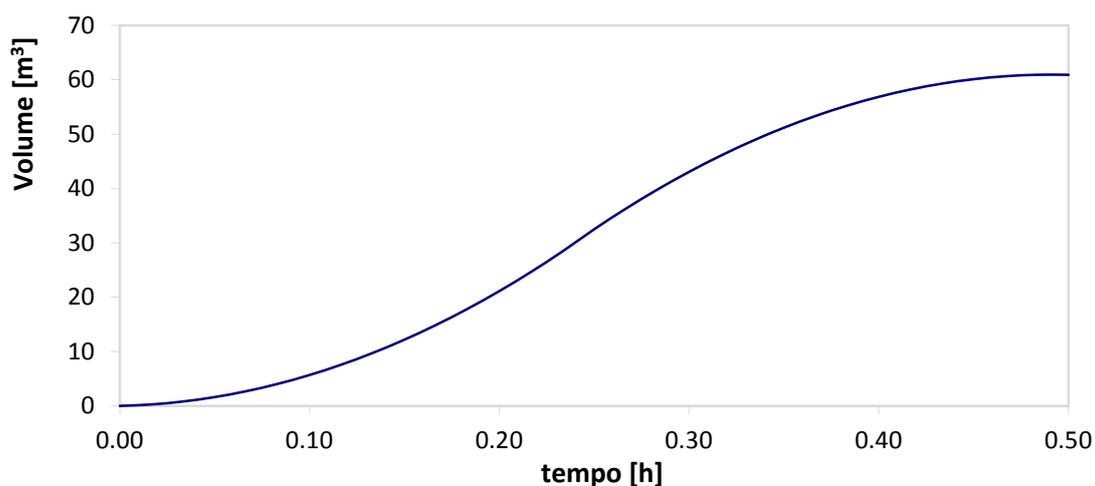


Figura 10. Andamento dei volumi di precipitazione- Lotto B12 Ante Operam

Come risulta dalla tabella, il valore di portata massima associata ad un evento con tempo di ritorno cinquantennale è superiore al valore richiesto da ACEA, pertanto **per il calcolo del volume di laminazione è stato assunto quale vincolo, il valore di portata uscente dalla vasca pari a 20 l/s.**

I calcoli della situazione **post operam**, sempre per un evento con tempo di ritorno cinquantennale, sono riportati nelle tabelle e nei grafici seguenti:

Usò del suolo	Area [mq]	φ
EDIFICI RESIDENZIALI	3789	0,65
AREE A VERDE	8528	0,10
PUNTO RISTORO	1085	0,50
CAMPO DA GIOCO	898	0,30
LOTTO B12	14300	0,29
Superficie equivalente [ha]	0,4	
INVARIANZA IDRAULICA ALLO STATO DI PROGETTO		
Tempo di ritorno	50	anni
Superficie bacino	1,43	ha
Portata al colmo	0,195	[mc/s]
Portata di Invarianza	20	l/s
	0,020	m ³ /s
Volume compenso	142	[mc]

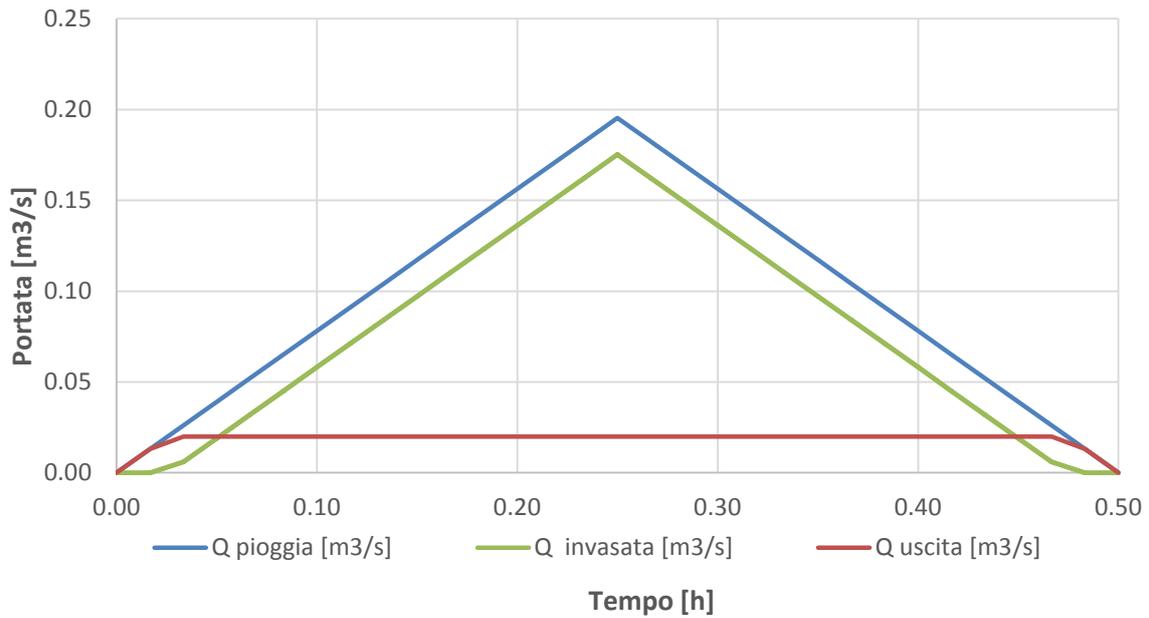


Tabella 4. Idrogrammi caratteristici

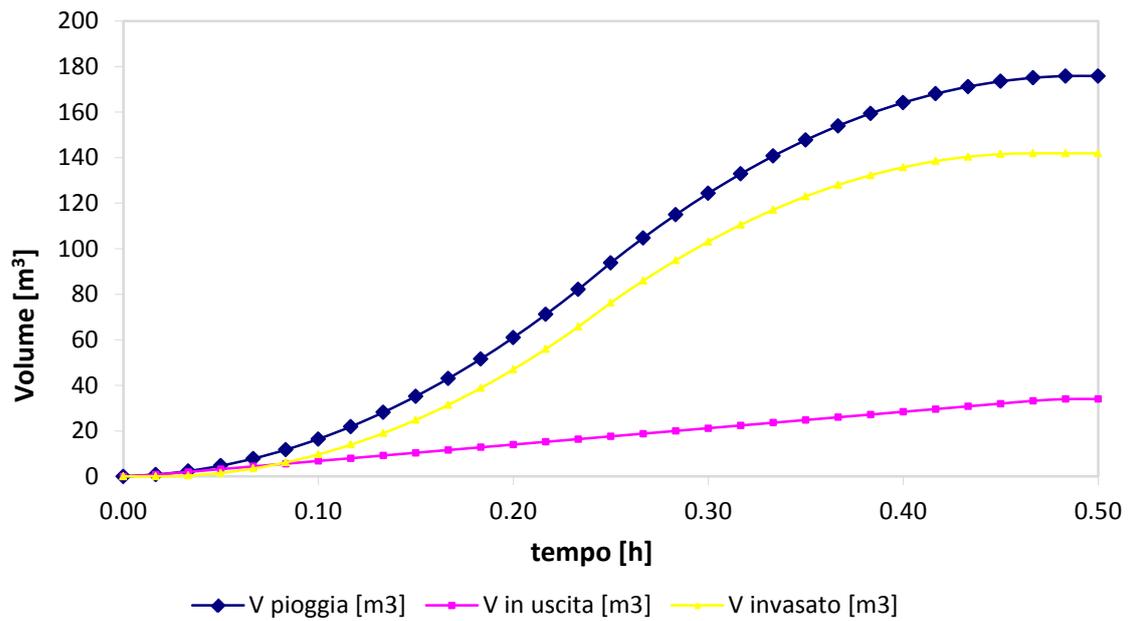


Tabella 5. Andamento dei volumi in funzione del tempo

Per garantire l'invarianza idraulica dell'intervento risulta sufficiente il volume di laminazione previsto di 142 mc. Tale volume, come detto in precedenza, sarà costituito da 2 vasche, la prima in calcestruzzo, con una capacità di 122 mc, ed una seconda in polietilene, di capacità pari a 20 mc.

Dimensionamento Vasca 2: Nuovo parcheggio via Belluzzo

Lo studio della situazione **ante operam** per l'area che vedrà la realizzazione del nuovo parcheggio pubblico su Via Belluzzo, è riportato nelle tabelle e nei grafici seguenti.

Usò del suolo	Area [mq]	φ
Area per futuro parcheggio	1344	0,25
Superficie equivalente [ha]	0,034	

STATO ANTE OPERAM					
Superficie bacino	0,13	ha	Portata di Invarianza	0,016	m ³ /s
	1344	m ²		15,907	l/s
Portata al colmo	0,016	[mc/s]	Portata massima ACEA	20	l/s

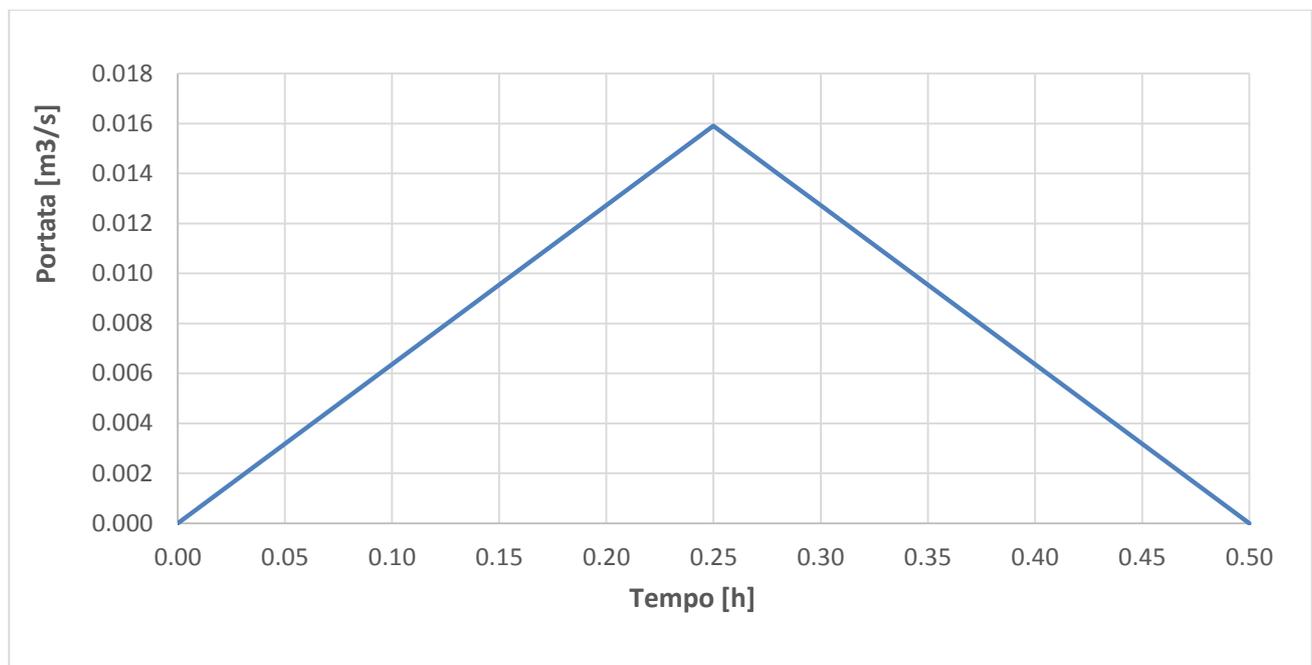


Figura 11. Idrogramma in ingresso - Parcheggio Ante Operam

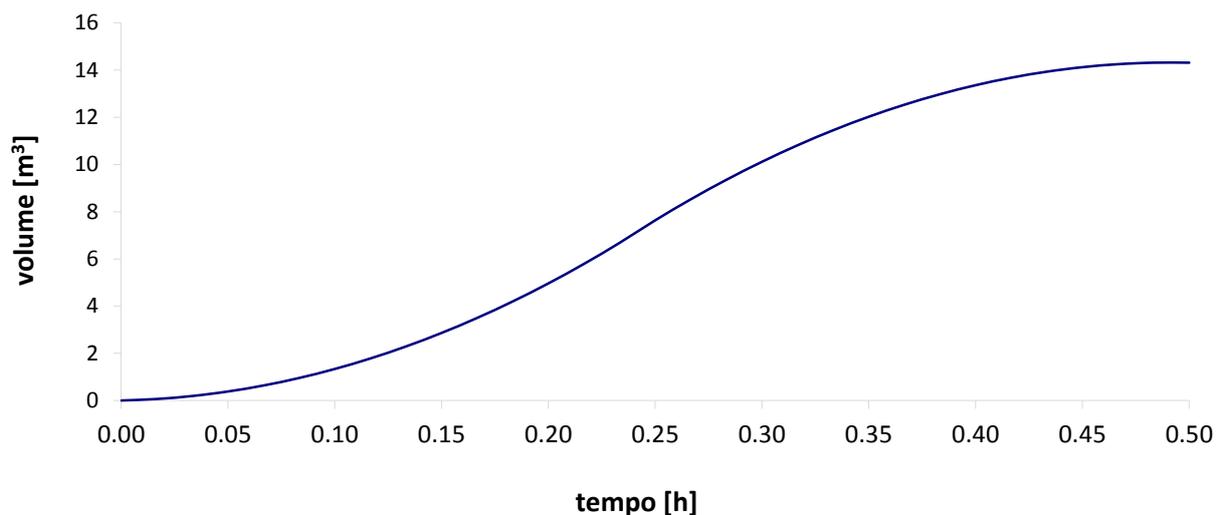


Figura 12. Andamento del volume di precipitazione sul parcheggio -Ante Operam

Come risulta dai calcoli, il valore di portata massima associata ad un evento con tempo di ritorno cinquantennale è inferiore al valore richiesto da ACEA, pertanto **per il calcolo del volume di laminazione è stato assunto, il valore di portata uscente dalla vasca pari alla massima portata ante operam pari a 15,9 l/s.**

I calcoli della situazione **post operam**, sempre per un evento con tempo di ritorno cinquantennale, sono riportati nelle tabelle e nei grafici seguenti:

Uso del suolo	Area [mq]	φ
Parcheggio	1344	0,90
Superficie equivalente [ha]	0,121	

INVARIANZA IDRAULICA ALLO STATO ATTUALE					
Tempo di ritorno	50	anni	Portata di Invarianza	0,016	m^3/s
Superficie bacino	0,13	ha	Portata Massima	0,057	m^3/s
Portata al colmo	0,057	[mc/s]	Volume compenso	27	[mc]

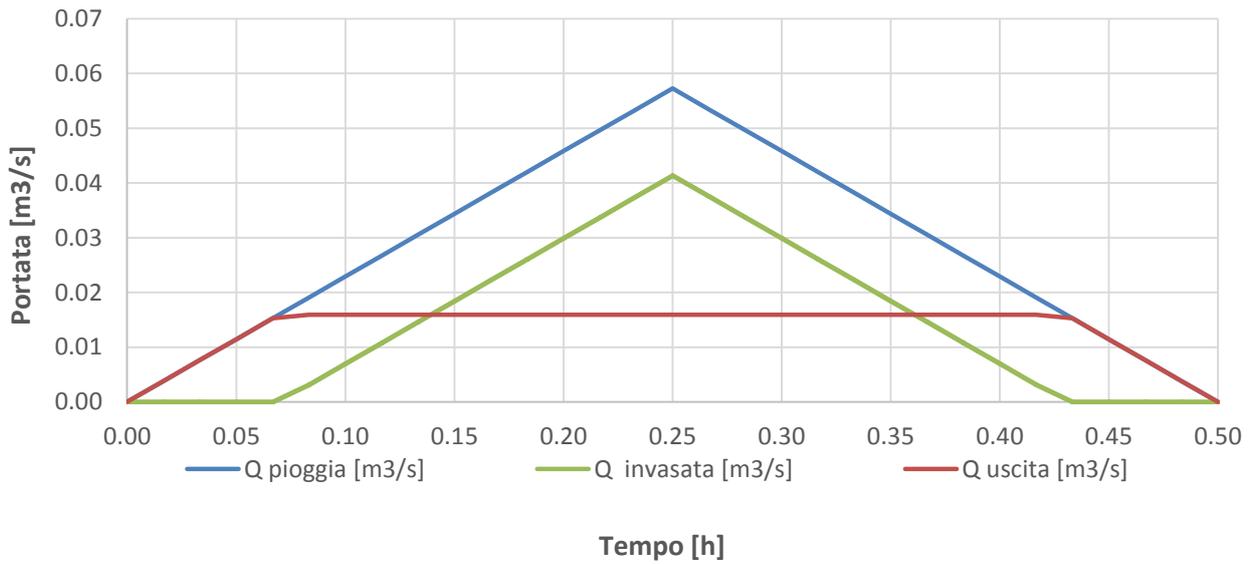


Figura 13. Idrogrammi caratteristici della vasca 2

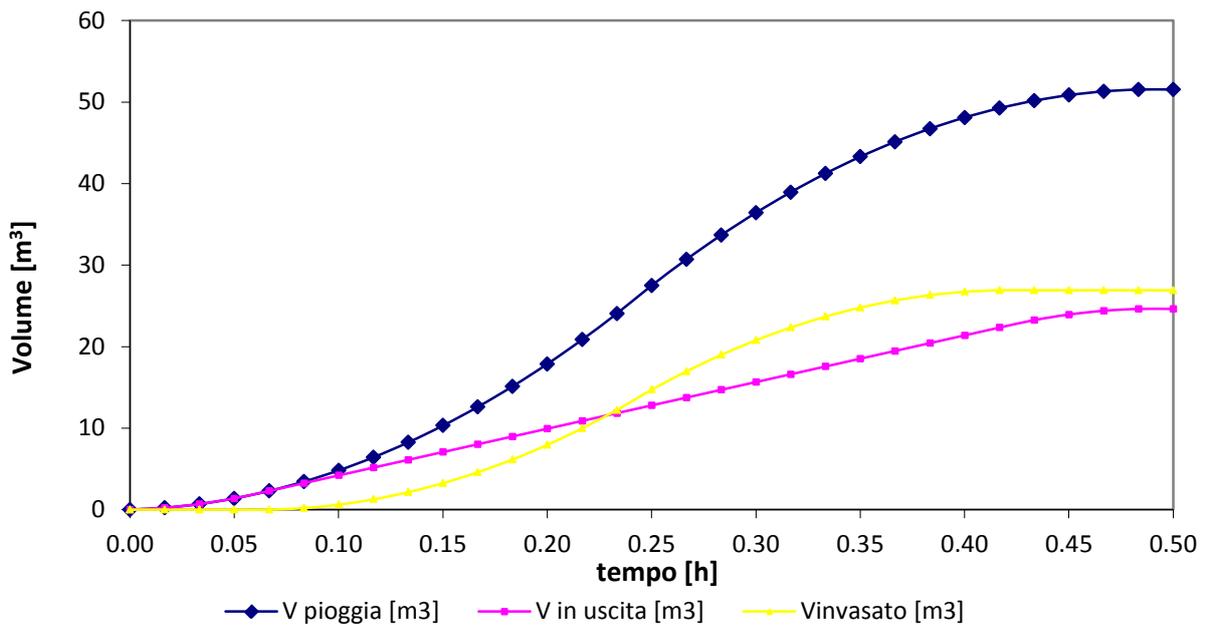


Figura 14. Andamento dei volumi caratteristici della vasca 2

Per garantire l'invarianza idraulica dell'intervento risulta sufficiente il volume di laminazione previsto di 32 mc, essendo necessari 27 mc. La maggiorazione del volume è stata prevista sia per ragioni costruttive della vasca e sia per compensare la sottrazione di volume utile alla laminazione dovuta alla sedimentazione di residui solidi sul fondo della vasca.

Verifica di compatibilità con la sezione di recapito finale

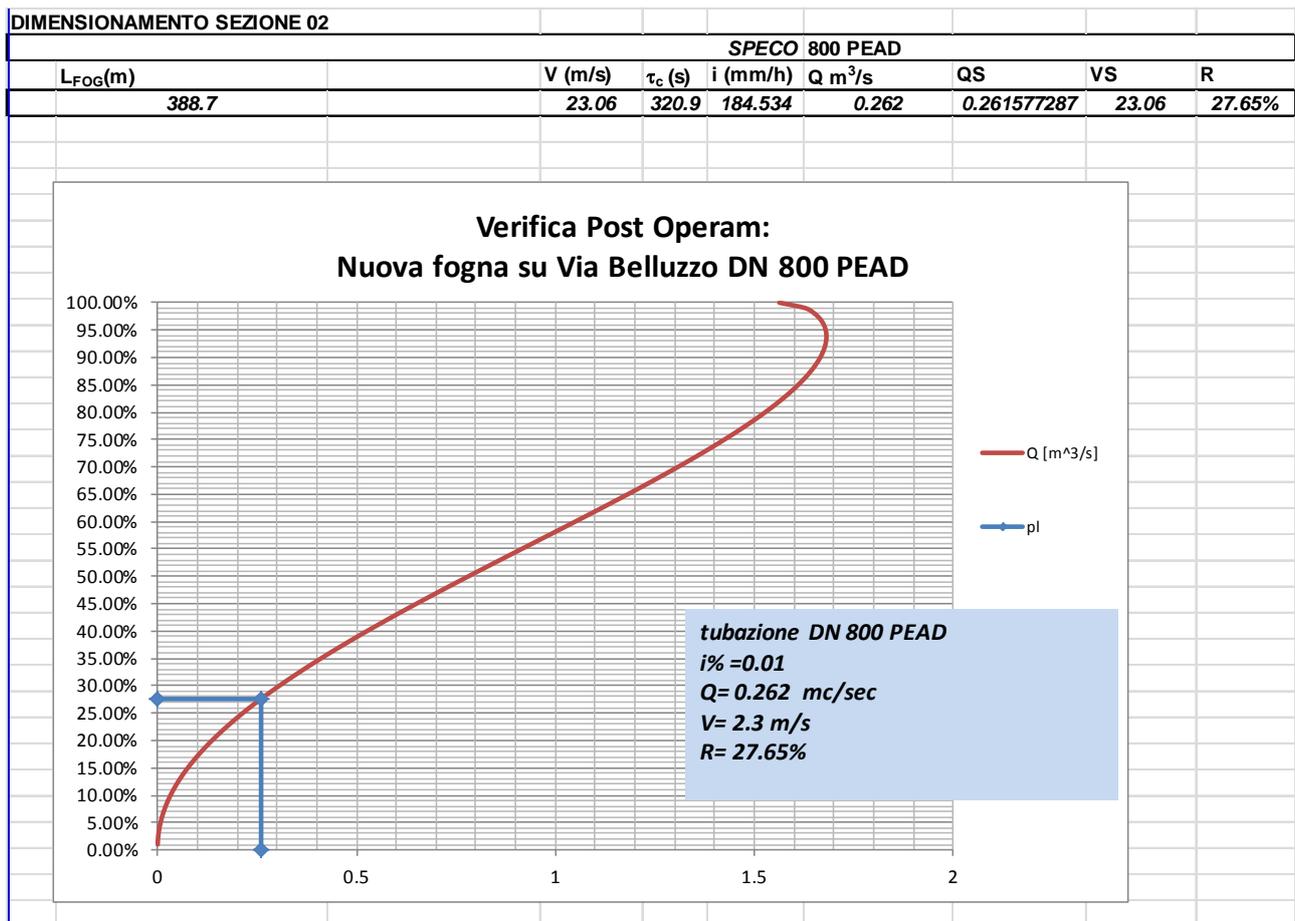
La realizzazione della nuova fogna su Via Belluzzo, utile a migliorare ulteriormente la regimazione delle acque sulla viabilità preesistente poiché contrasta il fenomeno del ruscellamento superficiale diretto sulla piattaforma stradale, richiede però alcune verifiche di compatibilità con il recapito finale, costituito dalla fogna tipo VII, all'angolo tra via Belluzzo e Via Cucchini.

Viene innanzitutto riportato il calcolo di verifica della nuova fogna su Via Belluzzo, costituita da un primo tronco DN 630 in PVC ed un secondo tronco previsto con DN 800 in PEAD.

AMBITO DI VALORIZZAZIONE B12 ROMA SCORRIMENTO SU PIATTAFORMA VIA BELLUZZO									
ID	NOME AREA	DESCRIZIONE	A [ha]	ϕ	$\phi \times A$	TRONCO	SEZIONE	L TRATTA	I%
1.2	VIA BELLUZZO MONTE P1	STRADA	0.23	0.90	0.2052	TRONCO 1	SEZIONE 1	152.000	1.00
1.5	VIA BELLUZZO VALLE P1	STRADA	0.57	0.90	0.5103	TRONCO 1	SEZIONE 02	378	1.00
SEZIONE	DESTINAZIONE	Ai [ha]	$\phi (i)$	Aeq i = $\phi i \times A_i$					
SEZIONE 01	STRADA	0.23	0.90	0.2052					
SEZIONE 02	STRADA	0.57	0.90	0.51					
Parametri TCEV									
a (Tr 20)	63.290								
b	0.162								
m	0.7748								
DIMENSIONAMENTO SEZIONE 01									
						SPECO 630 PVC			
L _{Fog} (m)	V (m/s)	τ_c (s)	i (mm/h)	Q m ³ /s	QS	VS	R		
75.06	18.36	304.1	187.243	0.107	0.106728585	18.36	26.30%		

Verifica Post Operam:
Nuova fogna su Via Belluzzo DN 630 PVC

SCORRIMENTO 630 PVC
i% = 1
Q = 0.107 mc/sec
V = 1.75 m/s



Il convogliamento delle acque di pioggia nella nuova fogna di Via Belluzzo, rispetto alla situazione ante operam, comporta una lieve riduzione dei tempi di concentrazione.

Il nuovo sistema fognario garantisce inoltre una capacità di invaso delle tubazioni, il cui contributo non è stato tenuto in conto nei calcoli a favore della sicurezza.

Per quanto attiene la sezione di recapito, il contributo di portata convogliato nella Tipo VII, pari a 0.262 mc/s, che tiene conto del contributo di pioggia gravante sulla piattaforma stradale e dei contributi concentrati provenienti dalle vasche di accumulo per l'invarianza idraulica previste nell'intervento, per un evento con tempo di ritorno pari a 20 anni, rappresenta un incremento del 14.5%.

Conclusioni

Il nuovo sistema di smaltimento delle acque meteoriche provenienti dai sedimi in trasformazione dell'Ambito di Valorizzazione B12 è dotato di sistemi di accumulo per garantire l'invarianza idraulica dell'intervento come previsto dalle Norme Tecniche di attuazione del PAI dell'ABDAC. Il rispetto di tale principio è più stringente di quanto prescritto da ACEA ATO 2 S.p.A. in merito all'inserimento di nuove fluenze sui collettori preesistenti.

L'intervento prevede una regimazione dei reflui che ad oggi interessano superficialmente la viabilità preesistente di via Belluzzo, con un sistema di caditoie connesse alla nuova fognatura di progetto, opportunamente studiata al fine di ridurre i tempi di concentrazione dei deflussi a parità di superfici impermeabili.