



Provincia di Pesaro Urbino  
Comune di Pesaro

Servizio Pianificazione  
Urbanistica e Nuove Opere

## Piano Particolareggiato P.N. 6.2 Villa Ceccolini

Villa Ceccolini , 61122 , Pesaro  
Comune di Pesaro, Sezione di Ginestreto, Foglio 4, Mapp.li vari

Il Richiedente

**Consorzio Civitas Vitae**

Indirizzo: Via Saverio Mercadante 18 - Roma (RM)

Il Progettista

**Gruppo Guerra s.r.l. - Area Tecnica**

Indirizzo: via del Novecento n.73/75, 61122 - Pesaro (PU)

Il Tecnico Responsabile

Nome: arch. Andrea Bartolucci

**Studio di geologia**

**RONDONI & DARDERI ASSOCIATI**

Indirizzo e Recapito: via Bramante n.9, 61121, Pesaro (PU)



Fase

**DEFINITIVO**

**12.07.2016**

Elaborato

**VILLA CECCOLINI-PIANO PARTICOLAREGGIATO  
DEFINITIVO**

**SCALA:**

TITOLO:Relazione per il mantenimento dell'invarianza idraulica

Autore	Progetto	Fase	Discipl.	Tipo	Elaborato	Rev.
<b>GGA</b>	<b>PN62</b>	<b>20</b>	<b>A</b>	<b>02</b>	<b>0005</b>	<b>02</b>

Rev.	Data	Descrizione	Red.	Verif.	Appr.
...	.../.../...		...	...	...
...	...		...	...	...

**PROGETTO NORMA 6.2 VILLA CECCOLINI**  
**VERIFICA PER IL MANTENIMENTO DELL'INVARIANZA IDRAULICA**

<b>1. PREMESSA</b>	<b>1</b>
<b>2. UBICAZIONE DELL'AREA</b>	<b>4</b>
<b>3. VERIFICA DELL'INVARIANZA IDRAULICA</b>	<b>5</b>
3.1 Premessa	5
3.2 Calcolo del volume minimo di invaso	5
3.3 Modalità di realizzazione del volume necessario all'invarianza idraulica	9

Allegati:

**Tavola 1** – Ubicazione dei bacini per il mantenimento dell'invarianza idraulica

**Scheda 1** – Foglio di calcolo per il calcolo del volume di invarianza ai sensi del Titolo III della DGR 53 del 27/01/2014

## 1. PREMESSA

Il progetto in questione, redatto dall'ufficio tecnico della Ditta "Gruppo Guerra" SRL di Pesaro, prevede la realizzazione di 21 fabbricati ad uso residenziale, 2 adibiti a terziario, strade e parcheggi a loro servizio e la sistemazione di tutti gli scoperti. L'area di progetto ha una superficie totale di 96.783 m<sup>2</sup> e presenta una morfologia a pendenza molto debole ed è attualmente a vocazione agricola.

Le figure riportate alle pagine seguenti rappresentano lo stato di fatto ed uno schema planimetrico del progetto previsto.





## 2. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area esaminata si ubica in comune di Pesaro a sud ovest rispetto al centro cittadino, in località Villa Ceccolini ed è posta a valle di Via Lago Maggiore. Cartograficamente il sito d'intervento ricade nella Sezione II "Candelara" della Carta Topografica D'Italia.



- Da Carta Topografica D'Italia - F.268 Sezione II "Candelara" - 1:25.000

### 3. VERIFICA DELL'INVARIANZA IDRAULICA

#### 3.1 Premessa

Il concetto di invarianza idraulica presuppone la realizzazione, nelle aree che subiranno una perdita di permeabilità in seguito alle trasformazioni in progetto, di interventi il cui scopo è quello di mantenere invariata la portata superficiale defluente verso l'esterno. Questo risultato si può ottenere agevolando l'infiltrazione nel terreno dei volumi idrici in eccesso, rispetto alle condizioni pre-trasformazione, o laminando le portate. In quest'ultimo caso si opera realizzando una vasca di accumulo temporaneo che possa trattenere l'acqua che defluisce in superficie durante gli eventi meteorici, per rilasciarla nel tempo con una portata prestabilita non superiore a quella caratteristica dell'area prima della trasformazione.

#### 3.2 Calcolo del volume minimo di invaso

- Metodologia di calcolo

Per ottenere l'invarianza idraulica nell'area di progetto si è optato per la realizzazione di una vasca di compensazione il cui dimensionamento è stato eseguito con la procedura proposta dagli uffici della Regione Marche: All.to "1" alla D.G.R. n°53 del 27/01/2014, considerando l'intervento come "Significativa impermeabilizzazione potenziale" (intervento su superficie di estensione compresa tra di 1 e 10 ha).

La misura del volume minimo d'invaso da prescrivere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che I+P=100%) è ricavabile dalla seguente formula:

$$W = W^{\circ} \times (\phi / \phi^{\circ})^{1/(1-n)} - 15 \times I - W^{\circ} \times P \quad (1)$$

essendo

$w^{\circ} = 50 \text{ m}^3/\text{ha}$

$\phi =$  coefficiente di deflusso dopo la trasformazione

$\phi^{\circ} =$  coefficiente di deflusso prima della trasformazione,

$n = 0.48$

I e P espressi come frazione dell'area trasformata.

Il volume così ricavato è espresso in  $\text{m}^3/\text{ha}$  e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento (superficie territoriale, St), a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Per la stima dei coefficienti di deflusso  $\phi$  e  $\phi^\circ$  si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\phi^\circ = 0.9 \text{ Imp}^\circ + 0.2 \text{ Per}^\circ$$
$$\phi = 0.9 \text{ Imp} + 0.2 \text{ Per}$$

in cui Imp e Per sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile; prima della trasformazione (se connotati dall'apice  $^\circ$ ), dopo (se non c'è l'apice  $^\circ$ ).

- Dati di calcolo e risultati

Per il calcolo del volume dell'invaso di compensazione sono stati considerati i dati di progetto riportati nelle tabelle seguenti e forniti dai progettisti della Ditta Gruppo Guerra Srl.

SITUAZIONE STATO DI FATTO		
Destinazione	Superficie	Comportamento
Terreno naturale	96.783 m <sup>2</sup>	Permeabile

SITUAZIONE DI PROGETTO			
Destinazione	Superficie	Comportamento	
Edifici e aree esterne pavimentate	13148 m <sup>2</sup>	Impermeabile	
Aree di pertinenza ai singoli lotti	8933 m <sup>2</sup>	Parz. permeabile <sup>1</sup>	
Strade	11343 m <sup>2</sup>	Impermeabile	
Marciapiedi e piazzali	7481 m <sup>2</sup>	Impermeabile	
Pista ciclabile	2422 m <sup>2</sup>	Impermeabile	
Parcheggi	930 m <sup>2</sup>	Impermeabile	
Parcheggi semipermeabili	4486 m <sup>2</sup>	Parz. permeabili <sup>2</sup>	
Area fondiaria "zona sportiva"	1357 m <sup>2</sup>	Parz. permeabile <sup>3</sup>	
Comparto B: Edifici, marciapiedi, strade	972 m <sup>2</sup>	Impermeabile	
Comparto B: Parcheggi, scoperti, verde	826 m <sup>2</sup>	Parz. Permeabile <sup>4</sup>	
Verde	45903 m <sup>2</sup>	Permeabile	

<sup>1</sup> Per la presenza su parte delle superfici dei lotti di vani interrati la cui impronta è al di fuori della parte in elevazione dei fabbricati.

<sup>2</sup> Tali zone vengono realizzate con pavimentazioni drenanti e vengono considerati permeabili nella frazione del 50%, nella realizzazione dell'intervento dovrà essere verificato che i materiali impiegati rispondano a tale ipotesi.

<sup>3</sup> Tale zona è quella che verrà dedicata alla realizzazione di servizi accessori alla zona sportiva, in assenza di una progettazione definitiva viene considerata impermeabile al 25%

<sup>4</sup> Tale superficie sono considerate permeabili al 50% nella progettazione successiva dovrà essere verificato che tale assunzione sia coerente con l'intervento su tali aree.



L'area in oggetto è quindi caratterizzata dai seguenti valori:

Superficie intervento 96.783 m<sup>2</sup>

Superficie impermeabile Pre-intervento (Imp°) = 0 m<sup>2</sup>

Superficie permeabile Pre-intervento (Per°) = 99.783 m<sup>2</sup>

Superficie impermeabile Post-intervento (Imp) = 43.757 m<sup>2</sup>

Superficie permeabile Post-intervento (Per) = 53.026 m<sup>2</sup>

Le percentuali di area trasformata (I) e non trasformata (P) vengono considerate pari a:

**I**=100%

**P**=0%

Dalle formule riportate in precedenza si ricavano i coefficienti di deflusso:

$$\varphi^{\circ}=0,9 \times 0,00 + 0,2 \times 1,00 = 0,20$$

$$\varphi=0,9 \times 0,45 + 0,2 \times 0,55 = 0,52$$

Il volume minimo di invaso per ogni ettaro di superficie interessata dall'intervento risulta pari a :

$$W = 50 \times 6.20 - 15 \times 1.0 - 50 \times 0.0 = 294,97 mc / ha$$

Quindi considerando la superficie fondiaria dell'intervento pari a 9,6783 ha, **il volume totale di compensazione dato dalla formula (1) dovrà essere di 2855 m<sup>3</sup>.**

La norma, per gli interventi di significativa impermeabilizzazione, prevede che oltre a soddisfare la formula (1) venga verificata la conservazione della portata defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione almeno per una durata di pioggia di 2 ore e tempo di ritorno di 30 anni.

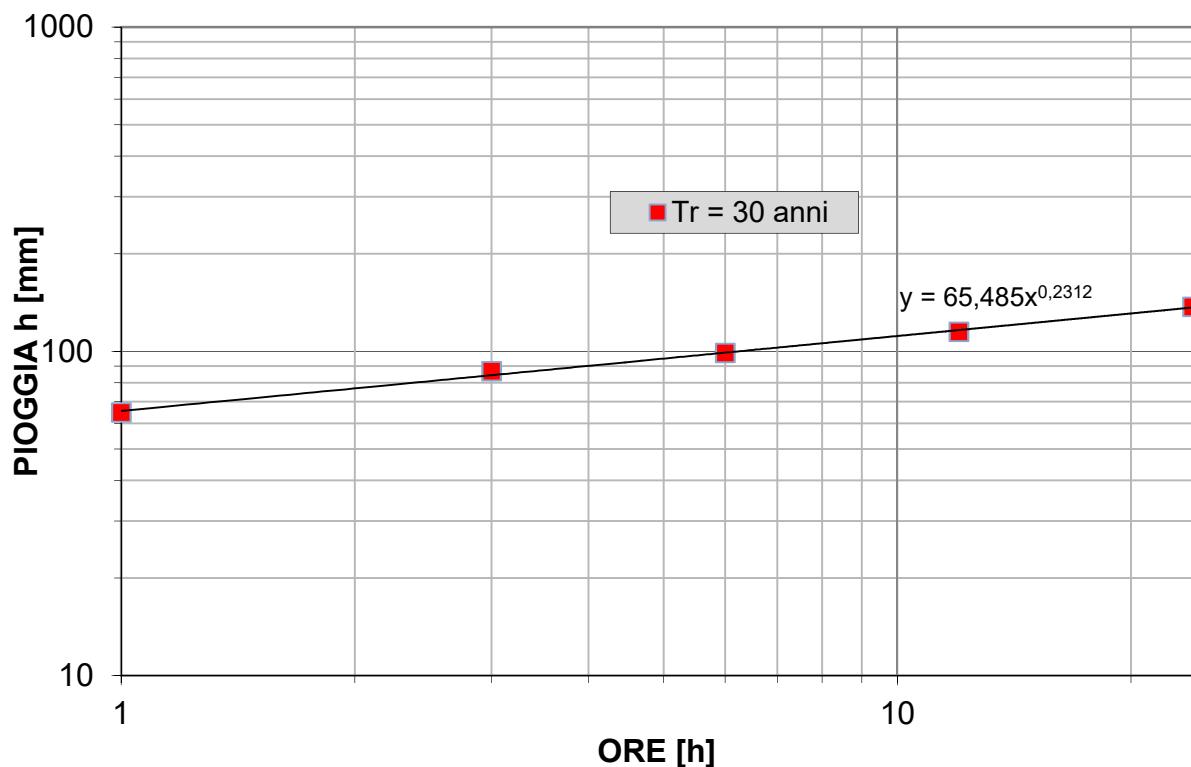
I dati di piovosità degli annali della stazione pluviometrica di Pesaro (serie storica 1900-2012) elaborati tramite l'uso della legge di probabilità di Gumbel hanno permesso di ricavare la curva di possibilità climatica per un tempo di ritorno di 30 anni che risulta:

$$h=65.485 \cdot t^{0,2312}$$

Dove

h=mm di pioggia

t= durata dell'evento piovoso



La curva di possibilità pluviometrica per un evento di 2 ore di durata determina un'altezza di pioggia di 77 mm.

Considerando la superficie totale dell'intervento (9.6783 ha) si ricava il volume totale di pioggia che cade sull'area (circa 7452 m<sup>3</sup>) nel tempo dell'evento meteorico considerato, moltiplicando tale valore per il coefficiente di deflusso dopo la trasformazione (0.52) si valuta il volume che affluisce alla vasca (3875 m<sup>3</sup>).

Considerando inoltre di limitare a 20 l/sec per ettaro la portata massima che potrà uscire dal nuovo comparto edificatorio (quindi circa 194 l/sec per tutta la superficie dell'intervento) si può calcolare il volume totale dell'acqua defluita dalla vasca nelle due ore:

$$0.194 \times 2 \times 60 \times 60 = 1397 \text{ m}^3$$

Quindi il volume necessario, considerando un evento meteorico con tempo di ritorno di 30 anni e durata di due ore, risulta:

$$3875 - 1397 = 2478 \text{ m}^3$$

Tale valore, essendo inferiore a quello precedentemente calcolato (**2855 m<sup>3</sup>**) con la formula (1), conferma la volumetria necessaria all'ottenimento dell'invarianza.

### 3.3 Modalità di realizzazione del volume necessario all'invarianza idraulica

Per quanto mostrato ai paragrafi precedenti per garantire il principio dell'invarianza idraulica è necessario un volume di accumulo temporaneo pari ad almeno 2855 m<sup>3</sup>.

I recapiti finali dell'acqua meteorica provenienti dal nuovo intervento edificatorio sono due: a sud ovest il Fosso del Vallato Albani e a nord est il piccolo fosso che si immette nel Vallato dopo aver attraversato la Strada delle Regioni ed il distributore ad essa adiacente mediante una tombinatura realizzata con un tubo con diametro di 100 cm.

In relazione alla morfologia della zona di intervento, alla forma del comparto ed alla distribuzione degli edifici, i progettisti hanno deciso di realizzare i volumi necessari all'ottenimento dell'invarianza idraulica mediante la realizzazione di tre vasche.

La loro posizione è indicata nella tavola di progetto n°8 "SEZIONI" e n°13 "Urbanizzazione rete fognaria bianca" e nella tabella che segue vengono riassunte le loro caratteristiche geometriche:

	VASCA		
	"1"	"2"	"3"
<b>Volume invasabile (m<sup>3</sup>)</b>	<b>1302</b>	<b>977</b>	<b>857</b>
<b>Superficie massima (m<sup>2</sup>)</b>	1020	710	910
<b>Quota di fondo (m)</b>	34.50	33.10	32.8
<b>Quota massima acqua invasabile (m)</b>	36.50	35.10	34.2

La somma dei volumi previsti (3136 m<sup>3</sup>) soddisfa ampiamente quello minimo calcolato precedentemente (2855 m<sup>3</sup>).

La vasca "1" avrà come recapito finale il fosso del Vallato Albani, mentre le altre due convoglieranno le acque al piccolo fosso presente al lato est del comparto.

I progettisti hanno verificato che le quote previste permetteranno l'immissione dell'acqua nei bacini dalla rete delle acque bianche ed il loro scarico ai ricettori finali senza la necessità di ricorrere all'utilizzo di mezzi di sollevamento. Tali bacini verranno realizzati mediante scavo in terreno naturale con pendenze delle sponde tali da permettere una agevole manutenzione tramite mezzi meccanici; le depressioni verranno vegetate e saranno occupate dall'acqua solo in concomitanza di eventi piovosi intensi.

Le pendenze limitate delle sponde non determineranno pericolo durante la fase in cui i bacini risulteranno privi di acqua.

Le vasche saranno dotate di un troppo pieno che garantirà la sicurezza in caso di occlusione del manufatto di scarico o in concomitanza con eventi meteorici più severi di quelli di progetto.

Per soddisfare "il volume di laminazione" calcolato occorrerà che le tre vasche si riempiano in maniera circa contemporanea evitando che una delle tre cominci a drenare le acque tramite il manufatto di "troppo pieno" quando ancora il volume totale da laminare non sia ancora stato raggiunto.

Per raggiungere tale risultato la superficie del comparto è stata suddivisa in 3 sottobacini in modo che ognuno di essi "alimenta" la sua vasca con superfici impermeabili circa proporzionali al volume di ciascuna vasca (cfr elaborato grafico di progetto GGA-PN62-20-U-01-0013-01 "Urbanizzazione rete fognatura bianca...").

Nella tabella sottostante sono indicate le superfici impermeabili dei tre sottobacini:

	<b>Sottobacino</b>		
	Ovest vasca "1"	Centrale vasca "2"	Est Vasca "3"
<b>Superficie impermeabile (m<sup>2</sup>)</b>	17887	11576	14293
<b>Percentuale di superficie</b>	41%	26%	33%
<b>Volume vasca (m<sup>3</sup>)</b>	1302	977	858
<b>Percentuale di volume</b>	42%	31%	27%

Le differenze di percentuale delle superfici impermeabili ed i volumi dei bacini di riferimento sono molto limitate e potranno essere minimizzate con il dimensionamento dei manufatti delle portate in uscita.

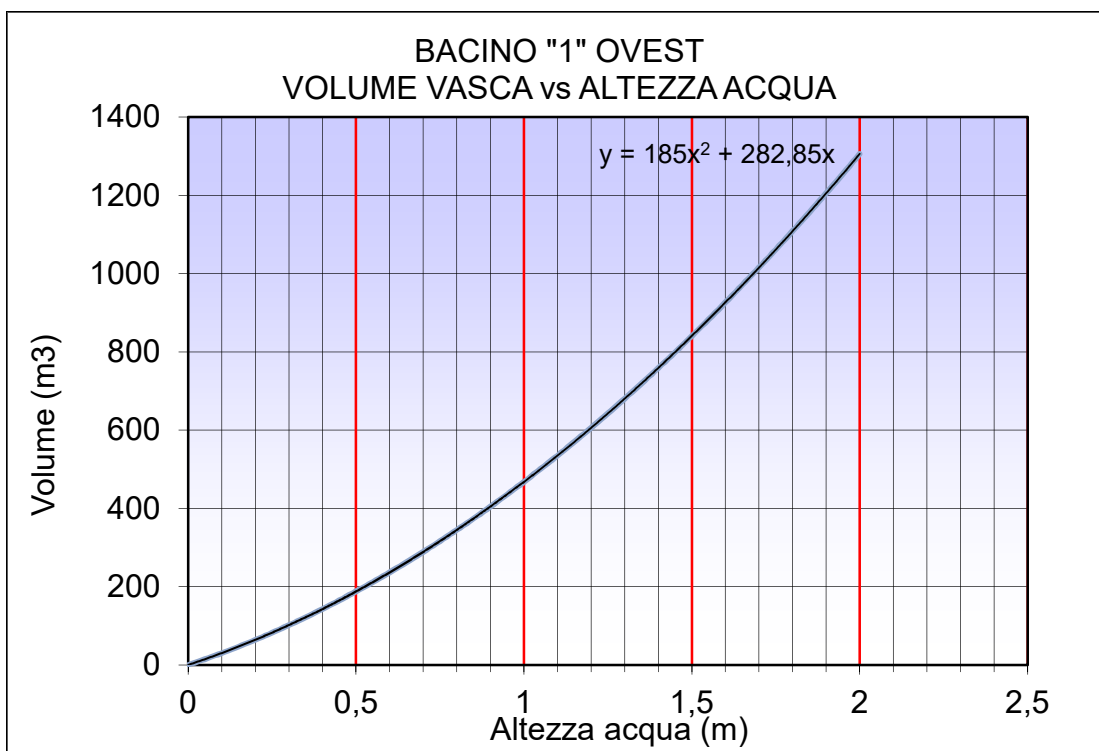
Nel seguito, a conferma della fattibilità della suddivisione in tre vasche del volume di laminazione, si riportano alcune considerazioni e verifiche che si basano sulle seguenti semplificazioni:

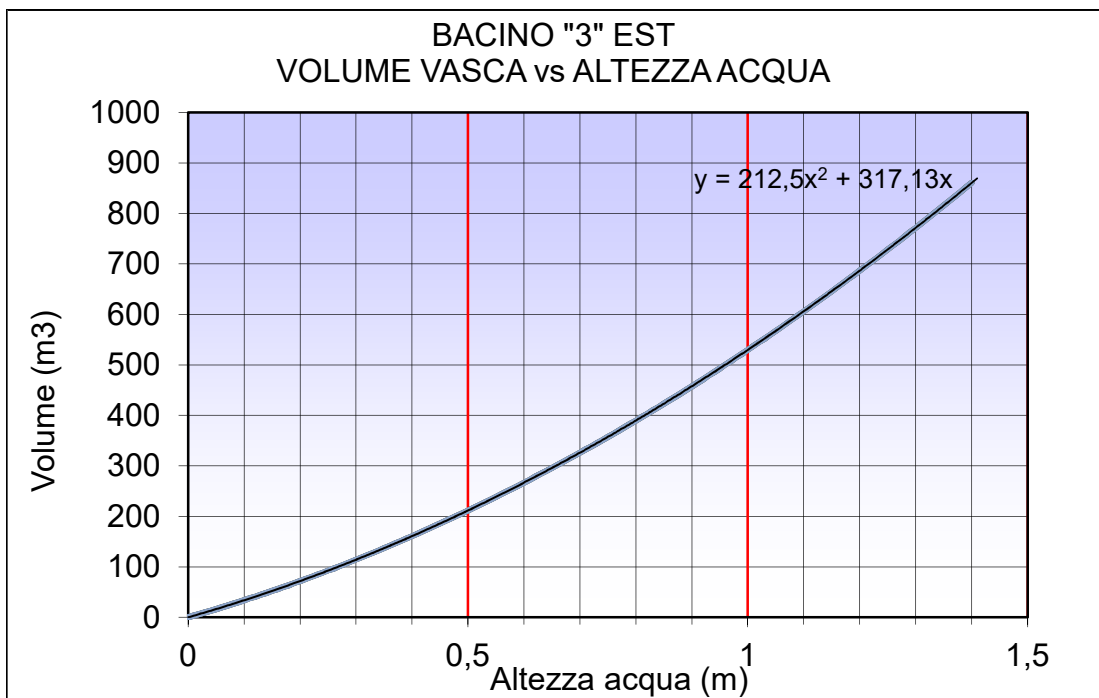
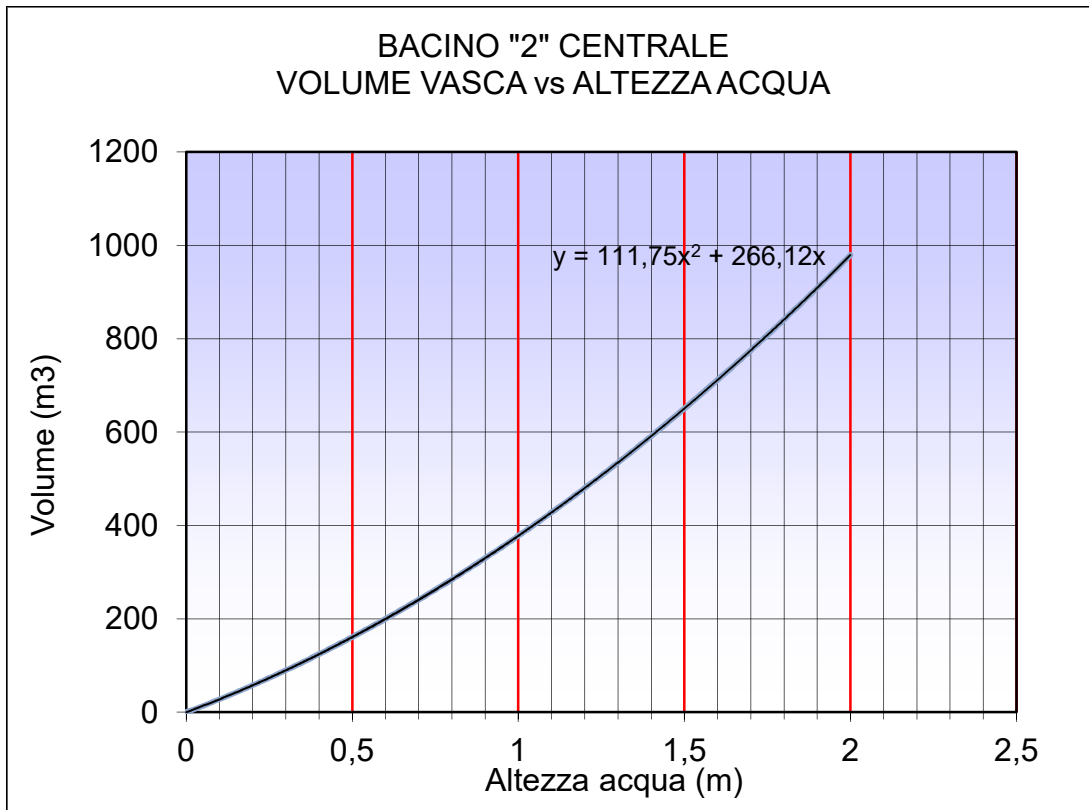
- Viene considerata una intensità di pioggia costante;
- si suppone che lo scarico del bacino avvenga con una bocca circolare a battente in parete sottile, per cui la portata (Q) da esso uscente è pari a  $Q = 0.6 \pi r^2 \sqrt{2gh}$   
dove  
r=raggio scarico  
h=tirante

- viene considerata afferente ai bacini il 100% della quantità di pioggia caduta sulle porzioni di subbacino impermeabili.

Per valutare l'andamento del riempimento delle vasche viene considerata una pioggia della durata di due ore ed un tempo di ritorno di 30 anni che determina una altezza di pioggia di 77 mm.

La geometria delle vasche di laminazione determina il rapporto tra altezza della lama d'acqua (h) e volume invasabile riportato nelle figure seguenti.

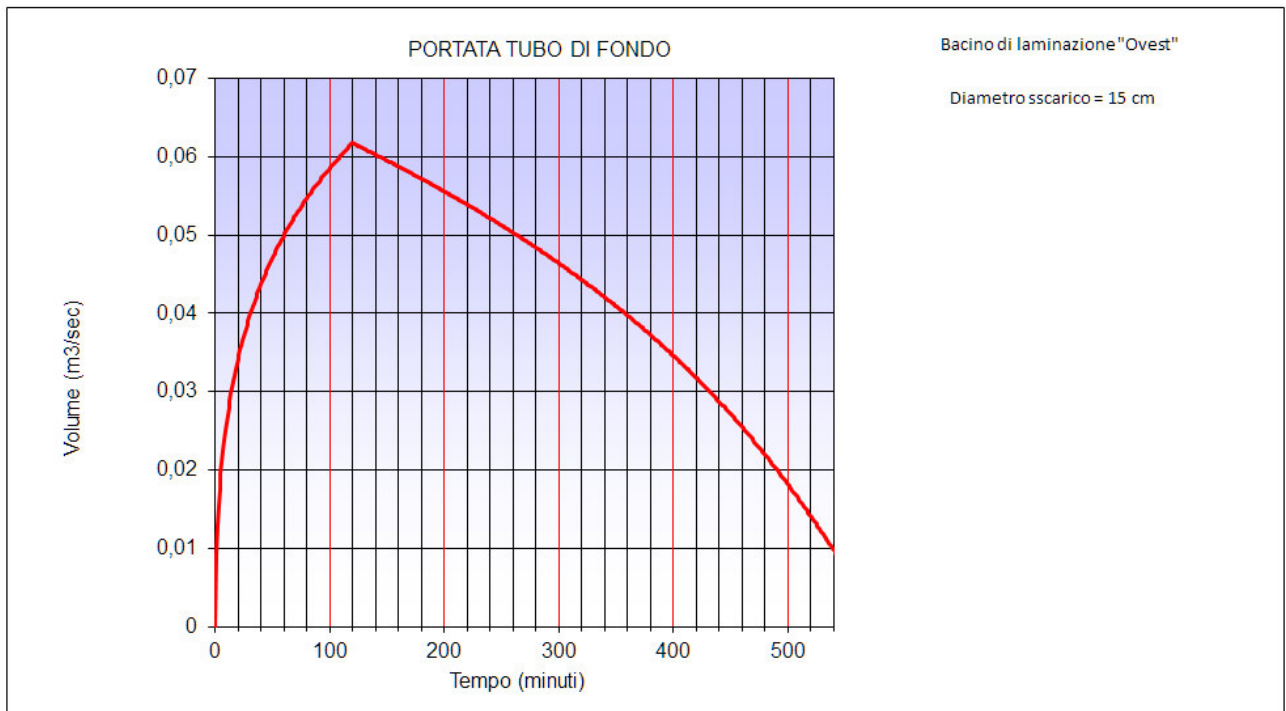
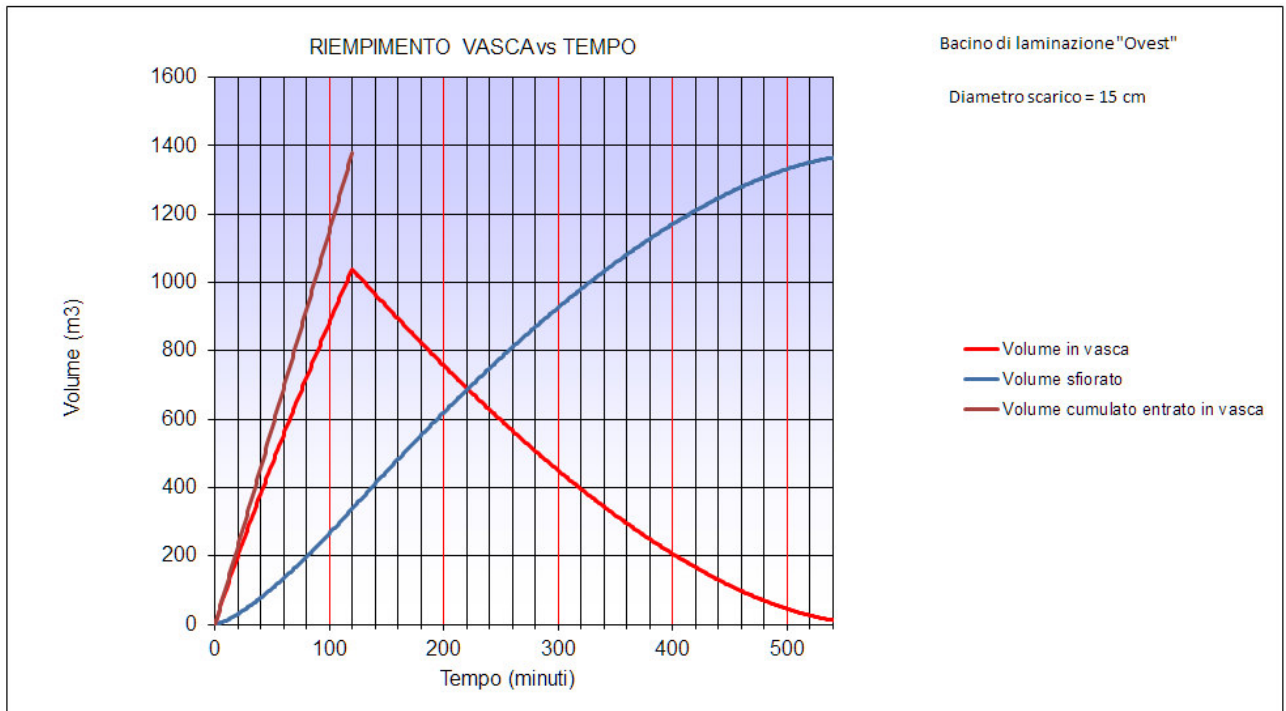




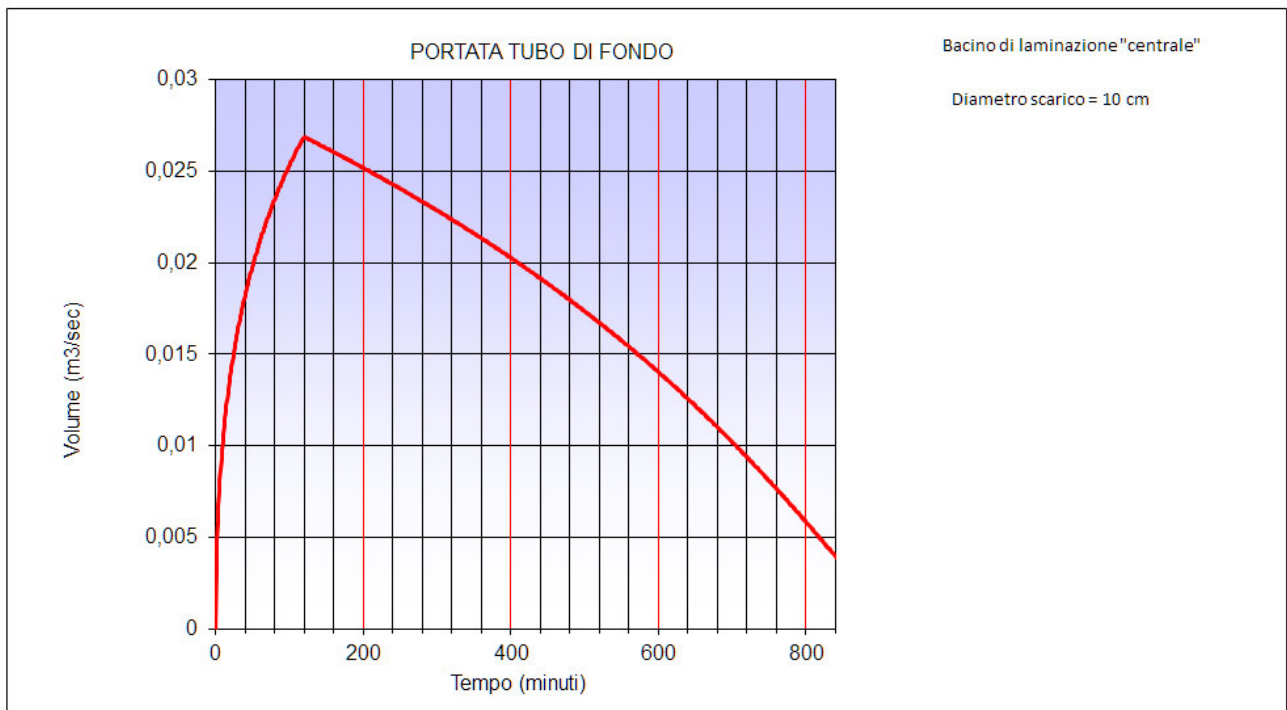
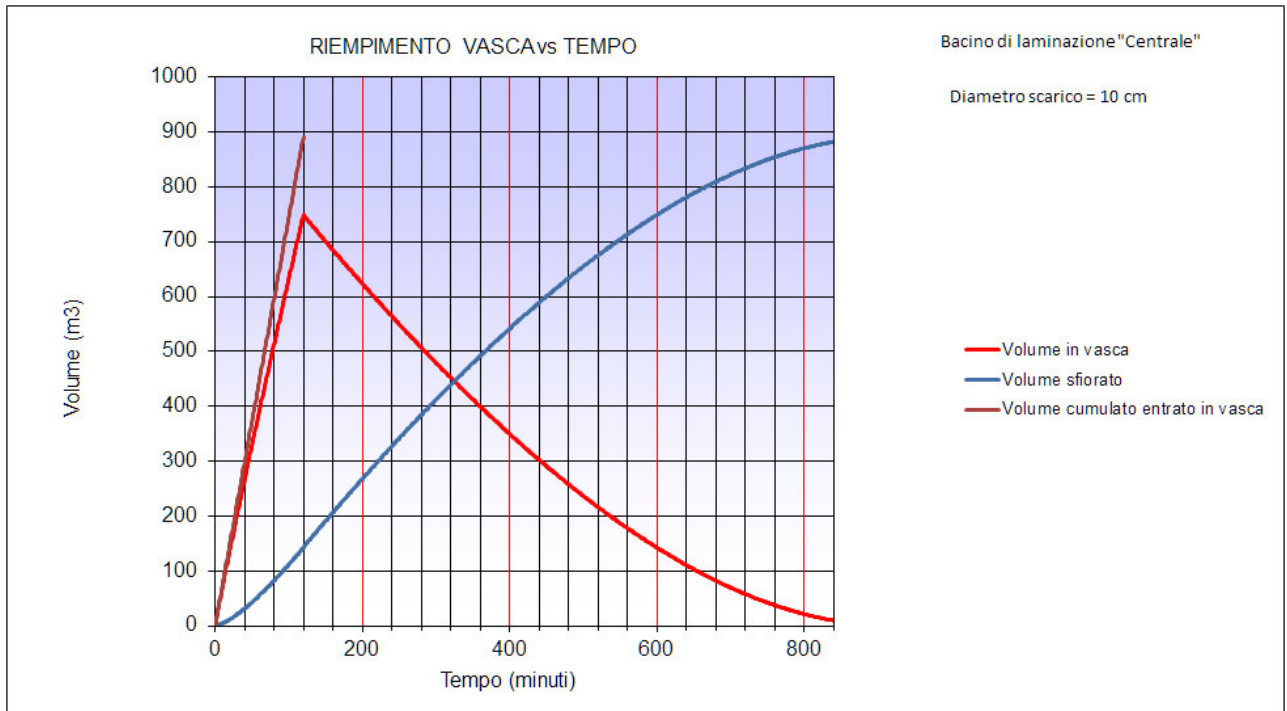
Considerando i seguenti diametri dei manufatti di scarico dell'acqua dai bacini

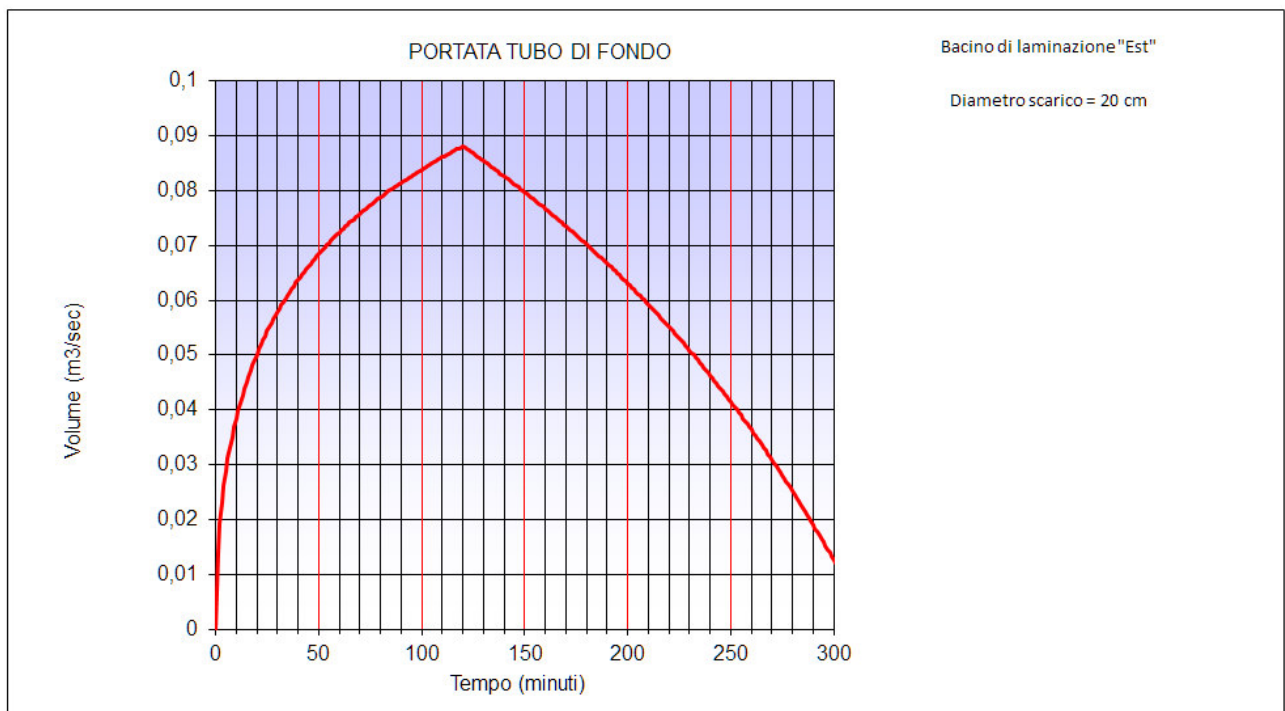
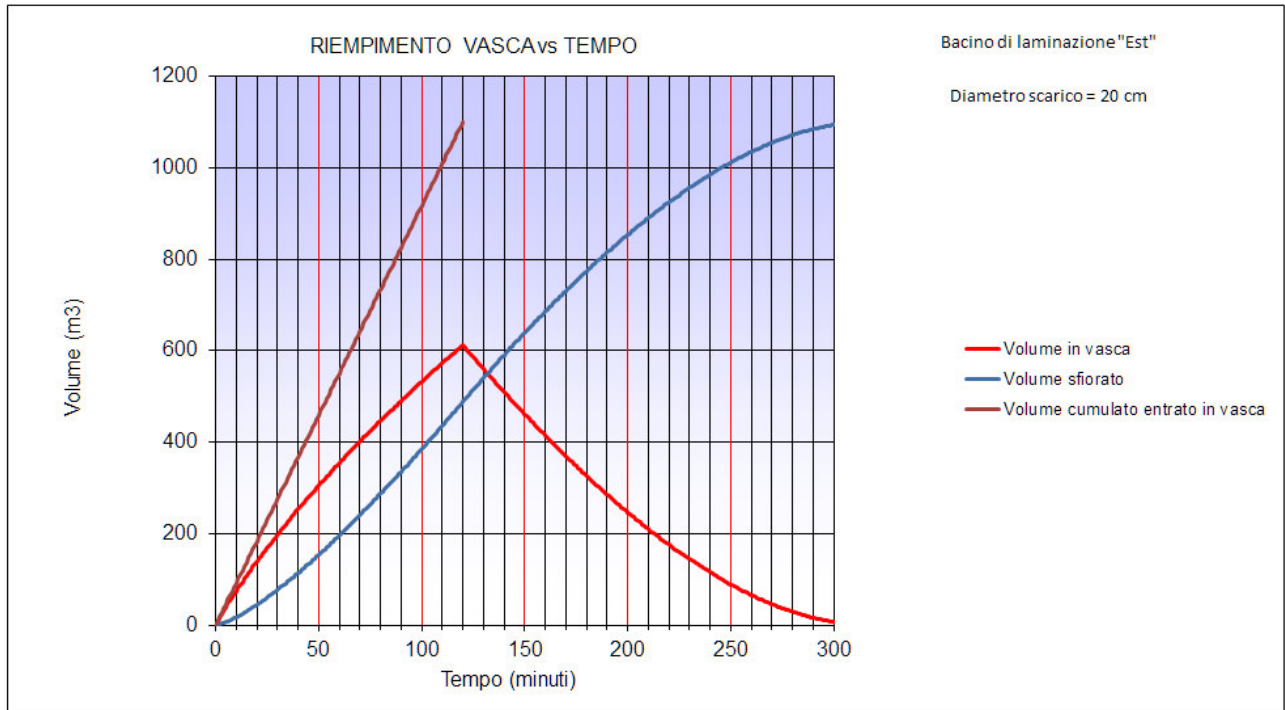
	<b>Bacino</b>		
	Ovest	Centrale	Est
<b>Diametro (mm)</b>	150	100	200

è stato possibile ricostruire l'andamento temporale del riempimento delle vasche e la portata in uscita dai rispettivi manufatti di scarico; le figure alle pagine seguenti riportano i risultati ottenuti.









Le verifiche dimostrano che il riempimento dei bacini avviene in maniera simile, la tabella seguente riporta la percentuale di riempimento di ogni singolo bacino considerando l'altezza di pioggia considerata e le semplificazioni illustrate in precedenza.

	<b>Vasca</b>		
	Ovest	Centrale	Est
<b>Riempimento %</b>	79.4	76.4	71.4

Le differenze come si vede sono poco rilevanti, inoltre il fatto che il troppo pieno del bacino "centrale" scarica sul bacino "Est" (che è quello che si riempie con minor velocità) sarà ulteriore garanzia di buon funzionamento.

Si sottolinea che rispetto al volume necessario all'ottenimento dell'invarianza previsto dalla formula delle "linee guida" (pari a 2855 m<sup>3</sup>) i progettisti hanno previsto un volume superiore (pari a 3136 m<sup>3</sup>).

La tabella seguente riporta la portata dei manufatti di scarico di ogni bacino al momento del riempimento totale degli stessi:

	<b>Vasca</b>		
	Ovest	Centrale	Est
<i>Diametro scarico (mm)</i>	150	100	200
<b>Portata (l/sec)</b>	66	29	99

La portata totale massima scaricata risulta quindi 194 l/sec.

Come si vede dalla tabella riassuntiva la percentuale di riempimento delle vasche è estremamente simile, confermando quindi la fattibilità di quanto progettato. Si consiglia nella fase esecutiva della progettazione di prevedere per i manufatti scarico delle vasche solo una lunghezza ridotta della tubazione "di strozzatura" (forse meglio ricorrere ad una valvola di sezionamento della condotta di scarico piuttosto che ridurre il diametro di tutta la condotta in uscita oppure realizzare il manufatto in modo che contenga una suddivisione interna mediante un diaframma in cui verrà realizzata "l'apertura" di regolazione della portata in uscita).

Si raccomanda di proteggere i punti di immissione delle acque nei bacini per preservare tali zone dall'erosione e per semplificare la manutenzione.

Per quanto attiene agli scarichi delle acque provenienti dai bacini di laminazione nei recapiti finali si raccomanda di proteggere gli alvei dall'erosione mettendo in opera materassi erosivi "tipo Reno" (o sistemi analoghi) nel punto di immissione e proteggere gli scarichi con valvole clapet.

Inoltre in relazione al corso del fosso su cui verranno convogliate le acque delle vasche "2" e "3" si consiglia di eseguire una pulizia e riprofilatura dell'alveo al fine di permettere uno scorrimento regolare delle acque.

Nella gestione delle vasche di laminazione si dovrà:

- prevedere periodiche ispezioni per valutare lo stato dei manufatti di immissione/scarico delle acque (soprattutto in relazione alla presenza di sedimenti e/o corpi che possano diminuire l'efficienza idraulica);
- controllare e tagliare la vegetazione all'interno dei bacini;
- controllare i componenti meccanici eventualmente installati (qualora ad esempio gli scarichi venissero realizzati invece che a luce fissa con dispositivi con bocca a battente a luce variabile).

**Scheda 1** – Foglio di calcolo per il calcolo del volume di invarianza ai sensi del Titolo III della DGR 53 del 27/01/2014

**CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA FORMULA (1)  
AI SENSI DEL TITOLO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014**

**Requisiti richiesti per ogni classe sulla base del volume minimo di laminazione determinato:**

$$w = w^{\circ} \left( \frac{\phi}{\phi^{\circ}} \right)^{1/(1-n)} - 15 I - w^{\circ} P$$

$$\phi^{\circ} = 0.9 Imp^{\circ} + 0.2 Per^{\circ} \quad \phi = 0.9 Imp + 0.2 Per$$

$w^{\circ} = 50$  mc/ha volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione

$\phi^{\circ}$  = coefficiente di deflusso post trasformazione  $\phi^{\circ}$  = coefficiente di deflusso ante trasformazione

$n = 0.48$  I e P espressi come frazione dell'area trasformata

Imp e Per espressi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice<sup>o</sup>) o dopo (se non c'è l'apice<sup>o</sup>)

VOLUME RICAIVATO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento

**Oggetto:**

*(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)*

Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	92554.00	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento
<b>ANTE OPERAM</b>				
Superficie impermeabile esistente	=	0.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Imp <sup>o</sup>	=	0.00		
Superficie permeabile esistente (mq)	=	92554.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Per <sup>o</sup>	=	1.00		
Imp <sup>o</sup> + Per <sup>o</sup>	=	1.00		
<b>POST OPERAM</b>				
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	44700.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Imp	=	0.48		
Superficie permeabile di progetto	=	47854.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Per	=	0.52		
Imp + Per	=	1.00		
<b>INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA</b>				
Superficie trasformata/livellata	=	92554.00	mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola
I	=	1.00		
Superficie agricola inalterata	=	0.00	mq	superficie inalterata
P	=	0.00		
I + P	=	1.00		

**CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM**

$\phi^{\circ}$	$0,9 \times Imp^{\circ} + 0,2 \times Per^{\circ}$	=	0.9	x	0.00	+	0.2	x	1.00	=	0.20				
$\phi$	$0,9 \times Imp + 0,2 \times Per$	=	0.9	x	0.48	+	0.2	x	0.52	=	0.54				
$W$	$w = w^{\circ} \left( \frac{\phi}{\phi^{\circ}} \right)^{1/(1-n)} - 15 I - w^{\circ} P$	=	50	x	6.71	-	15	x	1.00	-	50	x	0.00	=	320.37 mc/ha
$W^{\circ}$	50 mc/ha														
$\left( \frac{\phi}{\phi^{\circ}} \right)^{1/(1-n)}$	2.69														
	1.92														

**VOLUME MINIMO DI INVASO**      320.37 : 10.000.00 x 92.554.00 = **2.965.19 mc**

**Q** Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha      185.11 l/sec