



dott.ssa Paola Roma
Sindaco

ing. Luca Zanella
Progettista e Valutazione di Compatibilità Idraulica

geom. Maurizio Cella
Responsabile del Servizio Urbanistica



COMUNE DI PONTE DI PIAVE - TV
SECONDO PIANO DEGLI INTERVENTI - VARIANTE 2

Valutazione di Compatibilità Idraulica
Schede e metodologia di calcolo applicata

Edizione completa in approvazione

dicembre 2017

VCI **1**



Descrizione

Nuovo tessuto residenziale con lotto di completamento da 2000 mc.

Classe di Intervento		Modesta impermeabilizzazione potenziale (0.1 ha < sup. < 1 ha)
Uso del suolo corrente	Uso del suolo futuro	Sup. (ha)
Agricolo	Residenziale (2000 mc)	0.27

L'INTERVENTO NON RICADE IN ZONA DI ATTENZIONE IDRAULICA P.A.I.

Coefficiente di deflusso	0.55	
Vincolo di fragilità/criticità	Pericolosità idraulica P1 (scolo meccanico)	
Permeabilità del terreno	Mediamente permeabile ($K = 1 \div 10^{-4}$ cm/s)	
Livello della falda dal p.c. (ml)	2 ÷ 5	
Corpo recettore afferente	Scolo confluyente nella diramazione affluente Grassaga 3	
Distanza dal corpo recettore (ml)	0.5	
Ente di competenza	Consorzio di Bonifica Piave - Montebelluna (TV)	
Quota media ambito intervento (m s.l.m.)	9	Zona altimetrica Pianura

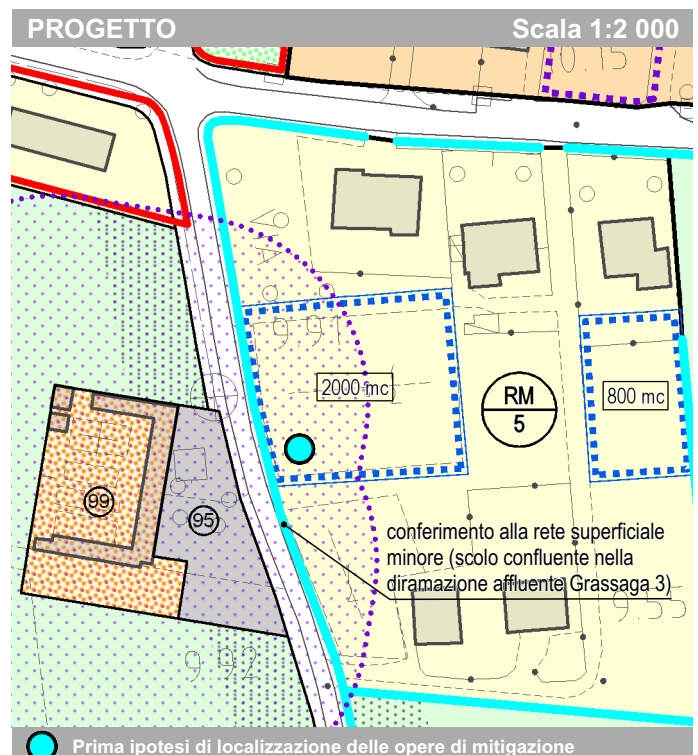
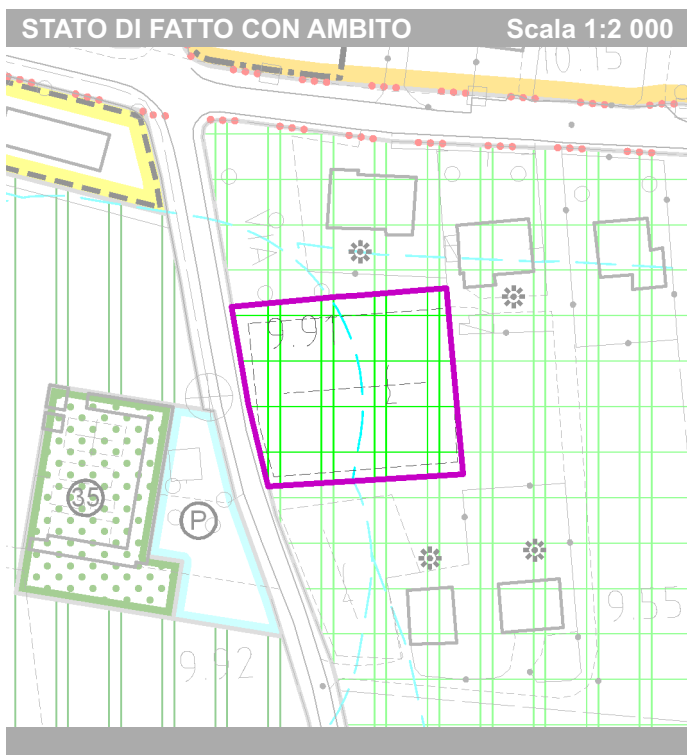
Portata unitaria ammessa allo scarico 10 l/sha

Tempo di ritorno 50 anni

Volume di invaso specifico (mc/ha)	Volume di invaso da realizzare (mc)	Superficie indicativa dell'area destinata alle opere di mitigazione (mq)
260	68	40

Intervento di mitigazione

Si propone la realizzazione di un sistema di vasche interrato o di un bacino a cielo aperto in grado di contenere l'ondata di piena e di indirizzarla poi, con una limitazione della portata di scarico, alla rete superficiale esistente. In ogni caso dovrà essere acquisito specifico parere da parte dell'Autorità competente.



Descrizione

Nuovo tessuto residenziale con lotto di completamento da 800 mc.

Classe di Intervento	Modesta impermeabilizzazione potenziale (0.1 ha < sup. < 1 ha)	
Uso del suolo corrente	Uso del suolo futuro	Sup. (ha)
Agricolo	Residenziale (800 mc)	0.12

L'INTERVENTO NON RICADE IN ZONA DI ATTENZIONE IDRAULICA P.A.I.

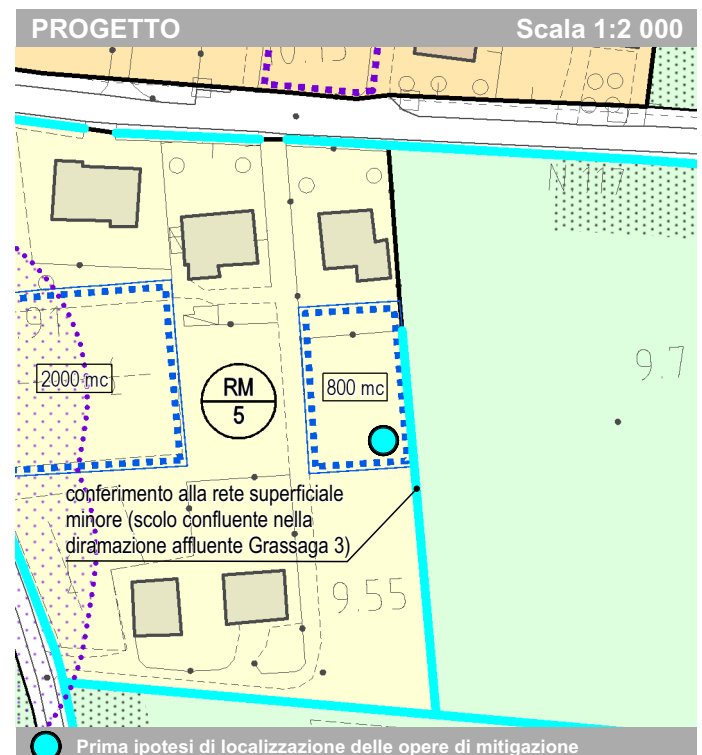
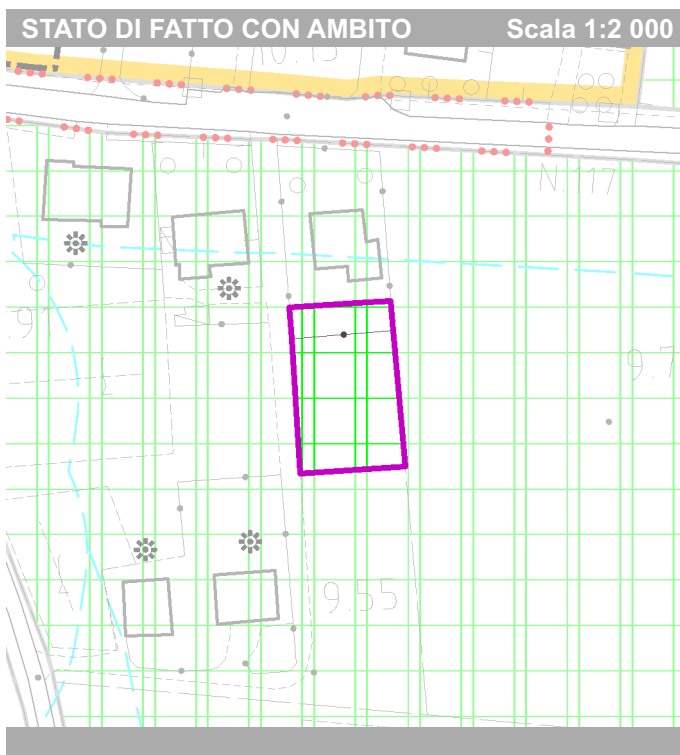
Coefficiente di deflusso	0.55	
Vincolo di fragilità/criticità	Pericolosità idraulica P1 (scolo meccanico)	
Permeabilità del terreno	Mediamente permeabile ($K = 1 \div 10^{-4}$ cm/s)	
Livello della falda dal p.c. (ml)	2 ÷ 5	
Corpo recettore afferente	Scolo confluyente nella diramazione affluente Grassaga 3	
Distanza dal corpo recettore (ml)	0.5	
Ente di competenza	Consorzio di Bonifica Piave - Montebelluna (TV)	
Quota media ambito intervento (m s.l.m.)	9	Zona altimetrica Pianura

Portata unitaria ammessa allo scarico 10 l/sha**Tempo di ritorno 50 anni**

Volume di invaso specifico (mc/ha)	Volume di invaso da realizzare (mc)	Superficie indicativa dell'area destinata alle opere di mitigazione (mq)
260	30	20

Intervento di mitigazione

Si propone la realizzazione di un sistema di vasche interrato o di un bacino a cielo aperto in grado di contenere l'ondata di piena e di indirizzarla poi, con una limitazione della portata di scarico, alla rete superficiale esistente. In ogni caso dovrà essere acquisito specifico parere da parte dell'Autorità competente.



1. PARAMETRI IDRAULICI DI DIMENSIONAMENTO

1.1. Tempo di Ritorno

Il tempo di ritorno rappresenta uno dei parametri fondamentali per il dimensionamento delle opere idrauliche. Tale parametro esprime il numero medio di osservazioni (o numero di anni) necessarie affinché un dato evento si verifichi. Pertanto, anziché parlare di probabilità che la portata d'acqua di un dato condotto ecceda la soglia di allarme, si privilegia il concetto che dopo un tempo medio, il tempo di ritorno, la portata d'acqua eccede il livello di soglia. Un tempo di ritorno più lungo indica cioè un evento più raro, perciò di notevole intensità. Chiaramente, corrispondendo maggiori portate a più grandi tempi di ritorno, il parametro "tempo di ritorno" influisce in misura notevole sulla determinazione della portata massima.

Nel presente documento la stima dei volumi di invaso è calcolata con riferimento a tempi di ritorno di 50.

1.2. Precipitazioni e Curva di possibilità pluviometrica

Lo studio delle precipitazioni è di fondamentale importanza per i progetti in quanto da esse dipendono le disponibilità idriche superficiali e sotterranee. Da esse dipendono i deflussi e i livelli dei corsi d'acqua, i volumi idrici disponibili, i livelli degli invasi naturali e delle falde, e, in particolare le portate di piena e di magra. Le precipitazioni devono essere misurate con una rete di stazioni opportunamente distribuite nel territorio.

I dati raccolti devono poi essere elaborati statisticamente e probabilisticamente per poter individuare la distribuzione spaziale e temporale dei valori delle precipitazioni, e i probabili valori futuri di notevole intensità. I più importanti dati, normalmente raccolti nelle reti pluviometriche dei vari servizi idrologici nazionali e internazionali, riguardano le precipitazioni giornaliere misurate ogni 24 ore e le registrazioni continue. Da queste registrazioni continue vengono ricavate le precipitazioni di notevole intensità di varia durata.

Elaborando statisticamente i valori delle precipitazioni giornaliere vengono ricavati, per il periodo di osservazione, i valori medi, minimi e massimi giornalieri, mensili e annuali nelle stazioni della rete.

Elaborando probabilisticamente i valori delle precipitazioni di notevole intensità si ricavano le relazioni che permettono di formulare previsioni sui valori particolarmente intensi, in funzione della durata dell'evento e per un prefissato tempo di ritorno.

Il carattere estremamente complesso del fenomeno meteorologico, le incertezze relative ai meccanismi che regolano molti di essi e l'enorme mole di informazioni necessarie alla definizione delle condizioni al contorno rende lo studio soggetto a valutazioni e analisi attente dei dati ottenuti in funzione del livello di intervento. Uno strumento fondamentale nell'analisi delle precipitazioni è rappresentato dalle relazioni interconnesse tra le altezze di pioggia massime annuali e la durata degli eventi che sono indicate come curve di possibilità pluviometriche.

Tali curve si costruiscono individuando anno per anno l'altezza massima di precipitazione corrispondente ad una durata specifica. Lo studio delle precipitazioni intense e di durata inferiore a 24 ore è molto importante per la progettazione delle opere idrauliche, interessando direttamente il valore della portata di piena e quindi il dimensionamento dell'opera stessa.

Per il calcolo della portata di piena è importante ricercare la massima precipitazione h_{max} (mm) che può avvenire per un determinato tempo di ritorno T_r (anni) e per una durata pari al tempo di corrivazione o concentrazione T_c (ore). Va specificato che T_c è il parametro maggiormente utilizzato per caratterizzare la risposta di un bacino ad un evento di pioggia. Questo può essere definito come il tempo impiegato da una goccia di pioggia caduta nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura scorrendo sempre sulla superficie.

La distribuzione utilizzata per l'interpretazione dei valori massimi di un campione, come precipitazioni intense di assegnata durata, è la distribuzione di Gumbel.

Le misure più recenti da elaborare per determinare le curve di possibilità climatica provengono dalla rete di telemisura gestita dall'ARPAV.

Sulla base di questa considerazione si è scelto la curva pluviometrica che fa riferimento alla stazione del Comune di **San Donà di Piave**.

Individuazione delle stazioni pluviometriche nel territorio:



Individuazione centralina del Comune di San Donà di Piave (TV)

Tempo di ritorno		1 ore	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	hmax=	28.89 mm	36.75 mm	43.03 mm	51.69 mm	64.23 mm
5 anni	hmax=	38.18 mm	48.61 mm	55.79 mm	66.42 mm	82.07 mm
10 anni	hmax=	44.33 mm	56.46 mm	64.24 mm	76.17 mm	93.89 mm
25 anni	hmax=	52.10 mm	66.38 mm	74.91 mm	88.48 mm	108.82 mm
50 anni	hmax=	57.86 mm	73.74 mm	82.83 mm	97.62 mm	119.90 mm
100 anni	hmax=	63.58 mm	81.05 mm	90.70 mm	106.69 mm	130.89 mm
200 anni	hmax=	69.28 mm	88.33 mm	98.53 mm	115.73 mm	141.85 mm

Altezza di precipitazione per i tempi di pioggia e di ritorno

Dai dati campione N forniti dal Servizio Idrografico Nazionale relativi alla stazione di Bassano del Grappa per eventi di durata inferiore le 24 ore di altezze di precipitazione si ha:

medie campionarie:
$$E [H (t)] = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N H (t)$$

deviazioni standard campionarie:

$$\sqrt{VAR [H (t)]} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \{H (t) - E [H (d)]\}^2}$$

dei parametri della distribuzione di probabilità di Gumbel:

$$\alpha (t) = \sqrt{6} \cdot \sqrt{\frac{Var [H (d)]}{\pi}}$$

$$u (t) = E [H (t)] - 0.5722 \cdot \alpha (t)$$

ed i valori generati delle altezze di precipitazioni per un periodo di $T = Tr$:

$$h_{100} (t) = u (t) - \alpha (t) \cdot \log \cdot \log \left[\frac{T}{T-1} \right]$$

logaritmo in base e .

Il coefficiente a e l'esponente n della curva di possibilità pluviometrica $h(t) = a \cdot t^n$ possono essere calcolati attraverso una regressione lineare della variabile $y = \log h(t)$ sulla variabile $x = \log(t)$, secondo il metodo lineare:

$$\log h(t) = \log a + n \log t$$

il quale soddisfa la formula generale $y = a + bx$ con $a = \log a$ e $b = n$.

Calcolate le grandezze $S = N$

$$S_x = \sum_{i=1}^N x_i \quad S_y = \sum_{i=1}^N y_i \quad S_{xx} = \sum_{i=1}^N x_i^2 \quad S_{xy} = \sum_{i=1}^N x_i \cdot y_i$$

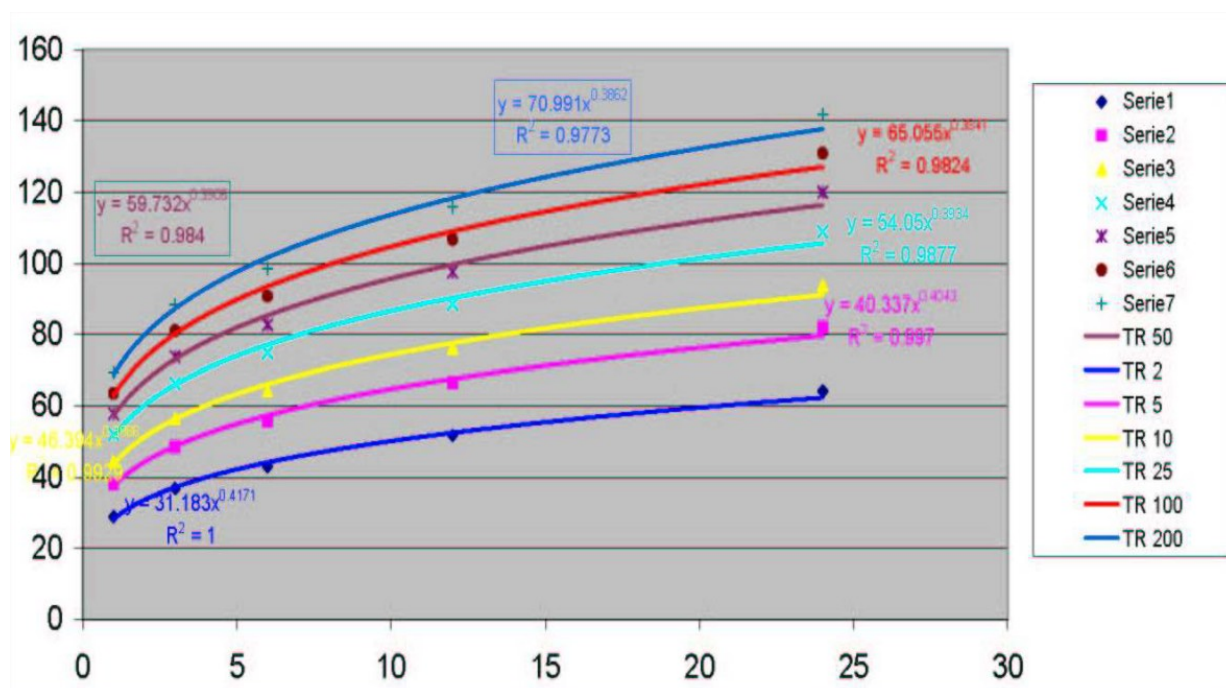
il modello lineare che rende minima la somma degli scarti quadratici $(y_i - a - bx_i)^2$ con $(i=1, 2, 3, \dots, N)$ è quello caratterizzato dai parametri:

$$a = \frac{S_{xx} \cdot S_y - S_x \cdot S_{xy}}{S \cdot S_{xx} - (S_x)^2}$$

$$b = \frac{S \cdot S_{xy} - S_x \cdot S_y}{S \cdot S_{xx} - (S_x)^2}$$

da cui si ottiene che $a = e^a$ e $n = b$.

La curva di possibilità pluviometrica cercata risulta pertanto: $h(t) = a \cdot t^n$ e fornisce l'altezza di precipitazione in millimetri per un'assegnata durata t in ore e per un tempo di ritorno Tr .



Schema grafico delle precipitazioni di durata superiore all'ora

Le equazione di possibilità pluviometrica corrispondono a:

Stazione	Quota m. s.l.m.	Curva Pluviometrica Tr = 50 anni	Fonte dei dati
S. Donà di Piave	3	$h = 59,732 t^{0,21}$	ARPAV

1.3. Coefficiente di deflusso

Il deflusso superficiale che si presenta in corrispondenza di una generica sezione di chiusura del bacino rappresenta solo una parte della precipitazione complessiva che affluisce al bacino idrografico, in quanto parte di esso ritorna nell'atmosfera sotto forma di vapore o segue un percorso sotterraneo.

La portata meteorica netta $Q(t)$ che affluisce alla rete di ricezione è inferiore perché una parte dell'acqua evapora, viene intercettata o trattenuta dal suolo, riempie piccole cavità e soprattutto penetra per infiltrazione nel terreno. Per quantificare quantitativamente le perdite si utilizza il cosiddetto coefficiente di afflusso ϕ (detto anche di assorbimento), che varia da 0 a 1: il valore 0 idealmente caratterizza una superficie infinitamente permeabile che non permette il deflusso superficiale, il valore unitario rappresenta la situazione di superficie impermeabile in cui l'infiltrazione è nulla. La determinazione di tale coefficiente è affetta da notevoli incertezze, infatti, nella definizione di tale coefficiente, entrano in gioco i seguenti fattori:

- durata della pioggia ed estensione del bacino;
- pendenza dei versanti, dei rami secondari e dell'asta principale costituenti la rete di drenaggio;

- grado di copertura vegetale dei versanti;
- grado di laminazione della rete idrografica;
- coefficiente di permeabilità dei litotipi interessati dai fenomeni di filtrazione durante l'evento meteorico;
- evapotraspirazione;
- grado d'imbibizione dei terreni nel periodo immediatamente precedente all'evento che produce la massima portata.

La precedente lista, esemplificativa di alcuni dei vari fattori che contribuiscono alla formazione della portata defluente, mostra chiaramente quanto incerto può essere il valore del coefficiente di afflusso. Esso può assumere valori compresi tra 0,10 e 0,90, i valori più bassi corrispondenti, per esempio, a zone pianeggianti costituite da ammassi ghiaiosi altamente permeabili ed i più alti attribuibili a zone pendenti impermeabili con bassa densità di copertura vegetale e pavimentazioni asfaltate.

Per la determinazione del coefficiente di afflusso ϕ , che definisce la parte di precipitazione che giunge in rete, è necessario conoscere le caratteristiche del bacino scolante considerato.

Di seguito si riportano i coefficienti di deflusso previsti dalla D.G.R. 2948/2009.

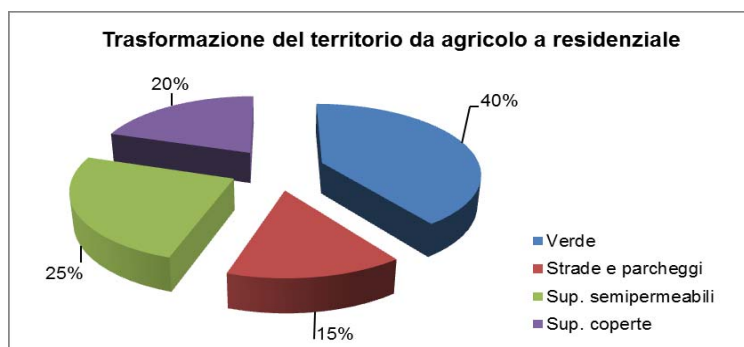
Superficie scolante	ϕ
Aree agricole	0,10
Aree verdi	0,20
Superfici semipermeabili (grigliati drenanti, strade in terra battuta e stabilizzato)	0,60
Superfici impermeabili (coperture, viabilità)	0,90

Coefficienti di deflusso indicati dalla DGR n°2948 del 10/2009

Il *coefficiente di deflusso* per la tipologia d'intervento prevista è stato determinato applicando la media ponderata agli usi stimati utilizzando i coefficienti indicati dalla delibera. Si è proceduto quindi calcolando il coefficiente di deflusso equivalente, ovvero un coefficiente di afflusso calcolato come media ponderata sulle aree:

$$\phi = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_i S_i}{S_{tot}}$$

Di seguito si riporta un'ipotesi di nuova distribuzione di uso del suolo per le aree trasformate a residenziale, ipotizzando che il 65 % dell'area rimanga a verde, il 15 % venga occupato dalle strade e da parcheggi, il 20 % dalla superficie coperta dai lotti e il 25% da superfici semipermeabili.



Si ottiene un valore di coefficiente di deflusso di progetto pari a 0,55.

1.4. Tempo di corrivazione

In termini generali, il tempo di corrivazione si può definire ed associare ad ogni punto del bacino: è il tempo impiegato da una goccia d'acqua che cade in quel punto per raggiungere la sezione di chiusura del bacino. In via semplificata, questo tempo viene considerato una costante dipendente solo dal punto e non dalle condizioni di moto che possono variare da un evento di pioggia all'altro (particolarmente in base alle caratteristiche del suolo e dell'evento di pioggia). Sullo schema concettuale della corrivazione si basa il metodo cinematico o metodo della corrivazione per la stima delle portate di piena. Le ipotesi che si fanno sul tempo di corrivazione sono le seguenti:

- Ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende unicamente dalla posizione del punto in cui essa è caduta;
- La velocità della singola goccia non è influenzata dalla presenza di altre gocce, cioè ognuna di esse scorre indipendentemente dalle altre; in realtà sappiamo che la velocità dell'acqua lungo un pendio o in un alveo dipende, oltre che dalle caratteristiche della superficie bagnata anche dal tirante idrico; ne consegue che in uno stesso bacino si possono avere valori diversi dei tempi di corrivazione sia in dipendenza delle caratteristiche del suolo sia anche durante la stessa precipitazione in funzione della durata e dell'intensità dell'evento.
- La portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante alla sezione di chiusura.

Il tempo di corrivazione è stato stimato facendo riferimento a studi svolti presso il Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti, 1996) che determina una stima del tempo di accesso in rete a mezzo del condotto equivalente. Per bacini urbani il tempo di corrivazione (t_c) può essere stimato, in prima approssimazione, come somma di una componente di accesso alla rete (t_a) che rappresenta il tempo impiegato dalla particella d'acqua per giungere alla più vicina canalizzazione della rete scorrendo in superficie, e dal tempo di rete (t_r) necessario a transitare attraverso i canali della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura.

$$T_c = t_a + t_r$$

Il valore t_a varia da 5 -15 minuti con il diminuire della pendenza superficiale. La velocità in rete, che per evitare problemi di deposito ed erosione deve essere compresa tra 0,5 e 4 m/s, è responsabile invece del tempo di rete t_r . Per ogni intervento, non essendo disponibile in questa fase di pianificazione il dettaglio progettuale dei piani d'intervento, si è ipotizzato il tracciato planimetrico di drenaggio più svantaggioso, assumendo t_a e velocità di progetto funzione dell'altimetria.

Per quanto riguarda la configurazione di progetto si è pertanto determinato un tempo di corrivazione pari a 15 minuti (0.25 ore).

1.5. Coefficiente udometrico per portata allo scarico

Il parametro di riferimento che descrive la risposta idrologica di un terreno in termini di trasformazione degli afflussi (piogge) in deflussi (portate) è detto “coefficiente udometrico” o “contributo specifico di piena” e si esprime usualmente in l/(sha) (litri al secondo per ettaro). La trasformazione d’uso del suolo introdotta dalle nuove urbanizzazioni implica l’aumento del coefficiente udometrico u , con il conseguente aumento della portata scaricata nei corpi idrici ricettori; per mantenere inalterato il contributo specifico dell’area d’intervento, risulta necessario formare volumi d’invaso (superficiale o profondo) che consentano di ridurre ragionevolmente le portate in uscita durante gli eventi di meteorici. Il calcolo dei volumi d’invaso necessari a tal fine, si effettua considerando costante il valore della portata in uscita ($Q_u = uS$) dal bacino, posto pari a quello che si stima essere prodotto dalle superfici scolanti, prima che ne venga modificata la destinazione d’uso.

Il valore assunto è pari a $u = 10$ l/(sha).

2. CALCOLO DEI VOLUMI DI INVASO

La consistenza dei volumi di invaso compensativa è stata calcolata considerando la portata di scarico pari a **10l/(sxha)** per i tempi di ritorno di 50. Le metodologie adottate per la stima dei nuovi carichi idraulici prodotti dalle nuove urbanizzazioni sono:

1. *metodo cinematico*
2. *metodo dell'invaso*
3. *metodo del Soil Conservation Service (SCS) e Curve Number Method*

2.1. Il metodo cinematico

Questo approccio schematizza un processo di trasformazione afflussi-deflussi nel bacino a monte di tipo cinematico. Le ipotesi semplificate adottate sono le seguenti:

- ietogramma netto di pioggia a intensità costante (ietogramma rettangolare);
- curva aree tempi lineare;
- svuotamento della vasca a portata costante pari a Q_u , (laminazione ottimale).

Sotto queste ipotesi si può scrivere l'espressione del volume W invasato nella vasca in funzione della durata della pioggia θ , del tempo di corrivazione del bacino T_c , della portata uscente massima dalla vasca Q_u , del coefficiente di afflusso φ , dell'area del bacino A e dei parametri a e n della curva di possibilità pluviometrica. Per il drenaggio urbano si assume il coefficiente di deflusso costante e pari a quello di un ora di precipitazione. Per durate di pioggia inferiore all'ora si usa il valore $4/3 n$.

I volumi di accumulo sono stati stimati utilizzando la formula di *Alfonsi - Orsi*:

$$W = 10 * \varphi * S * a * \vartheta^n + 1.295 * t_c * Q_u^2 * \frac{Q_u^{1-n}}{\varphi * S * a} - 3.6 * Q_u * \vartheta - 3.6 * Q_u * t_c = 0$$

dove:

W volume della vasca [m³]

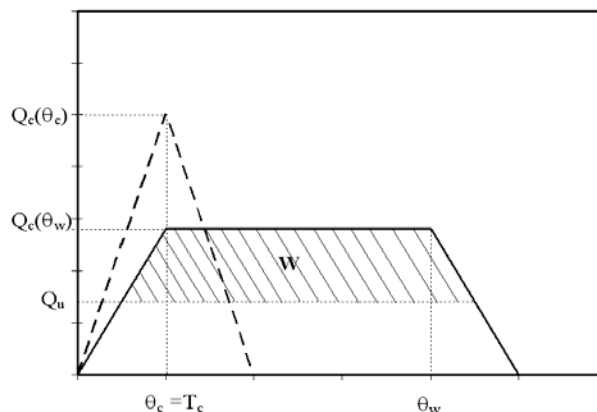
S superficie del bacino [ha]

J durata della precipitazione [h]

T_c tempo di corrivazione [h]

Q_u portata in uscita [l/s]

a, n parametri della curva di possibilità climatica.



Determinazione dell'evento critico per la vasca con il modello cinematico.

In questo caso la durata di precipitazione da considerare è quella critica per l'accumulo di progetto; tale durata θ_w si determina risolvendo la seguente equazione:

$$W = 2.75 * n * \varphi * S * a * \vartheta_w^{n-1} + 0.36 * (n-1) * t_c * Q_u^2 * \frac{\vartheta_w^{-n}}{\varphi * S * a} - Q_u = 0$$

Se si considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica, ossia: W in m³, A in ha, a in mm/ora–n, θ in ore, T_c in ore, Q_u in l/s, si inserisce il valore trovato nella equazione di Alfonsi - Orsi precedentemente scritta ottenendo dei valori di capacità di accumulo pari a:

N° INT.	A.T.O.	Tipologia variazione	Area [mq]	Coeff. di deflusso	Volume specifico [m ³ /ha]	
					TR= 50 anni	
02	6	Residenziale	2.659	0.55	280	75
03	6	Residenziale	1.193	0.55	280	33

Volume di compenso per la laminazione dei nuovi carichi idraulici, considerando una concessione di scarico pari a 10 l/(sha).

2.2. Il metodo dell'invaso

Questa procedura [Paoletti e Rege Gianas, 1979] si basa sull'ipotesi che il bacino a monte della vasca si comporti come un invaso lineare e quindi che le portate in arrivo alla vasca possano essere stimate mediante il modello dell'invaso. Questo approccio per la ricerca dell'evento critico della vasca si basa sulle seguenti ipotesi semplificative:

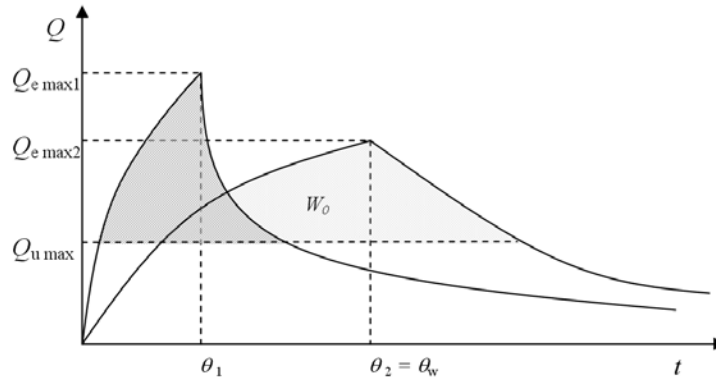
- ietogramma netto di pioggia a intensità costante (ietogramma rettangolare);
- metodo dell'invaso lineare per la determinazione dell'onda di piena a monte della vasca;
- svuotamento della vasca a portata costante pari a $Q_{u,max}$ (laminazione ottimale).

La soluzione si trova in modo implicito in funzione delle grandezze adimensionali:

$$F(n, m) = \frac{\theta_w}{k}$$

$$G(n, m) = \frac{W_0}{k \cdot Q_c}$$

dove k è la costante d'invaso del bacino definito definita come $0.7 \times$ tempo di corrivazione, θ_w è la durata critica per la vasca (quella cioè che conduce al massimo volume d'invaso W_0), Q_c è la portata critica del bacino a monte.



Determinazione dell'evento critico per la vasca con il modello dell'invaso.

Assegnato poi il rapporto $m = 1/\eta = Q_c/Q_{u\max}$, le grandezze F e G sono calcolabili con le equazioni qui rappresentate:

$$n \cdot F + (1 - n) \cdot \ln \left(\frac{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1}}{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1} - 1} \right) - \frac{\frac{D}{m} \cdot F^{2-n}}{1 - e^{-F}} = 0$$

$$G(n, m) = \frac{F^n}{D} - \frac{F^{n-1}}{D} \cdot \ln \left(\frac{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1}}{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1} - 1} \right) - \frac{F}{m} - \frac{1}{m} \cdot \ln \left[\left(\frac{m}{D} \cdot F^{n-1} - 1 \right) \cdot (1 - e^{-F}) \right] = \frac{W_0}{k \cdot Q_c}$$

In particolare, trovato con la (3) il valore di F , è immediato calcolare la durata critica $\theta_w = k \cdot F(n, m)$ e il volume ottimale (minimo) di dimensionamento della vasca $W_0 = k \cdot Q_c \cdot G(n, m)$. Nel caso in oggetto risolvendo le equazioni sopra riportate si ottengono dei valori di capacità di accumulo pari a:

N° INT.	A.T.O.	Tipologia variazione	Area [mq]	Coeff. di deflusso	Volume specifico [m³/ha]	Volume da realizzare [m³]
					TR= 50 anni	
02	6	Residenziale	2.659	0.55	245	65
03	6	Residenziale	1.193	0.55	245	29

Volume di compenso per la laminazione dei nuovi carichi idraulici, considerando una concessione di scarico pari a 10 l/(sxha).

2.3. Il metodo Soil Conservation (CN)

Il metodo del Soil Conservation Service (SCS) è un metodo non deterministico utilizzabile per la stima dei deflussi superficiali. Permette di determinare il deflusso diretto e pioggia efficace (P_e) cioè la frazione della pioggia totale (P) che direttamente e indirettamente e in maniera preponderante contribuisce alla formazione dell'evento di piena. Per il calcolo della pioggia efficace, il metodo SCS propone la seguente equazione:

$$P_e = \frac{P_n^2}{P_n} + S; \quad P_n = P - I_a; \quad I_a = k_{ia} \cdot S; \quad P = 0.2 \cdot I_a$$

dove:

- I_a perdita iniziale in mm;
- P pioggia totale in mm;
- P_e pioggia efficace o deflusso diretto in mm;
- P_n pioggia netta in mm;
- S capacità idrica massima del suolo o volume specifico di saturazione in mm;
- K_{ia} coefficiente di perdita iniziale.

Le perdite iniziali (I_a) sono costituite da alcuni processi quali l'intercettazione della pioggia da parte della vegetazione, dall'accumulo delle depressioni del terreno e dalla imbibizione del terreno iniziale.

Il volume specifico di saturazione dipende dalla litologia del terreno e dell'uso del suolo, tale valore si ricava con l'artificio dell'individuazione tramite tabelle del Numero di Curva (CN) con la seguente equazione:

$$S = 25.4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Il valore CN esprime le condizioni dal punto di vista della formazione del deflusso, del complesso suolo-soprassuolo considerate le condizioni di umidità nei cinque giorni antecedenti l'evento di piena. In altri termini riassume l'attitudine specifica del bacino a produrre deflusso.

Con CN prossimo a 0 si assimila il terreno ad una "spugna", cioè viene assorbita e trattenuta la totalità della precipitazione. Con Cn prossima al 100 siamo in presenza di terreni impermeabili dove la precipitazione si trasforma del tutto in deflusso.

L'individuazione del numero CN passa per:

- classificazione dei suoli secondo i gruppi A,B,C,D;
- classificazione del complesso di copertura del suolo;
- valutazione delle condizioni antecedente di umidità del suolo.

Tabella 2 - Valori caratteristici del parametro CN

Valori del parametro CN (adimensionale)	←Tipo idrologico Suolo →			
	A	B	C	D
↓ Tipologia di Uso del Territorio				
Coltivazioni, in presenza di pratiche di conservazione del suolo	62	71	78	81
Coltivazioni, in assenza di pratiche di conservazione del suolo	72	81	88	91
Terreno da pascolo: cattive condizioni	68	79	86	89
buone condizioni	39	61	74	80
Boschi, in presenza di copertura rada e senza sottobosco	45	66	77	83
Boschi e foreste, in presenza di copertura fitta e con sottobosco	25	55	70	77
Spazi aperti con manto erboso superiore al 75% dell'area	39	61	74	80
Spazi aperti con manto erboso compreso tra il 50 ed il 75% dell'area	49	69	79	84
Spazi aperti con manto erboso inferiore al 50% dell'area	68	79	86	89
Zone industriali (area impermeabile 72%)	81	88	91	93
Zone commerciali e industriali (area impermeabile 85%)	89	92	94	95
Zone residenziali, lotti fino a 500 m ² (area impermeabile 65%)	77	85	90	92
Zone residenziali, lotti di 500÷1000 m ² (area impermeabile 38%)	61	75	83	87
Zone residenziali, lotti di 1000÷1500 m ² (area impermeabile 30%)	57	72	81	86
Zone residenziali, lotti di 1500÷2000 m ² (area impermeabile 25%)	54	70	80	85
Zone residenziali, lotti di 2000÷5000 m ² (area impermeabile 20%)	51	68	79	84
Zone residenziali, lotti di 5000÷10000 m ² (area impermeabile 12%)	46	65	77	82
Parcheggi, tetti, autostrade,	98	98	98	98
Strade pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	98	98	98	98
Strade con letto in ghiaia	76	85	89	91
Strade battute in terra	72	82	87	89

Tabella 3 – Attribuzione della classe AMC

Classe AMC	Stagione di riposo	Stagione di crescita
I	< 12.7 mm	<35.5 mm
II	12.7-28.0 mm	35.5-53.3 mm
III	>28.0 mm	>53.3 mm

La condizione del suolo di ciascuna classe è la seguente:

Condizione I: i suoli sono secchi ma non sino al punto da far appassire la vegetazione;

Condizione II: condizioni medie;

Condizione III: il suolo è saturo.

Una volta effettuata la classificazione del bacino se si deve far riferimento alle condizioni I e III i valori del numero CN sono:

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{(23 - 0.013 \cdot CN_{II})}$$

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{(0.43 + 0.0057 \cdot CN_{II})}$$

L'individuazione di CN rappresenta un passaggio fondamentale per determinare il volume netto massimo da invasare. Si sono scelti tre valori di CN per la trasformazione dell'attuale area agricola in , rispettivamente, area verde, residenziale e produttivo valutando le tabelle sopra riportate con non facile identificazione.

Tipologia intervento	CN II
Residenziale	75

Individuazione del CN per la tipologie di intervento

Attraverso le equazioni sopra riportate si ottengono i seguenti valori di capacità di accumulo:

N° INT.	A.T.O.	Tipologia variazione	Area [mq]	CN	Volume specifico [m ³ /ha]	Volume da realizzare [m ³]
					TR= 50 anni	
02	6	Residenziale	2.659	75	255	67
03	6	Residenziale	1.193	75	255	29

Volume di compenso per la laminazione dei nuovi carichi idraulici, considerando una concessione di scarico pari a 10 l/(sxha).

3. VOLUMI DI INVASO FINALI

I risultati ottenuti con i diversi metodi mostrano differenze legate alle ipotesi semplificative poste alla base dei metodi stessi. Considerando una media ponderata dei valori ottenuti dall'elaborazione dei tre metodi proposti, si ottengono dei volumi di invaso pari a:

N° INT.	A.T.O.	Tipologia variazione	Area [mq]	Volume specifico [m ³ /ha]	Volume da realizzare [m ³]
				TR= 50 anni	
02	6	Residenziale	2.659	260	68
03	6	Residenziale	1.193	260	30

Volume di compenso per la laminazione dei nuovi carichi idraulici, considerando una concessione di scarico pari a 10 l/(sha).