

Comune di Lodi Vecchio

(Provincia di Lodi)

Piano Attuativo (P.A.) - UMI2

PROGETTO DEFINITIVO OPERE DI URBANIZZAZIONE

elaborato

RI

ELABORATI

- relazione tecnica illustrativa e preventivo
- relazione idraulica

TAVOLE

- 1 - planimetria generale, sezioni e particolari costruttivi
- 2 - tavola fognature

ottobre
2018
definitivo

Adottato con delibera C.C. n° del Pubblicato dal al Approvato con delibera C.C. n° del

progetto Ing. Massimo Bigatti
Via G. Spezzaferri 6B (C/O Sageco s.r.l.) - Lodi
tel. 0371/34051 email: massimo.bigatti@tin.it
P.IVA 04434670966 C.F. BGTMSM76A11I274G

proprietà FA.BO. srl, via Incoronata n° 3, 26900 Lodi - C.F. e P.IVA: 05057950155
Seminario Vescovile di Lodi - Lodi, Via XX Settembre n° 42
tel.: 0371 420637 fax: 0371 422473 - C.F. 84501830156

responsabile procedimento Arch. Laura Riccaboni

sindaco Sig. Alberto Vitale

segretario Dott.ssa Margherita Veronesi

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	2
3.	STIMA DELLE PORTATE E DIMENSIONAMENTO AI FINI DELL'INVARIANZA	3
3.1.	DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA.....	6
3.2.	CALCOLO DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI PROGETTO	6
3.3.	CALCOLO DEL PROCESSO DI LAMINAZIONE E INFILTRAZIONE	8
3.4.	MANUTENZIONE DEL BACINO DI INFILTRAZIONE.....	10

ALLEGATI:

- Allegato 1 – Tavola reti fognarie

1. PREMESSA

La presente relazione contiene i criteri ed i calcoli di verifica delle reti di smaltimento delle acque reflue e meteoriche relative all'ambito di trasformazione AT3 in comune di Lodivecchio (LO).

Nel seguito sono riportati i dati utilizzati come base dei calcoli idraulici, una breve descrizione dei procedimenti e delle espressioni di calcolo adottate con i relativi risultati, ed una descrizione delle opere idrauliche e del loro funzionamento.

Lungo via Fregoni, che delimita il piano di lottizzazione, sono presenti una condotta di fognatura bianca ed una di fognatura acque nere. L'innesto delle fognature nere provenienti dal piano di lottizzazione è previsto nelle camerette esistenti nella medesima via.

Per lo smaltimento delle acque meteoriche sono state previste, come da Regolamento Regionale del 23/11/2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12), soluzioni volte a ridurre le portate immesse nei recettori. Nel caso in esame il ricettore è la rete acque bianche presente in Via Fregoni, mentre le opere di invarianza idraulica sono costituite da pozzi di infiltrazione. Sempre in accordo il Regolamento Regionale, la rete di drenaggio delle acque meteoriche potrà scaricare una portata pari a 10 litri al secondo per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile.

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Le acque nere e le acque bianche della lottizzazione verranno raccolte separatamente con recapito nelle camerette esistenti di via Fregoni. Le reti sono costituite da tubazioni in PVC conformi alla norma UNI EN 1401, la rete delle acque meteoriche sarà realizzata da condotte con diametri variabili da DN 160 a DN250 mm ed una pendenza pari allo 0.2% .

Considerato invece l'esiguità delle portate nere si prevede di posare condotte caratterizzate da un diametro di 200 mm ed una pendenza pari allo 0.3% , il minimo accettabile per evitare problemi d'intasamento nel sistema fognario.

Nella rete delle acque meteoriche in progetto sono previste camerette di ispezione poste ad una distanza media di circa 20 m in corrispondenza dei manufatti di infiltrazione. Le camerette di ispezione della rete delle acque reflue saranno a tenuta idraulica, dotate di piastra circolare

carrabile in c.a.v. (diametro interno minimo 60 cm) ed eventuale torrino avente sezione interna minima di diam. cm. 60 (passo d'uomo); i giunti fra gli elementi prefabbricati saranno accuratamente sigillati internamente ed esternamente mediante malta di cemento. I chiusini saranno di forma circolare in ghisa sferoidale (diametro 60 cm), carrabili in conformità alla norma UNI EN 124 e dotati di guarnizione anti odore e anti rumore.

3. STIMA DELLE PORTATE E DIMENSIONAMENTO AI FINI DELL'INVARIANZA

La presente relazione viene redatta ai sensi del Regolamento Regionale del 23/11/2017, n. 7 (*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12*), e riguarda *"l'ambito di trasformazione AT3 in comune di Lodivecchio (LO)"*.

La presente relazione fa inoltre riferimento alla normativa di settore in materia di scarico delle acque meteoriche, con particolare riferimento a:

- R.D. 523/1904 Norme di polizia idraulica;
- R.D. 1775/1933 Norme sulle acque pubbliche;
- Programma di Tutela e Uso delle Acque – PTUA (D.G.R. n. 6990 del 31 luglio 2017, pubblicata sul BURL S.O. n. 36 del 04/09/2017)
- Legge Regionale 11 marzo 2005, n. 12 e s.m.i. (Legge per il governo del territorio)
- D. Lgs. 03/04/2006 n. 152 e s.m.i. Norme in materia ambientale;
- L.R. 15 marzo 2016 n. 4 - Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua;
- REGOLAMENTO R. LOMBARDIA del 23/11/2017, N. 7 - Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio).

Regione Lombardia ha emanato la legge regionale n. 4 del 15/3/2016 (Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua), che contiene le norme in materia di difesa del suolo di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua. Al suo interno sono definiti i principi dell'invarianza idraulica, dell'invarianza idrologica e del drenaggio urbano sostenibile (CAPO VII, art. 8):

1. Ai fini della presente legge si intende per:

a) **invarianza idraulica**: principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione;

b) **invarianza idrologica**: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione;

c) **drenaggio urbano sostenibile**: sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche e a ridurre il degrado qualitativo delle acque.

La legge rimanda al regolamento attuativo (Regolamento Regionale del 23/11/2017, n. 7) l'individuazione delle portate limite ammissibili allo scarico i cui valori sono differenziati a seconda della criticità idraulica dell'area oggetto, della classe d'intervento intesa come impermeabilizzazione potenziale, dalla superficie interessata dall'intervento e dal coefficiente di deflusso medio ponderale.

Il territorio Lombardo è stato suddiviso in tre ambiti in cui sono inseriti i comuni della regione, in base alla criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori. Ad ogni comune è associata una criticità (Allegato B del RR 23/11/2017 n°7): A –alta criticità B –media criticità C –bassa criticità

RELAZIONE IDRAULICA

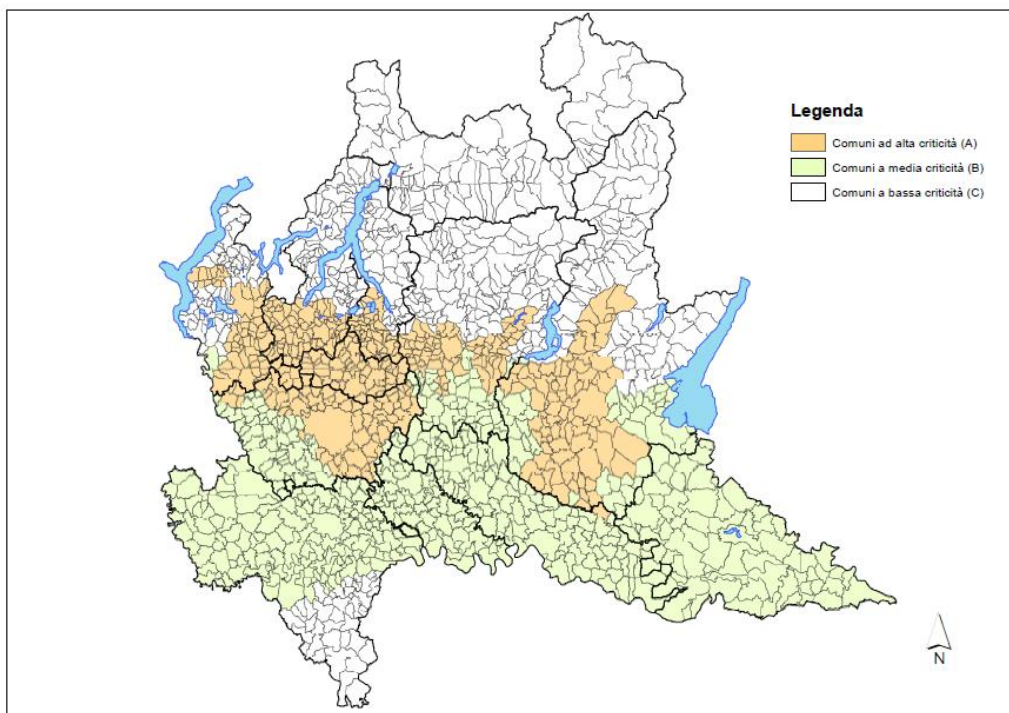


Fig. 1- Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica (Allegato B del RR 23/11/2017 n°7)

Il territorio di Lodivecchio, dove è ubicato l'intervento, ricade in area B a media criticità come si osserva dalla figura 1. Tuttavia poiché l'intervento riguarda un ambito di trasformazione, come previsto dall'Art.7 del R.R 23/11/2017, vengono considerati i limiti indicati per le aree A. Le opere in progetto prevedono l'impermeabilizzazione di una superficie di circa 900 mq, pertanto, ai sensi dell'art. 9 c. 1, ricade nella classe d'intervento 2 con impermeabilizzazione potenzialmente media.

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Aree A, B	Aree C	
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0,01 \text{ ha } (\leq 100 \text{ mq})$	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	$da > 0,01 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha } (\leq 1.000 \text{ mq})$	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	$da > 0,01 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha } (\leq 1.000 \text{ mq})$	$> 0,4$	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		$da > 0,1 \text{ a } \leq 1 \text{ ha } (da > 1.000 \text{ a } \leq 10.000 \text{ mq})$	qualsiasi		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	$da > 1 \text{ a } \leq 10 \text{ ha } (da > 10.000 \text{ a } \leq 100.000 \text{ mq})$	$\leq 0,4$	Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	
		$da > 10 \text{ ha } (> 100.000 \text{ mq})$	qualsiasi		

Fig. 2- Classi d'intervento (Art. 9 del RR 23/11/2017 n°7)

3.1. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

L'intervento in progetto prevede la realizzazione della pavimentazione stradale, relativa all'estensione di Via Fregoni, costituita da conglomerato bituminoso avente superficie pari a 862 mq.

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche è formato da n°5 pozzi di infiltrazione distanziati di circa 20 m lungo tutta la sede stradale. (Allegato : Tavola Reti Fognarie)

I pozzi d'infiltrazione, saranno costituiti da anelli circolari forati prefabbricati in calcestruzzo di diametro interno 150 cm, sovrapposti fino ad ottenere un'altezza utile di 3.0 m. I manufatti sono circondati lateralmente da uno strato di ghiaia spessore 87 cm a pezzatura grossolana mentre lo strato sottostante avrà spessore di 50 cm confinata da geotessuto. Il pozzo sarà predisposto con una tubazione entrante ed una uscente.

Dai calcoli riportati nei successivi paragrafi risulta infatti che tale sistema è caratterizzato da una volumetria sufficiente ad assolvere alle necessità derivanti dall'invarianza idraulica, conseguenti all'intervento in progetto. Il sottosuolo risulta inoltre adatto all'infiltrazione delle acque meteoriche, essendo costituito da terreni di tipo ghiaioso e sabbioso.

3.2. CALCOLO DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI PROGETTO

Il calcolo delle portate di pioggia è stato condotto con riferimento ad una curva di possibilità climatica di tipo monomia $h = a D^n$, che lega l'altezza di pioggia alla durata per un assegnato Tempo di Ritorno.

La curva di possibilità pluviometrica è stata elaborata sulla base dei dati di ARPA Lombardia (www.arpalombardia.it), in funzione del Tempo di ritorno T, utilizzando i parametri della curva di possibilità pluviometrica specifici per la zona di Lodi oggetto di intervento, in cui h è l'altezza di pioggia, D è la durata, a_1 è il coefficiente pluviometrico orario, w_T è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T, n è l'esponente della curva (parametro di scala), α , ϵ , k sono i parametri delle leggi probabilistiche GEV adottate.

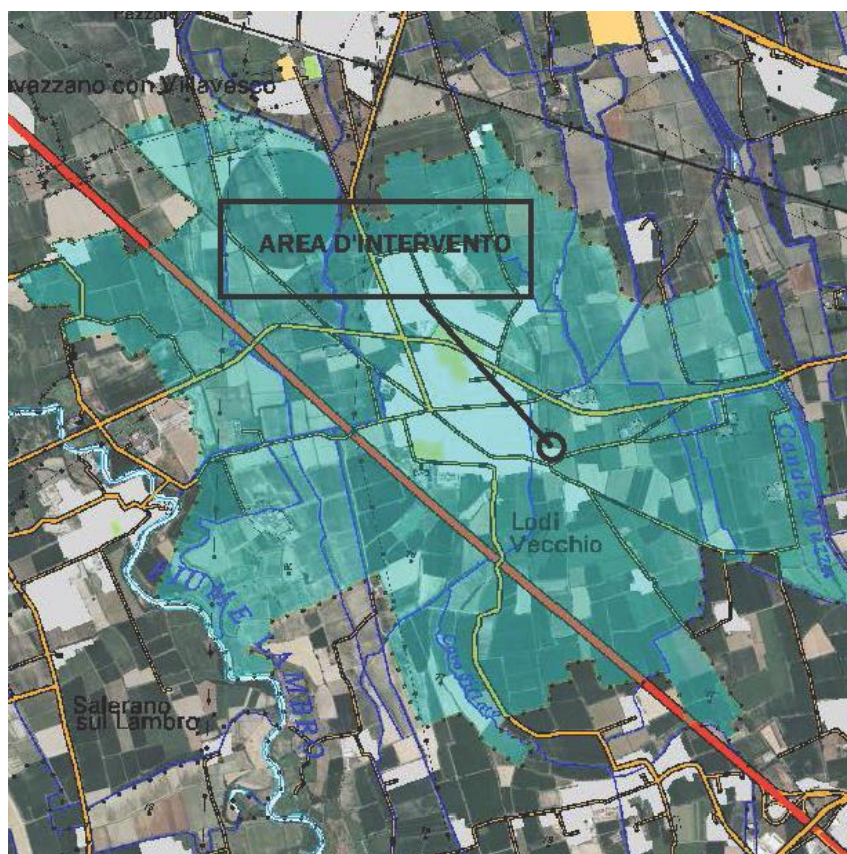


Fig. 3- Area d'intervento (Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia)



Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *LODIVECCHIO*

Coordinate:

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni)

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 27,2800

N - Coefficiente di scala

GEV - parametro alpha 0,284500

GEV - parametro kappa -0,06870

GEV - parametro epsilon 0,81480

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/ls>

<http://idro.arpalombardia.it/manual/ST>

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,920	1,264	1,507	1,752	2,088	2,354	2,632	2,08792613

Fig. 4- Parametri di calcolo delle curve di possibilità pluviometrica per la zona di intervento

Per il dimensionamento delle opere di lamiazione è stato assunto un Tempo di Ritorno $T = 50$ anni, valore da adottare per ottenere un accettabile grado di sicurezza delle opere stesse, in considerazione dell'importanza economica dell'insediamento. Il tempo di ritorno T , per definizione, è il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità.

Per un Tempo di Ritorno $T = 50$ anni, la curva di possibilità pluviometrica assume i seguenti valori (Fig. 4):

$$a = 56.96 \text{ (mm/h)}$$

$$n = 0,2879$$

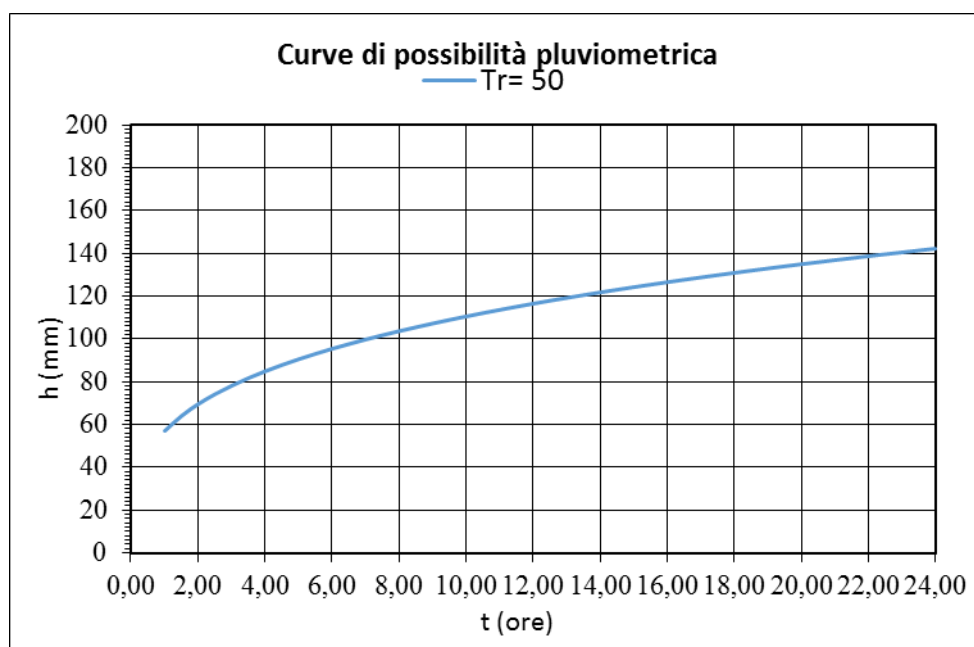


Fig. 5- Curva di possibilità pluviometrica $Tr = 50$ anni

3.3. CALCOLO DEL PROCESSO DI LAMIAZIONE E INFILTRAZIONE

Al bacino considerato è stato attribuito un coefficiente di afflusso pari a 1, ottenendo una superficie scolante impermeabile di 0.0862 ha.

Il volume di invaso necessario per laminare le portate pluviali drenate è stato stimato utilizzando il Metodo delle sole piogge (Paoletti, 1997), che si basa sul confronto tra la curva

cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti, ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante. In tali condizioni applicando uno ietogramma netto di pioggia a intensità costante il volume entrante risulta pari a $W_e = A \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta^n$, mentre il volume uscente con evacuazione della vasca a portata costante (laminazione ottimale) $Q_u = Q_{u,max}$ risulta $W_u = Q_{u,max} \cdot \theta$.

Il volume massimo da accumulare nel bacino di laminazione risulta pari alla massima differenza tra le due curve e può essere individuato graficamente riportando sul piano (h, θ) la curva di possibilità pluviometrica netta $h_{netta} = \varphi \cdot a \cdot \theta^n$ e la retta rappresentante il volume, riferito all'unità

di area del bacino a monte, uscente dalla vasca $h_u = \frac{Q_{u,max} \cdot \theta}{S}$.

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando la differenza $\Delta W = h_{netta} - h_u$, si ricava la durata critica per la vasca θ_w e il volume della vasca W_0 .

$$\theta_w = \left(\frac{Q_{u,max}}{A \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_{0,sole\ piogge} = A \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^n - Q_{u,max} \cdot \theta_w$$

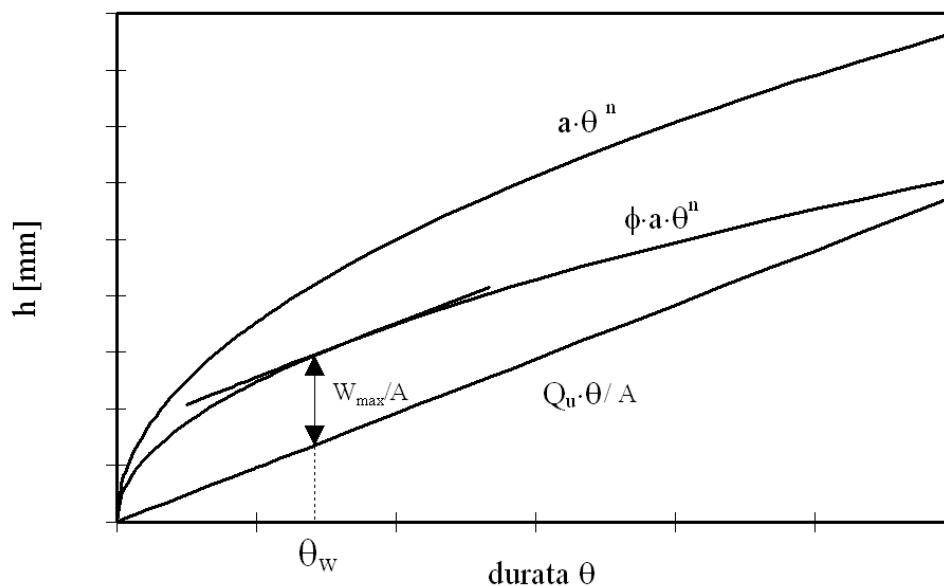


Fig. 6- Individuazione dell'evento critico per la vasca con il metodo delle sole piogge

Nei calcoli di dimensionamento delle opere di infiltrazione come quella in progetto, è opportuno riferirsi al valore minimo asintotico f_c che residua dopo che sia sostanzialmente terminato il processo di saturazione del suolo, tanto più che l'evento meteorico intenso può avvenire dopo piogge che hanno già contribuito a saturare il suolo (Allegato F – Metodologie di calcolo dei processi di infiltrazione del RR 23/11/2017 n°7).

Considerando quindi le caratteristiche del suolo di tipo ghiaioso/sabbioso, è stato assunto, quale valore di infiltrazione f_c , un valore intermedio tra quelli assegnati alle classi di suolo A e B dell'allegato F, ottenendo una portata massima di infiltrazione pari a 3.8 l/s.

Applicando il metodo sopra descritto risulta che il volume di invaso necessario per laminare e far infiltrare le portate pluviali drenate strada e marciapiedi è pari a 33 mc, a cui corrisponde un volume di laminazione specifico per unità di superficie scolante impermeabile pari a 379 m^3/ha_{imp} . Poiché questo valore risulta minore di quello indicato nell'articolo 12 comma 2b) del RR n°7/2017 per le aree A alta criticità idraulica (pari a 800 m^3/ha_{imp}), si è adottato un volume di laminazione pari a 70.4 mc, il quale viene assunto per il dimensionamento dei manufatti d'infiltrazione.

Il tempo di svuotamento del bacino, calcolato considerando quale portata in uscita la sola portata di infiltrazione, risulta pari a 5 ore e pertanto inferiore alle 48 ore previste dal regolamento. Non è pertanto necessario incrementare il volume di laminazione precedentemente calcolato.

Per il dimensionamento delle condotte della rete relativa alle acque meteoriche si è fatto riferimento alla medesima curva di possibilità pluviometrica utilizzando la formula di Chèzy, nell'ipotesi di moto uniforme, considerando un grado di riempimento h/D pari a 0.75.

$$Q = k_s AR^{2/3} i^{1/2}$$

dove Q (m^3/s) è la portata di calcolo, k_s il coefficiente di resistenza al moto espresso secondo Strickler ($m^{1/3}s^{-1}$), A l'area bagnata (m^2), R il raggio idraulico (m) e i la pendenza (m/m),

Ai fini di calcolo è stata considerata una superficie A pari a 862 mq. ottenendo pertanto diametri compresi tra DN 160 e DN250 in PVC.

3.4. MANUTENZIONE DEL BACINO DI INFILTRAZIONE

La manutenzione ordinaria e straordinaria è lo strumento operativo fondamentale che consente di programmare l'esercizio e la gestione del sistema di infiltrazione e della sua durabilità ed efficacia nel tempo. Occorrerà pertanto prevedere attività di verifica e manutenzione come di seguito specificato:

- Per quanto riguarda i sedimenti che si accumuleranno sul fondo dei pozzi, occorrerà prevedere adeguati interventi di rimozione dai pozzi stessi, con l'ausilio di mezzi meccanici. Per manufatti di questa tipologia si stima almeno un'ispezione annuale che ne valuti le condizioni: solitamente dovrebbe essere ripulito se la profondità dei depositi risultasse maggiore del 10/15% dell'altezza utile del pozzo, corrispondente ad uno spessore di circa 45 cm di depositi.

Lodi, 30/10/2018

Ing. Massimo Bigatti