

Comune di Soncino (CR)



PIANO ESECUTIVO AMBITO DI TRASFORMAZIONE
URBANA A DESTINAZIONE PRODUTTIVA Ati3
in Via Bergamo

INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

titolo:

**RELAZIONE
IDRAULICA**

IL TECNICO

Ordine degli Ingegneri della
Provincia di Cremona
Dott. Ing. STEFANO ALLEGRI
N° 666 di iscrizione all'Albo



ing. Stefano ALLEGRI
Studio Tecnico Associato ProgettAmbiente
via del Consorzio, 3 - CREMONA - P.IVA 01468580194



Tel 0372 557895 - Fax 0372 33999
stefano.allegri@progettambiente.eu

data:

maggio 2022

elaborato:

a1

COMMITTENTE

MEGABETON SRL

PIANO ESECUTIVO

INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

L.R. n°4 del 15/03/2016 e Regolamento n°7 del 23/11/17

RELAZIONE TECNICA

Art. 10 - comma 1 - lettera a)

inerente il progetto di invarianza idraulica ed idrologica delle acque meteoriche provenienti dalle reti di raccolta poste all'interno dell'area dell'intervento di nuova edificazione nello stabilimento in via Bergamo 24, al Foglio 22 - mappali 85, 207, 213, 214, 279, 280, 321, 326, 323, 327, 328, 329, 330 da parte di MEGABETON SRL con sede in Bergamo, via don Luigi Sturzo 114, redatta dal sottoscritto ing. Stefano ALLEGRI, Studio Tecnico Associato ProgettAmbiente con sede in Cremona, via del Consorzio n°3, iscritto all'Albo dell'Ordine degli Ingegneri al n°666 della Provincia di Cremona, in base a sopralluoghi e rilievi effettuati.

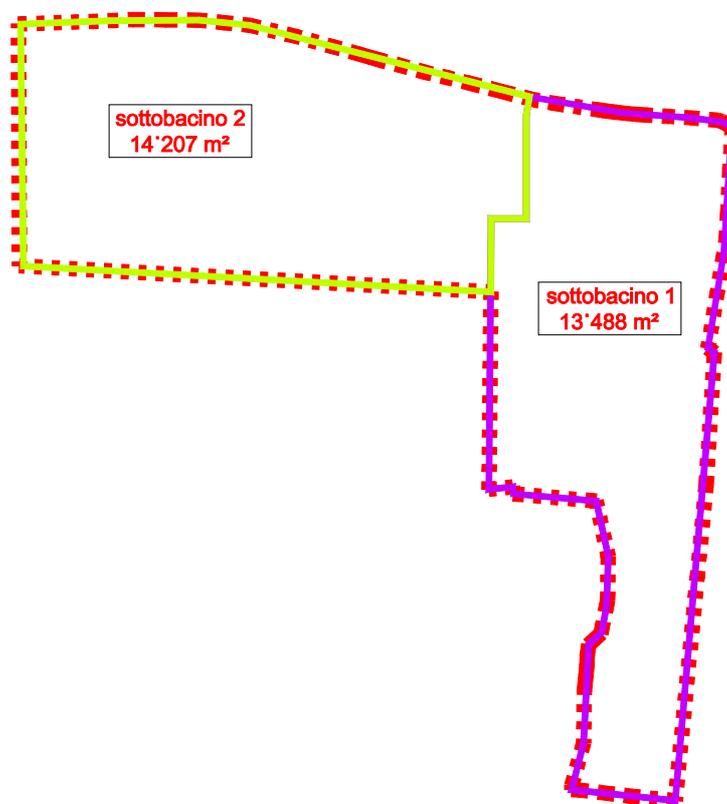
§ § § §

Premesse

Nell'area posta in Comune di Soncino di proprietà della ditta MEGABETON SRL saranno realizzati lavori ampliamento e adeguamento che porteranno alla impermeabilizzazione di alcune porzioni di terreno, oggi a verde o con fondo permeabile. Considerata l'attività dell'azienda, le acque meteoriche raccolte dalle reti di progetto localizzate all'interno delle aree dei sottobacini interessati dal progetto saranno convogliate in vasche stagne per essere poi recapitate nel colo esistente, previo trattamento.

Descrizione della soluzione progettuale (Art. 10 - comma 1 - lettera a 1.)

All'interno del lotto oggetto d'intervento sono stati individuati 2 sottobacini (Sottobacino 1 e Sottobacino 2) per i quali saranno realizzate nuove reti di drenaggio delle acque meteoriche e sistemi di laminazione delle acque stesse, al fine di rispettare i parametri dettati dalla Normativa vigente (si veda lo schema seguente).



Per entrambi i sottobacini (per i quali in progetto sono previste nuove pavimentazioni con realizzazione di nuove reti di drenaggio e di un nuovo sistema di laminazione dei volumi) il totale delle superfici che li caratterizzano è superiore ai 10.000 mq, con un coefficiente di deflusso medio ponderale $> 0,4$. Di conseguenza si prevede l'applicazione della procedura dettagliata ai sensi dell'art.11 e dell'allegato G della L.R. n°4 del 15/03/2016 e Regolamento n°7 del 23/11/2017.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Area A, B	Area C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

All'interno del lotto sono state progettate quindi 2 reti di acque meteoriche separate per il drenaggio dei reflui defluenti sui 2 sottobacini distinti. I 2 sottobacini sono identificati con i seguenti numeri: 1 e 2.

Il sottobacino 1 è caratterizzato da una rete con tubazioni in PVC e CLS di diametro variabile tra il Ø600 e Ø800. La rete confluisce direttamente nel sistema di laminazione caratterizzato da una vasca costituita da celle componibili tipo "ENKI" oppure da una vasca in calcestruzzo di analogo volume. A valle del sistema di laminazione un impianto di pompaggio dimensionato secondo i R.R. in vigore solleva le acque per recapitarle in un disoleatore con filtro a coalescenza e successivamente nel pozzetto di campionamento, prima di essere scaricate nello scarico S1. La rete di raccolta di questo sottobacino non è dotata di dissabbiatore in quanto tutte le caditoie collocate all'interno dell'area saranno caratterizzate da cestelli di raccolta del materiale solido raccolto sulle superfici durante gli eventi meteorici.

Il sottobacino 2 è caratterizzato da una rete con tubazioni in PVC e CLS di diametro variabile tra il Ø500 e Ø800. Anche in questo caso la rete confluisce direttamente nel sistema di laminazione caratterizzato da una vasca costituita da celle componibili tipo “ENKI” oppure da una vasca in calcestruzzo di analogo volume. A valle del sistema di laminazione un impianto di pompaggio dimensionato secondo i R.R. in vigore solleva le acque per recapitarle in un disoleatore con filtro a coalescenza e successivamente nel pozzetto di campionamento, prima di essere scaricate nello scarico S2. Anche in questo caso la rete di raccolta di questo sottobacino non è dotata di dissabbiatore in quanto tutte le caditoie collocate all'interno dell'area saranno caratterizzate da cestelli di raccolta del materiale solido raccolto sulle superfici durante gli eventi meteorici.

Tutti gli impianti di pompaggio saranno tarati su una portata in uscita dal sistema di laminazione conforme ai limiti imposti dalla Normativa vigente.

Sulle Tavole 1 e 2 è evidenziata planimetricamente e altimetricamente la soluzione adottata.

Calcolo delle precipitazioni di progetto (Art. 10 - comma 1 - lettera a 2.)

Ai fini della verifica dei volumi provenienti dalle aree in oggetto è stato effettuato il calcolo idraulico della rete simulando un evento meteorico standard: per i sottobacini A, C e D, secondo normativa, come curva di possibilità climatica è stata usata la seguente equazione monomia, ricavata sulla base dei dati pluviometrici raccolti a Soncino e dintorni, da ARPA, con:

$$Tr = 50 \text{ anni}$$

$$h = 56,09 t^{0,2768}$$

$$Tr = 100 \text{ anni}$$

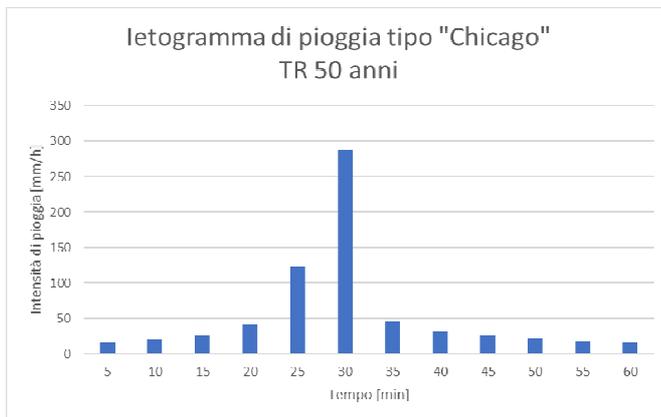
$$h = 62,51 t^{0,2768}$$

dove:

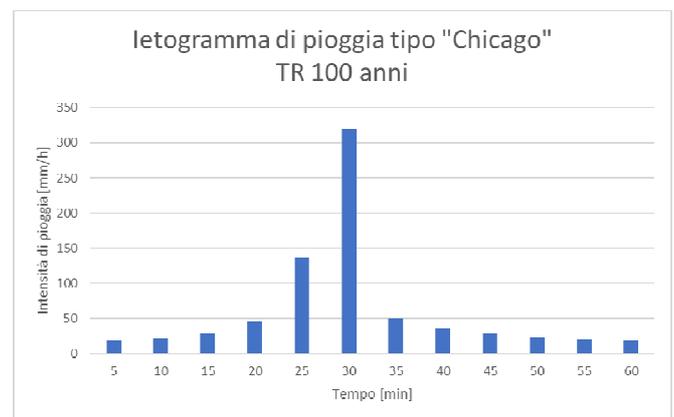
h = altezza di pioggia (in mm)

t = tempo di pioggia (in ore)

Sono stati quindi calcolati due ietogrammi di tipo Chicago con posizione di picco 0,4 e durata di 60 minuti, rispettivamente con Tempo di Ritorno 50 anni e 100 anni, per la verifica dei volumi da laminare.



TR= 50 anni



TR= 100 anni

I coefficienti di afflusso utilizzati per il calcolo sono stati i seguenti:

- | | | |
|---|--------------------|--------|
| - aree a verde | $\phi = 0,30$ – mq | 0 |
| - aree a marciapiede/accesso in autobloccanti | $\phi = 0,70$ – mq | 0 |
| - aree a piazzale | $\phi = 1,00$ – mq | 27.695 |

Dati di verifica:

- | | |
|--|----------------|
| - Ambito territoriale | Area B (media) |
| - Area totale (AT) | 27.695 mq |
| - Area sottobacino 1 | 13.488 mq |
| - Area sottobacino 2 | 14.207 mq |
| - Coeff. di impermeabilità (medio calcolato) | $\phi = 1,0$ |

- Limiti allo scarico in quanto Ambito di Trasformazione $10 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha imp})$
- Portata scaricabile Sottobacino 1 = $1,349 \text{ ha} \times 1 \times 10 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha}) = 13,49 \text{ l/s}$
- Portata scaricabile Sottobacino 2 = $1,421 \text{ ha} \times 1 \times 10 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha}) = 14,21 \text{ l/s}$

Volume vasca di accumulo

- Limiti minimi vasca $800 \text{ mc}/(\text{ha imp})$
- Volume minimo Sottobacino 1 = $1,349 \text{ ha} \times 1 \times 800 \text{ mc}/(\text{ha}) = 1.080 \text{ mc}$
- Volume minimo Sottobacino 2 = $1,421 \text{ ha} \times 1 \times 800 \text{ mc}/(\text{ha}) = 1.137 \text{ mc}$

Calcolo del processo di infiltrazione (Art. 10 - comma 1 - lettera a 3.)

Il processo di infiltrazione in questo caso specifico non è possibile per la qualità delle acque presenti: tale scelta è inevitabile e rispetta i dettami dell'art. 11 comma 2 lettera c.1.

Calcolo del processo di laminazione (Art. 10 - comma 1 - lettera a 4.)

Il dimensionamento della vasca di laminazione, relativamente ai sottobacini 1 e 2 è stato effettuato attraverso la "Procedura dettagliata", come da normativa.

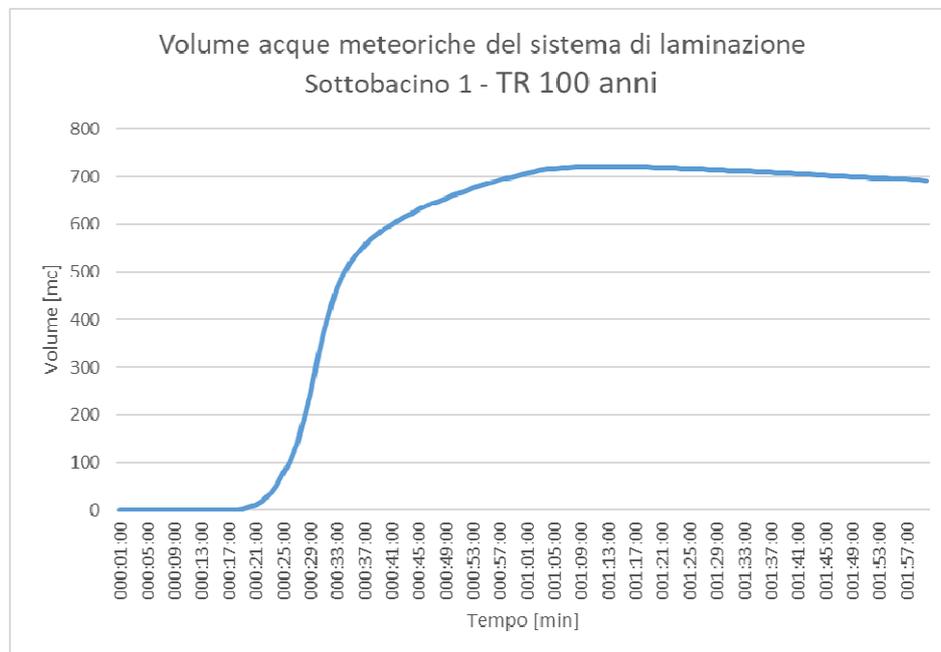
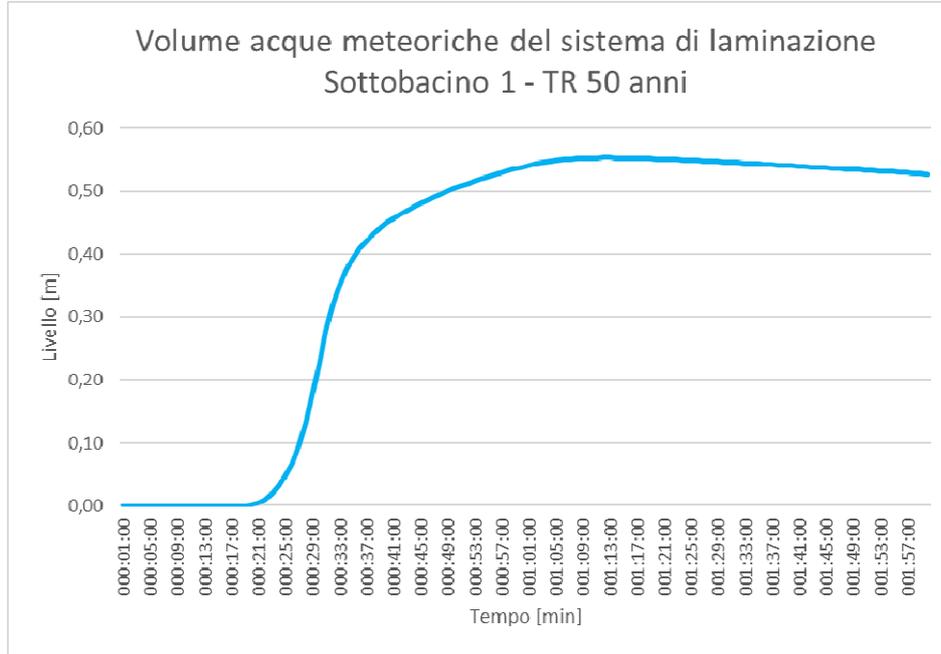
Partendo dai dati di progetto inseriti per tutte le camerette, a cui è stato dato un numero identificativo unico (caratteristiche dimensionali interne, diametri dei condotti afferenti, l'altezza relativa del fondo dei tubi rispetto al chiusino, quote assolute dei chiusini) si è proceduto alla creazione della rete su software dedicato (MARTE – Dek srl). Il motore di calcolo utilizzato da MARTE DEFLUX è lo Storm Water Management Model (SWMM) sviluppato dall'EPA statunitense. Per ogni singolo tratto, tramite il software di modellazione idraulica, si è passati poi alla simulazione del comportamento idraulico, tenendo conto delle aree da costruire. Il software in questione, una volta inserita la rete fognaria con assegnate le quote di ogni singolo elemento e le sue caratteristiche principali, permette di simulare un

evento meteorico critico appositamente tarato con lo ietogramma di progetto. Viene assegnata ad ogni singolo ramo un'area afferente e ad essa dei coefficienti di impermeabilità e di infiltrazione del terreno, così che venga calcolato il deflusso netto di acqua che giunge nella rete. Successivamente il software automaticamente calcola l'interazione dell'acqua defluente nei vari rami, soprattutto intersecando l'effetto degli uni sugli altri nei nodi di confluenza, mettendo quindi in risalto eventuali fenomeni di rigurgito, moti a pelo libero e in pressione, inversioni del flusso nei rami. Il software utilizza una descrizione di tipo 'rami-nodi' del sistema di drenaggio che facilita la rappresentazione discreta del modello fisico e la soluzione matematica delle equazioni di moto vario gradualmente-variato (De Saint Venant) che costituiscono le basi matematiche del modello.

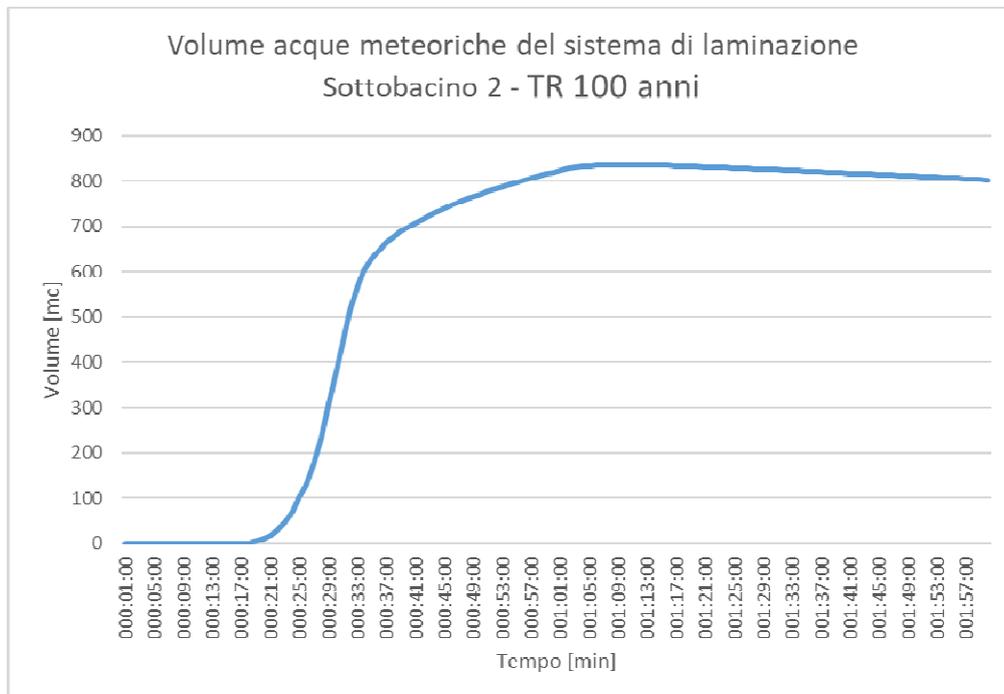
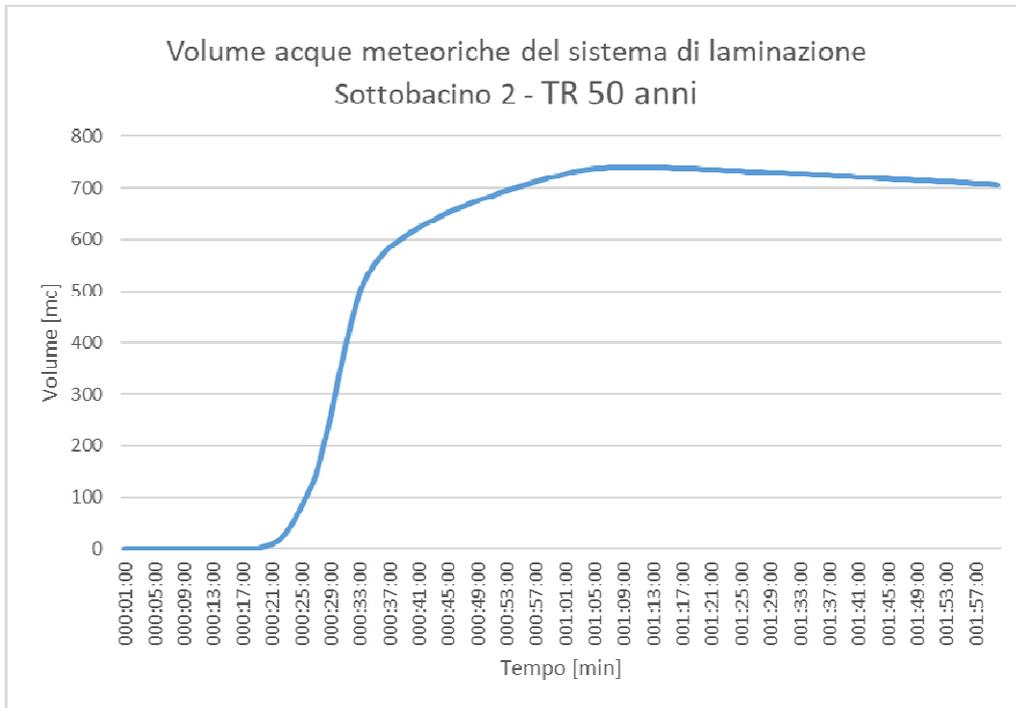
I rami sono sostanzialmente i condotti della rete e consentono di propagare le portate da un nodo all'altro. Le proprietà costanti associate ai rami sono il tipo di sezione, la lunghezza, la pendenza e la scabrezza; quelle determinate ad ogni passo di calcolo sono invece la portata, la velocità, l'area bagnata del flusso, il raggio idraulico e la larghezza del pelo libero: i nodi sono la rappresentazione dei pozzetti presenti nel sistema fisico. Nei nodi vengono localizzate le portate in ingresso (in termini di idrogrammi di piena generati a partire dal modello afflussi-deflussi) e le portate in uscita dalla rete. Gli organi idraulici modellabili vanno dalle pompe (viene richiesta una curva caratteristica) ai regolatori di portata o agli scaricatori di piena (del tipo a sfioro laterale o a salto di fondo) alle eventuali posizioni di accumulo (vasche di laminazione, vasche di prima pioggia, stazioni di sollevamento). I recapiti possono essere modellati sia come sbocchi liberi che vincolati da livelli alti di acqua nel recapito.

Le formule generali integrate sono le seguenti:

- Sottobacino 1



- Sottobacino 2



Per il sottobacino 1, il volume da adottare per la verifica è il valore minimo di legge, pari a 1.080 mc, che risulta maggiore anche del valore calcolato con TR 100 anni, pari a 721 mc.

Per il sottobacino 2, il volume da adottare per la verifica è il valore minimo di legge, pari a 1.137 mc, che risulta maggiore anche del valore calcolato con TR 100 anni, pari a 836 mc.

Nel sottobacino 1 il sistema di laminazione potrebbe essere costituito da un sistema a celle componibili di tipo “ENKI” in materiale plastico oppure da una vasca in calcestruzzo di analogo volume.

Relativamente al sistema a celle componibili, ciascun modulo risulta di dimensione pari a LARG 100 cm x LUNG 80 cm x H 90 cm. Saranno quindi interrati 1.605 moduli: 15 moduli (larghezza totale 15 ml) X 107 moduli (lunghezza totale di 86 ml). Il volume complessivo della vasca ottenuta tramite i moduli a celle componibili risulta pari a 1.161 mc considerando la percentuale di vuoti dei moduli, come da scheda tecnica, pari al 95% sul totale del volume.

In caso di scelta per la vasca in calcestruzzo, si dovrà realizzare un manufatto nel rispetto del valore volumetrico necessario per la laminazione (1.080 mc). La vasca in calcestruzzo dovrà essere di dimensioni LARGHEZZA 15 ml e LUNGHEZZA 60 ml, con un'altezza utile di vaso pari a 1,3 ml.

Il volume della vasca (1.170 mc) risulta maggiore del volume idraulicamente necessario con TR100 che ammonta a 1.080 mc e quindi non ci saranno rigurgiti durante gli eventi meteorici.

Le tubazioni della rete di drenaggio, sulla base delle sezioni posate al fine di consentire lo smaltimento dell'onda di piena senza mostrare sofferenza idraulica, garantirebbero un ulteriore volume di accumulo pari a 107 mc. Complessivamente, il volume garantito dal sistema (tubazioni + vaso di laminazione) risulta pari a

1.277 mc (1.170 mc dati dal sistema di laminazione e 107 mc dati dalla rete di drenaggio).

Il volume disponibile nel sistema di 1.277 mc è maggiore del volume minimo richiesto (1.080 mc) e pertanto il complesso rispetta i limiti di portata scaricata conformemente alla normativa.

Nel sottobacino 2, a causa della conformazione dei confini dell'area oggetto di lottizzazione e del mantenimento delle distanze dai confini stessi, il sistema di laminazione sarà costituito da una vasca in calcestruzzo di volume conforme alla normativa vigente.

Si dovrà quindi realizzare un manufatto nel rispetto del valore volumetrico necessario per la laminazione (1.137 mc). La vasca in calcestruzzo dovrà essere di dimensioni LARGHEZZA MASSIMA 15 ml, LARGHEZZA MINIMA 10 ml e LUNGHEZZA MASSIMA 75 ml, con un'altezza utile di invaso pari a 1,3 ml. La superficie totale della vasca risulta pari a 938 mq.

Il volume della vasca (1.220 mc) risulta maggiore del volume idraulicamente necessario con TR100 che ammonta a 1.170 mc e quindi non ci saranno rigurgiti durante gli eventi meteorici.

Le tubazioni della rete di drenaggio, sulla base delle sezioni posate al fine di consentire lo smaltimento dell'onda di piena senza mostrare sofferenza idraulica, garantirebbero un ulteriore volume di accumulo pari a 171 mc. Complessivamente, il volume garantito dal sistema (tubazioni + invaso di laminazione) risulta pari a 1.391 mc (1.220 mc dati dal sistema di laminazione e 171 mc dati dalla rete di drenaggio).

Il volume disponibile nel sistema di 1.391 mc è maggiore del volume minimo richiesto (1.170 mc) e pertanto il complesso rispetta i limiti di portata scaricata conformemente alla normativa.

Calcolo del tempo di svuotamento (Art. 10 - comma 1 - lettera a 5.)

Per mantenere le reti vuote sarà posizionato un piccolo pompaggio su ciascuna. I tempi di svuotamento dell'intera rete, tenendo conto che le pompe in uscita sono tarate per poter mantenere la portata massima in uscita per ciascuno dei sottobacini A, C e D sono previsti in circa:

- 23,7 ore per il sottobacino 1
- 22,5 ore per il sottobacino 2

inferiori alle 48 ore indicate come tempo massimo di svuotamento dalla normativa.

Calcoli e dimensionamenti sistema di drenaggio (Art. 10 - comma 1 - lettera a 6.)

Ai fini della verifica delle portate provenienti dalle aree in oggetto è stato effettuato il calcolo idraulico della rete simulando un evento meteorico standard: per i sottobacini 1 e 2 è stata usata la medesima equazione monomia di ARPA, che si riporta per comodità.

$Tr = 50$ anni

$h = 56,09 t^{0,2768}$

dove:

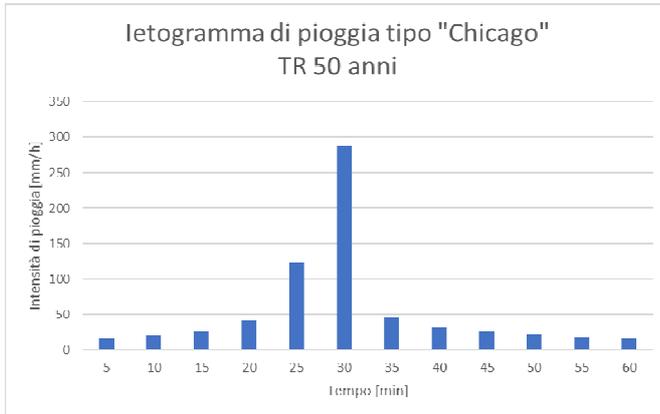
h = altezza di pioggia (in mm)

t = tempo di pioggia (in ore)

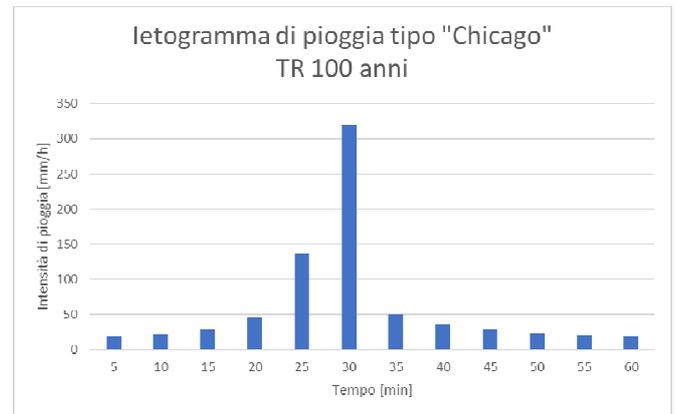
$Tr = 100$ anni

$h = 62,51 t^{0,2768}$

Sono stati utilizzati i medesimi ietogrammi di tipo Chicago con posizione di picco 0,4 e durata di 60 minuti, rispettivamente con Tempo di Ritorno 50 anni e 100 anni, per la verifica sulle portate da smaltire.



TR= 50 anni



TR= 100 anni

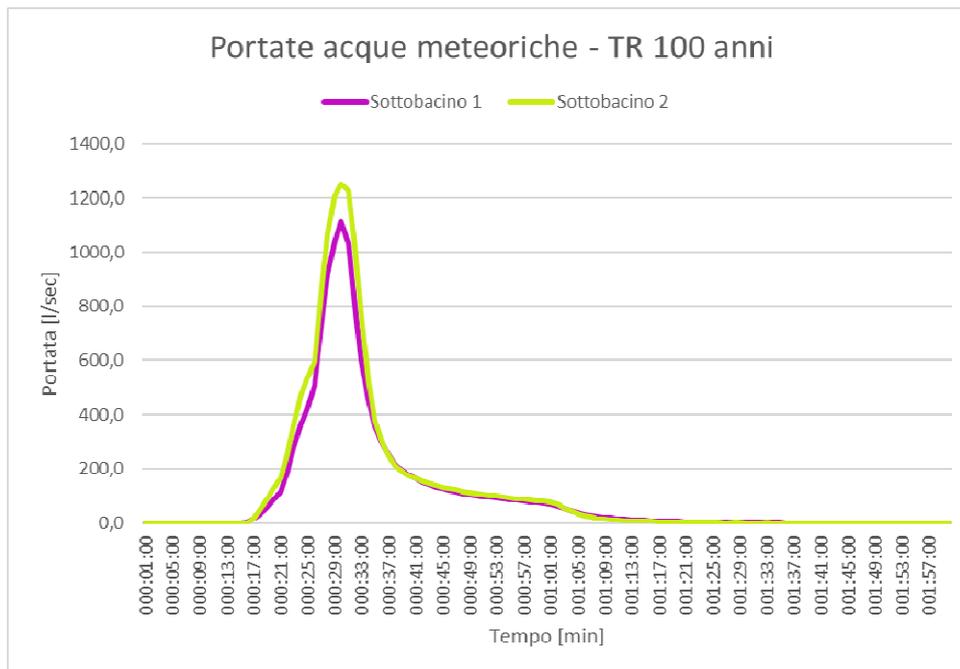
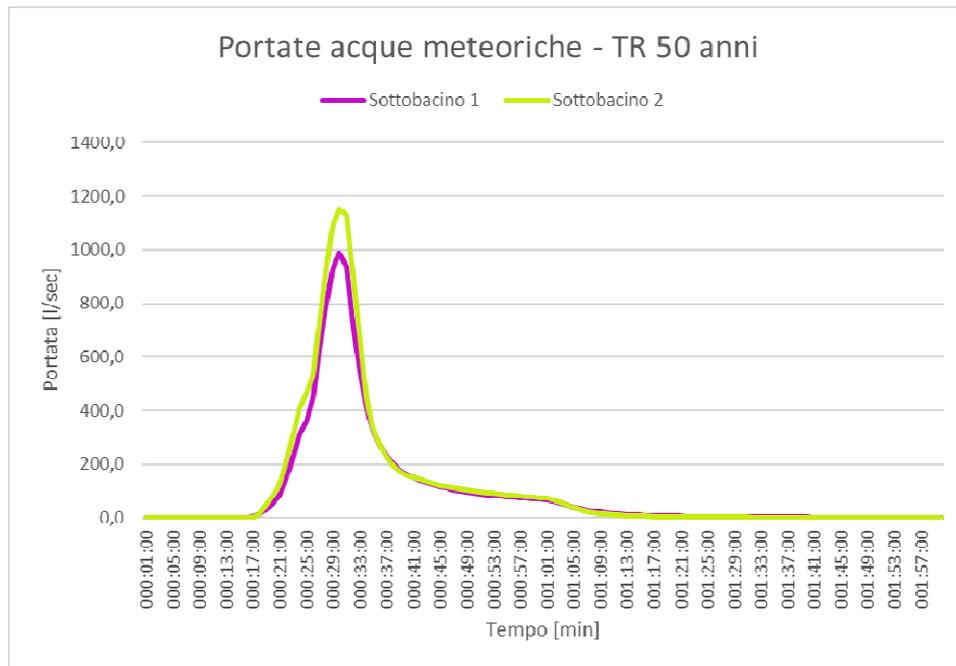
Sono state definite le aree colanti nella suddivisione dell'area totale, alle quali è stato associato un coefficiente di afflusso coerente con la tipologia di superficie di copertura dell'area colante stessa.

Tutti i calcoli sono stati eseguiti con il software di modellazione idrodinamica MARTE (di DEK).

La portata in uscita dalla rete di acque meteoriche destinata alla raccolta e deflusso del sottobacino 1 genera un valore massimo pari a circa 991 l/s per TR50 e 1.112 l/s per TR100.

La portata in uscita dalla rete di acque meteoriche destinata alla raccolta e deflusso del sottobacino 2 genera un valore massimo pari a circa 1.152 l/s per TR50 e 1.253 l/s per TR100.

Gli andamenti sono rappresentati nei seguenti grafici:



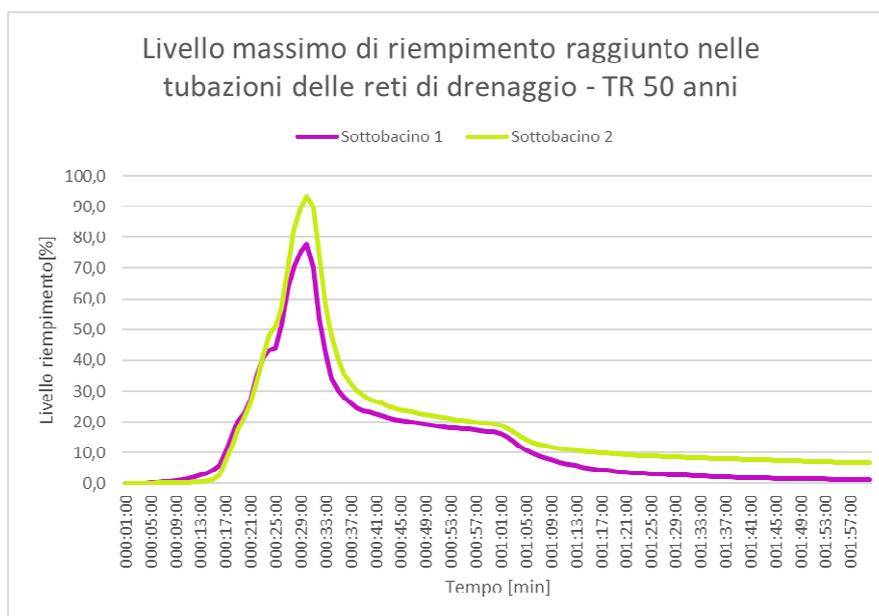
Per il sottobacino 1, la rete di drenaggio di progetto prevista è caratterizzata da tubazioni in PVC e CLS di diametro variabile tra il Ø600 e Ø800, e pendenza pari al 3 per mille.

Per il sottobacino 2, la rete di drenaggio di progetto prevista è caratterizzata da tubazioni in PVC e CLS di diametro variabile tra il Ø500 e Ø800, e pendenza pari al 3 per mille.

Per il sottobacino 1, livello massimo normalizzato raggiunto all'interno delle tubazioni e ottenuto con il calcolo idrodinamico è pari a circa il 78% del riempimento massimo consentito dalla sezione dei tubi per l'evento con TR 50 anni e circa l'88% del riempimento massimo consentito dalla sezione dei tubi per l'evento con TR 100 anni.

Per il sottobacino 2, livello massimo normalizzato raggiunto all'interno delle tubazioni e ottenuto con il calcolo idrodinamico è pari a circa il 93% del riempimento massimo consentito dalla sezione dei tubi per l'evento con TR 50 anni e circa il 99% del riempimento massimo consentito dalla sezione dei tubi per l'evento con TR 100 anni.

Gli andamenti sono rappresentati nei seguenti grafici:



I valori di portata saranno garantiti “tarando” puntualmente in loco le saracinesche poste a valle delle pompe. Le valvole a palla dell’impianto di sollevamento proteggono gli invasi da eventuali rigurgiti.

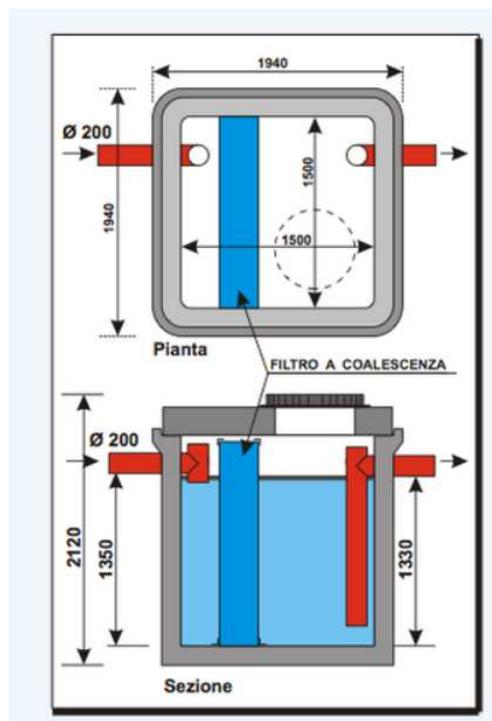
A valle del pompaggio sarà posizionata apposita cameretta di smorzamento per ridurre la velocità e consentire il transito dell’acqua attraverso il disoleatore.

Disoleatori

Prima dello scarico finale sono stati previsti dei disoleatori a valle dei pompaggi: sono stati individuati in base alle portate sopra calcolate e ai prodotti commerciali in produzione i seguenti tipi.

L’impianto di trattamento proposto è un disoleatore che ha le seguenti caratteristiche:

- monoblocco in calcestruzzo armato di dimensioni 150 x 150 cm, H=180 cm;
- potenzialità di trattamento 22,5 l/sec;
- n. 1 filtro a coalescenza.



A valle dei disoleatori è previsto il pozzetto di campionamento: nella cameretta finale sarà posizionata anche valvola di non ritorno a clapet.

Cremona, maggio 2022

IL TECNICO INCARICATO

Ordine degli Ingegneri della
Provincia di Cremona
Dott. Ing. STEFANO ALLEGRI
N° 666 di iscrizione all'Albo



Requisiti professionista (Allegato E)

- Abilitazione: Esame di stato superato presso l'Università degli Studi di Pavia nella Prima Sessione anno 1984 e successiva iscrizione all'Albo dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cremona al n°666 a far tempo del 26.11.1985.
- Qualificazione: Laurea in Ingegneria Civile IDRAULICA (Università di Pavia - anno 1983) – Perfezionamento in Governo dell'ambiente e del territorio (Università di Pavia - anno 1986);
- Esperienza: numerosi progetti nel corso di oltre trent'anni di esperienza lavorativa nel settore privato e pubblico, tra cui analisi idrodinamiche di numerosi Comuni del territorio cremonese.