

Centri urbani tra alluvioni e siccità

ripensare la città in funzione del cambiamento climatico



venerdì
4 aprile
2025
Ancona

Mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

- Prof. Ing. Luciano Soldini
- Affiliazione: DICEA - UNVPM
- Telefono: 071 2204908
- E-mail: l.soldini@univpm.it



RISCHIO IDRAULICO IN AMBITO URBANO

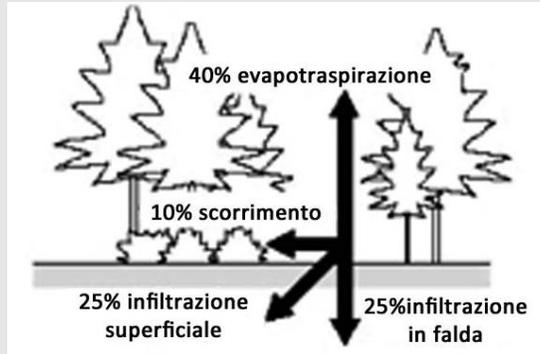


**Cambiamenti
climatici**

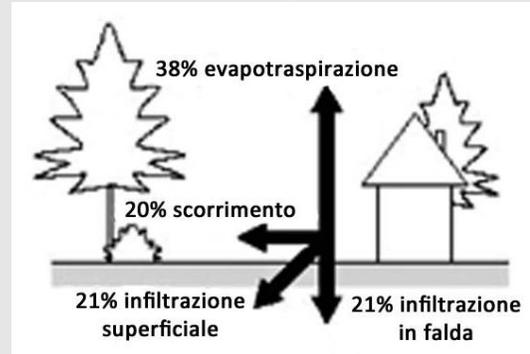
Urbanizzazione

**Carenze
strutturali**

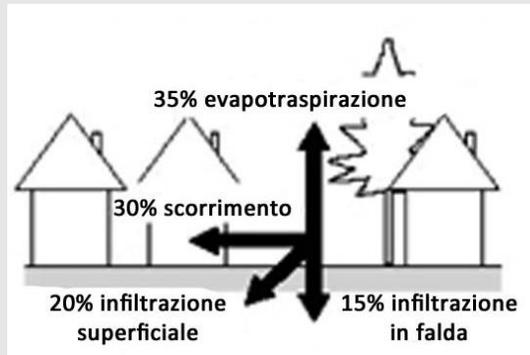
IMPATTO DELL'URBANIZZAZIONE SULL'IDROLOGIA DEI BACINI



terreno vegetato



10-20% urbanizzazione



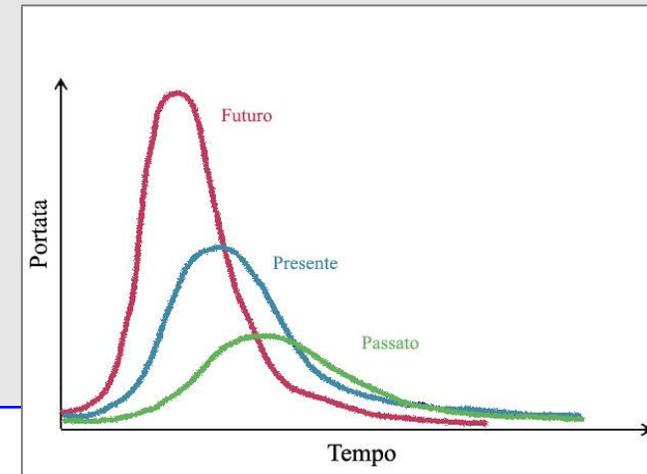
30-50% urbanizzazione



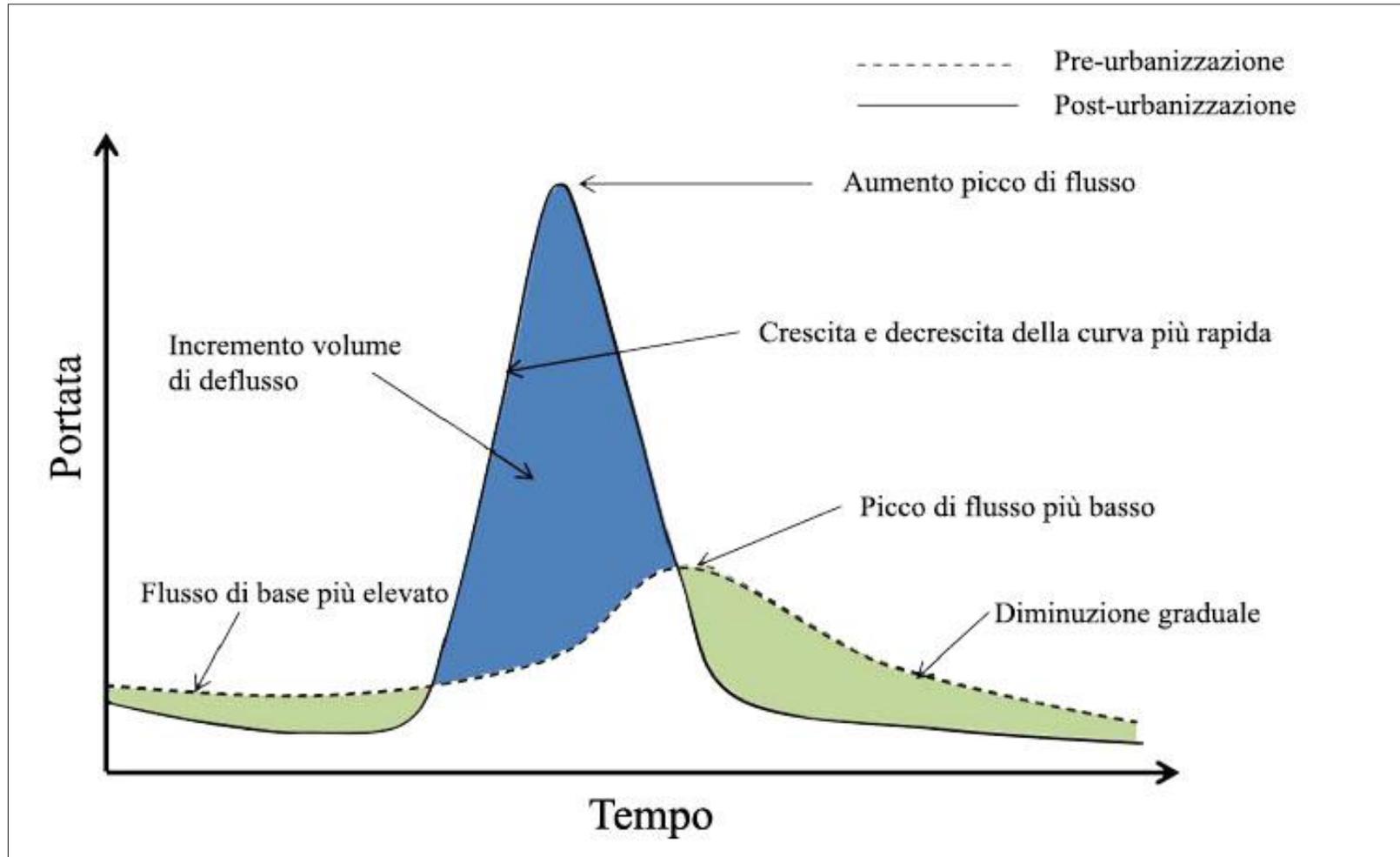
50-75% urbanizzazione

Conseguenze:

- Maggiori deflussi
10% → 55%
- Minore infiltrazione
50% → 15%
- Minore evapotraspirazione
40% → 30%



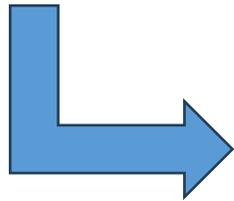
Variabilità della portata nel tempo pre - post urbanizzazione



IMPATTO DELL'URBANIZZAZIONE SULL'IDROLOGIA DEI BACINI

EFFETTI DELL'URBANIZZAZIONE:

- aumento dell'impermeabilizzazione;
- riduzione ricarica degli acquiferi sotterranei;
- diminuzione dei tempi di corrivazione;
- aumento della portata e del volume di piena;
- aumento della gravità e della frequenza degli allagamenti;
- inquinamento acque meteoriche;
- aumento dell'erosione e del trasporto solido;

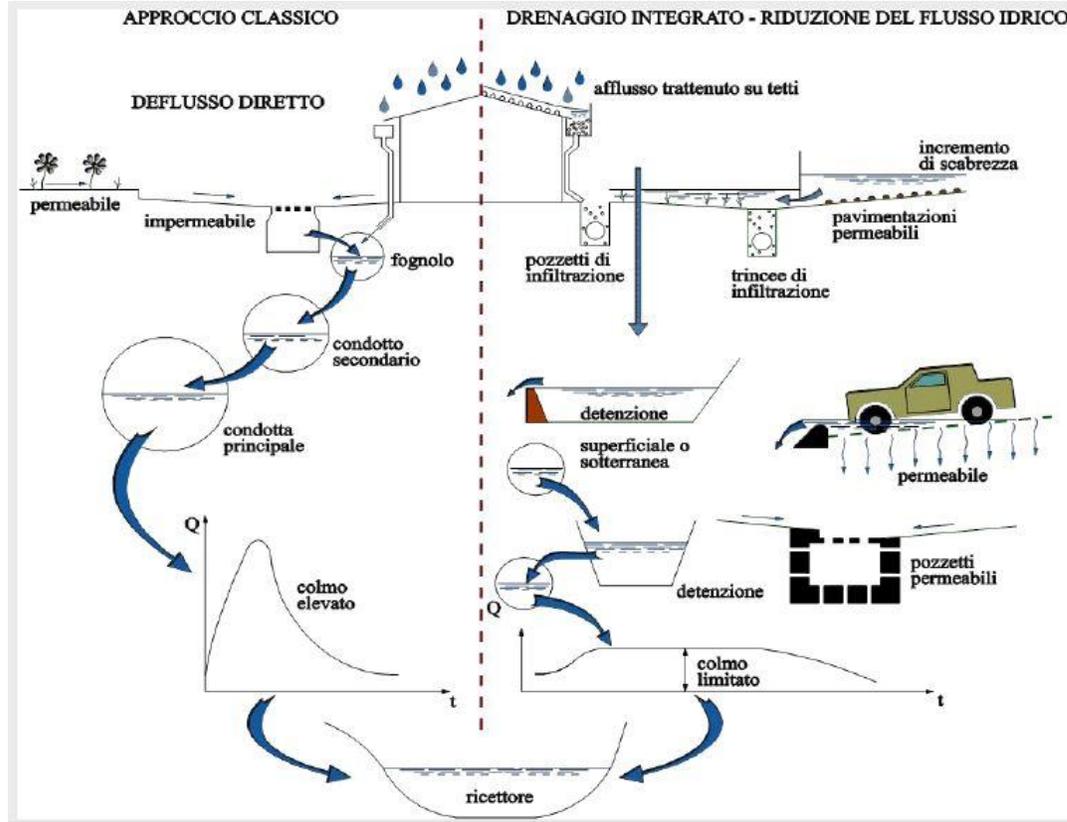


**INADEGUATEZZA
DEI SISTEMI DI
RACCOLTA DELLE
ACQUE URBANE
TRADIZIONALI**

RIPENSARE LA STRUTTURA DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO

D
R
E
N
A
G
G
I
O

C
L
A
S
S
I
C
O



S
O
S
T
E
N
I
B
I
L
E

D
R
E
N
A
G
G
I
O

U
R
B
A
N
O

- Rapido allontanamento dei deflussi meteorici dalla superficie urbana
- Assicurare il minimo impatto sulle attività antropiche
- Scarico di TUTTI i deflussi meteorici al ricettore più vicino (naturale o artificiale)

- Previene la generazione dei deflussi superficiali
- Considera i deflussi meteorici come una risorsa da gestire e possibilmente utilizzare
- E' finalizzato a minimizzare l'impatto dei deflussi meteorici sull'intero bacino

RIPENSARE LA STRUTTURA DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO

**DRENAGGIO
URBANO
SOSTENIBILE**

**Low Impact
Developments
(LID)**

**Green
Infrastructures
(GI)**

**Best Management
Practices
(BMPs)**

Best Management Practice (BMP): a device, practice, or method for removing, reducing, retarding, or preventing targeted stormwater runoff constituents, pollutants, and contaminants from reaching receiving waters. (Some entities use the terms "Stormwater Control Measure," "Stormwater Control," or "Management Practice.")

- **Interventi Strutturali:**
comportano la costruzione di strutture per il controllo dei deflussi
- **Interventi NON Strutturali:**
includono procedure, attività e regolamenti

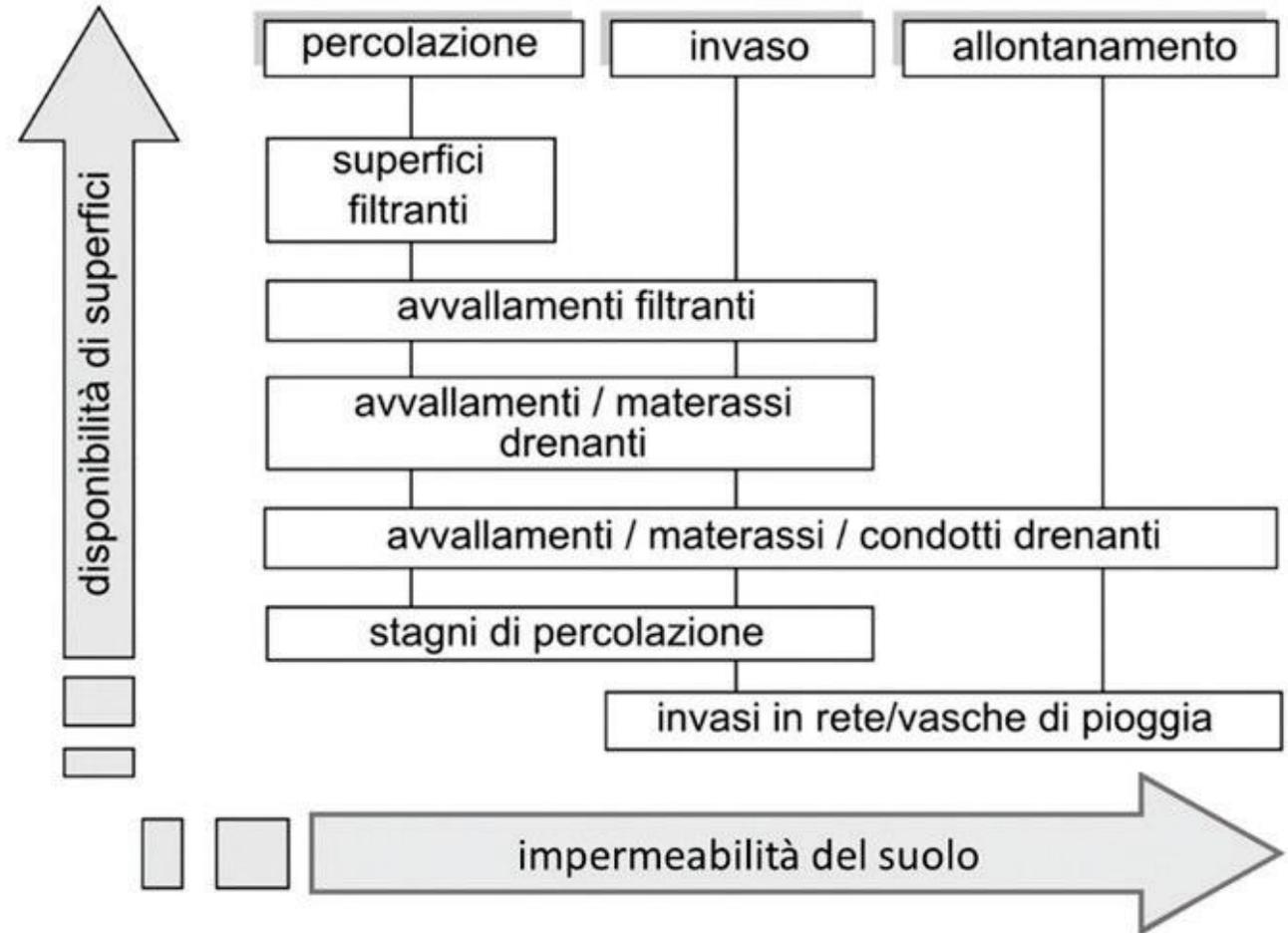
RIPENSARE LA STRUTTURA DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO

**DRENAGGIO
URBANO
SOSTENIBILE**

**Low Impact
Developments
(LID)**

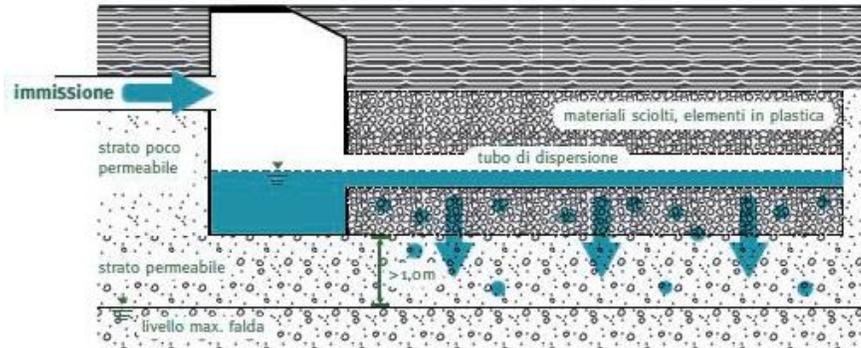
**Green
Infrastructures
(GI)**

**Best Management
Practices
(BMPs)**



Tratto da Di Fidio e Bischetti 2012

RIPENSARE LA STRUTTURA DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO



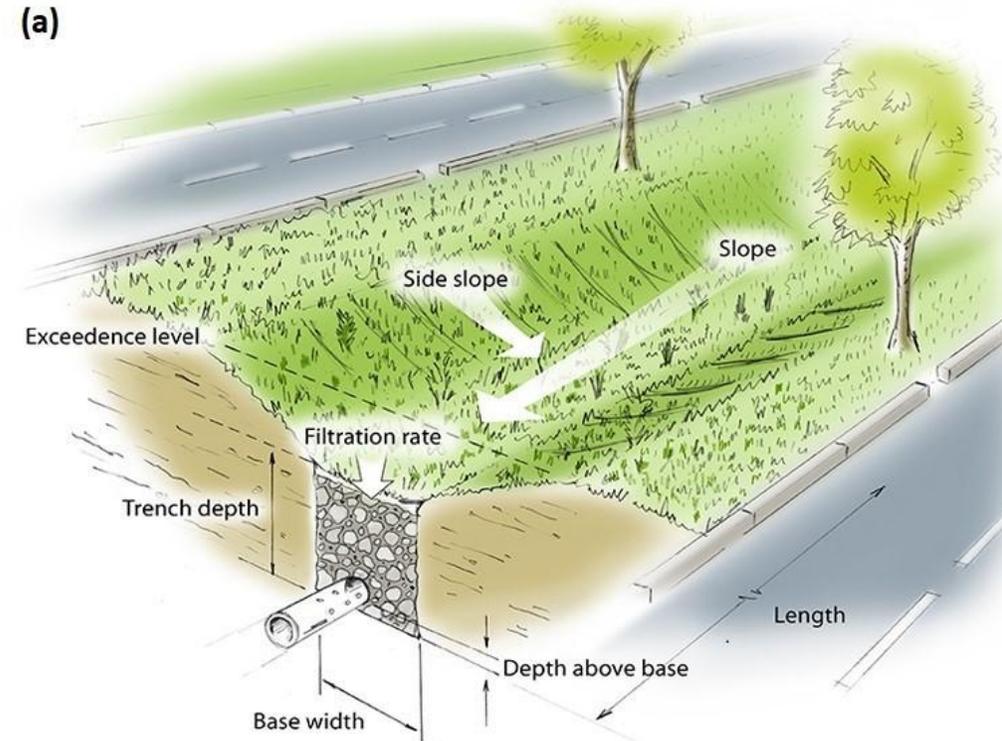
La trincea di infiltrazione non è altro che uno scavo, riempito di roccia che riceve i deflussi meteorici attraverso delle misure di pretrattamento; i volumi idrici si accumulano negli spazi vuoti e si infiltrano all'interno del terreno attraverso il fondo e i lati della trincea.

La trincea di infiltrazione può far parte di un sistema di convogliamento delle acque meteoriche ed è progettata in modo da comportare una riduzione del volume del deflusso durante il trasporto in condotta.

Possono essere realizzate in due situazioni differenti: nelle immediate prossimità di edifici adibiti a civile abitazione o parallelamente ad infrastruttura stradale.

Viene modellata nel software come «Bioretention cell»

Trincea di infiltrazione



<https://www.salixrw.com/product/vmax3-p550-permanent-turf-reinforcementmat/attachment/7-vmax-p550-vegetated-swale/>

RIPENSARE LA STRUTTURA DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO

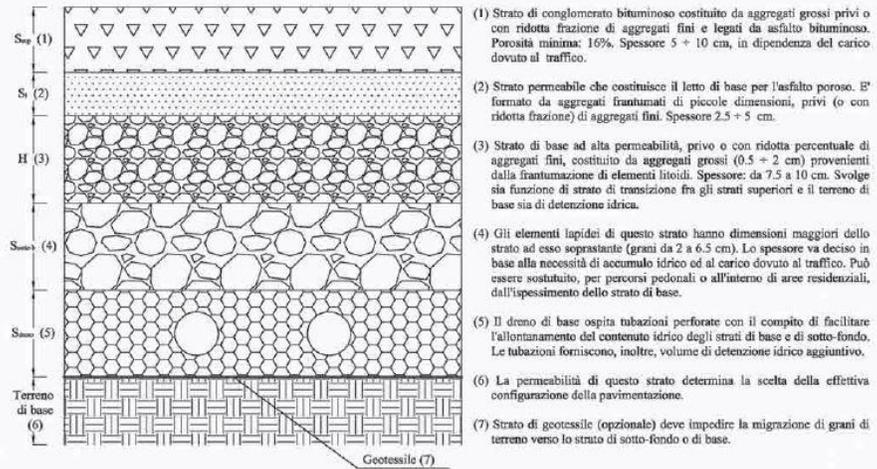


▼ Stormwater runoff flows into a green street facility.



RIPENSARE LA STRUTTURA DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO

Pavimentazione permeabile



Le pavimentazioni drenanti sono strutture che consentono alle acque di infiltrarsi attraverso la superficie e dentro gli strati sottostanti dove l'acqua viene temporaneamente accumulata prima dell'infiltrazione del terreno.

Attraverso i processi di infiltrazione, filtrazione e accumulo consentono l'attenuazione del deflusso superficiale e forniscono anche un mezzo di trattamento dell'inquinante prima di scaricare il deflusso idrico nel recettore.

Viene modellata nel software come «Permeable Pavement»



Figura 39 (a) Pavimentazioni permeabili con materiali a diversa granulometria. (b) Pavimentazioni permeabili con essenze vegetali

RIPENSARE LA STRUTTURA DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO

Tetto verde



Le coperture a tetti verdi sono costruite in modo tale che una quota parte di pioggia caduta sui tetti possa infiltrarsi nel terreno senza andare ad aumentare la portata nei condotti fognari.

Sono costituiti da:

- elemento di protezione alla penetrazione delle radici;
- feltro
- strato di drenaggio e aerazione
- telo filtrante
- substrato.

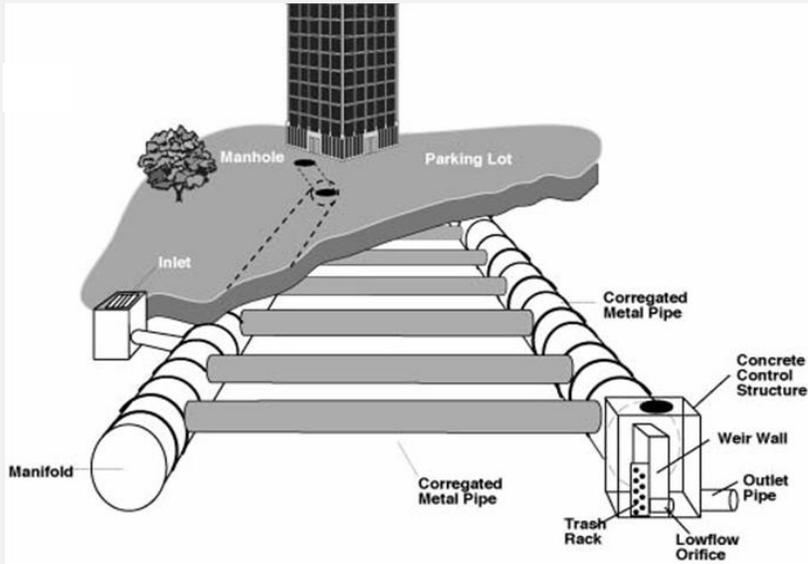
Viene modellato nel software come «Green Roof»



http://www.daku.it/servizi/ut_pubbli/conten.php?hCodTip=1&hCodAre=REFE&hElTiAr=A, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8929337>

RIPENSARE LA STRUTTURA DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO

Vasca di laminazione



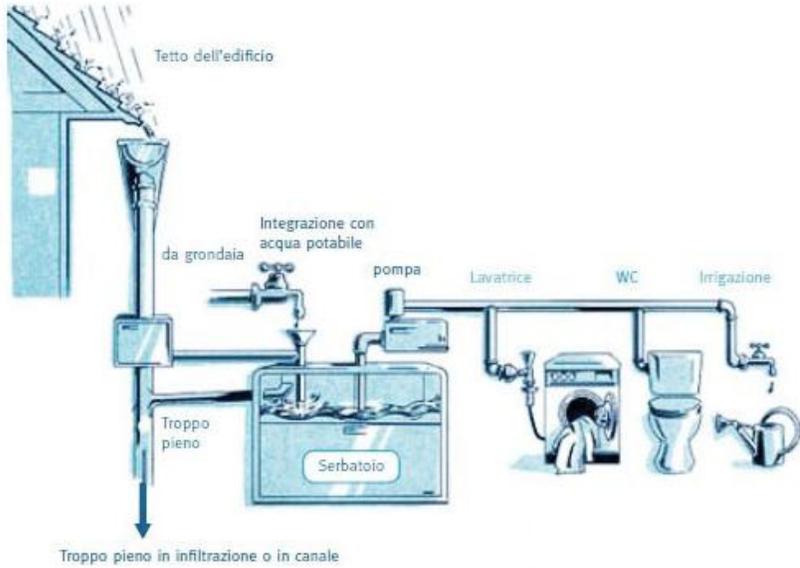
Le opere di laminazione sono tra loro interconnesse e collegate allo scarico finale verso la rete fognaria o il corpo idrico ricevente mediante una bocca di scarico tarata nel rispetto della portata massima ammissibile allo scarico.

Le vasche di laminazione vengono modellate sul software in maniera analoga al recupero delle acque piovane, ma non presentano nessun tipo di drenaggio poiché sono solo delle vasche di raccolta e quindi il coefficiente di flusso risulta 0.

Viene modellata nel software come «Rain Barrel»



RIPENSARE LA STRUTTURA DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO



Recupero acque piovane



Il recupero e il riutilizzo dell'acqua meteorica consente un risparmio d'acqua pregiata. Infatti, l'acqua meteorica è adatta soprattutto per innaffiare il verde, per le acque di scarico dei servizi igienici, per la lavatrice, per la pulizia della casa o come acqua di raffreddamento.

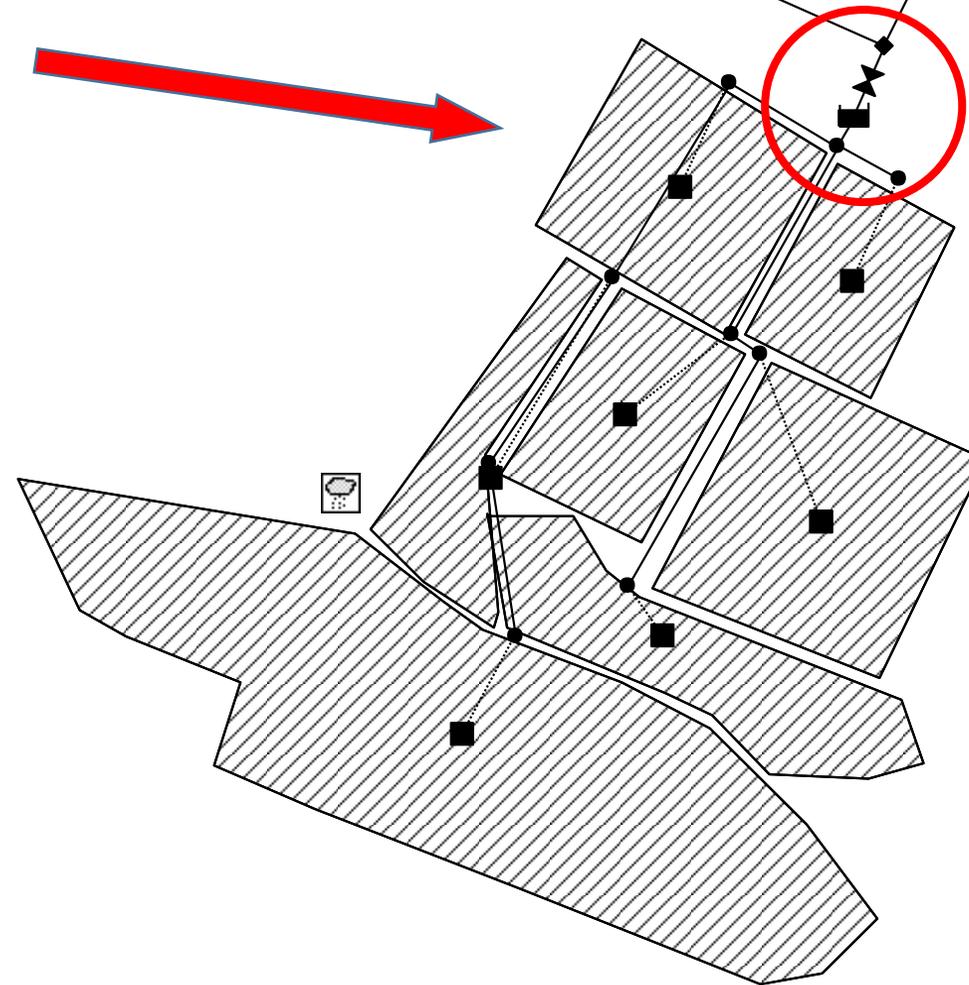
La fattibilità dell'impianto di recupero dipende dalla tipologia di copertura in quanto alcuni materiali necessitano di trattamenti protettivi.

Vengono modellati nel software come «Rain Barrel»



AREE DI LAMINAZIONE

VASCA UNICA



$$S = 32,5 \text{ hm}^2$$

$$h = 36,794t^{0,3341} \text{ (TR 10 anni)}$$

$$Tc = 1 \text{ ora}$$

$$\text{Volume vasca} = 3600 \text{ m}^3$$

Collettore finale (1,4x1,2)m

Emissario vasca DN500

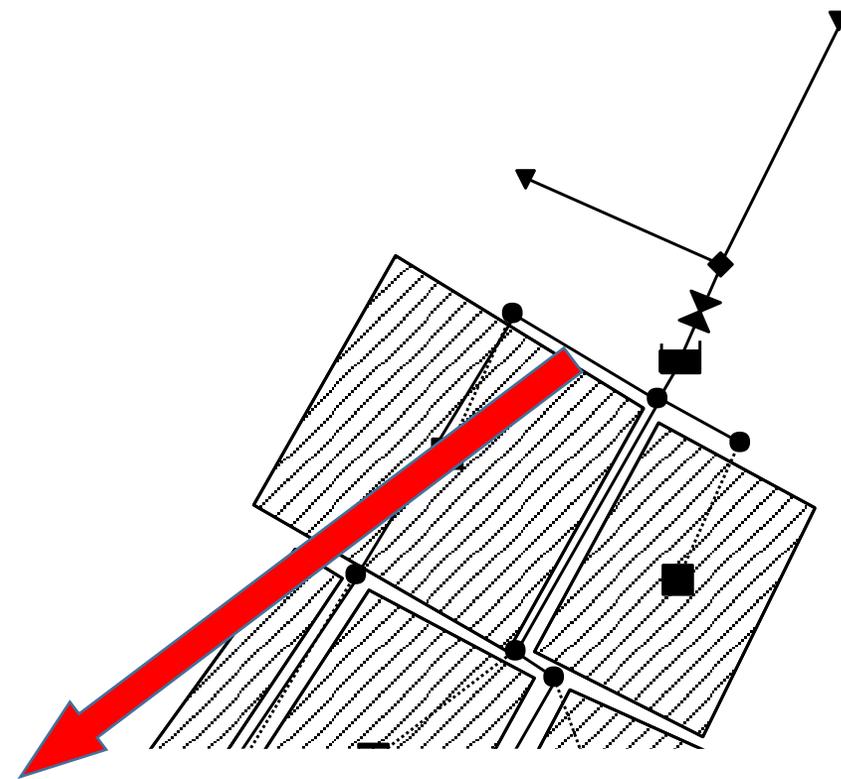
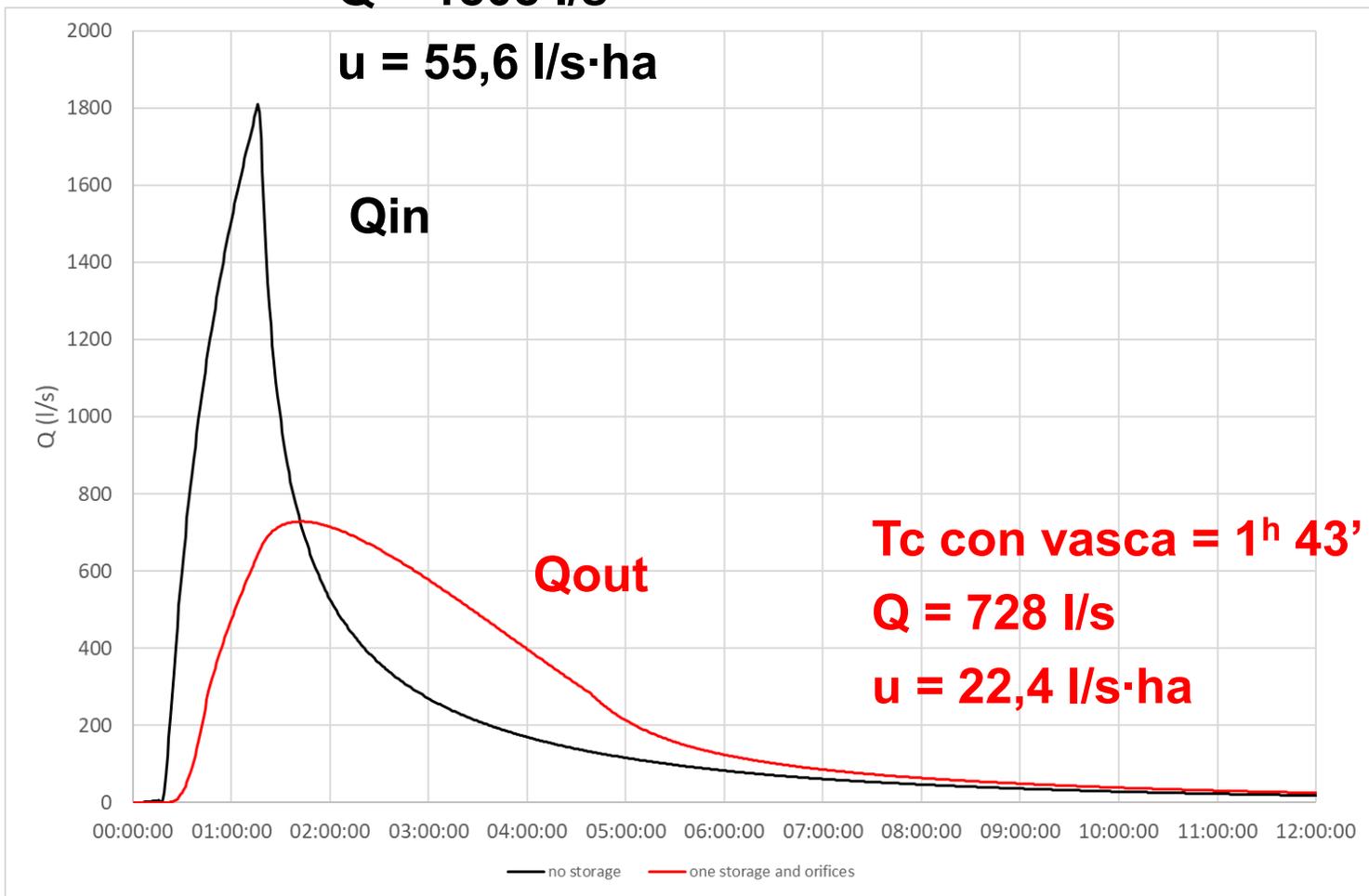
AREE DI LAMINAZIONE

Tc senza vasca = 1^h 16'

VASCA UNICA

Q = 1808 l/s

u = 55,6 l/s·ha



AREE DI LAMINAZIONE

VASCHE DIFFUSE



$$S = 32,5 \text{ hm}^2$$

$$h = 36,794t^{0,3341} \text{ (TR 10 anni)}$$

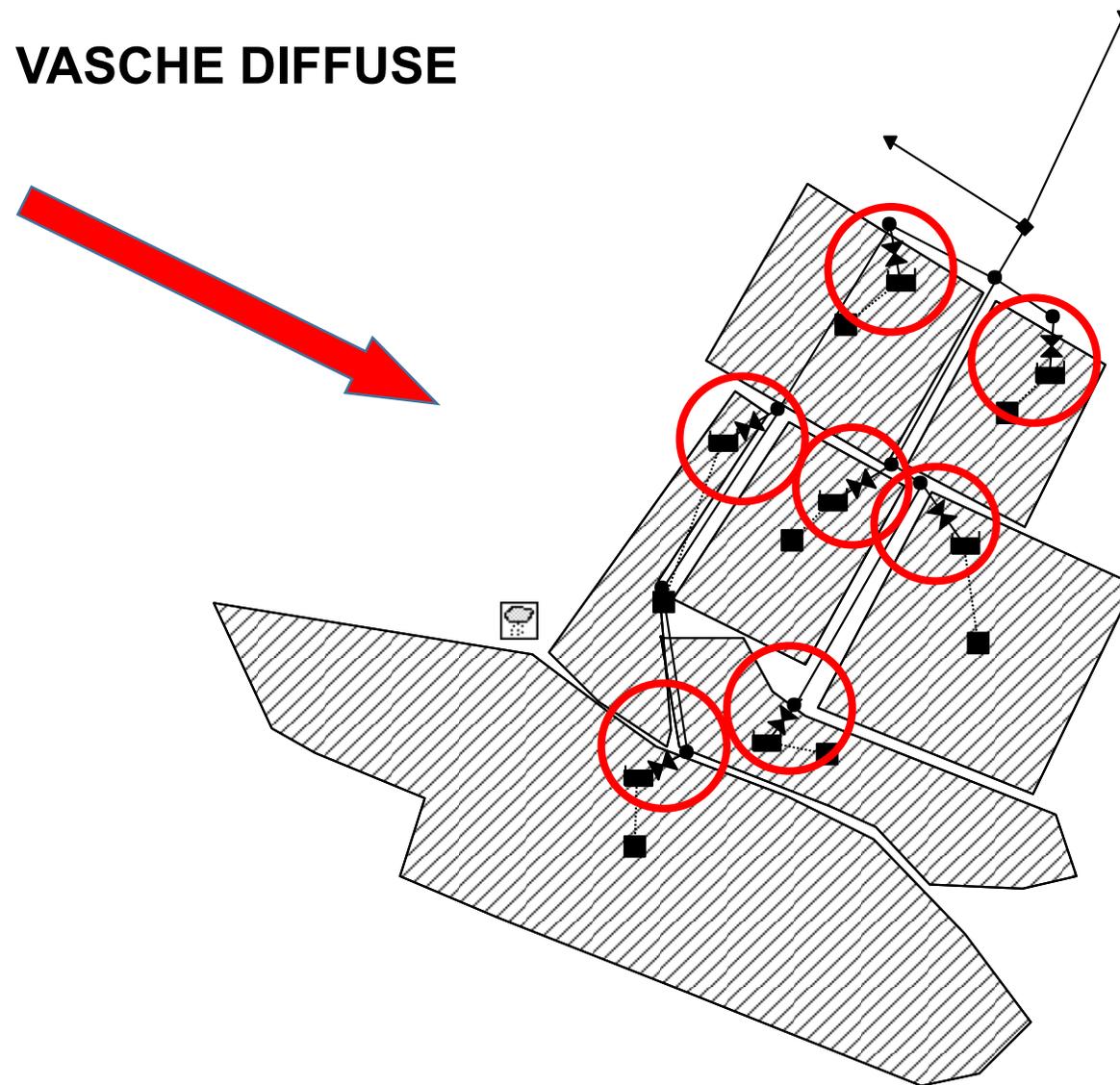
$$Tc = 1 \text{ ora}$$

Volume vasche 3600 m^3

($3 \times 800 \text{ m}^3$ $2 \times 400 \text{ m}^3$ $2 \times 200 \text{ m}^3$)

Collettore finale (1,4x1,2)m

Emissario vasche DN100÷DN350



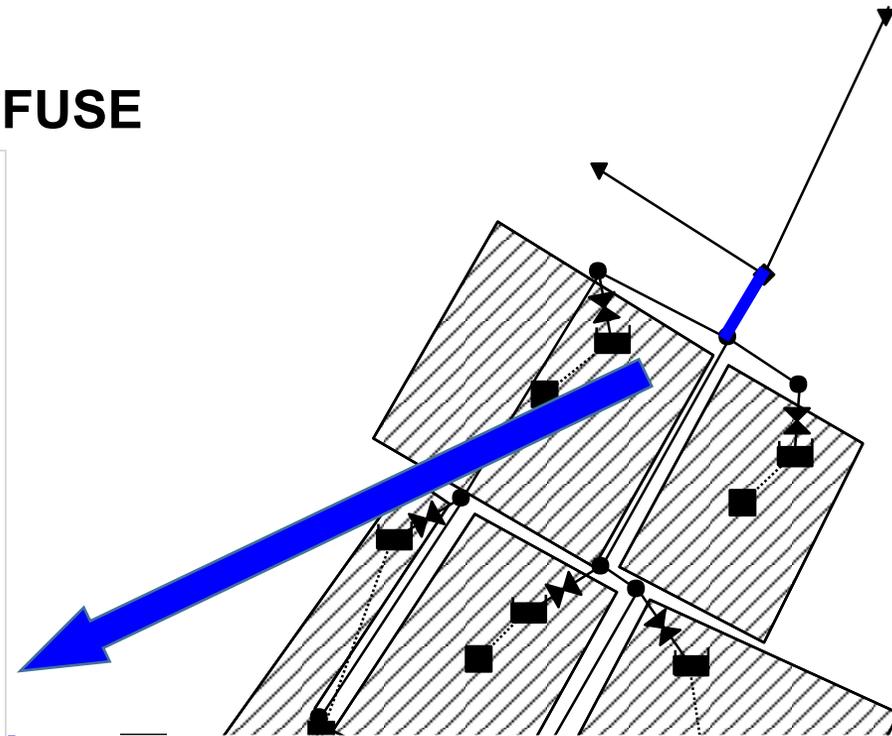
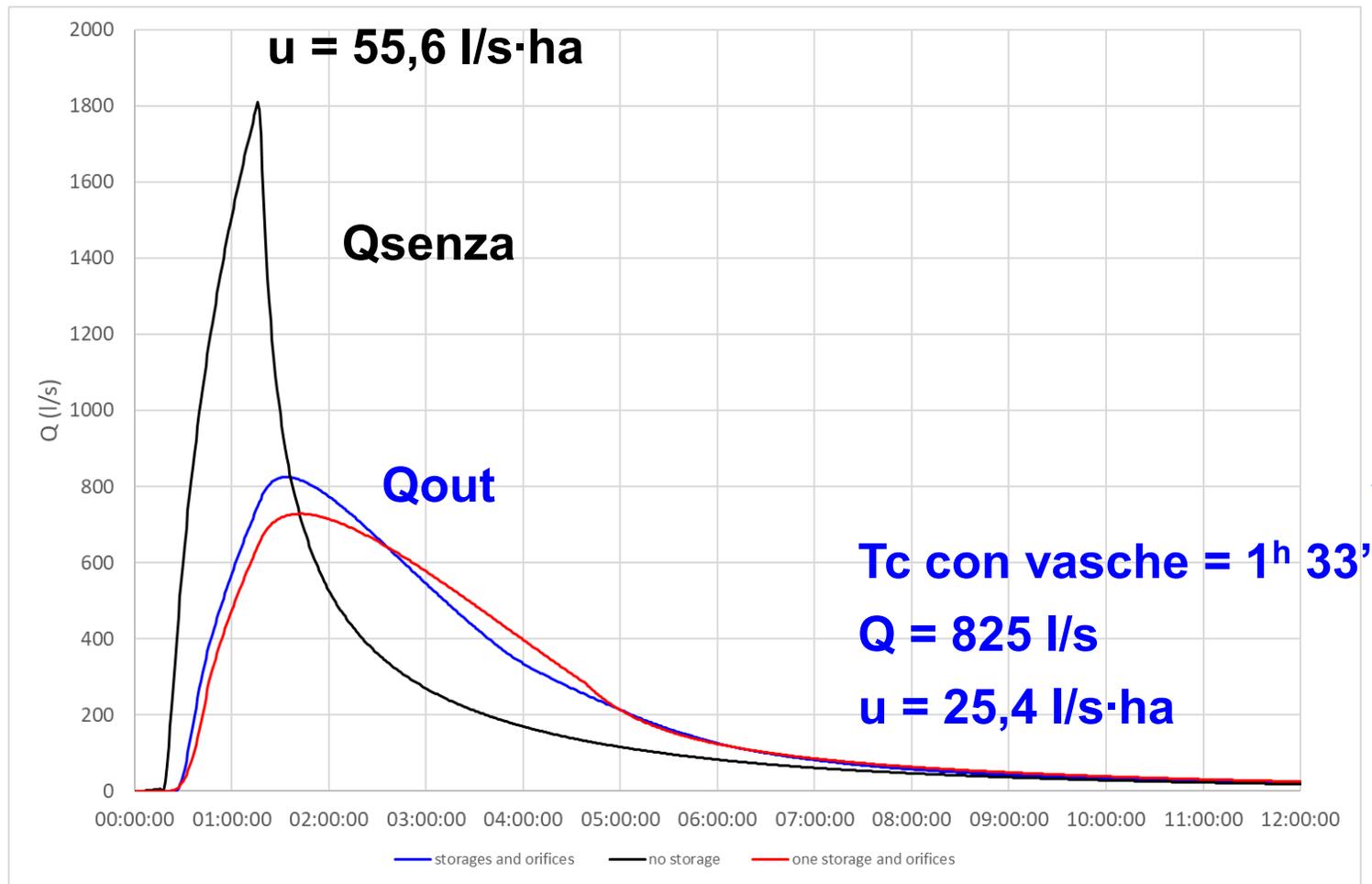
AREE DI LAMINAZIONE

Tc senza vasca = 1^h 16'

Q = 1808 l/s

u = 55,6 l/s·ha

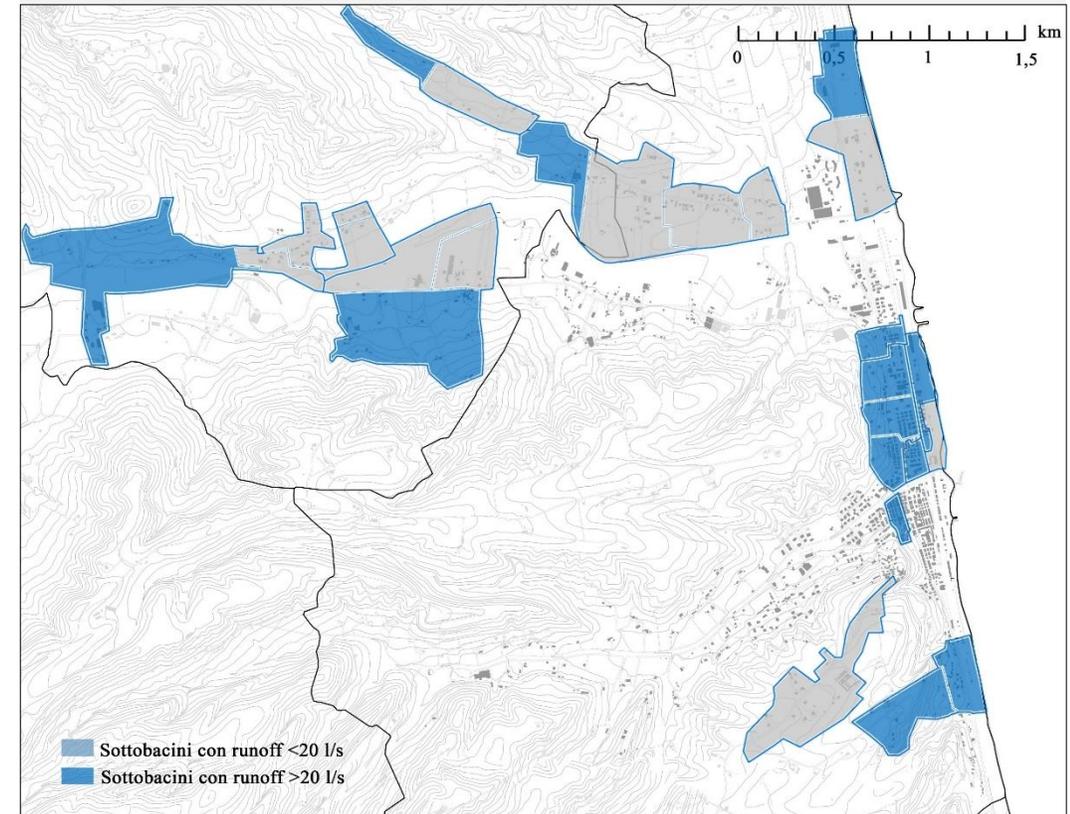
VASCHE DIFFUSE



USO DISTRIBUITO DEI LIDs

Approccio idraulico

| subcatchment | TR10Y | | |
|--------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| | precipitation [mm] | infiltration [mm/hr] | runoff max [l/s] |
| SUB1 | | | |
| 1a | 36.08 | 27.03 | 101.85 |
| 1b | 36.08 | 28.13 | 2.7 |
| 1c | 36.08 | 28.13 | 3.37 |
| SUB2 | | | |
| 2a | 36.08 | 27.72 | 17.47 |
| 2b | 36.08 | 28.85 | 16.25 |
| SUB3 | | | |
| 3a | 36.08 | 31.37 | 12.6 |
| 3b | 36.08 | 30.15 | 162.62 |
| 3c | 36.08 | 31.37 | 6.77 |
| SUB4 | | | |
| 4a | 36.08 | 29.45 | 34.55 |
| 4b | 36.08 | 30.65 | 13.62 |
| SUB5 | | | |
| 5a | 36.08 | 29.45 | 30.48 |
| 5b | 36.08 | 30.65 | 13.94 |
| 5c | 36.08 | 30.65 | 7.44 |
| 5d | 36.08 | 30.65 | 3.96 |
| SUB6 | | | |
| 6a | 36.08 | 30.49 | 70.18 |
| 6b | 36.08 | 31.73 | 7.79 |
| SUB7 | 36.08 | 14.21 | 101.05 |
| SUB8 | | | |
| 8a | 36.08 | 14.21 | 101.05 |
| 8b | 36.08 | 14.21 | 101.05 |
| 8c | 36.08 | 14.21 | 101.05 |
| SUB9 | 36.08 | 22.87 | 179.83 |
| SUB10 | 36.08 | 12.82 | 153.71 |
| SUB11 | 36.08 | 16.29 | 195.56 |
| SUB12 | 36.08 | 30.69 | 15.59 |
| SUB13 | 36.08 | 30.15 | 24.51 |
| SUB14 | | | |
| 14a | 36.08 | 25.99 | 89.69 |
| 14b | 36.08 | 27.05 | 72.76 |

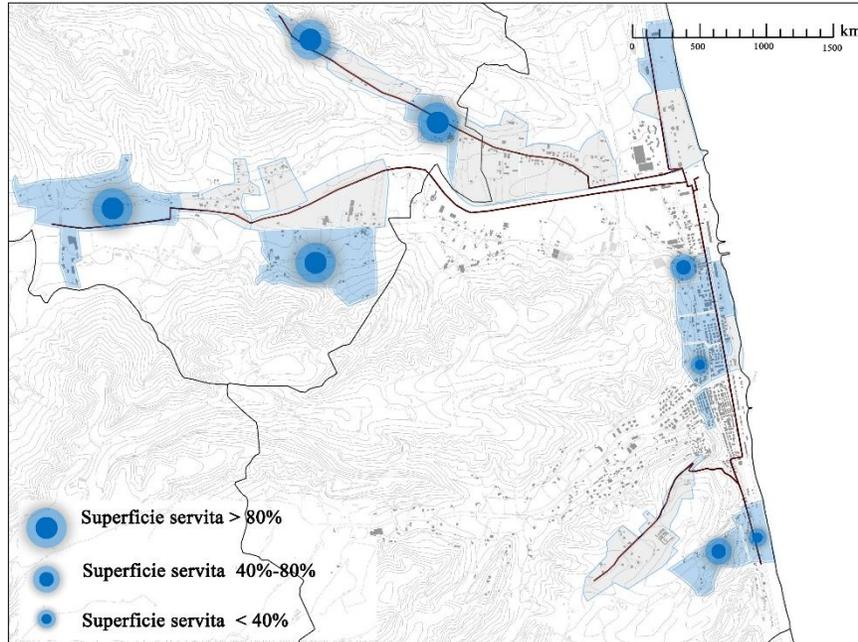


Scelta dei sottobacini di intervento mediante un approccio idraulico:

Si prendono in considerazione solo i sottobacini aventi un deflusso superficiale massimo maggiore di 20 l/s.

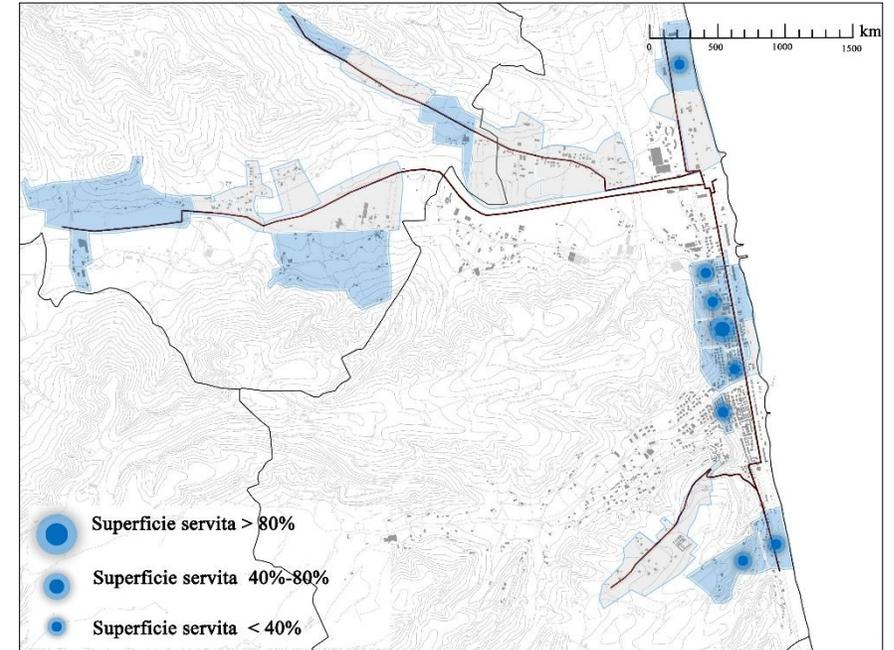
Riferimento: L.R. n. 4 del 15 marzo 2016 "Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua" della Regione Lombardia.

Approccio urbanistico-funzionale



Scelta delle porzioni di sottobacino secondo l'approccio urbanistico- funzionale:

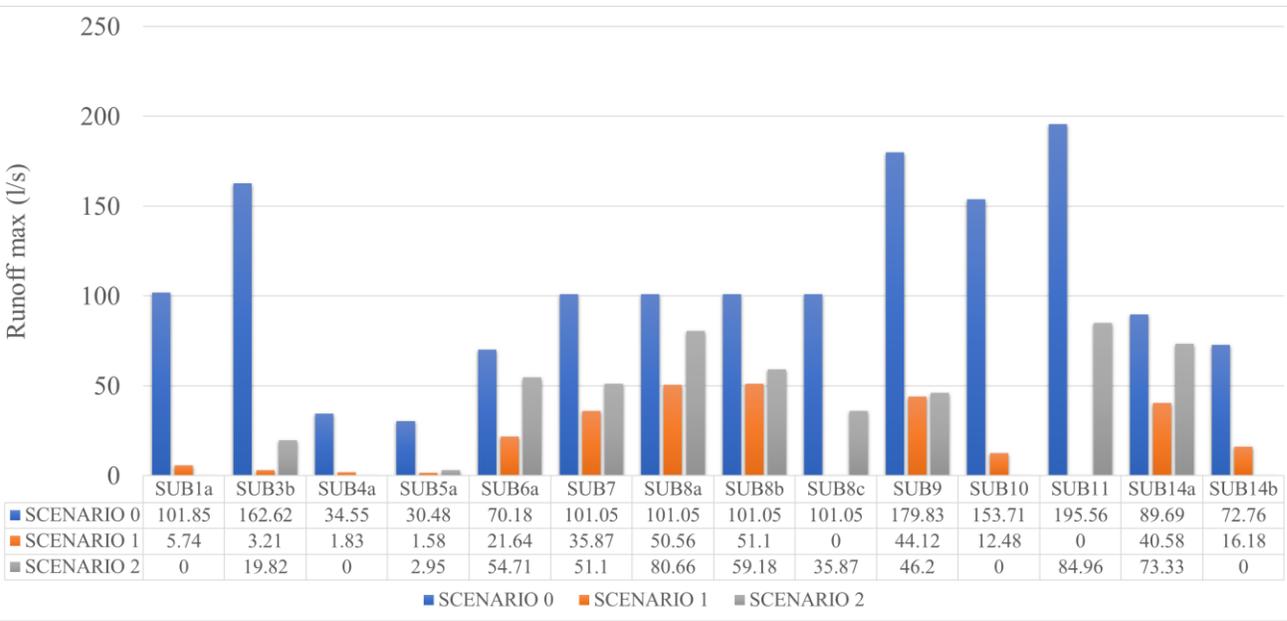
Vengono assegnate le trincee di infiltrazione a quelle porzioni di sottobacini che hanno come destinazione d'uso le aree agricole e aree agricole collinari.



Scelta delle porzioni di sottobacino secondo l'approccio urbanistico- funzionale:

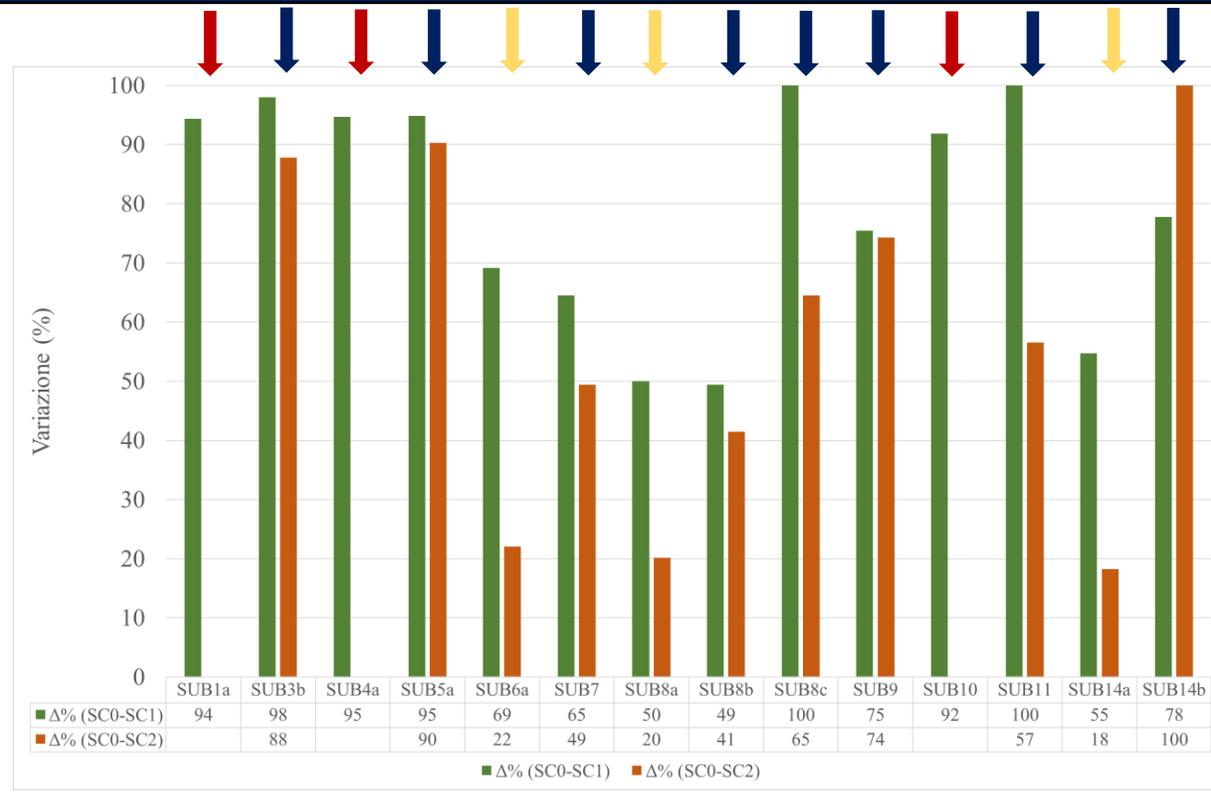
Vengono assegnate le pavimentazioni permeabili a quelle porzioni di sottobacini che hanno come destinazione d'uso parcheggi, spazi attrezzati a verde pubblico e villaggi turistici e camping esistenti.

USO DISTRIBUITO DEI LIDs



Confronto deflussi superficiali dei 3 scenari nei sottobacini analizzati:

Si nota una notevole riduzione del deflusso superficiale a seguito dell'introduzione dei sistemi LID; tuttavia, nella maggior parte dei casi non c'è molta differenza di variazione di deflusso tra lo scenario 1 e lo scenario 2. Questo implica che, nell'analisi dell'assegnazione del LID ai vari sottobacini, bisogna cercare di implementare il manufatto che può coprire la maggiore percentuale di area del sottobacino.



Confronto variazione percentuale dei due nuovi scenari rispetto a quello di partenza nei sottobacini analizzati:

- Nei sottobacini **1a, 4a e 10** c'è una notevole riduzione dei deflussi superficiali che risulta a maggior ragione significativa poiché in questi sottobacini è presente un unico sistema LID e quindi scenario 1 e 2 coincidono.

- Nei sottobacini **3b, 5a, 7, 8b, 8c, 9, 11 e 14b** la riduzione dei deflussi superficiali è notevole per entrambi gli scenari.
- Nei sottobacini **6a, 8a e 14a** la riduzione non è molto significativa tra scenario 0 e scenario 2 perché i sistemi di recupero delle acque piovane non danno un sufficiente contributo alla riduzione

TAKE HOME MESSAGE



venerdì
4 aprile
2025

Ancona

- La mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano è possibile ma richiede una consapevolezza della complessità e dell'urgenza del problema.

Grazie per l'attenzione