

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

TESI DI LAUREA IN
INFRASTRUTTURE IDRAULICHE

APPLICAZIONI DI TECNOLOGIE BMPs AD UN BACINO IDEALE TRAMITE IL RISOLUTORE SWMM 5.1

RELATORI:

Ch.mo Prof. Ing. Maurizio Giugni

CANDIDATO: Michele Parmentola

Ch.mo Prof. Ing. Francesco De Paola

Matr. N49/215

Anno accademico 2014/2015

INTRODUZIONE

- L'alterazione dell'ambiente naturale è diretta conseguenza dell'uso improprio delle risorse a disposizione dell'uomo che ha portato ad un loro sensibile inquinamento e depauperamento.
- Nell'ultimo cinquantennio si è verificata un'impermeabilizzazione continua e caotica delle aree urbane che ha determinato ingenti problematiche connesse al drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento.
- I provvedimenti per la risoluzione o riduzione delle problematiche idraulico-ambientali legate alle precipitazioni possono essere suddivisi in tre categorie:
 - Interventi localizzati;
 - Interventi non strutturali;
 - Interventi diffusi o anche detti **BEST MANAGEMENT PRACTICES**.

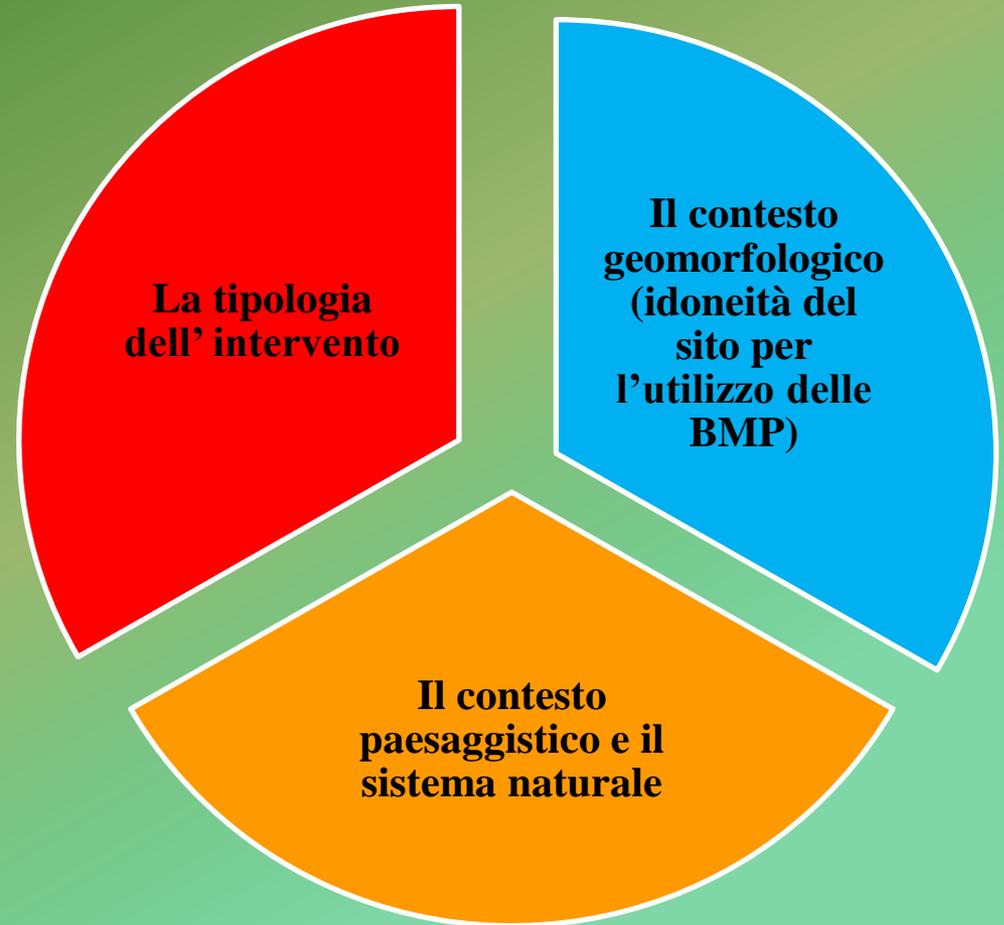
TIPOLOGIE DI INTERVENTI

Tenendo presente il **Principio dell'Invarianza** (*Pistocchi, A. et al, 2001*) gli interventi si possono suddividere in:

INTERVENTI LOCALIZZATI	VASCHE DI PRIMA PIOGGIA
	VASCHE VOLANO
	SCARICATORI
INTERVENTI NON STRUTTURALI (PROVVEDIMENTI NORMATIVI)	PAT (Piano di assetto del territorio)
	PAI (Piano per l'assetto idrogeologico)
BEST MANAGEMENT PRACTICES	Sistemi Filtranti
	Sistemi ad Infiltrazione ed Evaporazione
	Sistemi Vegetati
	Sistemi di Lagunaggio

La Scelta della BMP

La scelta della tipologia di BMP applicabile deriva da una valutazione che consideri:

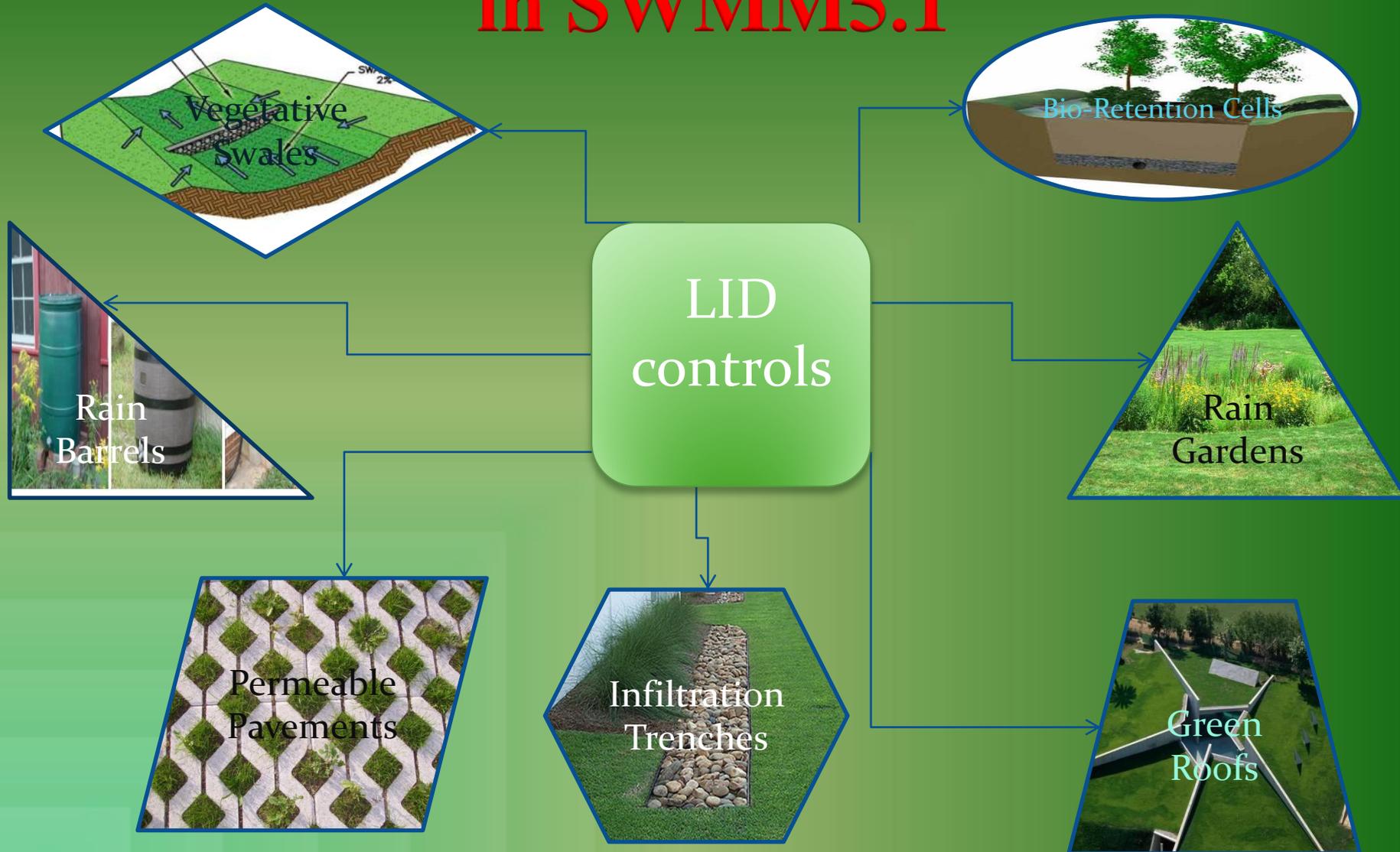


Low Impact Development (LID)



Tecniche utilizzate per il controllo delle acque meteoriche tramite tecnologie a basso impatto, che sfruttano le risorse naturali e locali e mirano al mantenimento del regime idrico presente prima dell'urbanizzazione

Modellazione Pratiche LIDs in SWMM5.1

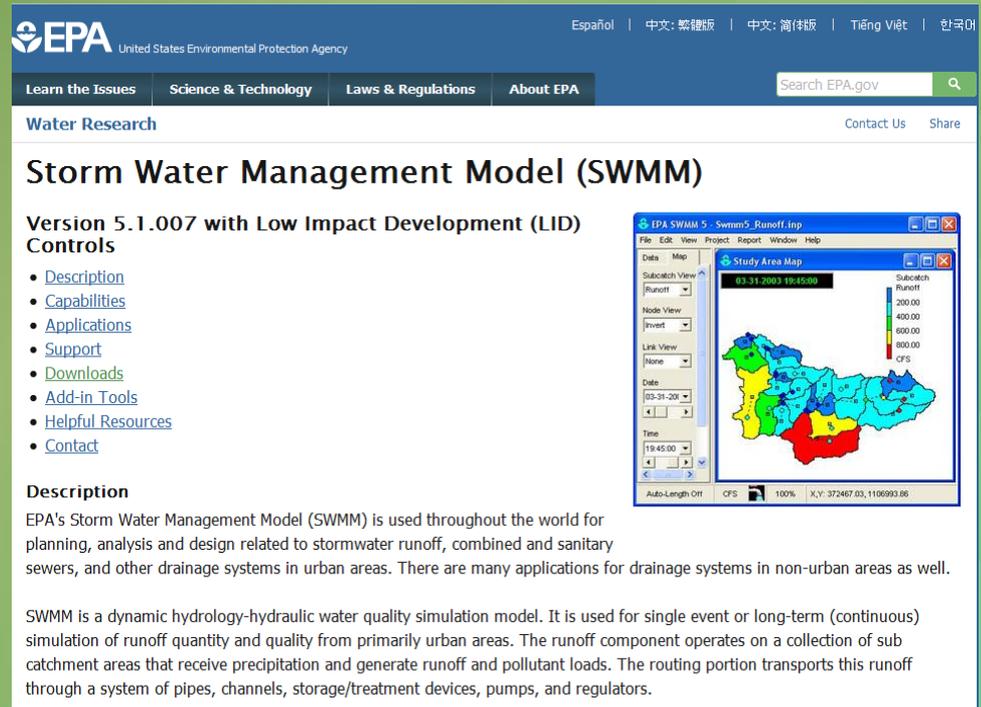


SWMM 5.1 consente di simulare l'utilizzo in sistemi di drenaggio urbano di 7 pratiche LIDs

SWMM 5.1: il motore di calcolo

Approccio modellistico matematico riproduttivo dei processi quantitativi e qualitativi di un sistema di drenaggio urbano.

SWMM 5.1: *Storm Water Management Model* implementato dal Water Supply and Water Resources Division dell' U.S. Environmental Protection Agency's National Risk Management Research Laboratory, che, al modello di simulazione dinamico quali-quantitativo delle versioni precedenti (SWMM 5.0) aggiunge il tool **LID Controls** per la gestione e simulazione delle procedure di *Low Impact Development*.



The screenshot shows the EPA website's page for the Storm Water Management Model (SWMM). The page title is "Storm Water Management Model (SWMM)" and it specifies "Version 5.1.007 with Low Impact Development (LID) Controls". A list of links includes Description, Capabilities, Applications, Support, Downloads, Add-in Tools, Helpful Resources, and Contact. A description paragraph states that SWMM is used for planning, analysis, and design related to stormwater runoff, combined and sanitary sewers, and other drainage systems in urban areas. It also mentions that SWMM is a dynamic hydrology-hydraulic water quality simulation model used for single event or long-term (continuous) simulation of runoff quantity and quality from primarily urban areas.

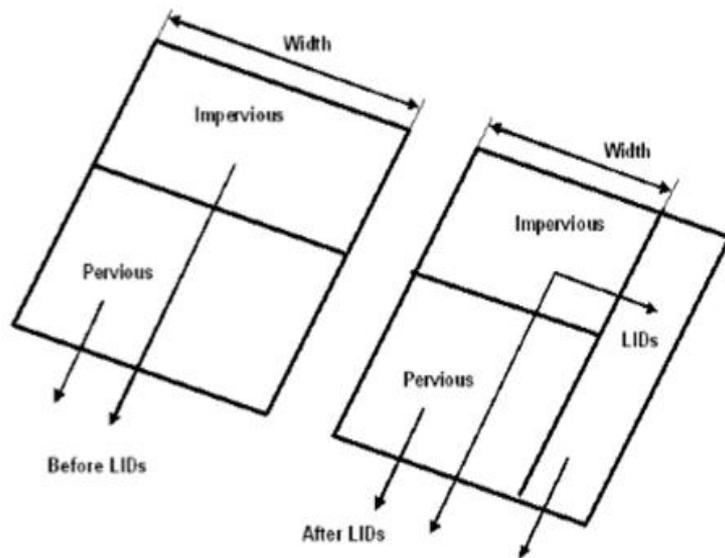
Overlaid on the website is a screenshot of the SWMM software interface. The window title is "EPA SWMM 5 - Swmm5_Runoff.inp". It shows a "Study Area Map" with a color-coded runoff map. The map has a legend for "Subcatchment Runoff" with values ranging from 200.00 to 800.00 CFS. The interface also includes a "Data" panel with options for Subcatchment View, Node View, Invert, Link View, and Date.

<http://www2.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm>

Approcci per l'inserimento delle caratteristiche di un sistema LID all'interno del software SWMM5.1

Modificare un sottobacino esistente che inizialmente non prevedeva l'utilizzo di tecniche LID

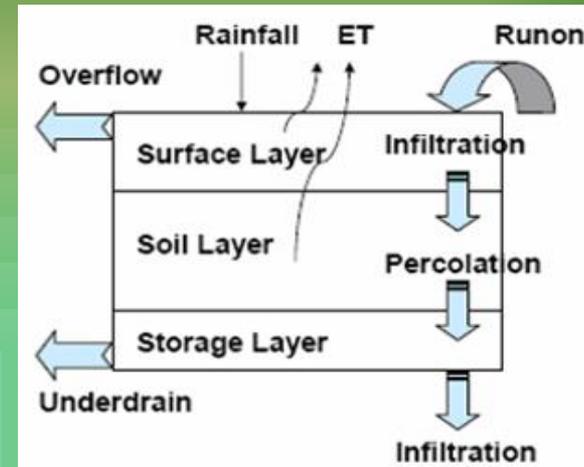
Creare un sottobacino nuovo dedicato alla pratica LID



Modellazione Matematica dei Processi Indotti dall'Inserimento di una LID

SWMM 5.1 schematizza la suddivisione del terreno in più livelli:

- Strato Superficiale (*Surface Layer*);
- Sottosuolo (*Soil Layer*);
- Strato di Accumulo (*Storage Layer*).



La tabella indica quali e quanti strati SWMM 5.1 applica per ciascuna tipologia di LID.

Il segno "X" contraddistingue i campi obbligatori mentre lo "0" i campi opzionali.

TIPOLOGIA LID/ LAYER	Surface	Pavement	Soil	Storage	Underdrain	Drainage Mat.
<i>Bio-Retention Cell</i>	X		X	X	O	
<i>Rain Garden</i>	X		X			
<i>Green Roof</i>	X		X			X
<i>Infiltration Trench</i>	X			X	O	
<i>Permeable Pavement</i>	X	X		X	O	
<i>Rain Barrel</i>				X	X	
<i>Vegetative Swale</i>	X					

X	RICHIESTO	O	OPZIONALE
---	-----------	---	-----------

BACINO IDEALE

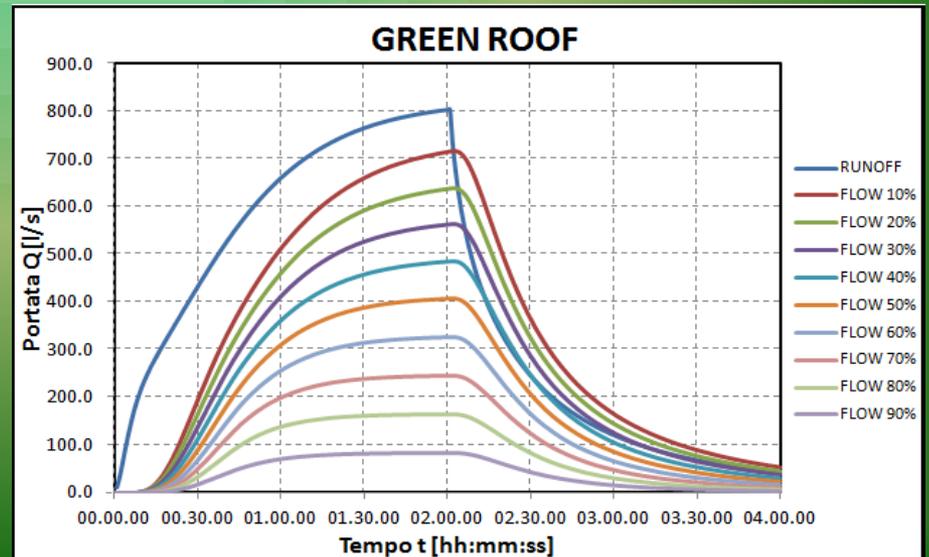
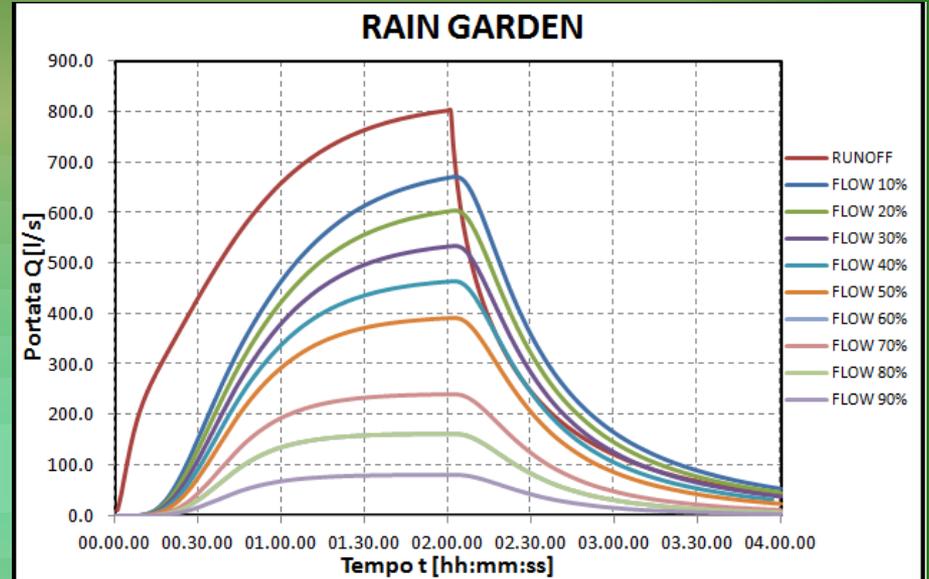
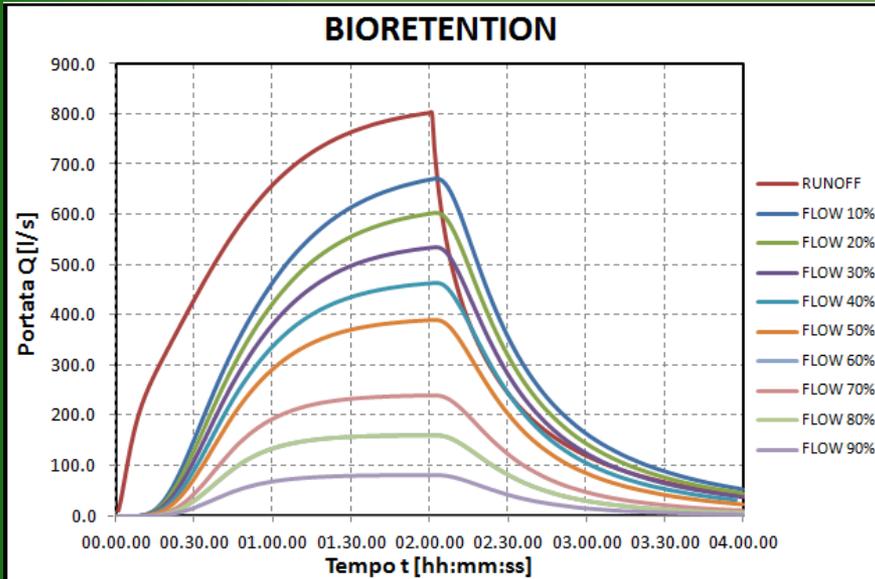
Per studiare le proprietà della modellazione in SWMM 5.1 delle diverse tipologie di tecniche LIDs, è stato analizzato, come oggetto di studio, un bacino ideale, presentante le seguenti caratteristiche:

- Superficie bacino = **10 ha**;
- Pendenza bacino = **0.5 %**;
- Percentuale terreno impermeabile = **25 %**;
- Coeff. Manning terreno impermeabile = **0.01 s/m^{1/3}**;
- Coeff. Manning terreno permeabile = **0.1 s/m^{1/3}**;
- Diametro condotto in uscita = **2 m**;
- Pendenza condotto = **2 ‰**;
- Intensità di pioggia costante $i = 30 \text{ mm/hr}$.



Confronto Idrogrammi di Piena

Berm Height = 200 mm

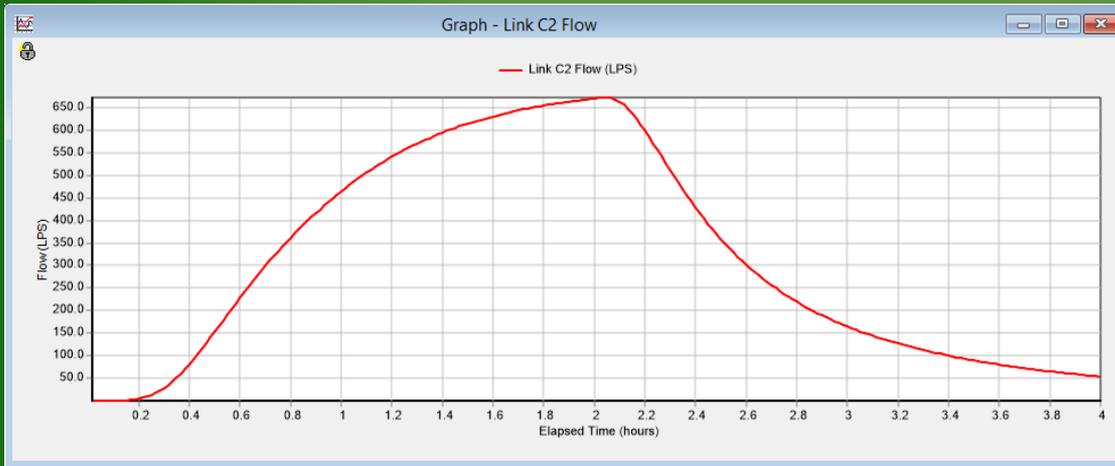


L'area compresa tra la curva di *Runoff* e quella di *Flow* individua il volume di acqua infiltrato.

Confronto Idrogrammi di Piena

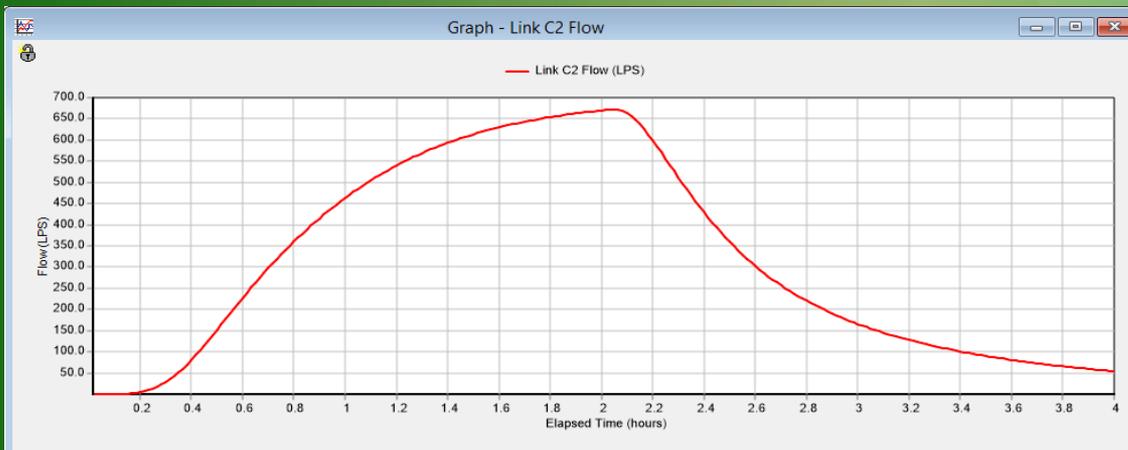
Berm Height = 200 mm

- Infiltration Trench



Surface Width per Unit = 0.50 m

La portata al colmo di piena è pari a **672.55 l/s**.



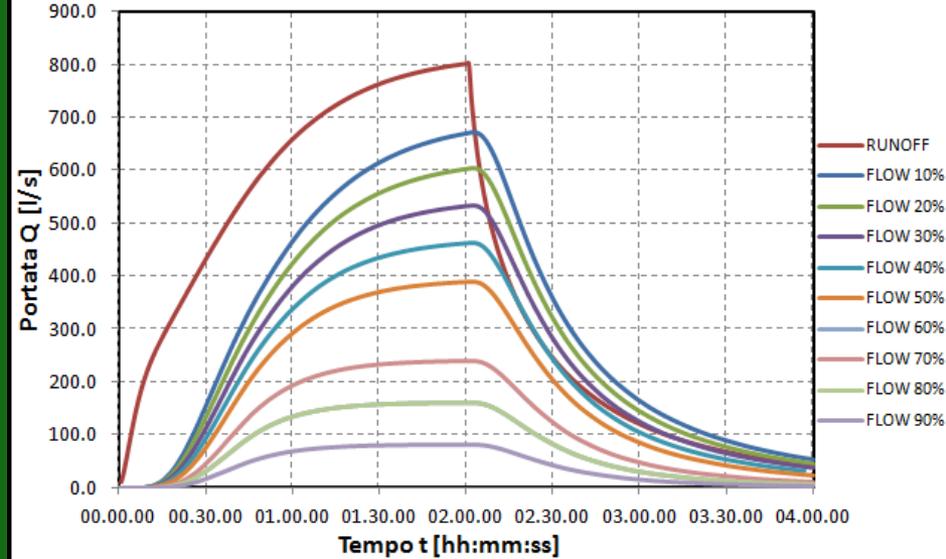
Surface Width per Unit = 5 m

La portata al colmo di piena è pari a **672.04 l/s**.

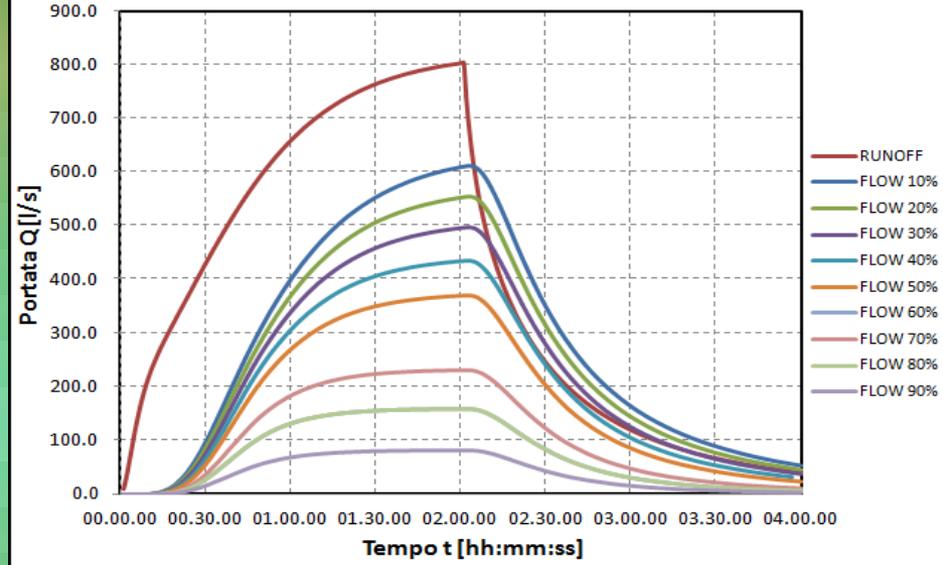
Confronto Idrogrammi di Piena

Berm Height = 200 mm

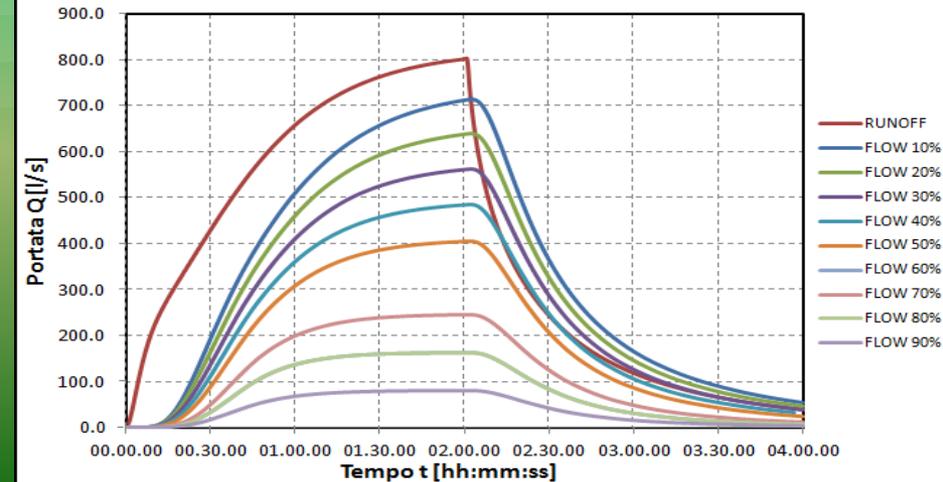
PERMEABLE PAVEMENT



RAIN BARREL



VEGETATIVE SWALE

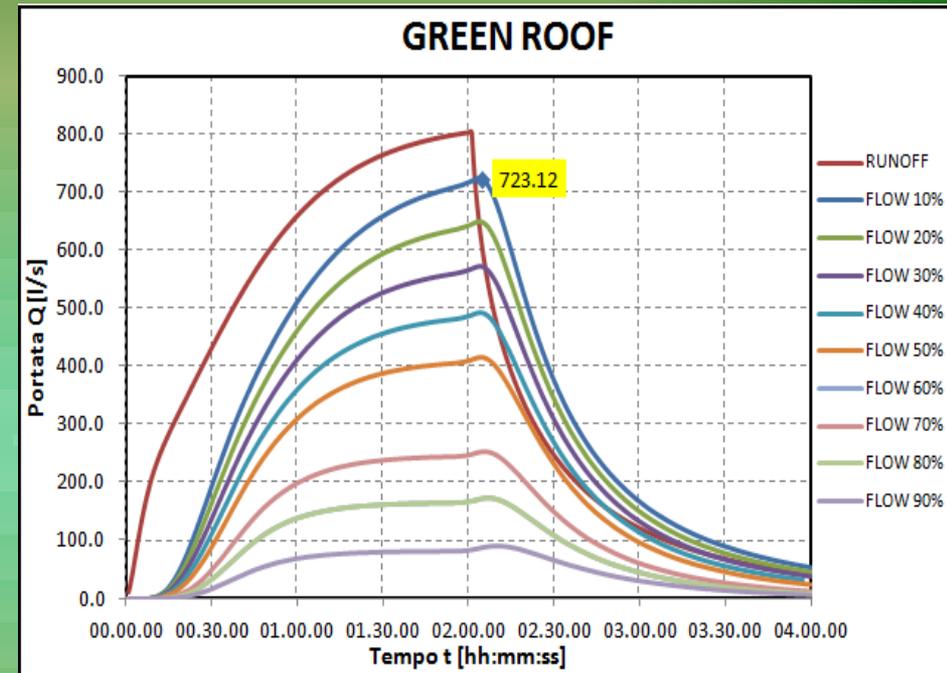
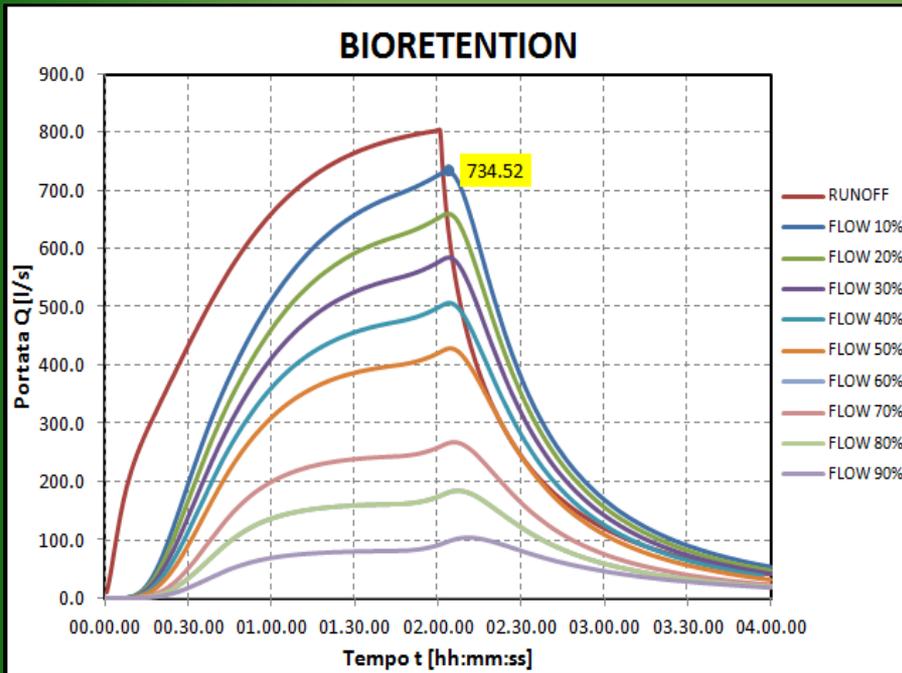


Le portate in ingresso nel tronco C2 sono ampiamente superiori rispetto alle altre casistiche considerate.



Confronto Idrogrammi di Piena

Berm Height = 50 mm

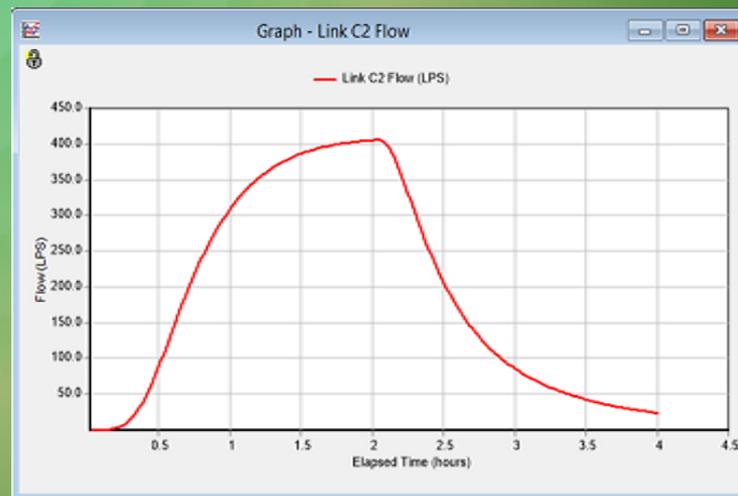
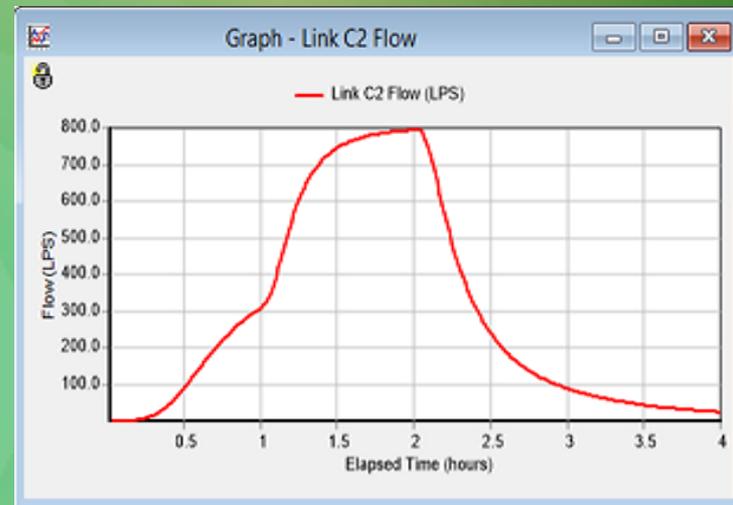
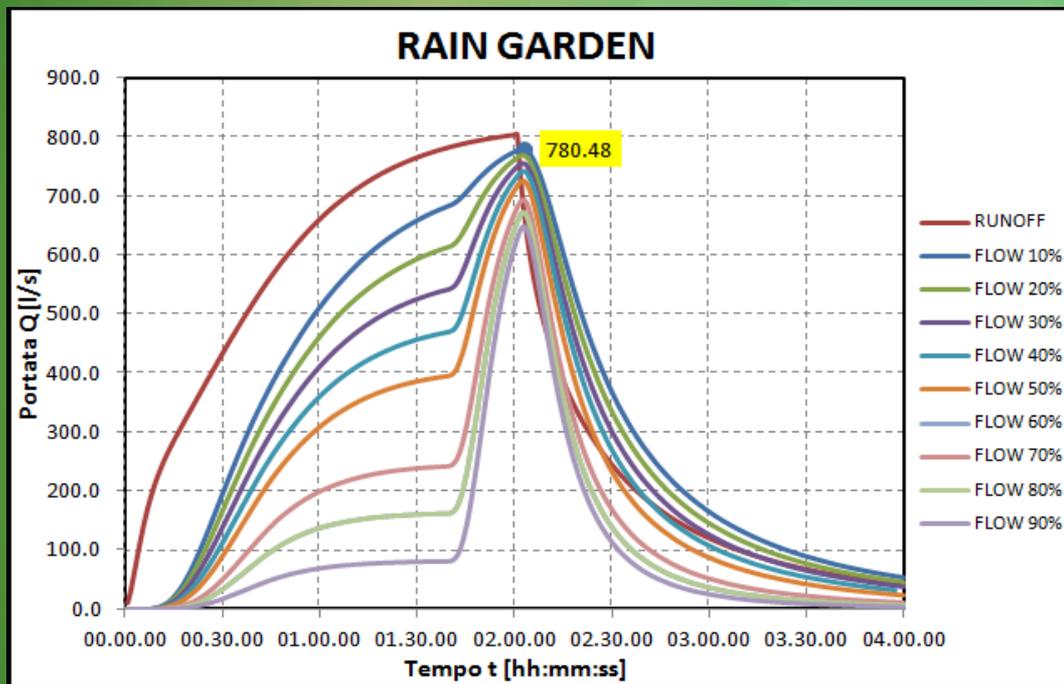


Si definisce un incremento repentino di portata negli ultimi 5 minuti dell'evento meteorico, attribuibile al raggiungimento delle condizioni di saturazione della *Berm Height*.

Confronto Idrogrammi di Piena

Berm Height = 50 mm

- Rain Garden



Variando la *Berm Height* da un valore minimo di 30 mm sino ad un massimo di 70 mm si evidenzia come:

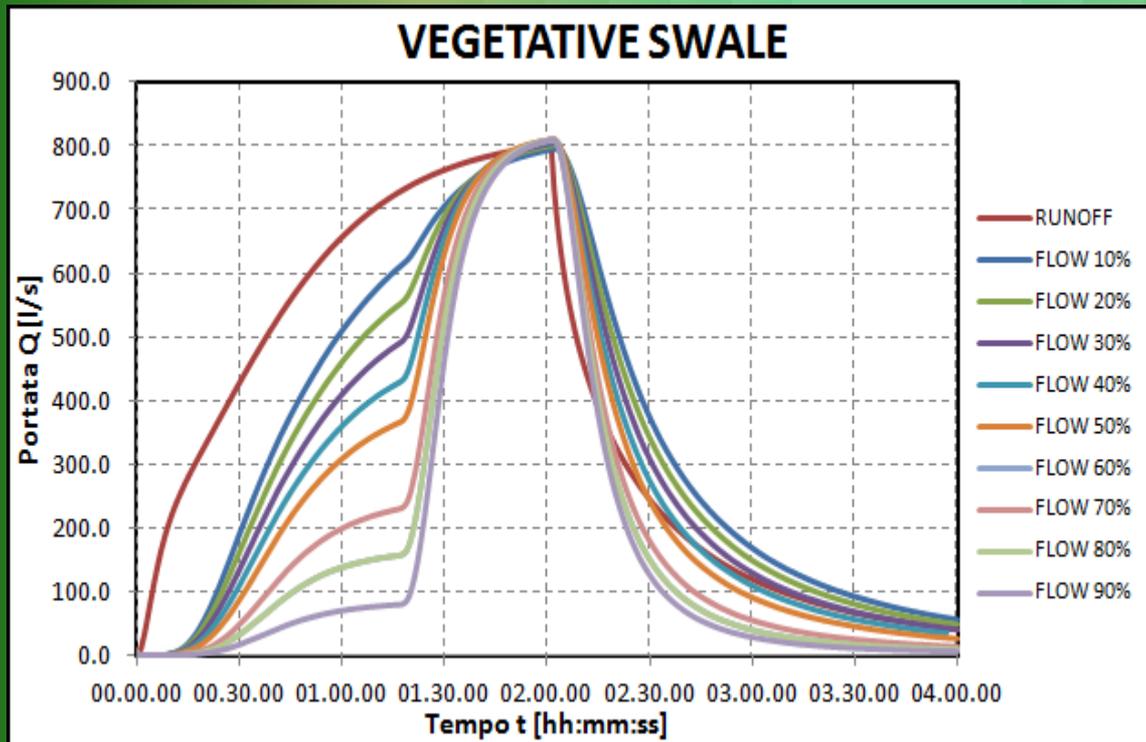
- diminuisca il valore di portata al colmo di piena;
- il punto di discontinuità trasli verso la fine dell'evento meteorico.

Confronto Idrogrammi di Piena

Berm Height = 50 mm

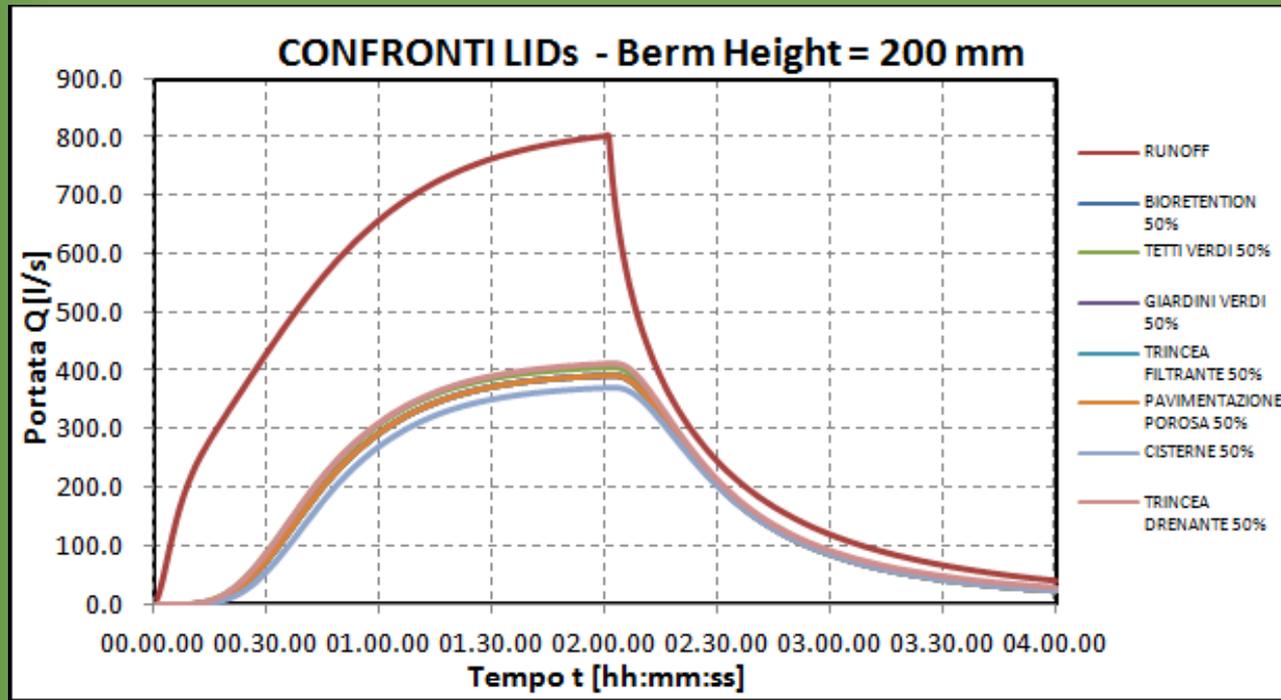
Per le LIDs: **Infiltration Trenches** e **Continuous Porous Pavement** la variazione dell'altezza della berma non influenza i valori di portata di picco affluiti nel tronco C₂, i quali risultano corrispondenti a quanto ottenuto per **Berm Height = 200mm**.

- **Vegetative Swale**



La trincea drenante accumula un'aliquota di volume ed, a seguito della saturazione stessa, comincia a rilasciarla istantaneamente con una velocità tale da raggiungerla, in corrispondenza della fine dell'evento meteorico, un valore di portata addirittura superiore di quella determinata in assenza di intervento LID.

Confronti Idrogrammi di Piena con 50% di area occupata da LID



Soluzione più conveniente in termini di controllo di portata al picco



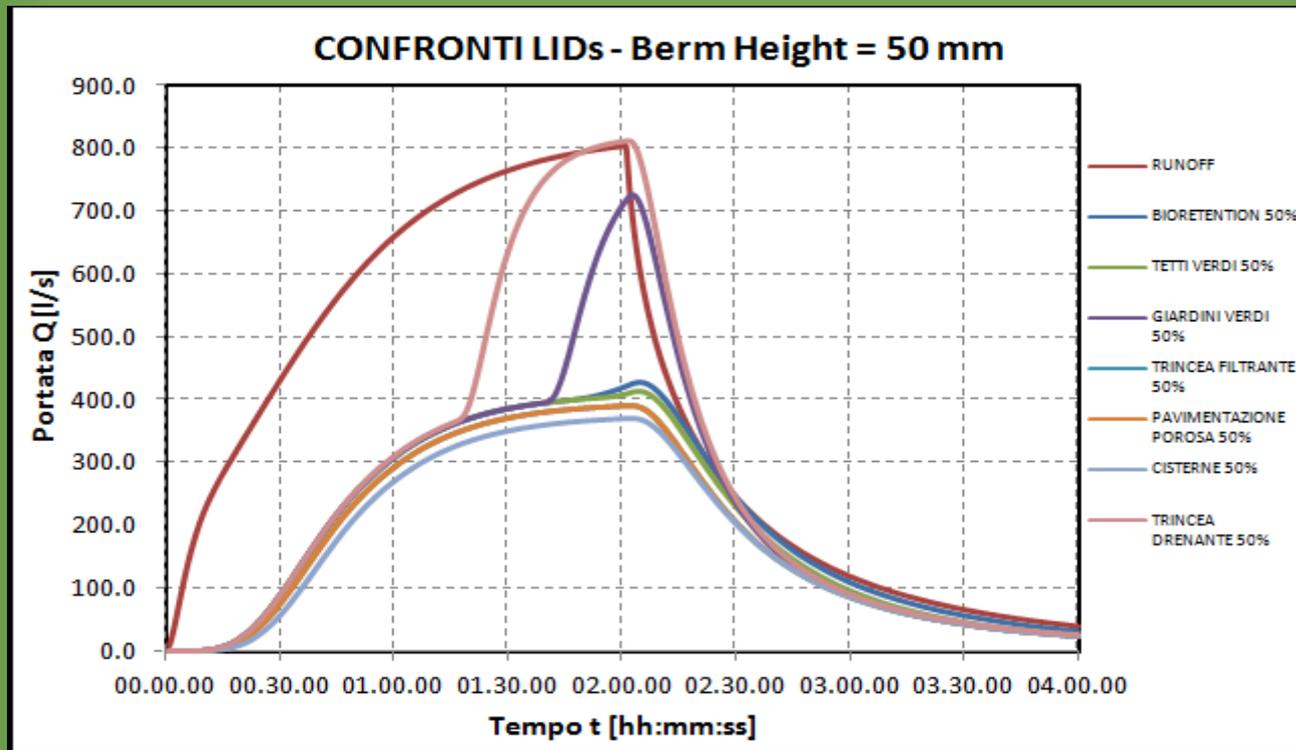
Rain Barrel

Soluzione meno conveniente in termini di controllo di portata al picco



Vegetative Swale

Confronti Idrogrammi di Piena con 50% di area occupata da LID



Le soluzioni più e meno convenienti, in termini di controllo di portata al picco restano invariate.

In questo caso si determinano istanti temporali in cui il rilascio, concordemente all'incremento repentino di portata, è tale da generare portate di entità superiori a quelle del *Run-off*, in quanto viene rilasciata anche una parte dei volumi che hanno determinato la saturazione della LID.

CONCLUSIONI

Dall'analisi di sensitività eseguita, si conclude pertanto che:

- ❑ Il parametro maggiormente influente nella valutazione idraulica della risposta di una pratica LID in un sistema di drenaggio urbano, simulato in SWMM 5.1, risulta l'altezza della berma (**Berm Height**).
- ❑ La pratica LID maggiormente performante è risultata, per entrambi i casi esaminati di *Berm Height 200 mm* (caso 1) e *50 mm* (caso 2), l'installazione di cisterne (**Rain Barrels**) mentre la meno vantaggiosa consiste nella predisposizione di trincee drenanti (**Vegetative Swales**).
- ❑ Nel caso 1 (*Berm Height = 200 mm*) le discrepanze, in termini di laminazione delle portate al colmo di piena, tra le varie tipologie di LIDs non risultano sostanziali, concludendo che l'installazione delle stesse, dal punto di vista di laminazione idraulica, risulta equivalente. E pertanto la valutazione non può prescindere dalla valutazione di ulteriori fattori, in primis quello economico.
- ❑ Nel caso 2 (*Berm Height = 50 mm*), invece, le differenze tra le varie tipologie di LIDs risultano concrete e diviene determinante la scelta di una o di altra pratica.

*L'attenzione è la forma più rara
e più pura della generosità.*

“Simone Weil”

GRAZIE A TUTTI

