



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il
Territorio

Tesi di Laurea in Infrastrutture Idrauliche
a.a. 2016/2017

MITIGAZIONE DEL RISCHIO ALLUVIONALE IN AREE URBANE MEDIANTE BMPs: un caso di studio

Relatore

Prof. **Maurizio Giugni**
Prof. **Francesco De Paola**

Candidata

Antonella Sollo
N49000582

Il rischio alluvionale in Italia

Cosa è?

Il “rischio di alluvioni” è la combinazione della probabilità di un evento alluvionale e delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale e l’attività economica derivanti da tale evento.

Il RISCHIO (R), così come assunto nel DPCM 1998, è dato dal prodotto di tre fattori:

$$R = P \times E \times V$$

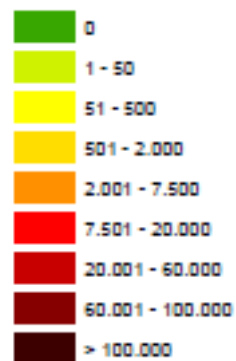
Dove:

P è la pericolosità

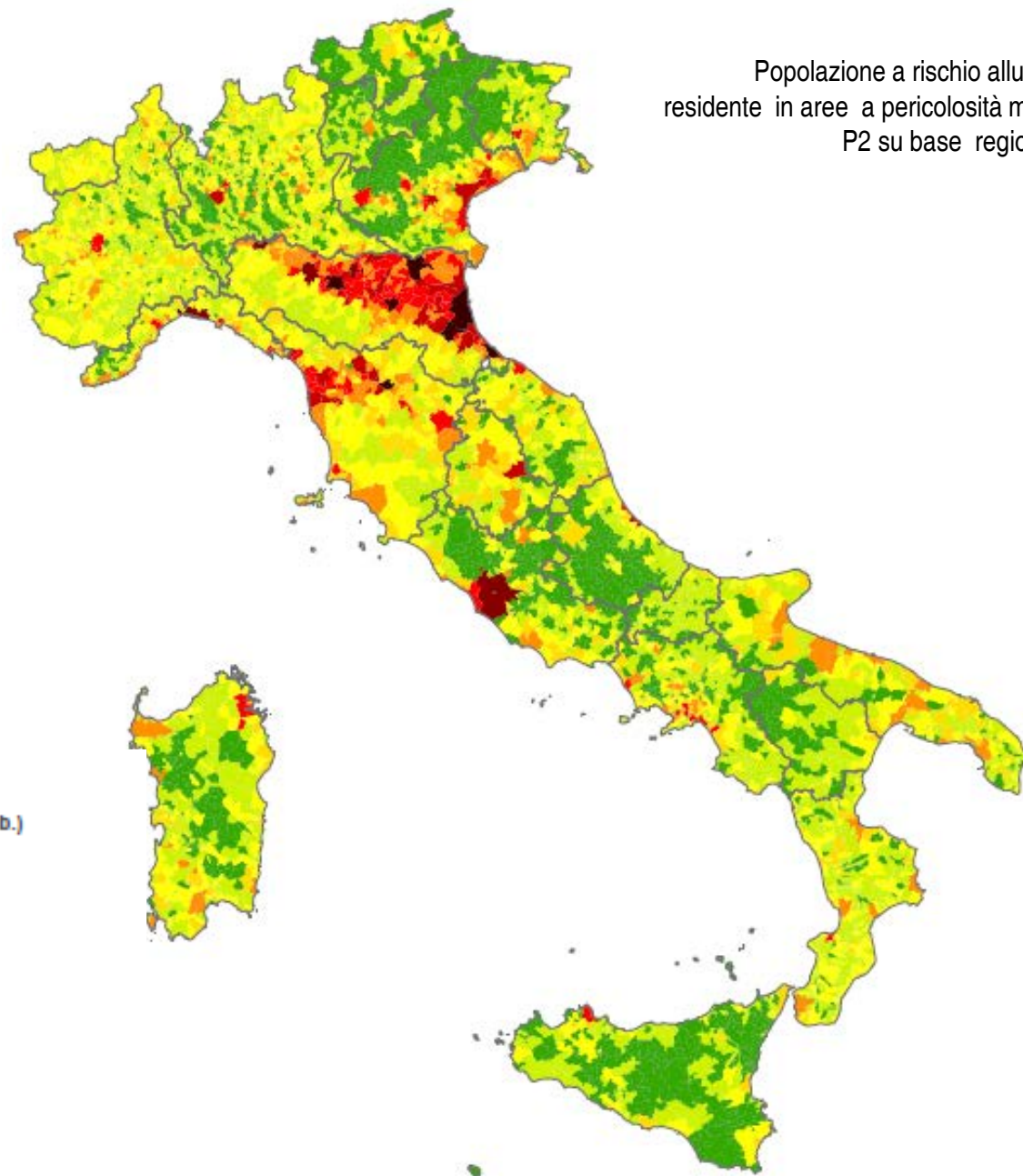
E è l’esposizione degli elementi a rischio

V è la vulnerabilità

LEGENDA
Popolazione esposta (N. ab.)



Popolazione a rischio alluvioni
residente in aree a pericolosità media
P2 su base regionale





Le **alluvioni urbane** sono sempre più frequenti e intense e la qualità dei corpi idrici ricettori scadente o pessima a causa:

- della progressiva urbanizzazione dei bacini;
- dell'**impermeabilizzazione dei suoli**;
- dei **cambiamenti climatici**;
- della mancanza del concetto di “limite” nella pianificazione delle trasformazioni (come ad esempio la disponibilità idrica, la capacità di smaltimento delle reti e la capacità di depurazione dei depuratori, la disponibilità di aree filtranti).

Una gestione efficace delle acque meteoriche che si basi su:

- una visione unitaria di bacino;
- la considerazione del fatto che l'acqua è un elemento dinamico e multiforme che cambia continuamente nel tempo e nello spazio;
- la massima multifunzionalità possibile negli interventi;
- l'integrazione in un unico progetto delle istanze idrauliche, ecologiche, sociali.

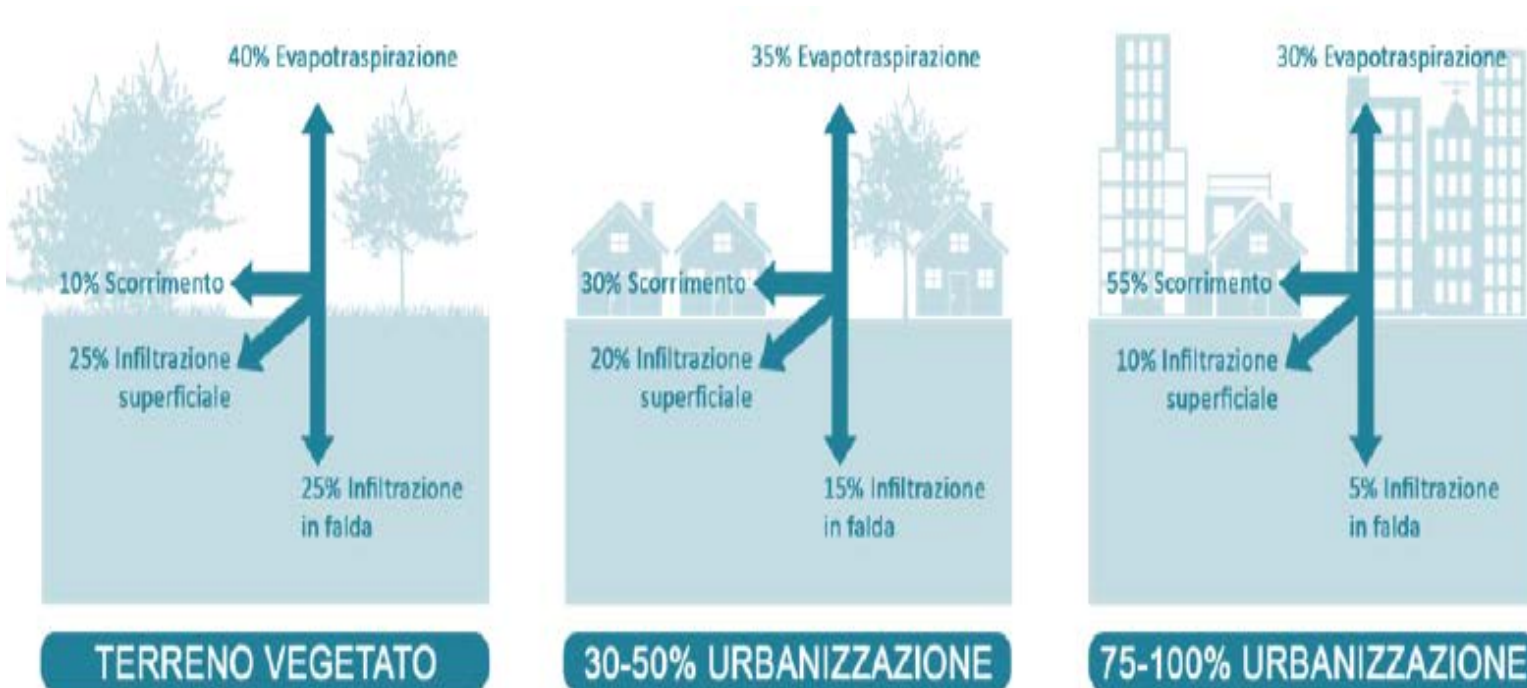
Attraverso **soluzioni innovative (Best Management Practices, BMPs e Low Impact Development, LID)** finalizzate a facilitare la circolazione naturale dell'acqua nella rete idrografica e a trattenere le precipitazioni, mediante fenomeni di infiltrazione, ritenzione e accumulo delle acque meteoriche, promuovendo il concetto di **resilienza** urbana.



Impermeabilizzazione del suolo

“Difendere il suolo dalla cementificazione selvaggia, dall'inquinamento e dagli interessi speculativi deve essere una priorità per garantire al nostro paese la conservazione della biodiversità e regolazione dei cambiamenti climatici.

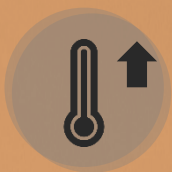
Legambiente Campania ”



L'impermeabilizzazione influisce fortemente sul suolo, diminuendo molti dei suoi effetti benefici tra cui:

- o infiltrazione, con conseguente aumento in volume e in velocità dei deflussi superficiali e riduzione di capacità di ricarica della falda.

- o evaporazione, con conseguente aumento della temperatura media.



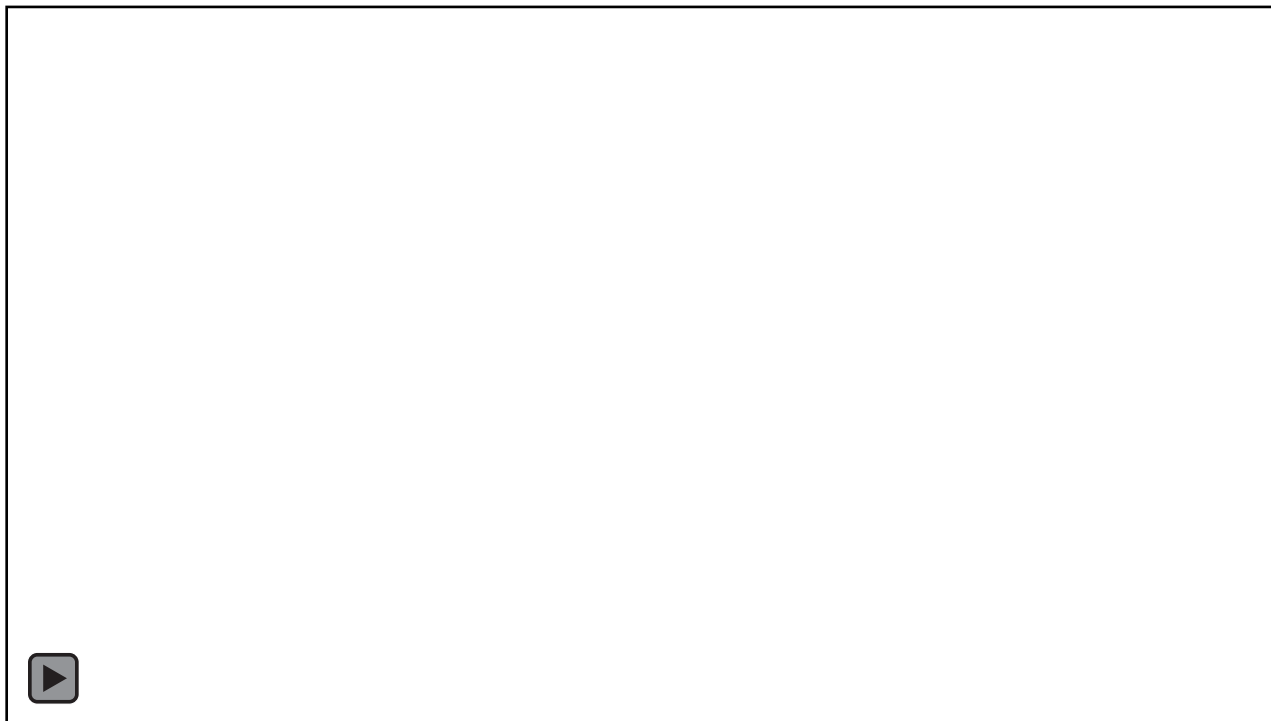
Il cambiamento climatico

le cause

La temperatura del pianeta sta aumentando a causa dei gas serra che le attività umane immettono nell'atmosfera in grandi quantità, dell'aumento del buco dell'ozono, della deforestazione e dello smog fotochimico.

gli effetti

eventi meteorici estremi
ondate di calore
siccità
innalzamento livello dei mari



“La temperatura media globale continua ad aumentare: la primavera 2017 è la terza più asciutta dal 1800 ad oggi, con un'anomalia di +1,9 gradi.

Istituto di scienze dell'atmosfera e del clima (Isac),”



Barcellona



Rotterdam



Copenaghen



New Orleans

Resilienza: l'arte di adattarsi al cambiamento, trasformando incertezze in occasioni e rischi in innovazione.

come adattarsi?

La gestione del rischio di inondazione richiede lo sviluppo di una strategia a lungo termine che equilibri le attuali esigenze con una futura sostenibilità. Essa riconosce che il rischio stesso non potrà mai essere eliminato completamente e che la resilienza all'alluvione può anche includere un miglioramento delle capacità delle persone e delle comunità di adattarsi e affrontare le inondazioni.

Le **città resilienti**, infatti, prendono consapevolezza della propria esposizione a determinati rischi e conseguentemente predispongono un piano proattivo, decisionale, robusto ed integrato per prevenirli e, in caso di necessità, reagire in modo efficace.



Best Management Practices

Con l'acronimo BMPs s'intende un insieme di sistemi di controllo o di trattamento, utilizzati per migliorare gli aspetti *qualitativi* (riduzione dell'inquinamento delle acque) e *quantitativi* (controllo delle portate) legati alla gestione delle acque meteoriche, avendo come obiettivo la salvaguardia dell'ambiente.



Pavimenti Porosi

WHAT? posa e sistemazione di pavimentazioni impermeabili o semi-impermeabili su porzioni di superfici, anche carrabili

FOR? favoriscono l'infiltrazione e la ricarica delle falde; Riducono le superfici impermeabili e le connesse opere di intercettazione, di collettamento e di smaltimento delle acque meteoriche.

WHERE? cortili, strade, piste ciclabili e pedonali, strade d'accesso e parcheggi

Bioretention

WHAT? aree verdi strutturate artificialmente costituite da una fascia con copertura erbosa disposta tra una superficie drenata e una zona di ristagno.

FOR? intercettano, smaltiscono e infiltrano le acque meteoriche drenate da superfici impermeabilizzate, rallentando il deflusso e provvedendo ad una minima rimozione degli inquinanti

WHERE? ambiti rurali, periurbani, urbani

Tetti Verdi

WHAT? interventi che prevedono l'installazione di sistemi vegetati su coperture o porzioni delle stesse.

FOR? favoriscono l'evapotraspirazione e l'infiltrazione; riducono il deflusso superficiale; rilasciano gradualmente le acque meteoriche captate; migliorano la coibentazione dell'edificio, migliorandone l'inserimento paesistico.

WHERE? intervento applicabile direttamente all'edificio



CASO DI STUDIO

Ponticelli



municipalità 6 di Napoli

FASI DI ANALISI

1 **analisi territoriali**
Delimitazione del bacino idrografico
Determinazione delle proprietà del bacino

2 **costruzione scenario base**
Generazione File.inp
Modellazione rete semplificata
Simulazione e calcolo del volume di pioggia scaricato in condizioni base

Software: Epa Swmm

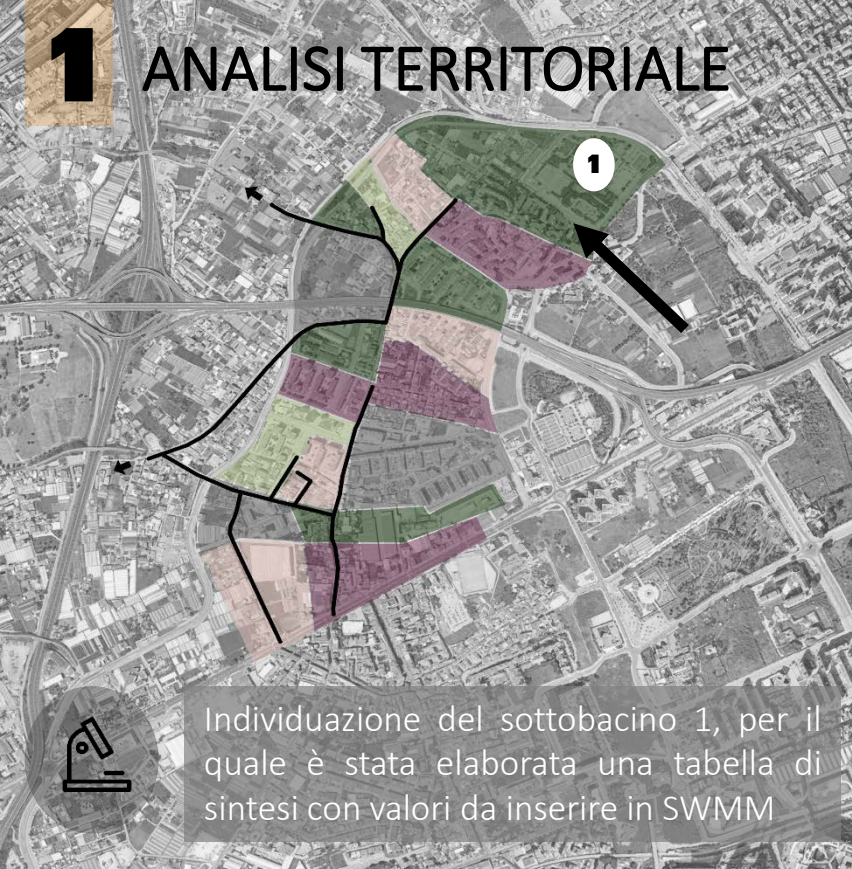
3 **costruzione scenario LID-BMPs**
Editing File.inp
Definizione delle aree LID-BMPs

Software: Epa Swmm

4 **set di soluzioni**
Generazione delle possibili soluzioni tecnicamente possibili fissando il rendimento (V/V0)% e ottimizzando i costi

Software: Harmony Search

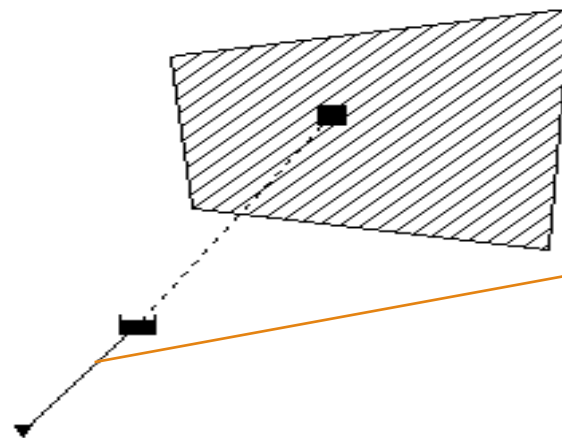
1 ANALISI TERRITORIALE



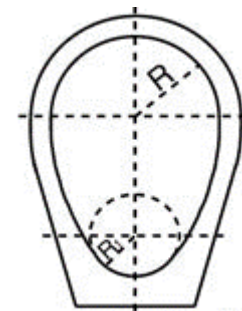
Individuazione del sottobacino 1, per il quale è stata elaborata una tabella di sintesi con valori da inserire in SWMM

	bacino 1
AREA	20,14 ha
WIDTH	1304,74 m
%SLOPE	2,43
%IMP	76,62
N PERV	0,1 s/m ^{1/3}
N IMP	0,011 s/m ^{1/3}
Dstore PERV	0,05
Dstore IMP	1,69

2 SCENARIO BASE



Condotto C296



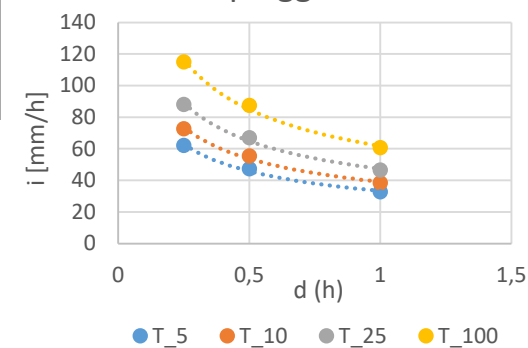
Modellazione di un bacino ideale a cui sono state assegnate caratteristiche morfologiche e pluviometriche relative al bacino 1.

Per le simulazioni si sono considerati ietogrammi rettangolari determinati considerando la Curva di Probabilità Pluviometrica di Napoli del Vapi.

Si è fatto riferimento a durate di 15 min., 30 min. e 1h, in relazione ai periodi di ritorno di 5,10,25 e 100 anni.

	T=5 anni	T=10 anni	T=25 anni	T=100 anni
15 min	62.03	72.70	87.95	114.90
30 min	47.24	55.37	66.99	87.51
1h	33.72	39.46	46.53	60.79

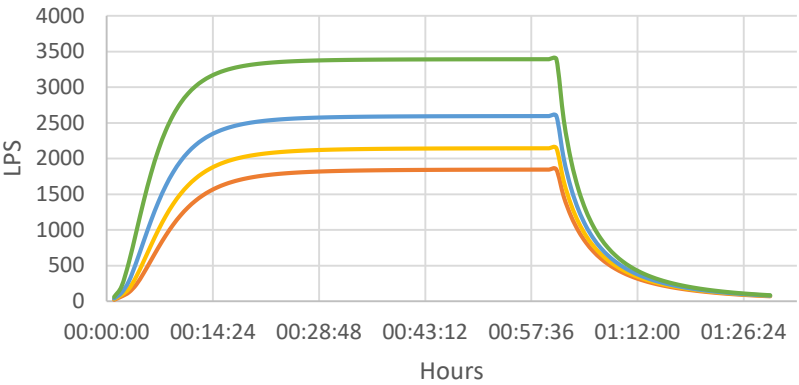
Curve di intensità di pioggia



RISULTATI SIMULAZIONE SENZA LID-BMPs

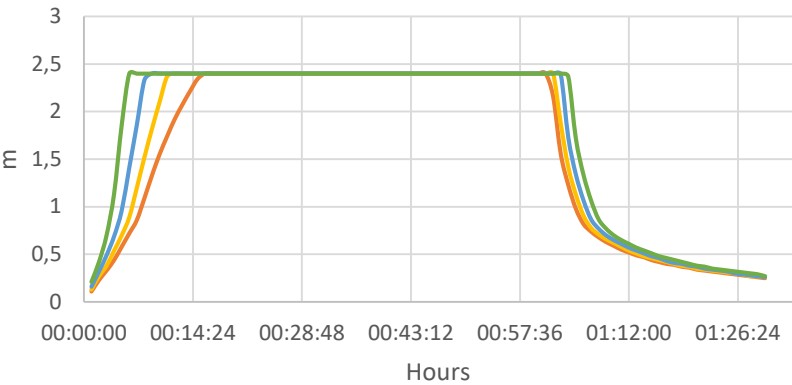
relativi all'evento 1h

Run off - Subcatchment 1



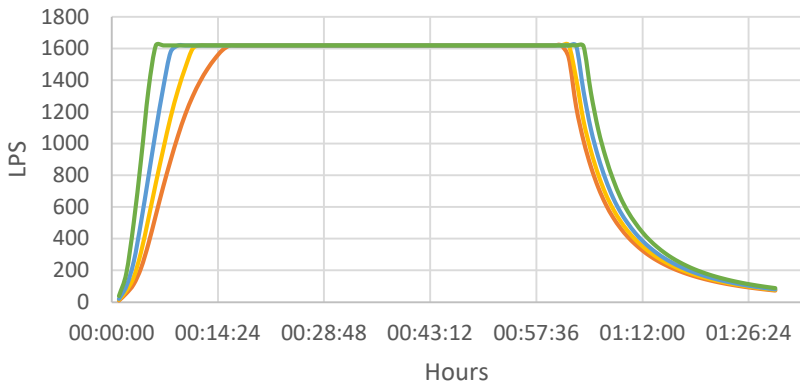
T_5_1h_NOLID T_10_1h_NOLID
T_25_1h_NOLID T_100_1h_NOLID

Depth- Storage Unit J1



T_5_1h_NOLID T_10_1h_NOLID
T_25_1h_NOLID T_100_1h_NOLID

Flow-C296



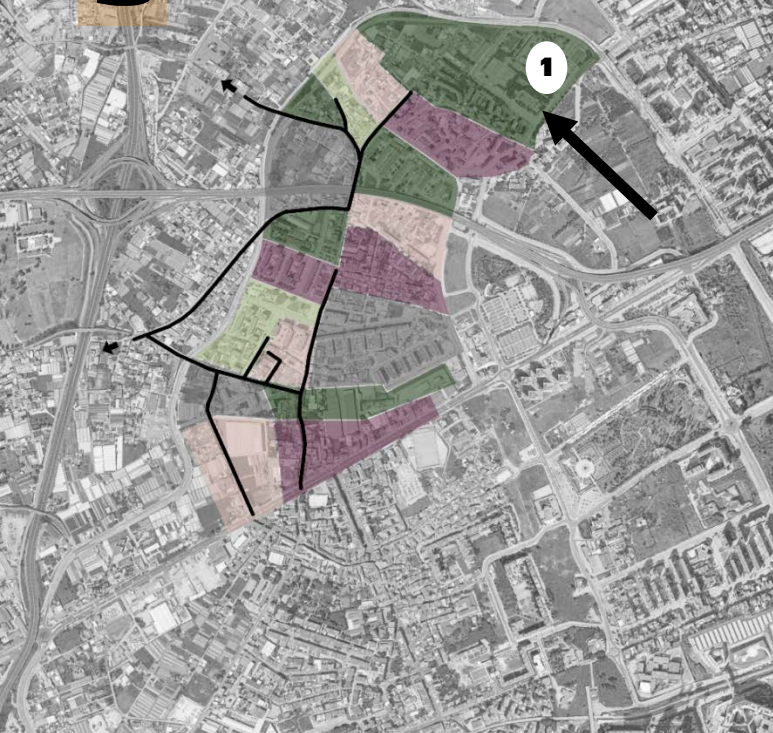
T_5_1h_NOLID T_10_1h_NOLID
T_25_1h_NOLID T_100_1h_NOLID

	Precipitazione tot.	Infiltrazione tot	Deflusso tot.	Deflusso tot.	Picco deflusso	Coefficiente di afflusso
	[mm]	[mm]	[mm]	[l]	[LPS]	[%]
T=5 anni	33.72	0.32	31.83	6.41*10 ⁶	1847.96	0.944
T=10 anni	39.46	0.32	37.19	7.49*10 ⁶	2144.01	0.951
T=25 anni	46.53	0.32	45.38	9.14*10 ⁶	2595.58	0.959
T=100 anni	60.79	0.32	59.86	12.06*10 ⁶	3393.45	0.968

	Total Flood Volume [l]
T=5 anni	0.546*10 ⁶
T=10 anni	1.423*10 ⁶
T=25 anni	2.87*10 ⁶
T=100 anni	5.564*10 ⁶

3

SCENARIO LID-BMPs



AREA BIORETENTION

0 mq



AREA TETTI VERDI

0 mq



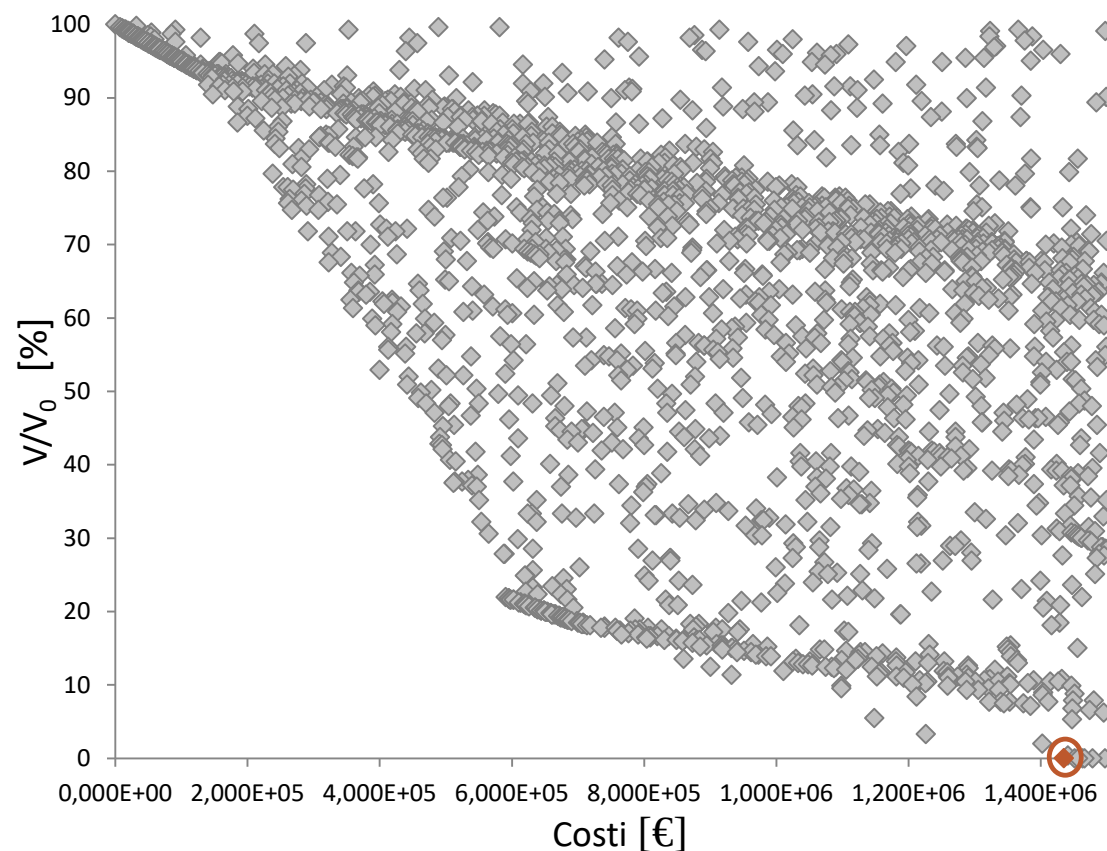
AREA PAVIMENTI POROSI

9296.378 mq

AREA VASCA DI
LAMINAZIONE1670 m³
(S=700 mq)

4

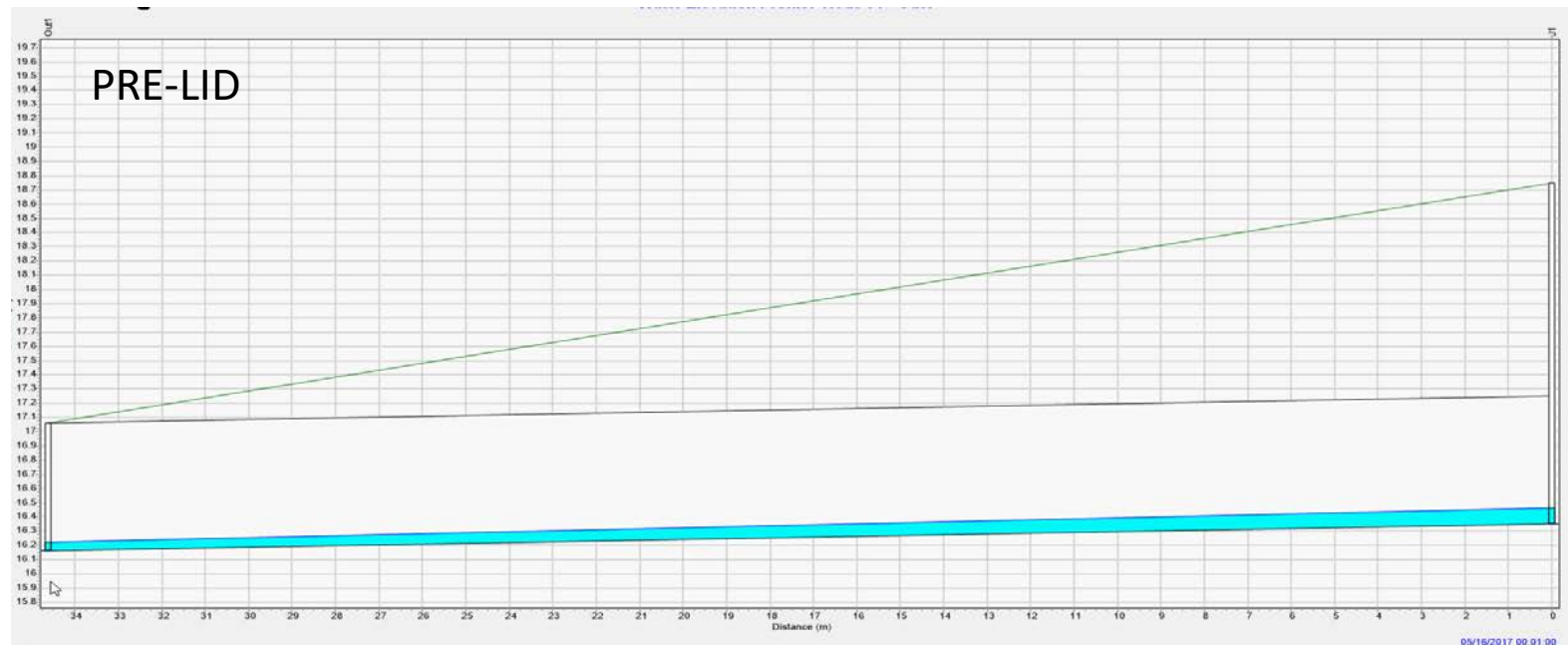
SET DI SOLUZIONI

generate con il codice di calcolo *Harmony Search*evento di 1h relativo alla
durata di 5 annibudget di
1435205 €riduzione del
volume
d'acqua
esondato pari
al 100%**volume d'acqua che esonda**

Porous Pavement		New Impervious	New Width
Area [mq]	Width [m]	[%]	[m]
9296.378	60.2252	75.76	1244.515

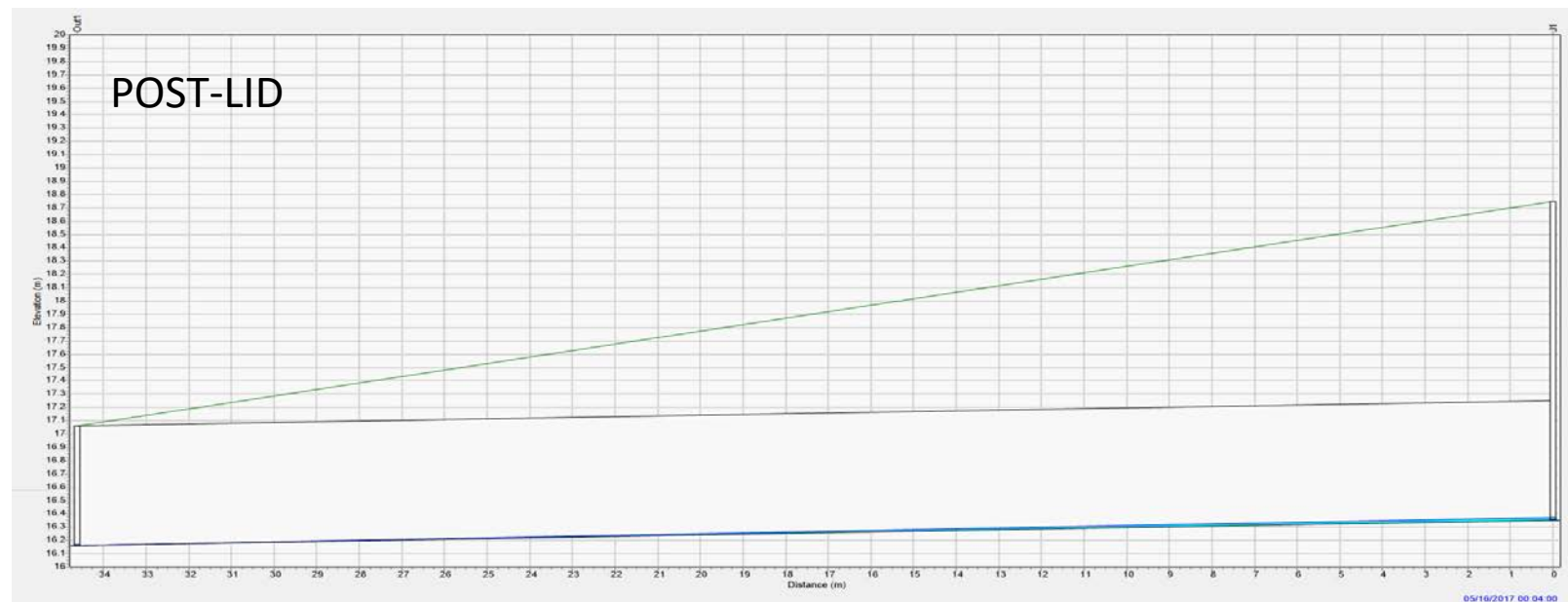
PRE LID0.546*10⁶ l**POST LID**

0 l



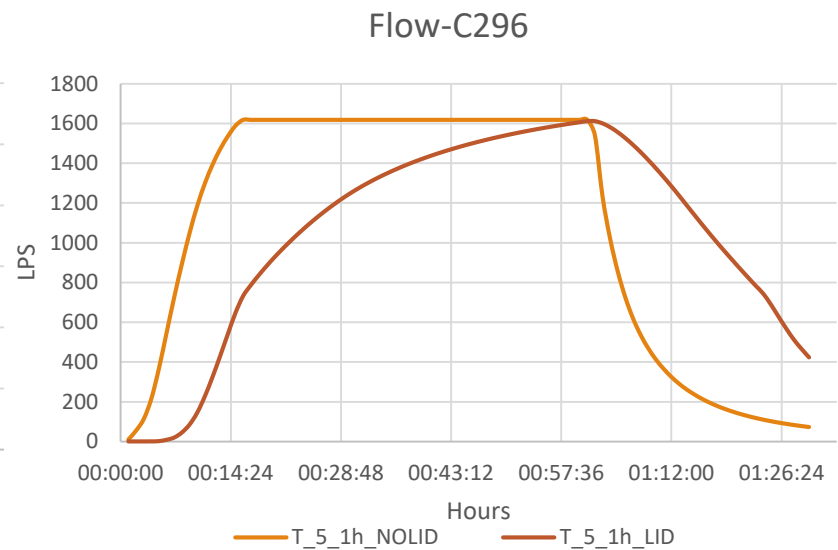
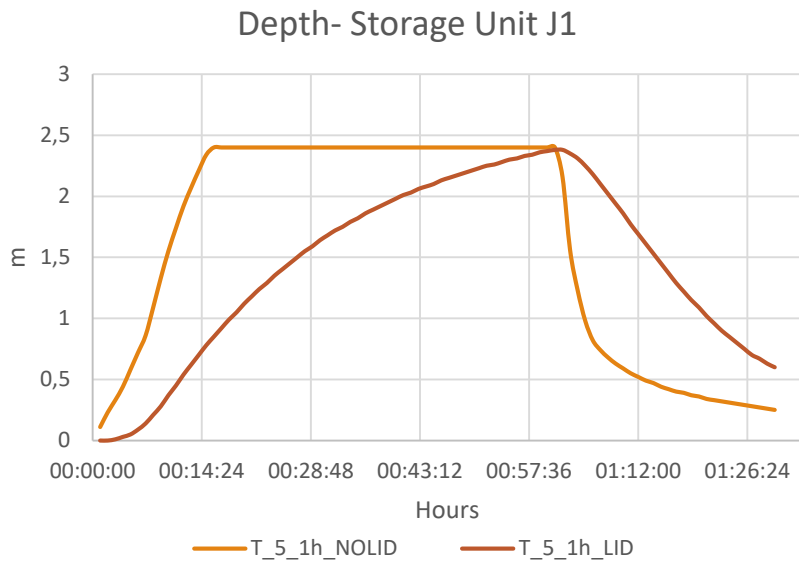
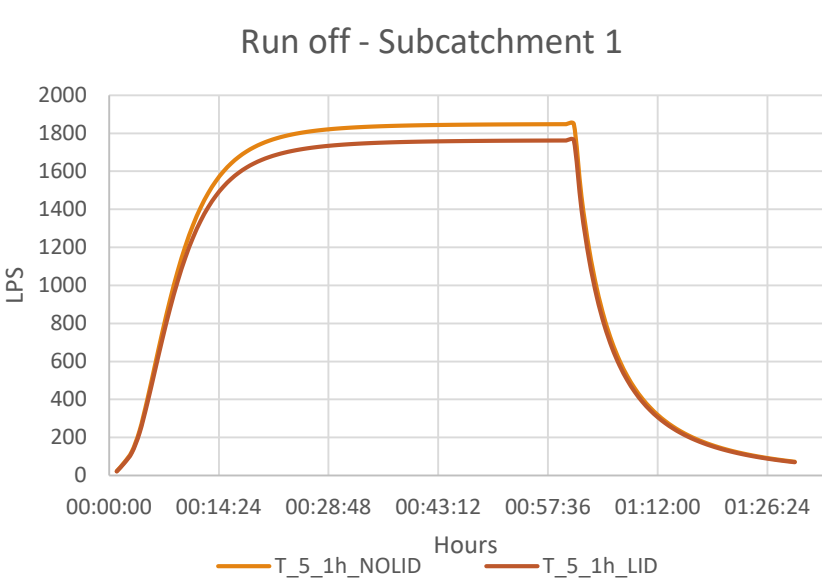
simulazione rete di drenaggio

Profilo lungo via Madonelle generato in *Epa Swmm 5.1* con un evento di durata di 1 ora e periodo di ritorno 5 anni.



la propagazione idraulica all'interno della rete di drenaggio è modellata con il metodo dell'onda dinamica (Dynamic Wave), che risolve il sistema di equazioni monodimensionali del flusso di Saint Venant

CONFRONTO SCENARIO PRE E POST LID



	Precipitazione tot.		Deflusso tot.		Deflusso tot.		Picco deflusso		Coefficiente di afflusso	
	[mm]		[mm]		*10 ⁶ [l]		[LPS]		[%]	
			Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1h	33.72									
5 anni			31.83	30.34	6.41	6.11	1847.96	1762.34	0.944	0.900

	Precipitazione tot.		Deflusso tot.		Deflusso tot.		Picco deflusso		Coefficiente di afflusso	
	[mm]		[mm]		*10 ⁶ [l]		[LPS]		[%]	
			Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
15 min	16.54									
5 anni			15.1	13.94	3.04	2.81	3306.04	3108.86	0.913	0.868
30 min	24.41									
5 anni			22.88	21.81	4.61	4.39	2620.14	2497.37	0.937	0.894

A photograph of a narrow, cobblestone street in a European town, likely Italy, during a rainstorm. The street is wet and reflects the surrounding buildings and the sky. On the left, there are multi-story buildings with balconies and a sign that reads "PIZZERIA". On the right, there are more buildings with arched windows and doorways. The overall atmosphere is moody and atmospheric.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

La curiosità è tanto imparentata all'attenzione,
quanto l'attenzione lo è alla memoria.