

Regimentazione delle acque meteoriche e di superficie

Aspetti idraulici idrologici ed ambientali in ambito urbano

Sandro Artina
Andrea Bolognesi

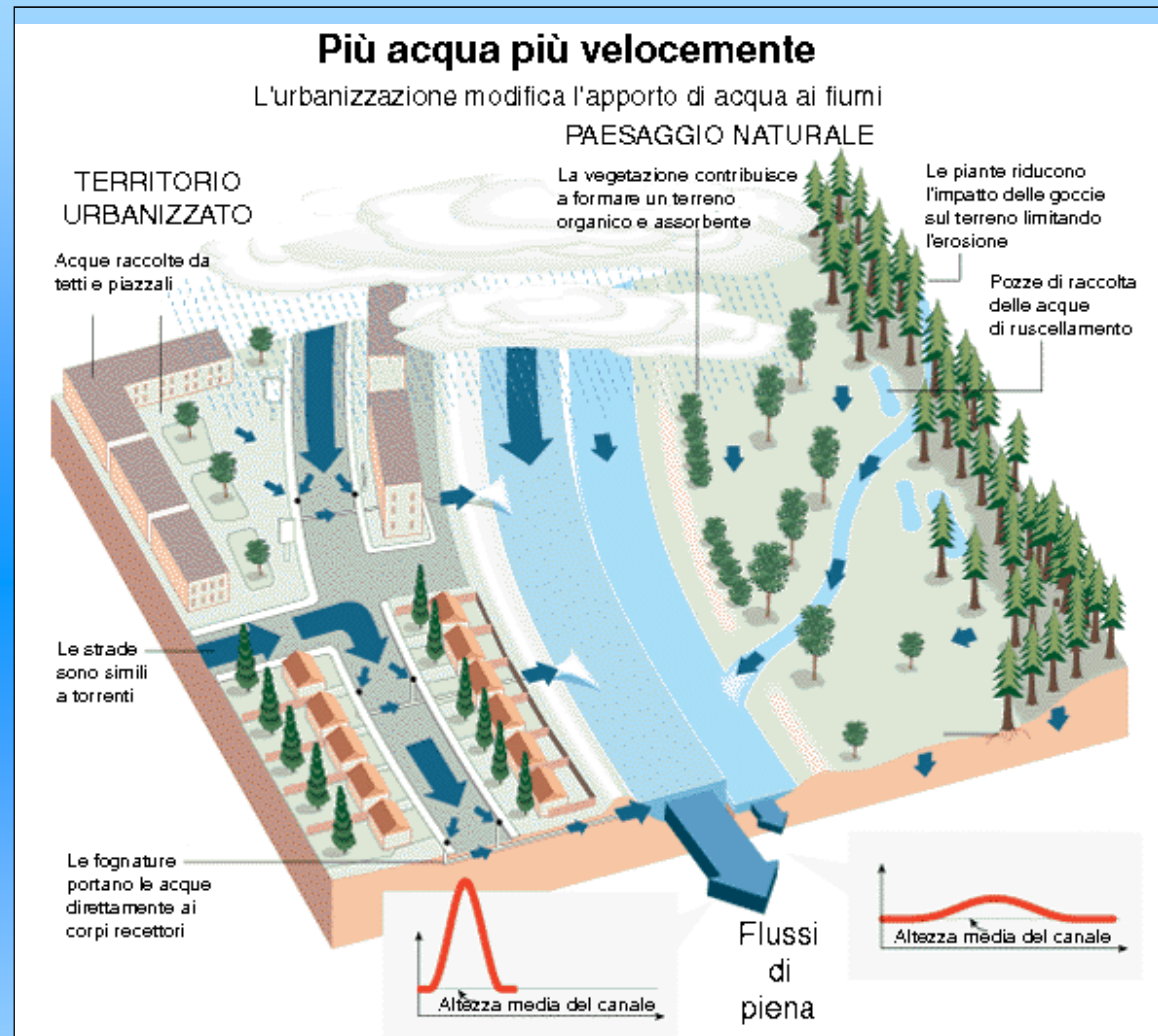
sandro.artina@unibo.it , and.bolognesi@unibo.it



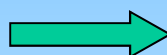
Hydrologic cycle in urban areas

L'urbanizzazione del territorio porta ad un incremento della porzione di suolo impermeabilizzato; tale fenomeno provoca alterazioni sul ciclo idrologico:

- minore volume di acqua che si infila nel sottosuolo (modifica nel bilancio idrologico delle acque sia superficiali sia sotterranee);
- conseguente incremento delle portate inviate alle reti fognarie e ai corpi idrici riceventi.



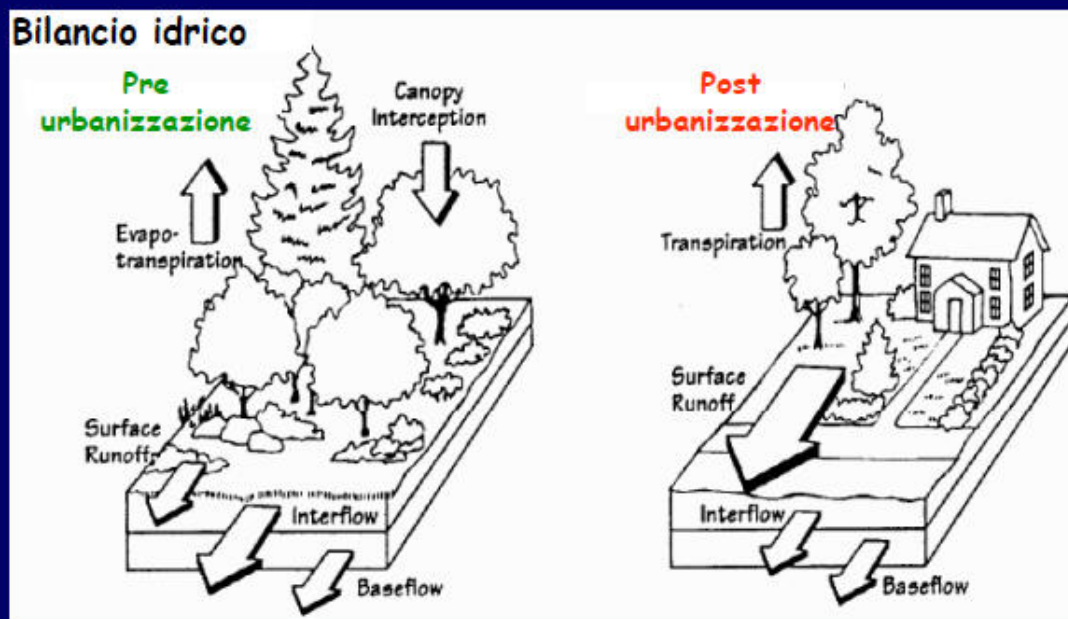
Sovraccarico della rete



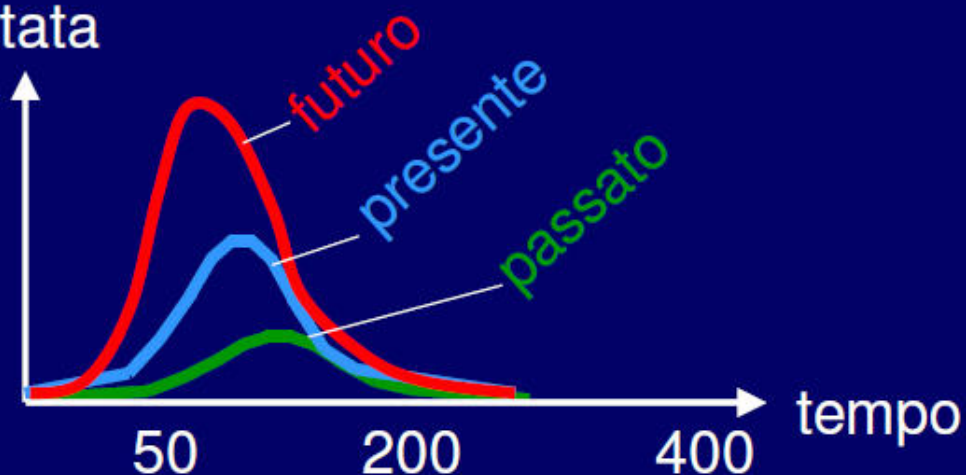
ESONDAZIONI

Effetto dell'urbanizzazione: deflussi superficiali

Bilancio idrico



Portata



- **Aumento della portata al colmo e del volume di deflusso**
- **Diminuzione del tempo di corrivazione**
- **Riduzione della ricarica della falda**
- **Aumento della frequenza e della intensità delle piene fluviali**
- **Diminuzione delle portate di magra nei corpi idrici ricettori**



Image © 2012 DigitalGlobe

© 2012 Tele Atlas

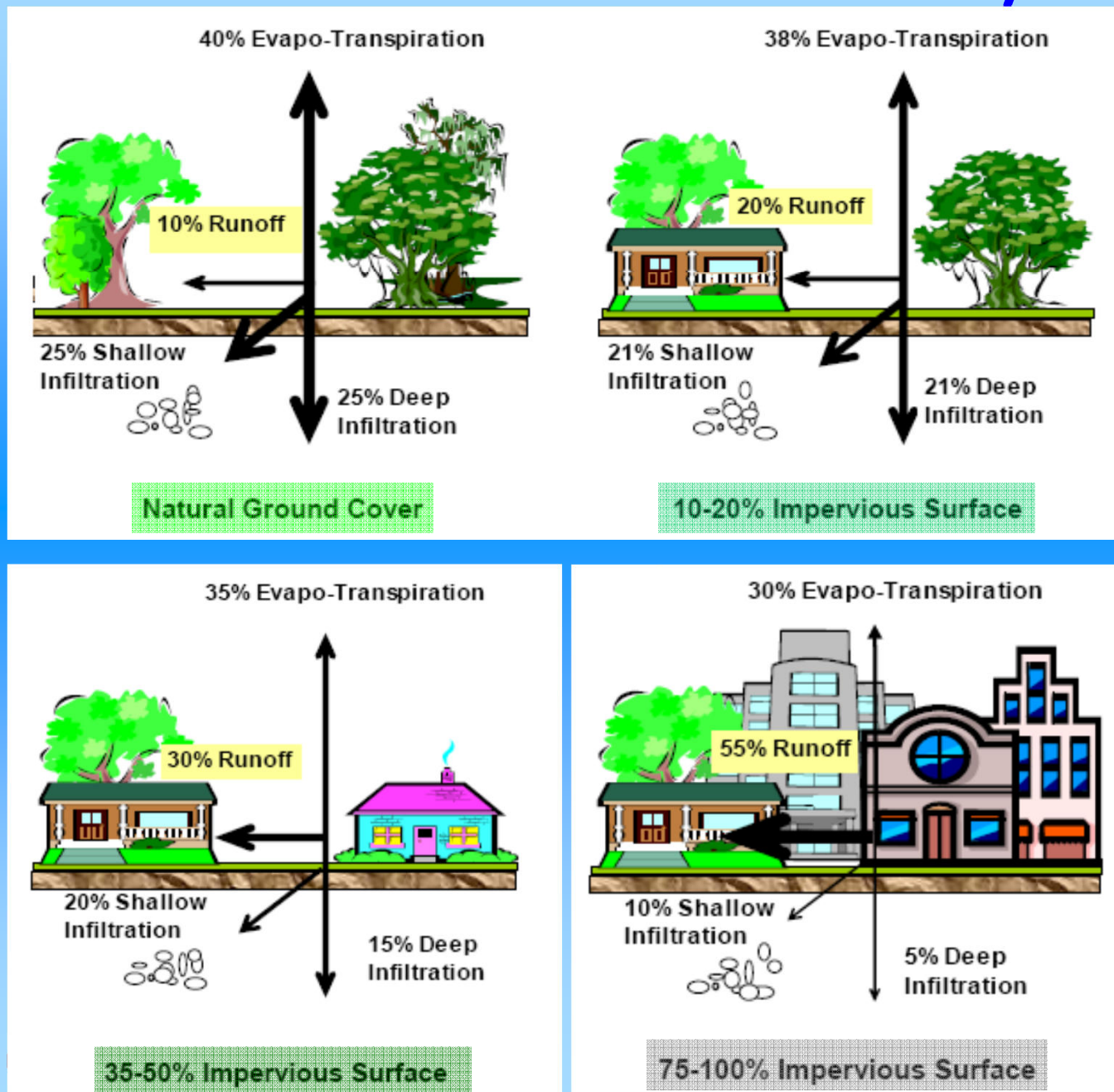
Data di acquisizione delle immagini: 8/19/2011

Lat 44.533139° Lon 11.539289° elev 23 m

Google earth

Alt 1.10 km

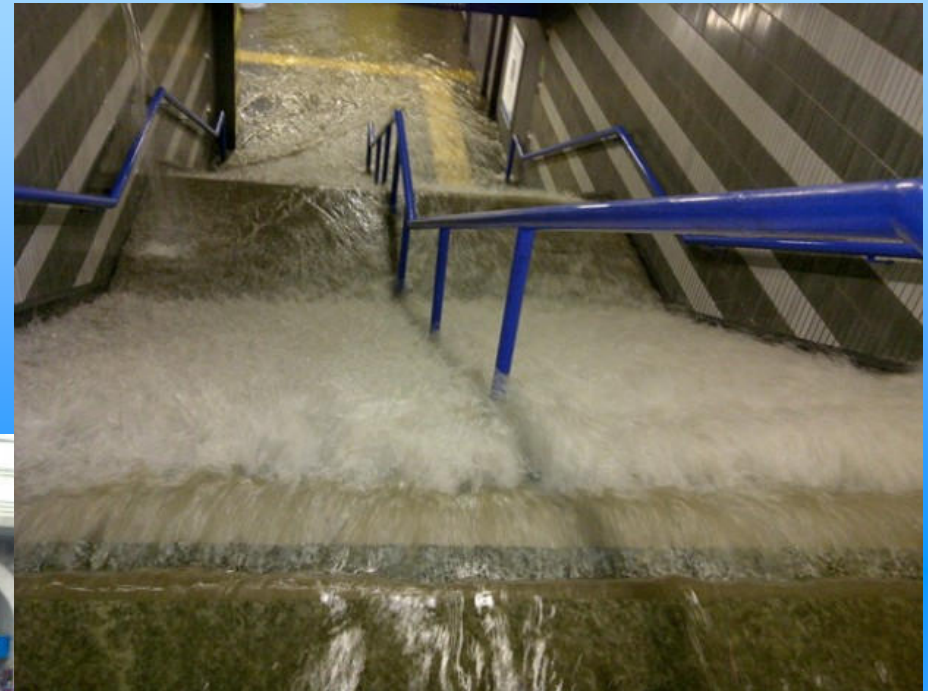
How Urbanization Affects the Water Cycle (1/3)



Urban flooding in Rome 20Oct2011



Urban flooding in Rome 20Oct2011



LE CADITOIE STRADALI



- Elementi di collegamento fra il bacino superficiale e la rete fognaria
- Interessano gli aspetti quali-quantitativi in modo “diffuso”
- Sono distribuite sull'intera area urbanizzata
(Comune di Bologna: una caditoia ogni 12m $\Rightarrow$ ca. 78000)

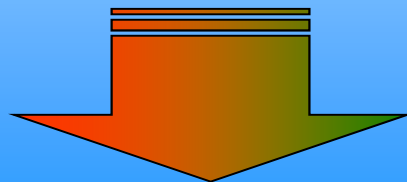


FUNZIONI DELLE CADITOIE

Intercettare i solidi

per proteggere la rete, gli impianti ed i corpi idrici ricettori

Raccogliere e immettere le acque meteoriche in rete



Il continuo apporto di materiale solido ad una struttura predisposta ad intrappolarlo, conduce al graduale interrimento della stessa.



PROBLEMI DOVUTI ALL'INTERRIMENTO

ONERI DI MANUTENZIONE



Perdita di efficienza idraulica
ALLAGAMENTI



Les blocages des bouches d'égouts (avaloirs) sont la cause principale des tous le types d'inondations (M.C. ten Veldhuis, 2010)

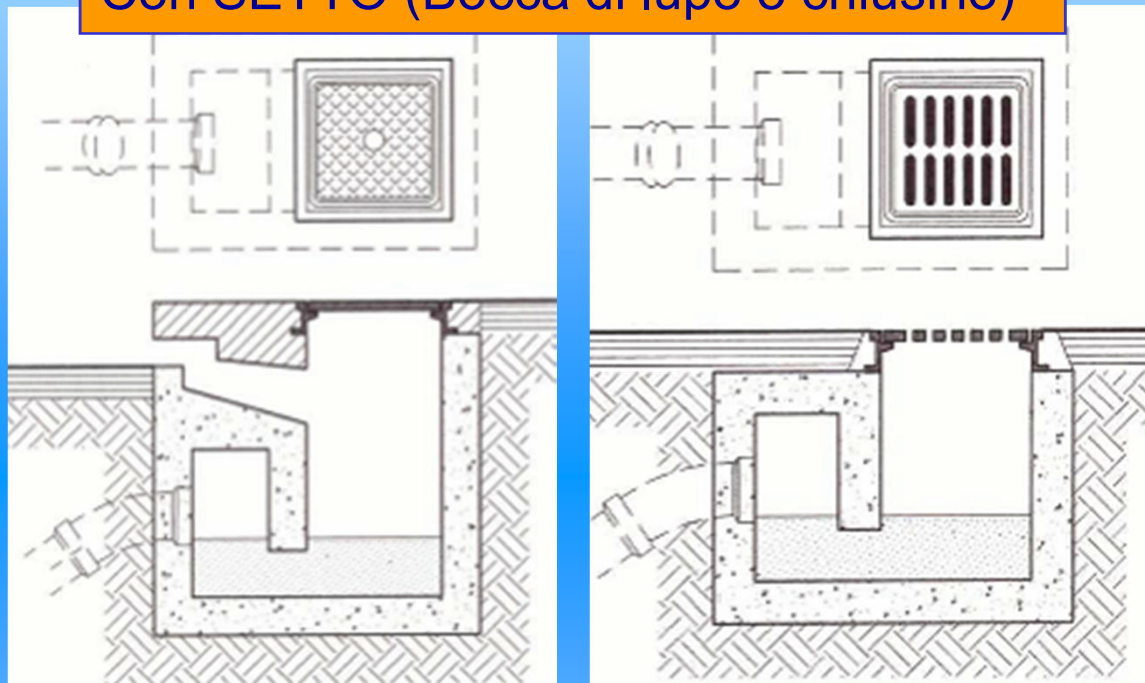
During dry weather, undesirable biochemical reactions dominate. (Butler et al. , 1995)

ASPETTI AMBIENTALI

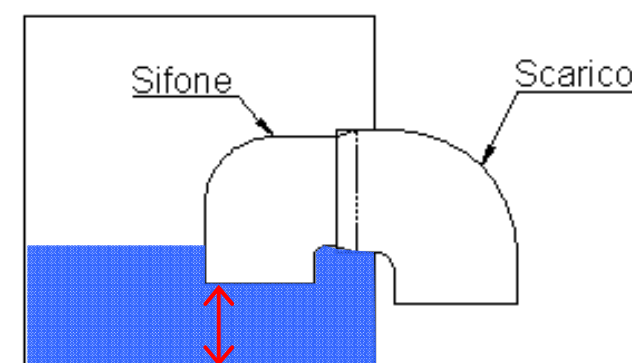
- In tempo secco diviene un reattore biochimico
- Trattamenti per la lotta alla zanzara tigre

CADITOIE SIFONATE

Con SETTO (Bocca di lupo o chiusino)

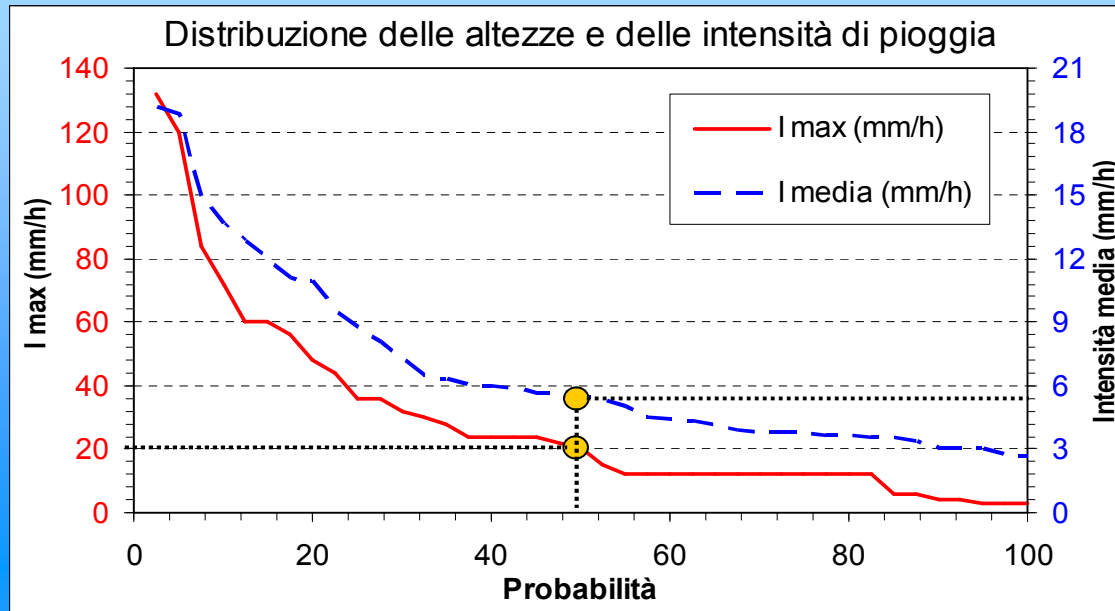


Con TUBO ROVESCIO



Sulla base di dati sperimentali e simulazioni numeriche si stima che:
il periodo sufficiente a compromettere seriamente, se non ad annullare, la funzionalità idraulica del manufatto sia pari a **12 mesi**

Efficienza (%) = Capacità di trattenere il materiale solido



Portate (piogge) di intensità medio-bassa:

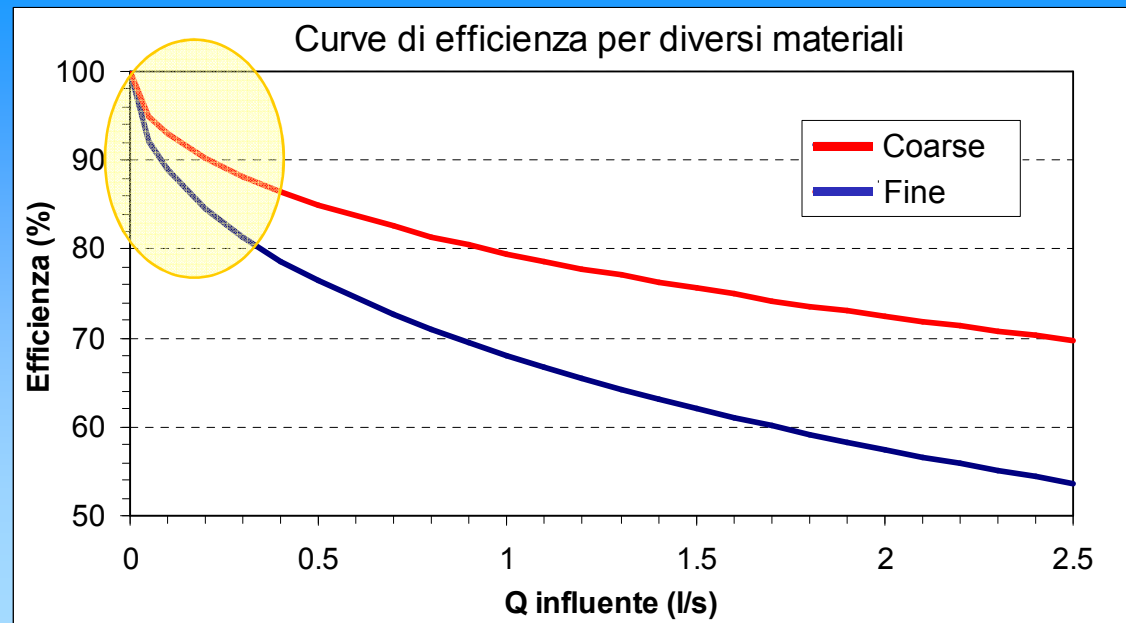
- Sono le più frequenti
- Sono critiche per la sedimentazione nei pozzetti tradizionali

$$Eff = \frac{W_s}{W_s + Q/A}$$

Q = Portata in ingresso (m³/s)

A = Area di base della caditoia (m²)

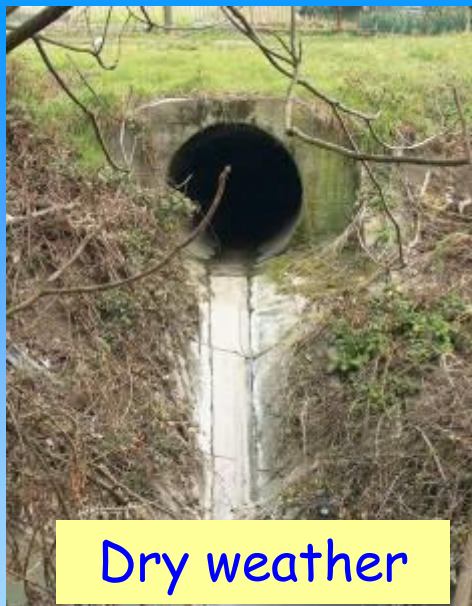
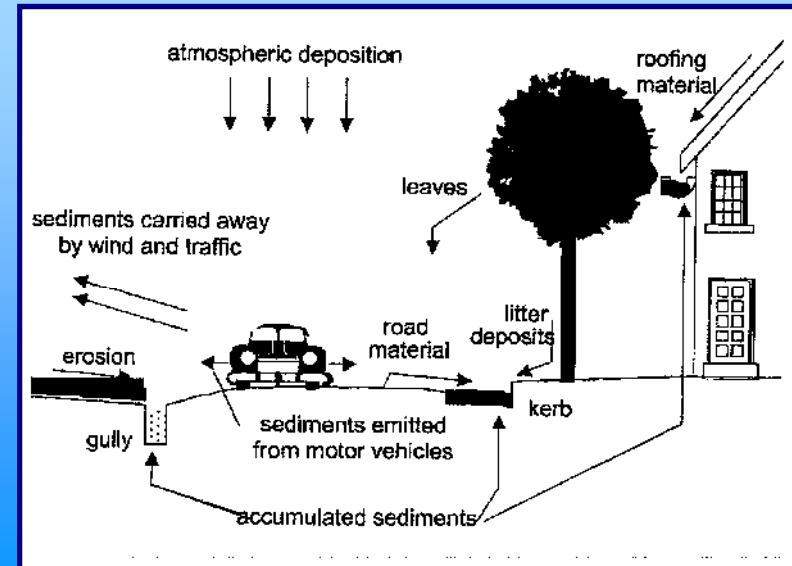
W_s = Velocità di sedimentazione



Aspetti Ambientali

La qualità delle **acque meteoriche** si degrada notevolmente a causa del dilavamento delle superfici urbane che apportano solidi, sostanze biodegradabili, sostanze organiche e metalli.

Tali acque vengono scaricate nei corpi idrici per mezzo degli scaricatori di piena



Dry weather

Scaricatore sul Canale Navile (Bologna)



Wet weather

Canale Navile, Bologna



Tempo secco

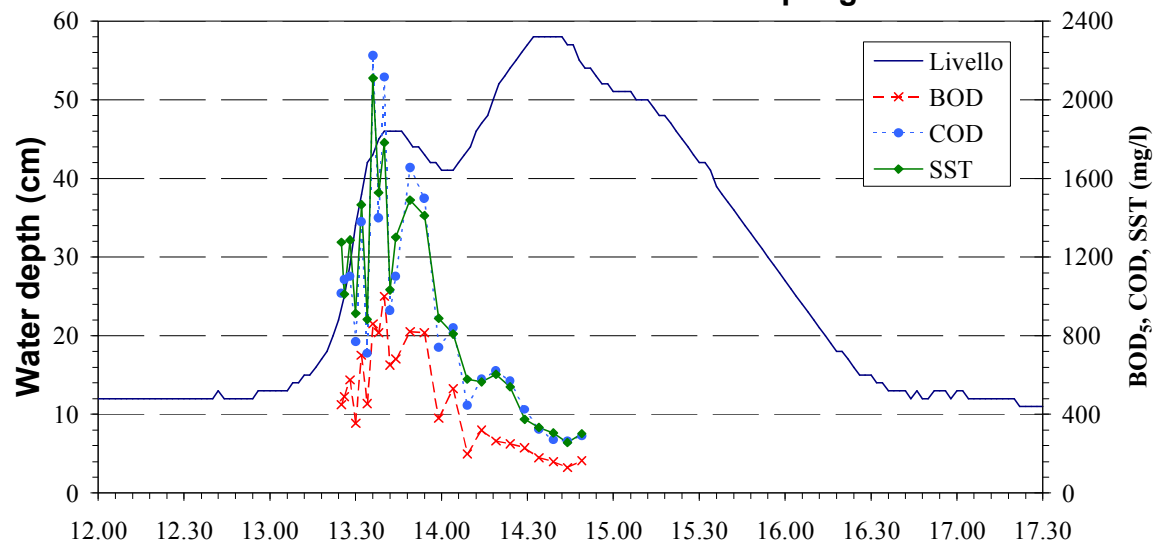


Evento piovoso



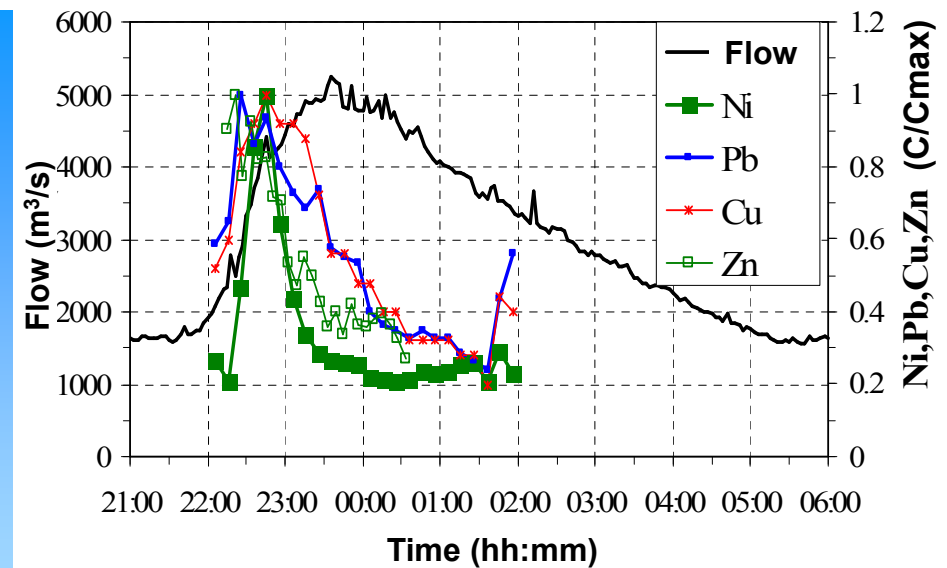
TRANSPORT of pollutants in the network

22/03/1999 - Sewer conduit sampling



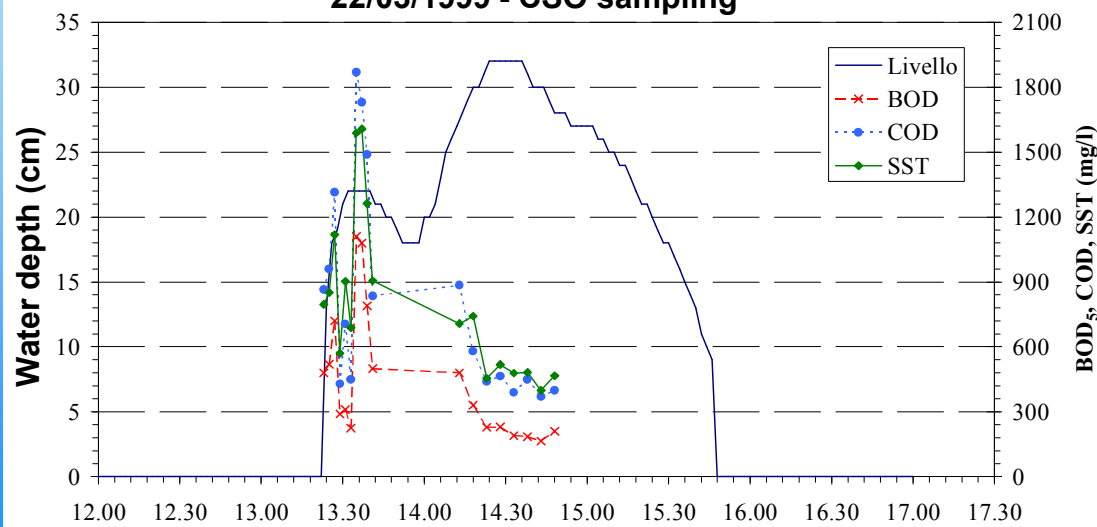
(Artina and Maglionico, 2000)

(Casadio, 2008)



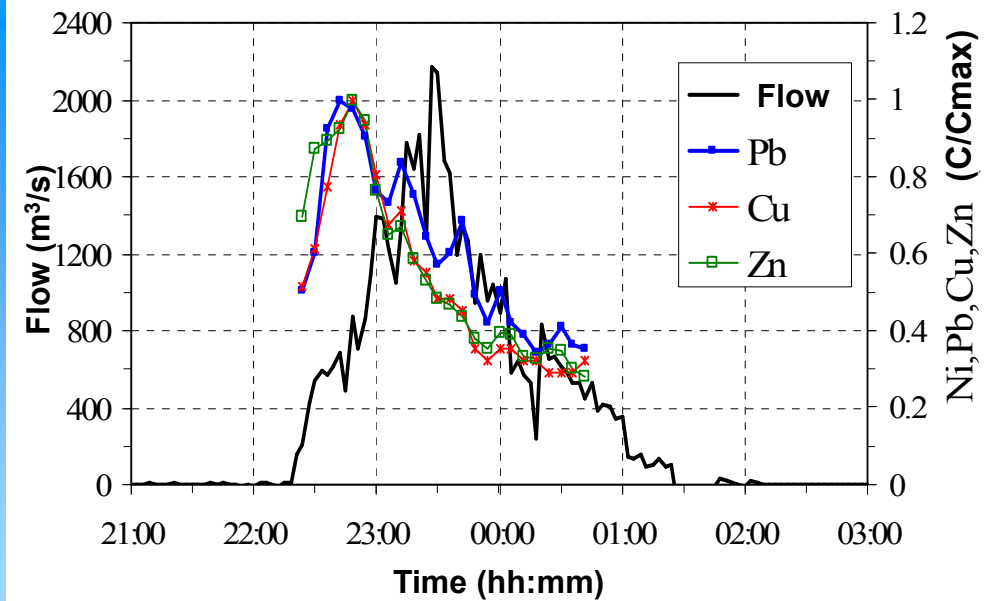
Pollutants spilled through CSOs

22/03/1999 - CSO sampling

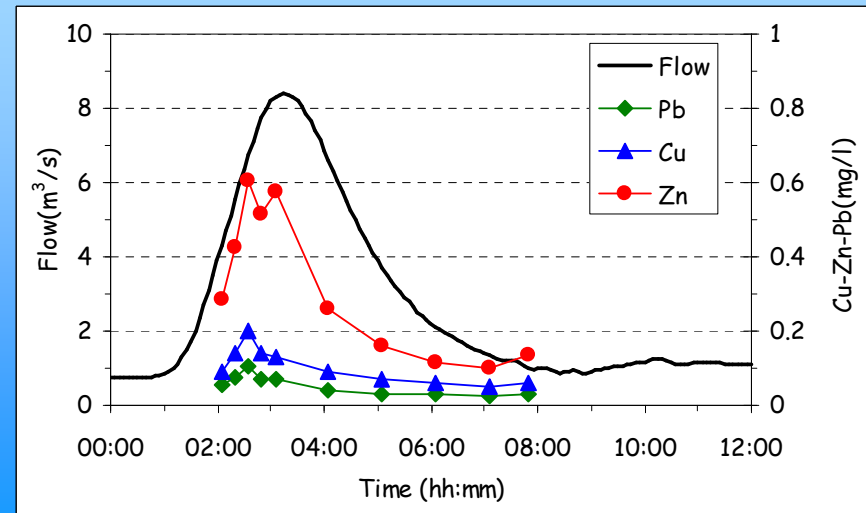
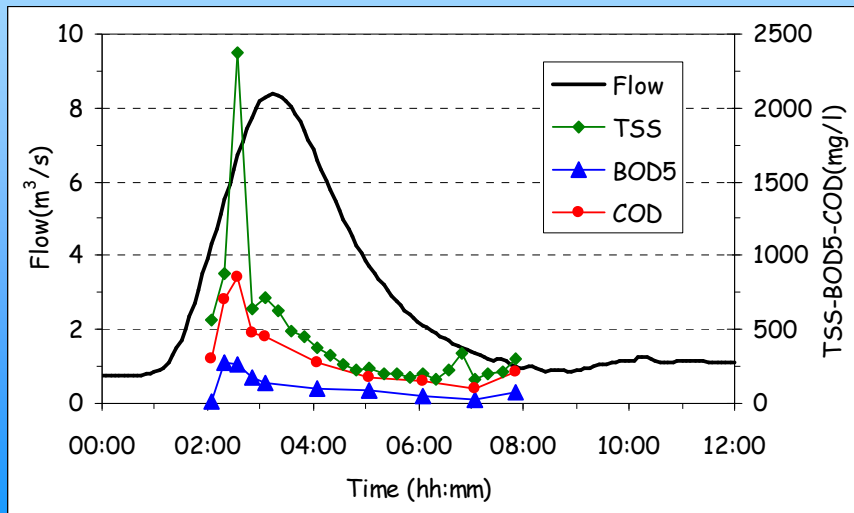


(Casadio, 2008)

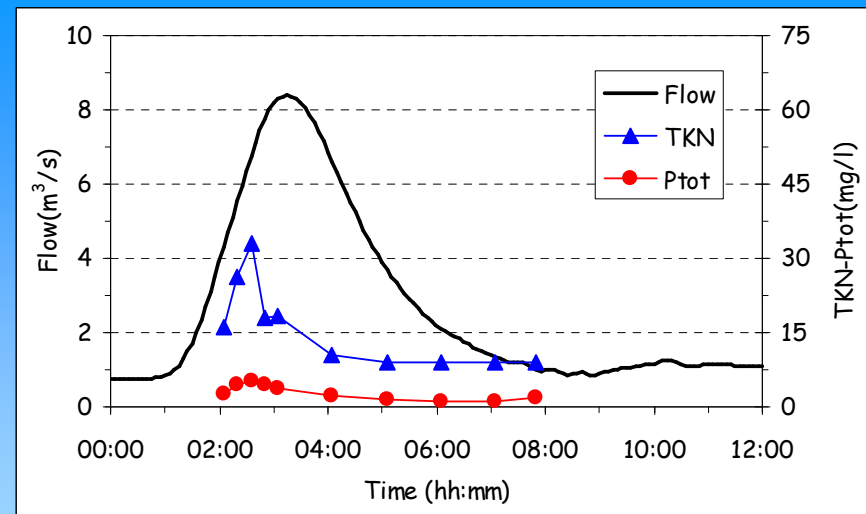
(Artina and Maglionico, 2000)



Impact on receiving waters



Navile Channel, Bologna
(Casadio et al., 2008)



WASHOFF - A few experimental data

(Artina et al., 2003)

	U.M.	DL 152/99	Min	Max
pH	-		6,0	6,2
Conductivity	μS/cm		195	271
Total Susp. Solids	mg/l	80	292	434
COD	mg/l	160	232	319
Nitrati (NO ₃)	mg/l	20	3,5	7,1
Solfati (SO ₄)	mg/l	1000	12,1	24,7
Cloruri (Cl)	mg/l	1200	6,70	9,38
TOC	mg/l		15,0	24,9
Cadmio (Cd)	mg/l	0.02	0,00011	0,00051
Nichel (Ni)	mg/l	2	0,003	0,005
Piombo (Pb)	mg/l	0.2	0,0035	0,0109
Platino (Pt)	mg/l		< 0,0001	< 0,0001
Rame (Cu)	mg/l	0.1	0,029	0,045
Palladio (Pd)	mg/l		< 0,0001	< 0,0001
Rodio (Rh)	mg/l		0,0001	0,0001
Vanadio (V)	mg/l		0,004	0,005
Zinco (Zn)	mg/l	0.5	0,089	0,122
<i>Vibrio fischeri</i>	%		10,6	23,0

Interventi per il contenimento dell'impatto idraulico-ambientale

Misure preventive

Tecniche di tipo gestionale che permettono di ridurre la quantità di inquinante trasportato dall'acqua (**Lavaggio Stradale**)

Interventi sul sistema di drenaggio urbano

Controllo di tipo concentrato

- Vasche di laminazione;
- Tecniche di controllo in tempo reale;
- Vasche di prima pioggia;
- Separatori idrodinamici;
-

Riduzione volumi
sfiorati

Riduzione del
carico inquinante
allo scarico

Controllo di tipo diffuso

- Manufatti di infiltrazione;
- Microlaminazione distribuita;
- Strutture filtranti;
-

Controlli di tipo concentrato

CATTURA

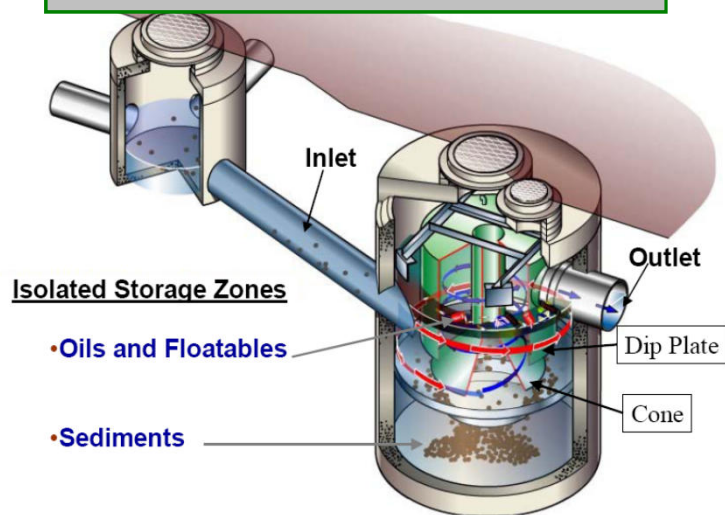
Vasca di prima pioggia



Vasca di laminazione



Separatore idrodinamico



Sedimentatore – Disoleatore - Filtro



IN CONTINUO

Controlli di tipo diffuso (Best Management Practices)

Pavimentazioni infiltranti



Trincee filtranti



Asfalti porosi

Filter Strips



PRECIPITAZIONI CRITICHE IN AMBITO URBANO (1/2)

Nell'ambito delle costruzioni idrauliche, le analisi idrologiche hanno tradizionalmente prestato maggiore attenzione alle precipitazioni aventi durate superiori all'ora o addirittura al giorno.

Ciò è dovuto sia allo scopo dell'analisi, sia alla disponibilità dei dati pluviometrici.

Il rischio idraulico è infatti di norma associato agli effetti prodotti da corsi d'acqua e quindi alle piogge le cui durate risultano critiche a scala di bacino idrografico (da alcune ore a 1-2 giorni).

Le stesse durate sono inoltre quelle per le quali sono disponibili serie storiche di dati registrati in modo regolare e sistematico.

PRECIPITAZIONI CRITICHE IN AMBITO URBANO (2/2)

Solo recentemente anche le precipitazioni con durata prossima o inferiore all'ora hanno acquisito un certo interesse.

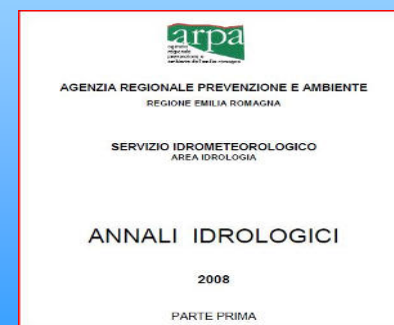
Sono esse quelle che risultano critiche per bacini di ridotta estensione e/o altamente impermeabili: in altre parole i bacini urbani.

La progressiva urbanizzazione (impermeabilizzazione) del territorio incrementa quindi la percentuale di aree per le quali le precipitazioni di brevissima durata risultano critiche in termini di sicurezza idraulica.

Inoltre, solo con l'avvento di strumentazioni telecontrollate e/o digitali si sono superate le difficoltà di registrazione sistematica di tale tipo di eventi (tipicamente locali ed istantanei).

Analisi delle piogge di breve durata e forte intensità: (Raccolta e disponibilità dati)

Solo recentemente la registrazione di precipitazioni con durata inferiore o prossima all'ora hanno acquisito una certa sistematicità e completezza.



PANARO		Durata	h(mm)
Fiumalbo	15 set.	20	16.0
	24 ago.	30	14.0
San Michele - C.le	20 mag.	10	9.0
	23 set.	35	14.0
Strettara - C.le	4 ott.	30	10.0
Sestola	16 set.	24	16.2
	5 ott.	25	13.0
Ospitale	23 set.	30	20.0
Montese - Rocca	27 ago.	15	14.6
Zocca	16 set.	10	8.8
	8 ago.	15	16.6
Monfestino	6 ago.	29	22.0
	20 set.	30	23.0
Guiglia	23 giu.	10	14.2
	20 set.	15	11.0
	24 ago.	20	20.4
Formigine	25 ago.	15	11.0
	9 ago.	30	13.8
Spilamberto - S. Liberata	16 ago.	30	13.8
Modena - I.S.A.	25 ago.	15	20.0
	13 ago.	20	13.4
	9 ago.	40	23.2

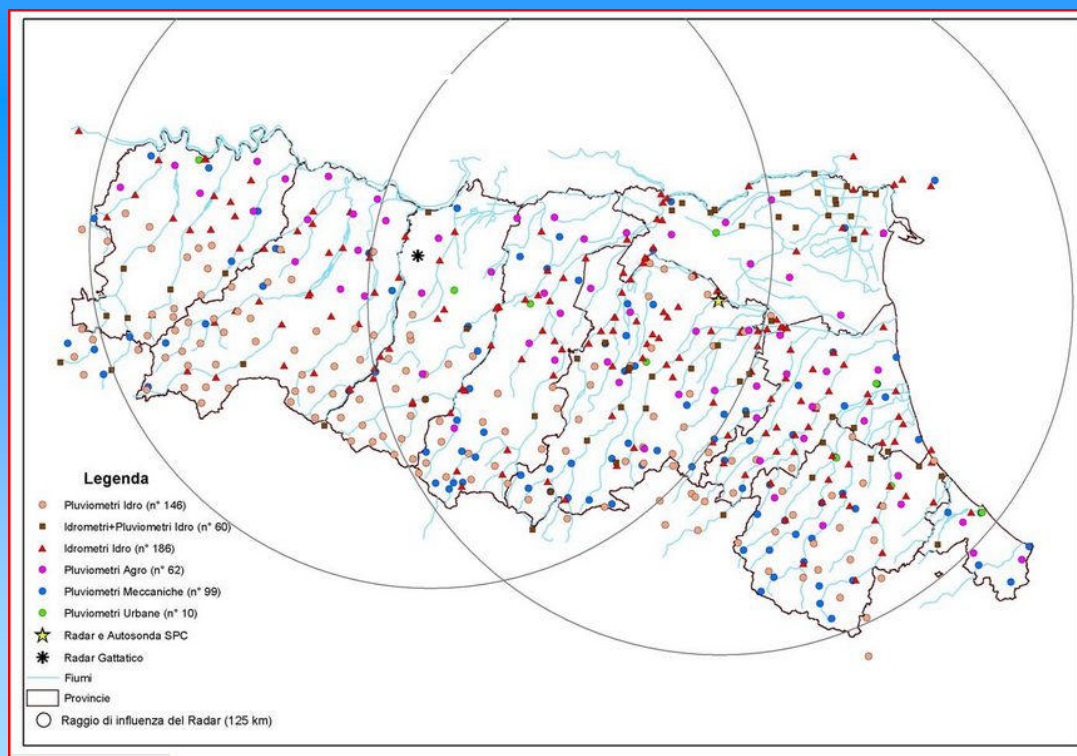
Durate irregolari
(sensibilità operatore),
minore numero di stazioni

Panaro		Durata	h(mm)
Doccia di Fiumalbo (Scoltenna)	29 Giu.	15	26.4
Doccia di Fiumalbo (Scoltenna)	29 Giu.	30	35.6
Doccia di Fiumalbo (Scoltenna)	29 Giu.	45	38.0
Pievepelago (Scoltenna)	31 Lug.	15	23.4
Pievepelago (Scoltenna)	31 Lug.	30	35.8
Pievepelago (Scoltenna)	31 Lug.	45	38.8
Sestola (Scoltenna)	6 Ago.	15	18.4
Sestola (Scoltenna)	6 Ago.	30	20.2
Sestola (Scoltenna)	6 Ago.	45	20.6
Sassostorno (Scoltenna) *	13 Giu.	15	19.0
Sassostorno (Scoltenna) *	13 Giu.	30	21.2
Sassostorno (Scoltenna) *	13 Giu.	45	23.0
Lago Pratignano (Leo) *	1 Ago.	15	10.8
Lago Pratignano (Leo) *	6 Ago.	30	14.2
Lago Pratignano (Leo) *	29 Ott.	45	15.6
Montese (Rio S. Martino)	14 Giu.	15	8.4
Montese (Rio S. Martino)	14 Giu.	30	9.2
Montese (Rio S. Martino)	14 Giu.	45	10.6

Durate standard, maggior
numero di stazioni

Elaborazione delle precipitazioni di breve durata e forte intensità in Emilia Romagna:

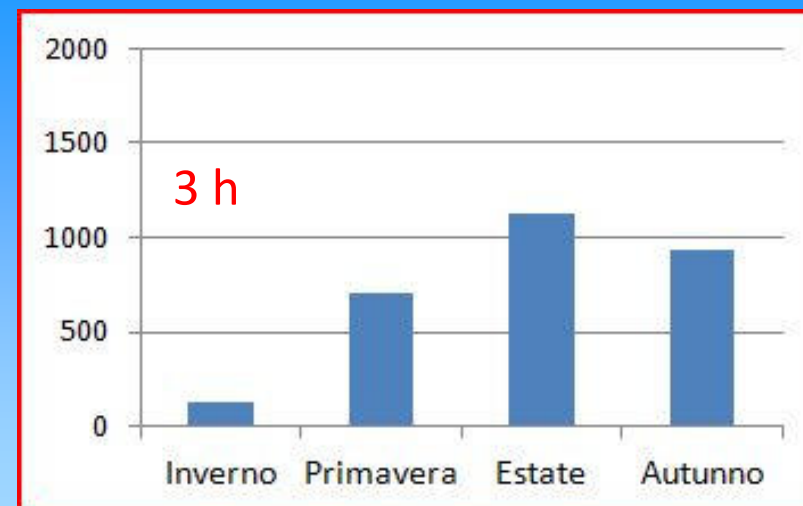
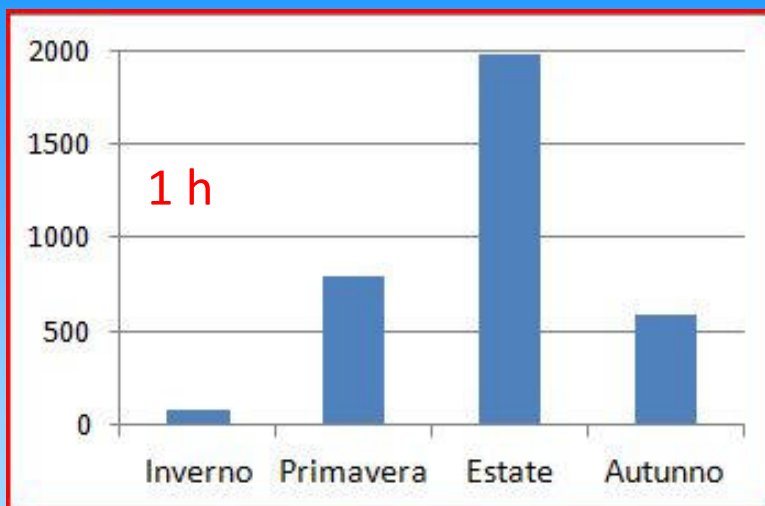
I dati pluviometrici a noi disponibili riguardano le serie storiche dei massimi annuali registrati dal 1988 al 2008 (durate di 15,30 minuti ,1 e 3 ore) dalle stazioni meteorologiche distribuite sul territorio regionale. (219)



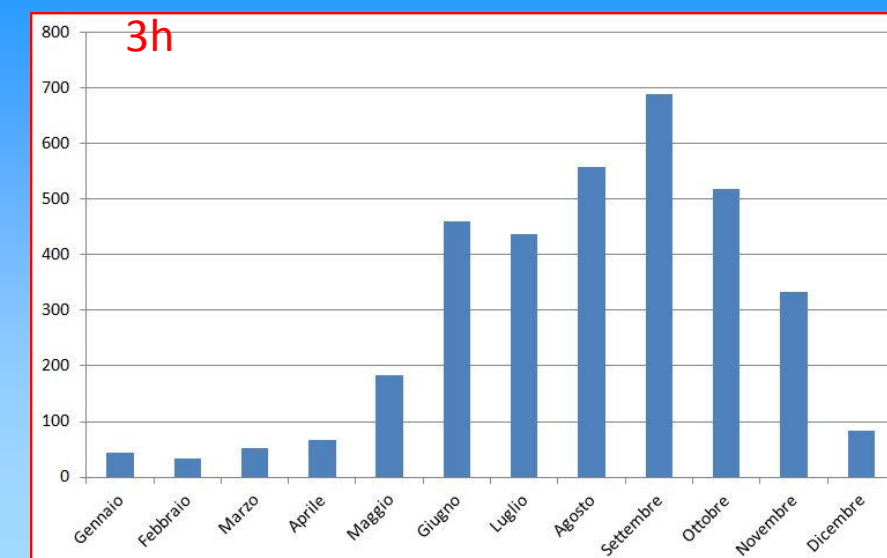
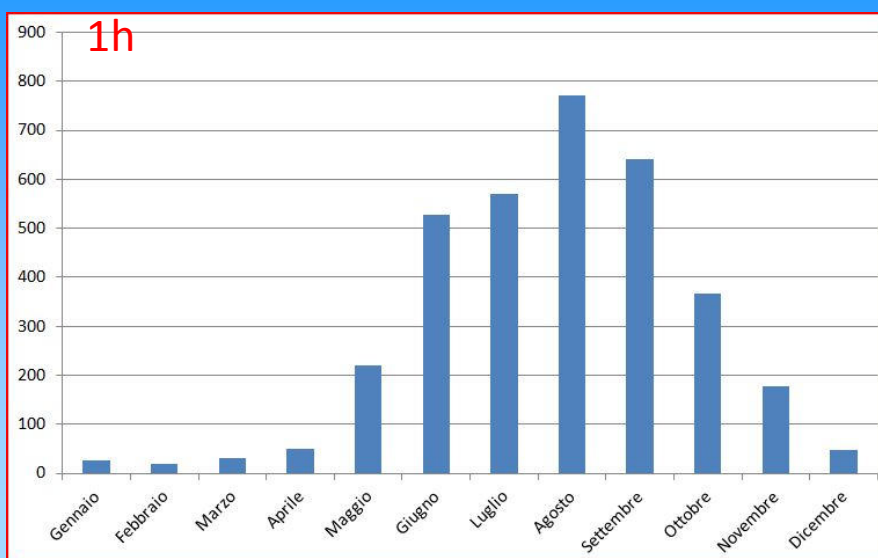
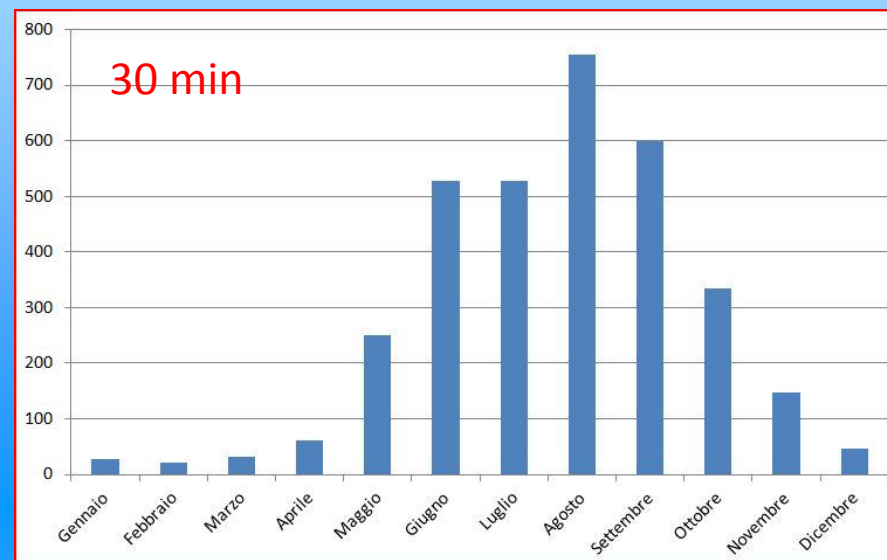
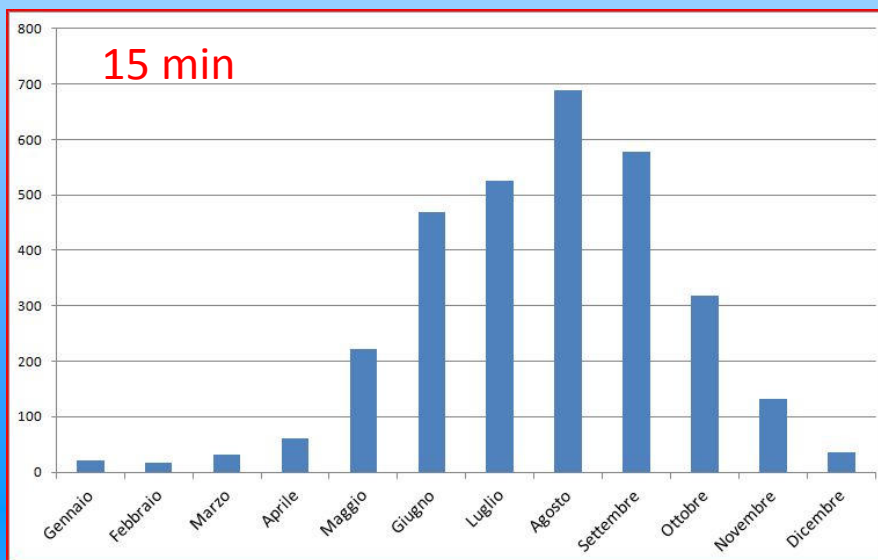
Consistenza Serie Storica



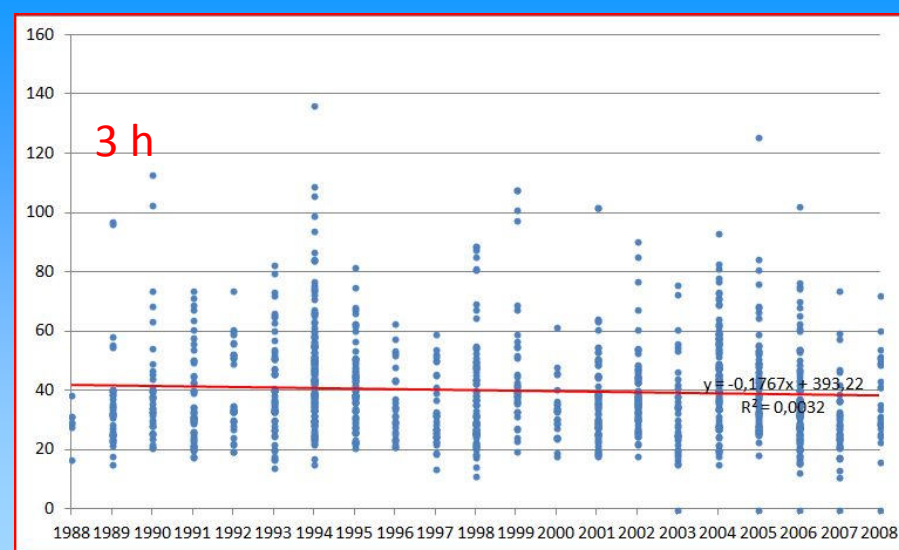
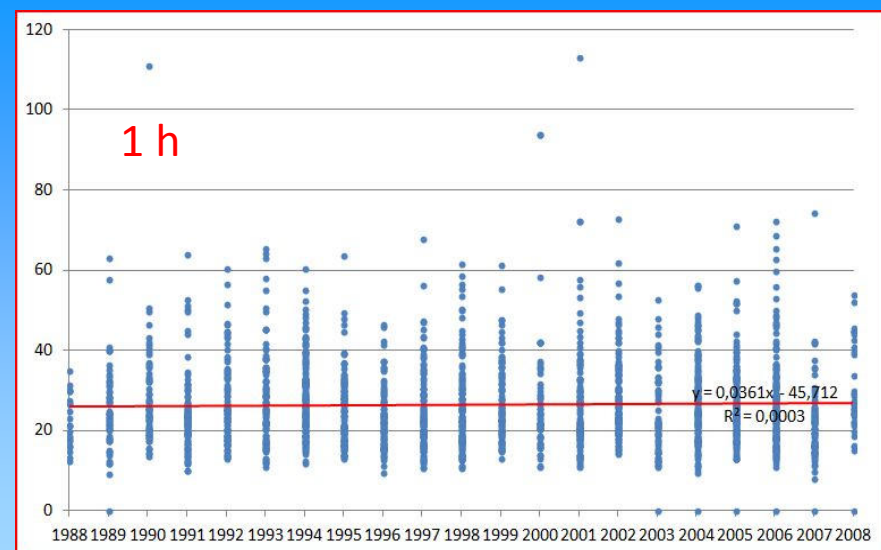
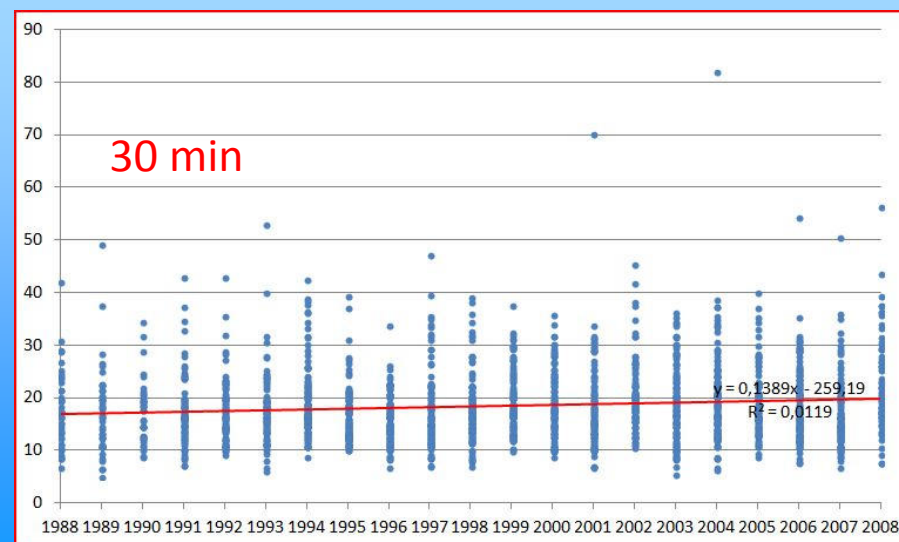
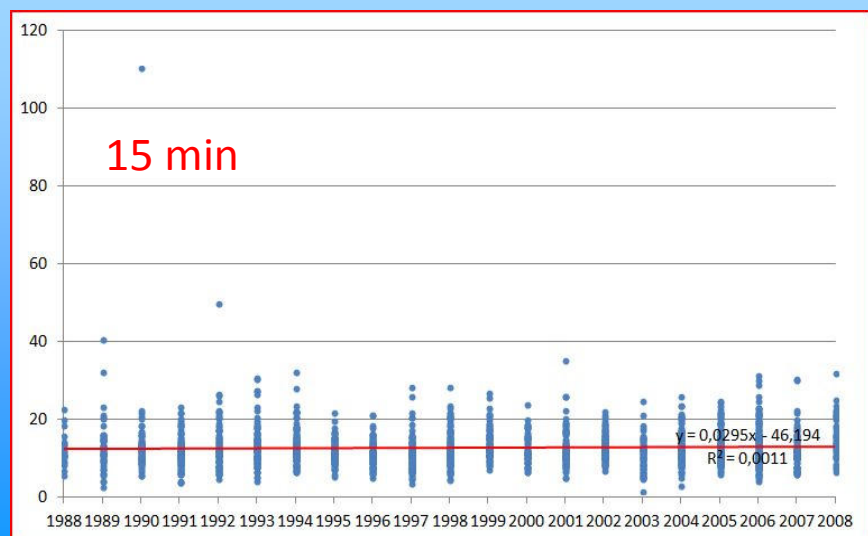
Numero di eventi registrato durante le stagioni per le 4 durate considerate:



Numero di eventi registrato durante i mesi nelle 4 durate considerate:

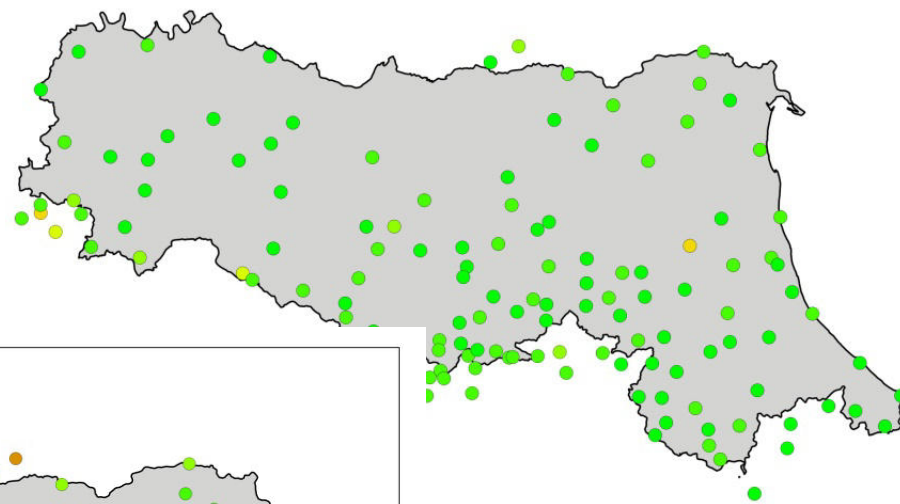


Andamento temporale Estate (Luglio Agosto Settembre) 1988 - 2008

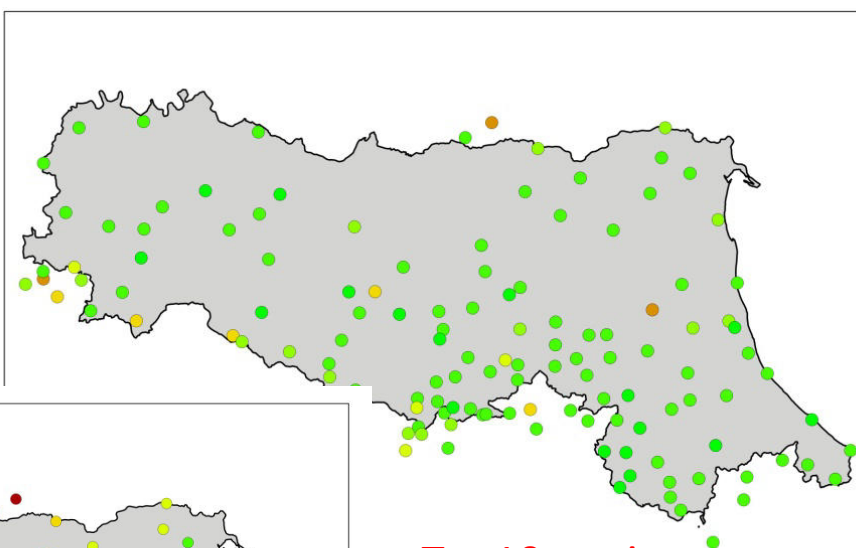


Distribuzione spaziale del coefficiente “a”:

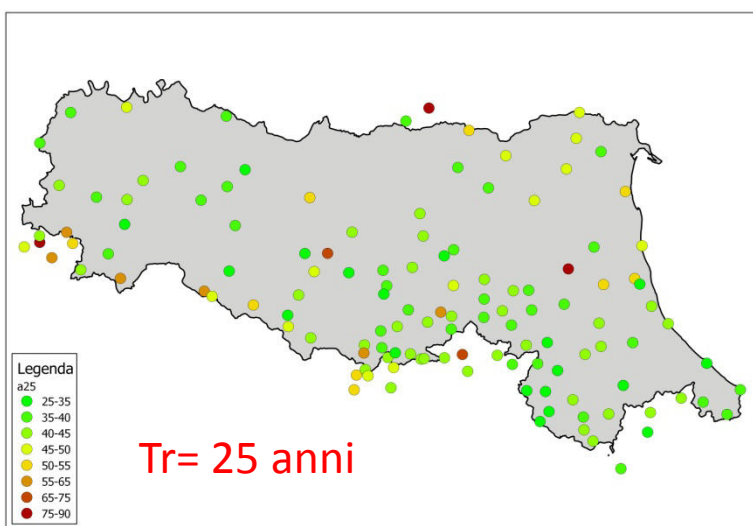
Tr = 5 anni



Tr = 10 anni



Tr = 25 anni



Considerazioni sulle piogge critiche in ambito urbano

Dall'analisi dei massimi annuali di pioggia per durate da 15 minuti a 3 ore, registrati dal 1988 al 2008, nelle 219 stazioni gestite da ARPA Emilia Romagna, emergono le seguenti considerazioni:

Gli eventi sono concentrati nel periodo estivo (luglio agosto e settembre), seguiti da primavera e autunno, fino alla quasi assenza nei mesi invernali. Tale differenza è più marcata per le durate $\leq 1\text{h}$, meno per la durata di 3h.

L'osservazione delle serie storiche dei massimi annuali (1988-2008) non fornisce indicazioni manifeste, fatto salvo un leggero andamento crescente per le durate pari a 30 min.

La ricostruzione delle curve di possibilità pluviometrica di tutte le stazioni ($TR = 5, 10, 25$ anni) e lo studio dei parametri caratteristici "a" ed "n" non hanno fornito risultati evidenti in termini di distribuzione territoriale. Si riscontra una certa omogeneità dei valori presenti nella zona pianeggiante e una maggiore concentrazione di valori più elevati nella zona del crinale con particolare riferimento alla parte Nord occidentale.