



**GIORNATE DI CONFRONTO PER UNO SVILUPPO CONSAPEVOLE  
DEL SITO UNESCO MANTOVA E SABBIONETA  
Martedì 13 marzo 2018**

---

IL PIANO DELLE ACQUE A MANTOVA



## STRUMENTO DI ANALISI E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE DEL DEFLUSSO URBANO.

### Premesse:

- Analisi problematiche legate alla criticità del deflusso urbano nel comune di Mantova: perdita di possibilità di invaso superficiale, incremento delle portate di piena, diversità del territorio da difendere
- Raccolta dati nel bacino idraulico di riferimento

### Attività :

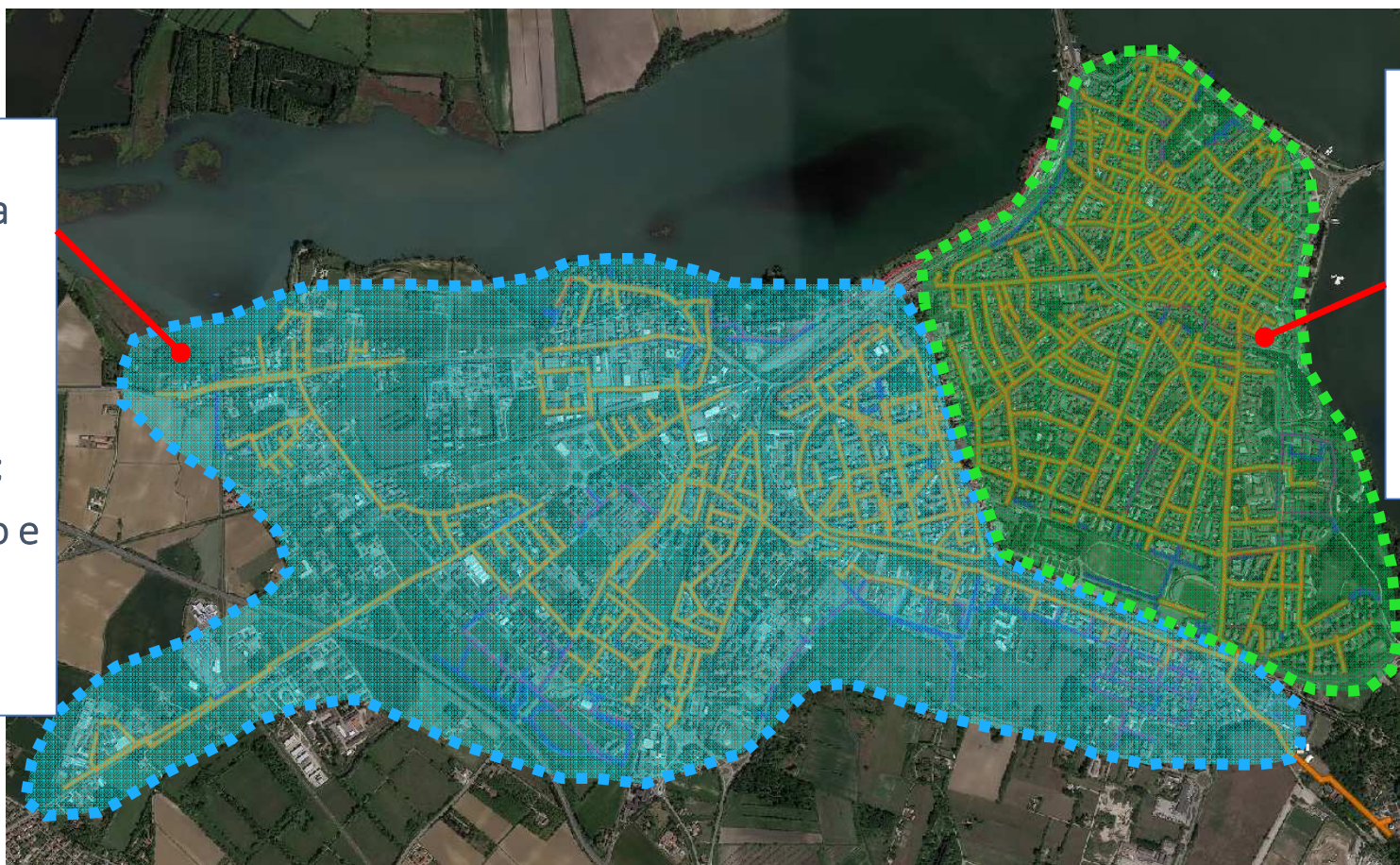
- 1 - rilievo planoaltimetrico delle reti di deflusso urbano
- 2 - modellazione di ingegneria idraulica per definizione della direzione dei flussi
- 3 - modellazione numerica e risultati tridimensionali : Rilievo Lidar del territorio
- 4 - calibrazione del modello mediante monitoraggio con sensori di rete telerilevati (portata e livello) e pluviometri
- 5 - piano degli interventi

➔ **CONCLUSO**

## SUDDIVISIONE DELLA RETE IN DUE BACINI E AVANZAMENTO ATTIVITA' SVOLTE:

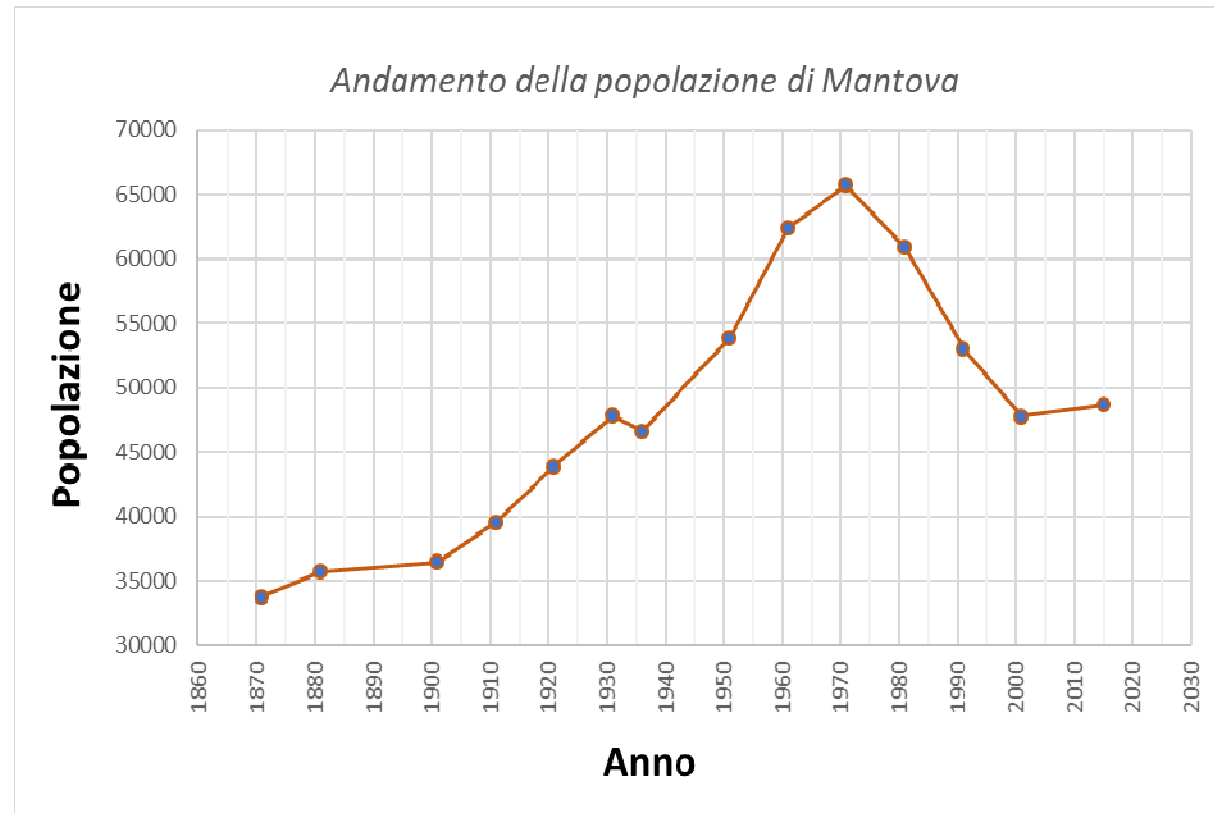
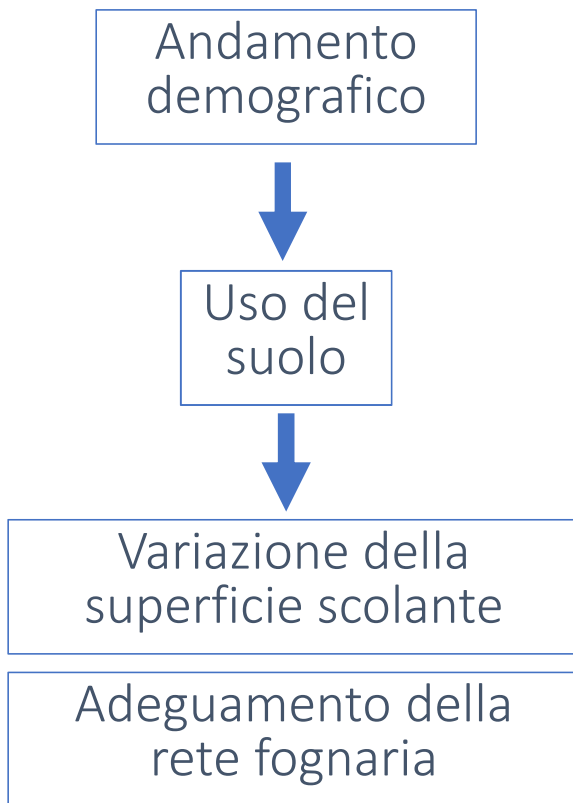
### Bacino /Fase 1:

- Punti di misura installati;
- Monitoraggio eseguito;
- Rete implementata;
- Modello tarato e verificato;
- Analisi dello stato di fatto.



### Bacino /Fase 2:

- Punti di misura installati;
- Monitoraggio in corso;
- Rete implementata.

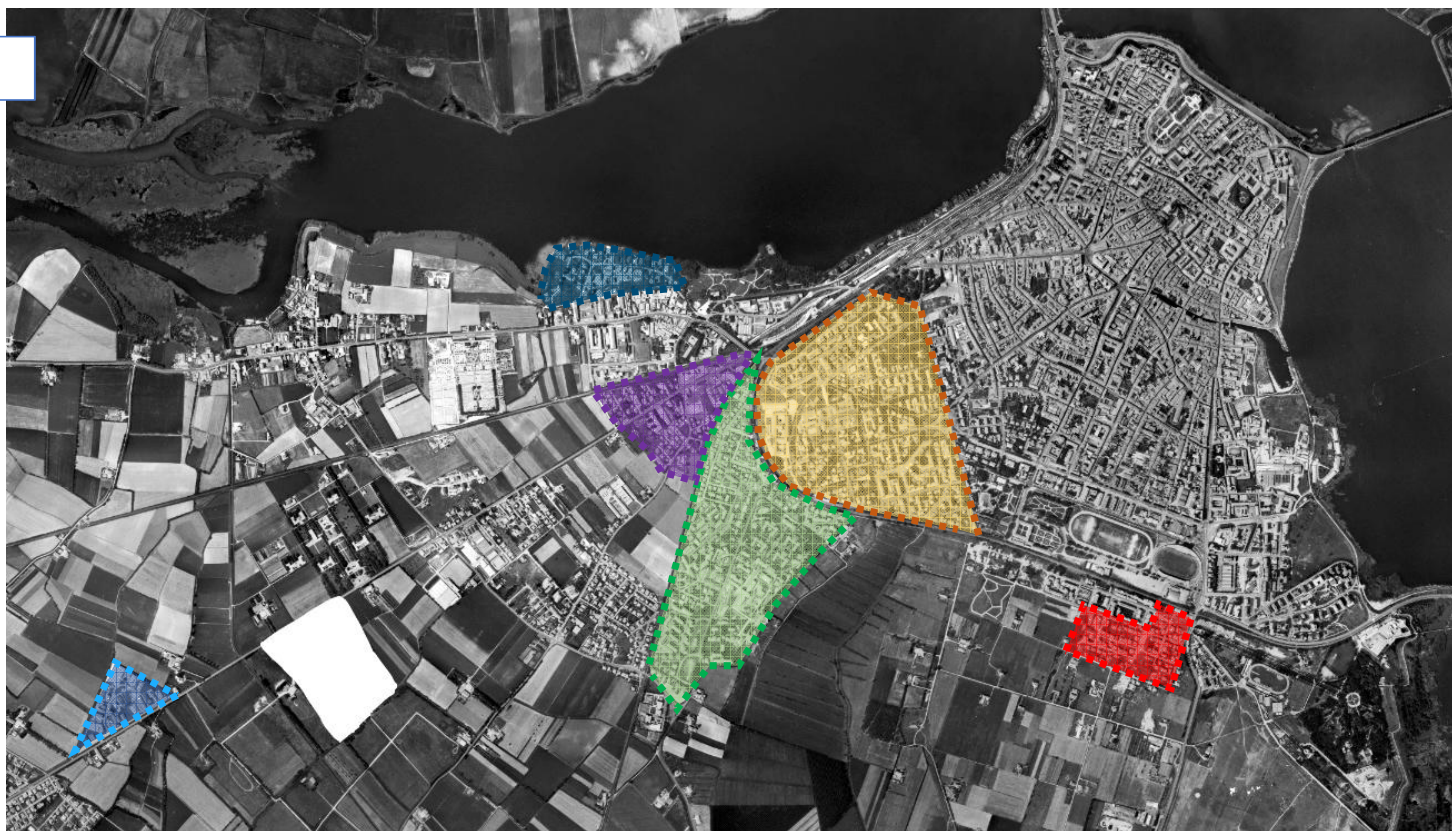




Mantova - 1954

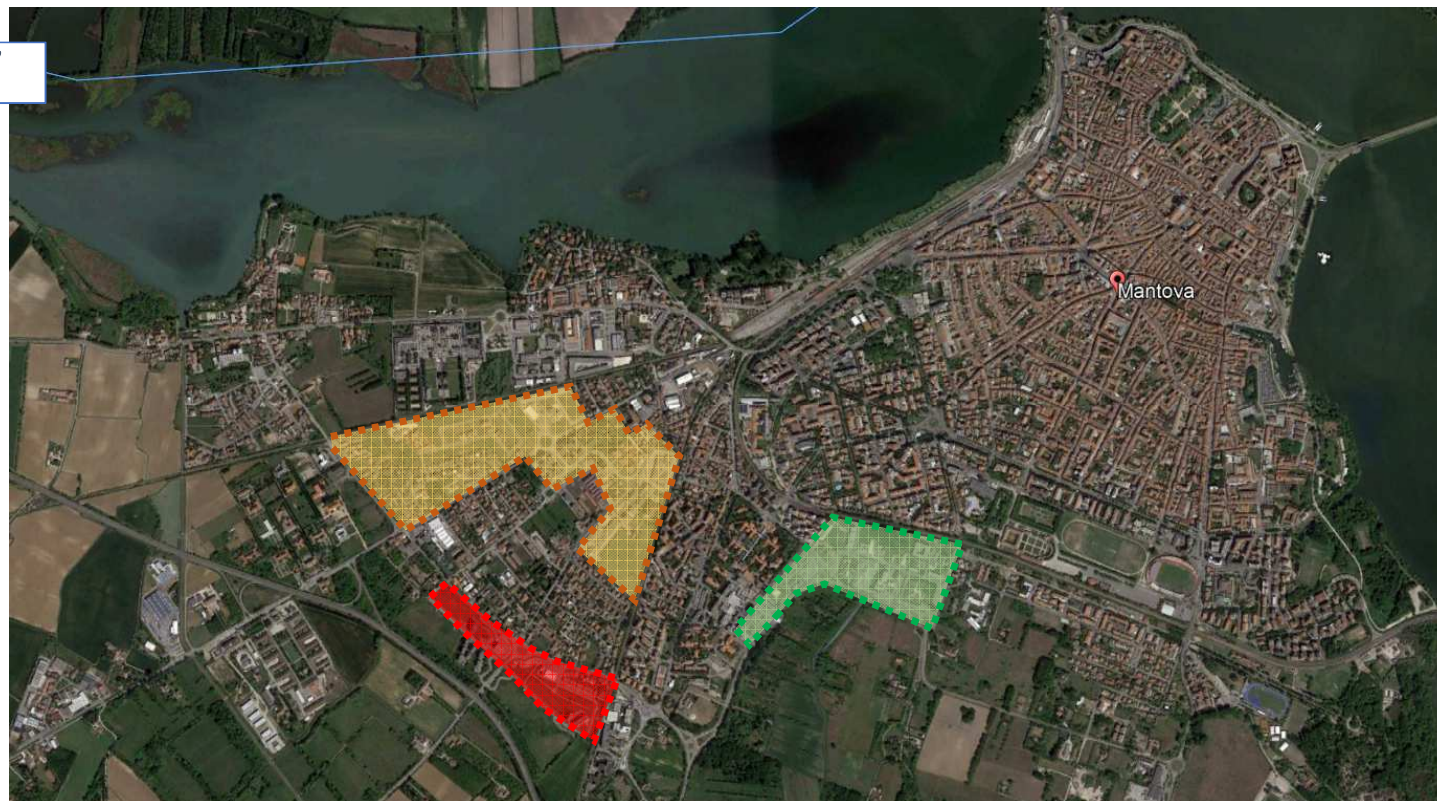


Mantova - 1975

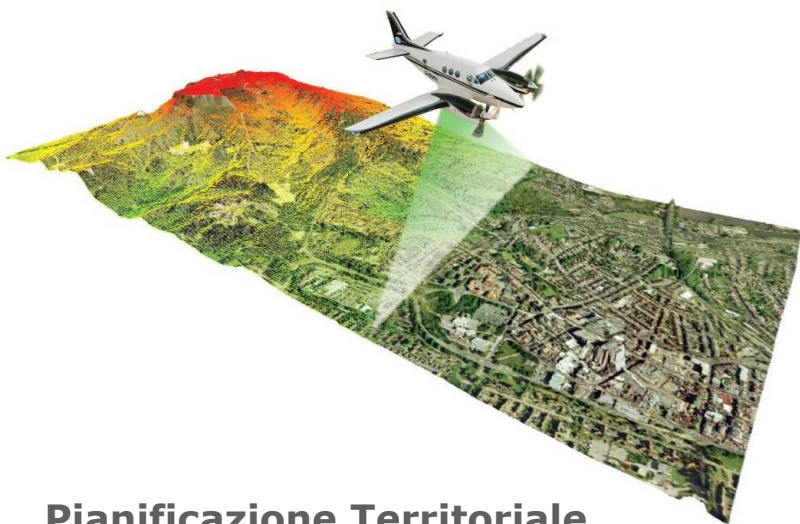
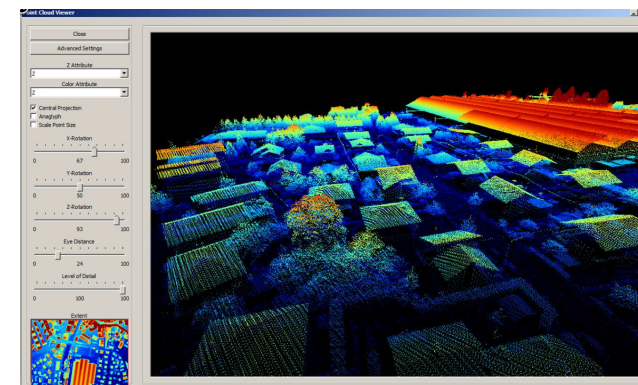




Mantova - 2017



PER FORNIRE IL NECESSARIO SUPPORTO ALLE ANALISI DI RISCHIO DI ALLAGAMENTO DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI MANTOVA VIENE GENERATO UN MODELLO TRIDIMENSIONALE DEL TERRITORIO TRAMITE **RILIEVO LiDAR**



**Pianificazione Territoriale Urbana e Smart City**  
Regioni, Province e Comuni

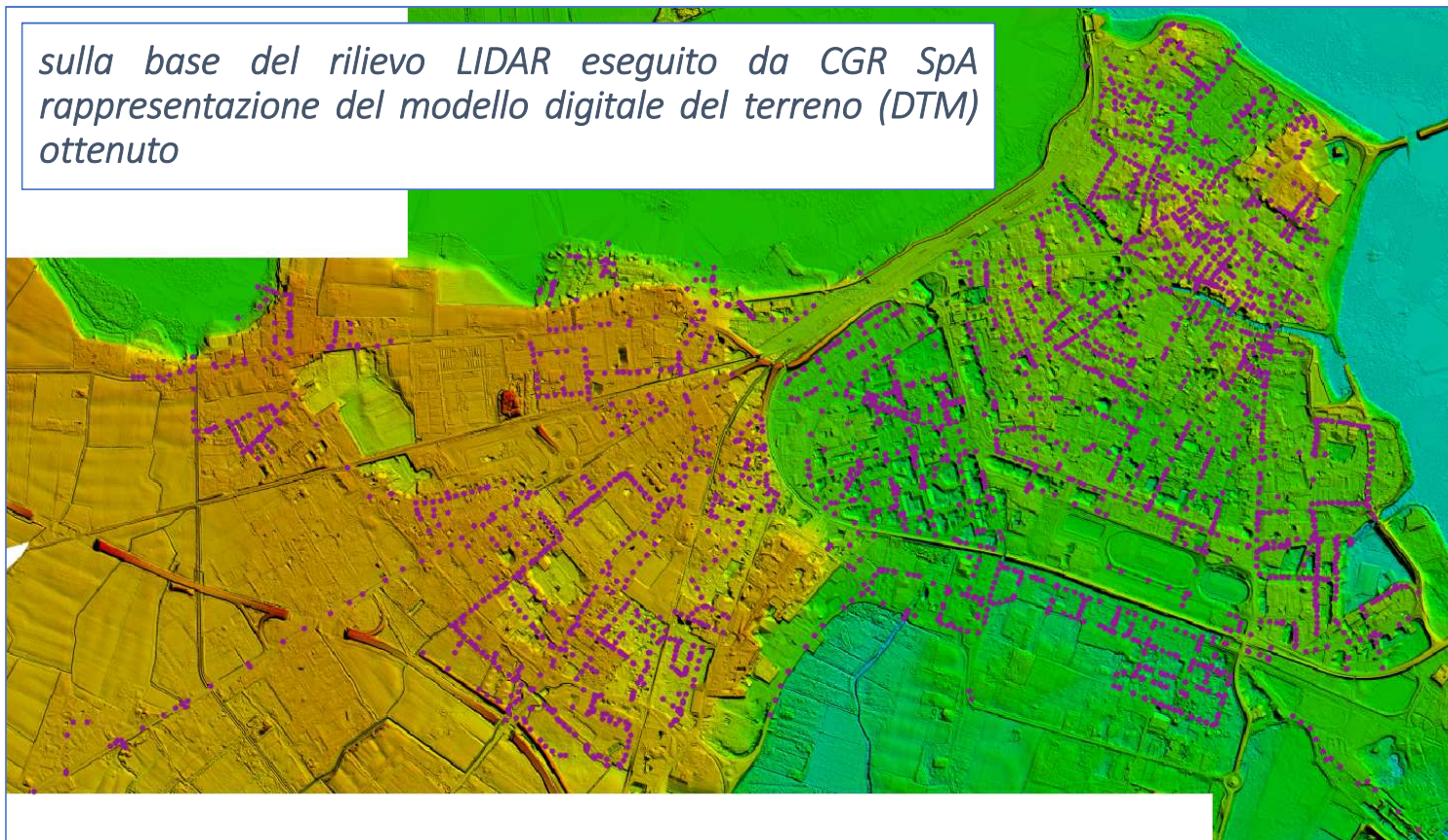


Il Lidar (Light Detection And Ranging) è definito come un sistema aviotrasportato e utilizzato per acquisire coordinate x, y, z del terreno e delle sue caratteristiche (sia naturali che di origine antropica)


Le principali applicazioni:  
sicurezza idraulica del territorio,  
calcolo degli indici di invarianza idraulica,  
catasto 3D,  
aggiornamento dei temi relativi all'edificato,  
mappatura del verde urbano,  
modellazione avanzata 3D nel campo dell'inquinamento elettromagnetico,  
la stima delle biomasse  
city modelling



sulla base del rilievo LIDAR eseguito da CGR SpA  
rappresentazione del modello digitale del terreno (DTM)  
ottenuto



- Circa **3.000** punti quotati di rilievo
- Compliance tra i punti del rilievo e i dati del rilievo Lidar;



Differenze massime non superiori a 10 cm in valore assoluto

Per le analisi di scenario è fondamentale fare riferimento ad eventi meteorici sintetici, dedotti da analisi statistiche delle registrazioni pluviometriche.

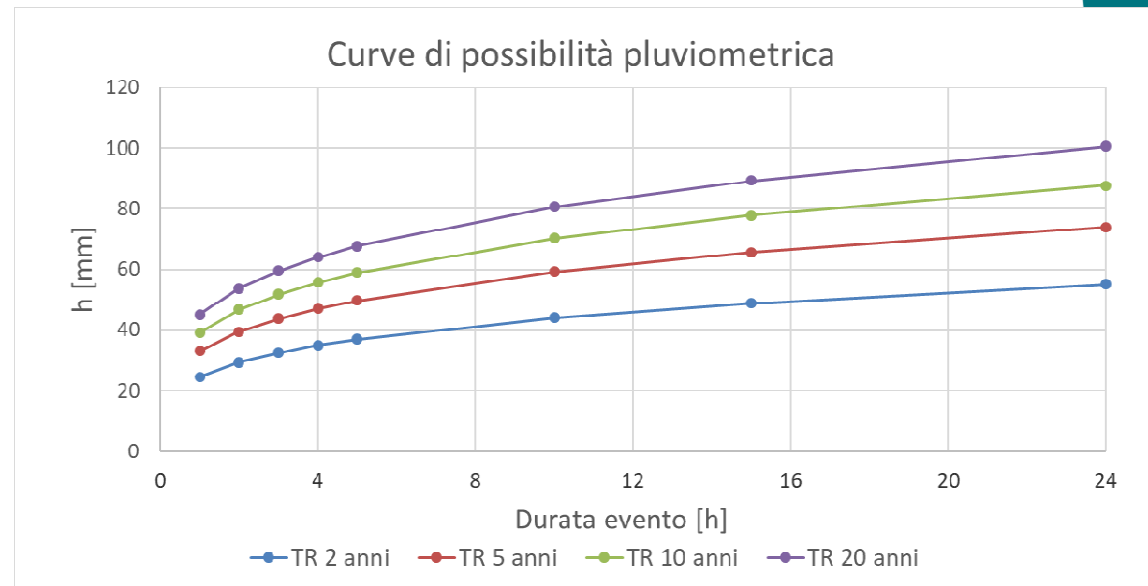
L'analisi pluviometrica è basata su uno studio su scala regionale pregresso dell'**ARPA Lombardia** denominato «**STRADA**» (STRAtegie Di Adeguamento ai cambiamenti climatici per la gestione dei rischi naturali nel territorio trasformato).

- Osservazioni delle piogge massime orarie (da 1 a 24 ore) per 105 stazioni meccaniche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale;
- Osservazioni storiche (1929 – 2001) e osservazioni recenti (1987 – 2011).

Le analisi statistiche sono state riassunte in termini numerici nell'espressione:  $h_T(D) = a_1 w_T D^n$

Dove  $h_T(D)$  è l'altezza di precipitazione per un evento meteorico di durata  $D$  e tempo di ritorno  $T$   
 $a_1$ ,  $w_T$  e  $n$  dipendono dalla posizione di riferimento e dal tempo di ritorno.

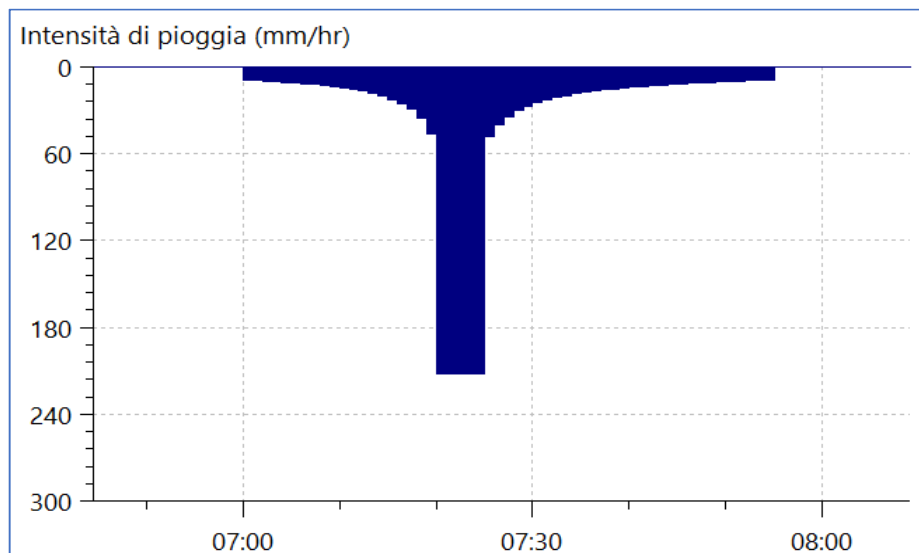
Tempo di ritorno	Coefficienti		
	$a_1$	$w_T$	$n$
2	26.5147	0.93	0.25262
5	26.5147	1.25	0.25262
10	26.5147	1.48	0.25262
20	26.5147	1.7	0.25262



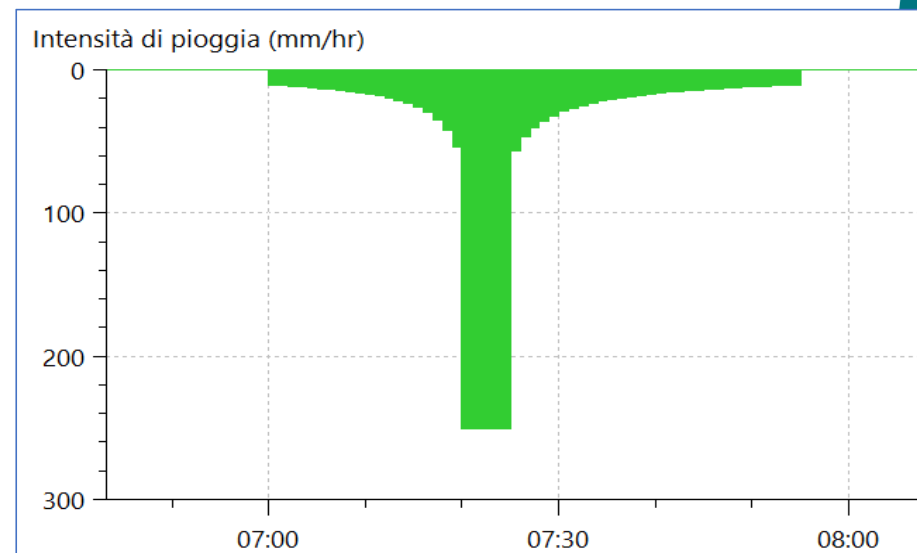


Prestabilito il tempo di ritorno  $T$  e fissata la durata dell'evento meteorico  $D$ , l'altezza di pioggia  $h_T(D)$  viene distribuita temporalmente secondo lo ietogramma sintetico Chicago.

Intensità di pioggia, T 5 anni, D=55 min



Intensità di pioggia, T 10 anni, D=55 min



Al fine di investigare a livello preliminare le criticità della rete ed ottenere le informazioni necessarie per l'implementazione della modellazione numerica è stata progettata e realizzata una campagna di misura delle portate e delle precipitazioni.

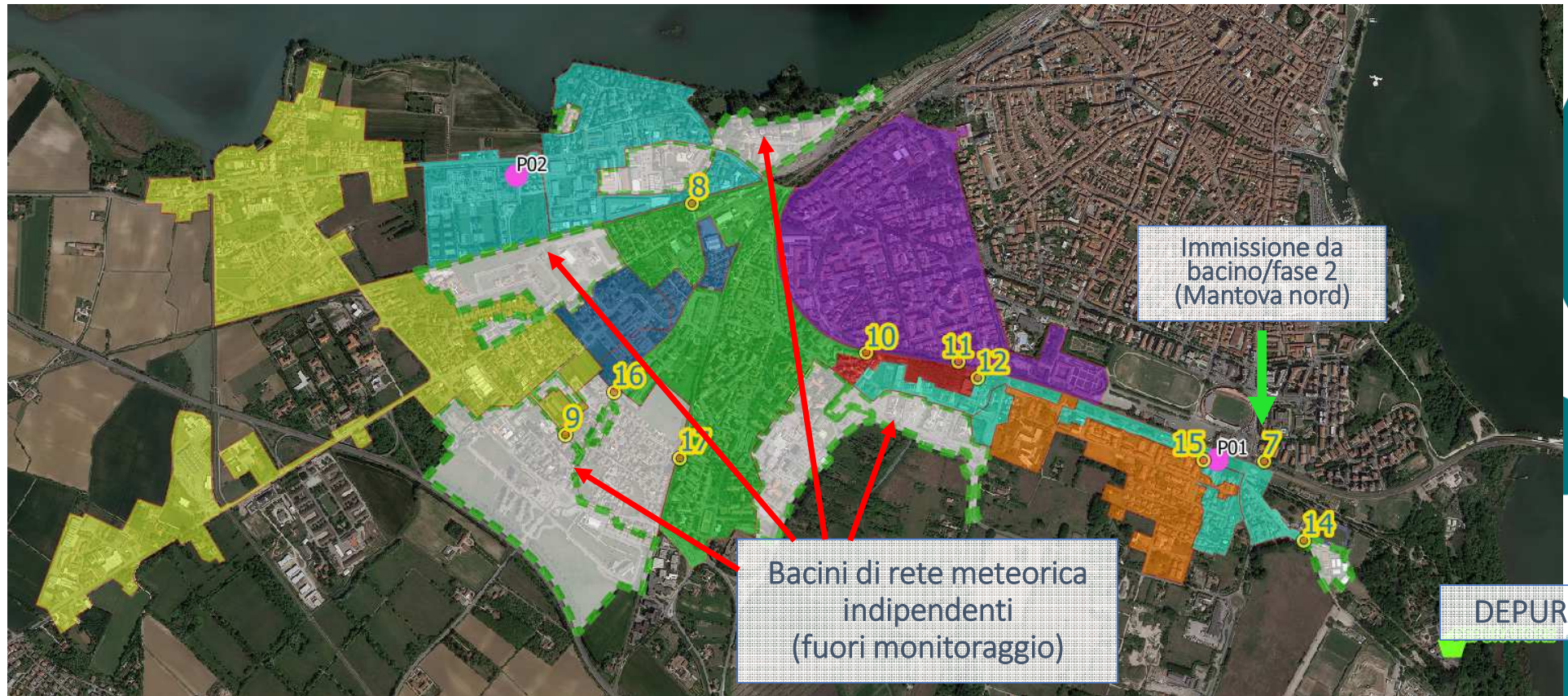
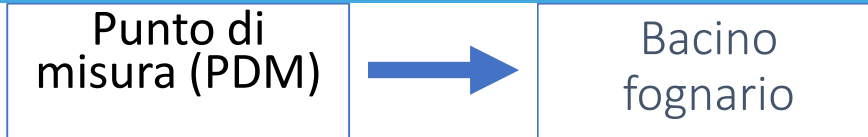


- ✓ 2 pluviometri;
- ✓ 10 misuratori di portata (area - velocity).

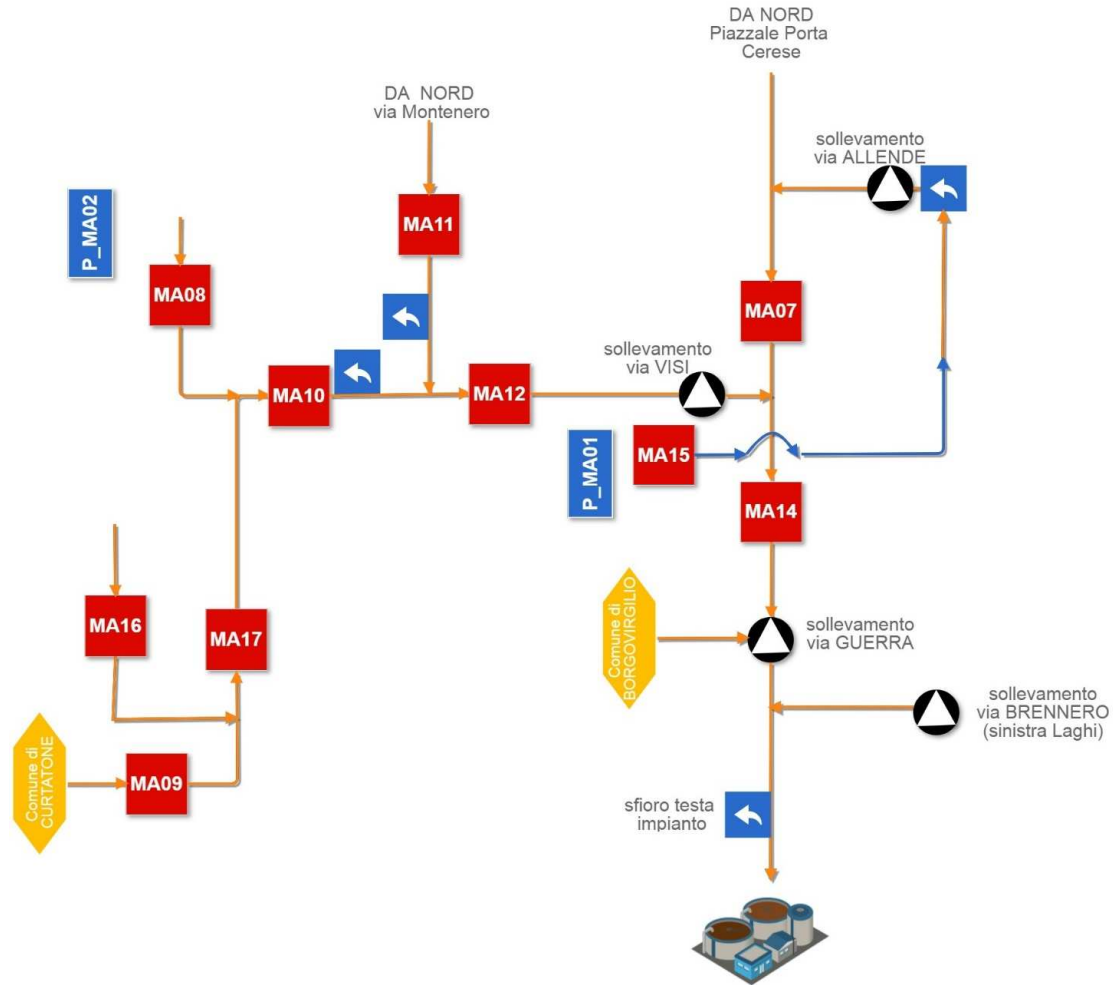


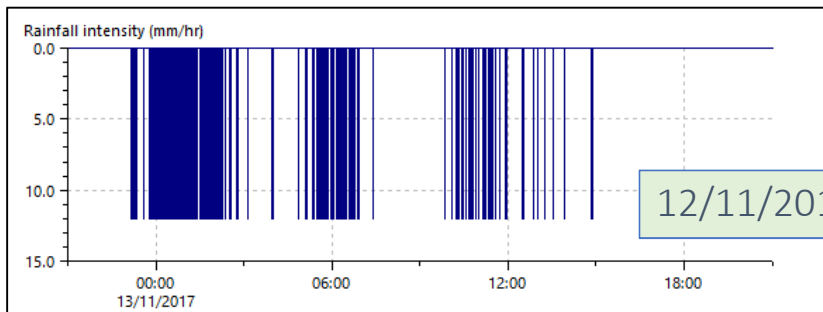
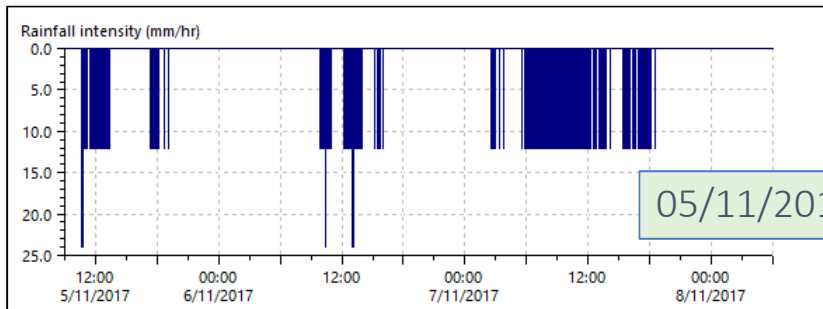
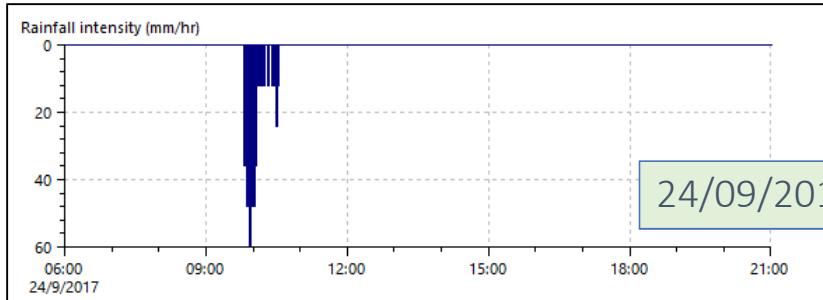


# Campagna di monitoraggio delle portate e delle precipitazioni – FASE 1





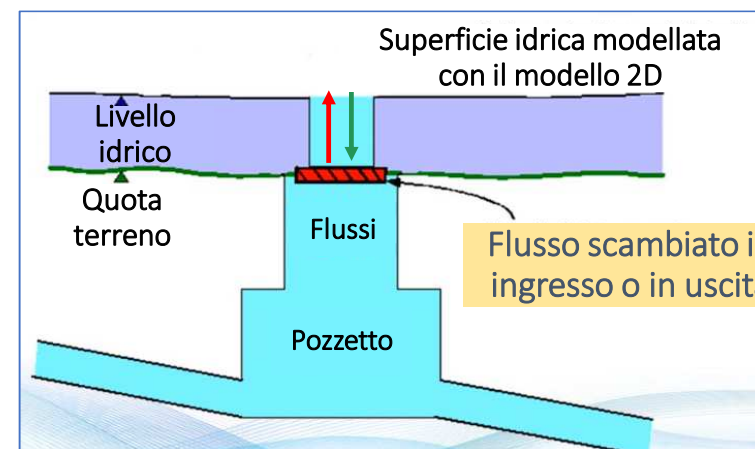




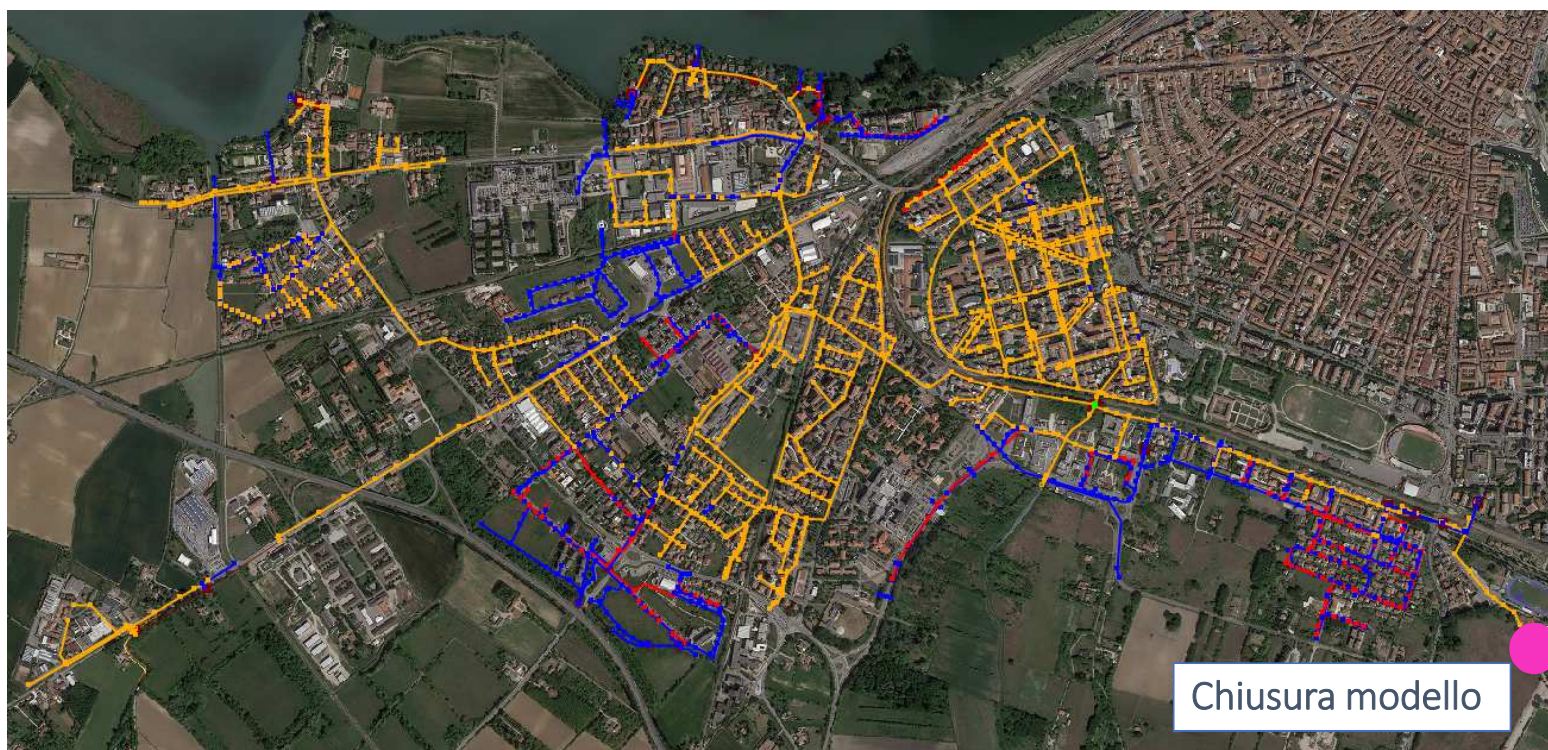
	EVENTO 24/09	EVENTO 05/11	EVENTO 12/11
<b>htot [mm]</b>	12.4	57.4	24.0
<b>jmax [mm/h]</b>	60	24	12
<b>durata</b>	43 min	2h 49min + 1h 33min + 6h 8min + 6h 56min	15h 42min

## Infoworks ICM 6.5: dalla pioggia alle portate in rete ed integrazione dati Lidar per valutare entità delle esondazioni

- Simula la trasformazione afflussi/deflussi;
- Modella funzionamento idraulico in moto vario del sistema di drenaggio urbano (elementi monodimensionali 1D);
- Accoppia il modello 1D con un modulo 2D per la rappresentazione accurata dei flussi fuoriusciti dai nodi della rete;
- Lo scambio di portata è bidirezionale, da e verso le condotte interrate attraverso i pozzetti.







## BACINO FASE 1

- 1763 nodi;
- 64,4 km di condotte (60% rete mista, 30 % meteorica, 10% nera);
- 8 stazioni di sollevamento;
- 17 sfioratori;
- 3 immissioni esterne (Virgilio, Levata e Curtatone);
- 24 punti di scarico acque meteoriche;
- Chiusura a valle del soll. di via Guerra.

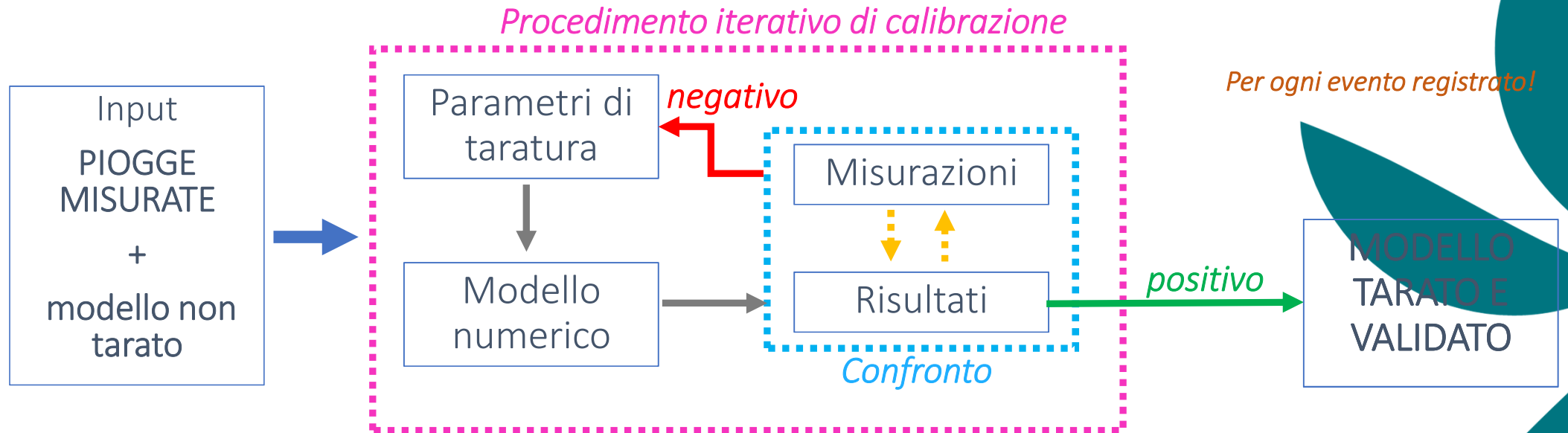




### Modello FASE 1

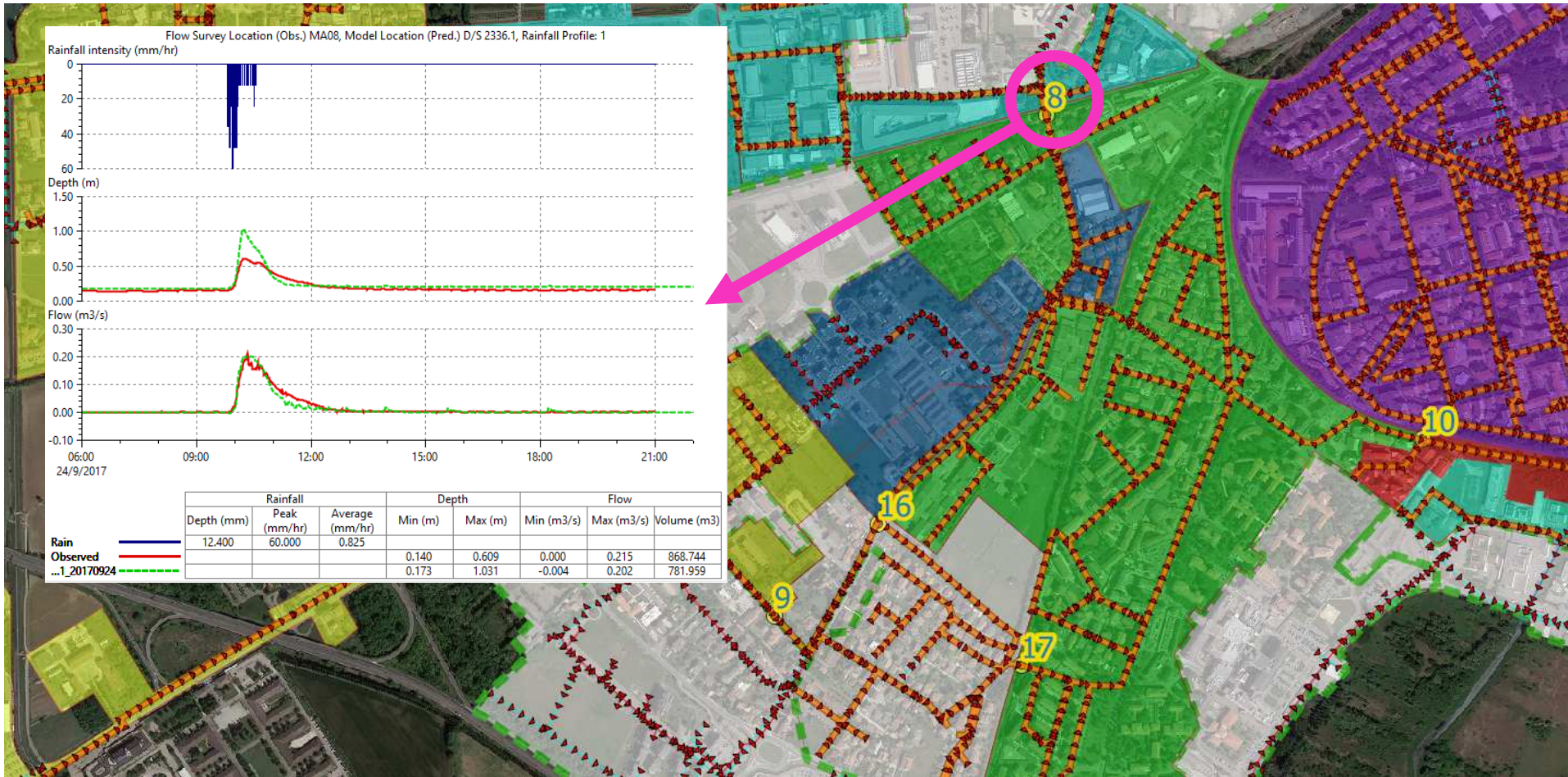
- Superficie servita pari a 426 ha;
- 25% strade;
- 17% tetti;
- 58% aree permeabili;
- 1478 bacini elementari.

**La taratura e la validazione del modello sono quelle operazioni che consentono di garantire la bontà e l'affidabilità dei risultati numerici.**





# Taratura del modello – MA08



evento 24/09/2017

- Evento di riferimento: **ietogramma Chicago TR 10 anni, D=55 min;**
- Condizioni al contorno:
  - ✓ Portata affluente da Piazzale porta Cerese  $Q=Q_{max}$  transitabile (circa  $0.95 \text{ m}^3/\text{s}$ );
  - ✓ Livello idrico in corrispondenza del sollevamento di via Guerra pari al massimo livello misurato durante il periodo di monitoraggio (15.65 m smm).

LEGENDE

Nodi: volume esondato  $\text{m}^3$

- $< 0$
- $\geq 0$
- $\geq 10$
- $\geq 100$
- $\geq 1000$
- $\geq 10000$

Condotte: massimo grado di riempimento - sovraccarico

- $G < 0.80$
- $G > 0.80$
- $G > 1.00 \text{ } Q < Q_{max}$
- $G > 1.00 \text{ } Q > Q_{max}$

$Q_{max} = Q$  massima a tubo pieno

Elementi 2d: tiranti massimi [m]

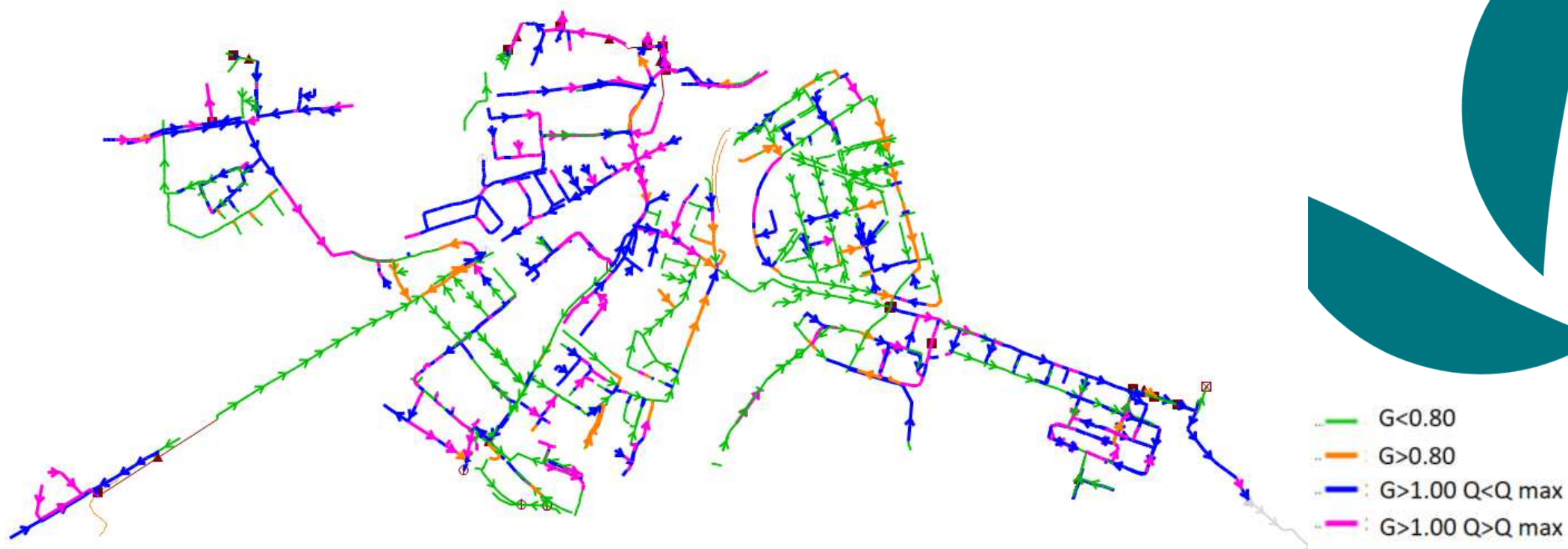
- ▲  $\geq 0.001$
- ▲  $\geq 0.1$
- ▲  $\geq 0.2$
- ▲  $\geq 0.30$
- ▲  $\geq 0.40$
- ▲  $\geq 0.5$
- ▲  $\geq 0.60$

Stato delle generale della rete – simulazione SDF TR 10 anni





Stato delle generale della rete – simulazione SDF TR 5 anni



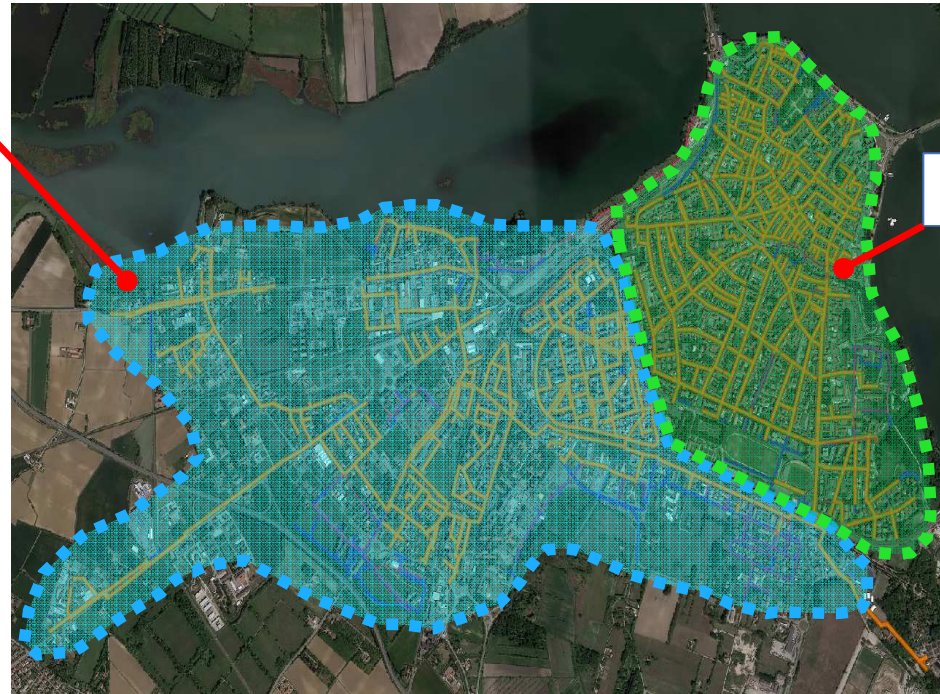
### FASE 1:

- ANALISI DI DETTAGLIO DELLE CRITICITA'  
Rilevate dal Modello
- IDENTIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI ATTI A  
RISOLVERE TALI CRITICITA'

### FASE 2:

Già concluso il rilievo polanoaltimetrico e installati gli strumenti in campo.

Si sta concludendo la fase di raccolta dati meteorici per la calibrazione del modello, cui farà seguito l'analisi delle criticità e l'identificazione degli interventi.



Fase 2

**GRAZIE DELL' ATTENZIONE**

