



Università  
di Catania

Uni  
ct AGRICOLTURA,  
ALIMENTAZIONE  
E AMBIENTE



ORDINE  
ARCHITETTI  
PIANIFICATORI  
PAESAGGISTI  
CONSERVATORI  
PROVINCIA DI  
CATANIA



FONDAZIONE  
ORDINE ARCHITETTI  
PIANIFICATORI  
PAESAGGISTI  
CONSERVATORI  
PROVINCIA DI  
CATANIA



## GREEN LAB

# Progettazione di soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano e sub-urbano



*Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano*

**Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciana LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO**

**Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A) – Università di Catania**

**Green Infrastructures to mitigate flood risks in Urban and sub-urban areas and to improve the quality of rainwater discharges**



Di3A – Aula G

31 luglio – 1 agosto 2023

# PROBLEM STATEMENT

Frequently, traditional drainage networks, known as "**GREY INFRASTRUCTURE**," demonstrate their inadequacy in managing stormwater, and it would be necessary to adapt them to new flow rates and runoff volumes.

The main causes of the significant increase in flow rates and runoff volumes in urban and suburban areas are due to:

- the **increase** in **rainfall intensity**, primarily due to climate change phenomena.
- the **increase** in **soil sealing** due to the urbanization

## "STREAMS as ROADS"



## "ROADS as RIVERS"



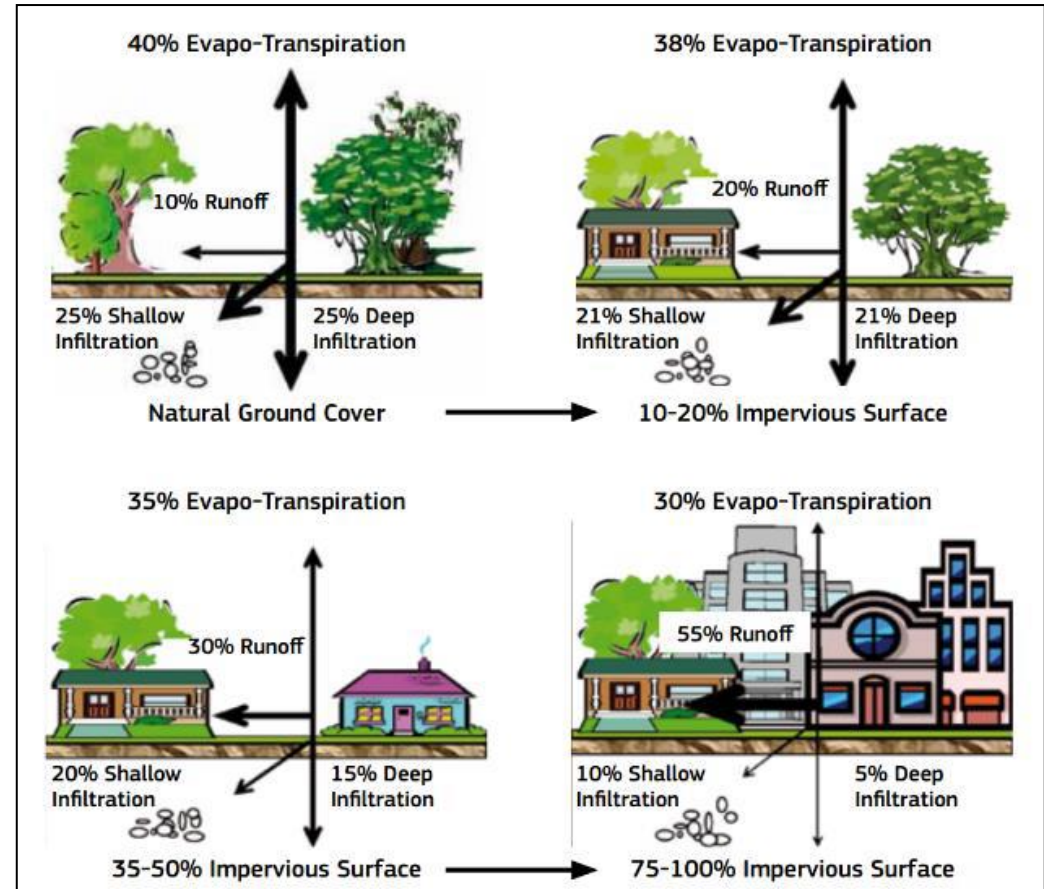
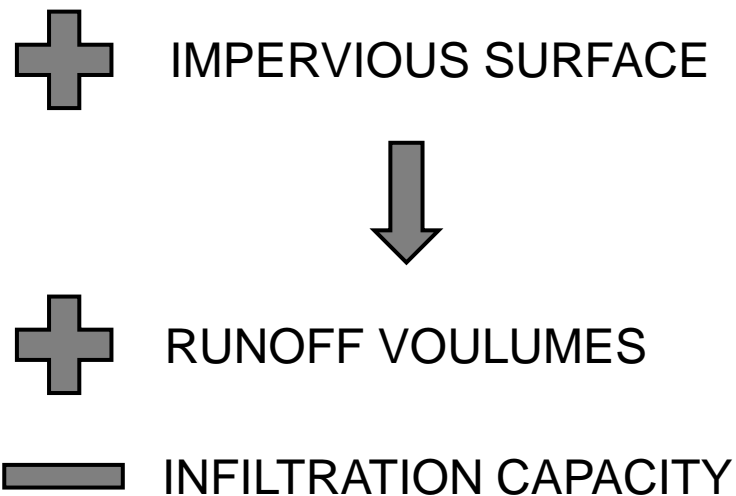
In the last 20 years, the extent of urbanized areas in Europe has increased by an average of 20% - (ISPRA, 2020).





# PROBLEM STATEMENT

*Soil consumption impacts*



ISPRA (Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale)

Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciana LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO

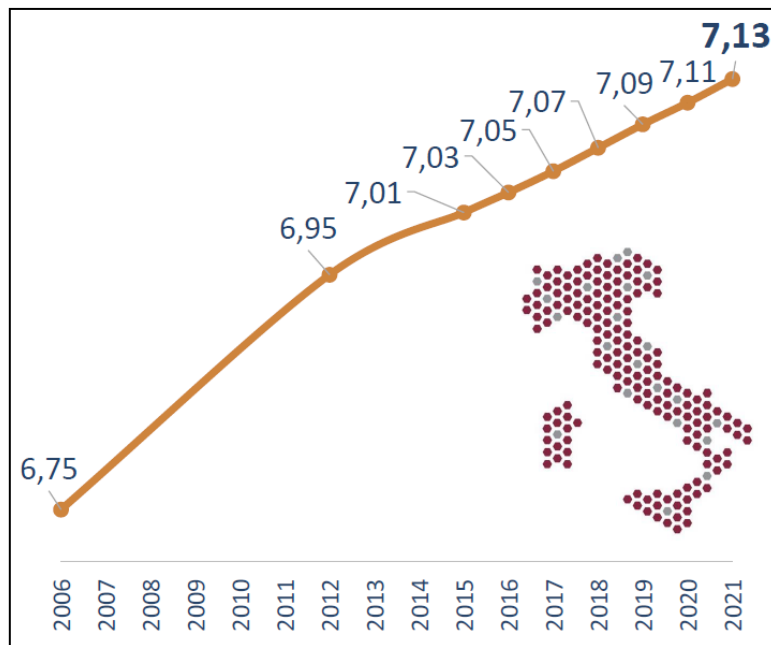
31 luglio 2023



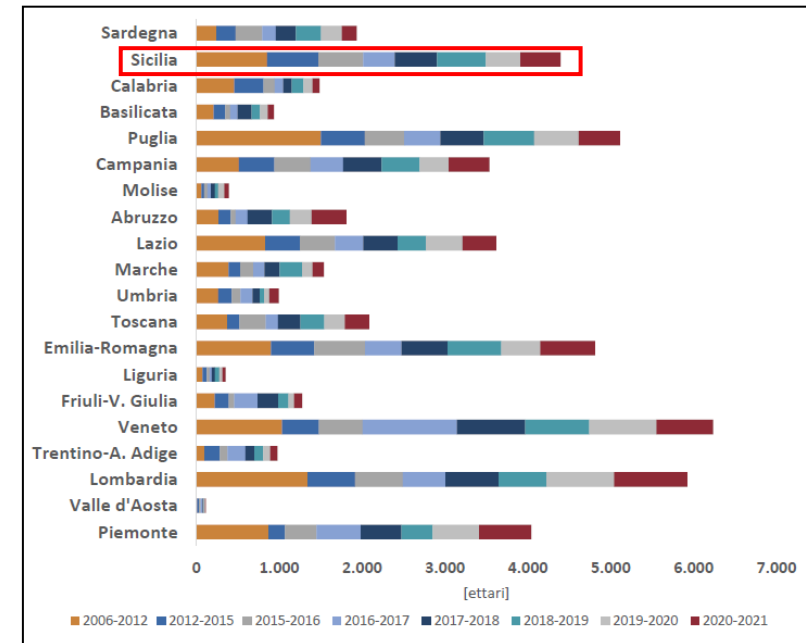
# PROBLEM STATEMENT

## Soil consumption impacts

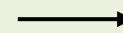
Percentage of annual total soil consumption  
at **National level** (2006-2021)



Annual total soil consumption in  
hectare at **Regional level** (2006-2021)



Annual total soil consumption (2021): **69.1 km<sup>2</sup>**



**19 hectares per day**  
**2 square meters per second**

ISPRA (Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale)

Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciano LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO

31 luglio 2023





# PROBLEM STATEMENT

## Soil consumption at local level

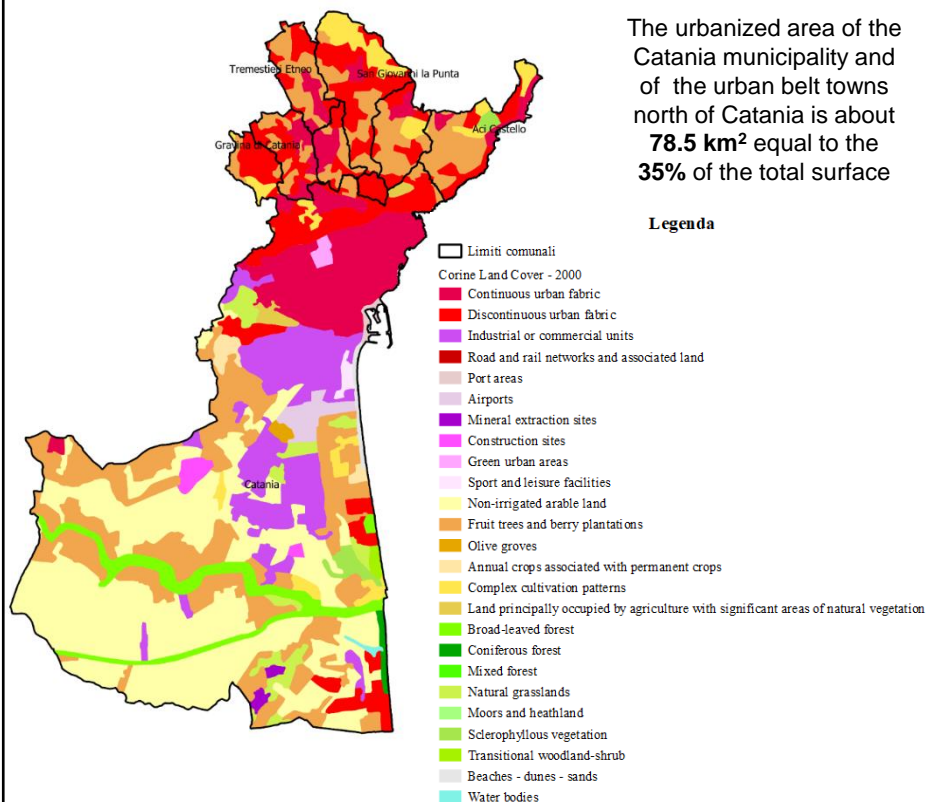
Municipalities of Catania, Gravina di Catania, Tremestieri Etneo, S. Agata li Battiati, San Giovanni La Punta, San Gregorio , Aci Castello

In the period **2000-2018** there was an increase in the urbanized area of **12%**

### Land Use (Corine Land Cover – 2000)

Year 2000

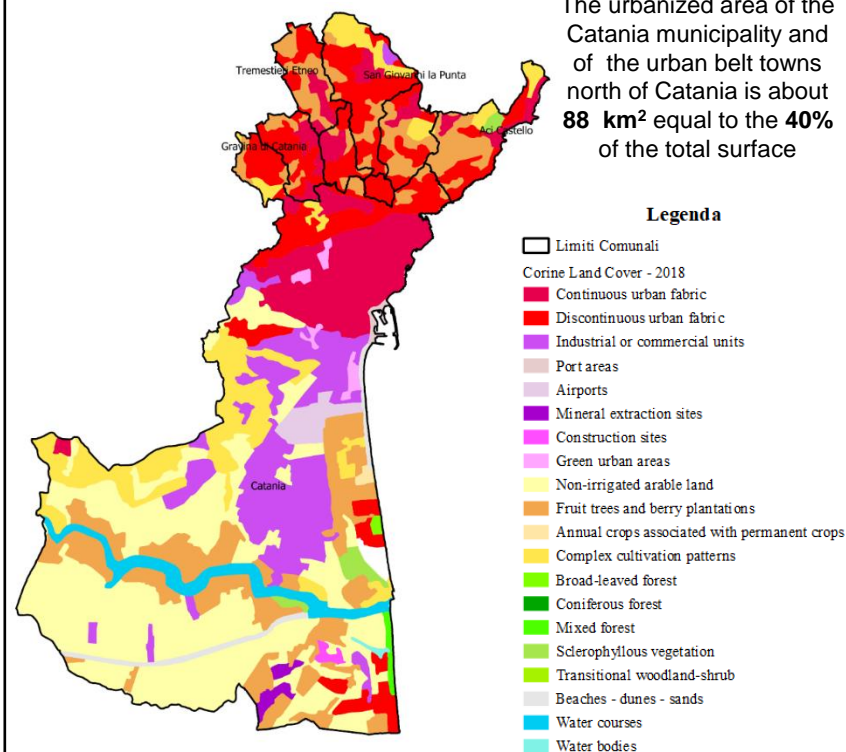
The urbanized area of the Catania municipality and of the urban belt towns north of Catania is about **78.5 km<sup>2</sup>** equal to the **35%** of the total surface



### Land Use (Corine Land Cover - 2018)

Year 2018

The urbanized area of the Catania municipality and of the urban belt towns north of Catania is about **88 km<sup>2</sup>** equal to the **40%** of the total surface



# FLOOD EVENTS IN SICILY

***NEED FOR A CHANGE OF CURRENT WATER  
MANAGEMENT MODELS TO CONTROL FLOODING AREAS***



**Palermo, 5-6 ottobre 2013**



**Siracusa, 22 ottobre 2021**



**Licata, 19 novembre 2016**



**Catania, 26 ottobre 2021**

Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

**Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciana LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO**





# WATER IN THE 2030 AGENDA: HOW CAN EUROPE ACT?

→ *World Water Assessment Programme (UNESCO WWAP)*



## OBIETTIVI PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

17 OBIETTIVI PER TRASFORMARE IL NOSTRO MONDO



Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciana LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO





# World Water Development Report (WWDR 2018)



The **United Nations** with the 2018 edition of the **World Water Development Report** (WWDR 2018) puts a focus on **Nature-Based Solutions** (NBS) as a vital means of addressing many of the contemporary challenges of water management in all sectors:

**Agriculture**

**Water quality**

**Urban sustainability**

**Disaster risk reduction**



**2030 Agenda**



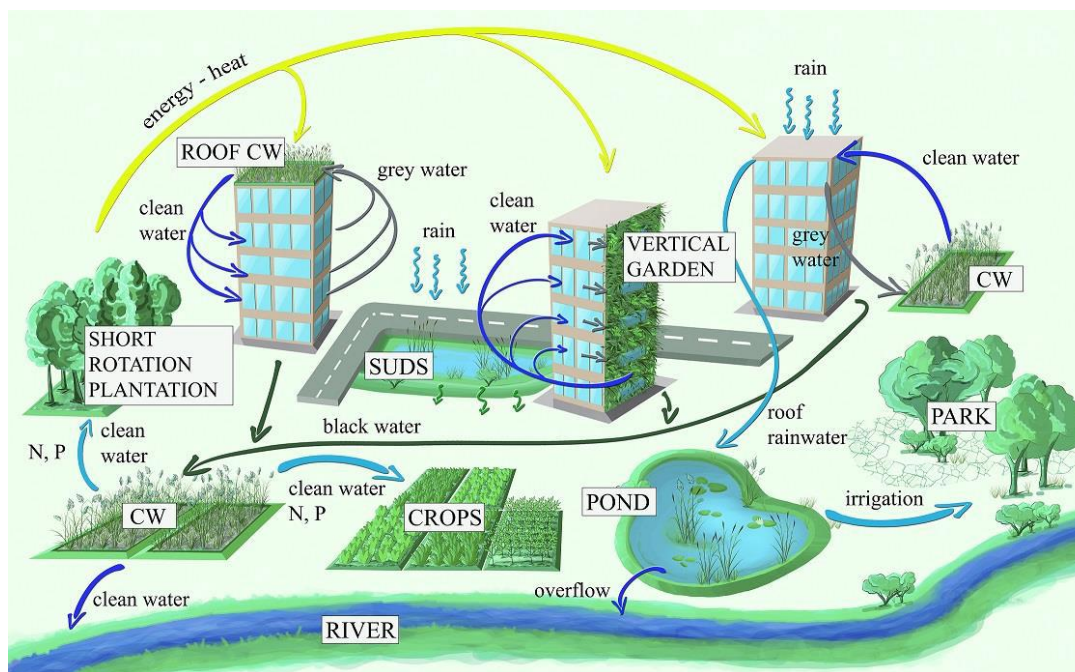
NBSs simultaneously provide social, economic, and environmental co-benefits for achieving **sustainable development**



# The SPONGE CITY concept

The integration of Green Urban Infrastructures (**GUI<sub>s</sub>**) (such as rain gardens, green roofs, porous pavements, etc.) with «**grey infrastructures**» are innovative technologies useful to manage the runoff in urban and sub-urban areas, according with the new paradigm of «**PERMEABLE CITY**» or «**SPONGE CITY**».

Compared to other urban stormwater management systems, the «**PERMEABLE CITY**» or «**SPONGE CITY**» covers a broader range of objectives, including reducing runoff and water stagnation, preventing floods, improving water quality, restoring natural ecosystems, and mitigating the impacts of heat islands.



# What are Nature-Based Solutions?



Nature-Based Solutions (NBS) are actions to protect, sustainably manage, and restore natural and modified ecosystems that address societal challenges effectively and adaptively, simultaneously **benefiting people and nature**.



USE OR IMITATE NATURAL PROCESSES



Water supply



Climate Change



Environmental disasters



Water quality



© IUCN





# Green Infrastructures (GIs)

## *NBS for sustainable and resilient cities*

Currently, water resource management is heavily dominated by traditional grey infrastructure, and the potential of NBS remains underutilized.



WATER RESOURCE MANAGEMENT = GI + GREY INFRASTRUCTURES



**GOAL:** to find the most appropriate combination of green and gray infrastructure to maximize system benefits and efficiency while minimizing costs and trade-offs.

**BENEFITS:** regulation and storage of hydro-meteoric runoff, improvement of stormwater runoff quality, protection of plant species, enhancement of biodiversity, mitigation of climate change, and reduction of flood events.



# Green Infrastructures (GIs) and Natural Water Retention Measures (NWRM)



The NWRM are defined as “**multi-functional measures** that aim to protect and manage water resources and address water-related challenges by restoring or maintaining ecosystems as well as natural features and characteristics of water bodies using natural means and processes”.

(Source: “EU policy document on Natural Water Retention Measures”, WG PoM, 2014)

## Main characteristics and functions

1

Retain water (runoff for riverflows) beyond the existing capacity of systems, releasing it at a controlled rate, or infiltrating it to groundwater.

2

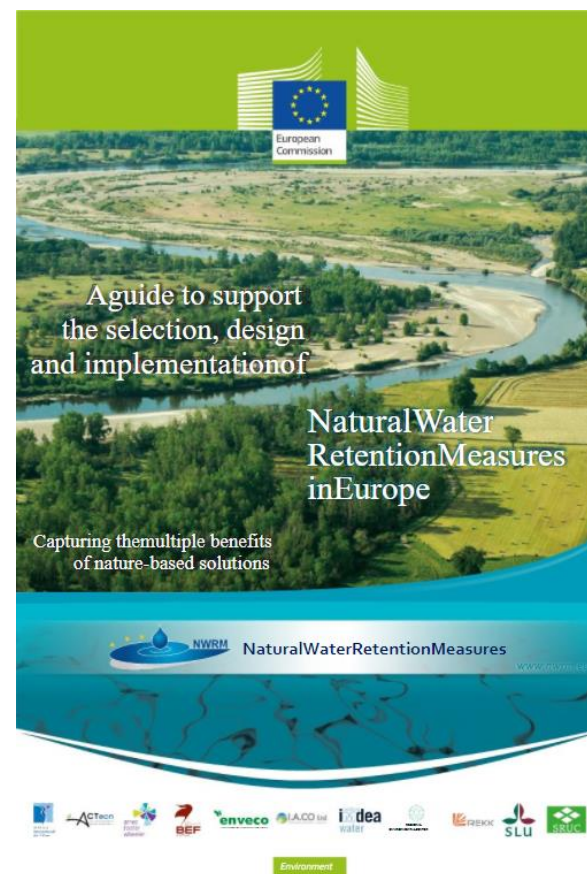
Use the retention capacity of soils and of aquatic ecosystems to provide other environmental and well-being improvements, such as water quality, biodiversity, amenity value or resilience and adaptation to climate change impacts.

3

Are usually applied at relatively ‘small scale’, in comparison to the size of the water catchment or territory in which they are implemented.

4

Emulate a natural process, although are not always ‘natural’ features themselves (as clearly illustrated by green roofs).



# Main reasons for the selection and implementation of NWRM

1

Giving more space to nature

2

Providing multiple benefits

3

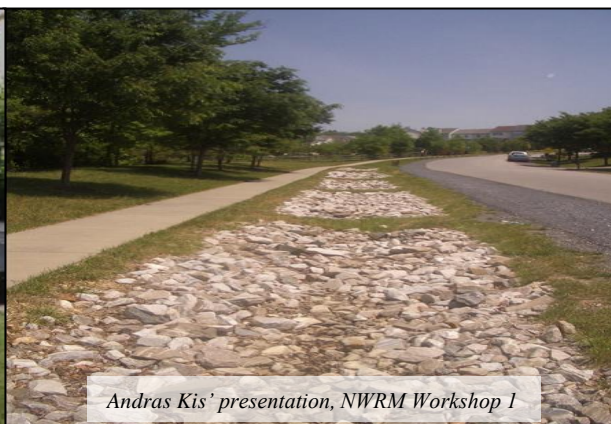
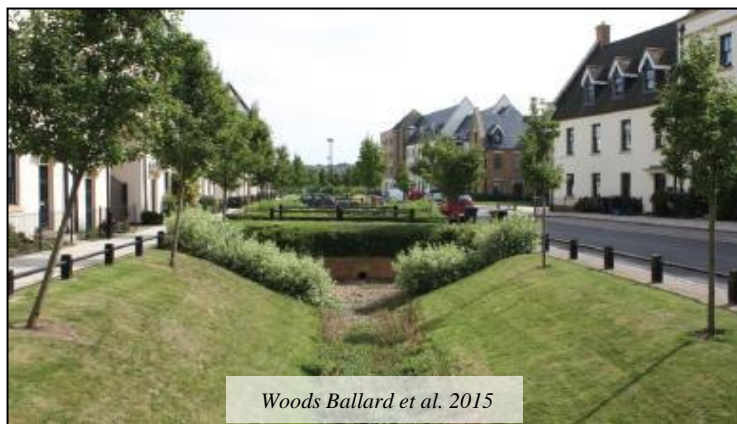
Contribution to the simultaneous achievement of the objectives of different policies

4

Providing cost-effective solutions

5

NWRM funding opportunities



Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciana LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO





# Types and application sectors of NWRMs

NWRMs are very diverse in type and landscape use to which they can be applied. In particular, NWRMs can:

- 1 **change ecosystems directly or indirectly** (through changes in soil and water management practices);
- 2 **be sector-specific** (e.g., for agriculture) or applicable across different sectors and environments (rural and urban).



Agriculture



Forest



Hydro-morphology



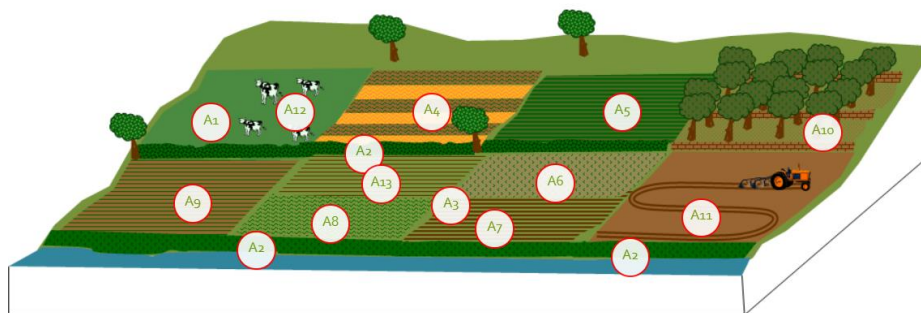
Urban



# Types and application sectors of NWRMs



## Agriculture



### AGRICULTURE (A)

- A1** Meadows and pastures
- A2** Buffer strips and hedges
- A3** Crop rotation
- A4** Strip cropping along contours
- A5** Intercropping
- A6** No till agriculture
- A7** Low till agriculture
- A8** Green cover
- A9** Early sowing
- A10** Traditional terracing
- A11** Controlled traffic farming
- A12** Reduced stocking density
- A13** Mulching



## Forest



### FOREST (F)

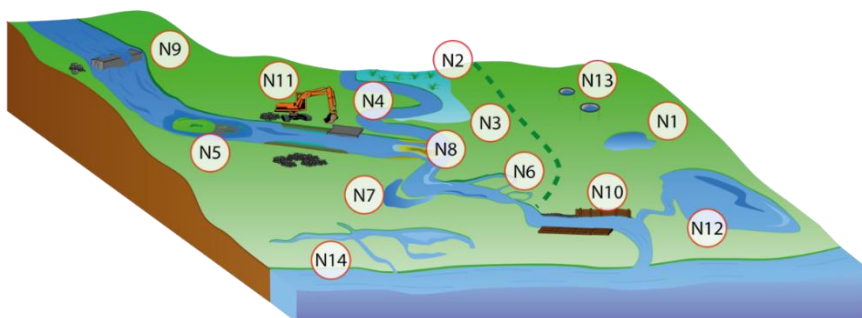
- F1** Forest riparian buffers
- F2** Maintenance of forest cover in headwater areas
- F3** Afforestation of reservoir catchments
- F4** Targeted planting for 'catching' precipitation
- F5** Land use conversion
- F6** Continuous cover forestry
- F7** 'Water sensitive' driving
- F8** Appropriate design of roads and stream crossings
- F9** Sediment capture ponds
- F10** Coarse woody debris
- F11** Urban forest parks
- F12** Trees in Urban areas
- F13** Peak flow control structures
- F14** Overland flow areas in peatland forests



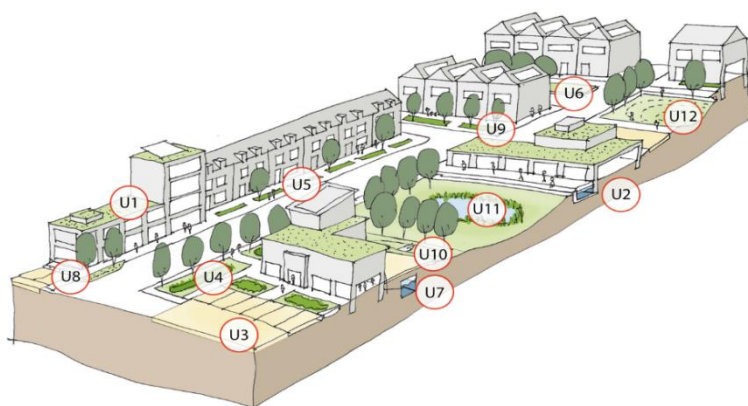
# Types and application sectors of NWRMs



## Hydro-morphology



## Urban



### HYDRO-MORPHOLOGY (N)

- N1 Basins and ponds
- N2 Wetland restoration and management
- N3 Floodplain restoration and management
- N4 Re-meandering
- N5 Stream bed re-naturalization
- N6 Restoration and reconnection of seasonal streams
- N7 Reconnection of oxbow lakes and similar features
- N8 Riverbed material renaturalization
- N9 Removal of dams and other longitudinal barriers
- N10 Natural bank stabilisation
- N11 Elimination of riverbank protection
- N12 Lake restoration
- N13 Restoration of natural infiltration to groundwater
- N14 Re-naturalisation of polder areas

### URBAN (U)

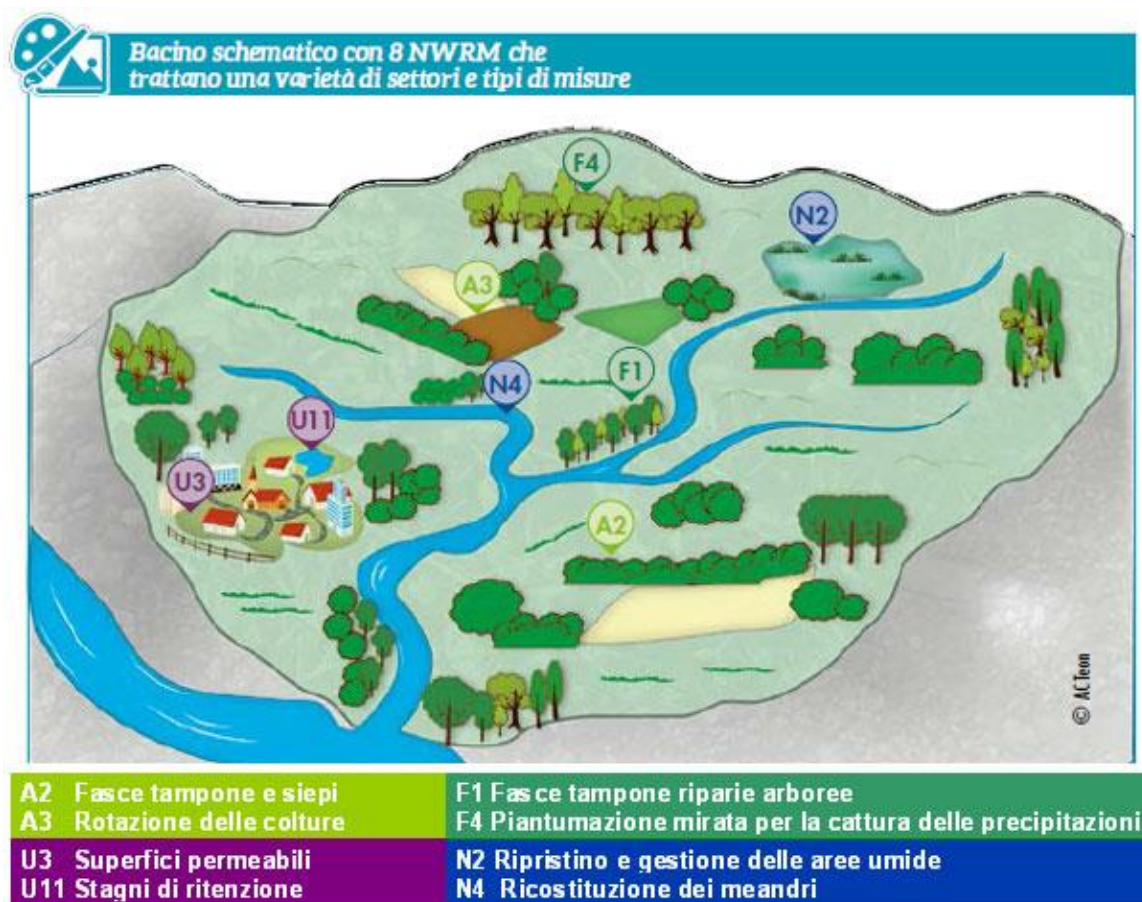
- U1 Green Roofs
- U2 Rainwater Harvesting
- U3 Permeable surfaces
- U4 Swales
- U5 Channels and rills
- U6 Filter Strips
- U7 Soakaways
- U8 Infiltration Trenches
- U9 Rain Gardens
- U10 Detention Basins
- U11 Retention Ponds
- U12 Infiltration basins





# NWRMs implementation

Single NWRM are rarely implemented in isolation: they are mainly implemented in combination with other NWRMs and often with anthropogenic infrastructure. The challenge is to find the **right combination** of measures that meets the characteristics and management problems of one's basin or planning process.



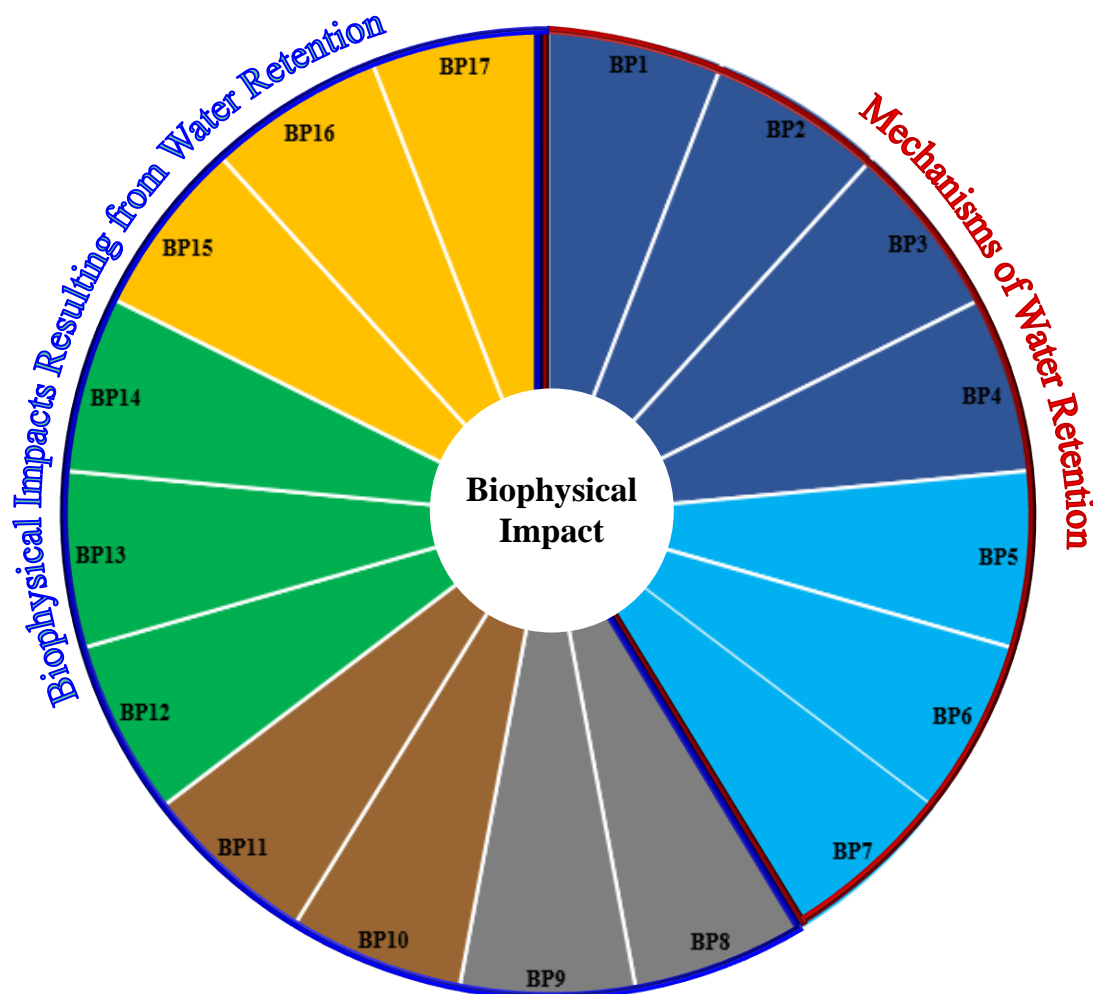
Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciana LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO



# NWRMs benefits

Although the provision of multiple benefits is promoted as one of the key benefits of NWRMs, not all NWRMs provide the same type of benefits.



- Slowing and Storing Runoff
- Reducing Runoff
- Reducing Pollution
- Soil Conservation
- Creating Habitat
- Climate Alteration

- BP1** Store runoff
- BP2** Slow runoff
- BP3** Store river water
- BP4** Slow river water
- BP5** Increase evapotranspiration
- BP6** Increase infiltration and/or groundwater recharge
- BP7** Increase soil water retention
- BP8** Reduce pollutants sources
- BP9** Intercept pollution pathways
- BP10** Reduce erosion and/or sediment delivery
- BP11** Improve soils
- BP12** Create aquatic habitat
- BP13** Create riparian habitat
- BP14** Create terrestrial habitat
- BP15** Enhance precipitation
- BP16** Reduce peak temperature
- BP17** Absorb and/or retain CO<sub>2</sub>



# NWRMs in the planning of the Sicily Region

In the main local planning tools are found explicit references to NWRMs application.

## PRGA Environmental Report (2018)

Scoring analysis of individual NWRMs:

- low impact = 1
- medium impact = 2
- high impact = 3



Hydro-morphology



Forest

Technical guidelines for the design of hydraulic-hydrological invariance measures through Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) and/or NWRMs (Annex 2 - Regional Law No. 19, Aug. 13, 2020) are being reviewed and approved.

Codice	Misura MRNA	Punteggio di impatto	Codice	Misura MRNA	Punteggio di impatto
N3	Ripristino e gestione della pianura alluvionale	42	A3	Rotazione delle colture	17
F2	Manutenzione della copertura forestale nelle aree di sorgente	39	F9	Stagni per la cattura dei sedimenti	17
F3	Forestazione di bacini idrografici	38	N8	Ri-naturalizzazione del torrente	17
F5	Conversione dell'utilizzo dei terreni	38	A9	Semina precoce	16
F11	Parchi forestali urbani	34	F8	Progettazione appropriata di strade e attraversamenti di corsi d'acqua	16
N4	Ricostruzione dei meandri	34	A5	Colture miste	15
N6	Ripristino e ricollegamento di ruscelli stagionali	34	A1	Prati e pascoli	14
N7	Ricollegamento di lanche e strutture simili	34	N1	Bacini e stagni	14
F4	Forestazione mirata per la mitigazione dei cambiamenti climatici	30	U5	Canali e rigagnoli	13
N2	Ripristino e gestione delle aree umide	28	U6	Fasce filtranti	13
N10	Stabilizzazione delle sponde naturali	28	A6	Agricoltura "no tillage"	13
N5	Ri-naturalizzazione del letto del torrente	27	F7	Guida controllata e rispettosa del deflusso idrico	13
F1	Fasce tampone riparie arboree	25	U1	Tetti verdi	12
F12	Alberi nelle aree urbane	25	U8	Trincee drenanti	11
F14	Aree di inondazione controllata	25	A4	Fasce coltivate lungo le isoipse	11
N12	Ripristino di laghetti	24	F10	Detriti legnosi grossolani	10
U11	Stagni di ritenzione	23	A10	Terrazzamenti tradizionali	9
N14	Ri-naturalizzazione aree di polder	23	N13	Ripristino dell'infiltrazione naturale nelle acque di falda	9
U9	Giardini della pioggia	22	U3	Superfici permeabili	8
A8	Coperture verdi	21	U7	Pozzi perdenti	8
U4	Swales	20	A12	Carico di bestiame ridotto	7
U12	Bacini di infiltrazione	20	A7	Agricoltura "minimum tillage"	6
F6	Copertura forestale continua	20	A11	Traffico controllato	6
N11	Eliminazione dei manufatti di protezione dalle sponde	20	A13	Pacciamatura	6
F13	Strutture per il controllo della portata di piena nelle foreste	19	N9	Rimozione di dighe e altre barriere longitudinali	6
U10	Bacini di ritenzione	18	U2	Raccolta delle acque piovane	2
A2	Fasce tampone e siepi	18			
A=Agricoltura (159 punti)			Totale punteggi 1.018		
F=Silvicoltura (349 punti)					
N=Idro morfologia (340 punti)					
U=Urbanistica (170 punti)					

Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

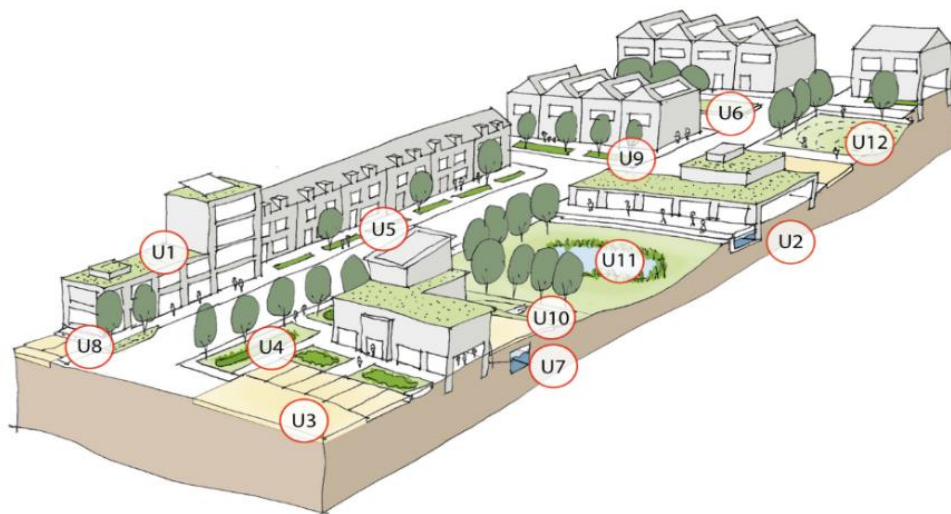
Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciana LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO







Urban



#### URBAN (U)

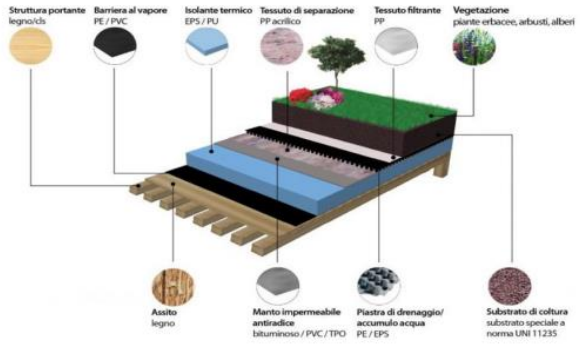



- U1** Green Roofs
- U2** Rainwater Harvesting
- U3** Permeable surfaces
- U4** Swales
- U5** Channels and rills
- U6** Filter Strips
- U7** Soakaways
- U8** Infiltration Trenches
- U9** Rain Gardens
- U10** Detention Basins
- U11** Retention Ponds
- U12** Infiltration basins

## INFRASTRUTTURE VERDI PER LA GESTIONE DELLE ACQUE: CRITERI E CASI STUDIO

FELICIANA LICCIARDELLO  
LIVIANA SCIUTO  
SALVATORE BARBAGALLO  
SIMONA CONSOLI  
GIUSEPPE LUIGI CIRELLI



# Technical intervention sheets for improving water quality and reducing runoff in urban and peri-urban areas through green infrastructure

U1 Tetti verdi (Green Roofs)				
<p><b>Descrizione</b></p> <p>I tetti verdi sono sistemi a più strati che coprono il tetto degli edifici con vegetazione e/o giardini su uno strato di drenaggio. I tetti verdi possono essere di due tipi, intensivi ed estensivi. I tetti verdi estensivi (tetti a sedo, tetti ecologici o tetti viventi) coprono l'intera superficie del tetto con vegetazione leggera, a crescita bassa, autosostenente, che richiede bassa manutenzione. I tetti verdi intensivi (giardini sui tetti) sono ambienti curati con elevati benefici relativi ai servizi ricreativi. I tetti verdi sono progettati per intercettare le precipitazioni che vengono rallentate durante il loro scorrimento lungo la vegetazione e lo strato di drenaggio. L'introduzione della vegetazione su una superficie altrimenti nuda determina una maggiore evaporazione-traspirazione che contribuisce a un minore ruscellamento. I tetti verdi ben progettati sono efficaci nella riduzione delle portate di picco causate da precipitazioni frequenti e non molto intensi, contribuendo pertanto alla gestione del rischio di alluvione. La loro efficacia può variare dal 5 al 95% di riduzione del ruscellamento, a seconda del tipo di substrato e della profondità, delle condizioni antecedenti l'evento, della stagione, dell'intensità e del volume delle precipitazioni. Poiché i tetti verdi possono contribuire a migliorare la qualità dell'acqua di ruscellamento, possono anche contribuire al miglioramento delle caratteristiche fisico-chimiche e dello stato chimico e quindi contribuire ad un sistema di drenaggio sostenibile ed efficace prevenendo il deterioramento dello stato delle acque di superficie. Se diffusi in un'area urbana, i tetti verdi possono contribuire al miglioramento della qualità dell'aria, ad abbassare la temperatura dell'aria e ad aumentare il livello di umidità, aiutando pertanto nella regolazione climatica.</p> 		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Strato filtrante</li> <li>4. Strato drenante e di accumulo idrico</li> <li>5. Strato di protezione meccanica</li> <li>6. Strato impermeabile e antiradici</li> <li>7. Strato divisorio</li> <li>8. Strato isolante</li> <li>9. Elemento portante</li> </ol>		<p>dell'elemento di tenuta all'acqua.</p> <p><i>b. Gradi di manutenzione</i></p> <p>manutenzione di avviamento per il controllo (collaudo);</p> <p>manutenzione di avviamento a regime (solo per le coperture estensive);</p> <p>manutenzione ordinaria;</p> <p>manutenzione straordinaria.</p>
<b>Vantaggi</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Miglioramento del microclima</li> <li>- Ritenzione dell'acqua</li> <li>- Filtrazione di polveri e sostanze nocive</li> <li>- Miglioramento dell'isolamento acustico</li> </ul>		<p>Verde estensivo</p> 
<b>Svantaggi</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitazione della crescita della vegetazione</li> <li>- Difficoltà di ancoraggio</li> <li>- Peso esercitato</li> <li>- Presenza dell'acqua</li> </ul>		<p>Verde intensivo</p> 
<b>Costi di costruzione</b>		<p>I costi di costruzione sono generalmente maggiori quando i tetti verdi vengono inseriti in edifici già esistenti rispetto a quando vengono incorporati in un nuovo edificio. I costi di costruzione variano da 25÷130 €/m<sup>2</sup> per design estensivi e 130÷300 €/m<sup>2</sup> per design intensivi. I costi di manutenzione raggiungono i 55 €/m<sup>2</sup> per ciascun intervento di manutenzione su tetti verdi estensivi.</p> <p>Fonte: <a href="http://www.nwrn.eu">www.nwrn.eu</a></p>	<b>Pubblicazioni o esempi</b>	<p>Bosco verticale – Milano</p> 
<b>Progettazione</b>		<p>Devono essere presenti molteplici scarichi provenienti dal tetto verde, per ridurre i rischi di ostruzione. La resistenza strutturale del tetto deve tenere in considerazione l'intero carico aggiuntivo degli elementi del tetto verde in condizioni sature. La membrana impermeabilizzante deve presentare una buona resistenza alle penetrazioni delle radici e uno spessore del substrato che deve essere compreso fra 10 e 250 mm. La manutenzione (vegetazione, membrana...) è importante per assicurare una continua efficacia.</p>		
<b>Esercizio e manutenzione</b>		<p>Il grado di manutenzione richiesto dalle coperture a verde è un altro importante parametro di classificazione. Coperture con funzioni tecniche e di mitigazione ambientale sono associate necessariamente all'esigenza di ridurre i costi di manutenzione poiché rientrano, al pari del fabbisogno idrico, nel bilancio energetico dell'opera.</p> <p>La norma UNI 11235:2007 propone la seguente classificazione:</p> <p><i>a. Tipologie di manutenzione</i></p> <p>manutenzione delle opere a verde;</p> <p>manutenzione del sistema di drenaggio;</p> <p>manutenzione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche e</p>	<b>Bibliografia</b>	<p><a href="http://www.nwrn.eu">www.nwrn.eu</a></p> <p>ISPRA. 2012. Verde Pensile: prestazioni di sistema e valore ecologico. Roma.</p>
<b>Tipo dell'influente</b>	Acque meteoriche Acque grigie			
<b>Componenti principali</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Strato di vegetazione</li> <li>2. Strato di coltura</li> </ol>			

Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciano LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO





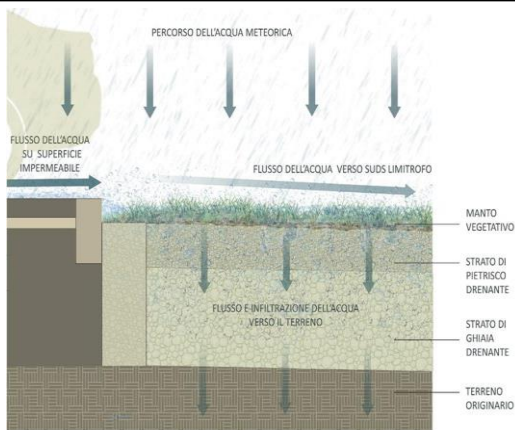




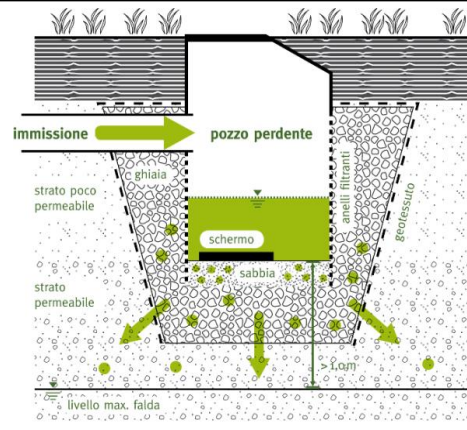


Urban

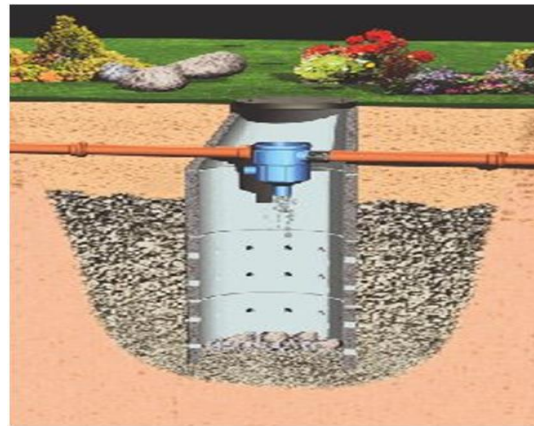
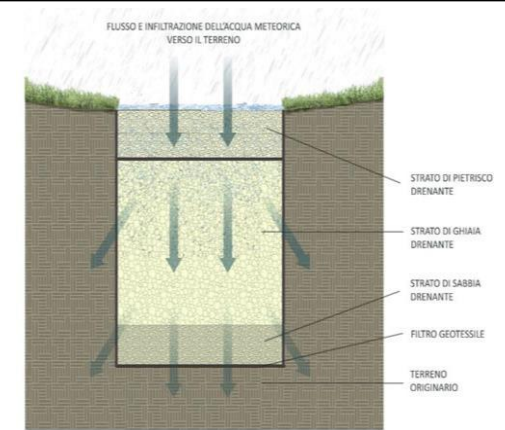
## U6 Fasce filtranti (Filter strips)



## U7 Pozzi perdenti (Soakaways)



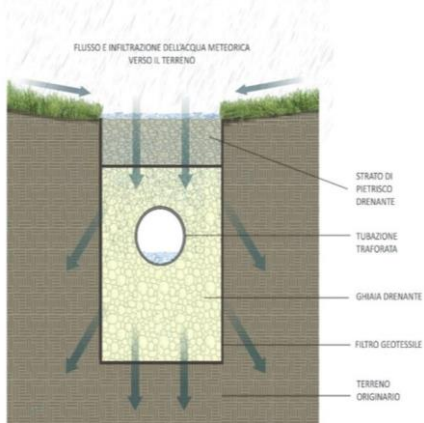
## U8(A) Trincee drenanti (Infiltration trenches)





Urban

## U8(B) Dreni filtranti (Filter drains)



## U8(C) Box alberati filtranti (Tree box filters)



## U9 Aree di bioritenzione vegetata (Bioretention areas)



Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

**Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciana LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO**

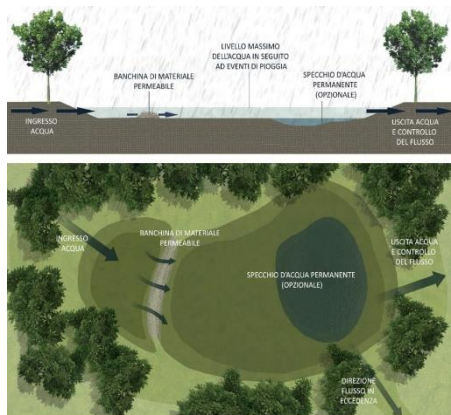




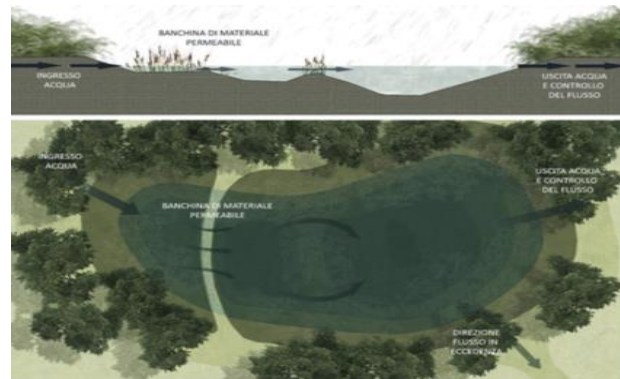


Urban

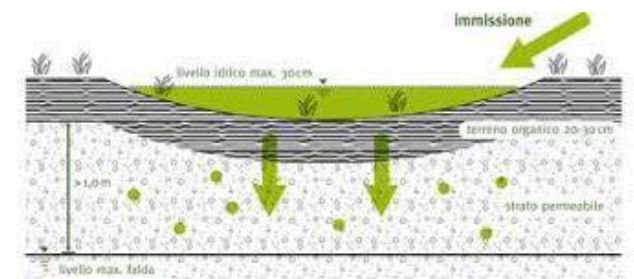
## U10 Bacini di detenzione (Detention basins)



## U11 Stagni e zone umide/fitodepurazione (Ponds and Wetlands)



## U12 Bacini di infiltrazione (Infiltration basins)

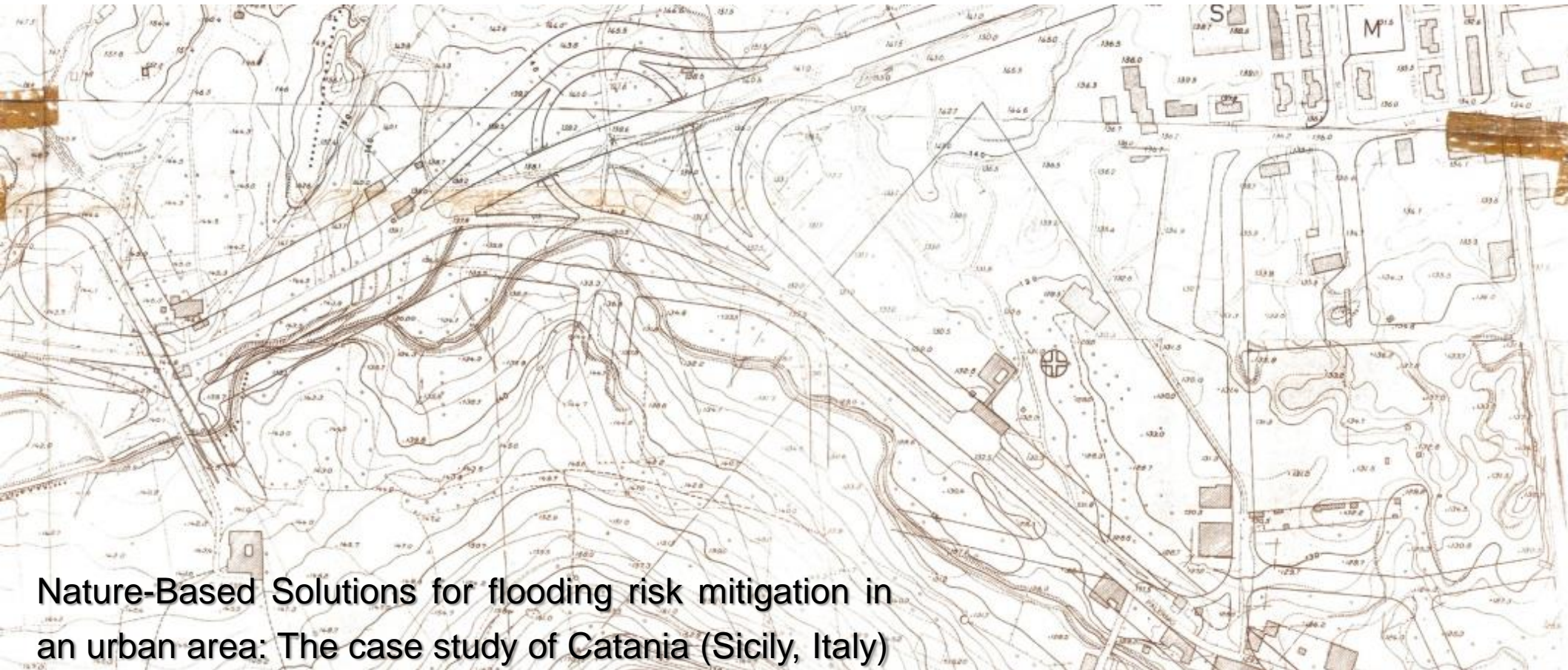


Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

**Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciano LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO**







Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

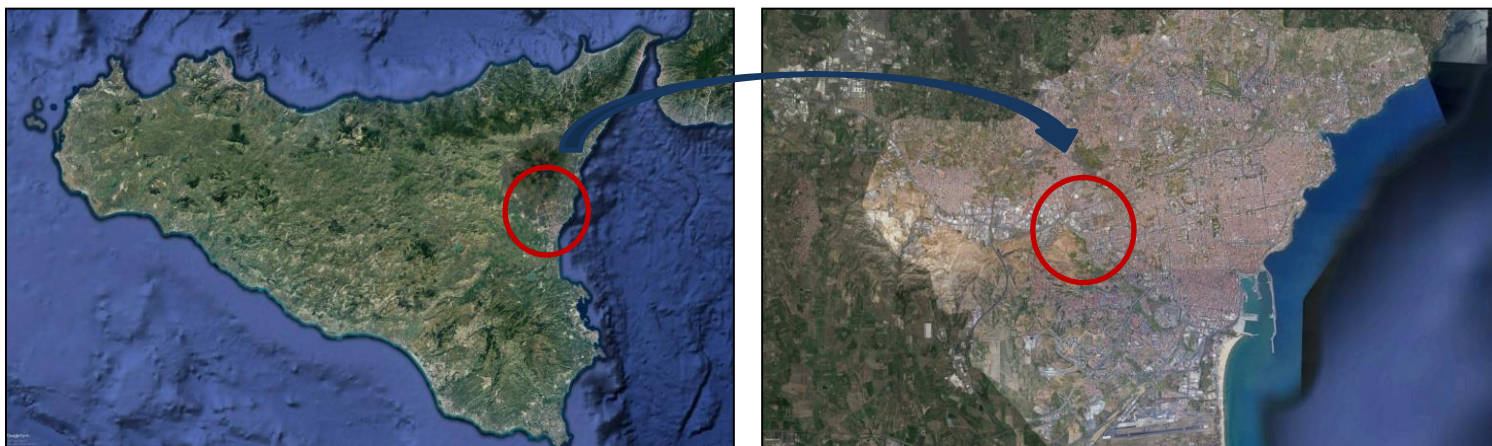
**Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciano LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO**



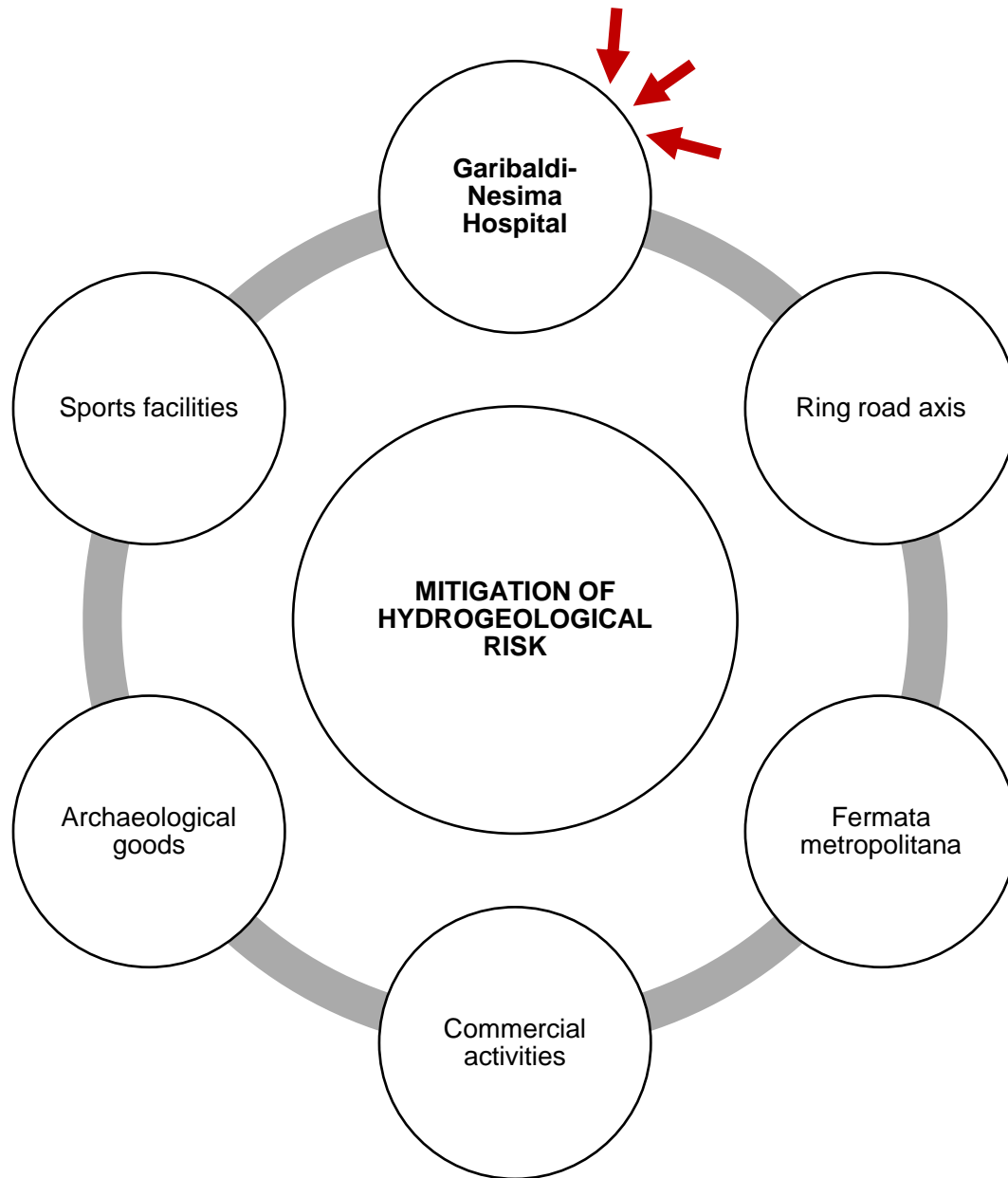


# Study area localization

Comune di Catania | 37° 30' 45.786" N  
Comune di Misterbianco | 15° 2' 21.731" E



# PROBLEM STATEMENT





# Preliminar study: regional historical map 1970s

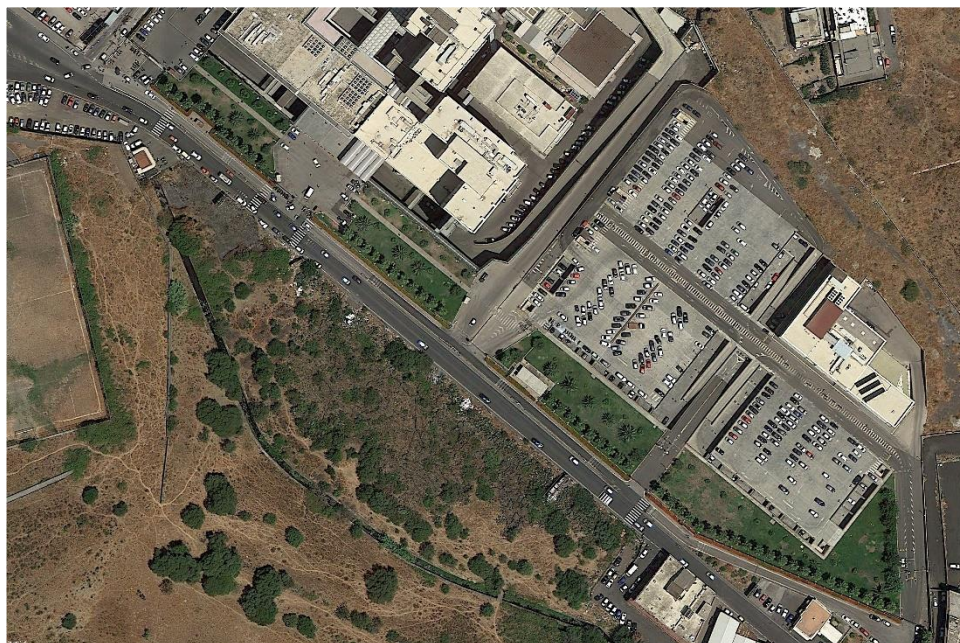
## Elements of particular interest:

1. Ditch guard facing the old Geriatric Hospital.
2. Land elevations between Acquicella stream and Palermo street are about -2 m above road elevation.





# Preliminar study: diachronic analysis



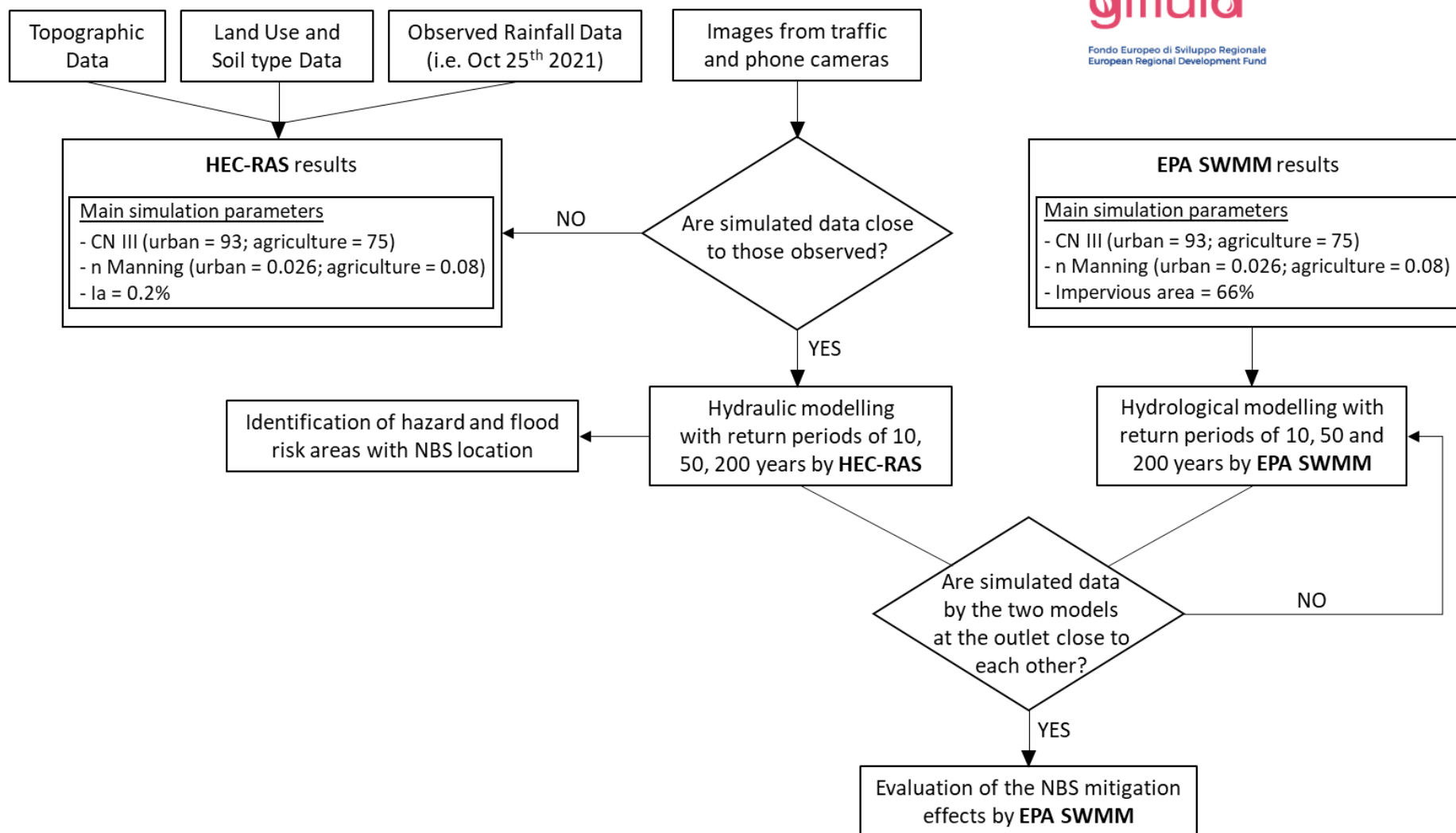
Google Earth – 2013



Google Earth – 2016



# Methodology applied to identify hazard and flood risk areas and to evaluate NBS mitigation effects



NBS = Nature-Based Solutions

Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

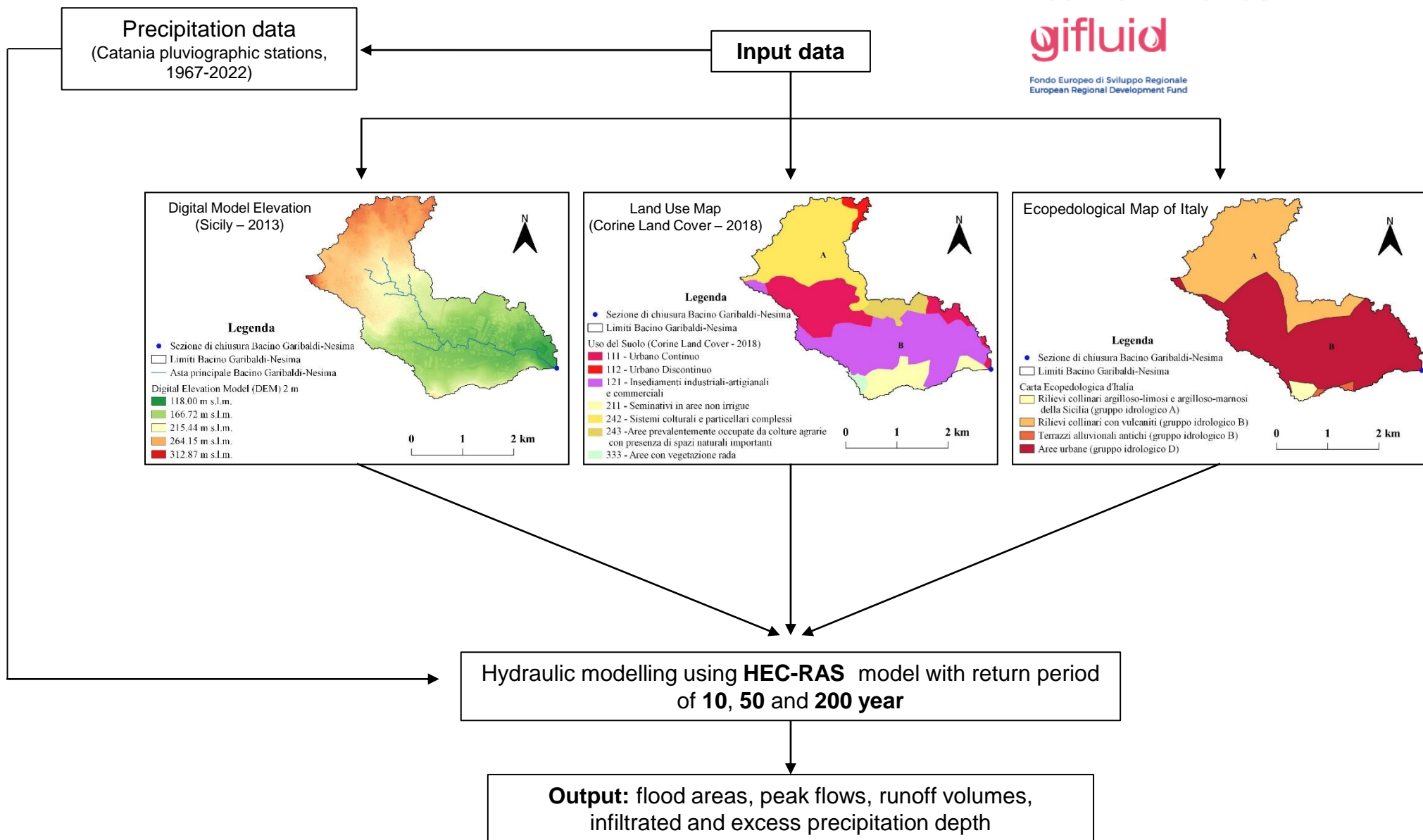
Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciana LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO





# Hydraulic modelling – HEC RAS

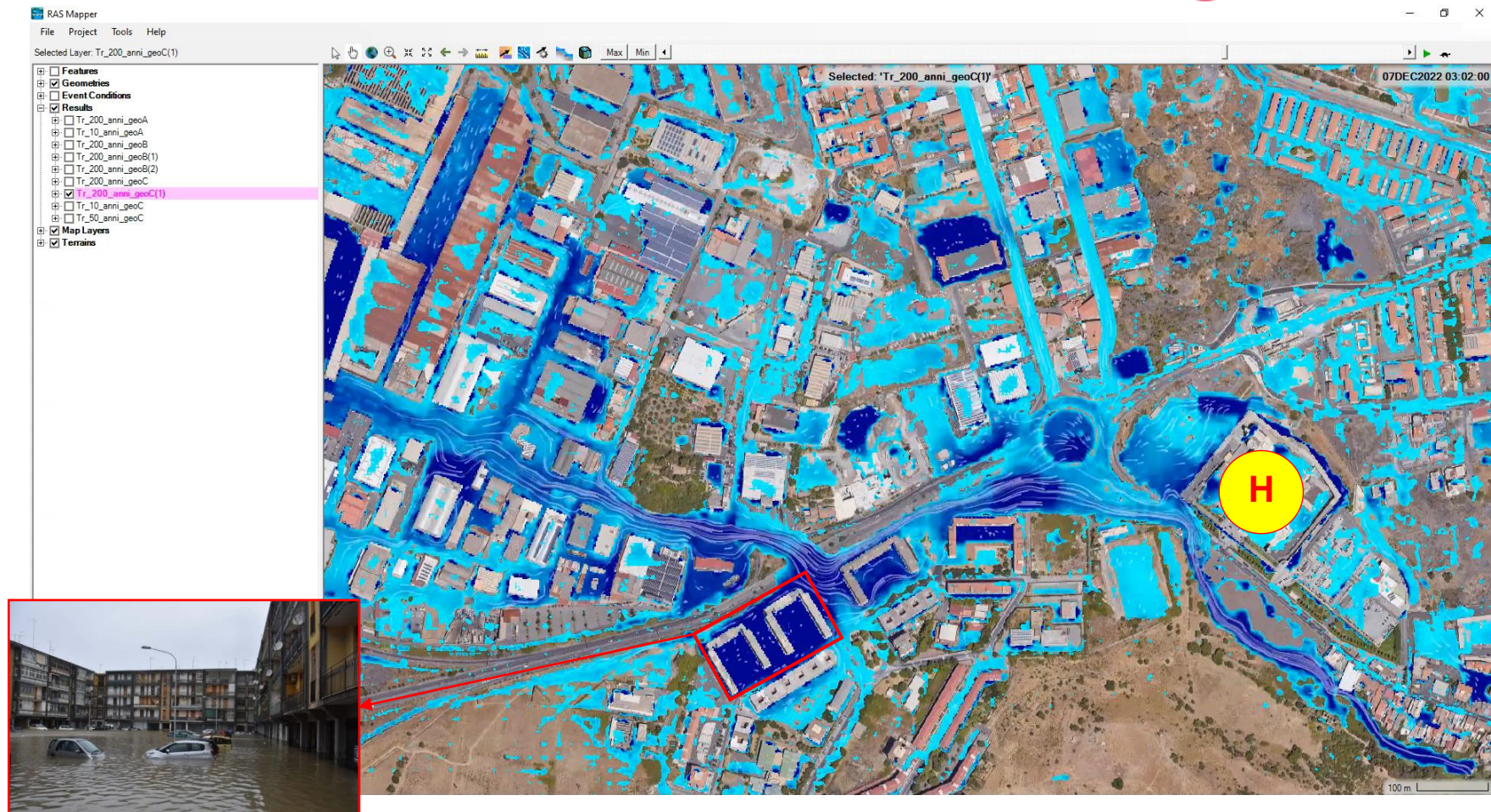
## Garibaldi-Nesima watershed (8.75 km<sup>2</sup>)



# Hydraulic modelling – HEC RAS

## *Garibaldi-Nesima watershed (8.75 km<sup>2</sup>)*

Hydraulic simulation – 200 year return period



The largest contribution in terms of runoff comes from Carlo Marx, Montepalma and Lineri streets

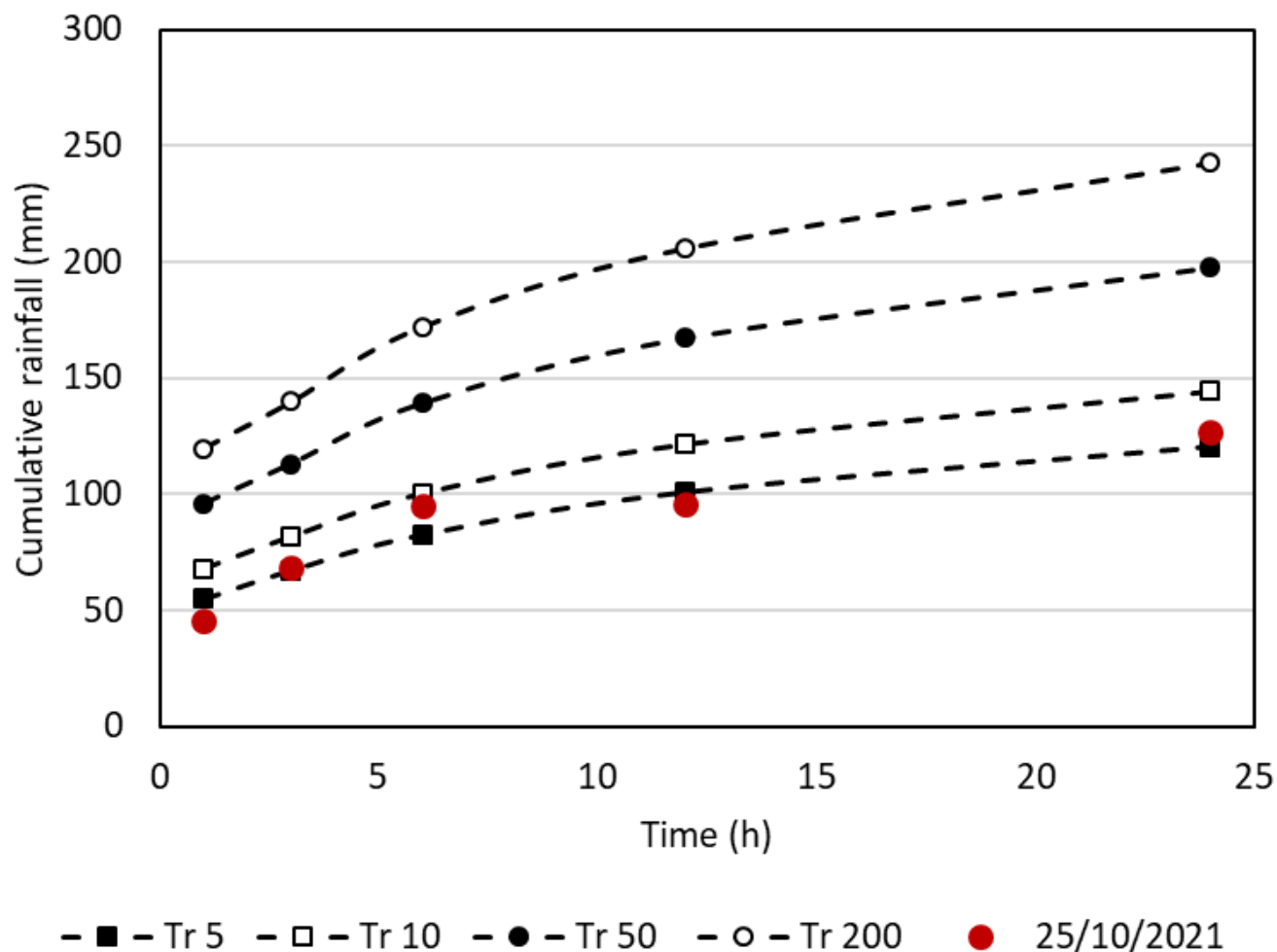
Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciano LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO



# How is HEC-RAS model tested?

HEC-RAS is tested at flood event scale by using images from traffic and phone cameras of an extreme rainfall event occurred in Catania on the 25<sup>th</sup> October 2021.



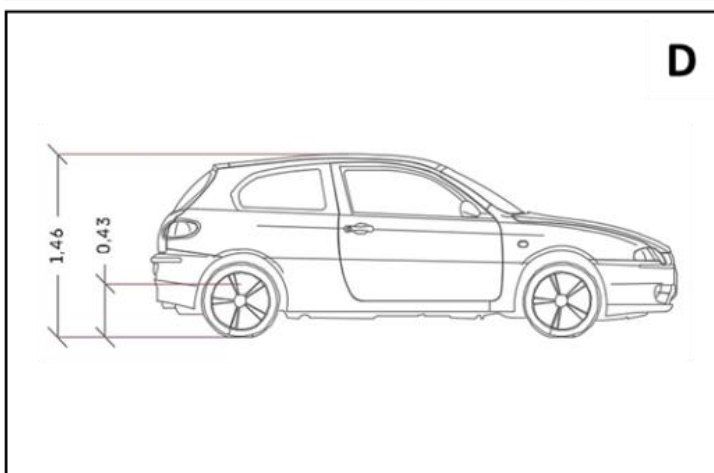
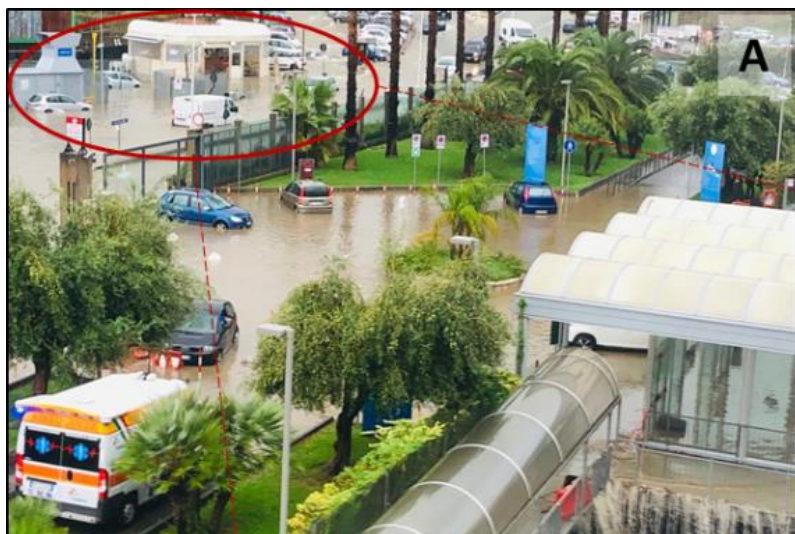
Rainfall probability curves for different return periods of the Catania pluviographic stations with the placement of the event occurred on 25<sup>th</sup> October 2021 (data by the SIAS, 2021).





# How is HEC-RAS model tested?

The observed runoff depths in correspondence of some fixed points (i.e. cars headlights, bumpers and wheels) are compared with those simulated with the hydraulic model for the same T of the rainfall event occurred in October.

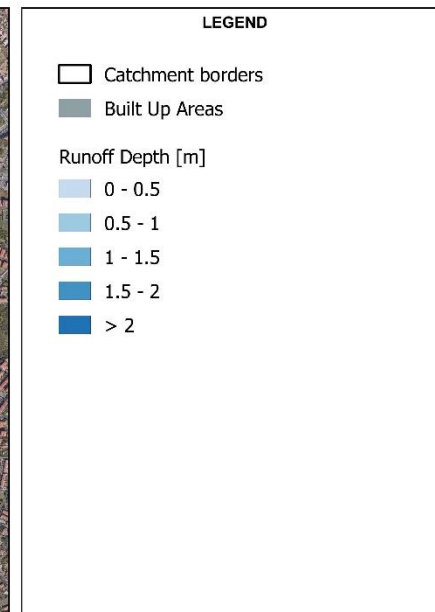
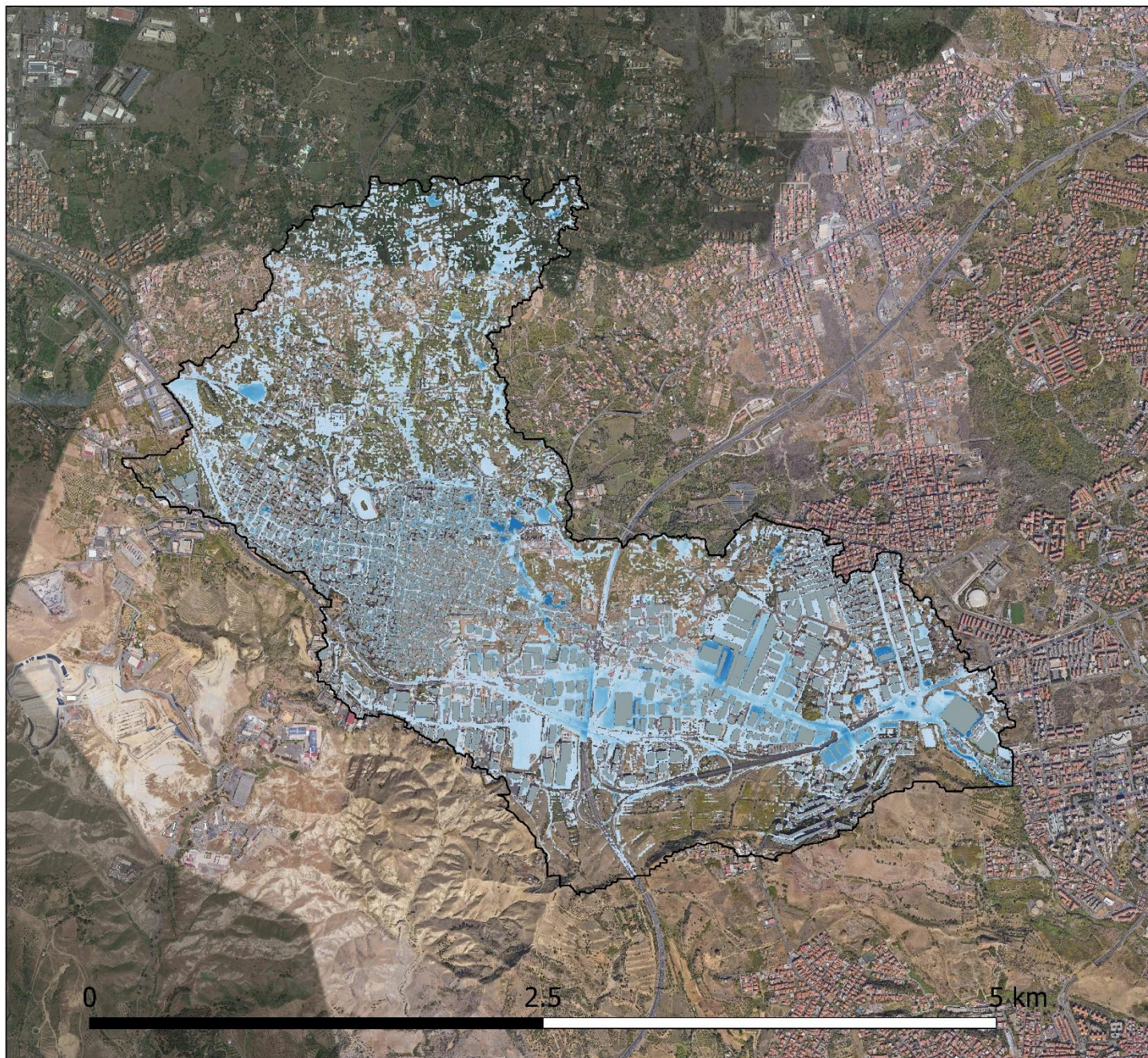


The testing process showed **satisfactory results**. At the four randomly chosen test points, the observed and simulated runoff depth are very close to each other with a difference in the range of **0.01 m - 0.10 m**.

A) Observed runoff depths by using an image of the event occurred in October from Garibaldi-Nesima hospital security camera; B) Google Maps image; C) Simulated runoff depths by using HEC-RAS model; D) Fixed point, back bumper of an Alfa Romeo 147.







0 2.5 5 km



<b>Catchment:</b> Garibaldi-Nesima	<b>Grid Reference:</b> 501441, 4152237	<b>Drawn By:</b> WP5 GIFLUID
---------------------------------------	---	---------------------------------

**Site name:** Garibaldi-Nesima Catchment

**Project Name:** Interreg Italia - Malta GIFLUID

**Drawing Title:** Garibaldi-Nesima Runoff Depth 200y Maps

<b>Drawing No.:</b> GIFLUID_A3_GN_D	<b>Scale:</b> 1:20000	<b>Sheet Size:</b> A3
--	--------------------------	--------------------------



Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano  
**Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciano LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO**





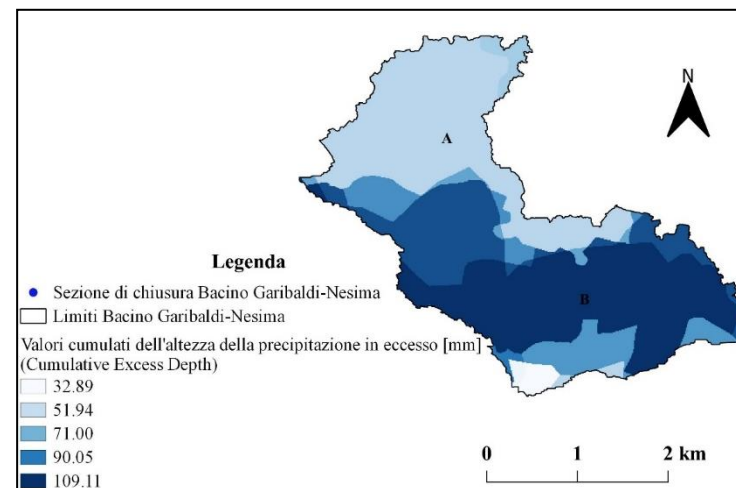
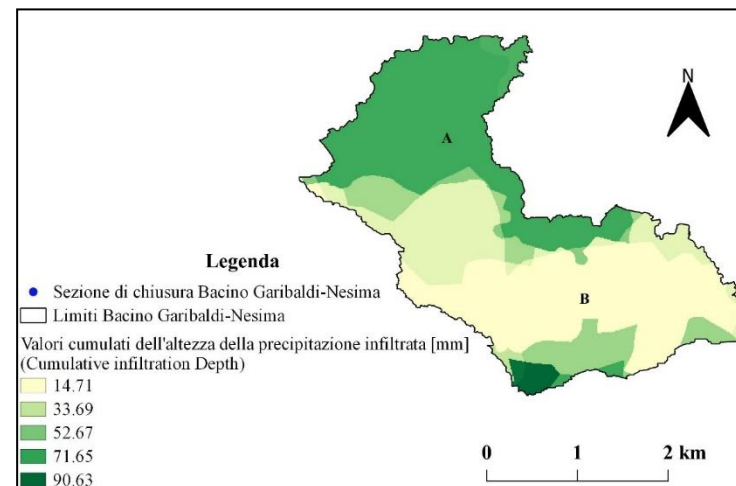
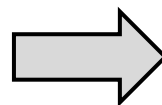
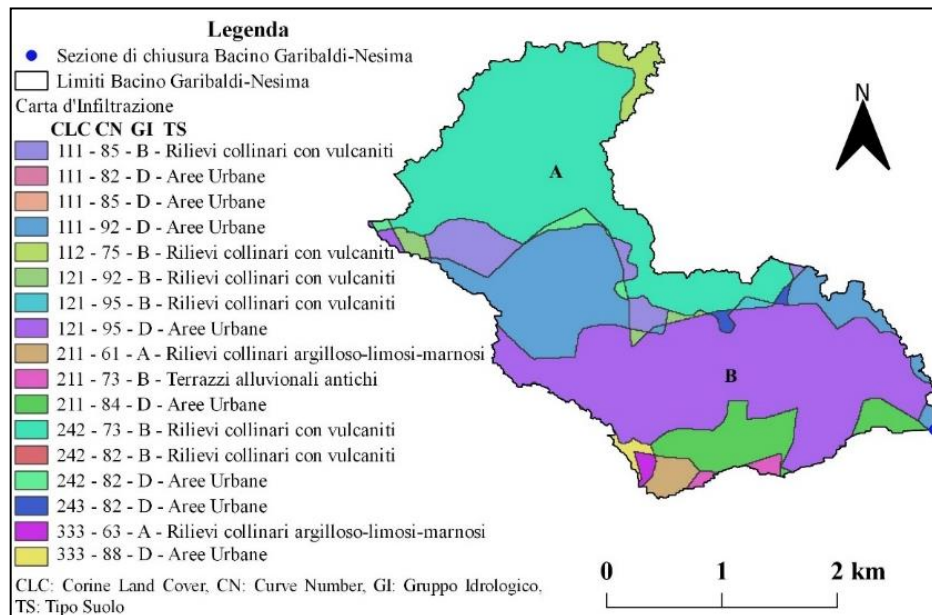
# Hydraulic modelling – HEC RAS: results

## Infiltrated (Pi) and excess (Pe) precipitation depth – Tr 200 anni

	Pi	Pe
<b>A<sup>1</sup></b>	68.21 mm	55.45 mm
<b>B<sup>2</sup></b>	14.70 mm	109.11 mm

<sup>1</sup> **242** - Complex cultivation patterns

<sup>2</sup> **121** - Industrial or commercial units



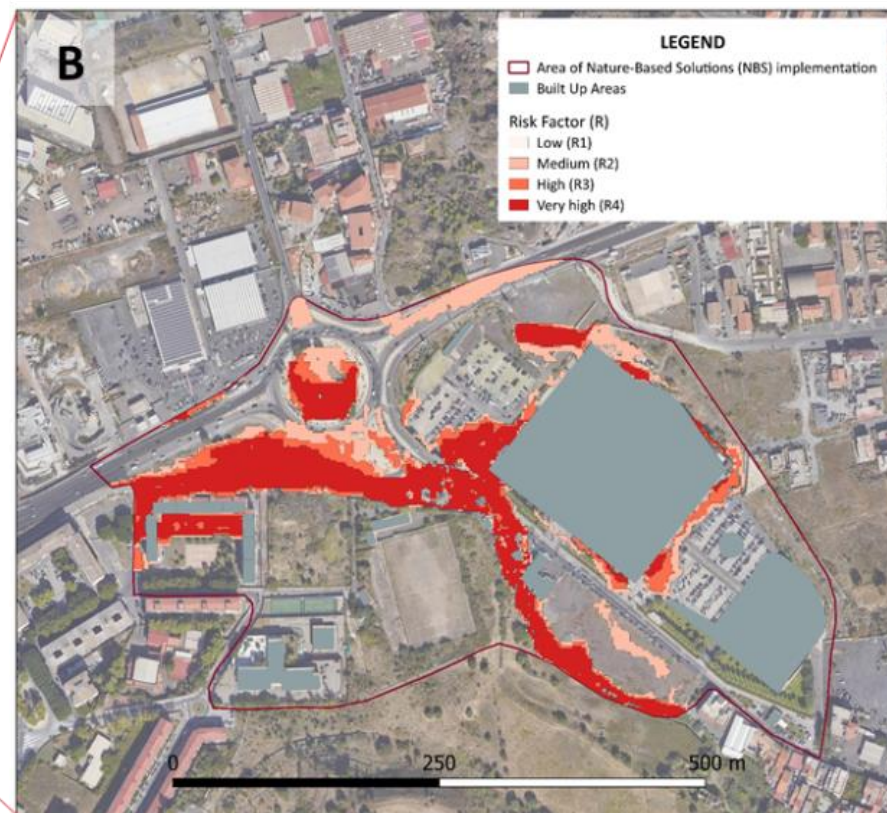
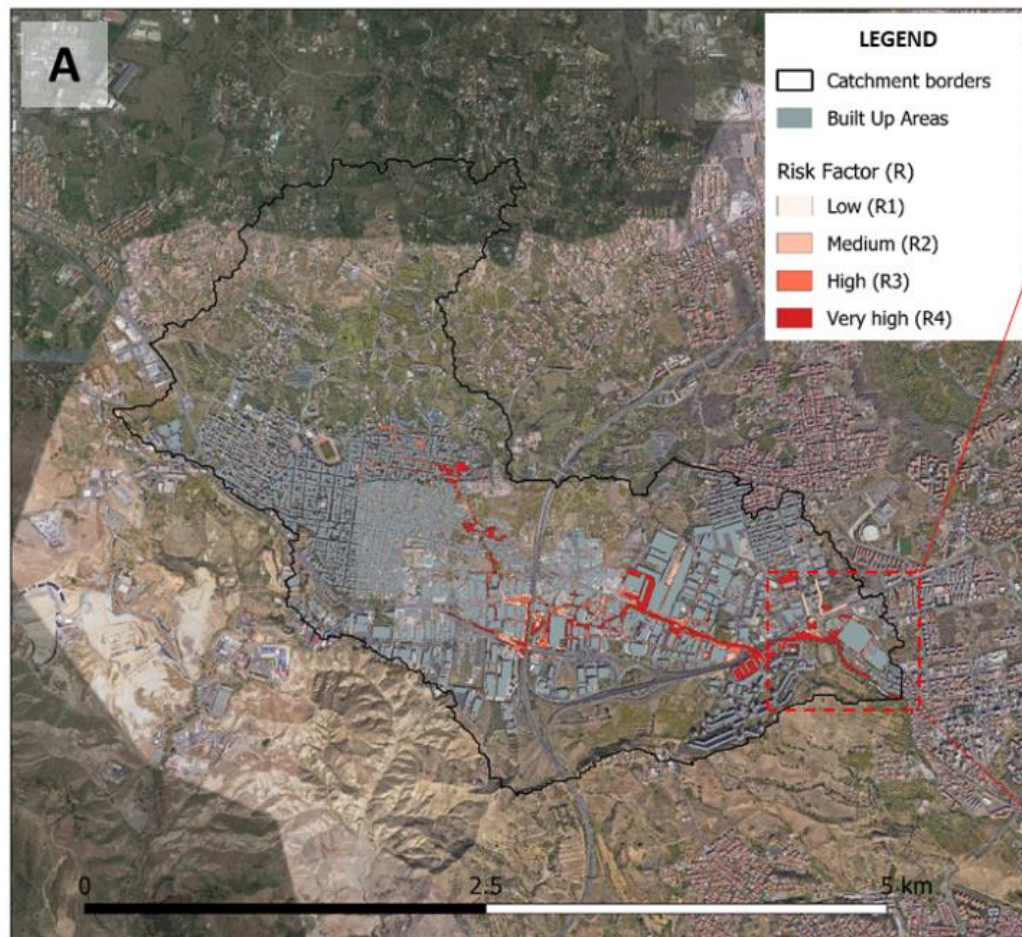
Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciano LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO





# Flood risk map for Garibaldi-Nesima watershed

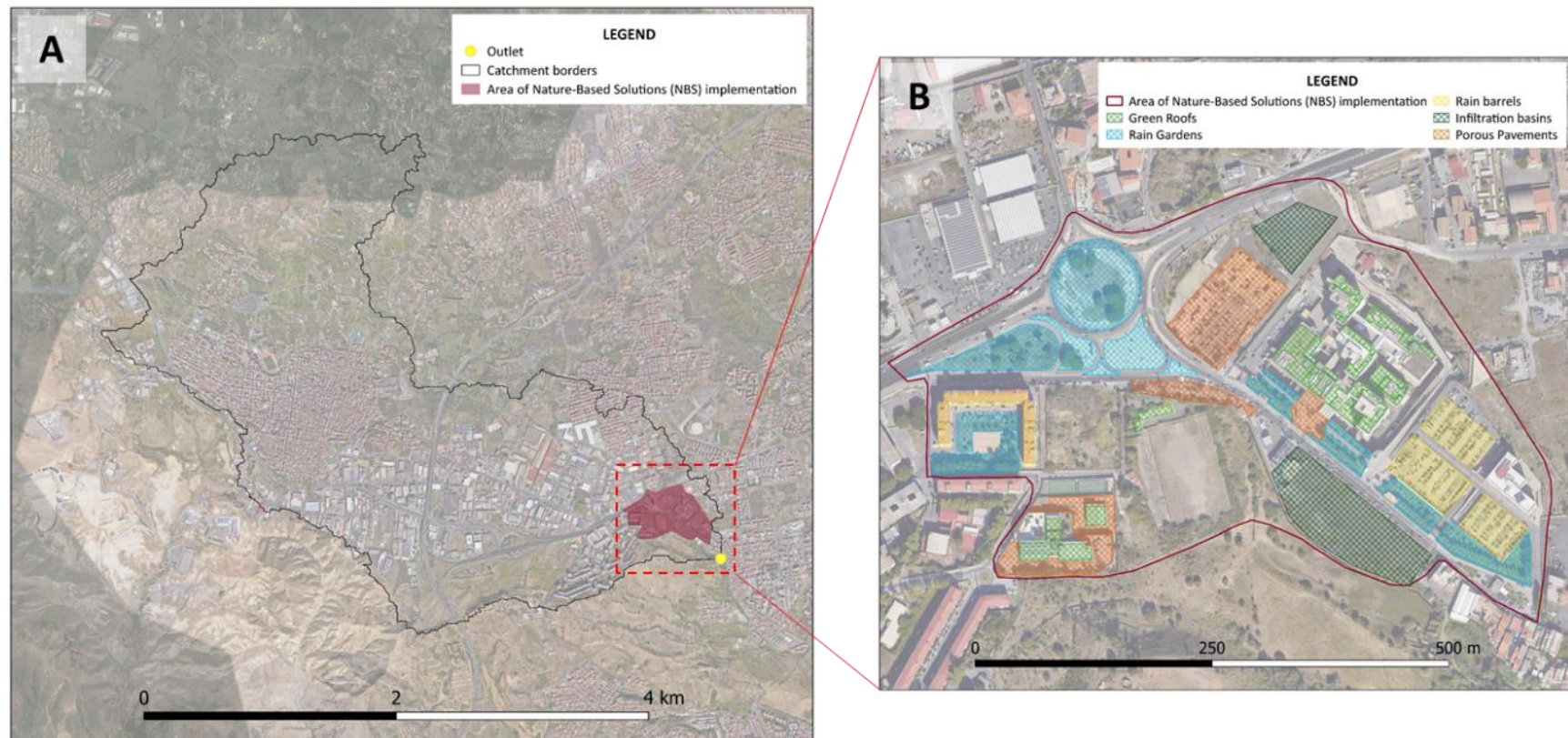




# NBS implementation for Flood Risk Mitigation

## *EPA SWMM model*

The NBS mitigation effects (in terms of peak flow and runoff reductions) into the identified risk areas are evaluated at sub-catchment scale (0.20 km<sup>2</sup>). Model simulations are performed by considering an area of 0.07 km<sup>2</sup> of NBS (in EPA SWMM model) that means 36.8% of the sub-catchment area.



A) Area of Nature-Based Solutions (NBS) implementation within the Garibaldi-Nesima watershed; B) Location of the different NBS typologies within the sub-catchment



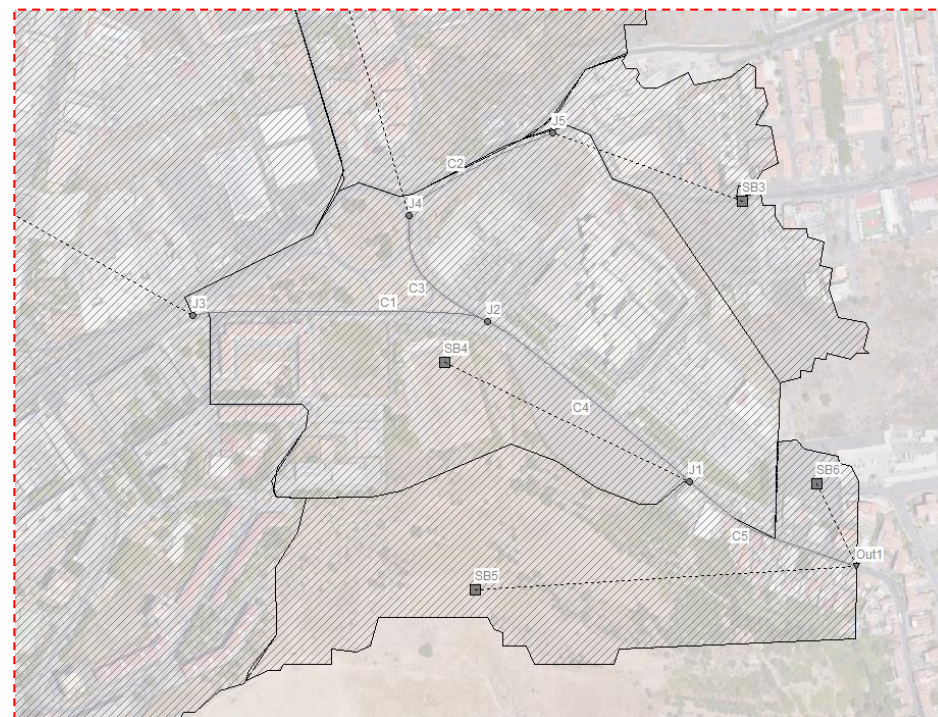
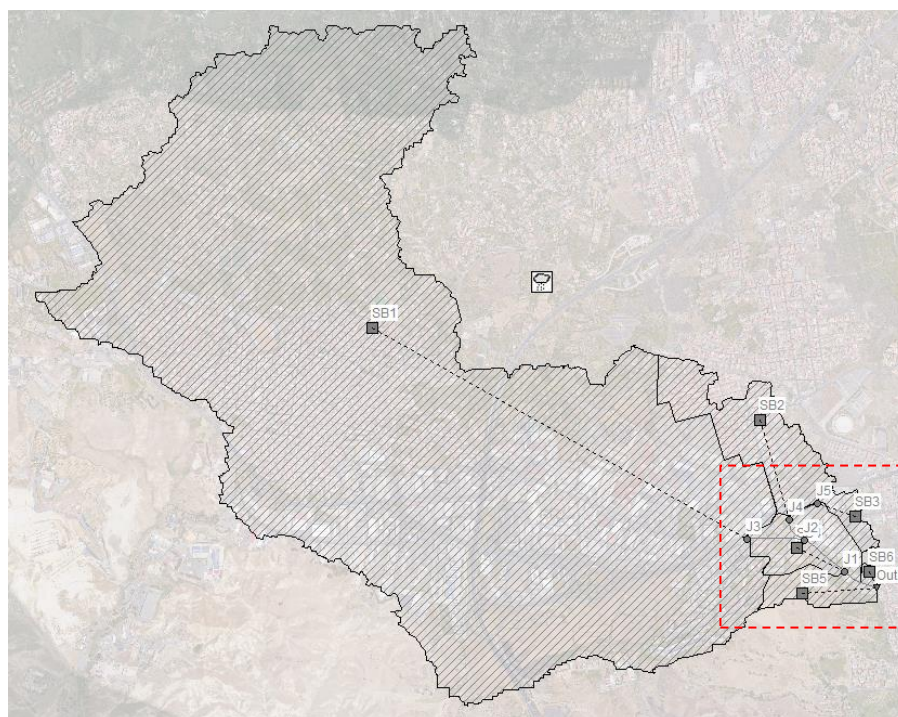
# NBS implementation for Flood Risk Mitigation

## EPA SWMM model

### RESULTS

Table A

	Peak flow at the outlet of the Garibaldi-Nesima watershed ( $\text{m}^3/\text{s}$ )		
	T 10 year	T 50 year	T 200 year
HEC-RAS Current Scenario	35.3	62.4	107.5
EPA SWMM Current Scenario	37.3	62.7	107.3
EPA SWMM with NBS	32.0	56.4	99.5



Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciano LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO





## **INFRASTRUTTURE VERDI PER LA GESTIONE DELLE ACQUE: CRITERI E CASI STUDIO**

FELICIANA LICCIARDELLO  
LIVIANA SCIUTO  
SALVATORE BARBAGALLO  
SIMONA CONSOLI  
GIUSEPPE LUIGI CIRELLI

 **CSEI Catania**  
Centro Studi di Economia  
applicata all'Ingegneria

Copia del seguente manuale può essere scaricata  
direttamente dal sito <https://www.cseicatania.com/>

# **GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

Le soluzioni basate sulla natura per la mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

**Giuseppe Luigi CIRELLI, Feliciano LICCIARDELLO, Liviana SCIUTO**

