



La tutela idrogeologica

Mitigazione del rischio idraulico in ambito urbano

Catania – 28 gennaio 2023

Giuseppe Luigi CIRELLI
giuseppe.cirelli@unict.it



problema:
alluvioni spesso in aree urbane



maggiore frequenza di alluvioni in ambito urbano

mutamenti climatici?

- *temperature*
- *precipitazioni annue*
- *precipitazioni brevi e intense*

(sì, ma poco influenti)

- *trend in crescita*
- *trend in calo*
- *trend poco significativi o addirittura contrastanti*

mutamenti territoriali ? *(sì, molto)*

- *consumo di suolo*
- *fortissimo incremento dal dopoguerra*
- *opere idrauliche ed in particolare fognature*
- *difficoltà ad inseguire l'incremento dei deflussi*

Sempre più spesso le reti di drenaggio tradizionali «**INFRASTRUTTURE GRIGIE**», manifestano la loro insufficienza a gestire le acque meteoriche, e sarebbe necessario un loro adeguamento alle nuove portate ed ai nuovi volumi di deflusso.

Le cause principali dell'incremento così rilevante delle portate e dei volumi di deflusso in ambito urbano e sub-urbano sono:

- l'aumento dell'**intensità degli eventi di pioggia** principalmente dovuto ai fenomeni di cambiamento climatico;
- l'aumento dell'**impermeabilizzazione del suolo** dovuto all'urbanizzazione ed alle grandi infrastrutture [negli ultimi 20 anni l'estensione delle aree urbanizzate a livello europeo è aumentata in media del 20% - ISPRA, 2020].

“FIUMI come STRADE”



“STRADE come FIUMI”



Effetti del consumo di suolo



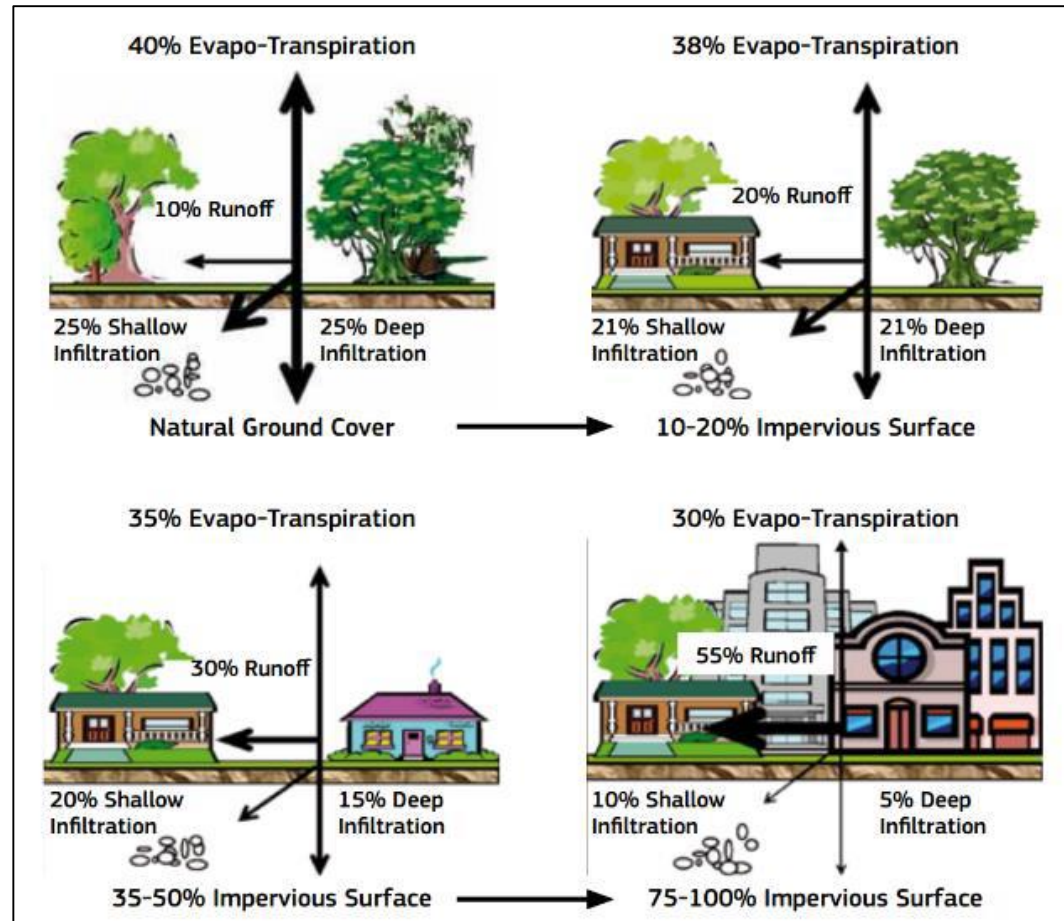
SUPERFICIE IMPERMEABILE



VOLUMI DI DEFLUSSO



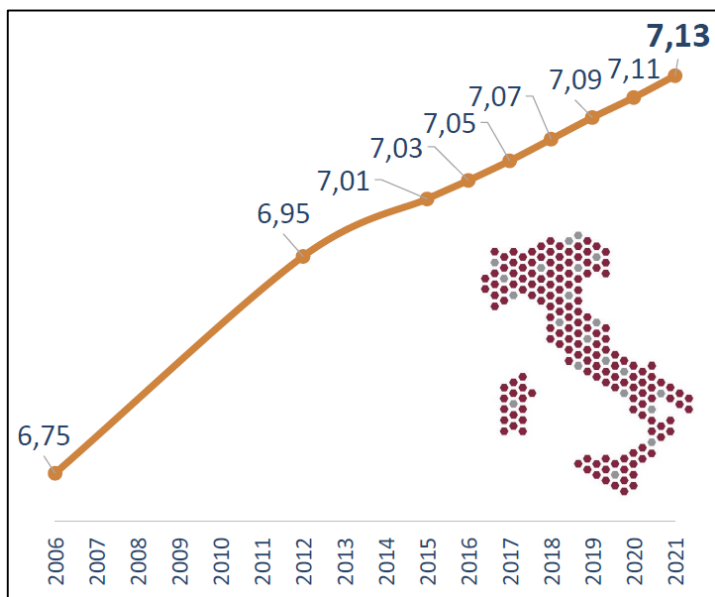
CAPACITÀ DI INFILTRAZIONE



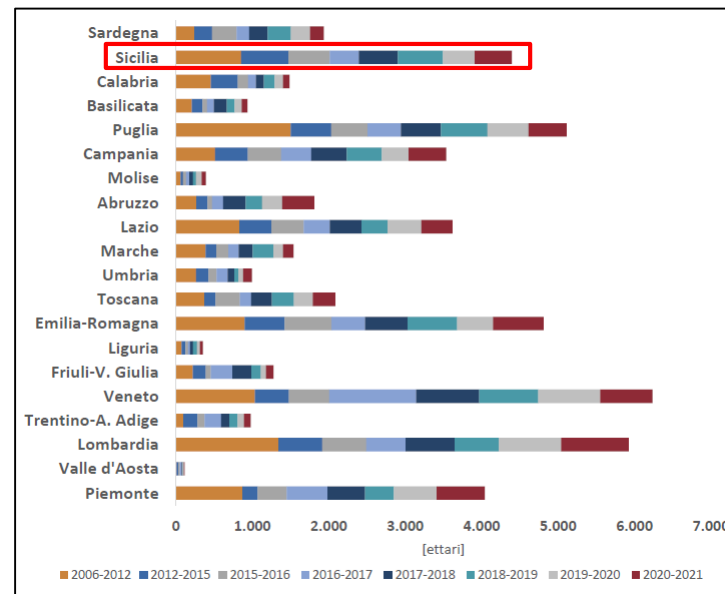
Fonte: ISPRA, 2022

Consumo di suolo in Italia (2006-2021)

Percentuale del consumo di suolo totale annuo
In Italia (2006-2021)



Consumo di suolo totale annuo in ettari
a scala Regionale (2006-2021)



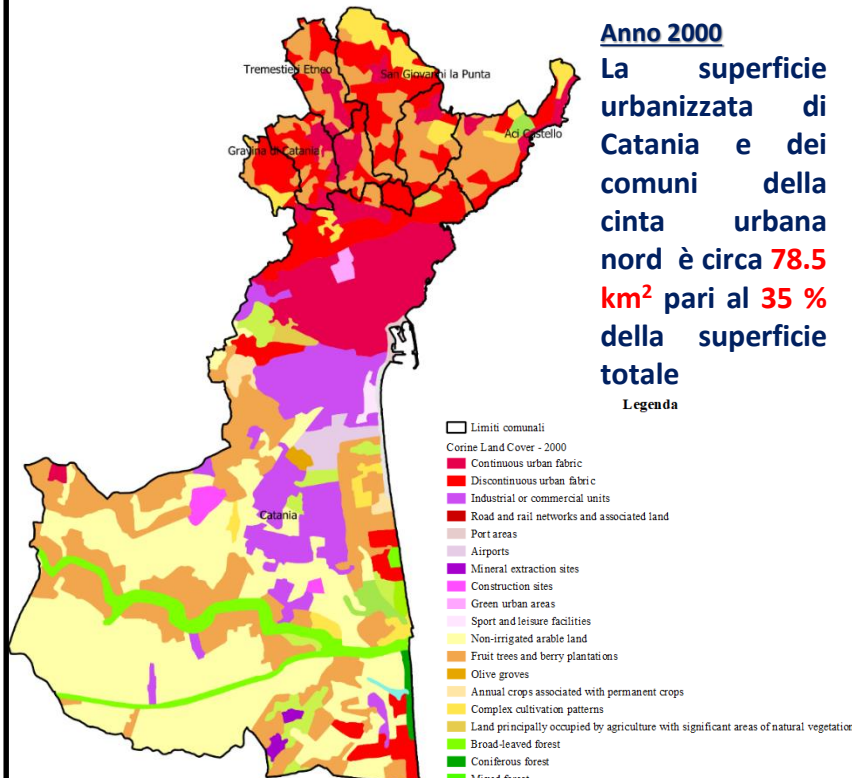
Consumo di suolo totale annuo (2021): 69.1 km² → 19 ettari per giorno
2 metri quadri per secondo

Fonte: ISPRA - Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale,
2022

Nel periodo 2000-2018 si è avuto un incremento della superficie urbanizzata del 12%

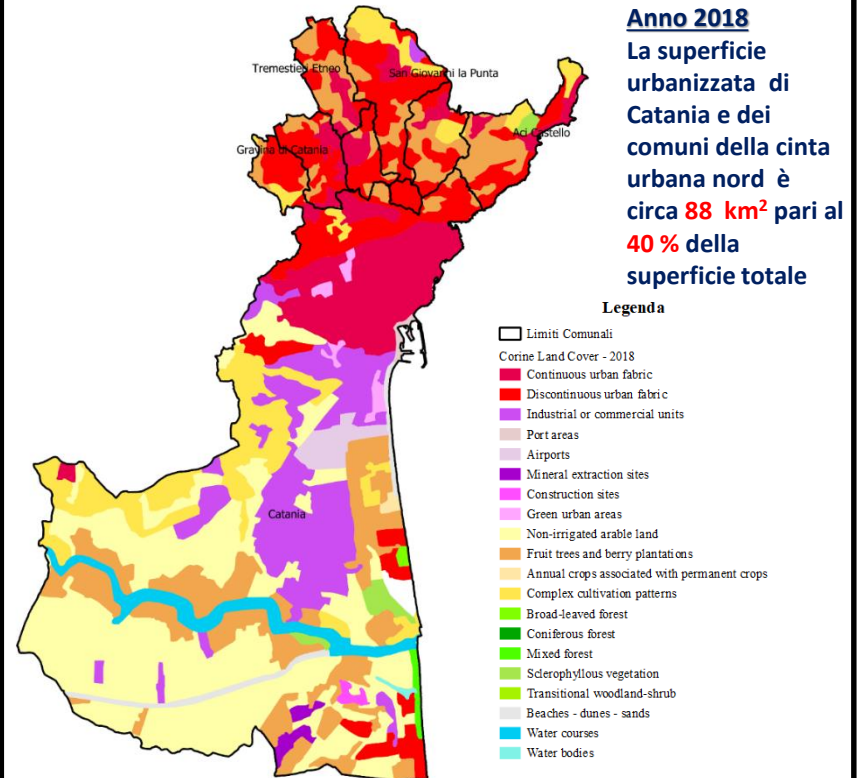


Uso del suolo (fonte: Corine Land Cover – 2000)



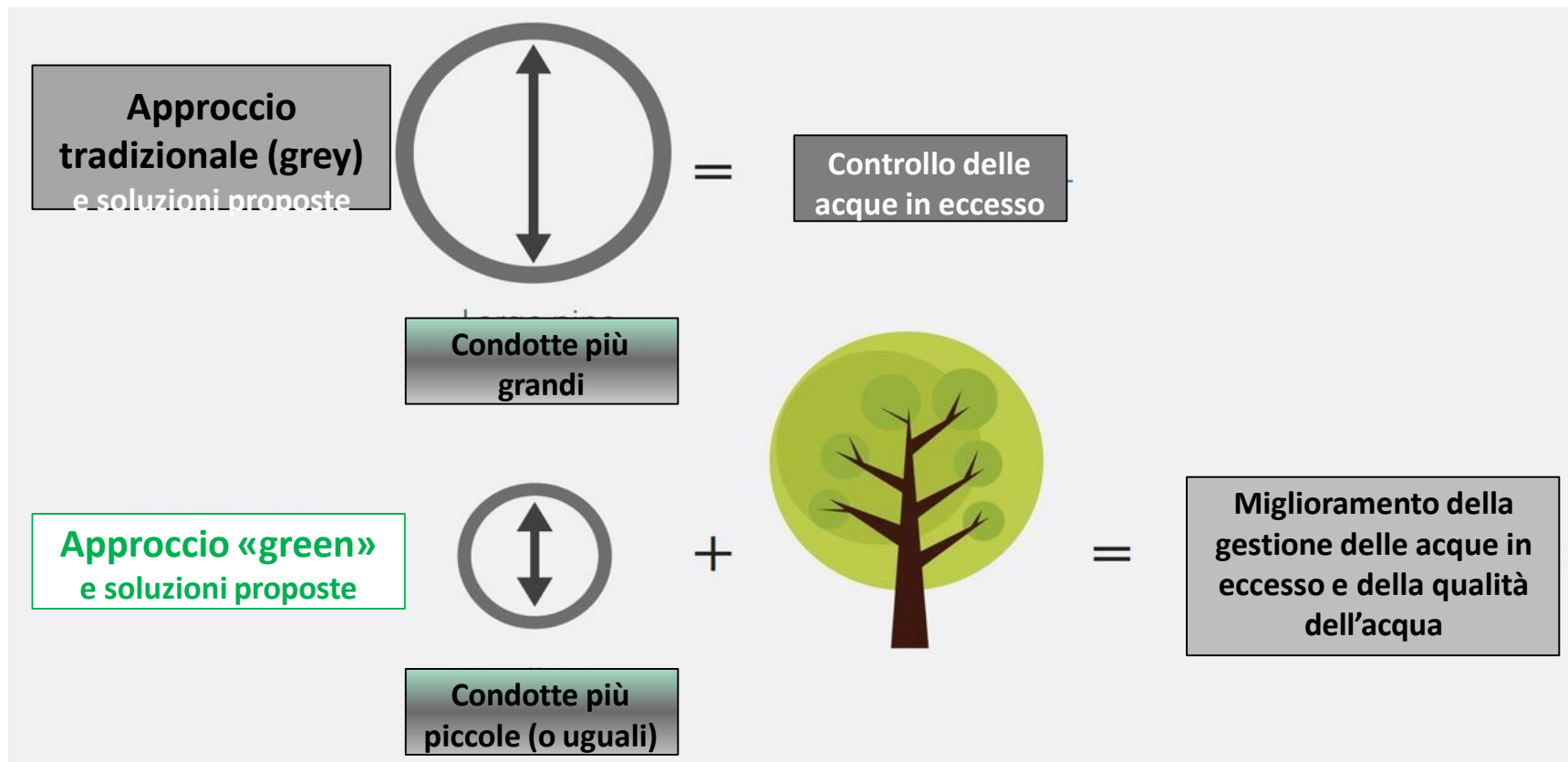
Comuni di Catania, Gravina di Catania, Tremestieri Etneo, S. Agata li Battiati, San Giovanni La Punta, San Gregorio , Aci Castello

Uso del suolo (fonte: Corine Land - 2018)

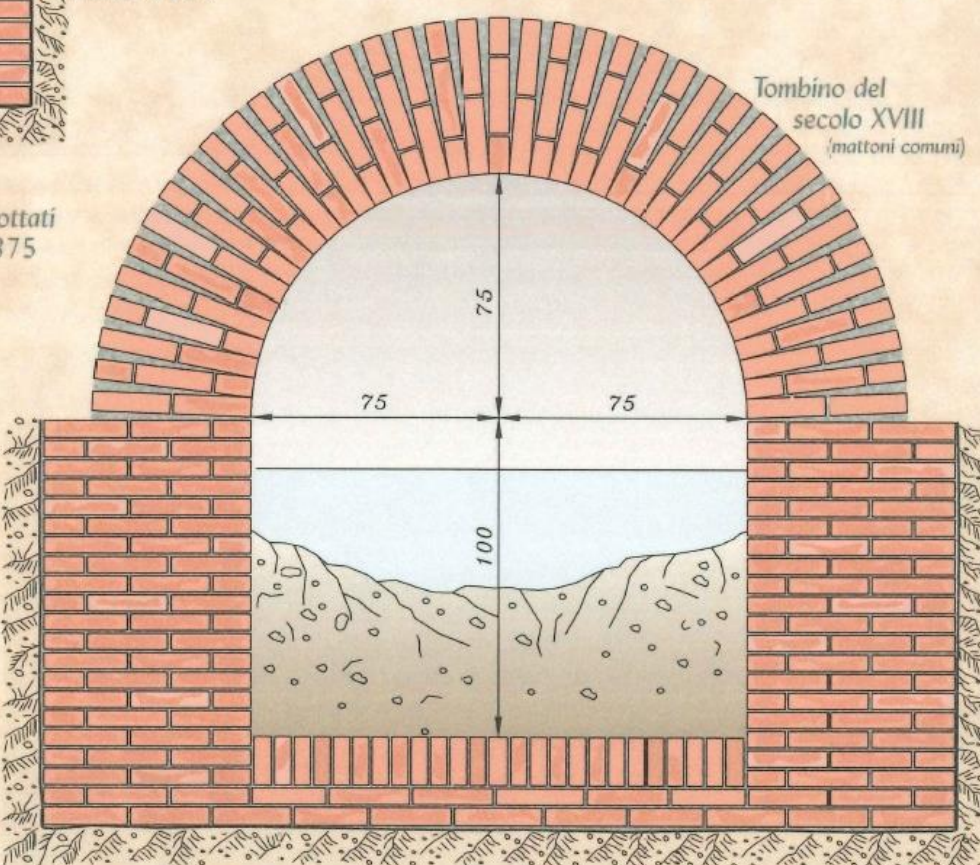
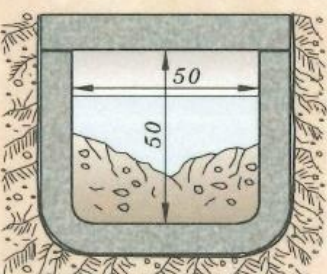
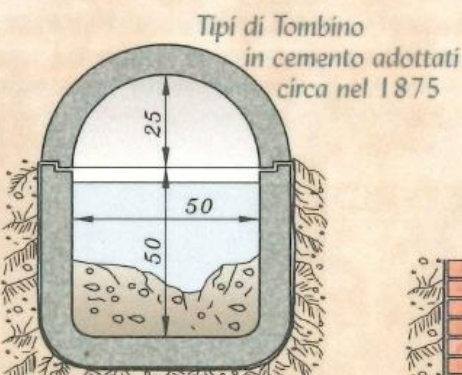
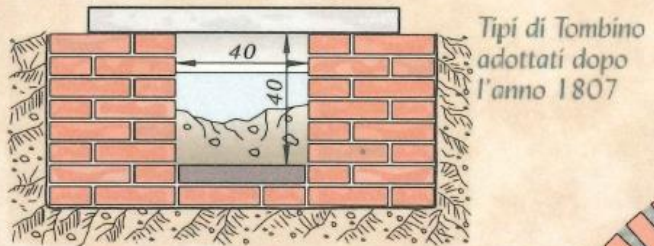
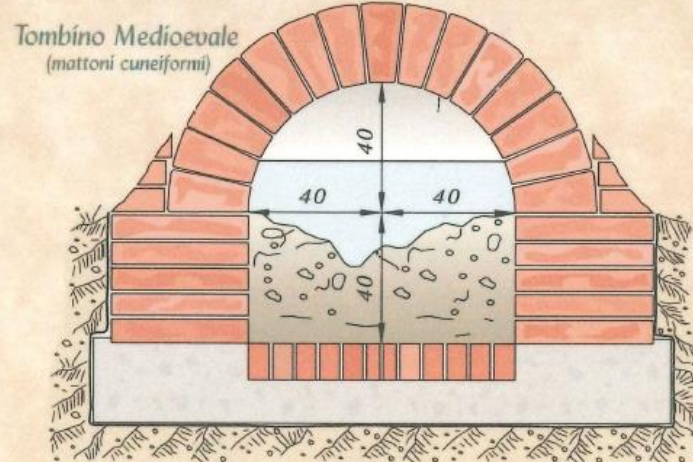


Comuni di Catania, Gravina di Catania, Tremestieri Etneo, S. Agata li Battiati, San Giovanni La Punta, San Gregorio , Aci Castello

Modifica del paradigma nella gestione dell'acqua



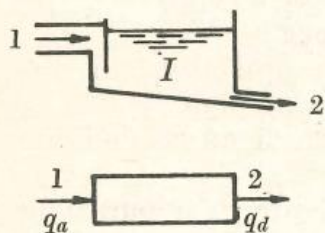
TIPI NORMALI DELLE CANALIZZAZIONI STRADALI PER FOGNATURE



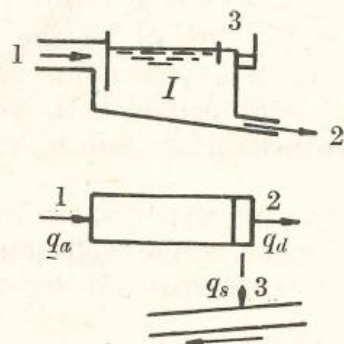
| | ante urbanizzazione | post urbanizzazione |
|-------------|---------------------|---------------------|
| e) Prec | 100 | 100 |
| e) Inf | 30 | 0 |
| e) Inf | 5 | 0 |
| e) Trasp | 5 | 0 |
| ot Vpic.inv | 5 | |
| ot Vrete | 10 | 10 |
| ot Vserb | 0 | 0 |
| | 45 | 90 |

incrementare la capacità di deflusso della rete

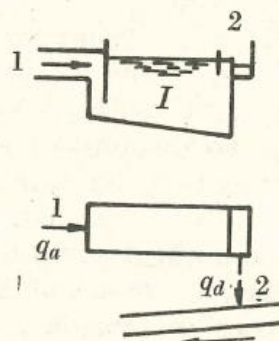
a) Vasca di conguaglio



b) Vasca di conguaglio e sfioro



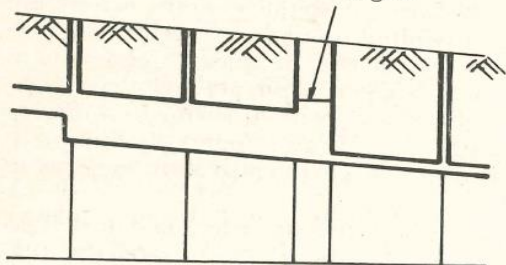
c) Vasca di chiarificazione



corpo d'acqua

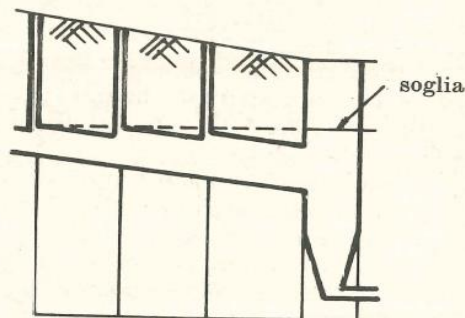
Fig. 7.8 - Schemi dei tipi fondamentali delle vasche di pioggia.

a) Con sfioratore all'estremità di valle
soglia



b) Con sfioratore all'estremità di monte

d) Con vasca e sfioratore all'estremità di valle



c) Con sfioratore doppio

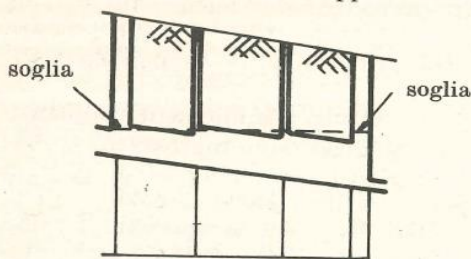


Fig. 7.10 - Schemi di vasche di pioggia realizzate mediante ingrossamento della canalizzazione.

2) incrementare l'effetto di laminazione:
vasche di laminazione (vasche a pioggia
vasche volano, serbatoi di laminazione,
supertubi)

| | | ante urbanizzazione | post urbanizzazione | |
|----------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----|
| Q_e | | | | |
| $Q(\text{precipitazione})$ | Prec | 100 | 100 | 100 |
| Q_u | | | | |
| $Q(\text{infiltrazione})$ | Inf | 30 | 0 | 0 |
| $Q(\text{evaporazione})$ | Inf | 5 | 0 | 0 |
| $Q(\text{traspirazione})$ | Trasp | 5 | 0 | 0 |
| $DV(\text{piccoli invasi})/Dt$ | $V_{\text{pic.inv}}$ | 5 | | |
| $DV(\text{rete di deflusso})/Dt$ | V_{rete} | 10 | 10 | 10 |
| $DV(\text{serbatoi})/Dt$ | V_{serb} | 0 | 0 | 30 |
| $Q(\text{deflusso})$ | | 45 | 90 | 60 |

soluzione:

favorire la laminazione

molte soluzioni e molte denominazioni

- compatibilità idraulica [col recettore]
- approccio integrato al drenaggio urbano
- pratiche ottimali di gestione dei deflussi (Stormwater Best Management Practices: SBMP o semplicemente BMP)
- sistemi di drenaggio urbano sostenibile (Sustainable Urban Drainage Systems: SUDS)
- sistemi di sviluppo a basso impatto (Low Impact Development)
- pianificazione urbanistica rispettosa delle acque (Water Sensitive Urban Design, o Water Sensitive Urban Planning)
- soluzioni basate su processi naturali (Nature-Based Solutions: NBS)
- interventi per la ritenzione naturale delle acque (Natural Water Retention Measures: NWRM)
- infrastrutture verdi per mitigare il rischio di piene urbane (green infrastructures to mitigate flood risks in urban areas)

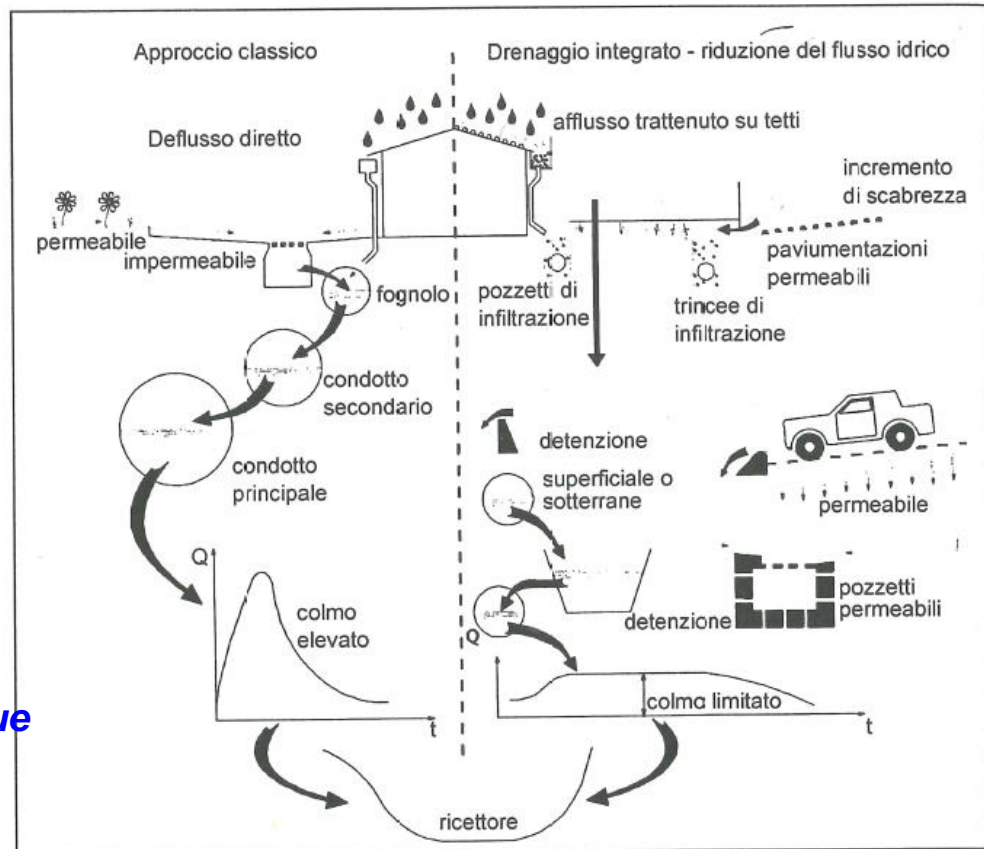


Fig. 3 - Approccio classico e gestione integrata dei deflussi

**Finalità di tutti questi principi:
ridurre i deflussi in ambito urbano.**

MA QUANTO?

**Invarianza idraulica e invarianza idrologica
delle trasformazioni del suolo**

invarianza idraulica

"principio in base al quale le **portate massime di deflusso** dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle **non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione**"

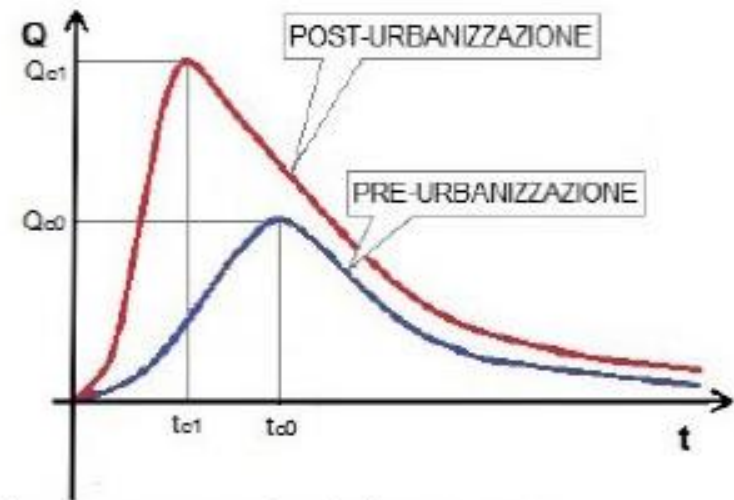
(Pistocchi, 2001, 2004); [PGRA Sicilia 2014-2016]; PAI AdB Romagnoli 2003; LR Lombardia 4/2016; PGRA Sicilia 2019; PAI Sicilia 2021; AdB Sicilia 2021

invarianza idrologica

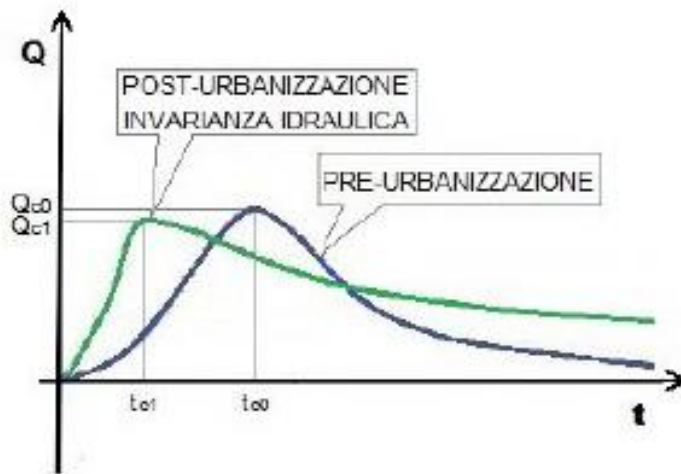
"principio in base al quale **sia le portate sia i volumi di deflusso** dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle **non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione**"

(Paoletti, 2012) [PGRA Sicilia 2014-2016]; LR Lombardia 4/2016; PGRA Sicilia 2019; PA Sicilia 2021, AdB Sicilia 2021)

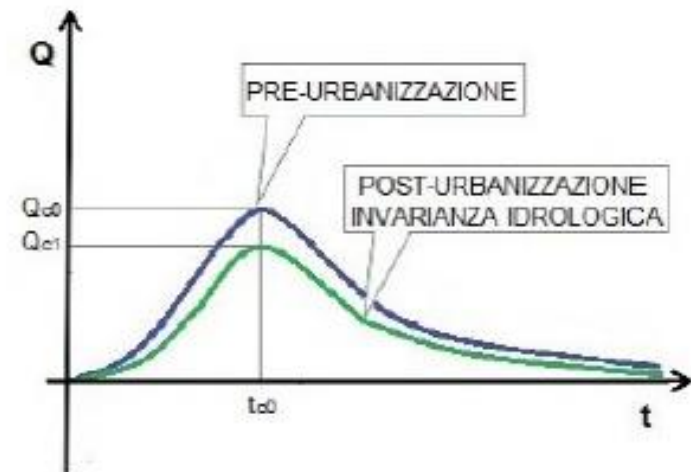
idrogrammi pre e post urbanizzazione,
- con invarianza idraulica
- con invarianza idrologica



a) idrogrammi prima e dopo l'urbanizzazione



b) idrogramma in condizione di invarianza idraulica



c) idrogramma in condizione di invarianza idrologica

GREEN INFRASTRUCTURE (GI)

Nature-based Solutions (NbS)/Nature-based Climate Solutions

Natural Infrastructure (NI)

NATURAL ASSETS:^{*}

- Wetlands
- Forests
- Parks
- Meadows
- Lawns and gardens
- Soil

Low Impact Development (LID)

ENHANCED ASSETS:^{*}

- Rain gardens
- Green roofs and walls
- Bioswales
- Urban trees
- Naturalized stormwater ponds

ENGINEERED ASSETS:^{*}

- Permeable pavement
- Rain barrels
- Cisterns
- Perforated pipes
- Infiltration trenches

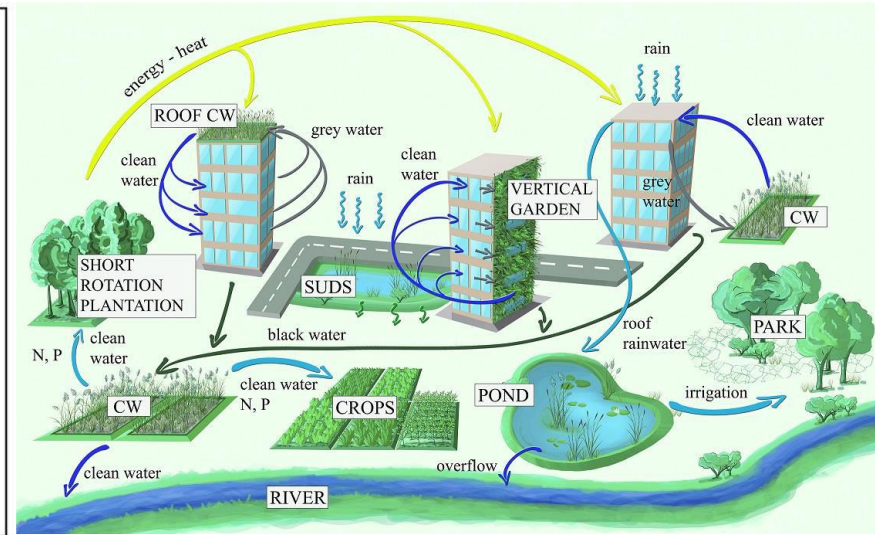
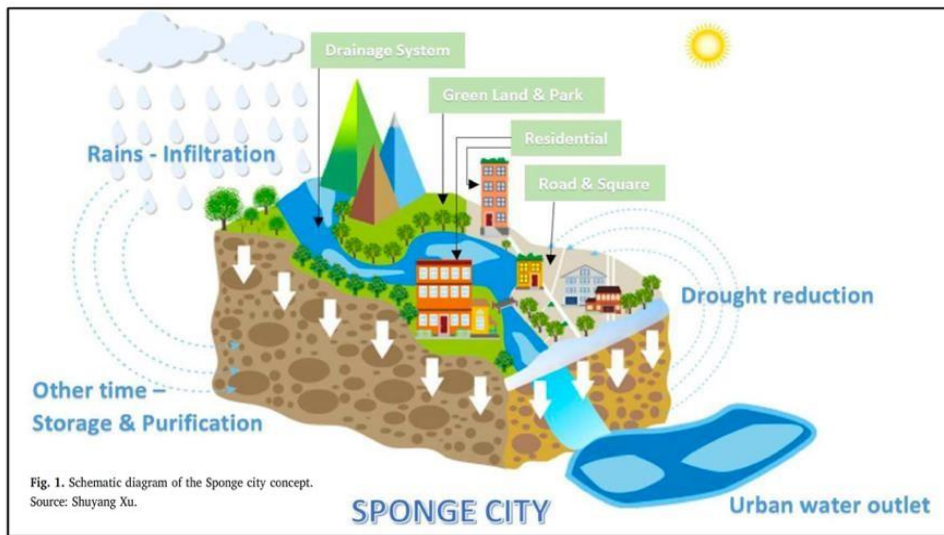
GREY INFRASTRUCTURE:^{*}

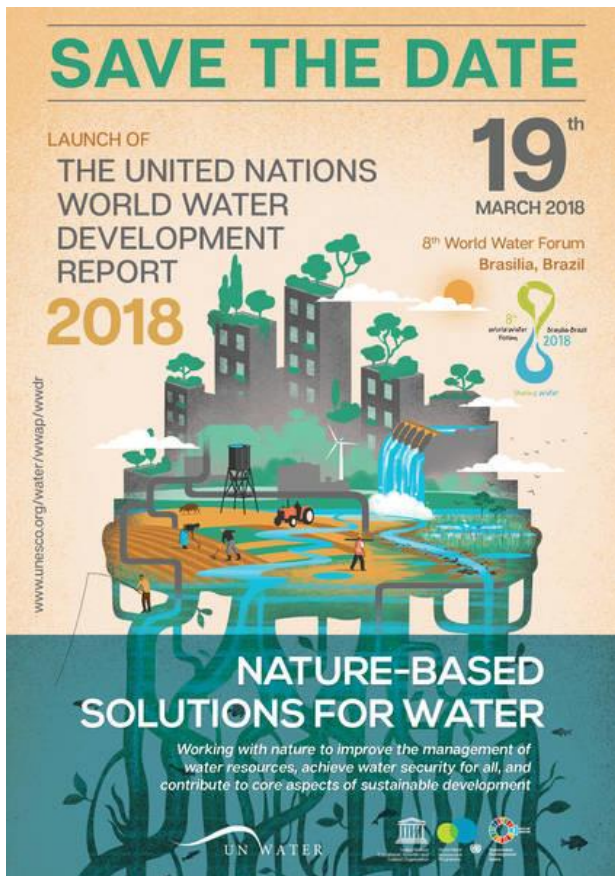
- Bridges
- Roads
- Parking lots
- Culverts
- Pipes



IL CONCETTO DI SPONGE CITY

Rispetto ad altri sistemi di gestione delle acque di deflusso urbano, la «SPONGE CITY» o «PERMEABLE CITY» copre una gamma più ampia di obiettivi, tra cui la riduzione dei deflussi e dei ristagni idrici, la prevenzione delle inondazioni, il miglioramento della qualità dell'acqua, il ripristino degli ecosistemi naturali e la mitigazione degli impatti delle isole di calore





Le **Nazioni Unite** con l'edizione 2018 del **World Water Development Report** (WWDR 2018) hanno posto l'attenzione sulle **Soluzioni basate sulla natura (NBS)** come strumento cruciale per affrontare molte delle sfide contemporanee della gestione dell'acqua in tutti i settori:

Agricoltura

Sostenibilità urbana

Qualità delle acque

Riduzione del rischio idrogeologico



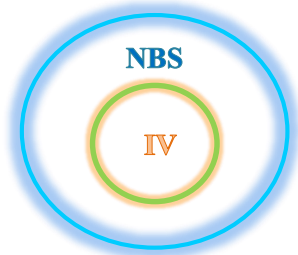
Agenda 2030



Le **NBS** offrono contestualmente co-benefici sociali, economici e ambientali per il raggiungimento dello **sviluppo sostenibile**

Infrastrutture verdi (IV): NBS per città sostenibili e resilienti

Attualmente la gestione delle risorse idriche è fortemente dominata dalle tradizionali **infrastrutture grigie** e l'enorme potenziale delle **NBS rimane sottoutilizzato**.



GESTIONE RISORSE IDRICHE = IV + INFRASTRUTTURE GRIGIE



OBIETTIVO: trovare la combinazione più appropriata di infrastrutture verdi e grigie per massimizzare i benefici e l'efficienza del sistema, riducendo al minimo costi e compromessi.

BENEFICI: regolazione e accumulo dei deflussi idro-meteorici, miglioramento della qualità delle acque di deflusso meteorico, protezione delle specie vegetali, valorizzazione della biodiversità, mitigazione dei cambiamenti climatici e riduzione degli eventi alluvionali.



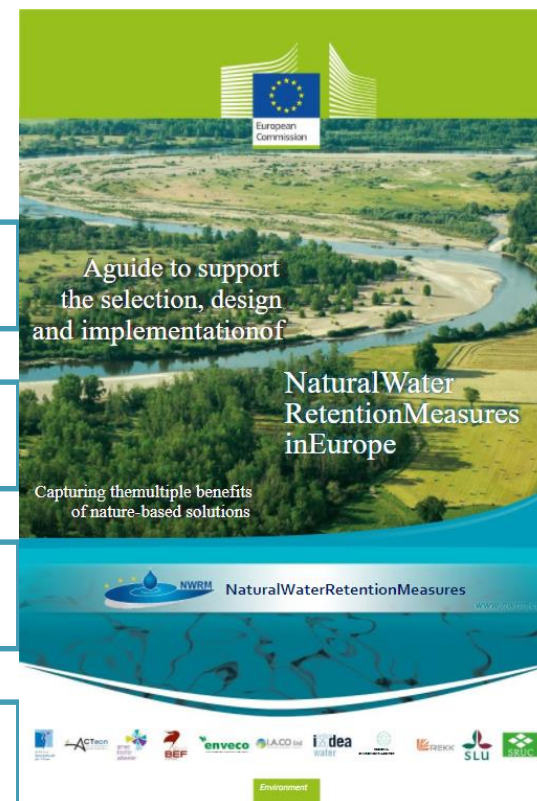
Infrastrutture verdi e *Misure di ritenzione naturale delle acque (MRNA)*

Le MRNA sono definite come «misure **multifunzionali** che mirano a proteggere le risorse idriche e ad affrontare le sfide legate all'acqua ripristinando o mantenendo gli ecosistemi, nonché gli aspetti naturalistici e le caratteristiche dei corsi d'acqua utilizzando mezzi e processi naturali».

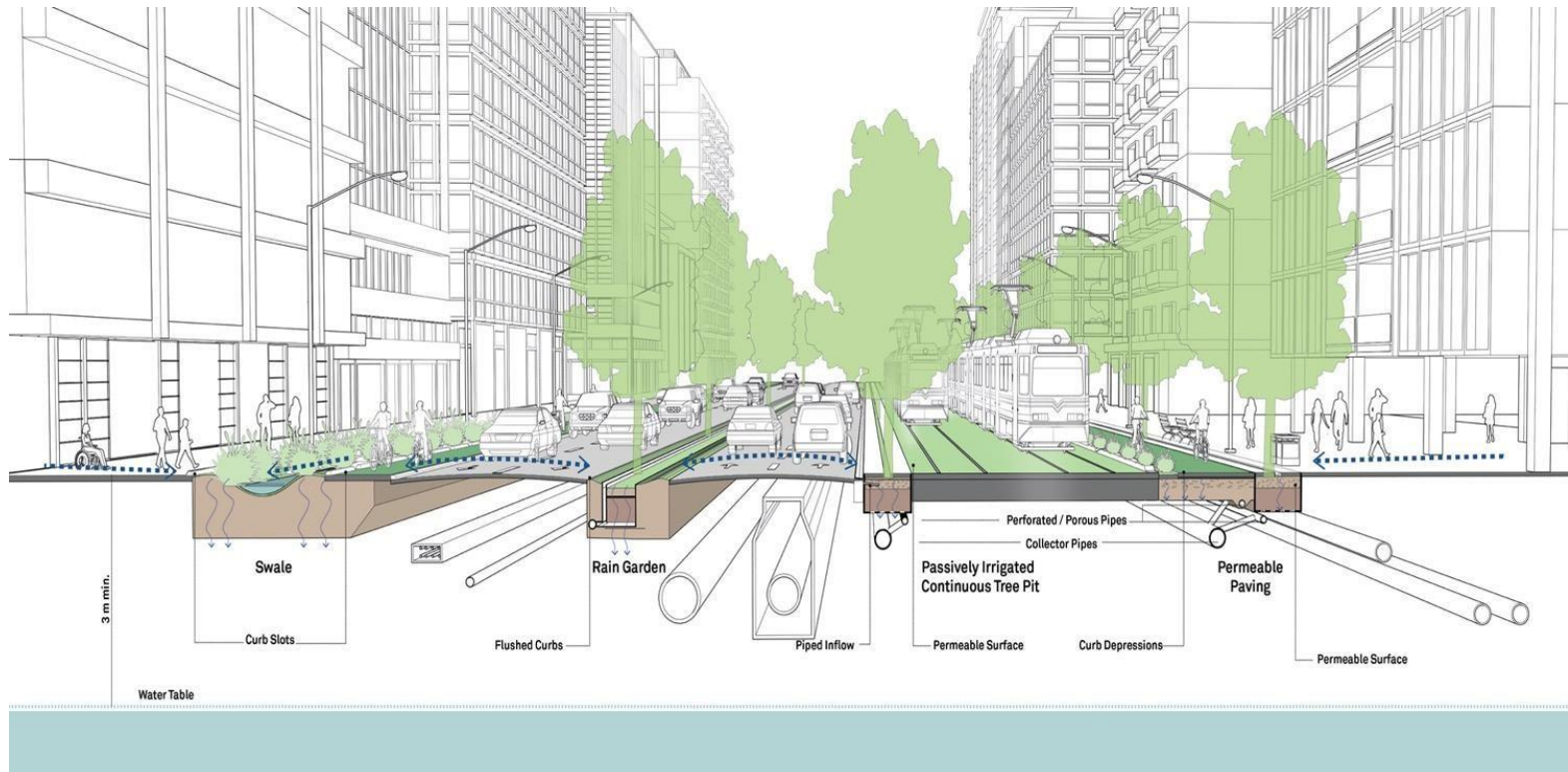


Principali caratteristiche e funzioni

- 1 Hanno la funzione di **ritenere l'acqua di deflusso superficiale o fluviale** e rilasciarla con una portata controllata.
- 2 Migliorano la capacità di ritenzione idrica dei suoli e degli ecosistemi acquatici, incrementando la qualità dell'acqua e la biodiversità.
- 3 Applicazione a scala relativamente «piccola» rispetto alle dimensioni del bacino idrico o del territorio nel quale sono implementate.
- 4 Simulano processi naturali sebbene non siano sempre misure «naturali» di per sé (come ad esempio i tetti verdi).



Gli alberi come infrastrutture urbane
Gli alberi nelle infrastrutture urbane
Gli alberi verso le infrastrutture urbane



Tipologie e ambiti di applicazione delle MRNA

Le MRNA sono molto diverse in quanto a tipologia e all'ambito territoriale a cui possono essere applicati. In particolare, le MRNA possono:

- 1 **modificare gli ecosistemi direttamente o indirettamente** (tramite modifiche delle pratiche di gestione del suolo e dell'acqua);
- 2 **essere specifiche per settori (ad esempio per l'agricoltura) o applicabili su diversi settori e ambienti (rurali e urbani).**



Agricoltura



Silvicoltura



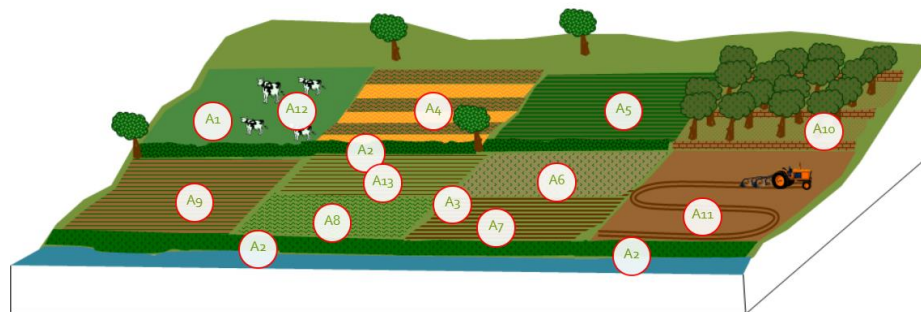
Idro-morfologia



Urbanistica



Agricoltura



AMBITO AGRICOLO (A)

- A1** Prati e pascoli
- A2** Fasce tampone e siepi
- A3** Rotazione delle colture
- A4** Fasce coltivate lungo le isoipse
- A5** Colture miste
- A6** Agricoltura «no tillage»
- A7** Agricoltura «minimum tillage»
- A8** Coperture verdi
- A9** Semina precoce
- A10** Terrazzamenti tradizionali
- A11** Traffico controllato
- A12** Carico bestiame ridotto
- A13** Pacciamatura



Silvicoltura

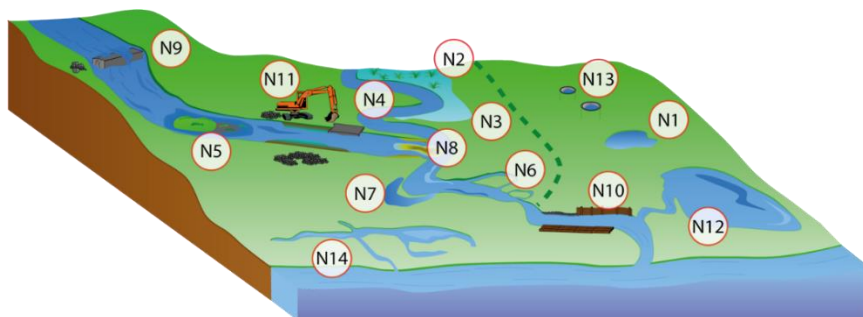


AMBITO FORESTALE (F)

- F1** Fasce tampone riparie arboree
- F2** Manutenzione della copertura nelle aree di sorgente
- F3** Forestazione di bacini idrografici
- F4** Forestazione mirata per la mitigazione dei cambiamenti climatici
- F5** Conversione dell'uso dei terreni
- F6** Copertura forestale continua
- F7** Guida nel rispetto dei percorsi idraulici
- F8** Progettazione adeguata di strade e attraversamenti di corsi d'acqua
- F9** Stagni per la cattura dei sedimenti
- F10** Detriti legnosi grossolani
- F11** Parchi forestali urbani
- F12** Alberi nelle aree urbane
- F13** Strutture per il controllo della portata di piena nelle foreste
- F14** Aree di inondazione controllata



Idro-morfologia

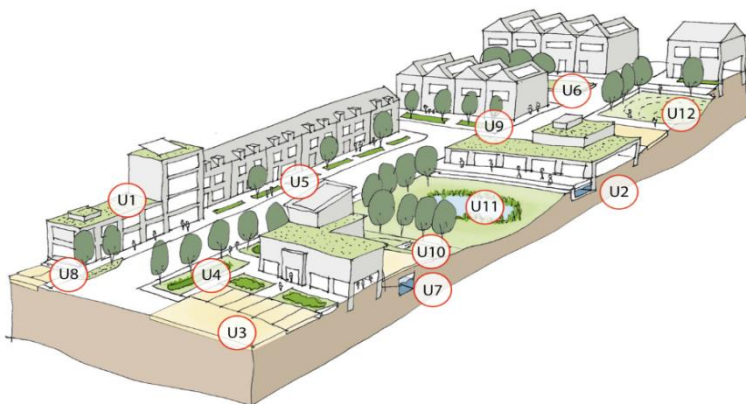


AMBITO IDRO-MORFOLOGICO (N)

- N1** Bacini e stagni
- N2** Ripristino e gestione delle aree umide
- N3** Ripristino e gestione della pianura alluvionale
- N4** Ricostituzione dei meandri
- N5** Ri-naturalizzazione del letto del torrente
- N6** Ripristino e ricollegamento di ruscelli stagionali
- N7** Ricollegamento di lanche e strutture simili
- N8** Ri-naturalizzazione del torrente
- N9** Rimozione di dighe e altre barriere longitudinali
- N10** Stabilizzazione delle sponde naturali
- N11** Eliminazione dei manufatti di protezione delle sponde fluviali
- N12** Ripristino dei laghetti
- N13** Ripristino dell'infiltrazione naturale nelle acque di falda
- N14** Ri-naturalizzazione di aree di polder



Urbanistica



AMBITO URBANO (U)

- U1** Tetti verdi
- U2** Raccolta delle acque piovane
- U3** Superfici permeabili (pavimentazioni porose)
- U4** "Swales"
- U5** Canali e rigagnoli
- U6** Fasce filtranti
- U7** Pozzi perdenti
- U8** Trincee drenanti
- U9** Giardini della pioggia
- U10** Bacini di ritenzione
- U11** Stagni di ritenzione
- U12** Bacini di infiltrazione

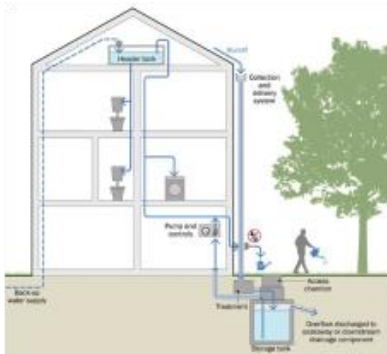
Miglioramento della qualità delle acque e per la riduzione dei deflussi in ambito urbano e periurbano mediante infrastrutture verdi

| UI Tetti verdi (Green Roofs) | |
|---|--|
| <p align="center">Descrizione</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> | |
| | |
| Tipo dell'influente | Acque meteoriche Acque grigie |
| Componenti principali | 1. Strato di vegetazione 2. Strato di coltura |

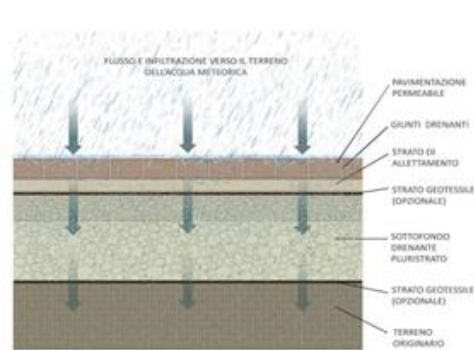
| | |
|---------------------------------|--|
| | <ol style="list-style-type: none"> 3. Strato filtrante 4. Strato drenante e di accumulo idrico 5. Strato di protezione meccanica 6. Strato impermeabile e antiradici 7. Strato divisorio 8. Strato isolante 9. Elemento portante |
| Vantaggi | <ul style="list-style-type: none"> - Miglioramento del microclima - Ritenzione dell'acqua - Filtrazione di polveri e sostanze nocive - Miglioramento dell'isolamento acustico |
| Svantaggi | <ul style="list-style-type: none"> - Limitazione della crescita della vegetazione - Difficoltà di ancoraggio - Peso esercitato - Presenza dell'acqua |
| Costi di costruzione | <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 €/m² per design estensivi e 130+300 €/m² per design intensivi. I costi di manutenzione raggiungono i 55 €/m² per ciascun intervento di manutenzione su tetti verdi estensivi.</p> <p>Fonte: www.nwrn.eu</p> |
| Progettazione | <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> |
| Esercizio e manutenzione | <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>a. <i>Tipologie di manutenzione</i> manutenzione delle opere a verde; manutenzione del sistema di drenaggio; manutenzione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche e</p> |

| | |
|-------------------------------|---|
| | <p>dell'elemento di tenuta all'acqua.</p> <p>b. <i>Gradi di manutenzione</i> manutenzione di avviamento per il controllo (collaudo); manutenzione di avviamento a regime (solo per le coperture estensive); manutenzione ordinaria; manutenzione straordinaria.</p> |
| | <p>Verde estensivo</p> <p>Verde estensivo</p> <p>Bosco verticale - Milano</p> |
| Pubblicazioni o esempi | |
| Bibliografia | <p>www.nwrn.eu ISPRA. 2012. Verde Pensile: prestazioni di sistema e valore ecologico. Roma.</p> |

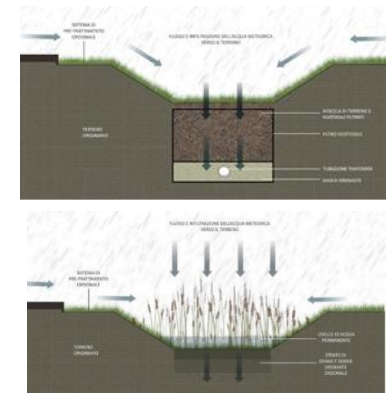
**U2 Raccolta delle acque piovane
(Rainwater harvesting)**



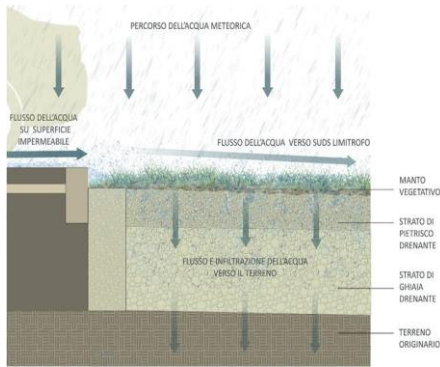
**U3 Superfici permeabili
(Pervious pavement)**



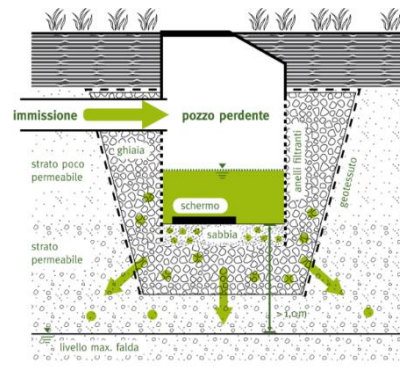
**U4 Canali vegetali
(Swales)**



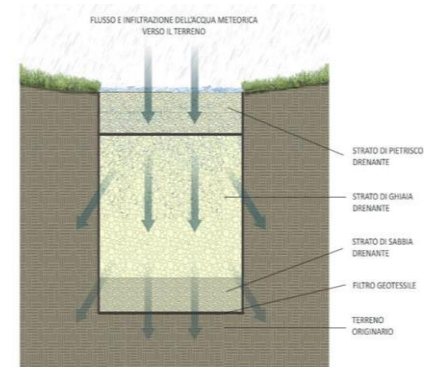
**U6 Fasce filtranti
(Filter strips)**



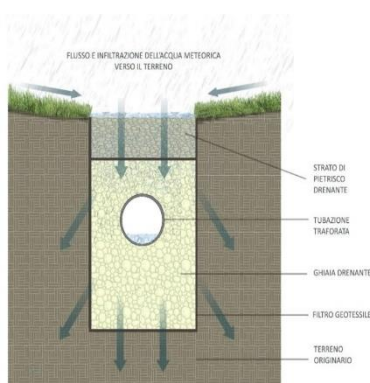
**U7 Pozzi perdenti
(Soakaways)**



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



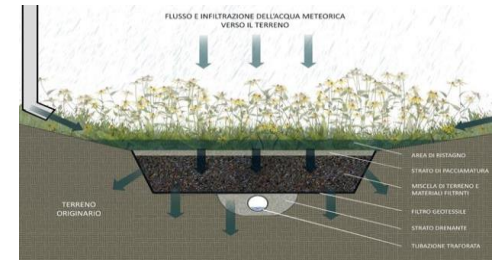
**U8(B) Dreni filtranti
 (Filter drains)**



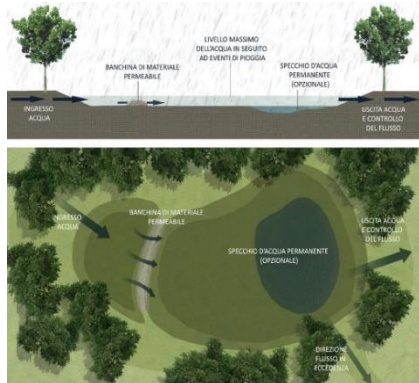
**U8(C) Box alberati filtranti
 (Tree box filters)**



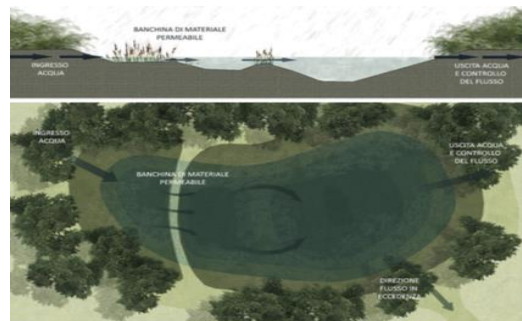
**U9 Aree di bioritenzione vegetata
 (Bioretention areas)**



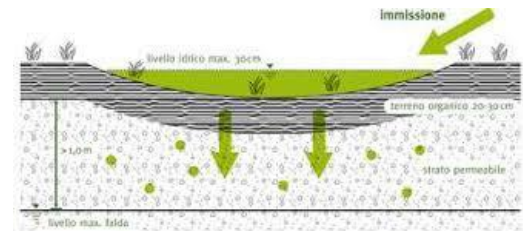
**U10 Bacini di detenzione
(Detention basins)**



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



**U12 Bacini di infiltrazione
(Infiltration basins)**





Benefici in ambito urbano

Legenda: Scala Qualitativa Benefici

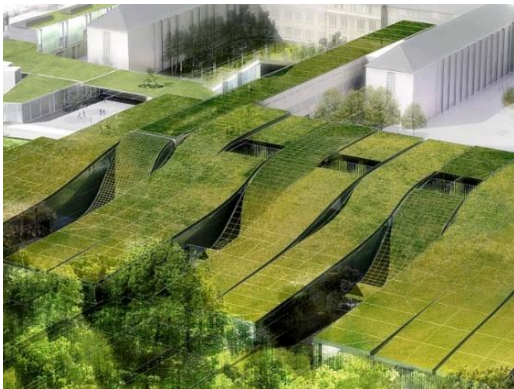
| | |
|---------|--------------|
| H | H = Alto |
| M | M = Medio |
| L | L = Basso |
| Nessuno | Nessuno |
| N | N = Negativo |

| | | Metodi di Accumulo delle Acque | | | | | | | Impatti Biofisici Derivanti dall'Accumulo delle Acque | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------|--|------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|---------------------------------|--|---|---|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| | | Rallentamento e Accumulo Deflussi | | | | Riduzione Deflussi | | | Riduzione Inquinamento | | Conservazione del Suolo | | Creazione di Habitat | | | Cambiamento Climatico | | |
| | | BP1 | BP2 | BP3 | BP4 | BP5 | BP6 | BP7 | BP8 | BP9 | BP10 | BP11 | BP12 | BP13 | BP14 | BP15 | BP16 | BP17 |
| | | Accumulo deflussi | Rallentamento deflussi | Accumulo acque dei fiumi | Rallentamento acque dei fiumi | Incremento evapotraspirazione | Incremento infiltrazione e/o ricarica falde sotterranee | Incremento ritenzione del suolo | Riduzione fonti inquinamento | Intercettazione di plume d'inquinamento | Riduzione erosione e/o rilascio sedimenti | Miglioramento dei suoli | Creazione di habitat acquatici | Creazione di habitat ripariali | Creazione di habitat terrestri | Aumento precipitazioni | Riduzione dei picchi di temperatura | Absorbimento e/o sequestro CO ₂ |
| U1 | Tetti verdi | M | M | | | H | | | L | L | | | | | L | | L | L |
| U2 | Raccolta delle acque piovane | L | L | | | | | | | | | | | | | | | |
| U3 | Superfici permeabili | M | M | | | | M | | L | L | | | | | | | | |
| U4 | Depressioni | M | H | | | M | M | L | L | M | M | | | L | M | | L | L |
| U5 | Canali e rigagnoli | L | M | | | M | L | | | M | L | | L | | L | | L | L |
| U6 | Fasce filtranti | | L | | | | L | L | | H | H | | | | M | | L | L |
| U7 | Pozzi perdenti | M | | | | | H | L | L | L | | | | | | | | |
| U8 | Trincee di infiltrazione | M | L | | | | H | L | | M | M | | | | | | | |
| U9 | Giardini della pioggia | M | M | | | H | H | L | L | M | M | | | | H | | M | L |
| U10 | Bacini di ritenzione | H | H | | | M | L | L | | M | M | | | | M | | L | L |
| U11 | Stagni di ritenzione | H | H | | | M | | | L | H | H | | H | M | L | L | L | |
| U12 | Bacini di infiltrazione | H | H | | | L | H | L | | H | M | | | | M | | L | L |



Infrastrutture verdi urbane

- sistemi che riducono il volume di drenaggio intercettando il *runoff* dai tetti per il successivo riuso o stoccaggio o evapotraspirazione (**tetti verdi o green roof**)
- sistemi di pre-trattamento per la rimozione di alcuni inquinanti (**fossati vegetati o swales**);
- sistemi di ritenzione, ritardano la velocità del *runoff* (**giardini pluviali o rain garden**)
- sistemi di infiltrazione (**trincee di infiltrazione**)





Bacini e vasche d'infiltrazione

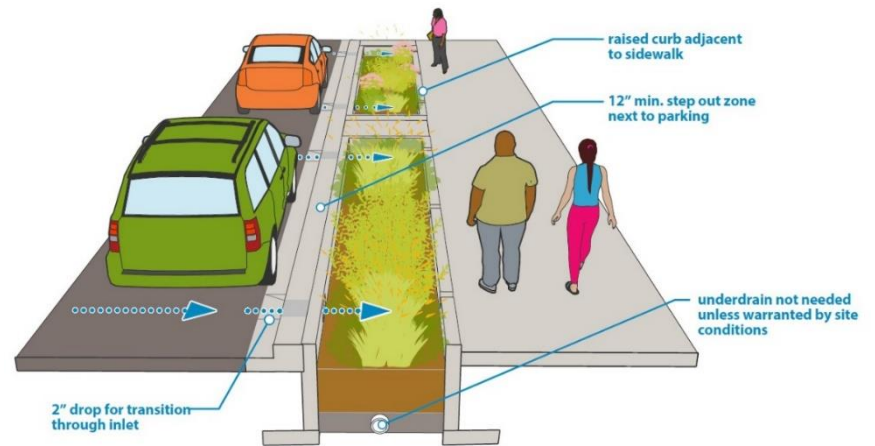


Nuova area ospedaliera di Parco della Trucca a Bergamo (2009- 2011)

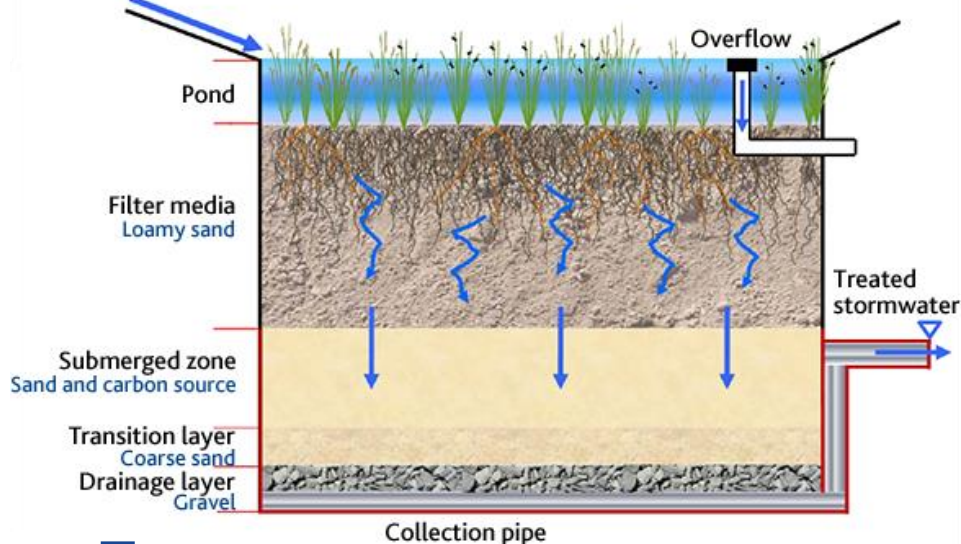




Giardino della pioggia (rain garden)



Particolare di un giardino della pioggia



La granulometria del substrato drenante cresce dall'alto verso il basso.

Il deflussi si infiltrano nel giardino della pioggia e/o possono essere incanalati attraverso apposite tubazioni verso un sistema di drenaggio urbano

Il mezzo poroso effettua l'azione filtrante e di risanamento, ad opera delle piante, dei microorganismi e del suolo.

SURFACE COVERED BY PILOT MEASURES IN BOTH CROSS-BORDER TERRITORIES



90 km²

catchment area included in the GIS-based flood model, in order to evaluate the reduction/mitigation of floods effects due to the implementation of **GUIs** in urban and sub-urban areas in **Sicily** and in **Malta**.

WP 3 - THE USE OF POROUS PAVEMENT AND RAIN GARDEN TO PROMOTE HYDRAULIC BEST MANAGEMENT PRACTICES

Target urban areas in Sicily

Installation of rain garden (500 m²) at the **Department of Agriculture, Food and Environment – Di3A (University of Catania)**



Installation of rain garden (400 m²) and porous pavement (900 m²) in **Acicastello municipality**



WP 4 - THE ROLE OF GREEN ROOFS TO ATTENUATE STORMWATER RUNOFF AND TO MITIGATE ENVIRONMENTAL POLLUTION

Target urban areas in Sicily

Installation of green roof (900 m²) at the **Department of Agriculture, Food and Environment – Di3A (University of Catania)**



Realizzazione di un tetto verde estensivo presso la sede del Dipartimento di Agricoltura Alimentazione e Ambiente - Di3A - Via Santa Sofia, 100 - Catania





VISTA PROSPETTICA TECNICA

B.4

Scheda tecnica modulo Drainroof hg

| | | |
|--------------------------------|--------------------|-------------|
| Dimensione | 100 | ES/DO/NE |
| Peso | 4kg/m ² | A |
| Superficie drenante | 100/100 | 3/4 |
| Volume di acqua | 200 ^l | 40 |
| Impermeabilità | 200 ^l | 8 |
| Efficienza drenaggio | 200 ^l | 20 |
| Materiali | 100% Riciclabili | Chloroplast |
| Colore | Noni | |
| Classificazione impermeabilità | ISO 9001 | |
| Tipi di legamenti | Ai dim. regolabili | |







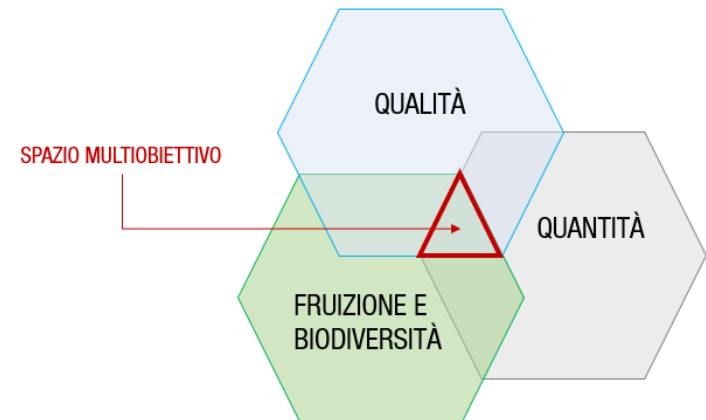
Giardino della pioggia – Via S. Sofia 100



- 1 Corvogliatore acque
- 2 Paccliamatura in ciottolo
- 3 Substrato costituito da:
Miscela di sabbia (50%)
Compost organico (15%)
Terriccio preconstituito (25%)
Biochar: 10%
- 4 Sabbia con meno del 2%
di particoleto fine
- 5 Spaccato di ghiaia grossolana
- 6 Tubo di drenò
- 7 telo impermeabile antiradice

La pianificazione, programmazione, progettazione, realizzazione, gestione e monitoraggio delle **INFRASTRUTTURE VERDI PER L'INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA** richiede un'approccio multi-obiettivo e multi-disciplinare.

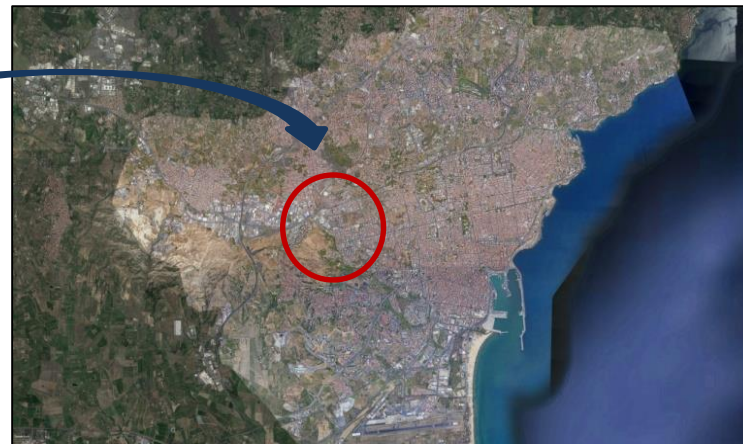
In relazione a tale complessità occorrono diverse professionalità (Ingegnere idraulico e ambientale, Agronomo, Architetto / paesaggista, Pianificatore, Geologo,, Biologo, Chimico, ecc..).



Inquadramento territoriale

Comune di Catania
Comune di Misterbianco

37° 30' 45.786" N
15° 2' 21.731" E



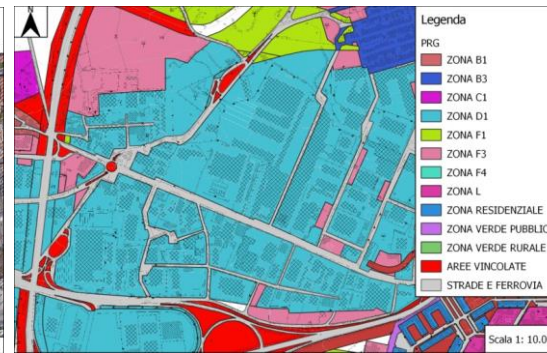
Posizione del problema



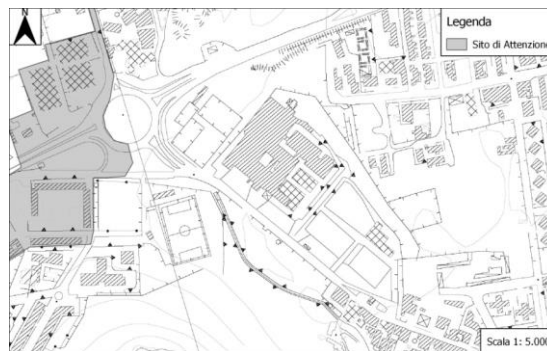
Studio preliminare – Comune di Catania



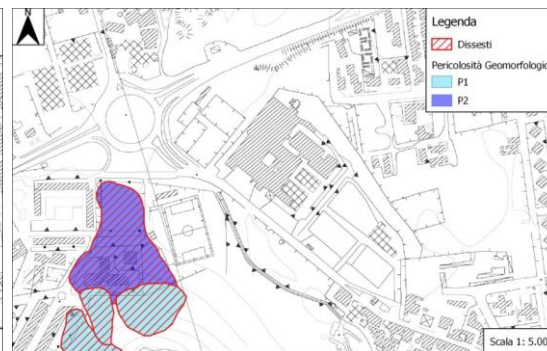
Stralcio Ortofoto



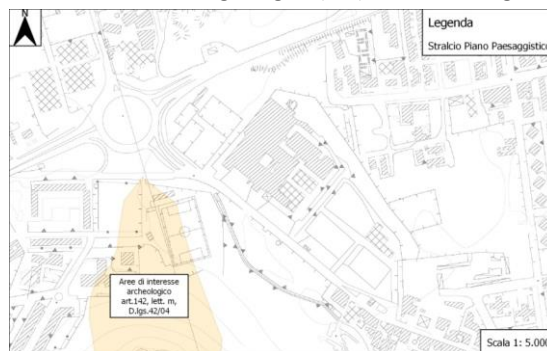
Piano Regolatore Generale (PRG)



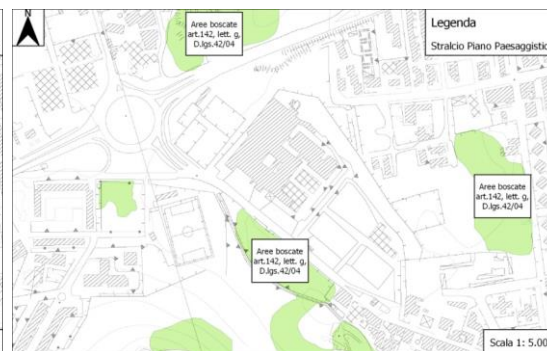
Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) - Geomorfologia



Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) - Idraulica



Piano Paesaggistico – Aree interesse Archeologico



Piano Paesaggistico – Aree boscate

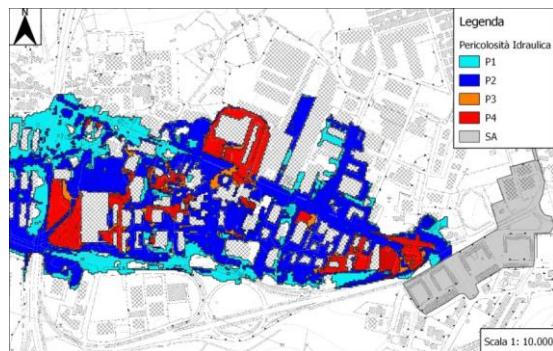
Studio preliminare – Comune di Misterbianco



Stralcio Ortofoto



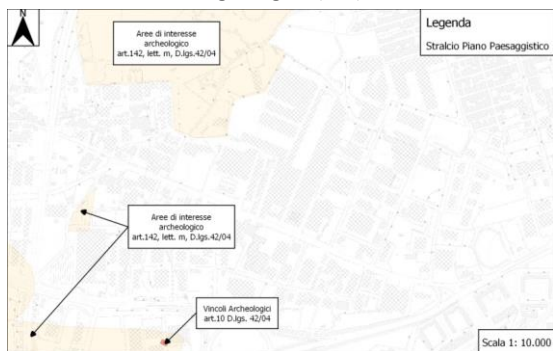
Piano Regolatore Generale (PRG)



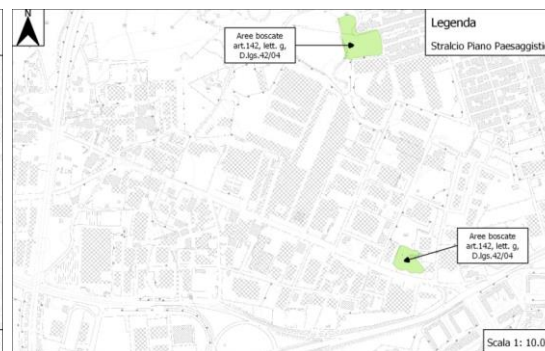
Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) - Idraulica



Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) - Geomorfologia

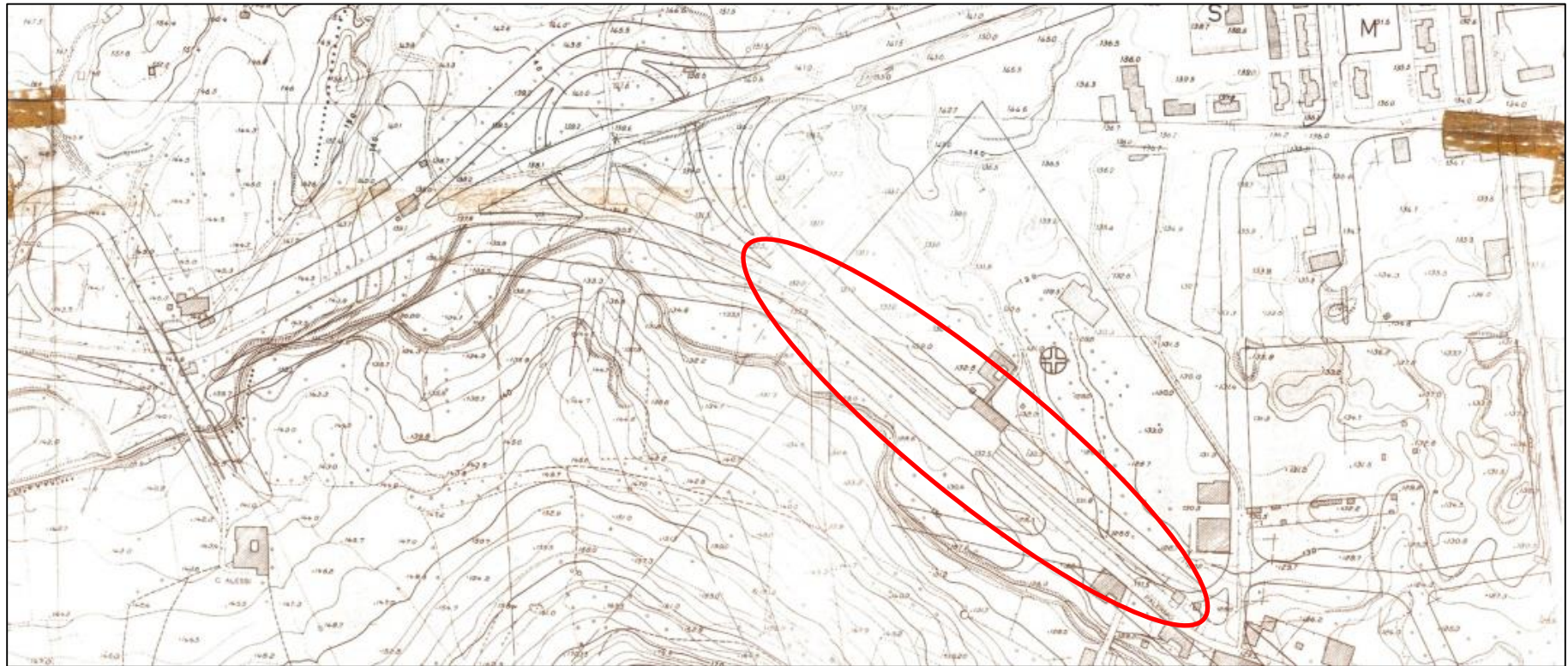


Piano Paesaggistico – Aree interesse Archeologico

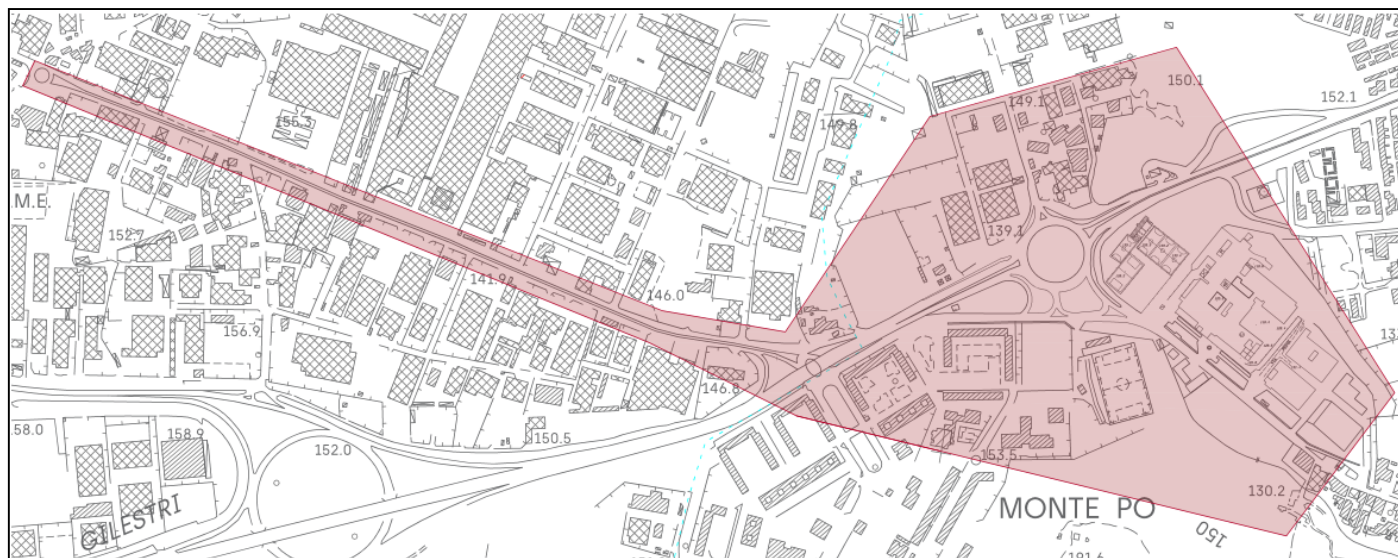


Piano Paesaggistico – Aree boscate

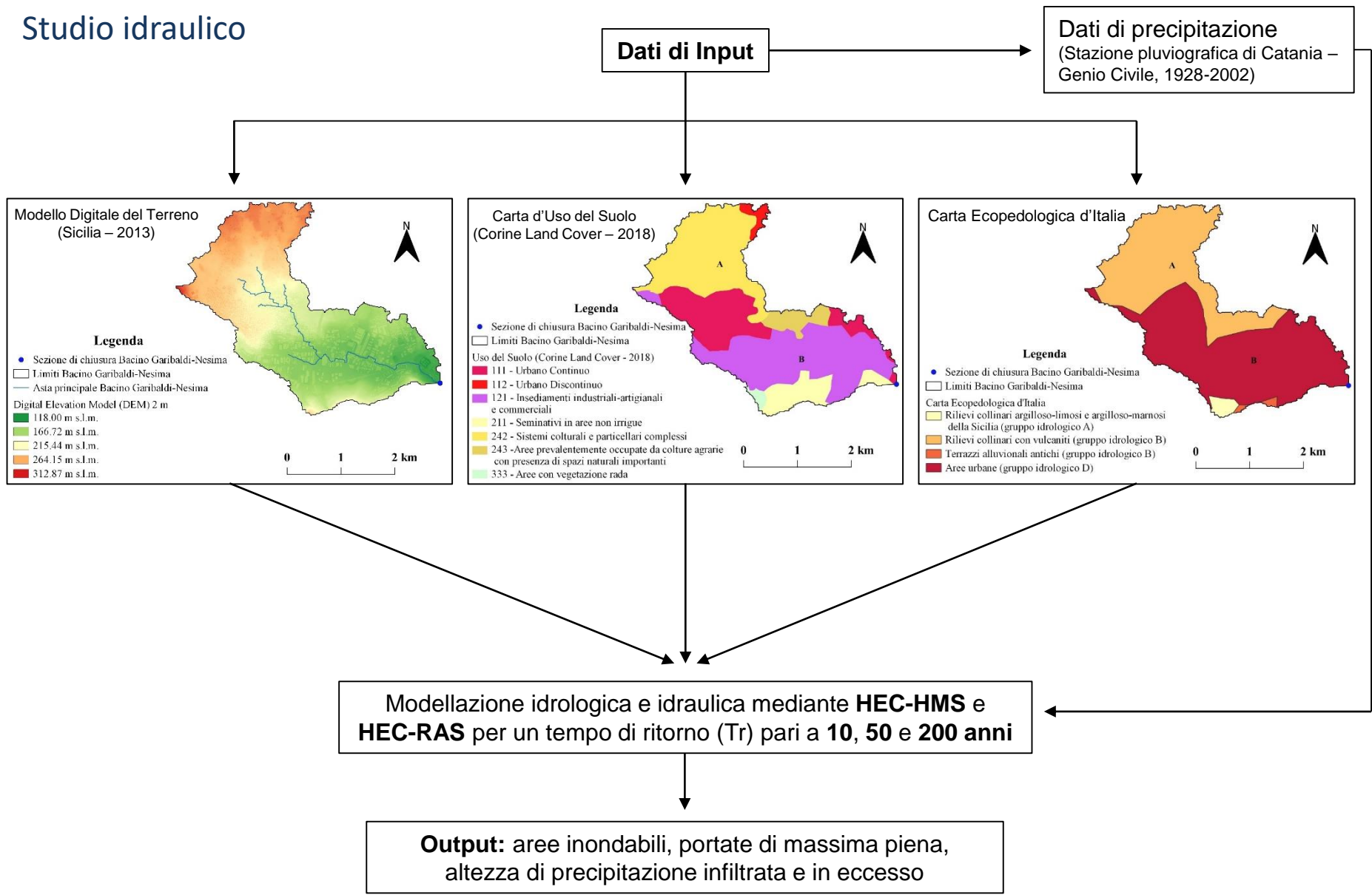
Studio preliminare: stralcio stato di fatto anni '70 circa



Area d'intervento



Studio idraulico

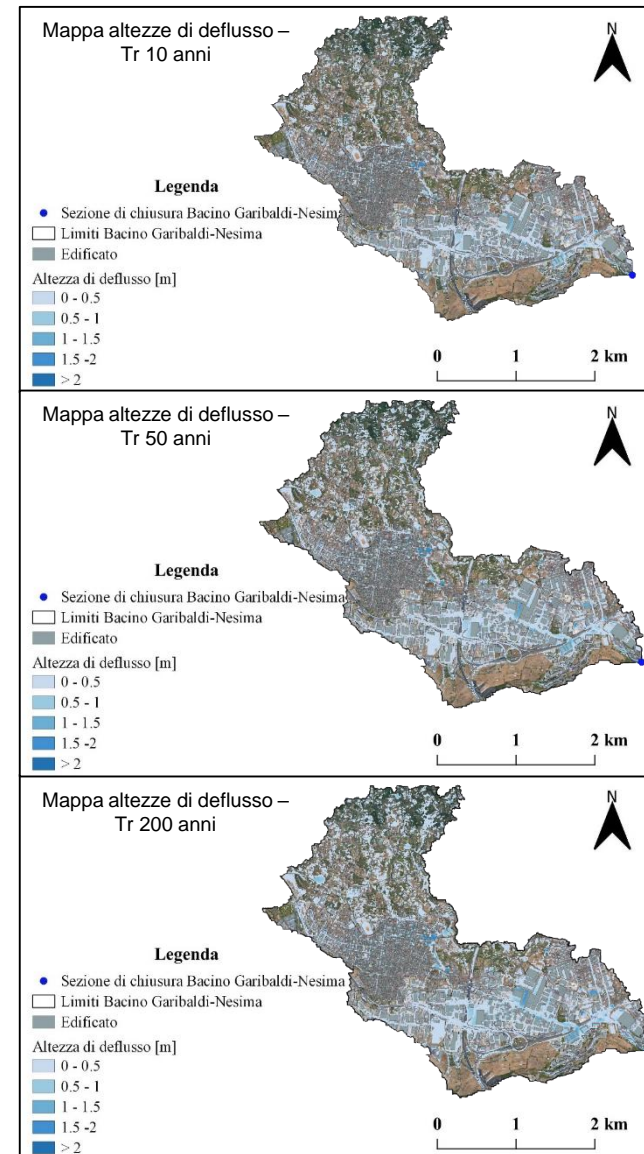


Studio idraulico: risultati

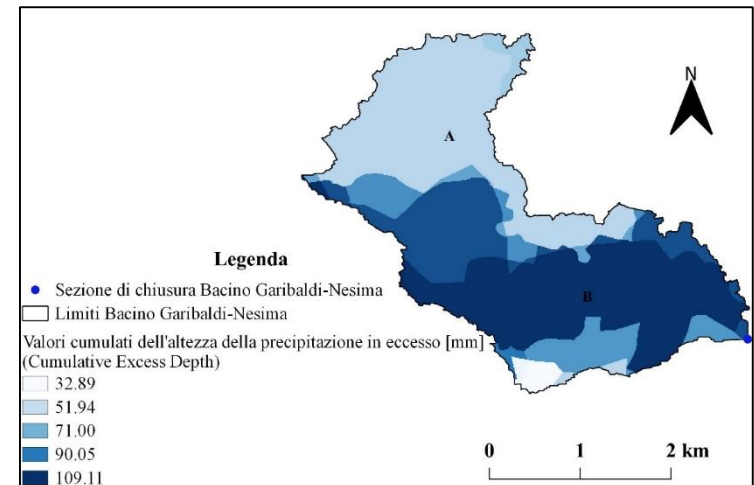
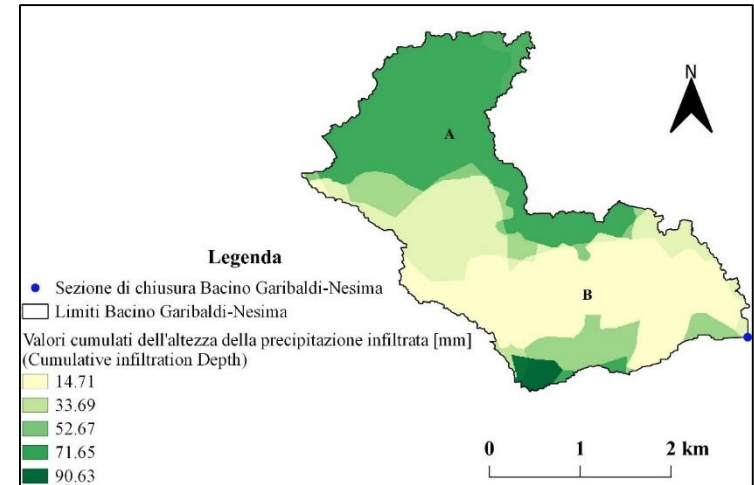
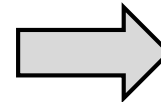
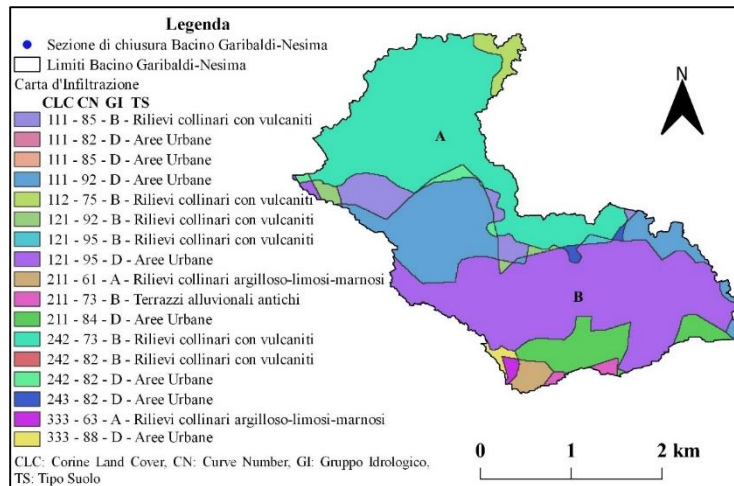
Simulazione idraulica mediante HEC-RAS – Tr 200 anni



| Portata di massima piena | | |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Tr 10 anni | Tr 50 anni | Tr 200 anni |
| 60.93 m ³ /s | 87.64 m ³ /s | 109.46 m ³ /s |



Studio idraulico: risultati



Precipitazione infiltrata (Pi) e in eccesso (Pe) – Tr 200 anni

| | Pi | Pe |
|----------------------|----------|-----------|
| A¹ | 68.21 mm | 55.45 mm |
| B² | 14.70 mm | 109.11 mm |

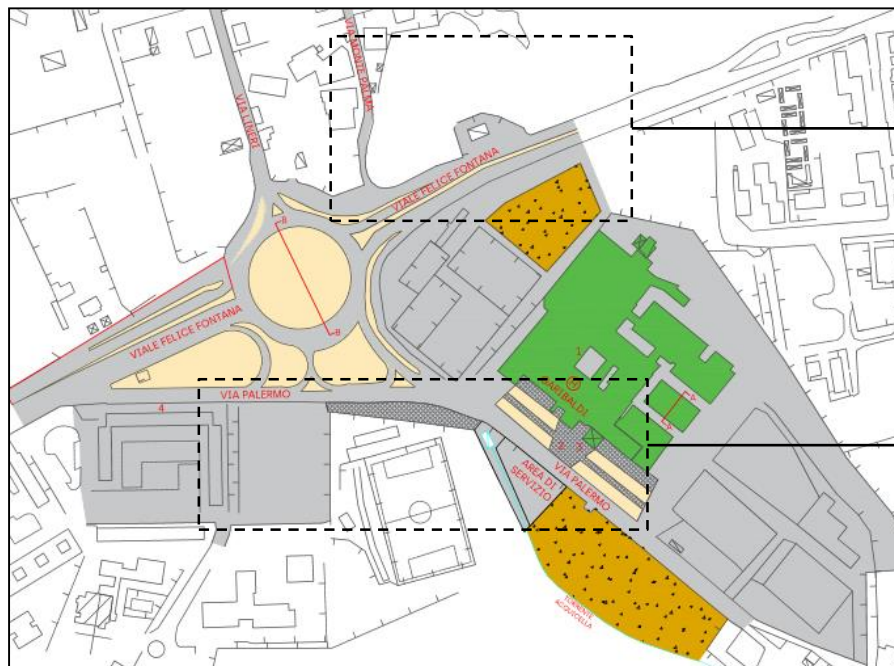
¹ 242 - Sistemi culturali e particellari complessi

² 121 - Insediamenti industriali-artigianali e commerciali

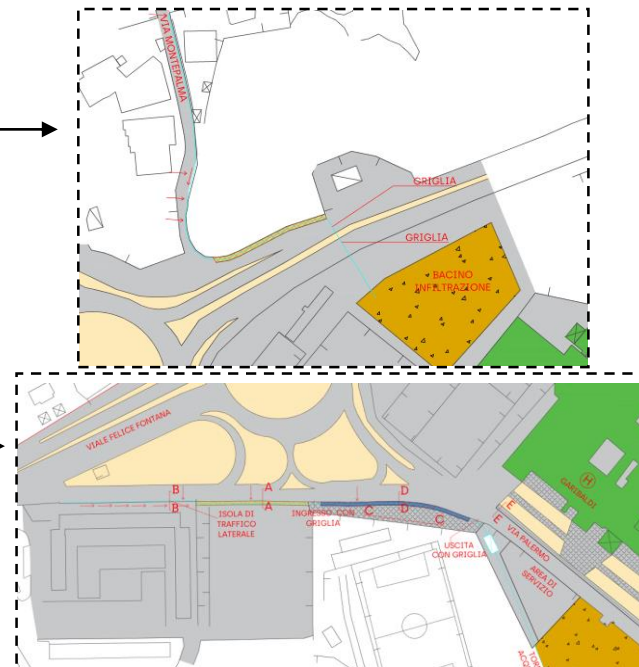
Localizzazione interventi progettuali



Interventi progettuali: misure di ritenzione naturale delle acque (MRNA) e opere idrauliche



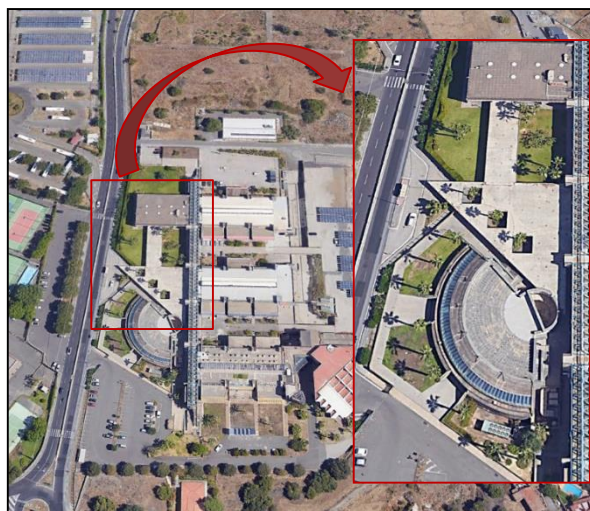
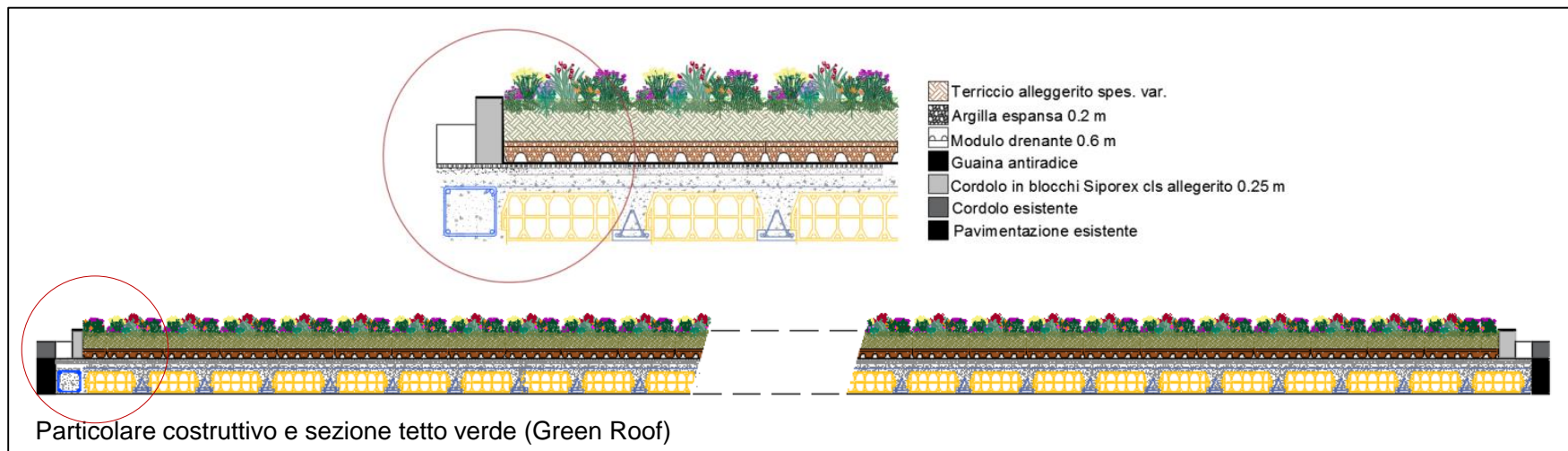
Comune di Catania



Comune di Misterbianco

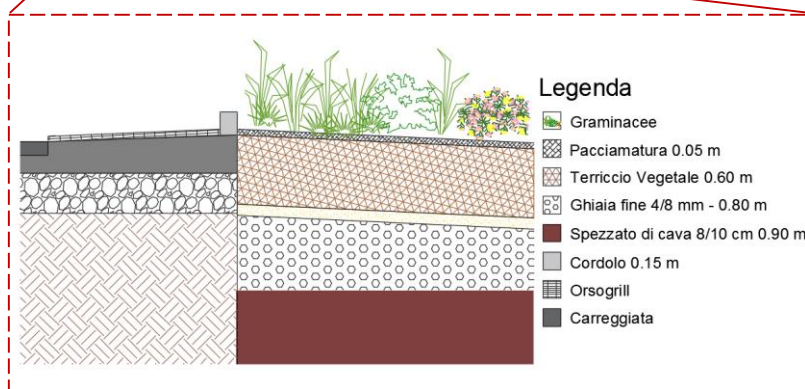
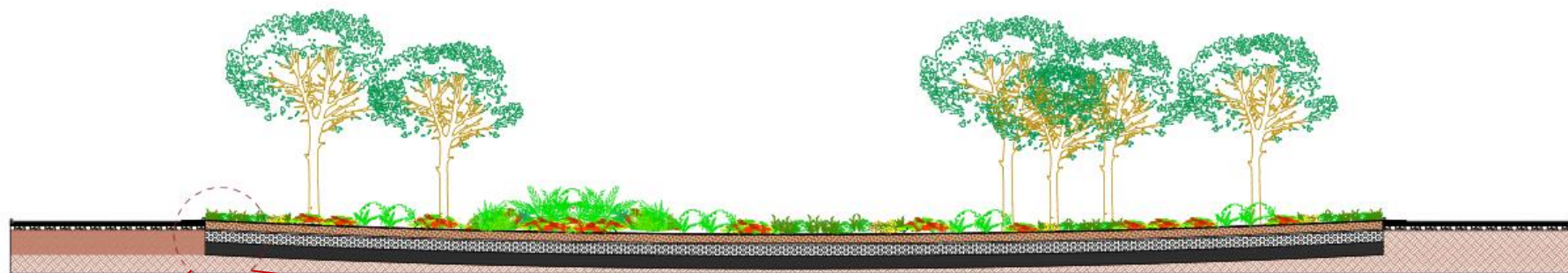
| Legenda | |
|---------|---|
| | Tetti Verdi – U1 (Green Roofs) |
| | Giardini della Pioggia – U9 (Rain Gardens) |
| | Bacini di Infiltrazione – U12 (Infiltration Basins) |
| | Pavimentazioni Drenanti – U3 (Permeable Surfaces) |
| | Canali Vegetati – U4 (Swales) |
| | Marciapiede esistente |
| | Nuovo Marciapiede |
| | Tubazione DN 315 PVC |

Interventi progettuali: tetto verde - U01 (Green Roof)

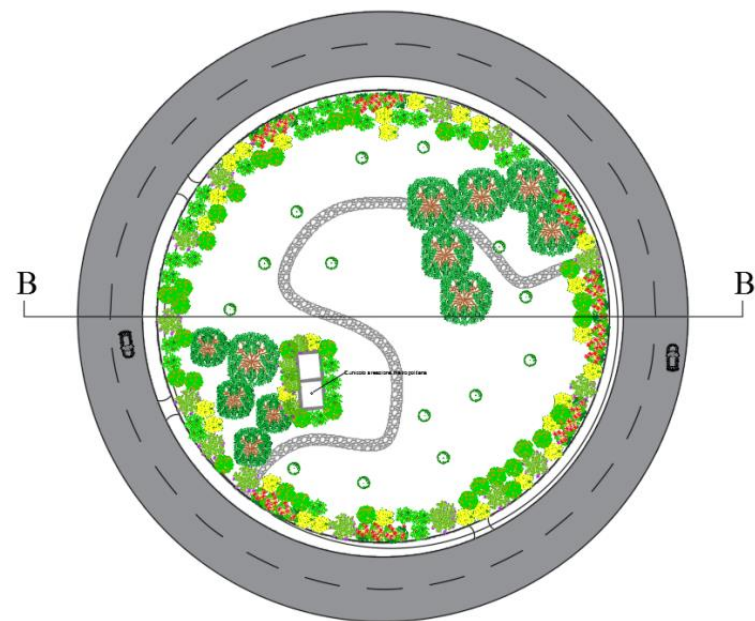


Render tetto verde (Green Roof) in fase di realizzazione presso il Di3A nell'ambito del progetto GIFLUID

Interventi progettuali: giardino della pioggia - U09 (Rain Garden)

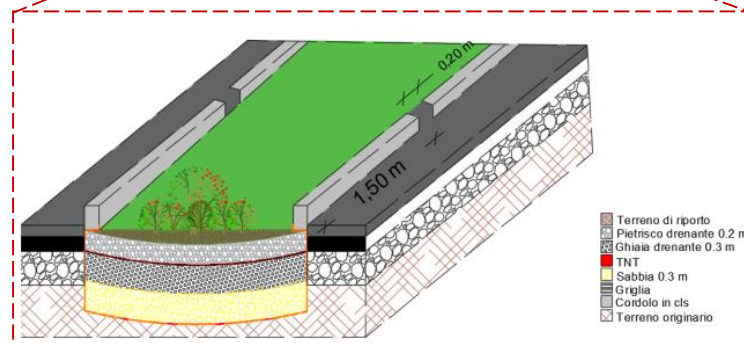
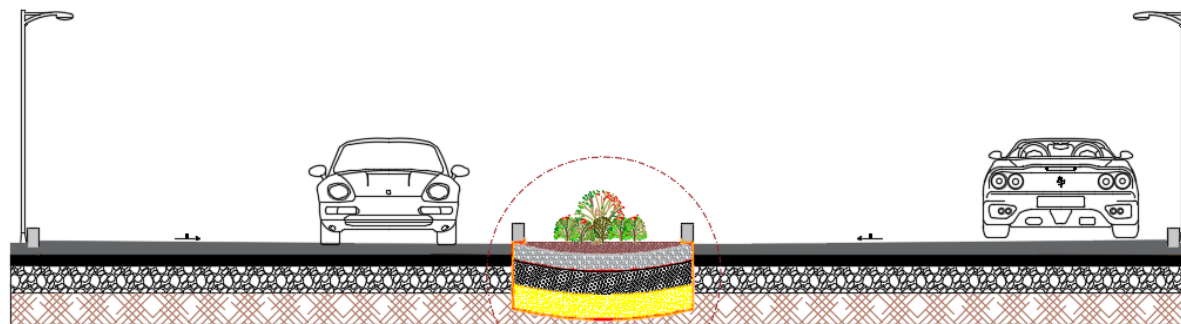


Particolare costruttivo e sezione giardino della pioggia (Rain Garden)

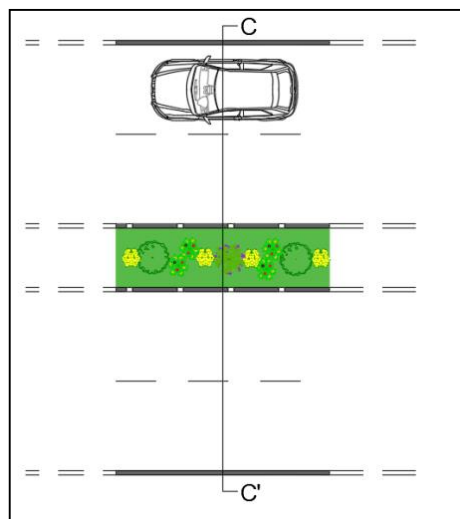


Stralcio planimetria tipo giardino della pioggia (Rain Garden)

Interventi progettuali: canale vegetato - U04 (Swale)



Particolare costruttivo e sezione canale vegetato (Swale)



Stralcio planimetria tipo canale vegetato (Swale)



Esempio canale vegetato (Swale).
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. «The SuDS Manual»

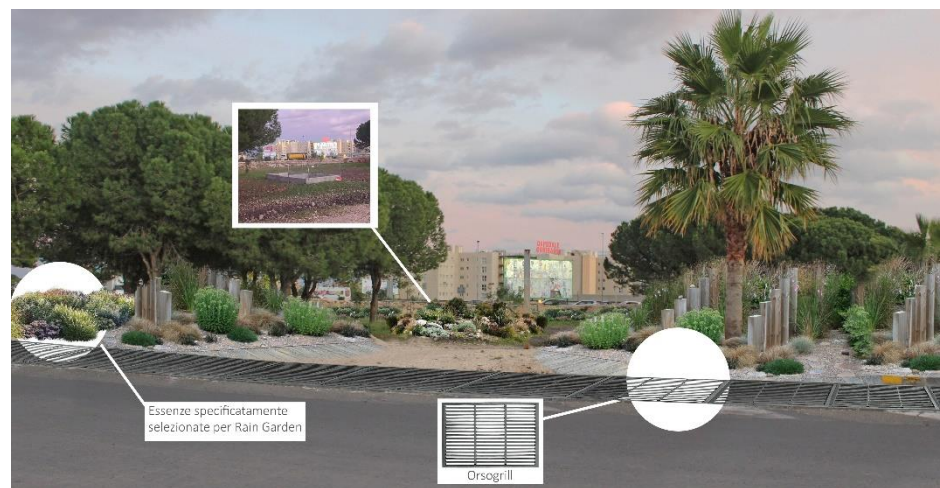
Render delle MRNA proposte



Giardino della pioggia (Rain Garden) – Viale Felice Fontana, Comune di Catania



Giardino della pioggia (Rain Garden) – Corso Carlo Marx, Comune di Misterbianco



Giardino della pioggia (Rain Garden) – Viale Felice Fontana, Comune di Catania

Studio floristico: vegetazione scelta in fase di progettazione delle MRNA

Pittosporum spp.



Canna indica



Lantana montevidensis



Rosmarinus officinalis



Juncus effusus



Specie botaniche

Helianthemum spp.



Pennisetum rubrum



Ligustrum lucidum



Studio floristico: schede botaniche

Specie botaniche

Vantaggi

1. Ben si adattano al clima mediterraneo
2. Generalmente esenti da patogeni o parassiti di particolare gravità
3. Elevata tolleranza agli stress idrici, salsedine, gelo
4. Resistenti alle potature
5. Contribuiscono all'abbattimento degli inquinanti e delle temperature, allo stoccaggio della CO₂ e all'incremento della biodiversità
6. Elevato valore estetico
7. Forte odore aromatico

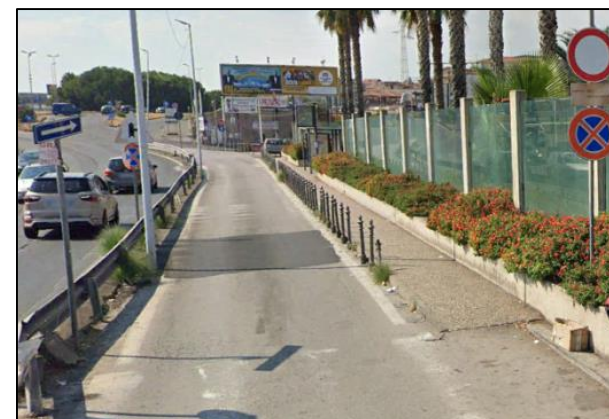
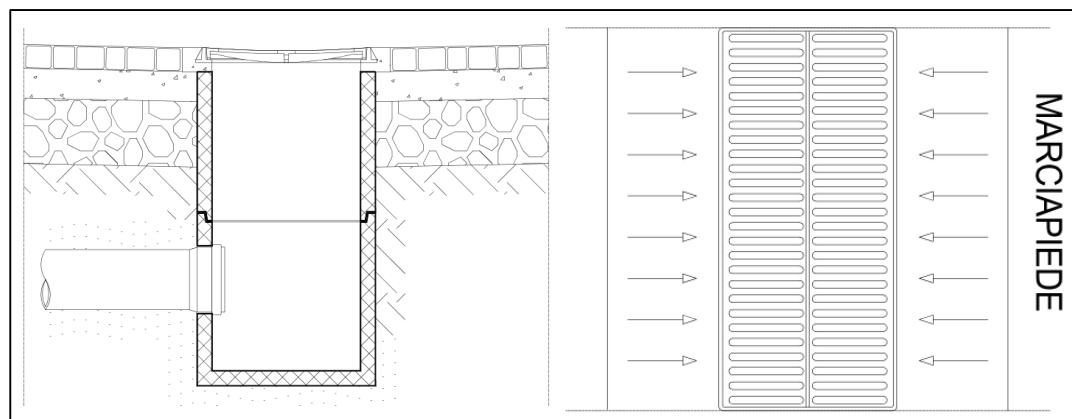
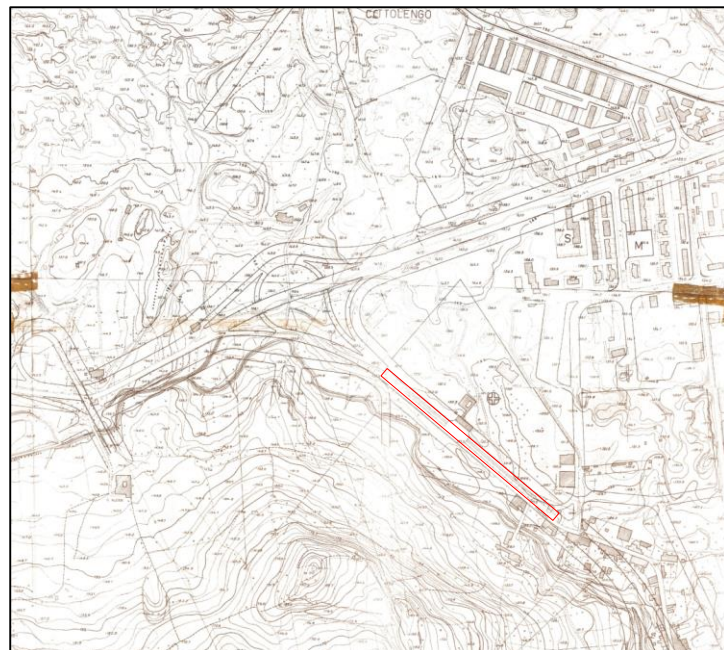
Svantaggi

1. Pur essendo molto resistenti alcune di esse possono essere attaccate da afidi neri e cocciniglie
2. In caso di particolare siccità, devono essere irrigate con regolarità nei mesi estivi
3. Temono l'eccesso di umidità
4. Resistenti solo parzialmente al freddo, alcune di esse tendono a perdere il fogliame nel caso in cui le temperature nel periodo invernale scendano sotto lo zero

| |
|---|
| Nome: <i>Rosmarinus officinalis</i> |
| Famiglia: Lamiaceae Martinov |
| Nome comune: Rosmarino |
| Forma biologica: Nano-Fanerofite |
| Categoria: Portamento compatto |
|  |
| Breve descrizione: Arbusto legnoso perenne sempreverde, ramosissimo con portamento a volte ascendente a volte prostrato, mai veramente eretto, alto fino a 2 metri, con corteccia bruno chiara. Foglie lineari larghe 2-3 mm e lunghe 15-30 mm, verde scure e lucide di sopra, bianco tomentose di sotto. Fiori raccolti in racemi ascellari brevi, generalmente nella parte superiore dei rami, ciascuno con 4-16 fiori. Calice campanulato bilabiato tomentoso di 5-6 mm diviso fino ad un terzo della lunghezza. Corolla azzurro-chiara o lilla, a volte rosea o bianca bilabiata a tubo sporgente, gonfia alla fauce, con labbro superiore dritto formato da due lobi connati e labbro inferiore trifido con lobo centrale più grande e concave e lobi laterali oblungi e più o meno rivoluti. |
| Impiego: Cresce spontanea nella macchia mediterranea. Si trova coltivato in orti e giardini, può essere piantata singolarmente, in gruppo, in siepi o in vasche. |
| Esposizione: Adatto a tutti i terreni, anche asciutti. |
| Terreno: Predilige l'esposizione soleggiata. |
| Vantaggi: Pianta molto decorativa e si adatta benissimo a molti tipi di giardino, ha un forte odore aromatico, molto gradevole, i fiori piccoli viola-azzurri sono attrattivi per gli insetti. Incrementa la biodiversità ed in base al luogo di impiego migliora notevolmente la salute fisica e mentale. Possono anche sfumare, integrare o migliorare il paesaggio costruito nell'insieme in cui è inserito. |
| Svantaggi: Teme l'eccesso di umidità. |

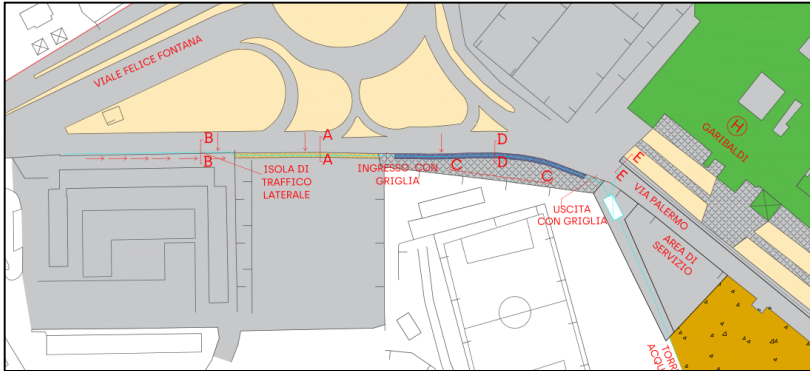
Esempio di scheda botanica

Interventi progettuali: ripristino fosso di guardia



Particolare raccolta acque piovane ripristinando il vecchio fosso di guardia

Interventi progettuali: nuove opere di drenaggio



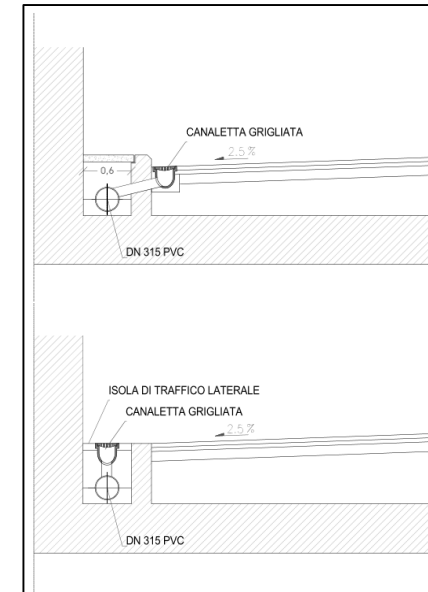
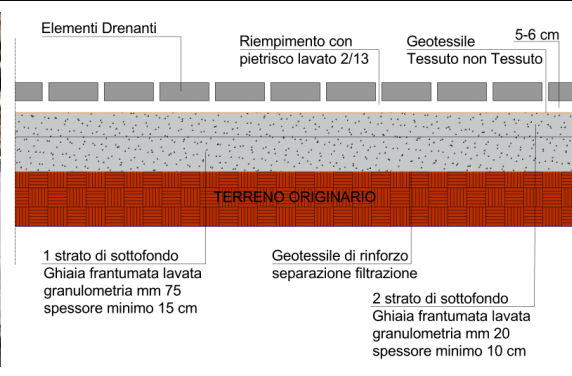
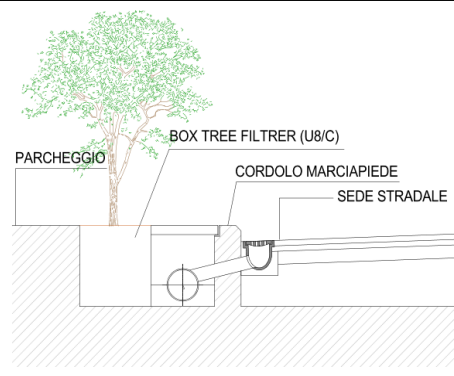
Viale Felice Fontana



Via Montepalma

Legenda

- Tetti Verdi – U1 (Green Roofs)
- Giardini della Piovra – U9 (Rain Gardens)
- Bacini di Infiltrazione – U12 (Infiltration Basins)
- Pavimentazioni Drenanti – U3 (Permeable Surfaces)
- Canali Vegetati – U4 (Swales)
- Marciapiede esistente
- Nuovo Marciapiede
- Tubazione DN 315 PVC



Particolare costruttivo box alberati filtranti (Tree Box Filter) e pavimentazione permeabile (Permeable Surfaces)



Sistema raccolta acque piovane



UNIONE EUROPEA
EUROPEAN UNION

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
European Regional Development Fund

SEGUITECI su :

<https://www.giffluid.eu/>

<https://www.facebook.com/GiFluid>