

GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE URBANE

# MANUALE DI DRENAGGIO 'URBANO'

Rain garden

MANUTENZIONE  
FOSSE DRENANTI

PERCHÉ  
COSA  
COME

Tetti verdi

PAVIMENTAZIONI DRENANTI

INFRASTRUTTURE  
STAGNI

VASCHE LAMINAZIONE

FITODEPURAZIONE  
CAVE

spazi aperti urbani

NORMATIVA

Versione settembre 2015

## COORDINAMENTO SCIENTIFICO ED EDITORIALE

Gioia Gibelli

**con**

Alessandra Gelmini

## PROGETTO GRAFICO E IMPAGINAZIONE

Ester Pagnoni

**con**

Francesca Natalucci

*La redazione raccomandata per la citazione bibliografica di questo volume è la seguente:*

*Gibelli G., Gelmini A., Pagnoni E., Natalucci F., 2015, GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE URBANE. MANUALE DI DRENAGGIO 'URBANO'. Perché, Cosa, Come Regione Lombardia, Ersaf, Milano*

*Il contenuto anche parziale della presente pubblicazione può essere riprodotto solo citando il nome degli autori, il titolo del lavoro e gli Enti Regione Lombardia ed ERSAF.*

<b>00PREMESSA</b>	 <b>PERCHÉ</b>  <b>COSA</b>  <b>COME</b>	<b>4</b>
-------------------	---	----------

<b>01BUONE REGOLE</b>	<b>REGOLE GENERALI</b> Il decalogo della gestione sostenibile dell'acqua	<b>14</b> 16
---------------------------	---	-----------------

<b>02 BUONI PROGETTI</b>	<b>SCALE D'INTERVENTO</b> <b>FUNZIONI</b> <b>TIPOLOGIA DI OPERE – BUONE PRATICHE</b> Interventi sui corsi d'acqua Aree allagabili e invasi di ritenuta Fitodepurazione Aree di cava Sistemi di drenaggio urbano applicati alle infrastrutture Sistemi di drenaggio applicati agli spazi aperti urbani Interventi sugli edifici Pavimentazioni drenanti	<b>28</b> <b>37</b> <b>39</b> 40 47 50 53 55 58 75 78
------------------------------	--	---

<b>03BUONE NORME</b>	<b>APPROFONDIMENTI TECNICO ECONOMICI</b> <b>PIANI DI MANUTENZIONE</b> <b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>81</b> <b>82</b> <b>87</b>
--------------------------	--	-------------------------------------

<b>04 BIBLIOGRAFIA</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>88</b>
------------------------	---------------------	-----------

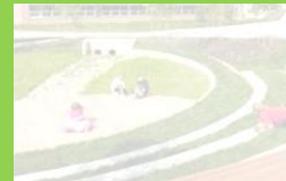
# PREMESSA

00

■ PERCHÉ

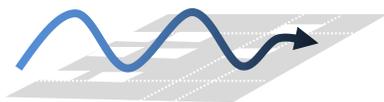
■ COSA

■ COME



Il presente manuale è stato predisposto per indirizzare la gestione delle acque superficiali nel sottobacino idrografico del Po Lambro-Olona.

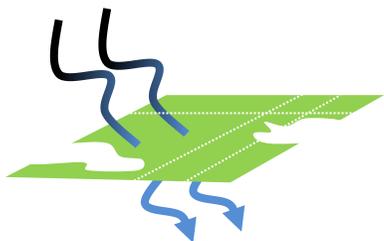
Si tratta di un documento incrementale che potrà giovare, strada facendo, delle esperienze in corso relative alla redazione del progetto di sottobacino del Seveso e del processo partecipato dei Contratti di fiume.



## PERCHÉ

**PERCHÉ LE ALLUVIONI URBANE SONO SEMPRE PIÙ FREQUENTI, INTENSE E LA QUALITÀ DELL'ACQUA SCADENTE** o pessima a causa:

- dell'impermeabilizzazione dei **suoli**,
- dei **cambiamenti** climatici,
- della ridotta capacità dei **fiumi** di accettare acque piovane,
- della mancanza di considerazione dell'acqua nei documenti di **governance** (Piani e VAS),
- della mancanza del **concetto di "limite"** nella pianificazione delle trasformazioni (come ad esempio la disponibilità idrica, la capacità di smaltimento delle reti e la capacità di depurazione dei depuratori, la disponibilità di aree filtranti).



## COSA

**UNA GESTIONE EFFICACE DELLE ACQUE METEORICHE** che si basi su:

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



## COME

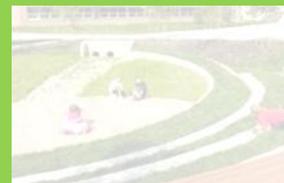
**ATTRAVERSO LA MULTIDISCIPLINARIETÀ E UNA VISIONE COMPLESSIVA DEL BUON AGIRE** (buone regole per buone pratiche) che superi i meri tecnicismi per affrontarli con uno **sguardo globale** le problematiche, la scelta delle soluzioni e il processo progettuale.

I progetti devono rispondere al **dinamismo dell'acqua**, ai **caratteri del contesto** e devono saper **innescare processi che si evolveranno nel tempo** piuttosto che disegnare opere concluse. **La partecipazione** è dunque strategica per raggiungere obiettivi di lungo termine.

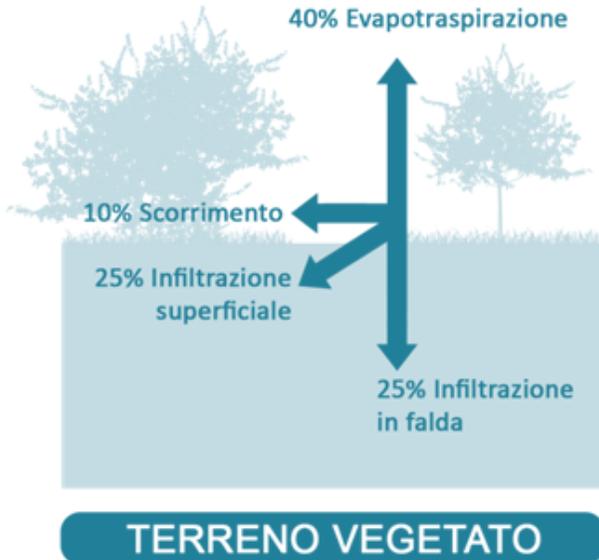
Le soluzioni devono essere finalizzate a **facilitare la circolazione naturale dell'acqua** nei bacini e a **trattenere le precipitazioni dove cadono**, attraverso l'infiltrazione, la ritenzione e l'accumulo delle acque di pioggia.

In quest'ottica il Manuale è stato redatto per trasmettere tale visione complessiva del buon agire - delegando all'ampia manualistica esistente i dettagli tecnici - e per indirizzare verso la messa in opera delle giuste soluzioni in ragione delle problematiche, del contesto e dei paesaggi.

- PERCHÉ
- COSA
- COME
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 



# IMPATTO DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE DEI SUOLI SUL CICLO IDROLOGICO



L'impermeabilizzazione dei suoli è uno degli effetti dell'urbanizzazione che più incidono sull'aumento di vulnerabilità dei sistemi ambientali e sul ciclo idrologico.

Gli schemi evidenziano come l'aumento dell'impermeabilizzazione comporti una riduzione progressiva dell'infiltrazione e l'aumento del run-off.

L'impermeabilizzazione dei suoli tende infatti a:

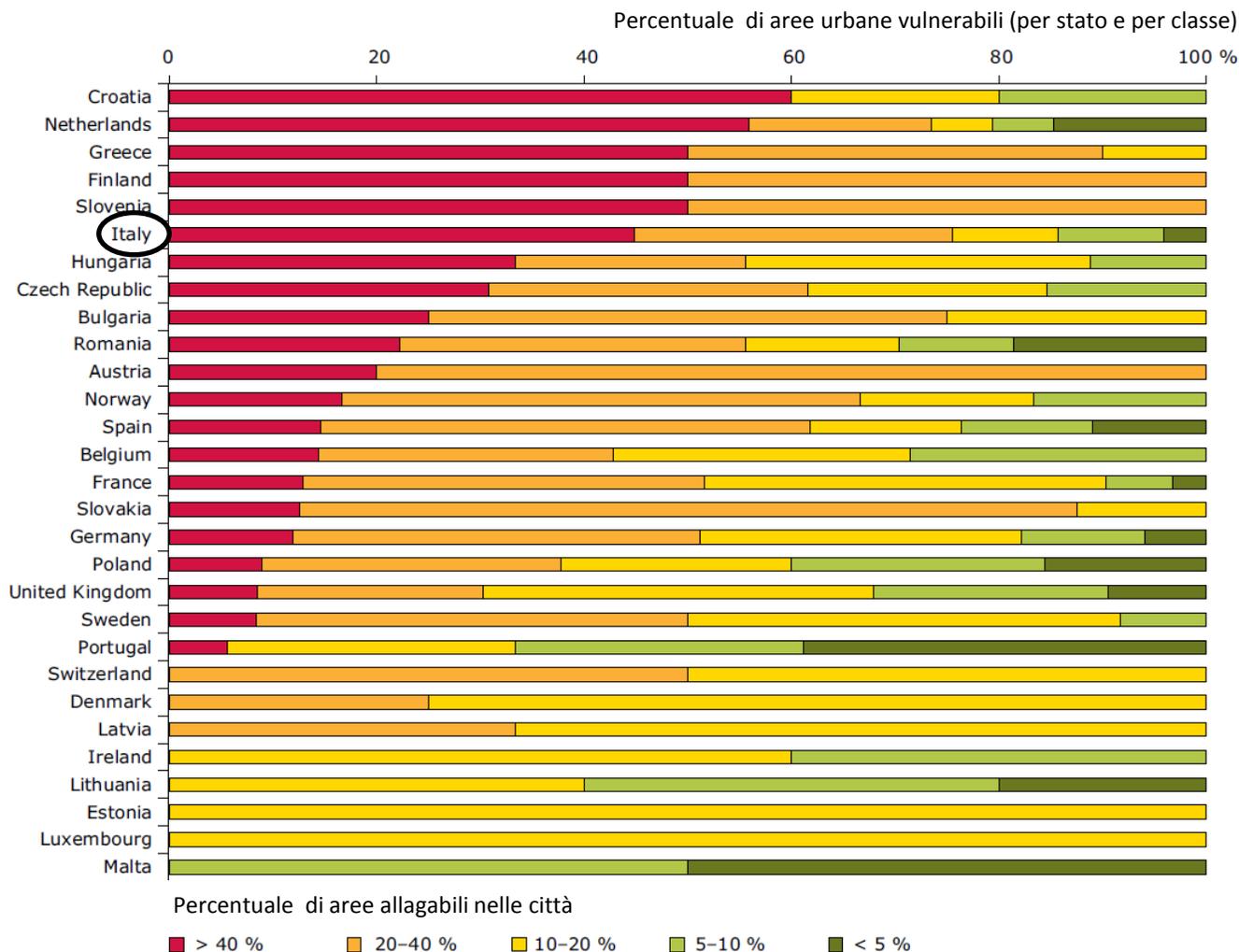
- **ridurre i tempi di corrivazione** delle acque meteoriche intensificando i fenomeni alluvionali,
- **riduce le quantità d'acqua di infiltrazione a ricarica delle falde e delle acque sotterranee,**
- **aumenta lo scorrimento superficiale** (run-off), con conseguente aumento dell'erosione del suolo, del trasporto solido e dell'inquinamento delle acque,
- **richiede la realizzazione di reti di collettamento** che, per essere sostenibili, necessitano di un alto livello di complessità, spesso contrastante con la facilità di gestione e i costi della stessa,
- **riduce i servizi ecosistemici e paesaggistici** erogati dal suolo libero.

# IMPERMEABILIZZAZIONE DEI SUOLI E ALLAGAMENTI

L'impermeabilizzazione dei suoli comporta una crescente vulnerabilità anche dei sistemi urbani, ove la riduzione progressiva dell'infiltrazione e l'aumento del run-off provocano l'allagamento di sempre maggiori aree urbane. Aumentano le intensità e le frequenze delle "alluvioni urbane".

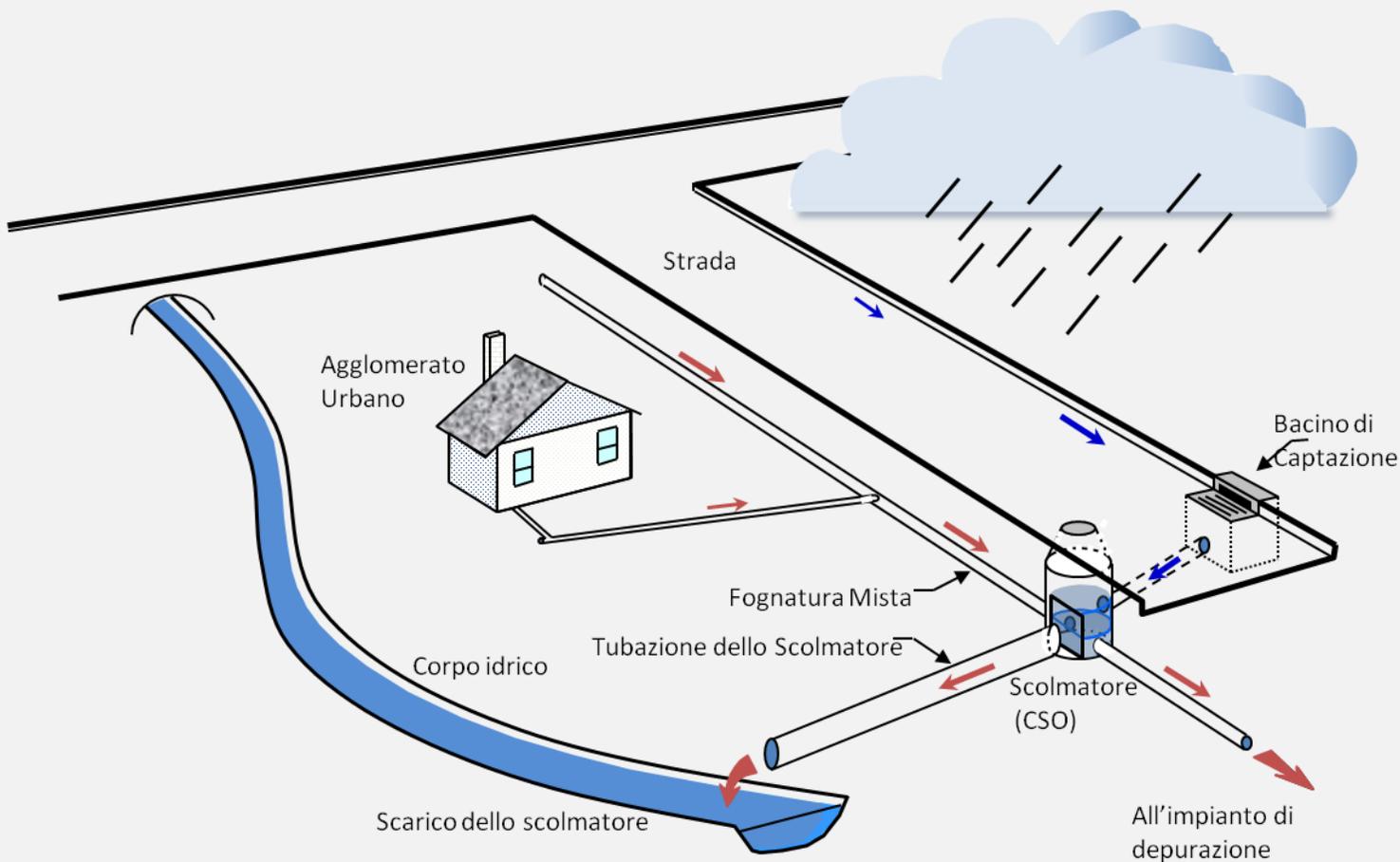
Da qui la necessità di avviare una corretta gestione integrata delle acque con una visione di bacino.

**Figura a lato:** Percentuali delle aree urbane allagabili (per classe, per paese). Sono considerate solo le città con più di 100.000 abitanti. L'Italia presenta quasi il 50% delle superfici urbane potenzialmente allagabili.



Fonte: tratto da [10], modificata

# IMPATTO DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE DEI SUOLI SULLA QUALITÀ DELLE ACQUE



In tempo secco la fognatura convoglia solo i reflui civili al depuratore.

Durante gli eventi di pioggia la fognatura porta sia i reflui civili e industriali che le acque meteoriche all'impianto di depurazione.

Ma in eventi di pioggia consistenti si eccede la massima capacità di carico del depuratore e quindi una porzione, anche consistente, degli scarichi fognari viene scolmata direttamente nel ricettore finale.

Dal momento che nella maggior parte dei casi gli sfioratori lavorano anche con piogge limitate, sono i piccoli eventi che generano gran parte del carico inquinante.

Infatti, in questi casi, le concentrazioni di inquinanti sono maggiori. Ecco perchè, per la qualità delle acque, è fondamentale inviare meno acqua piovana possibile in rete fognaria.

1954



**IERI**



10% di sup. urbanizzata



sistemi di drenaggio urbano tradizionali, infiltrazione in aree inedificate (verde urbano, aree agricole)

2012



**OGGI**



30%-40% di sup. urbanizzata



sistemi di drenaggio urbano tradizionali, allagamenti di porzioni di città, infiltrazione in aree inedificate sempre meno estese

2054



**DO**



(40%-50%)? di sup. urbanizzata

**MANI**



sistemi di drenaggio urbano diffusi su tutta la città e il territorio (rain garden, fosse drenanti, stagni di ritenuta, tetti verdi, cisterne, ecc.)

Elaborazioni su dati Regione Lombardia  
Fonte: tratto da [6], modificato

# RUN OFF E RECENTI VARIAZIONI DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE DEI SUOLI NELLA VALLE DEL TORRENTE LURA

Valle del Lura	Run Off 1999	Run Off 2007
m <sup>3</sup>	10.965.761,19	11.804.864,73
Variazione + 10%		

La riduzione di superficie drenante incide sul Run Off che aumenta in percentuali maggiori rispetto alla superficie impermeabilizzata: la vulnerabilità aumenta in modo non lineare

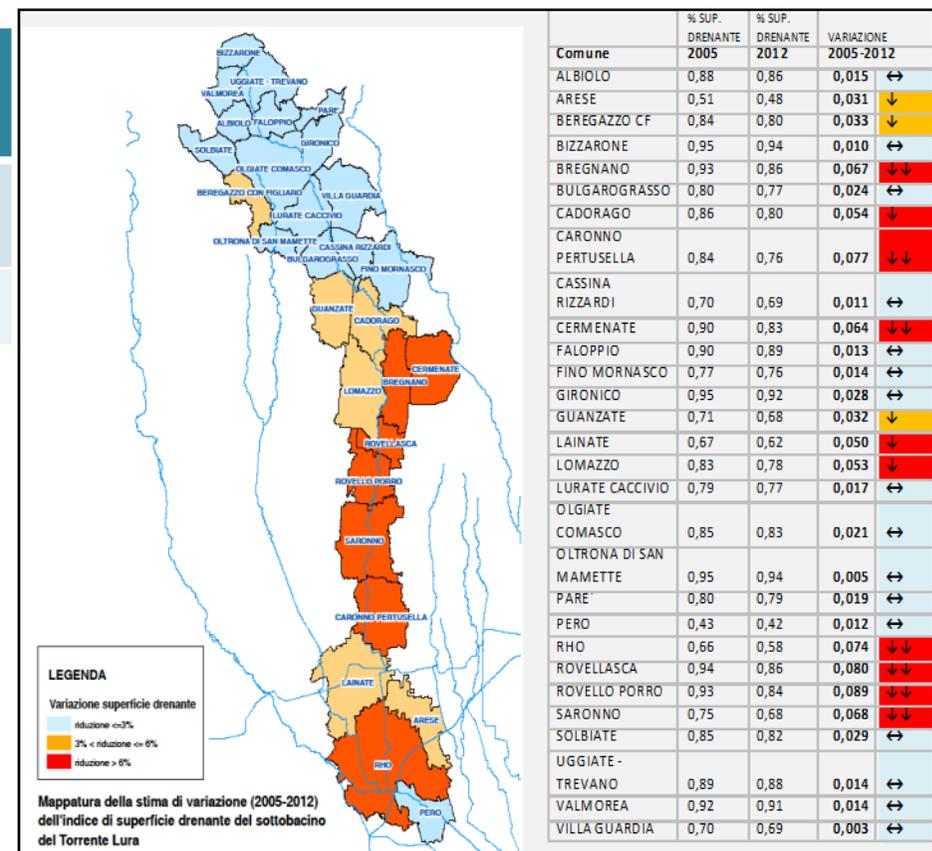


Figura C- Variazione dell'indice tra il 2005 e il 2012

comuni con valori invariati o minimi, fino al 3% compreso

comuni con riduzione dell'indice tra 3,1% e 6%

comuni con riduzione dell'indice oltre il 6,1%



Elaborazioni tratte da "Progetto di sottobacino del torrente Lura"  
Fonte: tratto da [2]

## Direttiva 2000-60-CE



..... richiede di fissare obiettivi ambientali da conseguire entro il 2027 per i corpi idrici superficiali.

.....richiede cooperazione e comunicazione nel campo della gestione delle acque.

Al di là dei limiti amministrativi le acque in futuro devono essere gestite in relazione agli spazi fluviali (bacini e distretti).

La prevista partecipazione dei cittadini nell'elaborazione di programmi di misure e piani di utilizzo dell'acqua, è considerata strategica per il raggiungimento degli obiettivi ambientali della Direttiva e va molto al di là della partecipazione tradizionale secondo la legge procedurale amministrativa.

È dunque indispensabile che tutti i cittadini siano dotati di strumenti informativi per poter partecipare alle decisioni.

# COSA: BUONE REGOLE

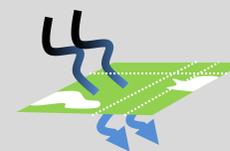
# 01

## REGOLE GENERALI

Il decalogo della gestione sostenibile dell'acqua



## AFFRONTARE LE NUOVE SFIDE DELL'ACQUA



PERCHÉ  
COSA  
COME

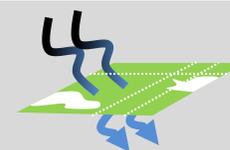
La vulnerabilità di un territorio e di una città, non dipende solo dall'impermeabilizzazione dei suoli, ma anche dalle modalità di gestione delle acque. Per decenni le reti di smaltimento sono state dimensionate in riferimento a rovesci/alluvioni legati a determinati periodi di ritorno, il RIM è stato interrotto o eliminato in molte zone. Le variazioni climatiche e l'urbanizzazione recente, hanno messo in crisi il sistema in diverse città.

**PRESSIONI:** precipitazioni (variazioni climatiche), impermeabilizzazioni e urbanizzazioni in aree a rischio.

**SFIDE:** innalzamento delle falde, aumento delle portate di piena e inquinamento delle acque dei corsi d'acqua (causate da Interventi di artificializzazione, diminuzione tempi di corrvazione, pressione delle città sui fiumi).



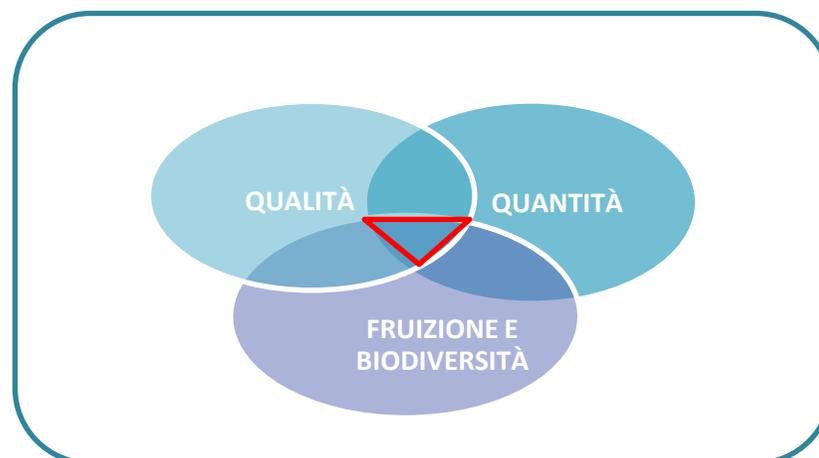
## GESTIRE L'ACQUA IN MODO INTEGRATO

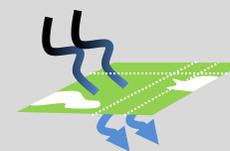


PERCHÉ  
COSA  
COME

Far fronte a queste nuove sfide richiede un approccio integrato al territorio, volto a ridurre la vulnerabilità complessiva. I Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibili (SUDS) tendono a equilibrare il ciclo dell'acqua nell'ambiente urbano, riducendo l'impatto dello sviluppo antropico sulla qualità e la quantità del deflusso, massimizzando le opportunità connesse alla qualità del paesaggio, tra cui fruizione, biodiversità, microclima, ecc. Con l'acronimo **SUDS** si intende un insieme di interventi volti a:

- Ridurre gli effetti idrologici-idraulici dell'impermeabilizzazione che provocano una accelerazione dei deflussi superficiali e un aumento del rischio idraulico,
- Migliorare la qualità delle acque, fortemente alterata dagli inquinanti diffusi, prevalentemente provenienti dal traffico veicolare e dal dilavamento delle strade e dall'inquinamento organico distribuito dagli sfioratori fognari,
- Integrare il design del verde nella città migliorando il paesaggio urbano e il microclima.





1

Avere una **visione unitaria di bacino** per aumentarne la resilienza attraverso interventi coordinati finalizzati a dare spazio all'acqua, garantendo il più possibile tratti naturali dei corsi d'acqua e degli invasi per facilitare le funzioni di autodepurazione, idrologiche ed ecosistemiche.

2

**Trattenere il più possibile le acque a monte** attraverso piccoli invasi, allargamenti della sezione dell'alveo, rallentamenti dei flussi.

3

Aumentare la **flessibilità e la multifunzionalità delle parti del bacino**, anche prevedendo allagamenti temporanei controllati in zone soggette ad usi diversi che sopportano l'acqua.

4

Riconnettere e riqualificare il **reticolo idrografico minore**.

5

**Minimizzare i volumi prelevati** e la circolazione "artificiale" dell'acqua prelevata, restituendo l'acqua più vicino possibile al punto di prelievo.

6

Favorire il **riuso dell'acqua** e la corretta **re-immissione nei cicli** biogeochimici naturali dei nutrienti.

7

**Minimizzare i volumi di acqua pulita immessi nelle reti fognarie** (acque meteoriche e acque parassite).

8

Garantire una buona **efficacia degli impianti di depurazione**, commisurata a mantenere in buone condizioni il corpo idrico che riceve gli scarichi.

9

**Minimizzare e compensare la superficie impermeabilizzata**, introducendo abbondanti aree filtranti e aree di laminazione diffuse nel tessuto urbano.

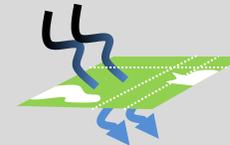
1

0

Dotare gli edifici di **dispositivi di adattamento** agli allagamenti.

Nelle pagine che seguono sono riportate alcune azioni emblematiche che illustrano i punti del decalogo.

# AVERE UNA VISIONE UNITARIA DI BACINO



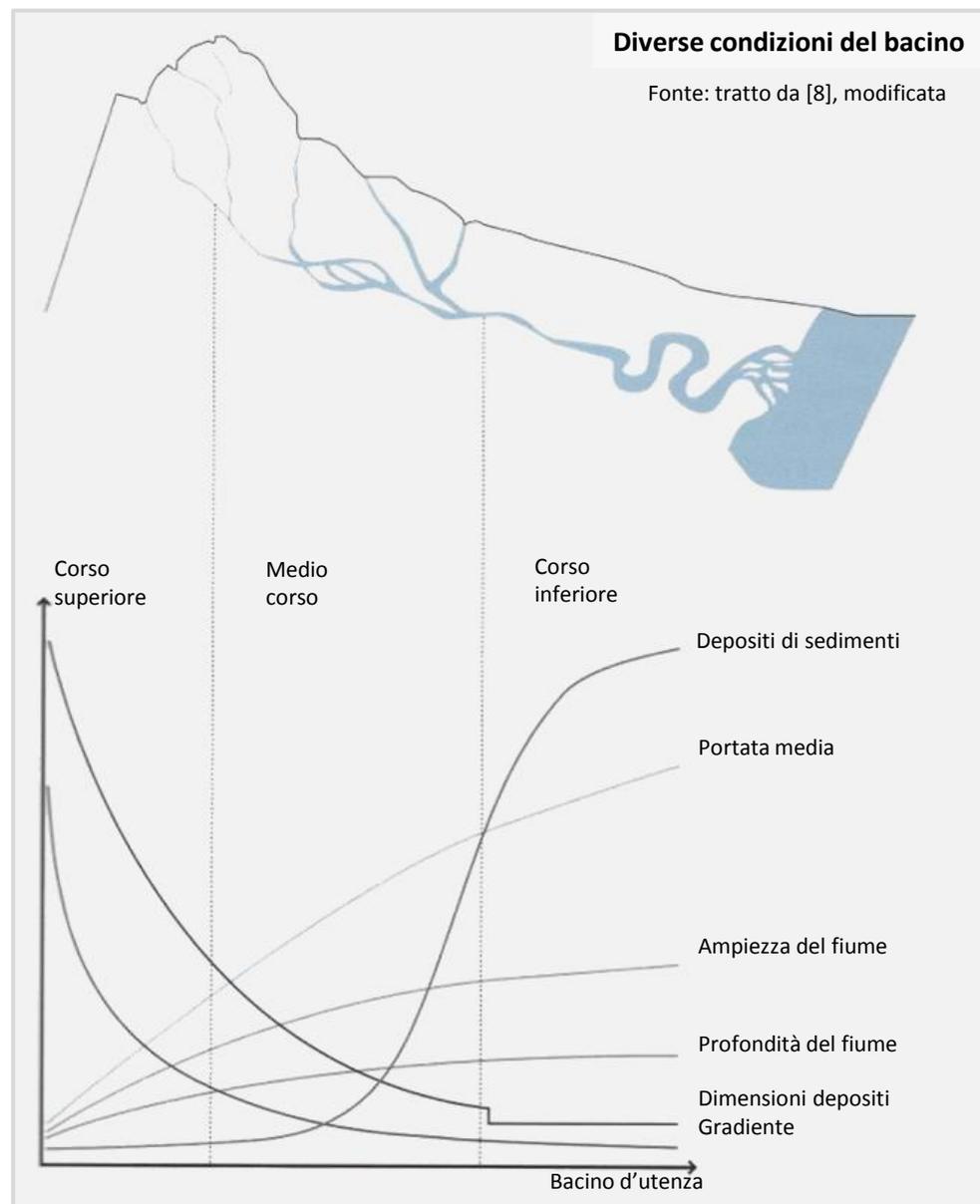
PERCHÉ  
COSA  
COME

1

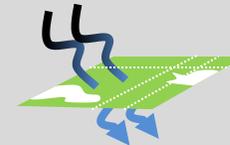
Avere una visione unitaria di bacino per aumentarne la resilienza attraverso interventi coordinati finalizzati a dare spazio all'acqua, garantendo il più possibile tratti naturali dei corsi d'acqua e degli invasi per facilitare le funzioni di autodepurazione, idrologiche ed ecosistemiche.

Le diverse condizioni del bacino influenzano la circolazione dell'acqua, generando paesaggi differenti nelle varie zone del bacino (alto, medio e basso) e caratteristiche diverse dei corsi d'acqua in termini di portate, trasporto solido, morfologia, ecosistemi: i principi sono i medesimi in ogni bacino, ma le diversità locali determinano il fatto che non ci sono due paesaggi fluviali uguali.

Gli obiettivi progettuali devono tener conto delle caratteristiche dell'intero bacino e dei caratteri locali dei diversi tratti.



# AVERE UNA VISIONE UNITARIA DI BACINO



PERCHÉ  
COSA  
COME

1

**Avere una visione unitaria di bacino per aumentarne la resilienza attraverso interventi coordinati finalizzati a dare spazio all'acqua, garantendo il più possibile tratti naturali dei corsi d'acqua e degli invasi per facilitare le funzioni di autodepurazione, idrologiche ed ecosistemiche.**

La mappa dell'acqua restituisce un'interpretazione del mosaico ambientale del bacino idrografico in riferimento alle funzioni idrologiche che sono esplesate dalle diverse tessere del mosaico in base a: tipologia di uso, posizione nel mosaico, estensione. Riporta inoltre gli elementi puntuali di pressione e le tessere i cui usi determinano effetti negativi sulla qualità delle acque.

Può servire a:

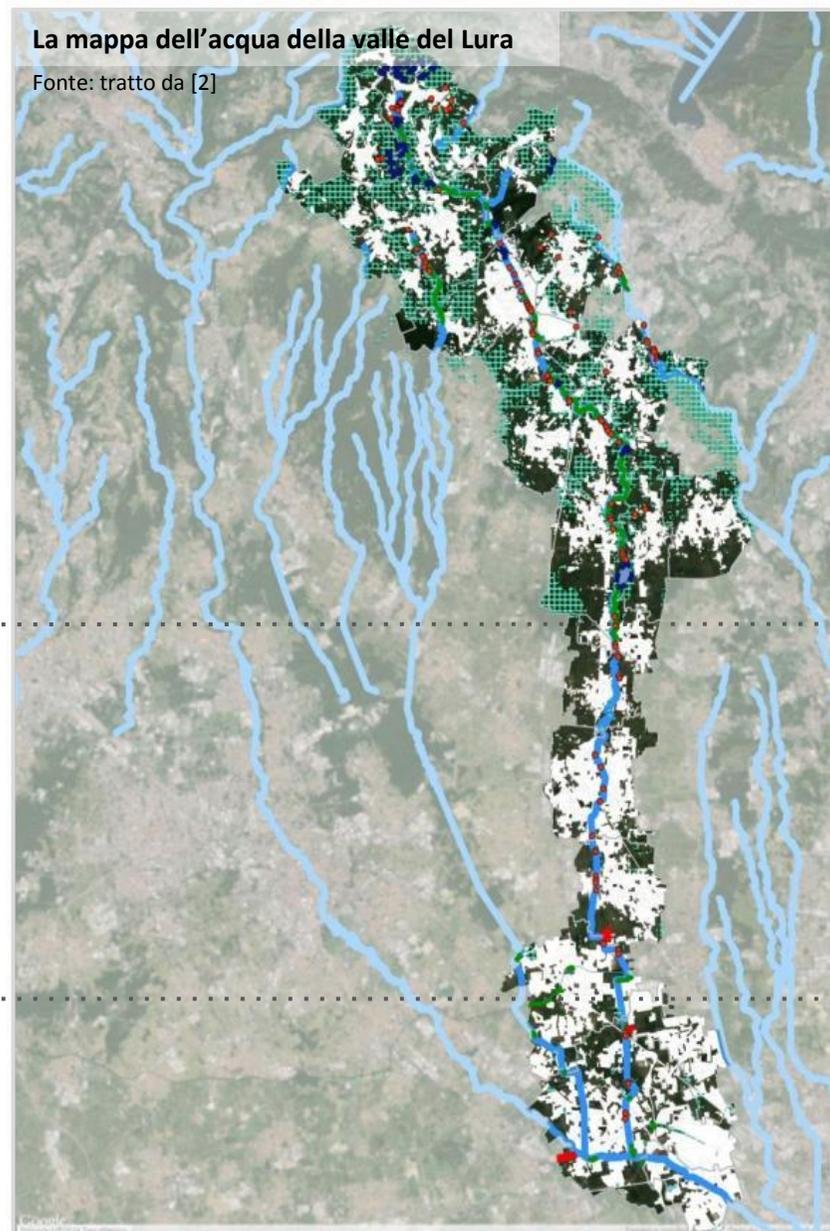
- meglio comprendere il funzionamento del bacino e del ciclo dell'acqua,
- definire ambiti caratteristici in base alle funzioni idrologiche prevalenti,
- evidenziare esigenze e potenzialità diversificate all'interno degli ambiti,
- capire le relazioni tra le diverse parti del bacino,
- capire quanta acqua libera è necessaria nelle diverse parti del bacino per mantenerne le funzioni idrologiche e la resilienza del bacino,
- aiutare a far comprendere criticità e priorità da inserire nella Pianificazione comunale
- monitorare gli effetti dei Piani e dei progetti

## LEGENDA

- alimentazione naturale (sorgenti e aree umide)
- alimentazione artificiale (scarichi depuratori)
- infiltrazione (a scala bacino)
- infiltrazione (a scala locale)
- regolazione piene e depurazione
- ritenuta (aree di espansione e umide)
- protezione acquiferi (boschi)
- filtro e depurazione (fascia ripariale tampone)
- captazione (pressioni da urbanizzato e infrastrutture)
- pressioni puntuali (scarichi in corpo idrico)
- pressioni da uso agricolo
- pressioni da attività estrattive
- altre pressioni (impianto golf)
- corsi d'acqua e reticolo idrico
- comuni del sottobacino Lura

## La mappa dell'acqua della valle del Lura

Fonte: tratto da [2]

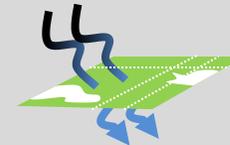


**Corso superiore**  
(parte del bacino in cui potenziare le funzioni di trattenuta e rilascio lento)

**Medio corso**  
(parte del bacino in cui potenziare le zone di infiltrazione in area urbana)

**Corso inferiore**  
(parte del bacino in cui l'infiltrazione delle acque richiede attenzione in riferimento alla soggiacenza della falda e permeabilità dei suoli)

# DARE SPAZIO ALL'ACQUA, AUMENTARE LA FLESSIBILITÀ E LA MULTIFUNZIONALITÀ DELLE PARTI DI BACINO



PERCHÉ  
COSA  
COME

IL DECALOGO

1

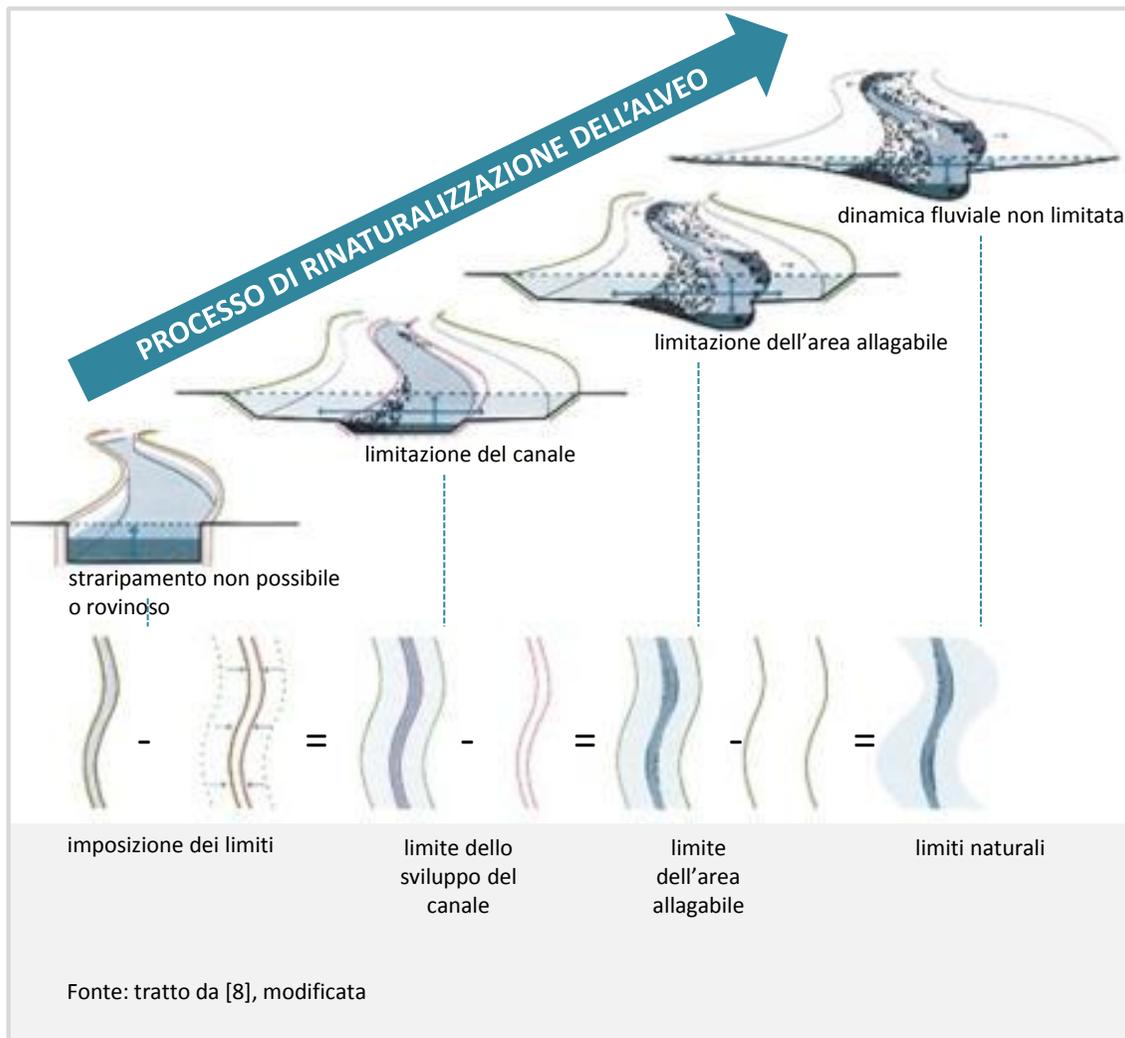
Avere una visione unitaria di bacino per aumentarne la resilienza attraverso interventi coordinati finalizzati a dare spazio all'acqua, garantendo il più possibile tratti naturali dei corsi d'acqua e degli invasi per facilitare le funzioni di autodepurazione, idrologiche ed ecosistemiche.

2

Trattenere il più possibile le acque a monte attraverso piccoli invasi, allargamenti della sezione dell'alveo, rallentamenti dei flussi.

3

Aumentare la flessibilità e la multifunzionalità delle parti del bacino, anche prevedendo allargamenti temporanei controllati in zone soggette ad usi diversi che sopportano l'acqua.



Dare spazio all'acqua significa anche aumentare la flessibilità e la multifunzionalità delle parti di bacino. Le fasce interessate dalla dinamica fluviale non limitata erogano servizi ecosistemici gratuiti che un corso d'acqua regimato non può erogare. I più importanti servizi ecosistemici di corsi d'acqua in buono stato sono:

- FORMAZIONE E DIVERSIFICAZIONE DEL PAESAGGIO
- EROSIONE E DEPOSITO DI MATERIALI
- PULIZIA DEL BACINO IDROGRAFICO
- TRASPORTO E DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA
- CICLO DELLE SOSTANZE NUTRITIVE DEL BACINO
- INFILTRAZIONE E RICARICA DEGLI ACQUIFERI
- DEPURAZIONE DELLE ACQUE (FITODEPURAZIONE)
- DEPURAZIONE DELLE ACQUE (FILTRAGGIO)
- CONSERVAZIONE DEGLI HABITAT E DELLA BIODIVERSITÀ
- APPROVVIGIONAMENTO DI ACQUA
- MIGLIORAMENTO DEL MICROCLIMA
- FUNZIONI FRUITIVE - RICREATIVE-SOCIALI
- FUNZIONI CULTURALI-DIDATTICHE
- FUNZIONI ESTETICHE

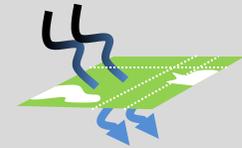
Approfondimenti:

Linee guida per la gestione dei corsi d'acqua svizzeri

<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00404/index.html?lang=it>

[http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/2014/01/TEEB - NaturalCapitalAccounting-andwaterQualityBriefingnote\\_20131.pdf](http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/2014/01/TEEB - NaturalCapitalAccounting-andwaterQualityBriefingnote_20131.pdf)

# AUMENTARE LA FLESSIBILITÀ E LA MULTIFUNZIONALITÀ DELLE PARTI DI BACINO



PERCHÉ  
COSA  
COME

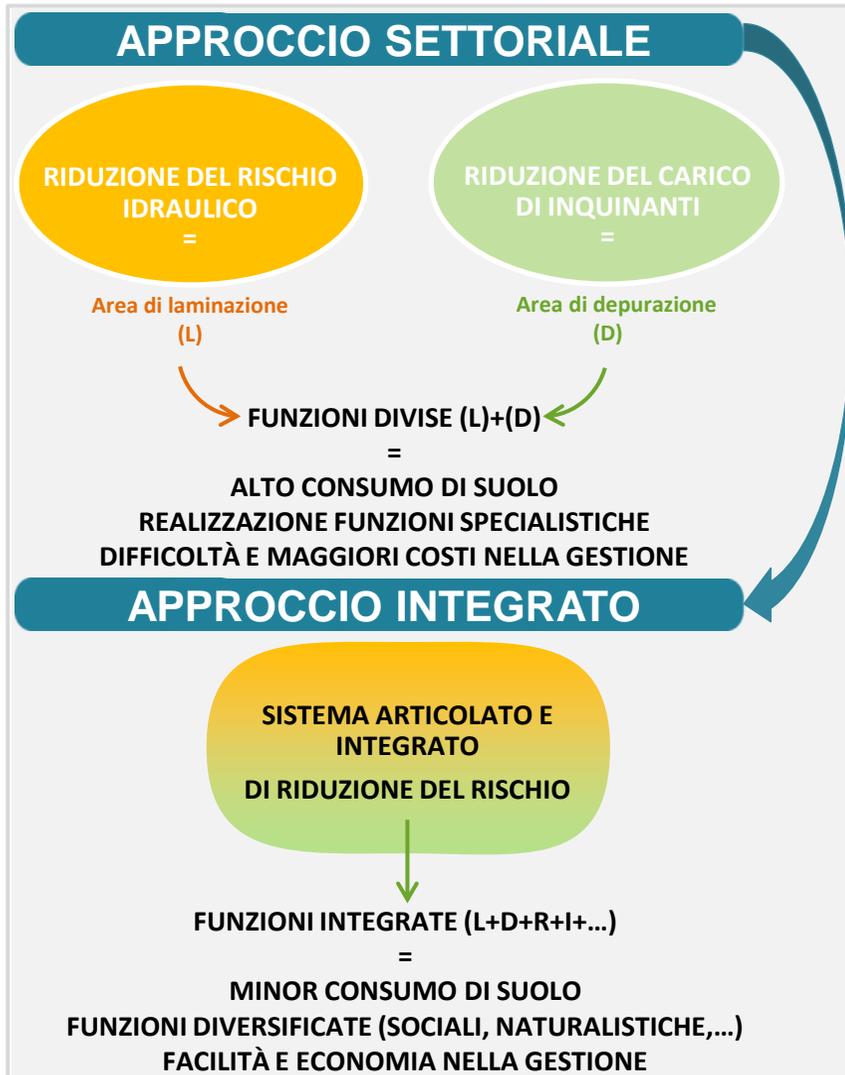
IL DECALOGO

1

Avere una visione unitaria di bacino per aumentarne la resilienza attraverso interventi coordinati finalizzati a dare spazio all'acqua, garantendo il più possibile tratti naturali dei corsi d'acqua e degli invasi per facilitare le funzioni di autodepurazione, idrologiche ed ecosistemiche.

3

Aumentare la flessibilità e la multifunzionalità delle parti del bacino, anche prevedendo allagamenti temporanei controllati in zone soggette ad usi diversi che sopportano l'acqua.



Rischio idraulico e qualità delle acque sono facce diverse del medesimo problema: se si lavora sul rischio è necessario applicare la medesima intensità sulla qualità delle acque.

L'approccio settoriale spesso ha indirizzato verso soluzioni specialistiche capaci di rispondere al singolo problema, a discapito di altre funzioni che una soluzione integrata avrebbe apportato.

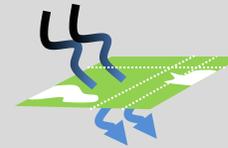
La progettazione operata seguendo l'approccio settoriale determina la necessità di reperire uno spazio specializzato per ogni tipo di funzione (spazi per la laminazione delle acque, spazi per la depurazione, spazi per la ricreazione, spazi per la biodiversità, ecc.). Ciò comporta un grande consumo di suolo e, di conseguenza, maggiori difficoltà nella realizzazione delle opere e nella relativa manutenzione e gestione economica.

L'approccio integrato (Schema laterale, in basso), al contrario, si rivela ottimale per l'economia complessiva sia dello spazio che degli interventi di gestione e di manutenzione poiché integra in un unico spazio,

sufficientemente dimensionato, più funzioni e permette un minore consumo di suolo. Adottando tale approccio risulta migliorata la realizzazione del sistema articolato e integrato in progetto.

Ad esempio, la realizzazione di un'area progettata in modalità integrata, richiederà uno spazio maggiore rispetto a quello necessario ad un'unica funzione, ma potrà assolvere una molteplicità di funzioni che, se disarticolate, richiederanno spazi molto più ampi, quali la ritenzione delle acque, la fitodepurazione, la conservazione della biodiversità, funzioni ricreative e sociali, didattiche aumentando la qualità del paesaggio interessato.

A questo proposito vedi la sezione "buoni progetti".



# APPROCCIO MULTISCALEARE PER LA GESTIONE DELLE ACQUE

**Prevenzione: progettazione del sito e buona manutenzione degli edifici**, per ridurre e controllare runoff e inquinamento. Esempi: pianificazione dell'uso dei suoli, riduzione di superfici pavimentate...

**Ridefinizione della gestione delle acque meteoriche**

**Gestione dei flussi di piena**, per far fronte a forti piogge

**Runoff gestito all'interno di una rete attraverso il sito o il territorio**, sfruttando depressioni (aree allagabili), bacini di ritenzione, rain garden e componenti dei SUDS, per l'attenuazione e il trattamento dell'acqua, legate alla sfera pubblica (public realm). Il flusso dovrebbe essere rallentato impiegando anche percorsi via terra.

**Sistemi di protezione degli edifici**: materiali resistenti alle alluvioni (allagabili), prodotti/materiali rimovibili...

**Controllo risorse**: gestione del runoff il più vicino possibile alla fonte, impiegando coperture verdi, sistemi di raccolta dell'acqua piovana (gronde, pluviali, sbalzi, cisterne), pavimentazioni permeabili, fasce filtranti, sistemi di impermeabilizzazione, possibilità di alzare la costruzione da terra...

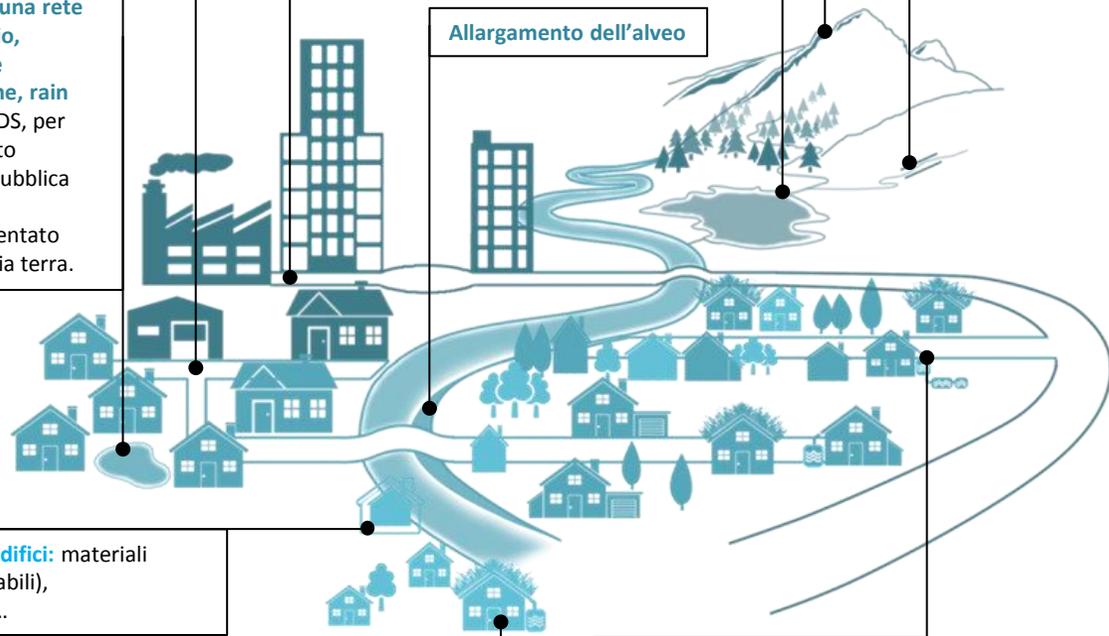
**Gestione di un sito/bacino a valle** sfruttando bacini di ritenzione, aree umide...

**Deviazione/raddoppio del flusso** lontano dalle aree interessate.  
**Attenuazione del flusso**, attraverso aree di laminazione e di ritenuta temporanea includendo l'impiego di aree verdi.

**Allargamento dell'alveo**

**Controllo delle sorgenti** nella gestione dei territori montani.

**Corsi d'acqua montani**: aumentare la capacità di ritenuta costruendo, come ultima possibilità, difese permanenti e barriere



**Sistemi di drenaggio sostenibile**

**Ampliamento dei drenaggi** per aumentarne la capacità

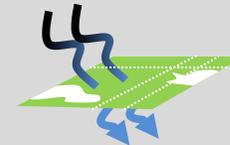
- SCALA DI INTERVENTO**
- Conurbazione/Bacino
  - Quartiere
  - Singolo edificio

Sintesi degli elementi alle differenti scale d'intervento, partendo da quella di bacino per scendere progressivamente nel dettaglio della scala di quartiere e del singolo edificio. L'immagine a sinistra restituisce le tipologie di intervento realizzate ai diversi livelli. Il disegno, infatti, riassume l'insieme di azioni e di tecniche utili per migliorare e per controllare la capacità di adattamento alle inondazioni.

«Una buona progettazione di un sito comporta la considerazione delle acque superficiali dall'origine e comprende la progettazione dei SUDS in modo che siano completamente integrati nell'ambiente urbano.» [1]

Maggiori dettagli saranno forniti alle pagine seguenti.

# PREDILIGERE INTERVENTI NUMEROSI E DIFFUSI SUL TERRITORIO (p.5,8)



PERCHÉ  
COSA  
COME

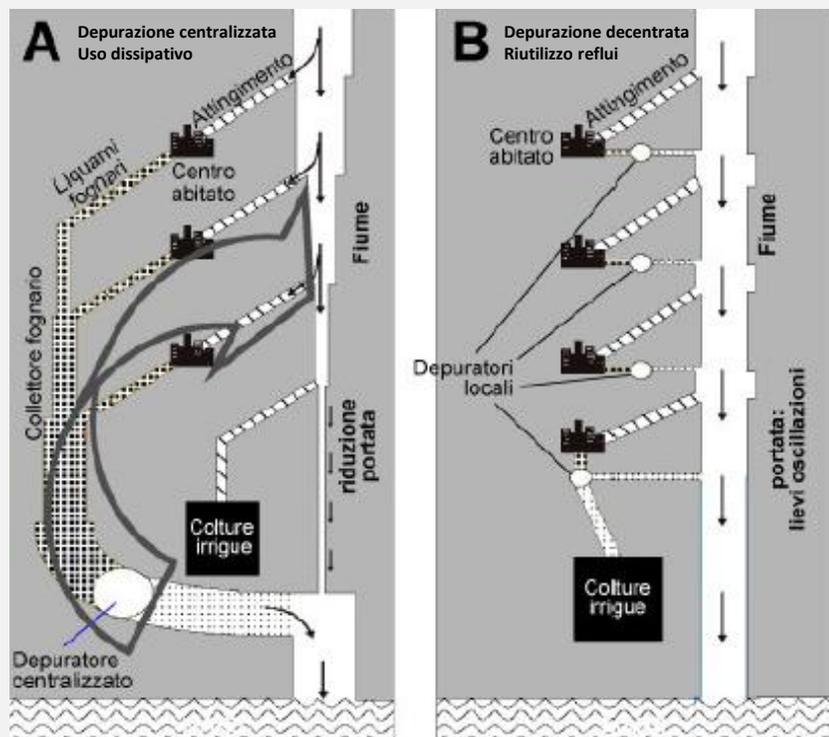
5

Minimizzare i volumi prelevati e la circolazione “artificiale” dell’acqua prelevata, restituendo l’acqua più vicino possibile al punto di prelievo.

8

Garantire una buona efficacia degli impianti di depurazione, commisurata a mantenere in buone condizioni il corpo idrico che riceve gli scarichi.

Schemi di sistemi di collettamento e di depurazione



LEGENDA

- Fiume
- Mare
- Attingimenti
- Liquami fognari
- Liquami depurati
- Colture irrigue

Fonte: tratto da [7], modificata

Scala vasta

Per avere una visione unitaria di bacino e aumentarne la flessibilità e la funzionalità, occorre ragionare in termini di ciclo dell’acqua completo e non solo in termini di efficienza del sistema di collettamento.

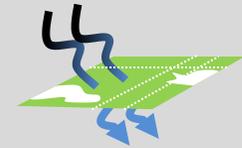
Ad esempio, in riferimento alla questione concentrazione degli scarichi diffusi e alla rete di collettamento delle acque, è necessario prendere in considerazione il recapito finale delle acque, mediamente un fiume, e il suo stato. La concentrazione delle acque da depurare in un unico **depuratore centralizzato** (Figura A, sin.), comporta che i prelievi idrici e il collettamento spinto delle acque meteoriche inducono un progressivo depauperamento idrico del fiume: la portata sottratta è restituita solo a valle del depuratore, ove il fiume riceverà un carico inquinante molto elevato, proprio in un punto di grande sofferenza idrica. Tale modalità tende ad aumentare in modo notevole la vulnerabilità del bacino, a cui si aggiunge il rischio legato ai malfunzionamenti dell’impianto centralizzato.

**La decentralizzazione dei depuratori** (Figura B, des.), sarà più compatibile con la capacità di recupero ed autodepurativa del corso d’acqua. Inoltre il decentramento potrebbe, dove necessario, permettere una specializzazione più spinta nei sistemi di depurazione a fronte di condizioni particolari, aumentandone l’efficacia. Ciò induce una maggiore resilienza del sistema complessivo, che si traduce in una maggiore risposta spontanea a eventuali malfunzionamenti.

Questo medesimo concetto (rilascio concentrato, rilascio diffuso) può essere utile anche nei ragionamenti relativi alle **scelte tra collettamento delle acque reflue e scarico al suolo**. Il collettamento standardizzato delle acque di prima pioggia infatti, oltre a costituire un carico per le reti con aumento delle probabilità di funzionamento degli sfiori e conseguenze del caso, priva i corsi d’acqua delle loro funzionalità e contribuisce a enfatizzare il contrasto tra situazione a monte e a valle dei punti di recapito degli sfioratori soprattutto se la scelta è di concentrarli.

IL DECALOGO

# PREDILIGERE INTERVENTI NUMEROSI E DIFFUSI SUL TERRITORIO ADOTTARE SISTEMI SOSTENIBILI PER ACQUE DI DILAVAMENTO URBANO (SUDS)



PERCHÉ  
COSA  
COME

6

Favorire il riuso dell'acqua e la corretta re-immissione nei cicli biogeochimici naturali dei nutrienti.

7

Minimizzare i volumi di acqua pulita immessi nelle reti fognarie (acque meteoriche e acque parassite).



Fonte: tratto da [1], modificata

Scala locale

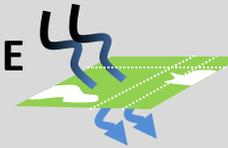
La diffusione dei sistemi di drenaggio urbano deve essere applicata non solo a scala territoriale, ma anche alla scala locale, del quartiere e dello stesso isolato. Le figure mostrano come è possibile applicare localmente i criteri di drenaggio sostenibile, differenziando e distribuendo le opere nel tessuto insediato e negli spazi aperti pubblici e privati.

Da questo punto di vista il coinvolgimento della popolazione interessata è fondamentale, perchè è necessario che la gente capisca l'importanza della gestione dell'acqua e il ruolo di ciascuno nella soluzione di questo problema.

Gli obiettivi sono la immissione in rete dei minori quantitativi di acqua possibile, e il riuso dei maggiori quantitativi d'acqua possibili.

Le zone colorate negli schemi grafici corrispondono as altrettanti SUDS, ossia aree che, in vari modi, consentono la gestione delle acque meteoriche in loco

# MINIMIZZARE LA DISTANZA TRA IL PUNTO DI RACCOLTA DELLE ACQUE E IL PUNTO DI UTILIZZO, FAVORIRE IL RIUSO DELL'ACQUA (p.6)



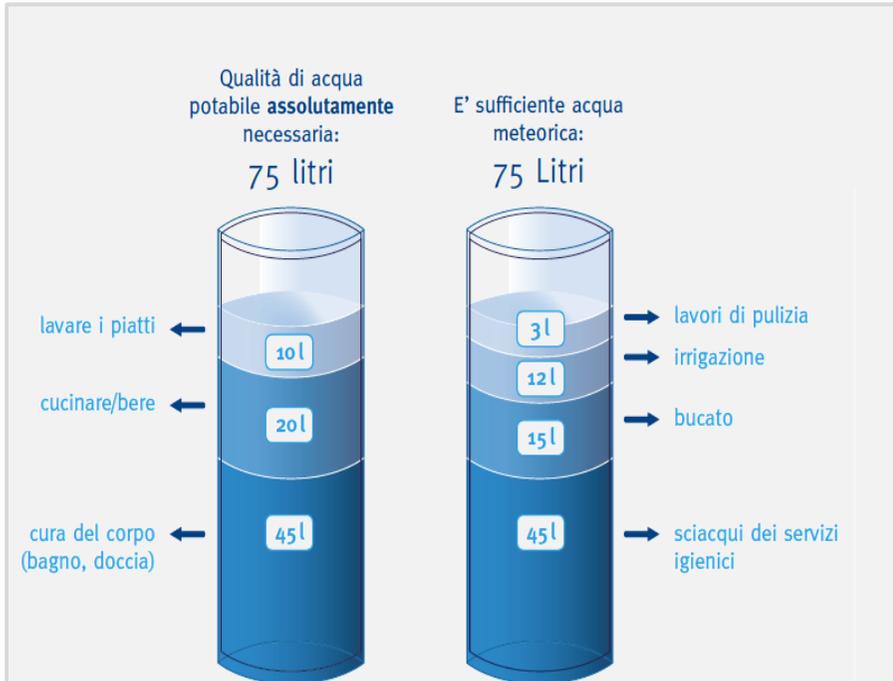
PERCHE  
 COSA  
 COME

6

Favorire il riuso dell'acqua e la corretta re-immissione nei cicli biogeochimici naturali dei nutrienti.

7

Minimizzare i volumi di acqua pulita immessi nelle reti fognarie (acque meteoriche e acque parassite).

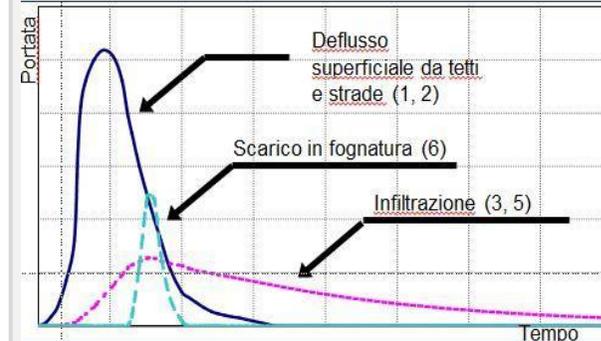
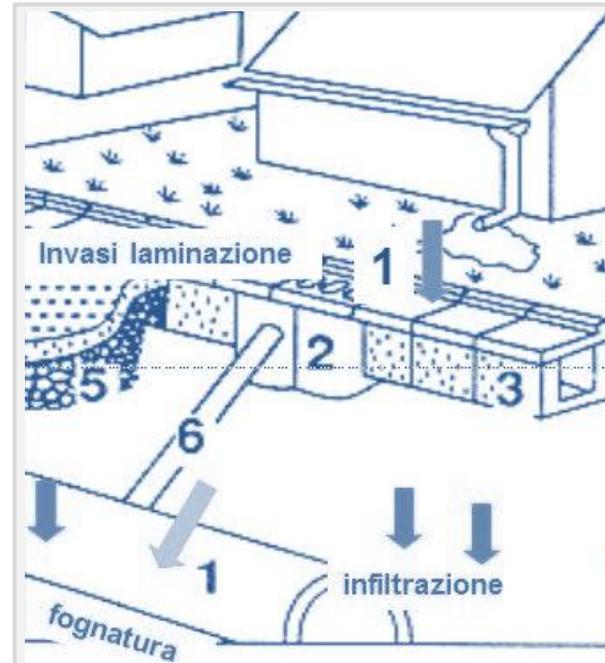


Il consumo domestico di acqua potabile supera i 150 litri per persona/giorno. In teoria circa il 50% dell'acqua domestica potrebbe provenire dalle piogge.

I Comuni potrebbero prescrivere la raccolta e l'utilizzo delle acque meteoriche tramite il regolamento Edilizio.

I regolamenti di fognatura potrebbero prescrivere il riuso delle acque almeno nelle nuove edificazioni e nelle ristrutturazioni totali.

Fonte: tratto da [5]

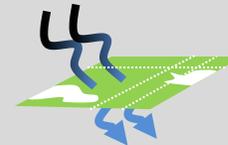


Fonte: tratto da [3], modificata

Riduzione/annullamento delle portate meteoriche scaricate in fognatura mediante:

- Separazione delle acque meteoriche dei tetti e delle coperture non inquinate,
- Laminazione in invasi superficiali e sotterranei,
- Infiltrazione (ove possibile in relazione alla permeabilità dei suoli e alla tutela delle falde),
- Limitazione della portata immessa in fognatura (con manufatto di controllo pubblico)

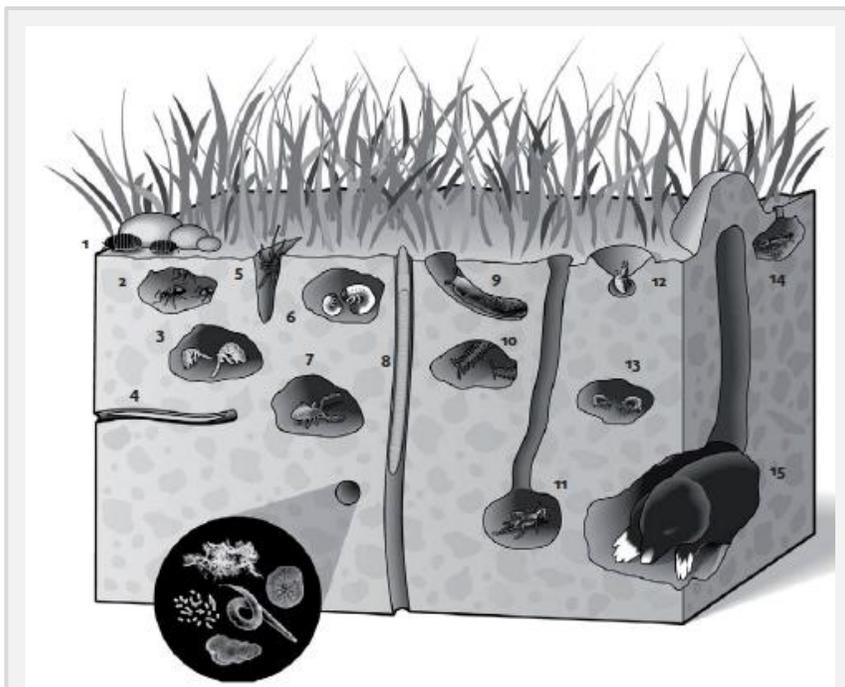
# MINIMIZZARE E COMPENSARE LA SUPERFICIE IMPERMEABILIZZATA INTRODUCENDO ABBONDANTI AREE FILTRANTI NEL TESSUTO URBANO



PERCHÉ  
COSA  
COME

9

Minimizzare e compensare la superficie impermeabilizzata, introducendo abbondanti aree filtranti e aree di laminazione diffuse nel tessuto urbano.



Un suolo sano, ricco di microorganismi (biodiversità) è una “macchina” depurativa potente.

La capacità propria dei suoli di “depurarsi” varia a seconda:

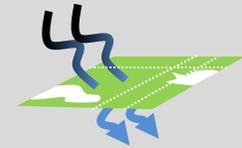
- del tipo di suolo,
- del tipo di granulometria,
- della presenza batterica.

L’infiltrazione è pertanto un’opportunità da sviluppare anche in considerazione delle potenzialità del suolo di accogliere le acque e di migliorarle, nei limiti delle caratteristiche sia delle acque che dei suoli interessati.

La struttura del suolo, dovuta alla presenza di aggregati stabili tra la sostanza organica e la componente minerale, impartisce al suolo stesso la capacità di agire da filtro nei confronti dei contaminanti, mediante processi di assorbimento sia chimico (formazione di legami chimici tra la superficie delle particelle di suolo e i contaminanti) che fisico (intrappolamento dei contaminanti nei vuoti che caratterizzano la struttura del suolo).

Fra le tossine che possono essere rimosse dal suolo tramite il biorisanamento figurano le sostanze chimiche utilizzate per il trattamento del legno, i solventi utilizzati nella pulizia a secco, i pesticidi usati in agricoltura e persino i bifenili policlorurati, sostanze oggi bandite, ma precedentemente utilizzate nella plastica e nei componenti elettrici. Inoltre va ricordata la capacità di fitorimediazione che esercitano le specie vegetali, alcune in particolare. I composti pericolosi che possono essere disattivati attraverso il fitorimediazione sono i più vari: gli elementi per le piante, o fitonutrienti nutrienti (in primis azoto N, e fosforo P), molti metalli pesanti (Cu, Cd, Zn, Pb), molti inquinanti organici, tra cui idrocarburi petroliferi (Lichta, Isebrands, 2005, Rockwood et al., 2004).

# MINIMIZZARE E COMPENSARE LA SUPERFICIE IMPERMEABILIZZATA INTRODUCENDO ABBONDANTI AREE DI LAMINAZIONE NEL TESSUTO URBANO



PERCHÉ  
COSA  
COME

9

Minimizzare e compensare la superficie impermeabilizzata, introducendo abbondanti aree filtranti e aree di laminazione diffuse nel tessuto urbano.



Piano di adattamento ai cambiamenti climatici di Rotterdam, DE URBANISTEN  
Fonte: tratto da [11], modificata



La diffusione di opere di drenaggio sostenibile in abito urbano diviene occasione per progettare spazi multifunzionali caratterizzati da un buon grado di adattamento agli eventi meteorici quotidiani o con lunghi tempi di ritorno.

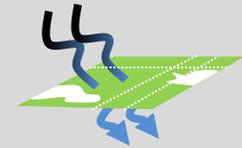
È necessario:

- progettare spazi pubblici multifunzionali adattabili alle stagioni e agli eventi meteorici, diversificati a seconda del contesto,
- progettare strutture adatte ad essere allagate (invasi e manufatti),
- progettare aree verdi che fungono da aree di laminazione e infiltrazione.

Nelle immagini di sinistra un'area gioco in un parco urbano è progettata in modo tale da offrire attività diverse a seconda della stagione e della presenza, o meno, di acqua in diverse quantità.

Nell'immagine di sinistra, garage sotterranei allagabili in caso di piene straordinarie. A destra un piccolo invaso naturalistico, lamina le acque meteoriche di un quartiere residenziale.

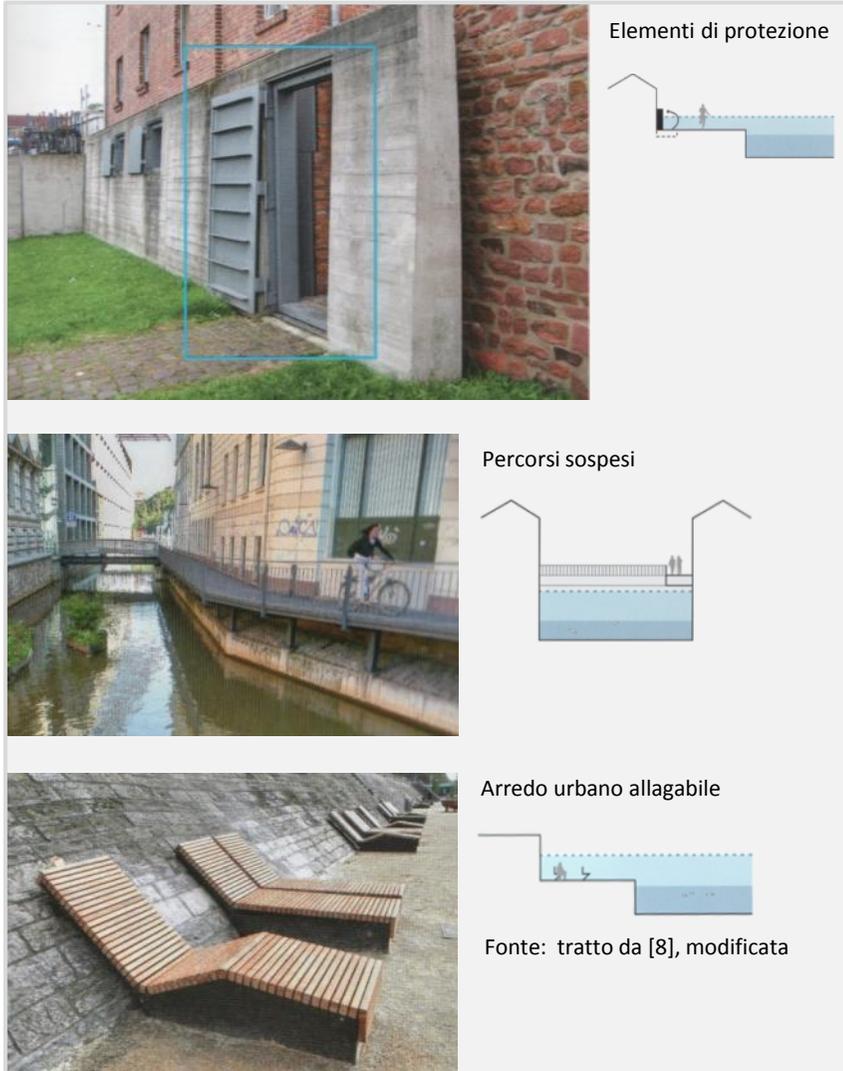
# DOTARE GLI EDIFICI DI DISPOSITIVI DI ADATTAMENTO AGLI ALLAGAMENTI



PERCHÉ  
COSA  
COME

1  
0

Dotare gli edifici di dispositivi di adattamento agli allagamenti.



Spesso è meno invasivo e più economico attrezzare le strutture, gli edifici e gli arredi in modo che siano meno vulnerabili agli eventi meteorici.

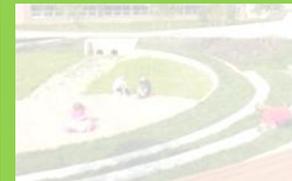
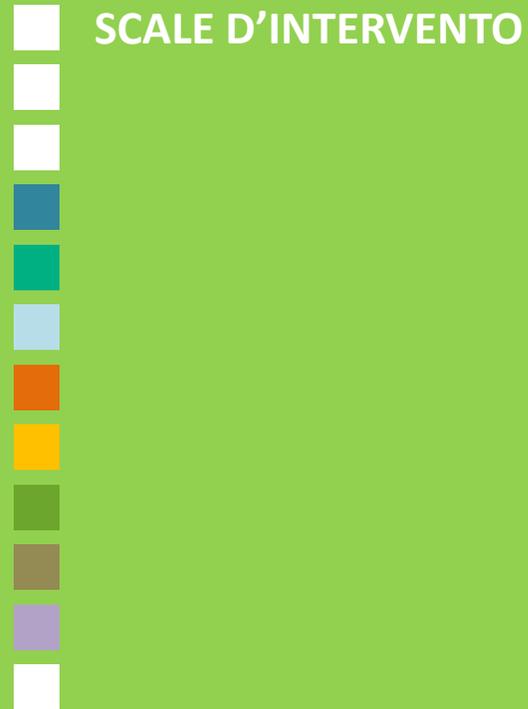
Le immagini mostrano situazioni diverse in cui non si sono realizzate opere strutturali importanti per la laminazione delle piene, ma si è intervenuto puntualmente in modo tale da difendere le strutture e, contemporaneamente, destinare all'acqua volumi importanti in caso di eventi più o meno frequenti.

La prima immagine mostra una protezione in cls con ante stagne che protegge un edificio storico da allagamenti di altezza superiore a quella delle finestre del piano terra.

La seconda immagine mostra una passerella ciclopedonale sospesa in modo tale da permettere portate ingenti e isole galleggianti.

La terza immagine mostra un arredo urbano che sopporta la sommersione, appoggiato alla muratura arginale, in un parco fluviale urbano.

# COME: BUONI PROGETTI 02





## IL “BUON PROGETTO” DEVE RISPONDERE ALLE ESIGENZE DI BACINO E A QUELLE DI SCALA LOCALE.

Le **esigenze di bacino** sono declinate nel progetto di sottobacino e variano a seconda delle diverse parti del bacino stesso. Sono articolate in:

- Obiettivi,
- Istanze provenienti dai caratteri del bacino,
- Opportunità e criticità di scala vasta che dovrebbero informare il progetto.

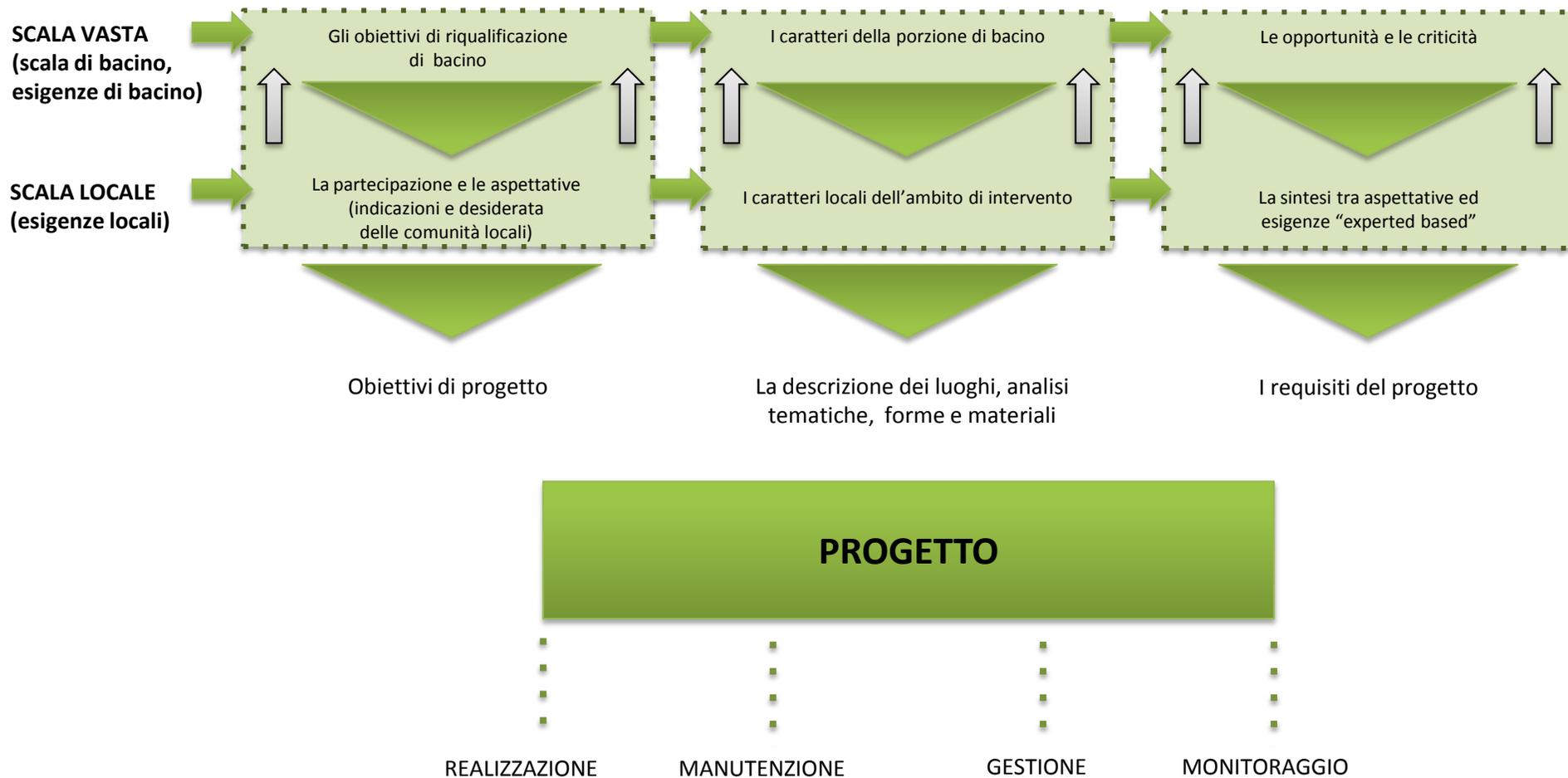
Le **esigenze locali** derivano da un'integrazione tra:

- Indicazioni e desiderata delle comunità locali,
- Istanze provenienti dai caratteri del paesaggio locale: geomorfologia, vegetazione, fauna, idrologia, aspetti culturali materiali e immateriali, ecc.,
- Istanze e opportunità individuate attraverso una lettura “esperta” del contesto locale. Tra queste, non solo gli aspetti “fisici”, ma anche le modalità con cui le comunità possono interagire con il progetto sia in fase di costruzione del progetto, che di costruzione e di gestione dell'opera.

Esistono legami e condizionamenti reciproci tra la scala di bacino e gli ambiti locali, che vanno cercati, e di cui il progetto deve tener conto.

Segue uno schema con le **FASI SINTETICHE** del processo progettuale e alcune proposte di **DOMANDE UTILI** ai progettisti.

## IL SISTEMA PAESISTICO AMBIENTALE: SCALA DI BACINO E SCALA LOCALE





## LA SCALA DI BACINO (scala vasta ed esigenze di bacino)

Gli obiettivi di riqualificazione del Piano di sottobacino (se esiste).

### CHE PROBLEMI CI SONO E QUALI SONO LE CAUSE?

Alluvioni/periodi siccitosi

- qualità delle acque: prodotta da...
- banalizzazione degli ecosistemi fluviali (morfologia, vegetazione, fauna ittica....)
- quali altri elementi di vulnerabilità?  
.....
- che problemi è possibile risolvere/mitigare con il progetto?

### DOVE SIAMO?

- in quale parte di bacino? Alta, media, bassa
- in che paesaggio? Naturale, rurale, urbano
- aspetti rilevanti di scala vasta (reti ecologiche, infrastrutture, ecc)
- ci sono altri progetti con i quali relazionarsi?  
.....

Le istanze da trasmettere alla scala locale

## LA SCALA LOCALE (esigenze locali)

Le istanze da trasmettere alla scala locale

### CHE PROBLEMI CI SONO E QUALI SONO LE CAUSE?

Problemi specifici da risolvere.

### LA RACCOLTA DELLE INDICAZIONI

.....

### DOVE SIAMO?

L'ambito in cui s'inserisce l'opera determina molte delle scelte progettuali.

- quali materiali ci sono in quell'ambito (naturali e artificiali): coerenze e contrasti
- quale la capacità di infiltrazione del suolo
- vincoli, sottoservizi.....
  
- quali funzioni dei suoli nei confronti dell'acqua?

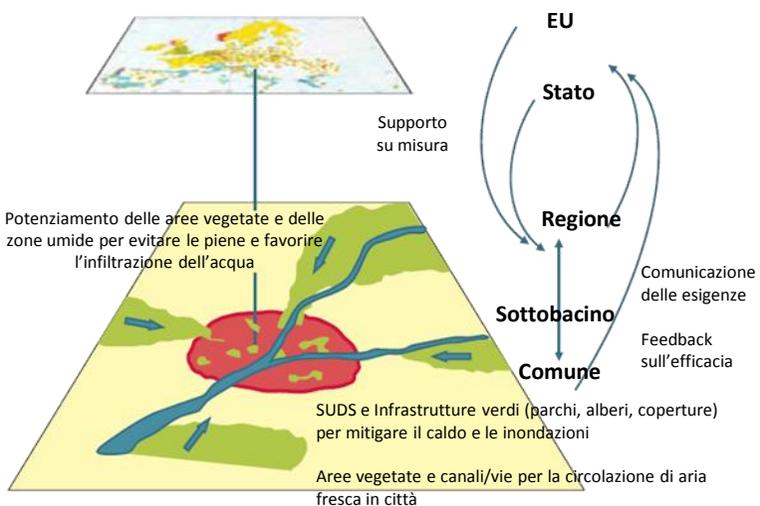
### INFLUENZA DELL'AMBITO NELLA CARATTERIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

- 1) PROBLEMI DA RISOLVERE (CRITICITA' E OPPORTUNITA')
- 2) OBIETTIVI DI PROGETTO
- 3) FUNZIONI (da obiettivi)
- 4) FORME (da contesto)
- 5) DIMENSIONI (da contesto, funzioni, spazio)
- 6) MATERIALI (da contesto, funzioni)
- 7) FINITURE (da contesto, funzioni)



## Esempio generico di approccio territoriale multilivello per adattarsi ai rischi di alluvioni e alle ondate di calore in città

Identificazione delle zone calde e delle specifiche necessità di adattamento

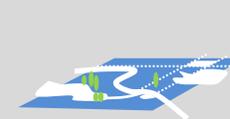


Fonte: tratto da [10], modificata

PUBBLICO

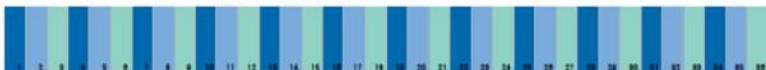
PRIVATO

	MINIMIZZARE LA PROBABILITÀ	MINIMIZZARE GLI EFFETTI	STIMOLARE LA RESILIENZA
<b>SOTTOBACINO</b> S	dare spazio al fiume (da fiume reg. a fiume nat. B1 B6)	vasche di laminazione e allargamenti locali	sistema infrastrutture verdi e blu
<b>CITTÀ</b> C	Rinverdire la città, aumentare le aree di infiltrazione	Costruire manufatti adatti ad essere sommersi (arredo, aree, materiali)	Creare alternative (es. strade), assicurazioni dedicate, riconnessione del reticolo idrografico minore e dispositivi di smaltimento veloce delle acque alluvionate
<b>QUARTIERE</b> Q	edifici resistenti all'acqua (materiali)	rain garden, aree di infiltrazione	pompe
<b>EDIFICIO</b> E	tetti verdi, cisterne	progettazione degli edifici adattabile	pompe



## ESEMPIO: DETROIT FUTURE CITY. 1

### SITUAZIONE ATTUALE: CONFIGURAZIONE ATTUALE DEL SISTEMA IDRICO



Nel 2011 vi erano 36 collettori di scarico che si immettevano direttamente nel fiume Detroit.



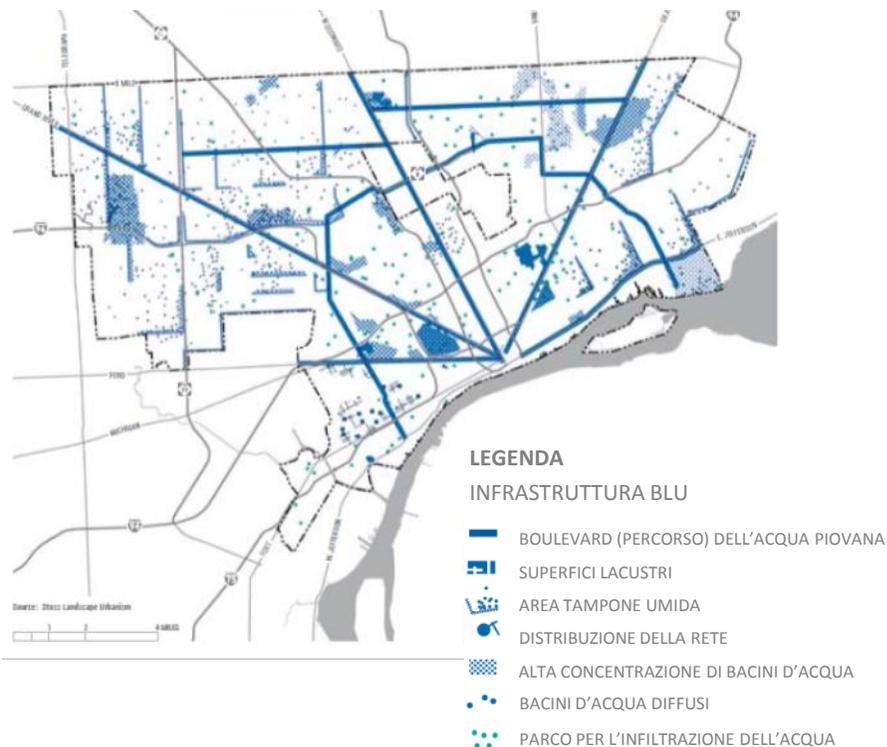
Fonte: immagini e testi tratti da [12], modificati

La rete idrica attuale invia l'acqua piovana verso l'impianto di trattamento delle acque reflue a sud ovest di Detroit. Durante i periodi di forte pioggia il sistema può andare in sovraccarico e scarica le acque reflue non trattate direttamente nei fiumi Detroit e Rouge.

### PROPOSTA FUTURA: 2030 SISTEMA DELL'INFRASTRUTTURA BLU

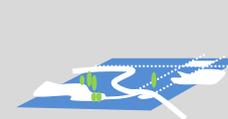


Il sistema dell'infrastruttura blu esteso a tutta la città potrà prevenire tutte le immissioni eccetto 5 di queste.



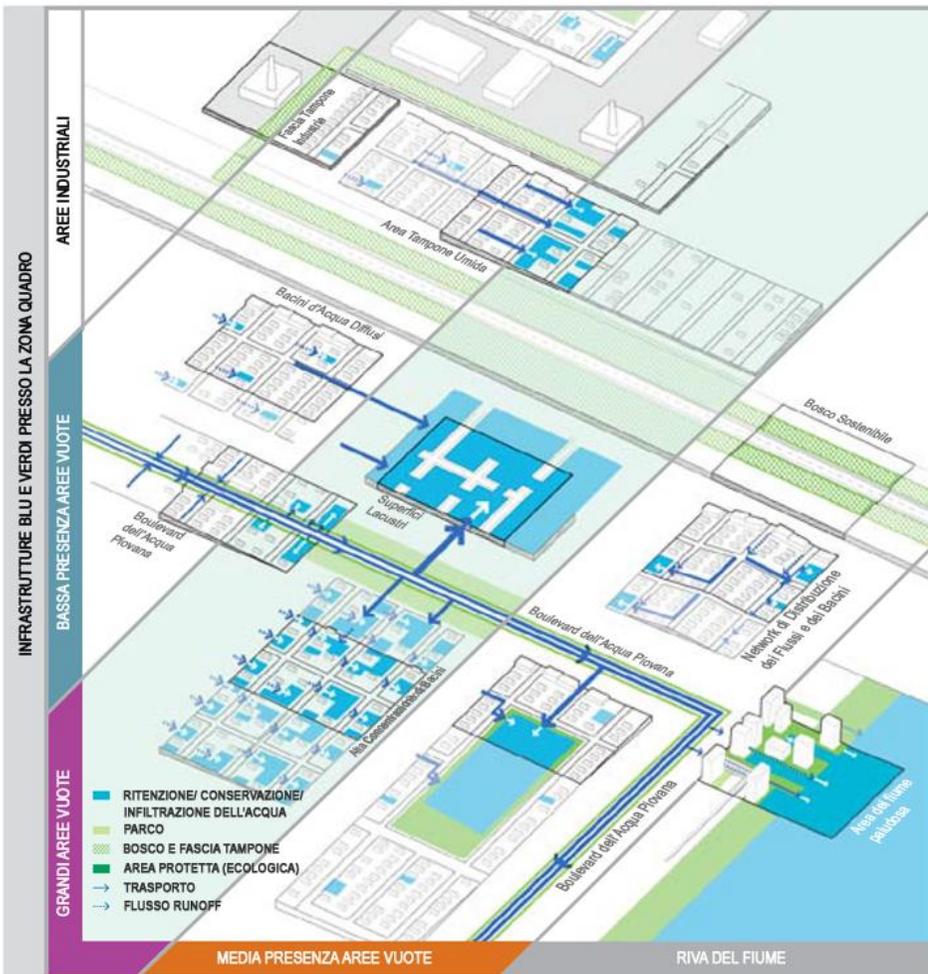
Il sistema infrastrutturale ripensato conterrà una serie di elementi dell'infrastruttura blu in grado di pulire l'acqua e l'aria, migliorando la qualità della vita per chi vive in città.

# INTERVENTI NUMEROSI E DIFFUSI SUL TERRITORIO CITTÀ DI DETROIT: SCALA LOCALE



PERCHÉ  
COSA  
COME

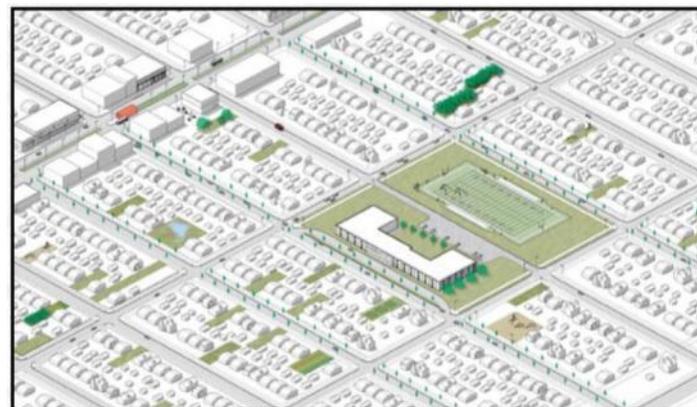
## ESEMPIO: DETROIT FUTURE CITY. 2



SITUAZIONE ATTUALE:  
QUARTIERE TRADIZIONALE OGGI



PROPOSTA FUTURA:  
QUARTIERE TRADIZIONALE TRA 50 ANNI



Fonte: immagini e testi tratti da [12], modificati

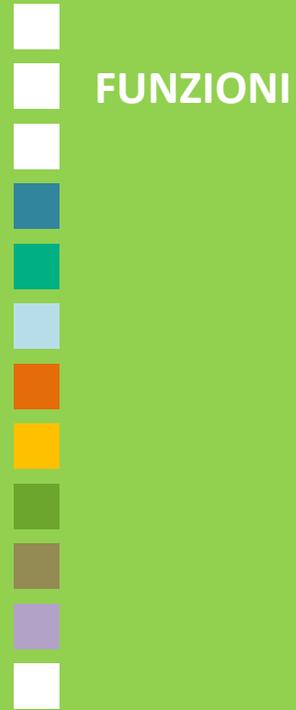
SCALE D'INTERVENTO

# ESEMPIO DETROIT FUTURE CITY. 3 : TIPOLOGIE, FUNZIONI, SPAZI



	BOULEVARD DELL'ACQUA PIOVANA	SUPERFICI LACUSTRI	DISTRIBUZIONE DELLA RETE	PARCO PER L'INFILTRAZIONE DELL'ACQUA	BACINI D'ACQUA DIFFUSI	ALTA CONCENTRAZIONE DEI BACINI	AREA TAMPONE UMIDA	AREA DEL FIUME PALUDOSA
DESCRIZIONE	Le strade larghe, ammodernate di tutta la città che includono canali lungo il loro percorso e stagni di conservazione dell'acqua sul ciglio della strada (principalmente nelle aree con grande presenza di spazi vuoti). Caratteristica dei boulevard è di adattarsi alle differenti condizioni urbane lungo il proprio percorso.	Aree vuote, ampie e di bassa profondità permettono di creare laghi durante le piene, fornendo una significativa capacità di ritenzione in caso di temporali; canali e altri meccanismi di trasporto superficiale convogliano l'acqua piovana all'interno di queste aree.	Reti multiple e indipendenti di canali e altri elementi di trasporto superficiale che portano l'acqua piovana dai bacini di mantenimento/di conservazione, di piccola e di media scala, alle aree con bassa profondità.	Parchi che combinano la gestione dell'acqua piovana con lo svago.	Piccoli stagni, aiuole depresse (rain garden) o altre infrastrutture blu di piccola scala all'interno di quartieri residenziali o zone commerciali (rientrano entro 1-2 dimensioni medie di lotti residenziali)	Numerosi bacini d'acqua di dimensioni da piccole a medie tra loro vicini all'interno di aree con grande presenza di spazi vuoti.	Alta concentrazione di bacini ai limiti significativi tra zone quadro o tra autostrade.	Aree umide e strisce tampone vegetate di trattamento dell'acqua all'interno di parchi o lotti vuoti.
FUNZIONE	TRASPORTO E CONSERVAZIONE  Raccolta di acqua piovana da differenti parti della città e trasporto in aree con bacini di accumulo a lato strada per mantenerla e rilasciarla lentamente all'interno del sistema combinato.	ALTA CAPACITÀ DI CONSERVAZIONE/ RITENZIONE  La topografia dirige naturalmente il deflusso naturale verso queste zone, in tal modo si presentano come le prime aree per raccogliere l'acqua piovana.	TRASPORTO E CONSERVAZIONE  La topografia di queste aree richiede molti sistemi indipendenti per la raccolta delle acque meteoriche partendo dalle molteplici aree a monte e dirigendole verso le differenti aree a valle.	CONSERVAZIONE/ RITENZIONE  Riduce i costi di manutenzione, reimpiega parchi con manutenzione limitata e fornisce ulteriori motivi di finanziamento/di manutenzione per i parchi (potenziale per la relazione tra DRD e DWSD).	RITENZIONE SU SCALA RIDOTTA E QUARTIERE  Stabilità/ Comfort visuale	GRANDE CAPACITÀ DI RITENZIONE	CONSERVAZIONE E STABILITÀ DEL QUARTIERE  Aree tampone bagnate che catturano il deflusso prima che entri in un'area satura con minori opportunità per le infrastrutture blu o immediatamente dopo che il flusso si allontana dalle stesse.	RITENZIONE E TRATTAMENTO  Trattamento delle acque meteoriche prima che fluiscono verso i Fiumi Detroit e Rouge; questi componenti sono l'ultima possibilità per catturare e depurare le acque piovane prima che entrino nei fiumi; aree umide e strisce tampone creano anche un ulteriore habitat acquatico.
SPAZI	Corridoi principali: arterie stradali radiali (Woodward, Jefferson, Gratiot, Grand River) e la proposta Ring Road a connessione dei distretti commerciali.  Corridoi secondari: McNichols a ovest di Woodward e 7 miglia est di Woodward.	Depressioni interne alla topografia cittadina nelle aree con grandi spazi non utilizzati e zone con limitati spazi non sfruttati.	Aree con grandi variazioni interne della topografia come Detroit sud ovest. Queste aree hanno molti punti a quota più alta in prossimità di aree a bassa quota.	I parchi con manutenzione limitata sono ottimi candidati per essere reimpiegati come parchi per l'infiltrazione. Allo stesso modo si possono considerare parchi nelle aree con grandi spazi inutilizzati, aree a bassa profondità o parchi lungo la riva del fiume.	Aree con un numero minimo o limitato di spazi non utilizzati; si dovrebbe dare la priorità, in particolare, all'interno delle aree a bassa profondità (depressioni non ideali come laghi perché non vi è spazio sufficiente).	Aree con molti spazi inutilizzati. Queste aree sono caratterizzate dalla vicinanza ai Fiumi Rouge e Detroit e sono situate per catturare il flusso dalle aree sature che non hanno molte opportunità di ritenzione al loro interno. Si trovano lungo i limiti in discesa delle aree con spazi vuoti.	Sulle autostrade in salita e sui lati vuoti del limite fra le zone quadro.	Parchi e aree vuote lungo o vicino i Fiumi Detroit e Rouge.

# COME: BUONI PROGETTI 02



I sistemi di drenaggio urbano sostenibile (SUDS) assolvono un insieme diversificato di funzioni: quelle propriamente connesse alla gestione delle portate idriche (laminazione, ritenzione, infiltrazione) e quelle legate al miglioramento della qualità delle acque e del paesaggio.

Ogni tipologia di opera può avere una o più funzioni dominanti (vedi a lato), ma un'attenta progettazione può inserire molteplici funzioni, aumentando le prestazioni degli interventi. Nel capitolo delle buone pratiche, ad ogni esempio sono associate le relative funzioni. Queste sono rappresentate mediante i simboli a lato: neri quando presenti, grigi se assenti o poco significative.

### Funzioni dominanti e tipologia di opere:

- **Laminazione, rallentamento del deflusso e ritenzione idrica:** vasche e bacini di laminazione, rinaturalizzazioni fluviali, aree allagabili, stagni di ritenuta, rain garden
- **infiltrazione e ricarica degli acquiferi:** rain garden, suoli liberi
- **depurazione delle acque:** bacini di fitodepurazione, aree umide, aree golenali vegetate, greti
- **Conservazione della biodiversità:** corsi d'acqua naturali o paranaturali, zone umide, stagni, invasi temporanei, fossi drenanti, boschi ripari e golenali



LAMINAZIONE/RALLENTAMENTO DEL DEFLUSSO



RITENZIONE IDRICA



INFILTRAZIONE E RICARICA DEGLI ACQUIFERI



DEPURAZIONE DELLE ACQUE (FITODEPURAZIONE)



DEPURAZIONE DELLE ACQUE (FILTRAGGIO)



PROTEZIONE DEGLI ACQUIFERI



TAMPONE



CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ



MICROCLIMATICA



RICREATIVO-SOCIALE



CULTURALE-DIDATTICA



ESTETICA

# COME: BUONI PROGETTI 02



## TIPOLOGIA DI OPERE – BUONE PRATICHE



Interventi sui corsi d'acqua - reticolo minore



Aree allagabili e invasi di ritenuta



Fitodepurazione



Aree di cava



Infrastrutture



Spazi aperti urbani



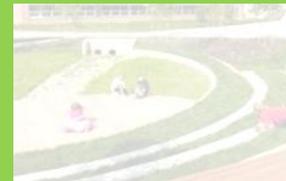
Interventi sugli edifici



Pavimentazioni drenanti



## APPROFONDIMENTI



# INTERVENTI SUI CORSI D'ACQUA RETICOLO MINORE

DOVE

Ambiti fluviali, paesaggi in trasformazione

PERCHÉ

Per rallentare il deflusso, aumentare lo spazio fluviale e le funzioni dei corsi d'acqua

OCCASIONE/MOTORE PER

Riqualificazioni paesistico ambientali.  
Incremento della biodiversità.  
Opportunità per la fruizione

**COSA SONO?** Si tratta di interventi finalizzati ad aumentare lo spazio fluviale e la sua diversificazione morfologica e, possibilmente, di habitat.

**A COSA SERVONO?** Riqualificare il paesaggio, mitigare il rischio idraulico, aumentare la biodiversità, migliorare la qualità dell'acqua, aumentare la superficie filtrante dell'alveo.

Se realizzati con modalità integrate possono:

- migliorare il paesaggio naturale,
- assicurare funzioni di fitodepurazione,
- garantire la presenza di aree umide permanenti tali da assicurare l'insediamento di vegetazione igrofila e della correlata fauna, attraverso la modellazione delle sponde,
- sviluppare la funzione fruitiva dell'area o di porzioni di essa. Tale opportunità dovrà essere valutata in relazione alla necessità di non interferenza con la fauna (per esempio nei periodi di nidificazione), per cui potrà essere necessario scegliere se e dove realizzare strutture di accesso e avvicinamento all'area umida.

**CHE DIMENSIONI HANNO?** Molto variabili a seconda delle disponibilità di spazio. Nei casi in cui si opti anche per le funzioni depurative, sarebbe opportuno mantenere una fascia di vegetazione riparia della larghezza di almeno 12-15 metri al fine di assicurarne la funzionalità ecologica. In questi casi più è ampia la fascia a contatto dell'acqua, più sono efficaci gli effetti sulla qualità dell'acqua e la biodiversità.



LOCALITA'

Singapore, Bishan

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Parco urbano

TIPO DI INTERVENTO

Rinaturalizzazione del Kallang River (Bishan Park)

FUNZIONI SVOLTE



ESEMPI

A sn. un'immagine della situazione del fiume Kallang precedentemente canalizzato. L'intervento ha previsto la demolizione dell'alveo in cls, lo scavo del nuovo alveo e la sistemazione delle sponde.

In alto l'immagine del parco oggi con il fiume rinaturalizzato. In basso a sinistra si nota il tratto residuo di canale. Sono evidenti le molteplici funzioni importate dall'intervento nel parco.

A destra un'immagine esemplificativa delle funzioni ecologiche e sociali



LOCALITA'  
Mödling (Au)

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Ambito urbano

TIPO DI INTERVENTO

Intervento di rimodellazione dell'alveo di magra  
e rinaturalizzazione delle sponde  
del Rio Mödling / Eisentorbrücke

FUNZIONI SVOLTE



Intervento di rinaturalizzazione in ambito urbano. Obiettivi: riduzione del rischio idraulico (rallentamento del deflusso), riequilibrio del ciclo dell'acqua (rimozione dell'alveo in cls), qualità del paesaggio.

A sn il rio Mödling prima dell'intervento. In alto a 10 anni dall'intervento.

A ds. Un'immagine in fase di realizzazione.

Progetto e realizzazione F. Florineth. Immagini gentilmente concesse



LOCALITA'  
Zuera (ES)

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Parco fluviale

TIPO DI INTERVENTO

Intervento di rimodellazione della riva del fiume  
esondabile con aree allagabili (arena)

FUNZIONI SVOLTE



Immagine a destra:

linee verdi, limite aree esondabili;

linee rosa, limite aree a regime normale.



L'intervento riguarda la realizzazione di un parco fluviale a margine dell'abitato di superficie totale pari a 168.000m<sup>2</sup>. Il progetto ha previsto la possibilità di allagamento di tutta l'area golenale, compresa l'arena di 6000 posti che aggiunge volume alla capacità di invaso. Il progetto integra perfettamente aspetti idraulici, fruitivi ed ecologici.  
Costo € 2.288.240,00



**LOCALITA'**  
**Berges du Rhone, Lione (FR)**  
**CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE**  
**Ambito fluviale urbano**  
**TIPO DI INTERVENTO**  
**Intervento sulla riva del fiume esondabile con**  
**piante, arredo e terrazzi allagabili.**  
**FUNZIONI SVOLTE**



**LOCALITA'**  
**Fiume Nahe, Bad Kreuznach (D)**  
**CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE**  
**Ambito fluviale urbano**  
**TIPO DI INTERVENTO**  
**Intervento sul corso del fiume esondabile con**  
**terrazze a livello intermedio adibite alla fruizione**  
**pubblica**  
**FUNZIONI SVOLTE**



LOCALITA'

Nuove rive fiumi Pleiße ed Elster, Leipzig (D)

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Ambito urbano

TIPO DI INTERVENTO

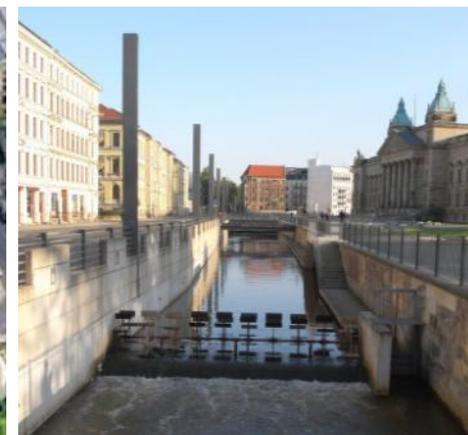
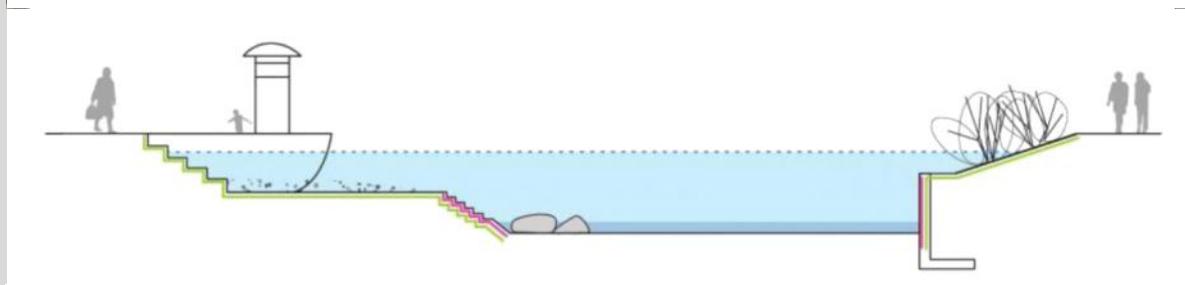
Recupero e ricostruzione degli argini del fiume con terrazze e spazi pubblici (parchi, sentieri etc) allagabili nei periodi di piena.

FUNZIONI SVOLTE



Immagini:

linee verdi, limite aree esondabili;  
linee rosa, limite aree a regime normale.



LOCALITA'

Canale aperto Albisriederbach, Zurigo (Hc)

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Ambito urbano

TIPO DI INTERVENTO

Intervento di riqualificazione del reticolo idrico  
minore: Albisriederbach

FUNZIONI SVOLTE



Il reticolo minore svolge un ruolo importantissimo nella mitigazione delle piene, in quanto distribuisce l'acqua. Soprattutto dove l'agricoltura è scomparsa o residuale, il RIM è stato interrotto o sotterrato sacrificandone le importanti potenzialità idrauliche, ecosistemiche e paesaggistiche.

Intervento di riapertura di un canale precedentemente tombato in ambito urbano.

Obiettivi: riduzione del rischio, riequilibrio del ciclo dell'acqua, biodiversità, qualità del paesaggio.

Le immagini si riferiscono a 9 anni dopo la riapertura.

Progetto e realizzazione F. Florineth. Immagini gentilmente concesse.

# AREE ALLAGABILI E INVASI DI RITENUTA

## DOVE

**Ambiti fluviali. Ambiti Rurali  
Spazi aperti urbani e periurbani**

## PERCHÉ

**Per intercettare e rilasciare gradualmente  
le acque**

## OCCASIONE/MOTORE PER

**Riqualificazioni paesistico ambientali.  
Incremento della biodiversità.  
Opportunità per la fruizione.**

**COSA SONO?** Si tratta di invasi realizzati sfruttando la conformazione del terreno oppure realizzando opere di scavo o arginature.

**A COSA SERVONO?** A **intercettare, invasare e trattenere** - anche grazie alla realizzazione di opere di presa e regolazione - **i volumi di piena dei corsi d'acqua** (trattenendo quantità di acqua tali da smorzare le onde di piena e rilasciandole eventualmente con un adeguato sfasamento temporale) o le acque meteoriche drenate dalle superfici impermeabili (ad esempio drenate dalle infrastrutture).

Se realizzati con modalità integrate possono:

- essere inseriti efficacemente nel paesaggio sfruttando le naturali conformazioni del terreno quali anse, golene e limitando, oltre ai movimenti terra, l'infrastrutturazione delle opere di presa e rilascio
- assicurare anche funzioni di fitodepurazione
- garantire la presenza di aree umide permanenti tali da assicurare l'insediamento di vegetazione igrofila e della correlata fauna, attraverso la differenziazione dei livelli di invaso previsti in differenti aree del bacino.
- sviluppare la funzione fruitiva dell'area o di porzioni di essa. Tale opportunità dovrà essere valutata in relazione alla necessità di non interferenza con la fauna (per esempio nei periodi di nidificazione), per cui potrà essere necessario scegliere se e dove realizzare strutture di accesso e avvicinamento all'area umida e al bacino.

**CHE DIMENSIONI HANNO?** A seconda delle necessità e della disponibilità di spazio potranno essere realizzati piccoli invasi (detti anche stagni di ritenzione) oppure vere e proprie aree di espansione, che però risultano più complesse da realizzare, da gestire ed da inserire sostenibilmente nel paesaggio.







# FITODEPURAZIONE

## DOVE

**Ambiti naturali. Ambiti Rurali. Ambiti urbani e periurbani. Ambiti degradati. Insediamenti residenziali o produttivi**

## PERCHÉ

**Per depurare le acque**

## OCCASIONE/MOTORE PER

**Riduzione degli impianti di depurazione classici e dei relativi impatti.**

**Riqualificazioni e recupero paesistico ambientale. Incremento della biodiversità. Opportunità per la fruizione e la didattica.**

**COSA SONO?** Si tratta di sistemi di depurazione per il trattamento delle acque reflue, basati sulle capacità filtranti della vegetazione.

**A COSA SERVONO?** A **depurare le acque**, ricreando un ambiente del tutto simile a quello delle zone umide naturali che attivi processi biologici di autodepurazione attraverso l'utilizzo di vegetazione idonea.

Gli impianti di fitodepurazione a flusso superficiale possono essere impiegati per:

- il trattamento e la laminazione delle acque di prima pioggia provenienti da strade o da parcheggi urbani. Degli scolmatori fognari realizzano una finalità qualitativa (affinando le caratteristiche chimiche dell'acqua trattata) e di regolazione della quantità (potendo contare su invasi di estensione importanti dove il battente idrico deve essere mantenuto tale da garantire opportuni tempi di ritenzione e adeguata disponibilità di ossigeno).
- il trattamento (secondario e terziario) di acque reflue civili; di acque reflue di punti parco, di rifugi, di campeggi (potendo contare su un basso ridotto impatto ambientale) e di aziende agricole.

Si tratta normalmente di soluzioni facilmente integrabili nel paesaggio; la gestione e manutenzione sono limitate alle verifiche periodiche di funzionalità dell'impianto e all'eventuale controllo della vegetazione sviluppata. Infine, grazie alla presenza di un'area umida permanente, si osserva una rapida crescita della vegetazione e il conseguente insediamento di animali, elementi che contribuiscono a rendere tali aree di valore naturalistico e paesaggistico.

**CHE DIMENSIONI HANNO?** La dimensione è strettamente legata alla capacità di depurazione richiesta al sistema valutabile, ad esempio, in relazione alla portata idraulica media giornaliera, al tempo di ritenzione idraulica nel sistema, al carico organico in ingresso, al rapporto fra aree piantumate e specchi d'acqua liberi.



LOCALITA'

**Gorla Maggiore (VA)**

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

**Ambito seminaturale**

TIPO DI INTERVENTO

**Impianto di fitodepurazione con filtri verticali  
seguiti da sistema a superficie libera**

FUNZIONI SVOLTE



Per gentile concessione di Iridra Srl.



LOCALITA'

**Dicomano (FI)**

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

**Ambito periurbano**

TIPO DI INTERVENTO

**Impianto multistadio orizzontale  
verticale-orizzontale-superficie libera**

FUNZIONI SVOLTE



Per gentile concessione di Iridra Srl.



LOCALITA'

Boscoincittà, Milano (MI)

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Ambito urbano

TIPO DI INTERVENTO

Recupero delle acque del termovalorizzatore e di quelle dei pozzi in spurgo dell'acquedotto per alimentare orti, giardini e specchi d'acqua

FUNZIONI SVOLTE



LOCALITA'

Villadose (RO)

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Ambito periurbano

TIPO DI INTERVENTO

Introduzione di un sistema di fitodepurazione per il trattamento del percolato di una discarica presente nelle vicinanze

FUNZIONI SVOLTE



Per gentile concessione di Iridra Srl.



# AREE DI CAVA

## DOVE

Ambiti fluviali. Ambiti Rurali

Ambiti periurbani

## PERCHÉ

Recupero delle aree di cava per intercettare e rilasciare gradualmente le acque

## OCCASIONE/MOTORE PER

Riqualificazioni paesistico ambientali.

Incremento della biodiversità.

Opportunità per la fruizione.

**COSA SONO?** Si tratta di invasi lasciati in eredità dalle attività estrattive che, se lasciati inattivi, spesso si trasformano rapidamente in aree umide a causa della presenza di acqua affiorante che favorisce l'insediamento di vegetazione igrofila e lo sviluppo di ecosistemi di interesse naturalistico.

**A COSA SERVONO?** A intercettare, invasare e rilasciare le acque meteoriche. Le aree di cava, per loro conformazione, possono inoltre assolvere funzioni di laminazione, funzioni di ricarica degli acquiferi e funzioni di fitodepurazione.

Se il progetto di recupero delle aree di cava viene condotto con modalità integrata, consente di:

- riqualificare l'ambiente e il paesaggio, inserendo efficacemente l'invaso sia sfruttando le naturali conformazioni del terreno che effettuando piccole modellazioni dello stesso,
- garantire la presenza di aree umide permanenti tali da assicurare l'insediamento di vegetazione igrofila e della correlata fauna, attraverso la differenziazione dei livelli in differenti aree del bacino,
- sviluppare la funzione fruitiva dell'area o di porzioni di essa. Tale opportunità dovrà essere valutata in relazione alla necessità di non interferenza con la fauna (per esempio nei periodi di nidificazione), per cui potrà essere necessario scegliere se e dove realizzare strutture di accesso e di avvicinamento all'area umida e al bacino.

**CHE DIMENSIONI HANNO?** Le dimensioni variano a seconda dei «lasciti» dell'attività estrattiva che determina il numero, la dimensione e la configurazione spaziale dei bacini. Influisce anche la possibilità o meno di effettuare interventi di rimodellazione delle sponde, di collegamento tra i bacini, di diversificazione delle profondità.



LOCALITA'

**Cava Ricengo (CR)**

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

**Ambito fluviale agricolo**

TIPO DI INTERVENTO

**Bacino di cava**

FUNZIONI SVOLTE



LOCALITA'

**Cava Nord, Paderno Dugnano (MI)**

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

**Ambito periurbano**

TIPO DI INTERVENTO

**Bacino di cava**

FUNZIONI SVOLTE



## SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO APPLICATI ALLE INFRASTRUTTURE

**COSA SONO?** Si tratta di sistemi di drenaggio urbano applicati alle infrastrutture dedicate al traffico ciclo-pedonale, veicolare, ferroviario. Ci si riferisce sia alle infrastrutture di nuova realizzazione che, soprattutto, alle strutture stradali oggetto di trasformazione e di ristrutturazione: ad esempio le strade extraurbane che, a seguito dell'espansione residenziale, si trovano ad essere inglobate in nuovi interventi di lottizzazione e necessitano pertanto di essere rimodulate ed attrezzate per la modificata situazione.

In generale, le soluzioni per il drenaggio urbano da applicare nelle infrastrutture potranno riguardare tutti gli elementi della struttura stradale; quindi in generale le pavimentazioni, i fossati e le banchine erbose, le alberature, le rotonde, le aree a parcheggio, le piste ciclopedonali, i marciapiedi e tutte le parti delle infrastrutture potenzialmente responsabili dell'intercettazione e della dispersione di acque meteoriche.

**A COSA SERVONO?** Ad **intercettare e disperdere le acque meteoriche** e, per concentrazioni non eccessive di inquinanti (acque di seconda pioggia), per **abbattere e/o trattenerne gli inquinanti** restituendo acque di qualità che possano essere disperse ed infiltrate anziché essere inviate al collettamento di reti miste o bianche.

**CHE DIMENSIONI HANNO?** Le dimensioni variano a seconda del tipo di opera, del contesto, delle necessità e della disponibilità di spazio.



**LOCALITA'**  
**Autostrada Svizzera (CH)**

**CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE**

**Ambito infrastrutturale**

**TIPO DI INTERVENTO**

**Area di laminazione per intercettare, invasare e trattenerne le acque meteoriche drenate dalle infrastrutture e dal torrente, realizzata sfruttando gli spazi residui sotto ai piloni delle autostrade.**

**FUNZIONI SVOLTE**



**LOCALITA'**

**Kleinpolderplein, Rotterdam (NL)**

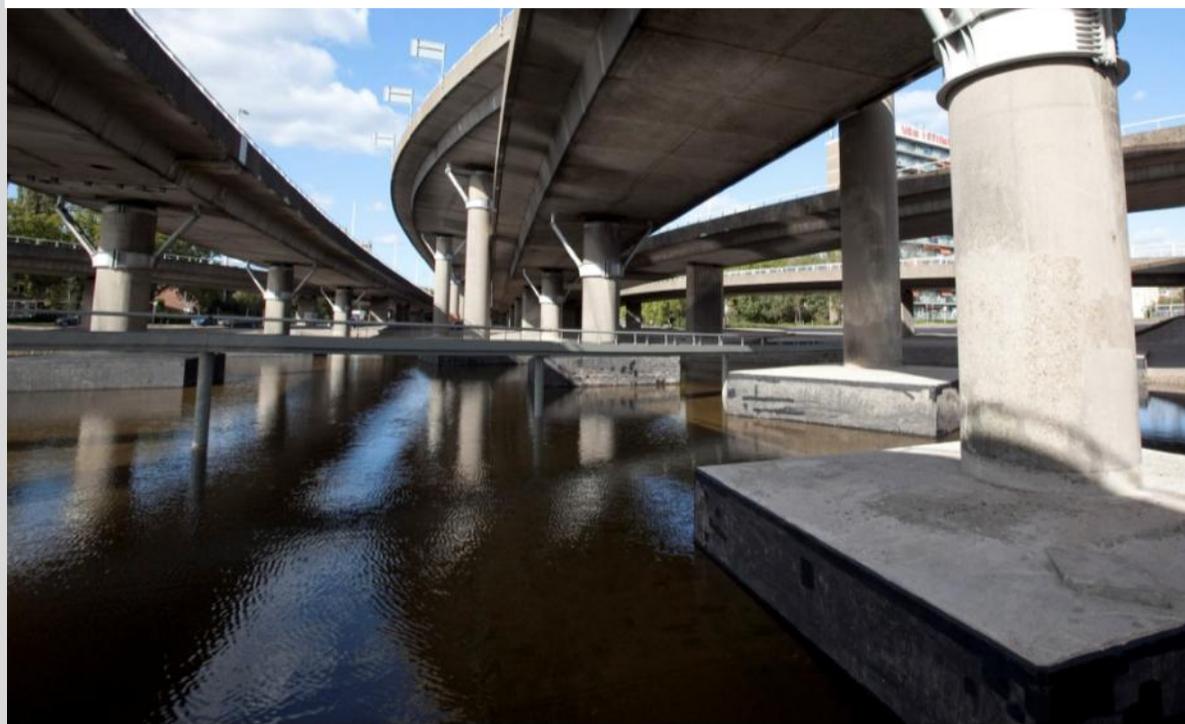
**CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE**

**Ambito urbano**

**TIPO DI INTERVENTO**

**Bacino artificiale inserito nel disegno di un parco pubblico, occasione per l'uso di un'area residuale prossima al fiume.**

**FUNZIONI SVOLTE**



**LOCALITA'**  
**Gallarate (VA)**

**CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE**  
**Parco regionale della valle del Ticino in area periurbana**

**TIPO DI INTERVENTO**  
**Sistema di collettamento, ritenuta e trattamento delle acque di seconda pioggia dello scalo intermodale**

**FUNZIONI SVOLTE**

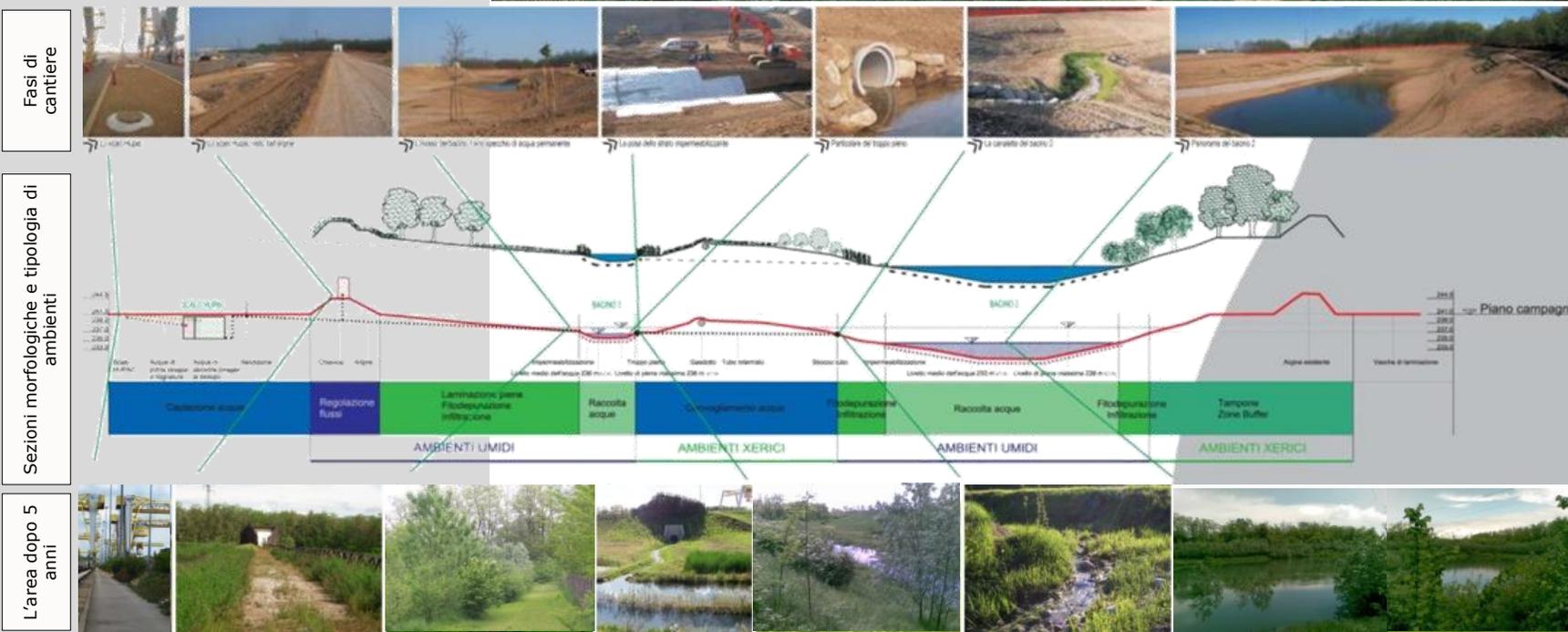


Capacità di invaso 250.000,00 m<sup>3</sup>

L'immagine di ds corrisponde al termine dei lavori  
Sotto sezione, sezione ambientale, FUNZIONI e immagini



ESEMPI



# SISTEMI DI DRENAGGIO APPLICATI AGLI SPAZI APERTI URBANI

**COSA SONO?** Si tratta di sistemi di drenaggio applicati agli spazi aperti urbani. Per spazi aperti urbani si intendono aree non edificate, inserite prevalentemente nel tessuto residenziale, commerciale o industriale; possono essere spazi aperti pubblici o privati, come le aree di pertinenza della residenza ed essere connotati da superfici grandi, medie, di piccole dimensioni o, ancora, avere carattere residuale. Le soluzioni di drenaggio saranno declinate per ogni spazio aperto, avendo come scopo l'intercettazione e la dispersione di acque meteoriche.

**A COSA SERVONO?** Ad intercettare, trattenere e disperdere le acque meteoriche drenate dalle superfici impermeabilizzate limitrofe, attraverso la realizzazione di piccoli invasi in cui ha sede anche un'area vegetata. A seconda della presenza di acqua più o meno permanente si distingue in generale tra 'rain garden' e 'pond' ovvero stagni di ritenzione idrica.

**CHE DIMENSIONI HANNO?** Le dimensioni variano a seconda del contesto, delle necessità e della disponibilità di spazio.



# FOSSI VEGETATI

## DOVE

**Ambiti urbani e periurbani. Insediamenti residenziali o produttivi. Parcheggi**

## PERCHÉ

**Per intercettare, smaltire e infiltrare le acque drenate dalle infrastrutture**

## OCCASIONE/MOTORE PER

**Riqualificazione, recupero e valorizzazione dei margini.**

**Valore estetico e percettivo.**

**Ricostruzione dell'immagine urbana.**

**Riduzione delle canalizzazioni (opere grigie).**

**Riqualificazioni e recupero paesistico ambientale. Incremento della biodiversità.**

**COSA SONO?** Si tratta di aree depresse e/o avvallamenti posizionati a lato delle superfici impermeabilizzate, dove l'acqua non è sempre presente.

**A COSA SERVONO?** Ad intercettare, smaltire e infiltrare le acque meteoriche drenate da superfici impermeabilizzate, rallentando il deflusso e provvedendo ad una minima rimozione degli inquinanti. E' una variante del canale, vegetata con specie igrofile o con tappeto erboso a seconda degli ambiti e delle necessità. La depressione raccoglie l'acqua drenata, rallentando il deflusso e provvedendo ad una minima rimozione degli inquinanti. Può essere utilizzato :

- come elemento di collegamento ad una rete di collettamento predisposta,
- come luogo di infiltrazione se le condizioni di qualità dell'acqua drenata lo permettono.

È una soluzione facilmente inseribile nel contesto urbano e che richiede una minima manutenzione delle specie, la rimozione periodica di detriti oltre alla gestione di eventuali problemi di scorrimento o di intasamento che sono, però, facilmente individuabili.

In California i cosiddetti 'biofossati' vengono utilizzati per smaltire le acque di pioggia di superfici a parcheggio e di superfici stradali in genere.

**CHE DIMENSIONI HANNO?** Le dimensioni variano a seconda delle necessità (ad esempio dalla portata idraulica), del contesto, della disponibilità di spazio e del grado di inserimento paesistico e di multifunzionalità prefissati.



LOCALITA'

**Nottingham (UK)**

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

**Ambito urbano**

TIPO DI INTERVENTO

**Ritenzione vegetata**

FUNZIONI SVOLTE



LOCALITA'

**Victoria Park, Sydney (AUS)**

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

**Ambito periurbano**

TIPO DI INTERVENTO

**Ritenzione vegetata**

FUNZIONI SVOLTE



LOCALITA'

Hollickwood Primary School, London (UK)  
CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Parco urbano

TIPO DI INTERVENTO

Ritenzione vegetata

FUNZIONI SVOLTE



LOCALITA'  
**Augustenborg (DK)**  
CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE  
**Ambito urbano**  
TIPO DI INTERVENTO  
**Stormwater channel**  
FUNZIONI SVOLTE



LOCALITA'  
**Ecovillaggio di Kronsberg , Hannover (D)**  
CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE  
**Ambito urbano**  
TIPO DI INTERVENTO  
**Trincee e canali, "rigolen"**  
FUNZIONI SVOLTE



LOCALITA'  
Brescia (BS)

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Ambito periurbano

TIPO DI INTERVENTO

Canale associato a fosso

DIMENSIONAMENTO

dimensioni di massima

FUNZIONI SVOLTE



Una soluzione interessante risiede nell'associazione di diverse tipologie di opere, che consente un buon grado di prestazione e di inserimento nel contesto. Nell'esempio a lato, un fosso filtrante intercetta le acque dell'infrastruttura e le convoglia in un canale parzialmente vegetato.



LOCALITA'

**Malmö (S)**

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

**Ambito periurbano**

TIPO DI INTERVENTO

**Fosso**

FUNZIONI SVOLTE



LOCALITA'

**Western Harbour, Malmö (S)**

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

**Ambito periurbano**

TIPO DI INTERVENTO

**Fosso**

FUNZIONI SVOLTE



LOCALITA'  
**Bristol Business Park, Bristol (UK)**  
CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE  
**Ambito urbano**  
TIPO DI INTERVENTO  
**Fosso stradale**  
FUNZIONI SVOLTE



LOCALITA'  
**Queen Mary's Walk, Northumberland (UK)**  
CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE  
**Ambito periurbano**  
TIPO DI INTERVENTO  
**Fosso stradale**  
FUNZIONI SVOLTE



LOCALITA'

Antioch, California (USA)

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Ambito urbano

TIPO DI INTERVENTO

Biofossato applicato ad un'area parcheggio

FUNZIONI SVOLTE



**LOCALITA'**  
**Livermore, California (USA)**  
**CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE**  
**Ambito urbano**  
**TIPO DI INTERVENTO**  
**Biofossato applicato ad un'area parcheggio**  
**FUNZIONI SVOLTE**



**LOCALITA'**  
**Pittsburg, California (USA)**  
**CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE**  
**Ambito periurbano**  
**TIPO DI INTERVENTO**  
**Biofossato applicato ad un'area parcheggio**  
**FUNZIONI SVOLTE**



# STAGNI DI RITENUTA

DOVE

Spazi aperti urbani e periurbani

PERCHÉ

Per intercettare, trattenere e rilasciare gradualmente le acque

OCCASIONE/MOTORE PER

Valore estetico e percettivo.

Ricostruzione dell'immagine urbana.

Riduzione delle canalizzazioni (opere grigie).

Riqualificazione, recupero e valorizzazione dei margini.

Incremento della biodiversità.

Opportunità per la fruizione.

**COSA SONO?** Si tratta di invasi artificiali - più o meno naturaliformi - che intercettano le acque meteoriche drenate dalle superfici impermeabili circostanti.

**A COSA SERVONO?** Ad intercettare, trattenere e disperdere le acque meteoriche coltate dalle superfici impermeabilizzate circostanti e, mediante l'impianto di opportune specie igrofile, realizzano sia processi di sedimentazione che di degradazione della materia organica e degli inquinanti. A seconda delle dimensioni, della conformazione morfologica e del contesto, possono:

- garantire l'invaso di importanti volumi d'acqua, così da permettere la laminazione dei colmi in caso di eventi meteorici importanti,
- qualificare e diversificare l'immagine urbana,
- interagire, sin dalle fasi di pianificazione e progettazione, con le nuove lottizzazioni garantendo agli ambiti di trasformazione un corretto inserimento paesaggistico, una connotazione naturalistica di pregio, l'assolvimento di funzioni ricreative e fruibili.

Trattandosi di fatto di aree umide permanenti 'artificiali', potrebbero risentire dei periodi di prolungata siccità e in qualche caso potrebbe essere necessario intervenire per evitare danni alle specie igrofile impiantate. Nella gestione ordinaria dello stagno sarà invece necessario intervenire con una normale manutenzione per il taglio, il controllo della vegetazione erbacea e l'eventuale ripristino successivo ad eventi meteorici importanti.

**CHE DIMENSIONI HANNO?** Le dimensioni variano a seconda del contesto, delle necessità e della disponibilità di spazio. Possono essere realizzati piccoli stagni di ritenuta, ad esempio con carattere più artificiale, o vere e proprie aree umide di ampie superfici, con carattere marcatamente più naturaliforme.



LOCALITA'

South Jordan, Utah (USA)

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Ambito urbano

TIPO DI INTERVENTO

Stagno di ritenuta

FUNZIONI SVOLTE



LOCALITA'

Elvetham Heath, Hampshire (UK)

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Ambito periurbano

TIPO DI INTERVENTO

Stagno di ritenuta

FUNZIONI SVOLTE



Una soluzione interessante è quella di progettare l'area a stagno prevedendo differenti livelli di invaso così da ridurre l'area umida permanente e lasciare le aree limitrofe a giardino, realizzando una sorta di mix tra stagno e rain garden.



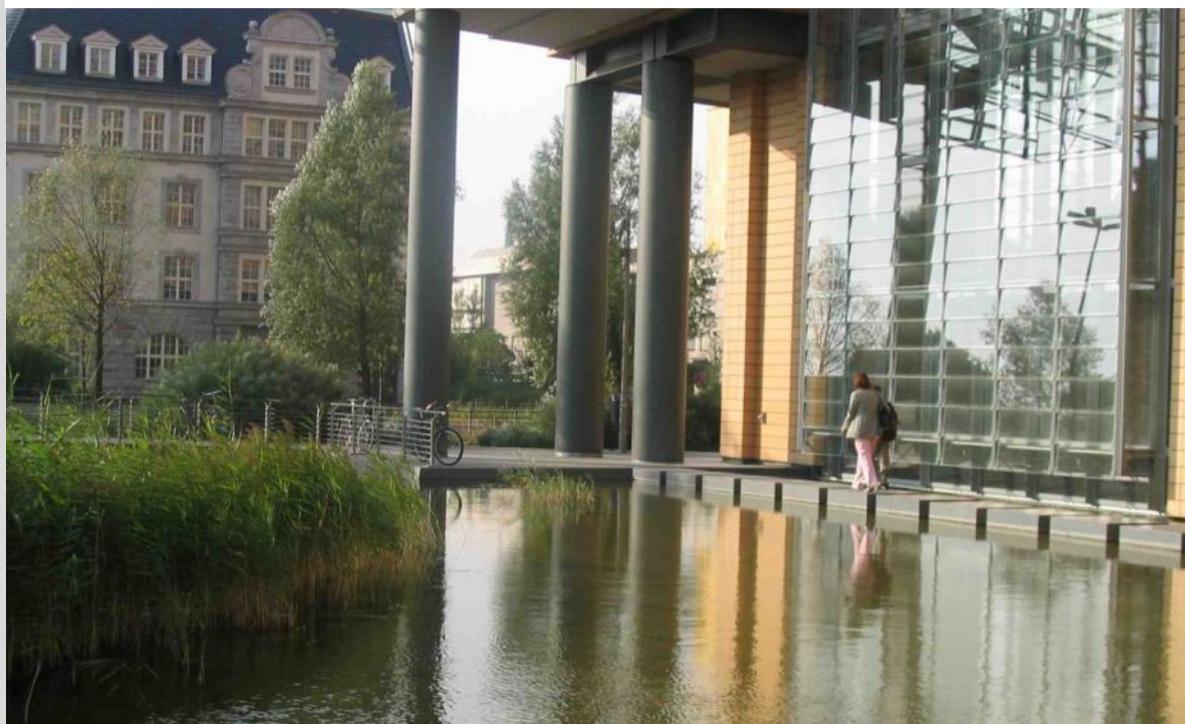
**LOCALITA'**  
**High Point, Seattle (USA)**  
**CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE**  
**Ambito urbano**  
**TIPO DI INTERVENTO**  
**Stagno di ritenuta**  
**FUNZIONI SVOLTE**



**LOCALITA'**  
**Postdamer Platz, Berlino (D)**  
**CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE**  
**Ambito urbano**  
**TIPO DI INTERVENTO**  
**Stagno di ritenuta**  
**FUNZIONI SVOLTE**



Una soluzione interessante in contesto urbano è rappresentata dal laghetto in Postdamer Platz, dove il runoff meteorico è raccolto in un piccolo bacino: l'acqua, dopo l'azione di fitodepurazione ad opera di un canneto, è successivamente riutilizzata nei sistemi di acqua grigia per gli scarichi delle toilette, l'irrigazione dei giardini e i sistemi degli idranti antincendio.



# RAIN GARDEN

## DOVE

Spazi aperti urbani e periurbani

## PERCHÉ

Per intercettare, trattenere e rilasciare gradualmente le acque

## OCCASIONE/MOTORE PER

Valore estetico e percettivo.

Ricostruzione dell'immagine urbana.

Riduzione delle canalizzazioni (opere grigie).

Riqualificazione, recupero e valorizzazione

dei margini.

Incremento della biodiversità.

**COSA SONO?** Si tratta di aree verdi, solitamente vegetate e caratterizzate da piccole depressioni, che intercettano le acque meteoriche e ne consentono l'infiltrazione graduale nel terreno grazie ad un substrato sabbioso e ghiaioso. Spesso vengono realizzate nelle aree verdi di pertinenza di lottizzazioni o di interi quartieri.

**A COSA SERVONO?** Ad intercettare, trattenere e disperdere le acque meteoriche coltate dalle superfici impermeabilizzate circostanti, con duplice finalità:

- quella idraulica/idrologica, di permettere l'invaso temporaneo di acque meteoriche di prima pioggia,
- quella qualitativa, di depurare le acque coltate attraverso meccanismi biologici (fitodepurazione tramite fasce di vegetazione) e attraverso l'azione meccanica del substrato di sabbia e ghiaia.

Trattandosi di sistemi di drenaggio da realizzare in spazi aperti di vario genere e dimensione, esistenti o di progetto, le soluzioni dovranno contemplare un corretto inserimento paesistico ambientale e il dimensionamento del rain garden (azioni agevolate nel caso di contestuale pianificazione dei lotti). Dovrà essere curata anche la funzione di arredo urbano, ad esempio nel caso di realizzazioni su aiuole o rotonde. Come nel caso degli stagni è necessario intervenire con la normale manutenzione del giardino per il controllo delle infestanti erbacee e l'eventuale ripristino dei substrati filtranti a seguito di eventi meteorici importanti.

**CHE DIMENSIONI HANNO?** Le dimensioni variano a seconda del contesto, delle necessità e della disponibilità di spazio. Possono essere realizzati piccoli rain garden a bordo stradale o nelle aree di pertinenza delle abitazioni, oppure veri e propri sistemi di captazione e di infiltrazione delle acque che partecipano anche al sistema del verde di interi lotti.





LOCALITA'  
**Alcester Primary Care Centre, Warwickshire (UK)**

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

**Ambito urbano**

TIPO DI INTERVENTO

**Rain garden**

FUNZIONI SVOLTE



LOCALITA'  
**Preganziol (TV)**

CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE

**Ambito periurbano**

TIPO DI INTERVENTO

**Rain garden che filtra le acque di pioggia raccolte e destinate al riutilizzo**

FUNZIONI SVOLTE



Per gentile concessione di Iridra Srl.



LOCALITA'  
**Highway 61, Minnesota (USA)**  
CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE  
**Ambito periurbano**  
TIPO DI INTERVENTO  
**Rain garden**  
FUNZIONI SVOLTE



LOCALITA'  
**Manassas, Elementary School, Virginia (USA)**  
CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE  
**Ambito urbano**  
TIPO DI INTERVENTO  
**Stagno di ritenuta**  
FUNZIONI SVOLTE



# INTERVENTI SUGLI EDIFICI

## DOVE

**Ambiti urbani e periurbani. Ambiti Rurali.  
Ambiti montani. Insediamenti residenziali  
o produttivi.**

## PERCHÉ

**Per intercettare, rilasciare gradualmente e  
riusare le acque**

**OCCASIONE/MOTORE PER  
Riduzione delle canalizzazioni.**

**Valore estetico e percettivo.**

**Ricostruzione dell'immagine urbana.**

**COSA SONO?** Si tratta di interventi, connessi alla gestione delle acque meteoriche, applicati agli edifici.

**A COSA SERVONO?** A proteggere gli edifici, intercettare, rilasciare gradualmente e riusare le acque.

A questi interventi appartengono i tetti verdi e le cisterne.

I tetti verdi consentono di ripristinare almeno parzialmente il ciclo naturale dell'acqua:

- favoriscono l'evapotraspirazione e l'infiltrazione,
- riducono il deflusso superficiale e defluito (in ingresso alla rete),
- rilasciano gradualmente le acque meteoriche captate.

Inoltre, la presenza di un tetto verde migliora la coibentazione dell'edificio e può contribuire a migliorare l'inserimento paesistico dello stesso. A seconda delle esigenze, il verde pensile può essere di tipo intensivo (fruibilità, possibilità di impianto di specie arbustive ed arboree, medio-alta manutenzione) o di tipo estensivo (ridotta accessibilità, possibilità di impianto di sole specie erbacee, ridotta manutenzione).

Le cisterne consentono invece di gestire le acque meteoriche in ambito pubblico o privato attraverso il loro stoccaggio e riutilizzo.

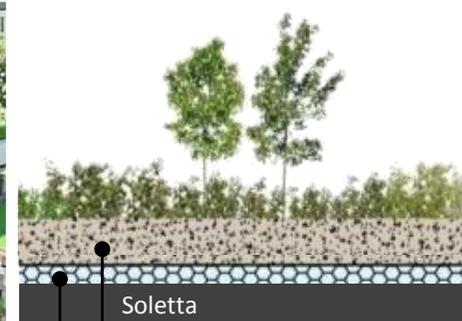
**DIMENSIONI?** Per i tetti verdi le dimensioni variano a seconda della disponibilità di spazio e dell'adeguatezza delle strutture portanti. Le cisterne vanno dimensionate in relazione al regime pluviometrico ed alla necessità di riutilizzo della risorsa idrica in loco.



### TIPO DI INTERVENTO

**Verde pensile intensivo, caratterizzato da spessore del substrato medio-alto, consente la fruibilità della copertura, necessita di manutenzione regolare.**

### FUNZIONI SVOLTE



Soletta

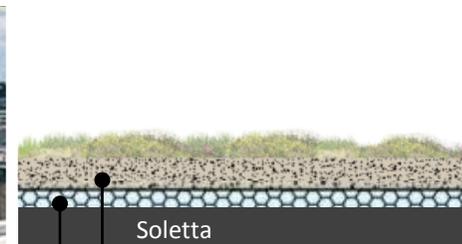
Substrato per inverdimento intensivo. (Min. 20cm)

Strato drenante. Altezza variabile.

### TIPO DI INTERVENTO

**Verde pensile estensivo, caratterizzato da spessore del substrato ridotto, sopporta pesi contenuti sulla copertura, necessita di ridotta manutenzione.**

### FUNZIONI SVOLTE



Soletta

Substrato per inverdimento estensivo. (Min. 8cm)

Strato drenante. Altezza variabile.



## TIPO DI INTERVENTO

Cisterne per lo stoccaggio e il riuso privato dell'acqua meteorica collegate al pluviale, adatte ad essere ubicate sul terrazzo o in giardino.

## FUNZIONI SVOLTE



## TIPO DI INTERVENTO

Strutture modulari per la percolazione delle acque piovane, la raccolta ed il controllo dello scarico nella falda freatica. I moduli di percolazione possono essere dotati di tubazioni per l'ingresso e la distribuzione delle acque, garantendo collegamenti anche a sistemi di percolazioni con rivestimenti di terra elevati.

## FUNZIONI SVOLTE



# PAVIMENTAZIONI DRENANTI

## DOVE

**Ambiti urbani e periurbani. Ambiti Rurali.  
Ambiti montani. Insediamenti residenziali  
o produttivi.  
Spazi aperti pubblici e privati.**

## PERCHÉ

**Per consentire l'infiltrazione delle acque  
OCCASIONE/MOTORE PER  
Riduzione delle canalizzazioni.  
Valore estetico e percettivo.  
Ricostruzione dell'immagine urbana.  
Riqualificazioni paesistico ambientali.**

**COSA SONO?** Si tratta di superfici pavimentate permeabili.

**A COSA SERVONO?** A consentire l'infiltrazione delle acque meteoriche e la ricarica delle falde, riducendo le superfici impermeabili e le connesse opere di intercettazione, di collettamento e di smaltimento delle acque meteoriche. Oltre alle funzioni sopra elencate, le pavimentazioni drenanti si prestano a numerosissime soluzioni progettuali che consentono di diversificare e di caratterizzare l'immagine urbana: la varietà di materiali presenti sul mercato e in natura, permettono di lavorare sull'identità dei luoghi e sulla qualità degli spazi aperti progettati.

Le pavimentazioni drenanti comprendono:

- superfici di ghiaietto, calcestruzzo o asfalto drenante,
- elementi lapidei naturali o lavorati, lastre di pietra o altro materiale,
- elementi prefabbricati o autobloccanti,
- green-block e prati armati in genere.

L'utilizzo di pavimentazioni drenanti si presta ad essere associato ad altre opere di drenaggio urbano, consentendo di coniugare le funzioni utilitaristiche (percorsi, parcheggi, soste, ecc.) con quelle idrauliche (infiltrazione) ed estetico-percettive.

**DIMENSIONI?** Le dimensioni variano a seconda del contesto, della disponibilità di spazio e del tipo di materiale utilizzato. Possono essere realizzate piccole superfici drenanti - ad esempio nelle aree di pertinenza delle abitazioni - oppure veri e propri sistemi di infiltrazione delle acque applicati a porzioni di spazi aperti pubblici o a parcheggi.



## TIPO DI INTERVENTO

Pavimentazioni drenanti applicate a spazi pubblici o privati consistenti: nella gettata in calcestruzzo di più elementi, nella posa di elementi lapidei naturali o lavorati, nella posa di lastre di pietra o di altro materiale, nella posa di elementi prefabbricati o autobloccanti o nella stesura di materiale drenante come ghiaietto e calcestre.

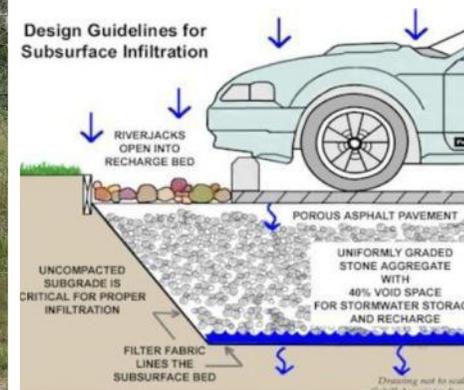
## FUNZIONI SVOLTE



## TIPO DI INTERVENTO

Pavimentazioni drenanti applicate a parcheggi pubblici o privati e spazi annessi, consistenti nella stesura di materiale drenante come ghiaietto o calcestre, o nella posa di elementi prefabbricati o prati armati

## FUNZIONI SVOLTE



**APPROFONDIMENTI**  
**COSTI INDICATIVI DI ALCUNE OPERE**  
**COMPIUTE**  
 gennaio 2015

COSTI PARAMETRICI			
	MINIMO	MASSIMO	UNITÀ DI MISURA
SISTEMAZIONI SPONDALI INGEGNERIA NATURALISTICA	40	250	€/m
BACINI DI LAMINAZIONE *	15	50	€/mc
AREE ALLAGABILI (laghi, stagni ...)	10	45	€/mc
IMPIANTI DI FITODEPURAZIONE	40	100	€/mq
FOSSI DRENANTI	20	100	€/m
TETTI VERDI INTENSIVI	35	80	€/mq
CISTERNE (scavo e ricoprimento)	700	22.000	€/cad
PAVIMENTAZIONI DRENANTI	30	80	€/mq

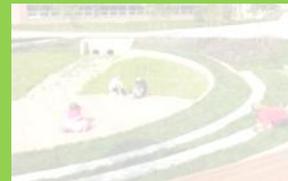
\* L'unità di misura si riferisce al volume di invaso. I costi più bassi si applicano a grandi bacini, mentre i costi maggiori si applicano a invasi di dimensioni ridotte.

# BUONE NORME

# 03

■ PIANI DI MANUTENZIONE

■ RIFERIMENTI NORMATIVI



## PIANI DI MANUTENZIONE

La manutenzione è fondamentale per garantire il mantenimento in efficienza delle strutture e degli elementi realizzati per le funzioni di drenaggio delle acque meteoriche; serve ad assicurare alle strutture stesse un periodo di vita più lungo, permettendo di intervenire periodicamente nell'individuazione di eventuali malfunzionamenti che, se trascurati, ne potrebbero pregiudicare irrimediabilmente le funzioni.

A seconda delle tipologie di elementi di drenaggio si presentano ovviamente livelli differenti di complessità nella manutenzione. La prima e più semplice distinzione riguarda sicuramente gli **interventi ordinari**, da svolgersi periodicamente seguendo un calendario prestabilito, dagli **interventi straordinari**, necessari al ripristino delle funzioni in caso di malfunzionamento, guasto o successivamente ad eventi meteorici o di altra natura (per esempio terremoti, sversamenti abusivi, incidenti rilevanti) che interessino direttamente o indirettamente le strutture. Si possono inoltre distinguere, per alcune tipologie di soluzioni quali le aree di ritenzione vegetate e le fitodepurazioni, gli **interventi di supporto** necessari all'attecchimento delle essenze vegetate nelle primissime fasi della vita degli impianti, non più necessari quando gli invasi avranno raggiunto la fase in esercizio con il completo equilibrio delle componenti ecologiche presenti.

**INTERVENTI DI MANUTENZIONE ORDINARIA** da svolgere anche successivamente a semplice controllo visivo dello stato di efficienza degli elementi drenanti:

- **pulizia rifiuti**
- **rimozione detriti**
- **taglio selettivo delle specie vegetali**
- **controllo di eventuali specie infestanti**
- **eliminazione di problemi di scorrimento e/o intasamento**
- **ispezione, controllo dell'efficienza e manutenzione di eventuali componenti meccaniche (impianti di sollevamento, captazione, rilascio etc)**



**INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA** da svolgere successivamente al riscontro di malfunzionamenti e sempre successivamente al verificarsi di eventi straordinari che abbiano danneggiato in tutto o in parte gli impianti di drenaggio:

- **pulizia e smaltimento rifiuti**
- **rimozione e smaltimento detriti**
- **ripristino dei substrati filtranti danneggiati dal trasporto solido o da altre cause**
- **reintegro e sostituzione delle essenze vegetali eventualmente danneggiate**
- **risoluzione di problemi di intasamento**
- **ispezione, controllo dell'efficienza e manutenzione di eventuali componenti meccaniche (impianti di sollevamento, captazione, rilascio etc)**
- **rimessa in servizio**

Rispetto a quanto descritto, risulta evidente che a **seconda del livello e complessità** degli interventi di manutenzione gli stessi potranno essere svolti da operai generici (rimozione detriti), da tecnici esperti (ripristino di impianti di sollevamento) o comunque formati a svolgere mansioni specifiche o, anche da agricoltori.

Tutto ciò dovrà essere realizzato seguendo un programma di manutenzione periodico strutturato secondo lo **schema seguente** nel quale siano individuate le diverse attività da svolgere e i relativi soggetti incaricati. Per tale ragione nelle schede di manutenzione dovranno essere indicati anche i nomi dei progettisti e degli esecutori delle opere che potranno, in caso di dubbio, indicare la modalità migliore di intervento nel caso non sia già indicata nel programma periodico. Per opere di particolare importanza, o qualora il processo di progettazione abbia consentito una partecipazione efficace in grado di coinvolgere i cittadini nella manutenzione, potrà essere indicato anche il nome dell'esperto/cittadino incaricato di svolgere la manutenzione o portatore di conoscenza (vedi esempio Piano comunale di KansasCity: *"chiedere di John, prima di tagliare questa pianta!"*)



In genere potranno essere i progettisti stessi che, all'atto della predisposizione degli elaborati progettuali, redigeranno il **fascicolo di manutenzione** dell'opera (ai sensi del D.Lgs. 81/2008); per strutture più semplici il fascicolo potrà essere predisposto direttamente dall'ente gestore o proprietario dell'opera.

#### Esempio 1

<b>FOSSO DRENANTE</b> manutenzione ordinaria				
<b>Periodicità</b>	<b>Tipo di controllo</b>	<b>Attività da fare</b>	<b>Incaricato</b>	<b>Smaltimento rifiuto</b>
1 volta al mese	Controllo visivo	Taglio erba	Operaio comunale	Normale
1 volta ogni 2 mesi	Controllo visivo scorrimento	Rimozione intasamento	Operaio comunale	A seconda del rifiuto rinvenuto
<b>FOSSO DRENANTE</b> manutenzione straordinaria				
<b>Periodicità</b>	<b>Tipo di controllo</b>	<b>Attività da fare</b>	<b>Incaricato</b>	<b>Smaltimento rifiuto</b>
In caso di segnalazione o malfunzionamento	Controllo visivo	Rimozione intasamenti	Operaio comunale	A seconda del rifiuto
Dopo eventi meteorici importanti	Controllo consistenza del substrato	Ripristino della corretta granulometria	Operaio comunale con assistenza tecnico progettista	
In caso di altri eventi straordinari	Controllo visivo e verifiche chimico-fisiche	Da definire di volta in volta	Operaio comunale assistenza tecnico progettista	

In qualche caso potranno essere i progettisti stessi che, all'atto della predisposizione degli elaborati progettuali, redigeranno il **fascicolo di manutenzione** dell'opera (ai sensi del D.Lgs. 81/2008); per strutture più semplici il fascicolo potrà essere predisposto direttamente dall'ente gestore o proprietario dell'opera.

Esempio 2

<b>INVASO DI RITENUTA</b> manutenzione ordinaria				
<b>Periodicità</b>	<b>Tipo di controllo</b>	<b>Attività da fare</b>	<b>Incaricato</b>	<b>Smaltimento rifiuto</b>
1 volta al mese	Controllo visivo	Rimozione rifiuti	Operaio comunale	A seconda del rifiuto rinvenuto
1 volta al mese	Controllo visivo opera di presa / rilascio	Rimozione intasamenti	Operaio comunale	A seconda del rifiuto rinvenuto
<b>INVASO DI RITENUTA</b> manutenzione straordinaria				
<b>Periodicità</b>	<b>Tipo di controllo</b>	<b>Attività da fare</b>	<b>Incaricato</b>	<b>Note</b>
In caso di segnalazione o malfunzionamento	Ispezione opere di presa e rilascio	Ripristino opere di presa / rilascio	Operaio comunale	
Dopo eventi meteorici importanti	Ispezione visiva	Rimozione detriti e rifiuti	Operaio comunale	
In caso di altri eventi straordinari	Controllo visivo e verifiche chimico-fisiche	Da definire di volta in volta	Operaio comunale assistenza tecnico progettista	

## RIFERIMENTI NORMATIVI

*La gestione delle acque meteoriche è demandata alle Regioni dall'art. 113 del decreto legislativo 152/2006*

### **NORMATIVA REGIONALE:**

- **Programma di tutela e uso delle acque PTUA** (in particolare art. 44 e appendice G)
- **R.R. 3 del 24 marzo 2006** scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie
- **R.R. 4 del 24 marzo 2006** smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne



# BIBLIOGRAFIA

# 04

- BIBLIOGRAFIA
- SITOGRAFIA
- FONTI DELLE IMMAGINI
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 



## BIBLIOGRAFIA

**Il presente manuale, non redatto a fini commerciali, riporta immagini estratte dalle pubblicazioni sotto elencate:**

1. S. Dickie, G. McKay, L. Ions, P. Shaffer, 2010, *Planning for SUDS - Making it happen*, CIRIA, London
2. ERSAF, 2004, *Contratto di Fiume Olona, Bozzente, Lura - Progetto di sottobacino del torrente Lura*
3. Etatec, A. Paoletti, 2012, *Strategie di Drenaggio Urbano Sostenibile e di Invarianza Idraulica in Regione Lombardia*
4. A. Jones, H. Breuning-Madsen, M. Brossard, A. Dampha, J. Deckers, O. Dewitte, T. Gallali, S. Hallett, R. Jones, M. Kilasara, P. Le Roux, E. Micheli, L. Montanarella, O. Spaargaren, L. Thiombiano, E. Van Ranst, M. Yemefack, R. Zougmore, 2013, *Soil Atlas of Africa. European Commission*, Ufficio Pubblicazioni dell'Unione Europea, Lussemburgo
5. P. Kompatscher, 2008, *Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche. Provincia Autonoma di Bolzano*, Agenzia provinciale per l'ambiente, Ufficio tutela acque, Bolzano
6. Regione Lombardia, banche dati *Uso del suolo storico 1954, Dusaf 4 2012*
7. G. Sansoni, 2007, *Tutela dell'ambiente fluviale per l'ittiofauna*, in *Biologia Ambientale*, pp. 5-20
8. M. Prominski, A. Stokman, S. Zeller, D. Stimberg, H. Voermanek, 2012, *River. Space. Design. Planning Strategies, Methods and Projects for Urban Rivers*, Basilea
9. Studio Maione- Iridra – Centro Studi T.A.T., *Studio Integrato dell'agglomerato 73 di Gornate Olona dell'Ato Varese: Proposta di linee di indirizzo*



# SITOGRAFIA

Il presente manuale, non redatto a fini commerciali, ha attinto a informazioni e immagini estratte dai siti tematici sotto elencati:

10. European Environment Agency, 2012, *Urban adaptation to climate change in Europe. Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, EEA Report n° /2012 (pp.9, 33):  
<http://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-to-climate-change>
11. Piano di adattamento ai cambiamenti climatici di Rotterdam, DE URBANISTEN (p.26):  
<http://www.urbanisten.nl/pdf/topos.pdf>  
[http://www.urbanisten.nl/wp/wp-content/uploads/publication\\_UB\\_Garten+Landschaft2014.pdf](http://www.urbanisten.nl/wp/wp-content/uploads/publication_UB_Garten+Landschaft2014.pdf)
12. Rielaborazione immagini e tabelle Detroit Future City (pp.34-36):  
<http://www.slideshare.net/detroityoungprofessionals/detroit-future-city-2012-detroit-strategic-framework-plan>
13. A. Jones et al., *The State of Soil in Europe-A contribution of the JRC to the European Environment Agency's Environment State and Outlook Report, 2010*:  
[http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc\\_reference\\_report\\_2012\\_02\\_soil.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_reference_report_2012_02_soil.pdf)
14. DTI Global Watch Missions, *Sustainable drainage systems: a mission to the USA*, 2006: <http://www.lancaster.ac.uk/lec/sites/catchmentchange/wp-content/uploads/2011/07/USA-Sustainable-Drainage-Mission-Report.pdf>
15. Information and Guidance Note 9-02-03, *Conservation of Water - an IGN for Architects, Designers, Installers and Occupiers of Premises*, 2005:  
<http://products.ihs.com/cis/Doc.aspx?AuthCode=&DocNum=291034>
16. IRIDRA S.r.l., *Linee Guida per un regolamento del verde. Migliori pratiche per la gestione integrata sostenibile delle acque in aree urbane*, Agenda 21 locale dell'Area Fiorentina:  
[http://www.cirf.org/download/pubblicazioni/bats\\_meteoriche.pdf](http://www.cirf.org/download/pubblicazioni/bats_meteoriche.pdf)
17. P.M. Mayer et al., *Riparian buffer width, vegetative cover, and nitrogen removal effectiveness: A review of current science and regulations*, U.S. Environmental Protection Agency, 2006:  
<http://ccrm.vims.edu/education/seminarpresentations/fall2006/Workshop%20CD/Other%20References/Riparian%20Buffers%20&%20Nitrogen%20Removal.pdf>
18. TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2011). TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management.  
<http://www.teebweb.org/>



# FONTI DELLE IMMAGINI

Il presente manuale, non redatto a fini commerciali, riporta immagini estratte dai siti tematici sotto elencati:

**LUOGO** Bishan, Singapore, SGP (p. 41)

**PROGETTISTA** Atelier Dreiseitl

**RIFERIMENTO** <http://www.dreiseitl.com/>

**IMMAGINI** <http://www.landezine.com/index.php/2012/06/kallang-river-at-bishan-ang-mo-kio-park-by-atelier-dreiseitl/>

**LUOGO** Mödling, AU (p. 42)

**PROGETTISTA** Florin Florineth

**RIFERIMENTO** Immagini gentilmente concesse da F. Florineth

**IMMAGINI**

**LUOGO** Zuera, ES (p. 43)

**PROGETTISTA** Aldayjover

**RIFERIMENTO** [8] M. Prominski, A. Stokman, S.Zeller, D. Stimberg, H. Voermanek, 2012, *River.*

**IMMAGINI** *Space. Design. Planning Strategies, Methods and Projects for Urban Rivers*, Basilea, pp. 91, 204-207  
Immagine del Parco durante le festività locali, Jordi Bernadó:  
<http://www.publicspace.org/en/works/b009-recuperacion-del-cauce-y-riberas-del-rio-gallego>

**LUOGO** Berges du Rhone, Lione, FR (p. 44)

**PROGETTISTA** In Situ Architectes Paysagistes, Jourda Architectes

**RIFERIMENTO** [8] M. Prominski, A. Stokman, S.Zeller, D. Stimberg, H. Voermanek, 2012, *River.*

**IMMAGINI** *Space. Design. Planning Strategies, Methods and Projects for Urban Rivers*, Basilea, pp. 160-163

**LUOGO** Nahe, Bad Kreuznach, D (p. 44)

**PROGETTISTA** Prof. Peter Prinz, Rüdiger Filger, Büro für Ingenieurbiologie biologie und Landschaftsplanung, Biologist Dr. Sigrid Lenz

**RIFERIMENTO** [8] M. Prominski, A. Stokman, S.Zeller, D. Stimberg, H. Voermanek, 2012, *River.*

**IMMAGINI** *Space. Design. Planning Strategies, Methods and Projects for Urban Rivers*, Basilea, pp. 184-187  
<http://www.flickriver.com/photos/hen-magonza/4163427614/>

**LUOGO** Pleiße ed Elster, Leipzig, D (p. 45)

**PROGETTISTA** GFSL Clausen + Schell, RKW Rhode Kellermann Wawrowsky GmbH

**RIFERIMENTO** [8] M. Prominski, A. Stokman, S.Zeller, D. Stimberg, H. Voermanek, 2012, *River.*

**IMMAGINI** *Space. Design. Planning Strategies, Methods and Projects for Urban Rivers*, Basilea, pp. 51, 150-153  
<http://www.panoramio.com/photo/34170577?source=wapi&referrer=kh.google.com>

**LUOGO** Albisriederbach, Zurigo, CH (p. 46)

**PROGETTISTA** Florin Florineth

**RIFERIMENTO** Immagini gentilmente concesse da F. Florineth

**IMMAGINI**



# FONTI DELLE IMMAGINI

Il presente manuale, non redatto a fini commerciali, riporta immagini estratte dai siti tematici sotto elencati:

## LUOGO Dike Park, Worth am Main, D (p. 48)

PROGETTISTA Trojan, Trojan + Neu, Darmstadt Engineering

RIFERIMENTO [8] M. Prominski, A. Stokman, S.Zeller, D. Stimberg, H. Voermanek, 2012, *River*.

IMMAGINI *Space. Design. Planning Strategies, Methods and Projects for Urban Rivers*, Basilea, pp. 180-183

<http://www.panoramio.com/photo/61280485?source=wapi&referrer=kh.google.com>

<http://www.panoramio.com/photo/68663256?source=wapi&referrer=kh.google.com>

<http://www.panoramio.com/photo/68663194?source=wapi&referrer=kh.google.com>

## LUOGO Eli Whitney Museum, New Haven, USA (p. 49)

PROGETTISTA Steven Holl Architects, Michael Van Valkenburgh and Associates

RIFERIMENTO <http://www.stevenholl.com/>

IMMAGINI <http://www.mvvinc.com/>

## LUOGO Gorla Maggiore, VA (p. 51)

PROGETTISTA Iridra Srl

RIFERIMENTO <http://www.iridra.eu/it/>

IMMAGINI

## LUOGO Dicomano, FI (p. 51)

PROGETTISTA Iridra Srl

RIFERIMENTO <http://www.iridra.eu/it/>

IMMAGINI

## LUOGO Boscoincittà, Milano (p. 52)

PROGETTISTA Centro per la Forestazione Urbana

RIFERIMENTO <http://www.panoramio.com/photo/32062303>

IMMAGINI

## LUOGO Villadose, RO (p. 52)

PROGETTISTA Iridra Srl

RIFERIMENTO <http://www.iridra.eu/it/>

IMMAGINI <https://it-it.facebook.com/media/set/?set=a.236148163128183.56360.102825893127078&type=1>

## LUOGO Cava Ricengo, CR (p. 54)

PROGETTISTA -

RIFERIMENTO <http://www.brera.mi.astro.it/~carpino/foto/ParcoSerio/itinerario2/>

IMMAGINI

## LUOGO Cava Nord, Paderno Dugnano, MI (p. 54)

PROGETTISTA -

RIFERIMENTO <http://www.meravigliaitaliana.it/index.php?action=index&p=14&meraviglia=6>

IMMAGINI [87](#)

## LUOGO Autostrada Svizzera, CH (p. 56)

PROGETTISTA -

RIFERIMENTO Immagine dell'Autore

IMMAGINI



# FONTI DELLE IMMAGINI

Il presente manuale, non redatto a fini commerciali, riporta immagini estratte dai siti tematici sotto elencati:

**LUOGO** Kleinpolderplein, Rotterdam, NL (p. 56)

**PROGETTISTA** -

**RIFERIMENTO** C. Gebraad, *s1st Policy Seminar Programme, Rotterdam Climate Proof*

**IMMAGINI** *Connecting water with opportunities*, Rotterdam Office for Sustainability and Climate Change, 2011, p. 15

**LUOGO** Gallarate, VA (p. 57)

**PROGETTISTA** Gioia Gibelli

**RIFERIMENTO** <http://www.hupac.ch/index.php?node=370&lng=1&rif=1d68f07bc4>

**IMMAGINI**

**LUOGO** Nottingham, UK (p. 60)

**PROGETTISTA** Paul Crawford, Groundwork Greater Nottingham

**RIFERIMENTO** [http://www.susdrain.org/case-](http://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/nottingham_greening_streets_retrofit_rain_garden_project.html)

**IMMAGINI** [studies/case\\_studies/nottingham\\_greening\\_streets\\_retrofit\\_rain\\_garden\\_project.html](http://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/nottingham_greening_streets_retrofit_rain_garden_project.html)

**LUOGO** Victoria Park, Sydney, AUS (p. 60)

**PROGETTISTA** FAWB - Facility for Advanced Water Biofiltration

**RIFERIMENTO** <http://www.monash.edu.au/fawb/about/index.html>

**IMMAGINI**

**LUOGO** Hollickwood Primary School, London, UK (p. 61)

**PROGETTISTA** WWT Consulting

**RIFERIMENTO** [http://www.wwt.org.uk/wetland-centres/london/news/2013/07/wwt-](http://www.wwt.org.uk/wetland-centres/london/news/2013/07/wwt-news/wwt-news-conservation/school-fair-saved-by-wetland/)

**IMMAGINI** [news/wwt-news-conservation/school-fair-saved-by-wetland/](http://www.wwt.org.uk/wetland-centres/london/news/2013/07/wwt-news/wwt-news-conservation/school-fair-saved-by-wetland/)  
[http://www.susdrain.org/case-studies/case\\_studies/hollickwood\\_primary\\_school\\_london.html](http://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/hollickwood_primary_school_london.html)

**LUOGO** Augustenborg, D (p. 62)

**PROGETTISTA** -

**RIFERIMENTO** [http://i-](http://i-sustain.com/old/learningCenter/photoAlbum/Stormwater/Channels/slides/Stormwater%20channel.html)

**IMMAGINI** [sustain.com/old/learningCenter/photoAlbum/Stormwater/Channels/slides/Stormwater%20channel.html](http://i-sustain.com/old/learningCenter/photoAlbum/Stormwater/Channels/slides/Stormwater%20channel.html)

**LUOGO** Kronsberg, Hannover, D (p. 62)

**PROGETTISTA** -

**RIFERIMENTO** Hannover Kronsberg Handbook, p 72:

**IMMAGINI** [http://connectedcities.eu/downloads/showcases/kronsberg\\_hannover\\_handbook.pdf](http://connectedcities.eu/downloads/showcases/kronsberg_hannover_handbook.pdf)  
[http://www.laridanmark.dk/lar-i-kronsberg-tyskland/bilag/32590\\_3](http://www.laridanmark.dk/lar-i-kronsberg-tyskland/bilag/32590_3)

**LUOGO** Brescia (p. 63)

**PROGETTISTA** -

**RIFERIMENTO** Immagini di Alessandra Gelmini

**IMMAGINI**

**LUOGO** Malmö, S (p. 64)

**PROGETTISTA** -

**RIFERIMENTO** [http://i-](http://i-sustain.com/old/learningCenter/photoAlbum/Stormwater/Channels/slides/Path%20along%20the%20swale.html)

**IMMAGINI** [sustain.com/old/learningCenter/photoAlbum/Stormwater/Channels/slides/Path%20along%20the%20swale.html](http://i-sustain.com/old/learningCenter/photoAlbum/Stormwater/Channels/slides/Path%20along%20the%20swale.html)

**LUOGO** Western Harbour, Malmö, S (p. 64)

**PROGETTISTA** EcoCityLab

**RIFERIMENTO** <http://ecocitylab.org/field-trips.html>

**IMMAGINI**



# FONTI DELLE IMMAGINI

Il presente manuale, non redatto a fini commerciali, riporta immagini estratte dai siti tematici sotto elencati:

**LUOGO** Bristol Business Park, Bristol, UK (p. 65)  
**PROGETTISTA** Arup, reShaped Landscape Architecture  
**RIFERIMENTO** [http://www.susdrain.org/case-studies/case\\_studies/bristol\\_business\\_park.html](http://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/bristol_business_park.html)  
**IMMAGINI** <http://reshaped.uk.com/wordpress/portfolio/suds-swale-within-business-park-infrastructure/>  
<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110118095356/http://www.cab-e.org.uk/case-studies/bristol-business-park?photos=true&viewing=6154>

**LUOGO** Queen Mary's Walk, Northumberland, UK (p.65)  
**PROGETTISTA** Dŵr Cymru Welsh Water, Morgan Sindall, Arup, EC Harris  
**RIFERIMENTO** [http://www.susdrain.org/case-studies/case\\_studies/queen\\_marys\\_walk\\_llanelli.html](http://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/queen_marys_walk_llanelli.html)  
**IMMAGINI** [http://www.susdrain.org/case-studies/case\\_studies/queen\\_marys\\_walk\\_llanelli.html](http://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/queen_marys_walk_llanelli.html)

**LUOGO** Antioch, California, USA (p. 66)  
**PROGETTISTA** -  
**RIFERIMENTO** <http://www.lhvoss.com/FilterMaterials.htm>  
**IMMAGINI** <http://www.bioswale.com/bioswale-project-gallery/bioswale-antioch-ca/dsc00692/>  
<http://www.bioswale.com/bioswale-project-gallery/bioswale-antioch-ca/dsc00699/>

**LUOGO** Livermore, California, USA (p. 67)  
**PROGETTISTA** -  
**RIFERIMENTO** <http://www.lhvoss.com/FilterMaterials.htm>  
**IMMAGINI** <http://www.bioswale.com/bioswale-project-gallery/bioswale-livermore-california/dsc00156/>

**LUOGO** Pittsburg, California, USA (p. 67)  
**PROGETTISTA** -  
**RIFERIMENTO** <http://www.lhvoss.com/FilterMaterials.htm>  
**IMMAGINI** <http://www.bioswale.com/bioswale-project-gallery/bioswale-pittsburg-ca/pitts02/>

**LUOGO** South Jordan, Utah, USA (pp. 69, 72)  
**PROGETTISTA** Design Workshop, Inc.  
**RIFERIMENTO** <http://www.designworkshop.com/projects/daybreak.html>  
**IMMAGINI** <http://landscapeperformance.org/case-study-briefs/daybreak-community>

**LUOGO** Elvetham Heath, Hampshire, UK (p. 69)  
**PROGETTISTA** -  
**RIFERIMENTO** [http://www.susdrain.org/case-studies/case\\_studies/elvetham\\_heath\\_residential\\_hampshire.html](http://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/elvetham_heath_residential_hampshire.html)  
**IMMAGINI** [http://www.susdrain.org/case-studies/case\\_studies/elvetham\\_heath\\_residential\\_hampshire.html](http://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/elvetham_heath_residential_hampshire.html)

**LUOGO** High Point, Seattle, USA (p. 70)  
**PROGETTISTA** Mithun Architects, Designers and Planners  
**RIFERIMENTO** <http://uswateralliance.org/2010/11/01/driving-political-change-on-green-infrastructure/>  
**IMMAGINI** <http://uswateralliance.org/2010/11/01/driving-political-change-on-green-infrastructure/>

**LUOGO** Postdamer Platz, Berlino, D (p. 70)  
**PROGETTISTA** Renzo Piano Building Workshop  
**RIFERIMENTO** <http://www.thesolutionsjournal.com/node/981>  
**IMMAGINI**



# FONTI DELLE IMMAGINI

Il presente manuale, non redatto a fini commerciali, riporta immagini estratte dai siti tematici sotto elencati:

**LUOGO** Leicester, UK (p. 72)

**PROGETTISTA** -

**RIFERIMENTO** [http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/suds-components/retention\\_and\\_detention/Detention\\_basins.html](http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/suds-components/retention_and_detention/Detention_basins.html)  
**IMMAGINI** [http://nwrn.eu/sites/default/files/nwrn\\_ressources/u10\\_-\\_detention\\_basins.pdf](http://nwrn.eu/sites/default/files/nwrn_ressources/u10_-_detention_basins.pdf)

**LUOGO** Alcester Primary Care Centre, Warwickshire, UK (p. 73)

**PROGETTISTA** DSA Environment & Design, David Singleton, Gerard Harries

**RIFERIMENTO** [http://www.susdrain.org/case-](http://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/alcester_primary_care_centre_warwickshire.html)

**IMMAGINI** [studies/case\\_studies/alcester\\_primary\\_care\\_centre\\_warwickshire.html](http://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/alcester_primary_care_centre_warwickshire.html)

**LUOGO** Preganziol, TV (p. 73)

**PROGETTISTA** Iridra Srl

**RIFERIMENTO** <http://www.iridra.eu/it/>

**IMMAGINI**

**LUOGO** Highway 61, Minnesota, USA (p. 74)

**PROGETTISTA** -

**RIFERIMENTO** Documento formato pdf, Julie A. McDonnell et al., Highway 61 Stormwater

**IMMAGINI** Natural Drainageand Retrofit Identification Project, 2008, p. 15  
<http://www.scribd.com/doc/29676091/Highway-61-Stormwater-Natural-Drainage-and-Retrofit-Identification-Project-306-10-07>

**LUOGO** Manassas, Elementary School, Virginia, USA (p. 74)

**PROGETTISTA** Peter Joseph O'Shea and Wilson Sitework

**RIFERIMENTO** [http://beeranddesign.com/2013/01/30/peter-oshea-manassas-park-](http://beeranddesign.com/2013/01/30/peter-oshea-manassas-park-elementary/)  
**IMMAGINI** [elementary/](http://beeranddesign.com/2013/01/30/peter-oshea-manassas-park-elementary/)

**LUOGO** Verde pensile intensivo (p. 76)

**PROGETTISTA** -

**RIFERIMENTO** In alto a sin.: <http://www.optigreen.in/SystemSolutions/Light-weight-Roof.html>

**IMMAGINI**

**LUOGO** Verde pensile estensivo (p. 76)

**PROGETTISTA** -

**RIFERIMENTO** Centrale a sin., *New York State Rain Garden Manual*, p. 15:

**IMMAGINI** <http://www.slideshare.net/Sotirakou964/new-york-state-rain-garden-manual>

In basso a sin.:

<http://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/progetti/nel-mondo/tetto-verde-universita-singapore-962/>

In basso a ds.: <http://www.greenroofs.com/blog/tag/linda-dobson/>

**LUOGO** Cisterne per stoccaggio e riuso acqua (p. 77)

**PROGETTISTA** -

**RIFERIMENTO** Prima riga in alto: immagini dell'Autore

**IMMAGINI** Centrale a sin.: <http://www.asb.sk/tzb/vyuzitie-zrazkovej-vody-zpovrchoveho-odtoku-vbudovach>

Centrale a ds.:

[http://water.epa.gov/infrastructure/greeninfrastructure/gi\\_what.cfm](http://water.epa.gov/infrastructure/greeninfrastructure/gi_what.cfm)

**LUOGO** Strutture modulari per percolazione acque piovane (p. 77)

**PROGETTISTA** -

**RIFERIMENTO** In basso a sin.: [http://www.manadatrading.sk/vsakovanie-a-zadrziavanie-](http://www.manadatrading.sk/vsakovanie-a-zadrziavanie-dazdovej-vody/vsakovaci-blok/)

**IMMAGINI** [dazdovej-vody/vsakovaci-blok/](http://www.manadatrading.sk/vsakovanie-a-zadrziavanie-dazdovej-vody/vsakovaci-blok/)

In basso a ds.: immagine dell'Autore



# FONTI DELLE IMMAGINI

Il presente manuale, non redatto a fini commerciali, riporta immagini estratte dai siti tematici sotto elencati:

**LUOGO** Pavimentazioni drenanti applicate a spazi pubblici o privati (p. 79)

**PROGETTISTA** -

**RIFERIMENTO** In alto a sin.: [http://www.lemonde.fr/m-styles/article/2012/09/21/new-york-](http://www.lemonde.fr/m-styles/article/2012/09/21/new-york-se-la-coule-verte_1762920_4497319.html)

**IMMAGINI** [se-la-coule-verte\\_1762920\\_4497319.html](http://www.lemonde.fr/m-styles/article/2012/09/21/new-york-se-la-coule-verte_1762920_4497319.html)

In alto a ds.: [http://www.gallotta.it/P\\_326\\_Acciottolato.html](http://www.gallotta.it/P_326_Acciottolato.html)

Centrale a sin.: [http://www.edilportale.com/prodotti/ceda/grigliato-erboso-in-calcestruzzo/lagos\\_5201.html](http://www.edilportale.com/prodotti/ceda/grigliato-erboso-in-calcestruzzo/lagos_5201.html)

Centrale a ds.:

[http://english.visitkorea.or.kr/enu/SI/SI\\_EN\\_3\\_1\\_1\\_1.jsp?cid=616210](http://english.visitkorea.or.kr/enu/SI/SI_EN_3_1_1_1.jsp?cid=616210)

In basso a sin.: immagine di F. Natalucci

In basso a ds.: [http://www.edilportale.com/prodotti/granulati-zandobbio/pavimentazione-stradale/calcestre\\_128542.html](http://www.edilportale.com/prodotti/granulati-zandobbio/pavimentazione-stradale/calcestre_128542.html)

**LUOGO** Pavimentazioni drenanti applicate a parcheggi (p. 80)

**PROGETTISTA** -

**RIFERIMENTO** In alto a sin.: immagine dell'Autore

**IMMAGINI** In alto a ds. New York State Rain Garden Manual, p. 31:

<http://www.slideshare.net/Sotirakou964/new-york-state-rain-garden-manual>

Centrale a sin.: <http://www.parkingconsultants.com/sustainability-in-parking/>

Centrale a ds.:

<http://www.tegolaia.com/gallery/9000000027/0000000207/0000000001/Cordo-netto.ashx>

In basso a sin.: <http://www.iocostruisco.it/materiali/pavimentazioni-drenanti-equilibrio-tra-tecnologia-e-natura.htm>

In basso a ds.:

[http://www.gardenpiave.it/prodotti/arredo\\_giardino/grigliati\\_salvaprato/tenax\\_pratoblock\\_grigliato\\_salva\\_prato/](http://www.gardenpiave.it/prodotti/arredo_giardino/grigliati_salvaprato/tenax_pratoblock_grigliato_salva_prato/)

