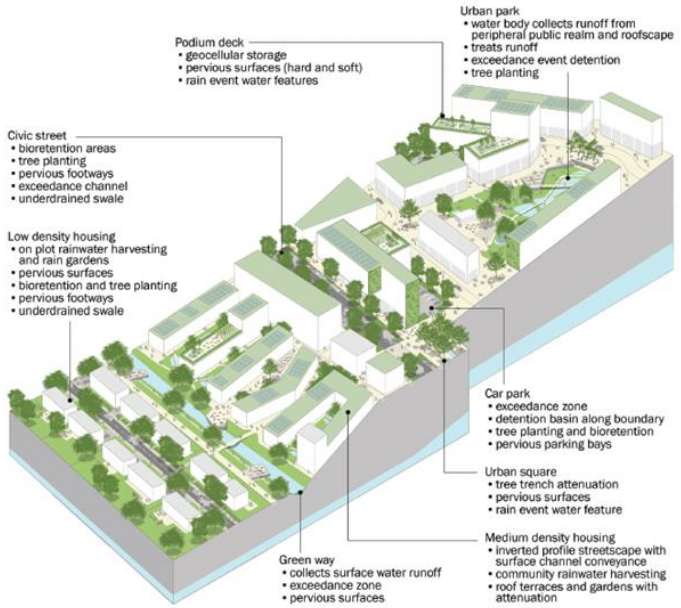


Drenaggio urbano sostenibile (SuDS – Sustainable Drainage Systems)

Parte 1: L'approccio, le scale di applicazione e le soluzioni tecniche

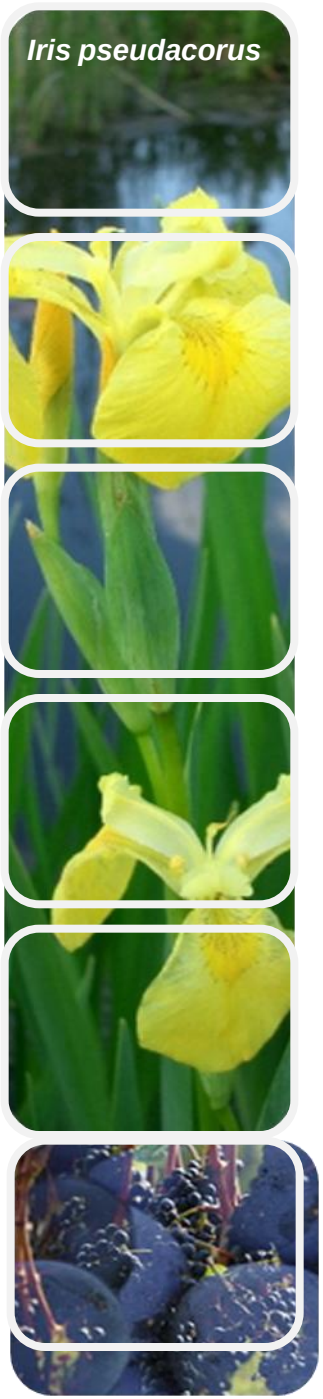
PhD Ing. Anacleto Rizzo
Iridra Srl

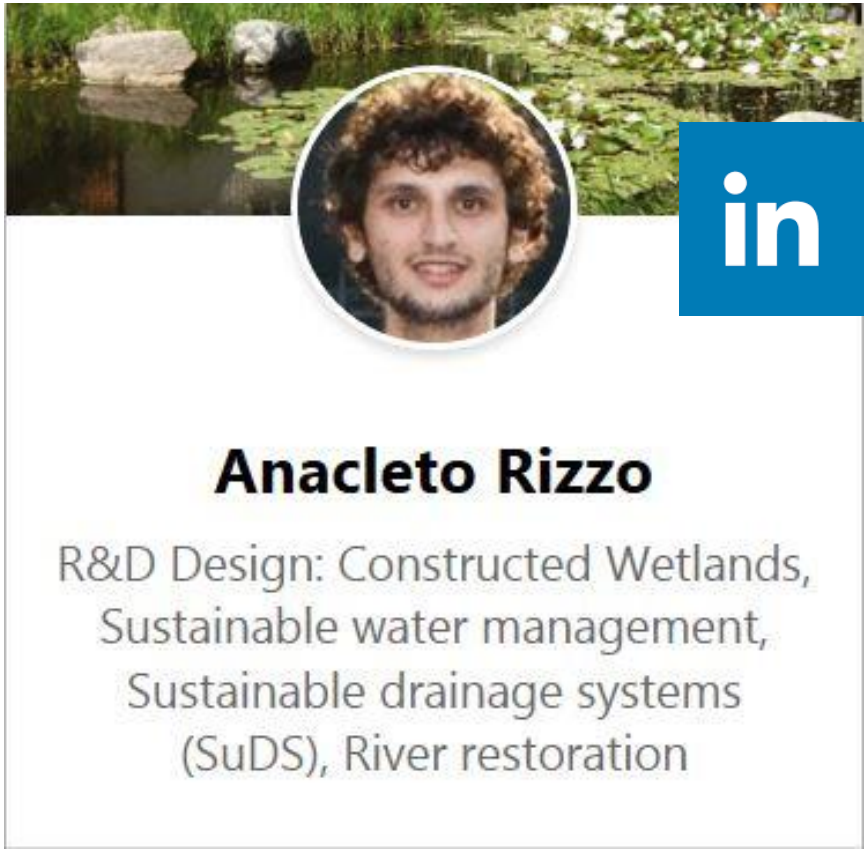
IRIDRA S.r.l.

ERSAF
ENTE REGIONALE PER I SERVIZI ALL'AGRICOLTURA E ALLE FORESTE

RegioneLombardia

CONTRATTI di FIUME





Anacleto Rizzo

R&D Design: Constructed Wetlands, Sustainable water management, Sustainable drainage systems (SuDS), River restoration

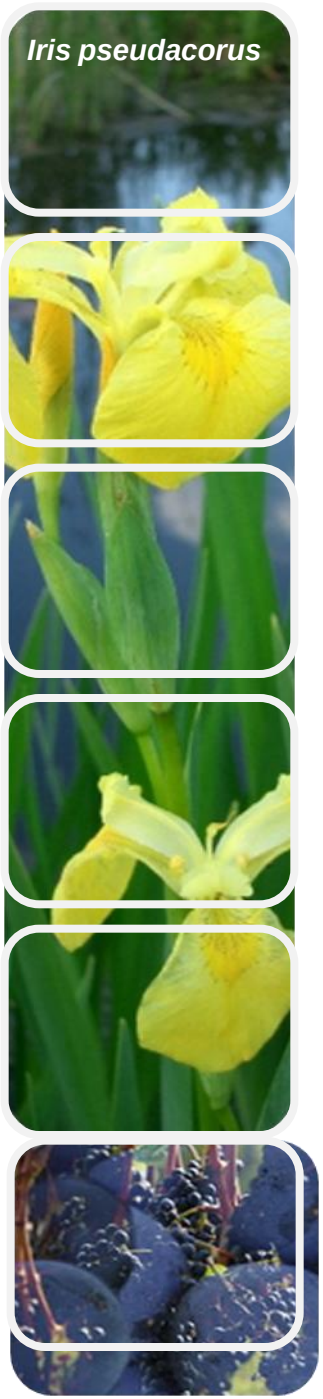
IRIDRA SRL

Fitodepurazione, gestione sostenibile delle acque, soluzioni basate sulla natura e drenaggio urbano sostenibile

via A. La Marmora 51, 50121 Firenze

Tel. 055470729 Fax 055475593

www.iridra.com info@iridra.com



Programma del modulo

A. Introduzione e definizioni

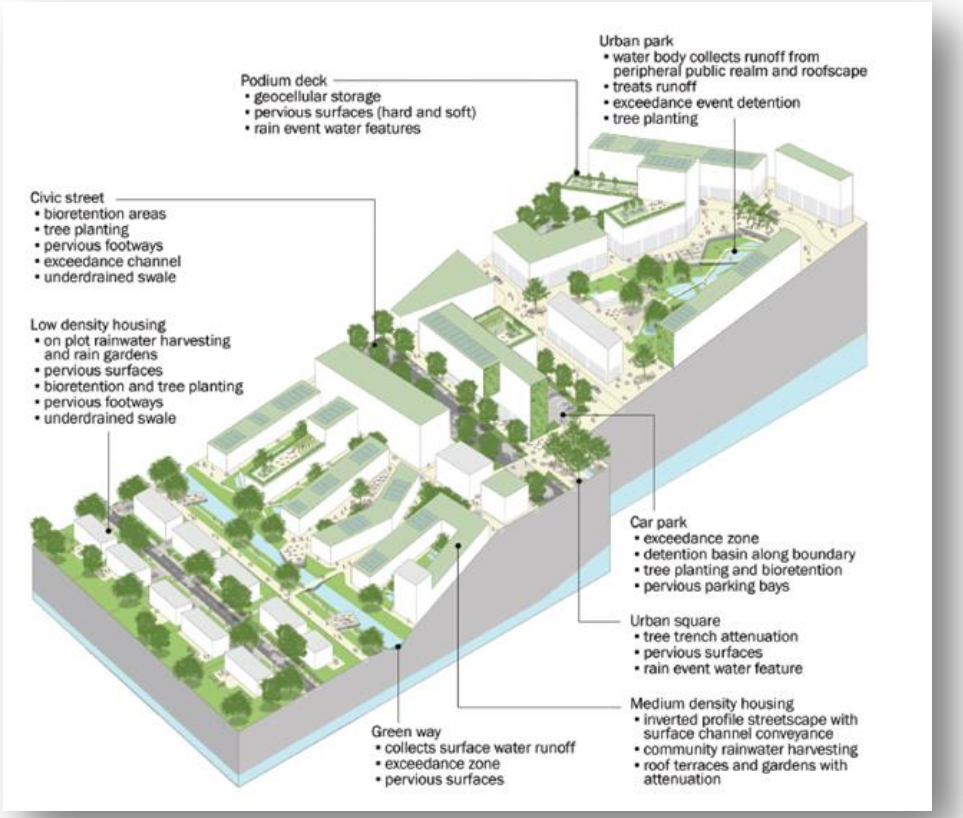
B. Le scale di applicazione

C. Le tecniche

D. Referenze

IRIDRA S.r.l.

Modulo A: Introduzione e definizioni



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

A - Introduzione e definizioni

Servizi ecosistemici

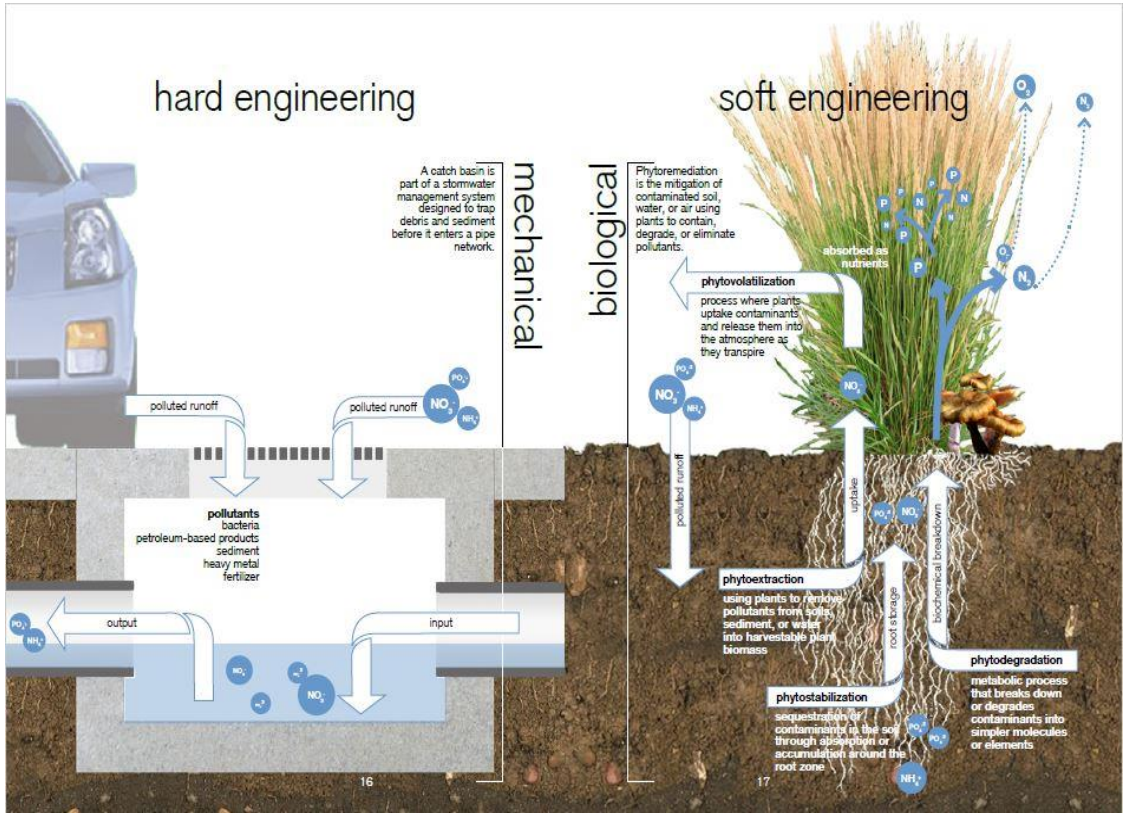
I **Servizi Ecosistemici** - *Ecosystem Services* - sono definiti come "i contributi, diretti o indiretti, degli ecosistemi al benessere umano"

A - Introduzione e definizioni

Hard engineering vS Soft engineering

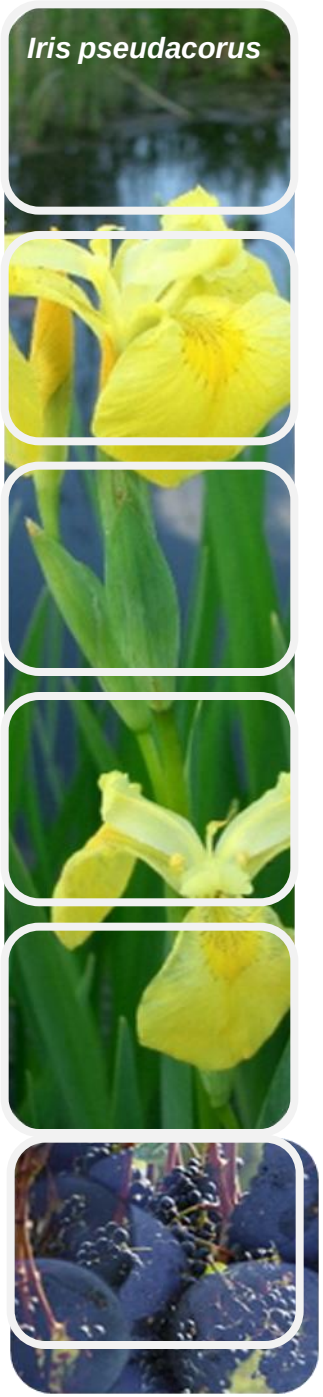
13 esempi di **Servizi Ecosistemici** forniti da soluzioni naturali - *Soft Engineering* - per il drenaggio urbano delle acque di pioggia rispetto agli approcci tradizionali - *Hard Engineering*:

1. regolazione atmosferica
2. regolazione climatica
3. regolazione idrica
4. recupero delle acque
5. controllo dell'erosione e trattenimento dei sedimenti
6. formazione di suolo
7. bilanciamento cicli dei nutrienti
8. riduzione carico inquinante sfruttando i processi naturali
9. pollinazione
10. aumento biodiversità
11. produzione di biomasse
12. aumento aree ricreative
13. educazione ambientale



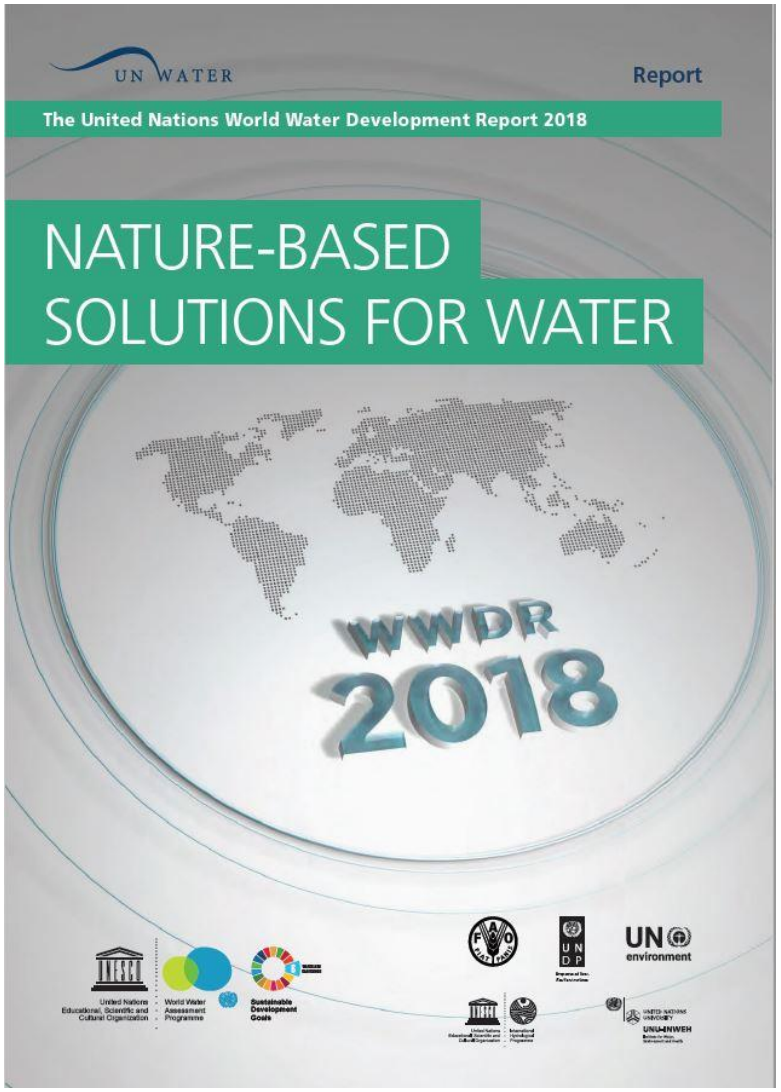
Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.



A - Introduzione e definizioni

Nature-based solutions



NBS use or mimic natural processes to enhance water availability, improve water quality, and reduce risks associated with water-related disasters and climate change

IRIDRA S.r.l.

A - Introduzione e definizioni

Green-Blue Infrastructure

Le **Green-Blue Infrastructure** (infrastutture verdi e blu) possono essere definiti definite come una rete di spazi verdi e blu che sfruttano i *servizi ecosistemici* per fornire benefici sia alle persone che all'ambiente

Fonte: Gibelli G., 2015, Manuale di drenaggio urbano

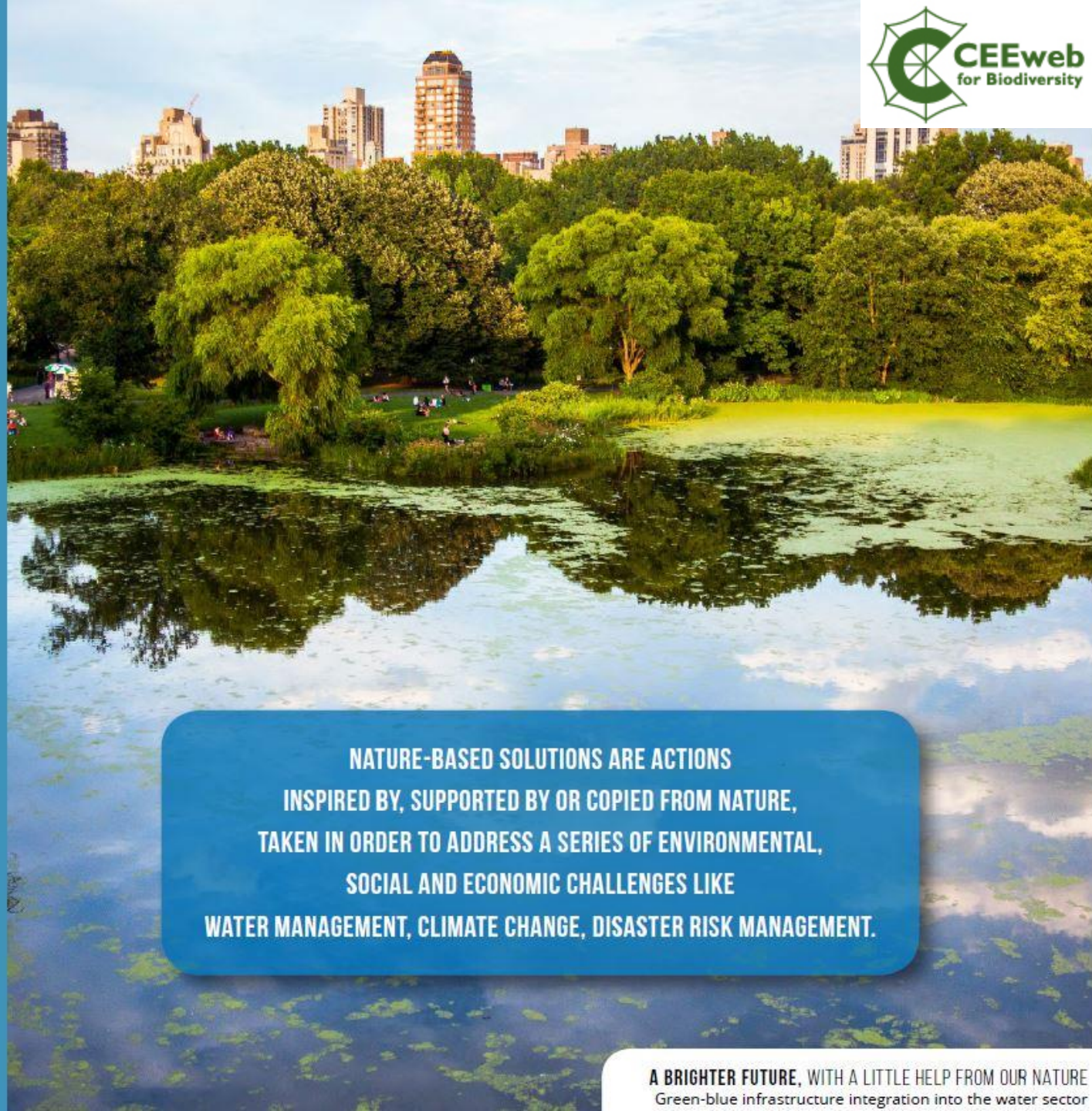
IRIDRA S.r.l.

WHAT IS GREEN-BLUE INFRASTRUCTURE?

It is a network of green and blue spaces that provides multiple significant benefits both for people and nature.

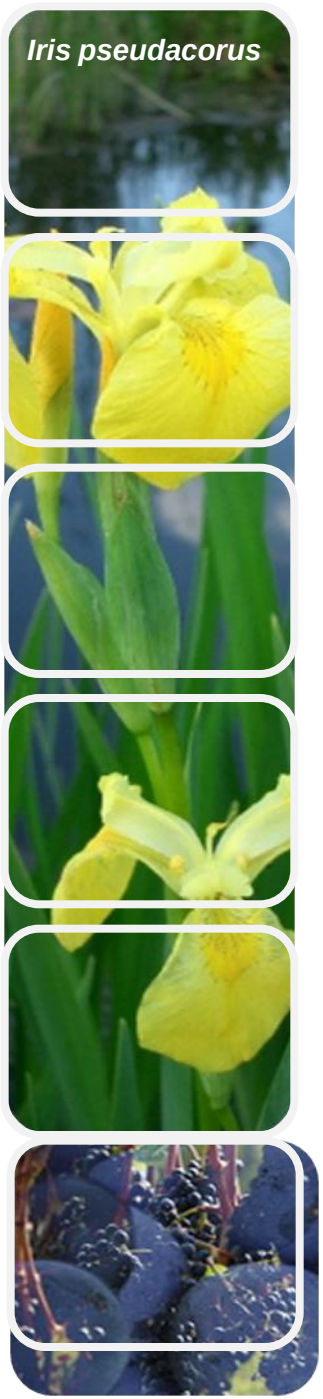
Tree lines, woodlands, polders, oxbows and other green and blue spaces (or "green-blue infrastructure elements") have always been around us, and are now getting more and more popular as the growing urban population is seeking to reconnect with nature. They are present both in urban and rural settings and can range from small-scale urban spaces such as indoor rain gardens, permeable pavements, and green roofs to very large areas like nature reserves, floodplains and extended riparian forests. These solutions can have various names, such as "room for the river", "natural water retention measures", "nature-based solutions" and similar, while still having the very same goal - a sustainable use and preservation of nature.

Moreover, the added value of green and blue infrastructure is in putting these elements together into a network in order to enhance their connectivity and strengthen the multiple benefits for nature and society. It also enables the creation of a framework for a more structured approach to the management of those benefits.



CEEweb for Biodiversity

NATURE-BASED SOLUTIONS ARE ACTIONS INSPIRED BY, SUPPORTED BY OR COPIED FROM NATURE, TAKEN IN ORDER TO ADDRESS A SERIES OF ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND ECONOMIC CHALLENGES LIKE WATER MANAGEMENT, CLIMATE CHANGE, DISASTER RISK MANAGEMENT.



A - Introduzione e definizioni

Impatti Hard Engineering

L'**hard engineering**, con l'obiettivo di allontanare il più velocemente possibile le acque di pioggia ricadenti su superfici urbane impermeabilizzate, ha comportato una serie di effetti negativi:

- Allagamenti urbani
- Erosione
- Inquinamento dei fiumi

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

A - Introduzione e definizioni

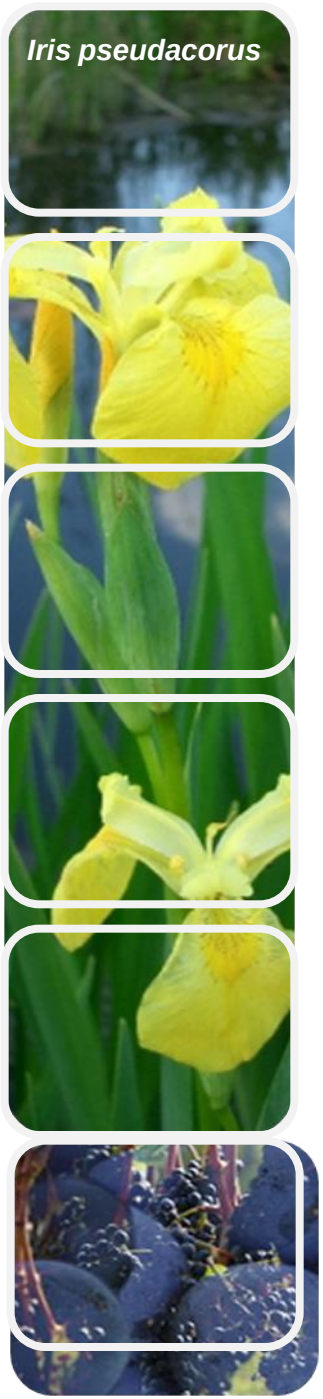
Impatto Hard Engineering

Sponge city (città spugna) è un termine coniato in Cina e riguarda lo sviluppo di città in grado di assorbire l'acqua piovana come delle " spugne ", e quindi di ridurre i rischi di allagamento in ambiente urbano dovuti all'eccessiva impermeabilizzazione

Can 'sponge cities' solve China's urban flooding problem?

WADE SHEPARD JULY 28, 2016

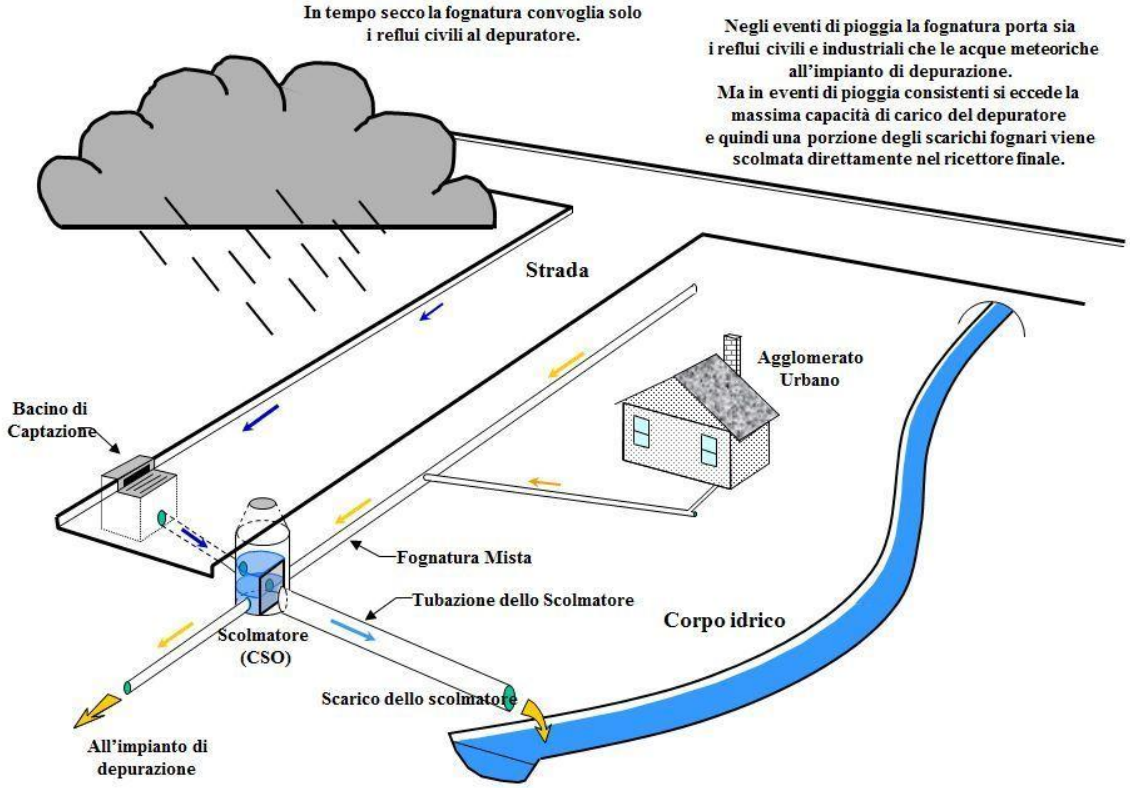
Floods in cities across China this year have caused as much as US$45 billion worth of damage. (Paul Gonzalez/flickr/cc)

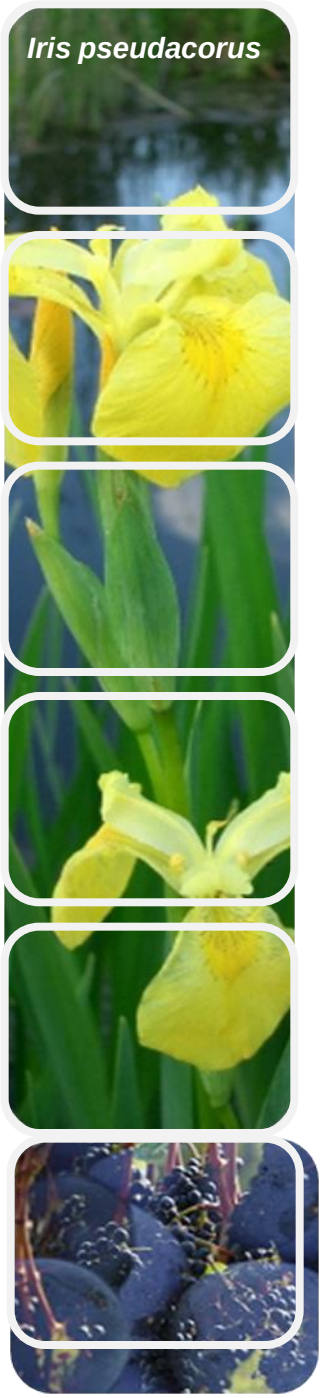


A - Introduzione e definizioni

Impatti Hard Engineering

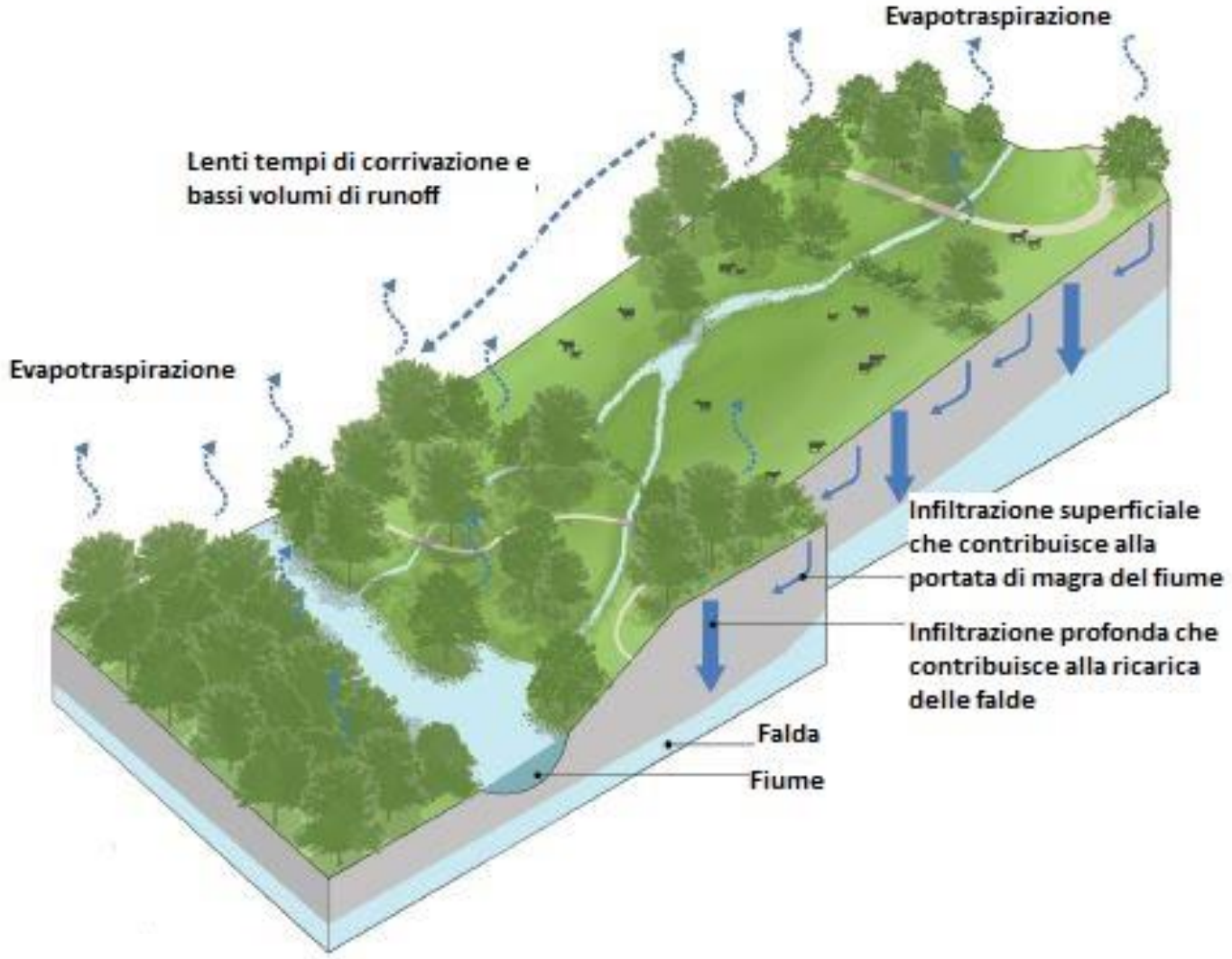
In caso di fognature miste l'impatto inquinante delle acque di pioggia sui corpi idrici è anche superiore per via degli **sfioratori di piena**, i quali scaricano nei corpi idrici acque non trattate contaminate sia dagli inquinanti accumulati in tempo secco sulle pavimentazioni, che da acque reflue nere





A - Introduzione e definizioni

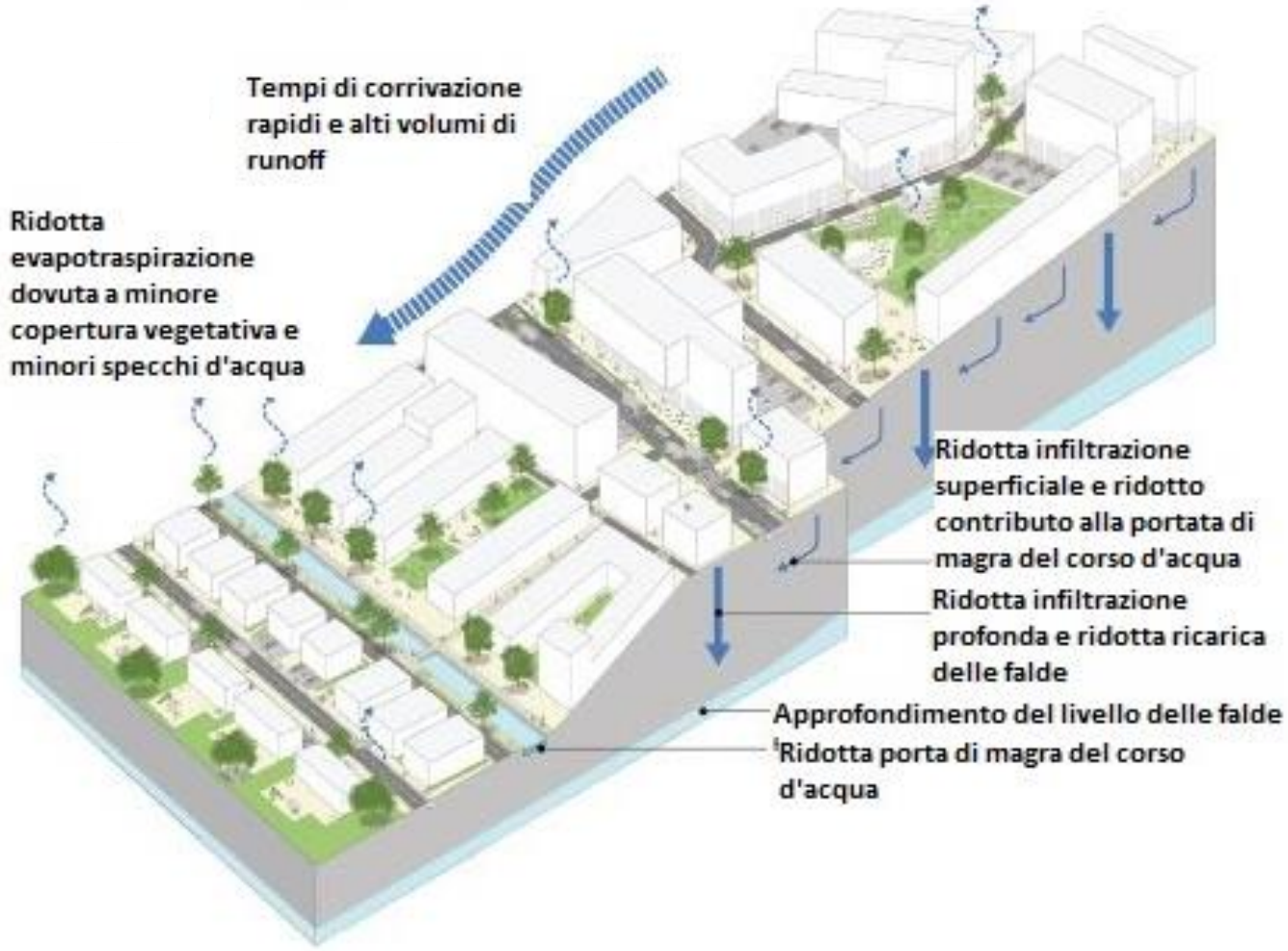
Stato prima dell'urbanizzazione



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

A - Introduzione e definizioni

Stato dopo l'urbanizzazione

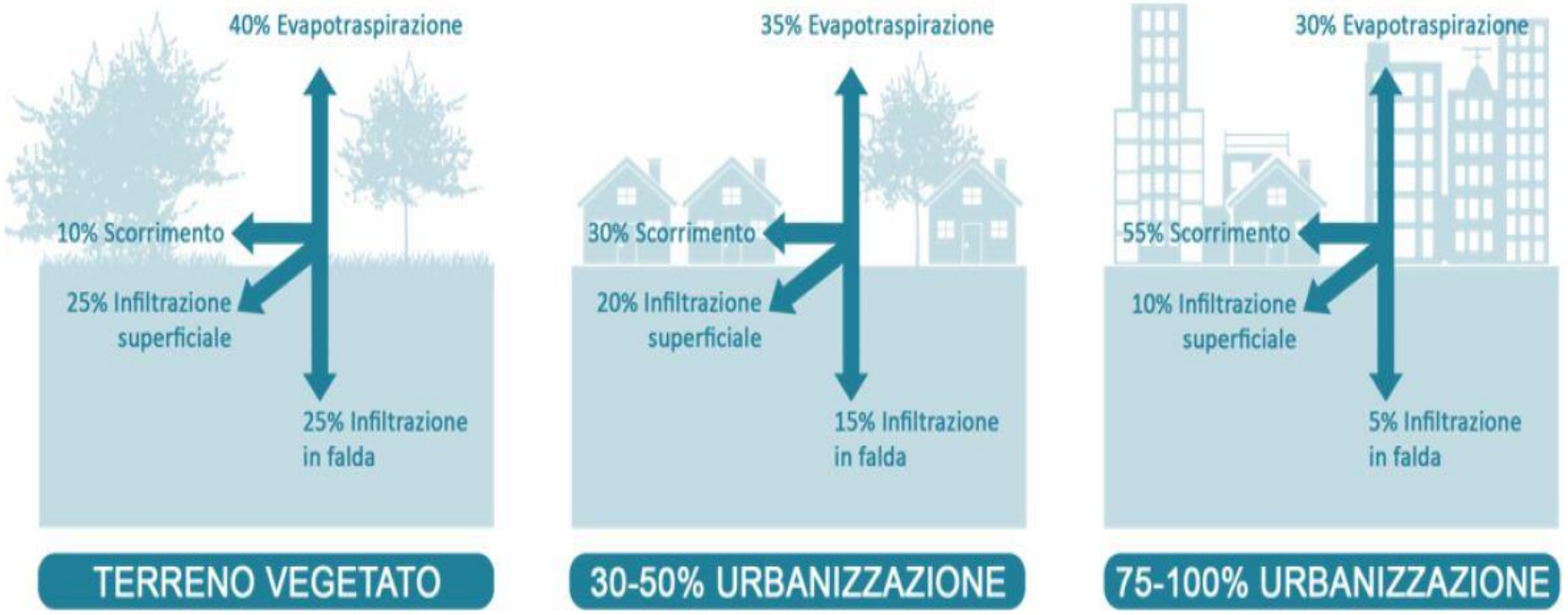


Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

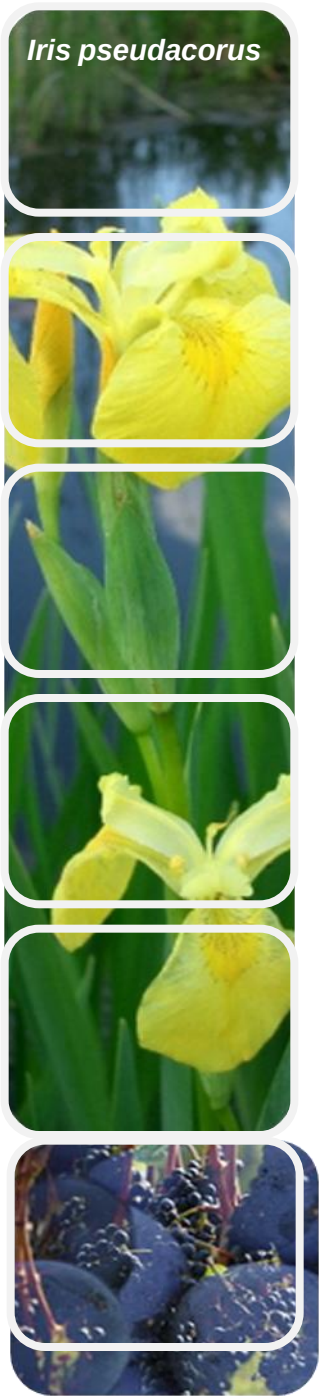
A - Introduzione e definizioni

Impatto urbanizzazione



Fonte: Gibelli G., 2015, Manuale di drenaggio urbano

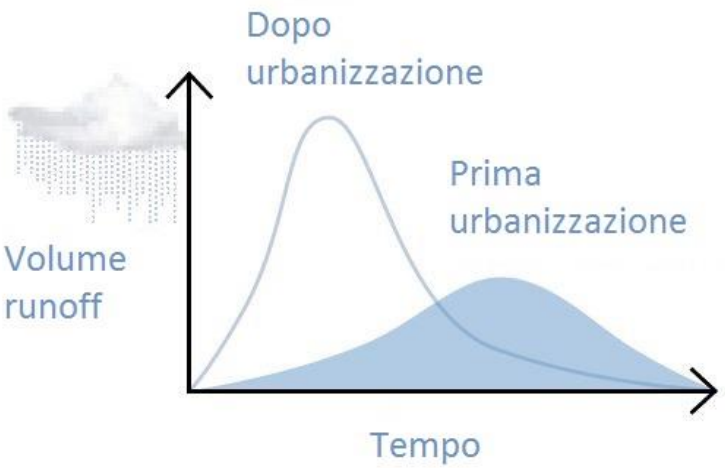
IRIDRA S.r.l.



A - Introduzione e definizioni

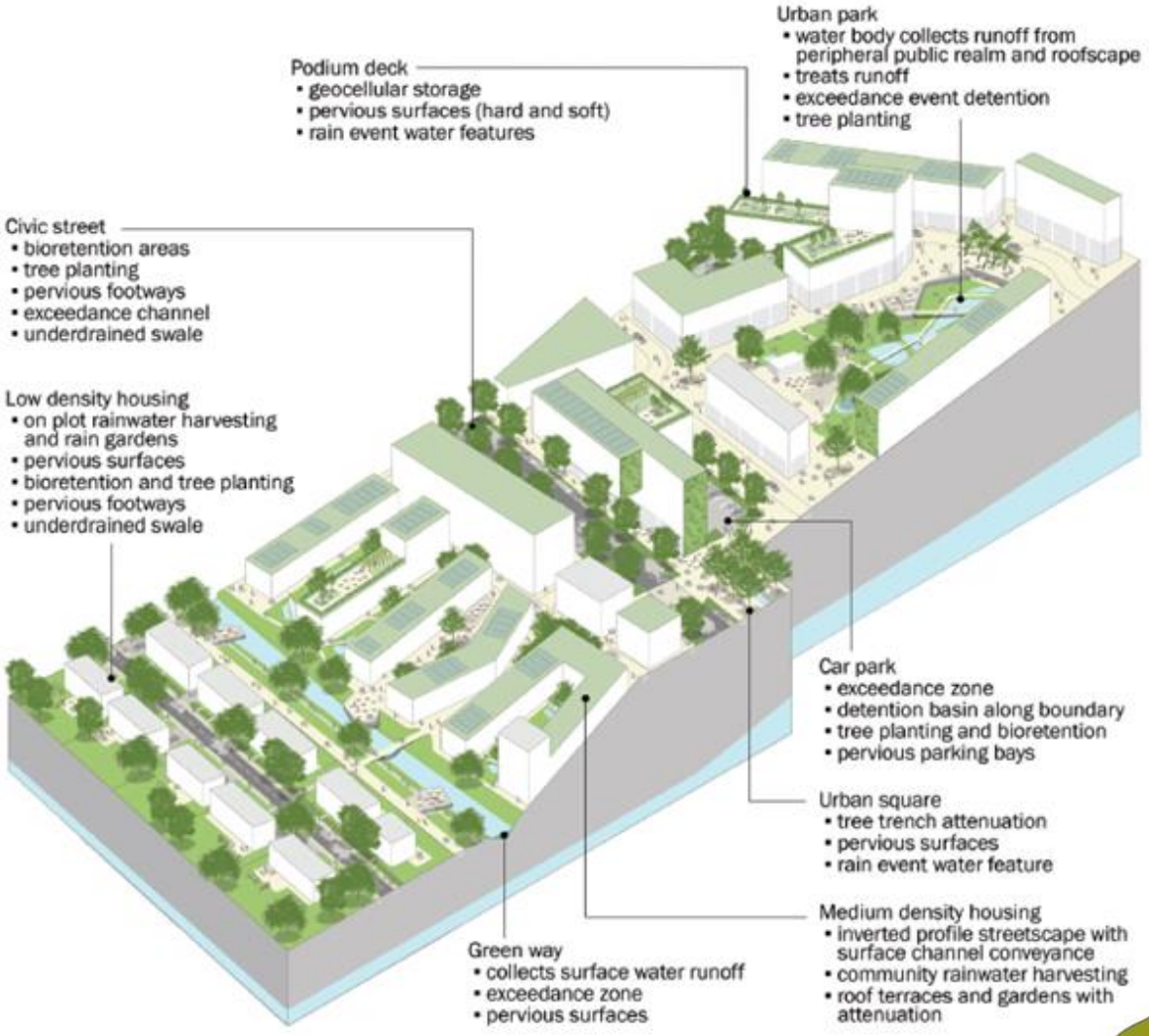
Drenaggio urbano sostenibile

Alla base della Soft Engineering ci sono le tecniche di **drenaggio urbano sostenibile** ***(Sustainable Drainage systems - SuDS)***, che si pongono l'obiettivo di gestire le acque di pioggia ricadenti in aree urbane in modo da riequilibrare il bilancio idrologico e ridurre il carico inquinante dei corpi idrici, passando da uno stadio dopo l'urbanizzazione ad uno stadio prima delll'urbanizzazione



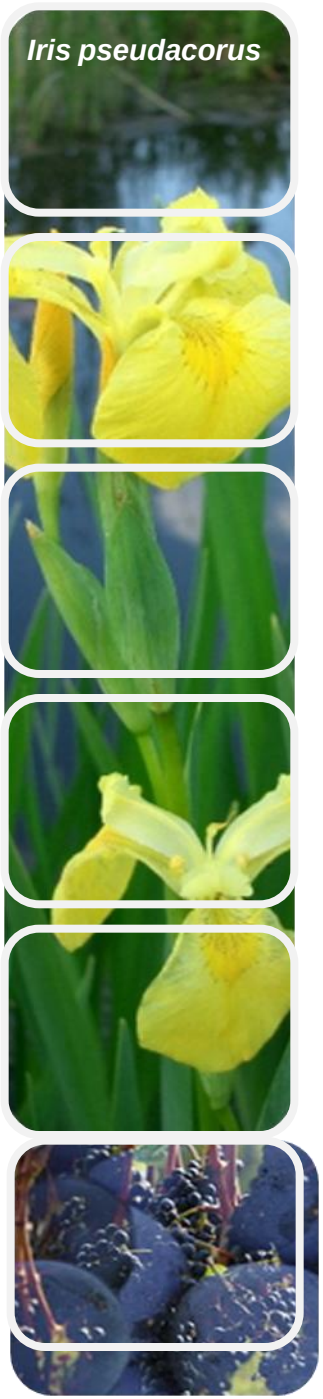
A - Introduzione e definizioni

Drenaggio urbano sostenibile



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.



A - Introduzione e definizioni

Diverse definizioni di letteratura

Conosciuta con diverse parole chiave:

- SuDS — Sustainable drainage systems
- WSUD — Water Sensitive Urban Design
- LID — Low impact development
- BMP — Best management practices

Urban Water Journal, 2014
http://dx.doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314

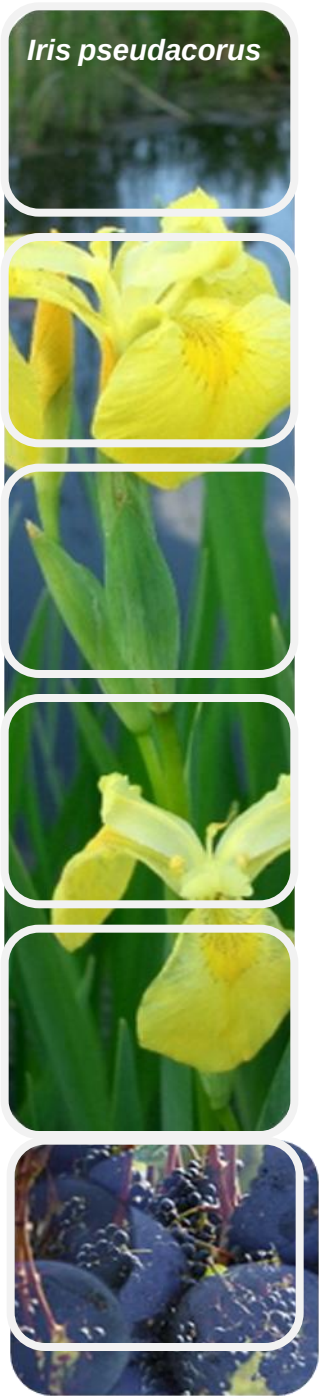
Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

RESEARCH ARTICLE

SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage

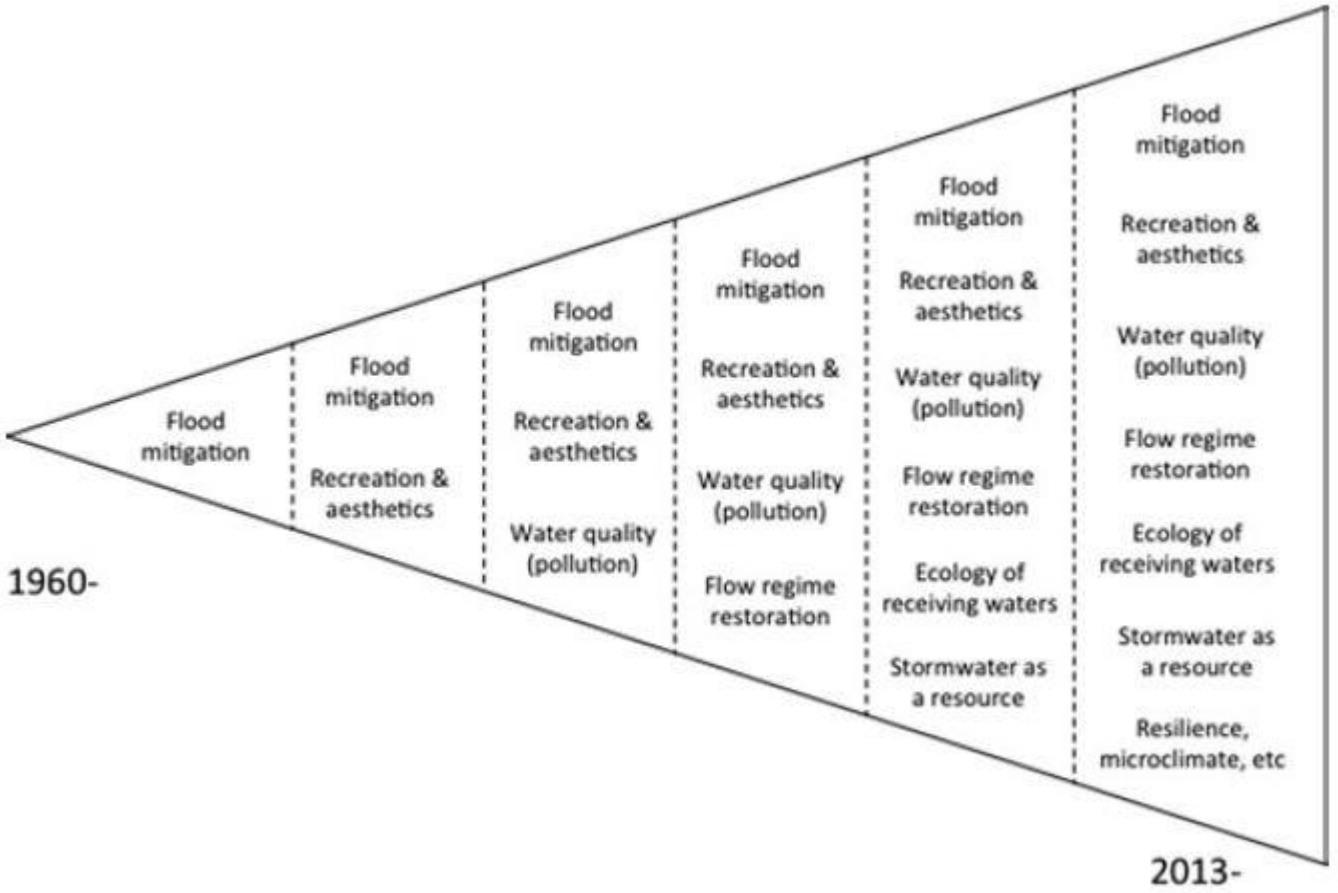
Tim D. Fletcher[a]*, William Shuster[b], William F. Hunt[c], Richard Ashley[d], David Butler[e], Scott Arthur[f], Sam Trowsdale[g], Sylvie Barraud[h], Annette Semadeni-Davies[i], Jean-Luc Bertrand-Krajewski[h], Peter Steen Mikkelsen[j], Gilles Rivard[k], Mathias Uhl[l], Danielle Dagenais[m] and Maria Viklander[n]

IRIDRA S.r.l.

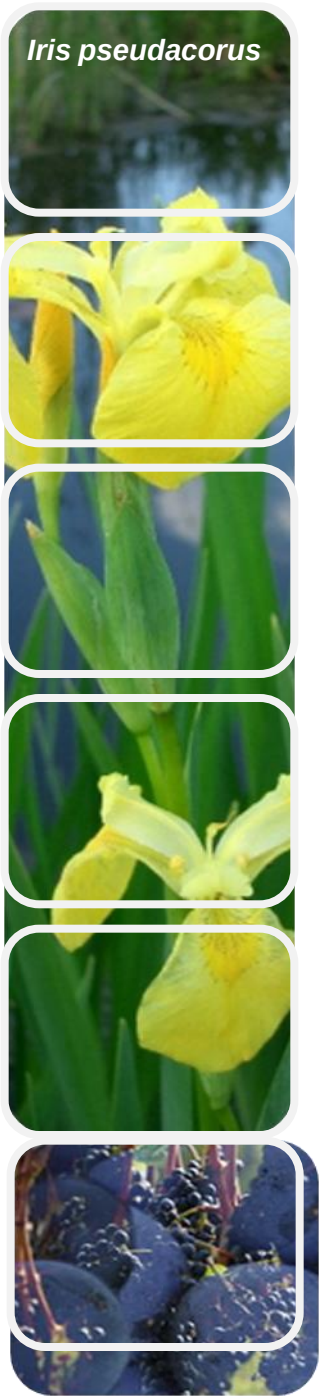


A - Introduzione e definizioni

Diverse definizioni di letteratura

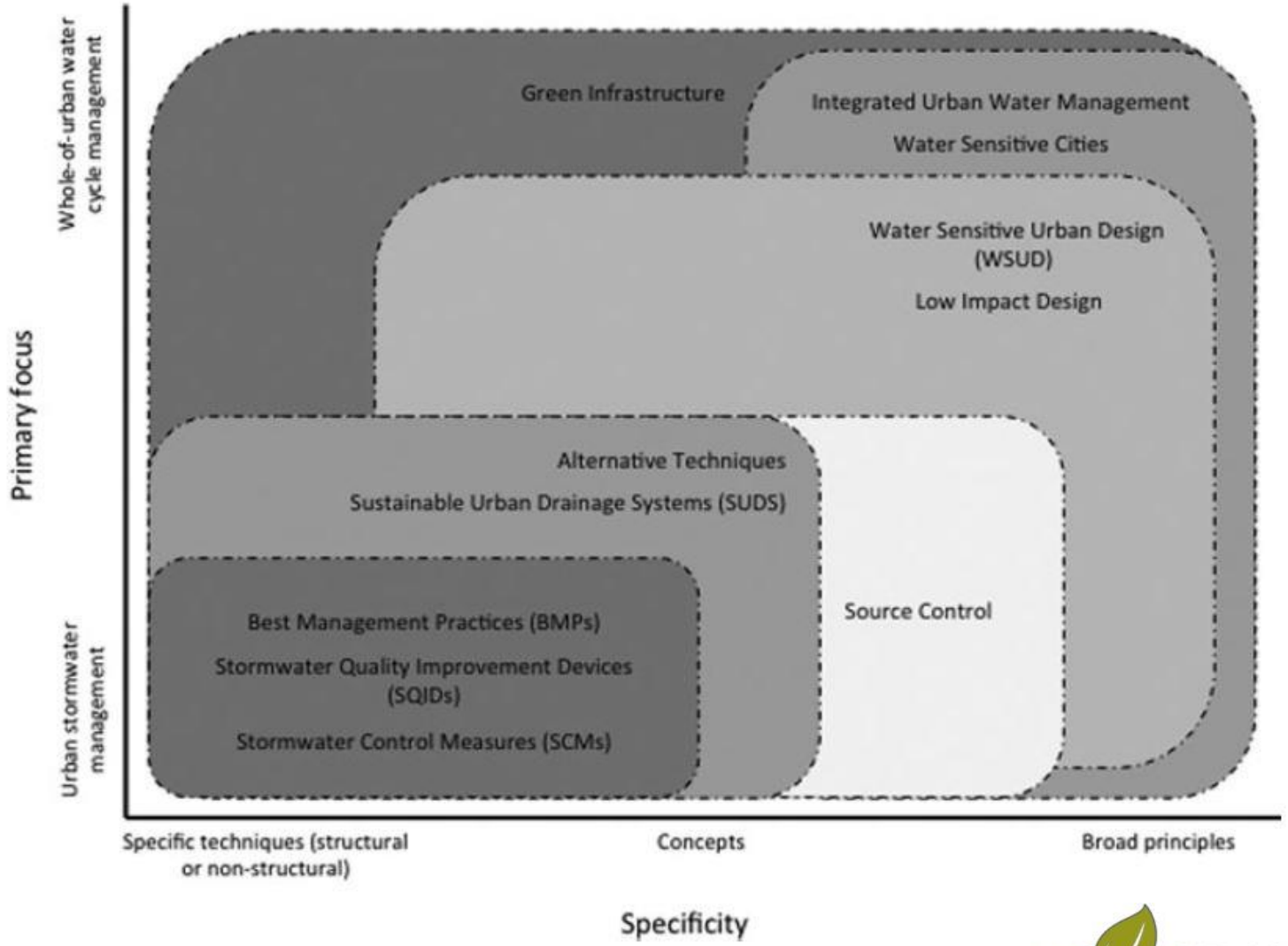


Fonte: Fletcher et al. 2014.



A - Introduzione e definizioni

Diverse definizioni di letteratura



Fonte: Fletcher et al. 2014.

A - Introduzione e definizioni

Diverse definizioni di letteratura

NATURAL CAPITAL: The planetary resources (e.g., plants, animals, air, water, soils, minerals) that sustain life and well-being. Natural capital underpins clean air, water and energy security, shelter, medicine, and more. Natural capital concepts are increasingly applied in national and corporate accounting to keep track of society's dependence and impact on these vital resources.

NATURE-BASED SOLUTIONS: An umbrella term referring to actions that protect, manage, and restore natural capital in ways that address societal challenges effectively and adaptively. These include structural and nonstructural actions, ranging from ecosystem restoration to integrated resource management, green infrastructure, and more.

GREEN INFRASTRUCTURE: A subset of nature-based solutions that intentionally and strategically preserves, enhances, or restores elements of a natural system to help produce higher-quality, more resilient, and lower-cost infrastructure services. Infrastructure service providers can integrate green infrastructure into built systems.

IRIDRA S.r.l.

A - Introduzione e definizioni

Esempi: Malmö (Svezia)

Fonte: Gibelli G., 2015, Manuale di drenaggio urbano

IRIDRA S.r.l.

A - Introduzione e definizioni

Esempi: Sydney (Australia)

Fonte: Gibelli G., 2015, Manuale di drenaggio urbano

IRIDRA S.r.l.

A - Introduzione e definizioni

Esempi: Water Plaza, Rotterdam (Olanda)

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

A - Introduzione e definizioni

Esempi: Manassas, Elementary School, Virginia (USA)

Fonte: Gibelli G., 2015, Manuale di drenaggio urbano

IRIDRA S.r.l.

A - Introduzione e definizioni

Esempi: Potsdamer Plaza, Berlino (Germania)

Sistemi di raccolta, riciclo e riuso delle acque meteoriche
Atelier Dreiseitl, Potdamer Plaza, Berlino (GERMANIA)

A - Introduzione e definizioni

Esempi: Tanner Springs Park, Portland (USA)

1 **Sistemi di raccolta e riciclo delle acque meteoriche**
Atelier Dreiseitl, Tanner Springs Park, Portland (USA)

IRIDRA S.r.l.

A - Introduzione e definizioni

Esempi: Chulalongkorn Centennial Park, Bangkok (Thailandia)

IRIDRA S.r.l.

A - Introduzione e definizioni

Esempi: Singapore (Bishang)

LOCALITA'
Singapore, Bishan
CONTESTO/INQUADRAMENTO AMBIENTALE
Parco urbano
TIPO DI INTERVENTO
Rinaturalizzazione del Kallang River (Bishan Park)
FUNZIONI SVOLTE

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

Fonte: Gibelli G., 2015, Manuale di drenaggio urbano

IRIDRA S.r.l.

A - Introduzione e definizioni

Benefici idrologici

Riduzione coefficiente di afflusso

Coefficiente di runoff da impermeabile (0.9) a permeabile vegetato (0.4-0.6): **miglioramento dei volumi infiltrati in eventi intensi del 30-60%**

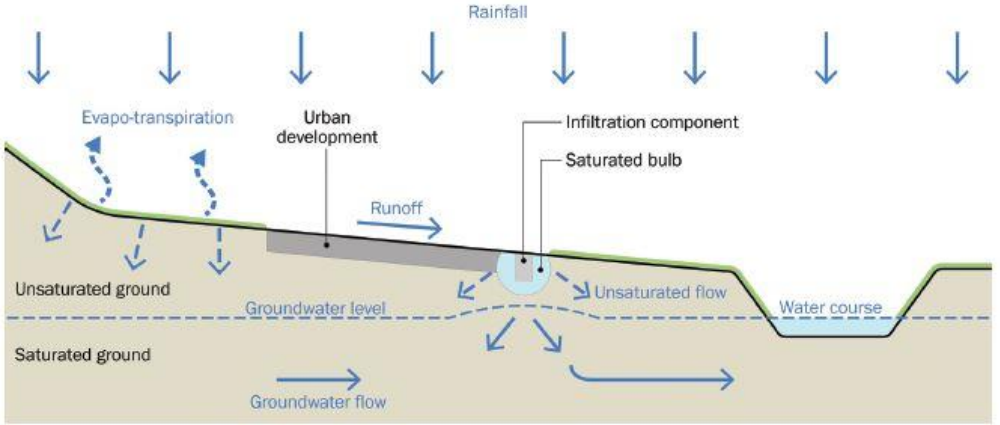


Figure 25.1 Typical surface water management infiltration system

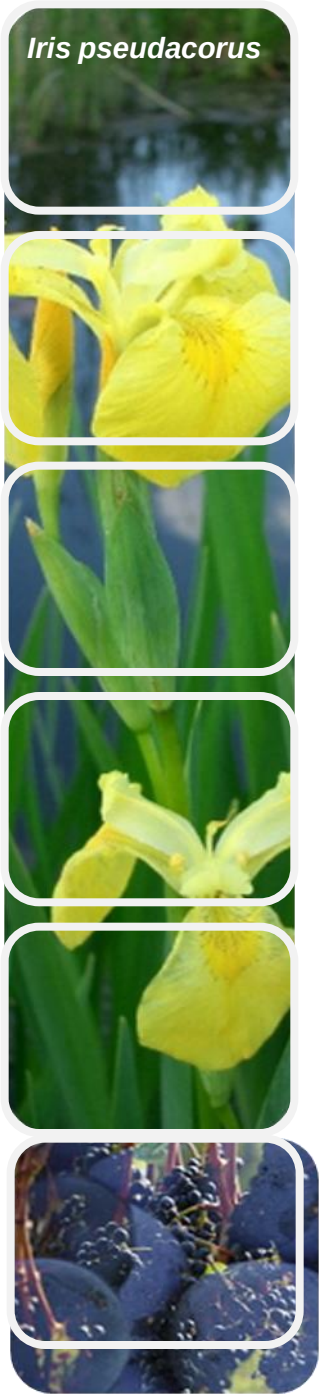
TABLE 11.4 Suggested initial runoff coefficients for RWH yield analysis (from BS 8515:2009+A1:2013)

Surface type	Runoff coefficient
Pitched roof with profiled metal sheeting	0.95
Pitched roof with tiles	0.90
Flat roof without gravel	0.80
Flat roof with gravel	0.60
Green roof, intensive[1]	0.30
Green roof, extensive[1]	0.60
Permeable pavement (concrete blocks)[2]	0.60
Road/pavement	0.75

Note
1 Green roof runoff yield is particularly uncertain and varies with season. There may also be negative colouration impacts.
2 This reflects the proportion of rainfall that finds its way through the overlying surface to subsurface collection points for RWH.

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.



A - Introduzione e definizioni

Benefici idraulici

A scala annuale volumi infiltrati maggiori → SuDS tipicamente progettati per bassi eventi di ritorno (<2-5 anni – primi 5-10 mm)

In realtà si è in grado di infiltrare **più del 90%** delle acqua di pioggia intercettate

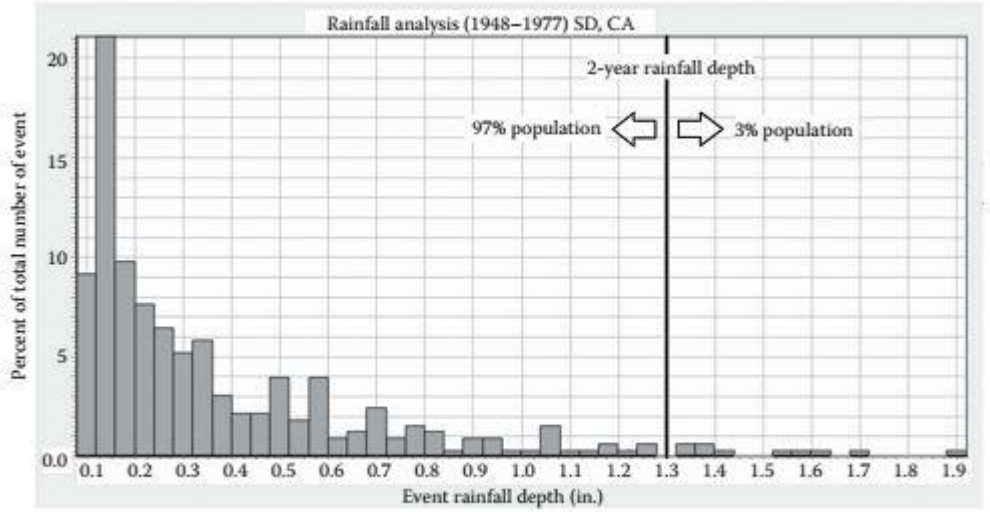


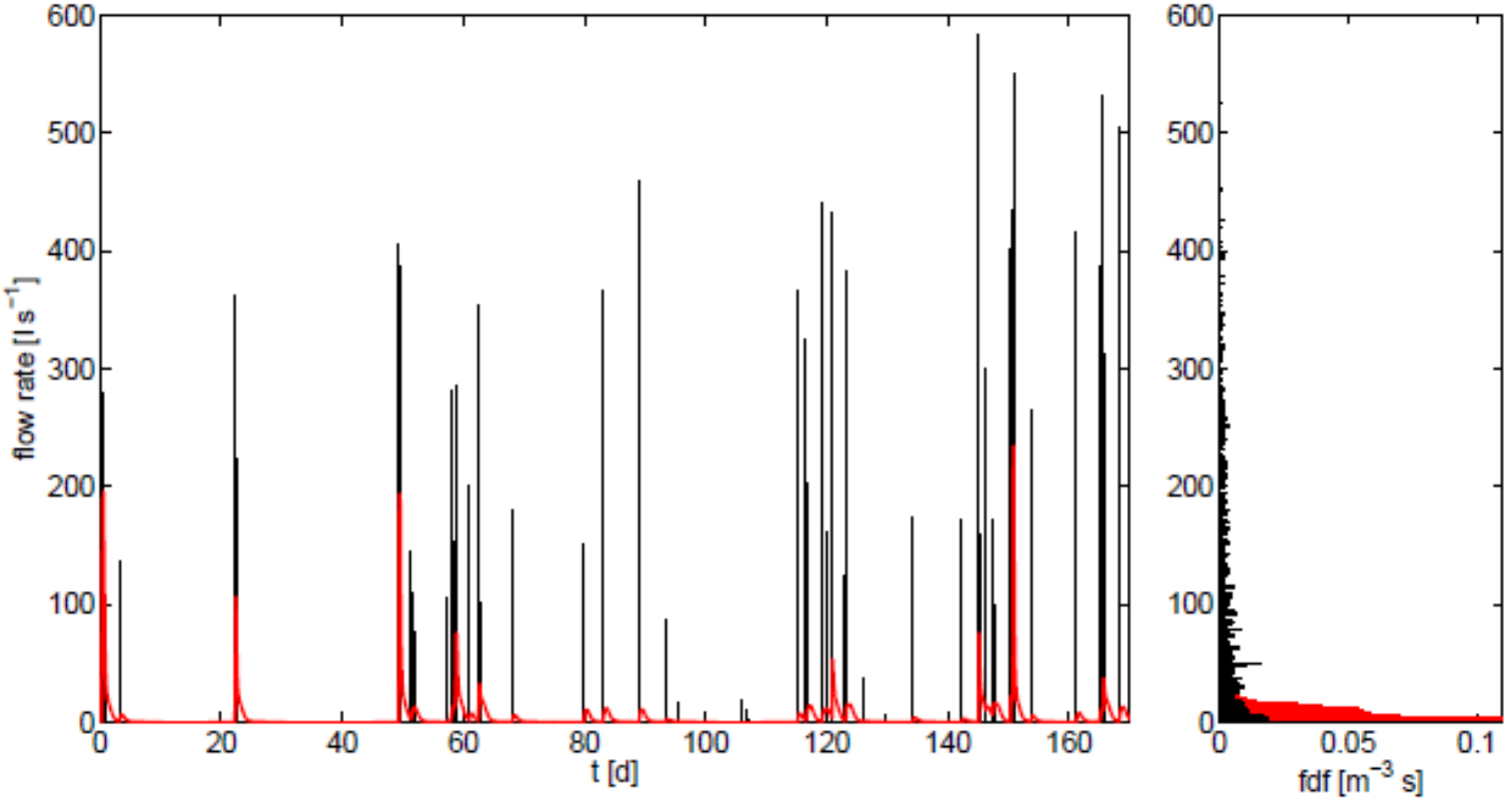
Figure 16.5 Rainfall depth distribution at San Diego, CA.

Fonte: Guo 2017. "Urban Flood Mitigation and Stormwater Management"

IRIDRA S.r.l.

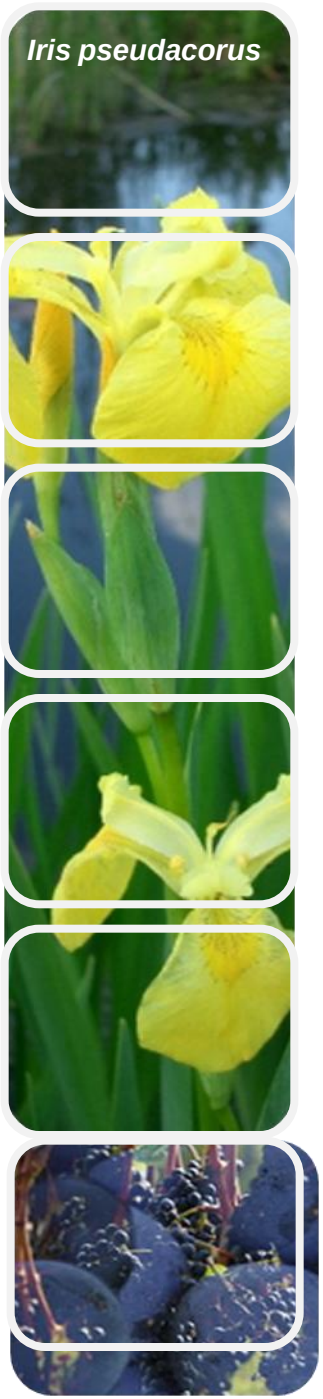
A - Introduzione e definizioni

Benefici riduzione rischi allagamenti



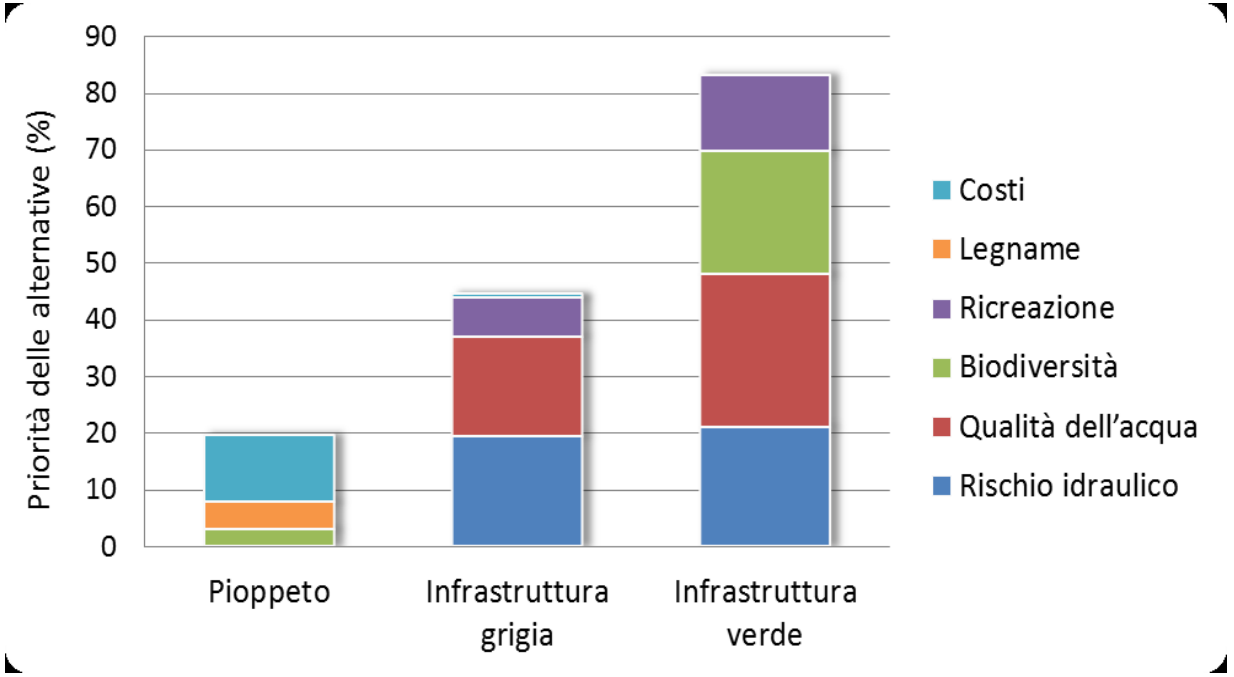
Fonte: Rizzo et al. 2018."

IRIDRA S.r.l.



A - Introduzione e definizioni

Benefici altri servizi ecosistemici



Fonte: Liquete et al. 2016.

IRIDRA S.r.l.

A - Introduzione e definizioni

Pianificazione olistica

Certezza benefici tecniche SuDS a piccola scala reale + difficoltà pianificazione di precisione (modellazione rete fognaria difficile e quasi sempre assente)

↓

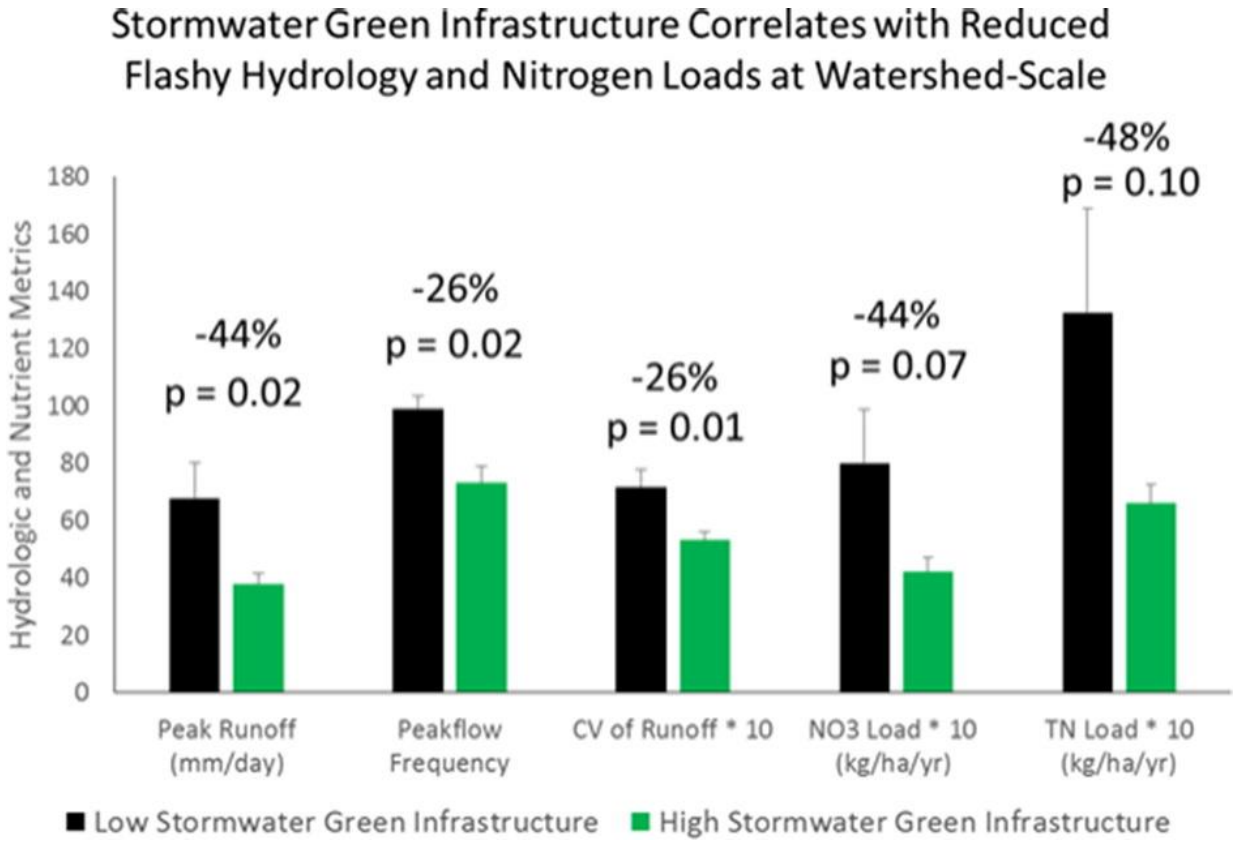
Pianificazione di **x%** di riconversione aree esistenti a SuDS:

- Piano di adattamento ai cambiamenti climatici di Bologna (Progetto Life Blue-up)→ 1% del territorio occupato da superfici impermeabili pubbliche
- Paesi su USA mid-Atlantc → 10-20% sul bacino dedicato a SuDS

IRIDRA S.r.l.

A - Introduzione e definizioni

Conferma benefici a scala di bacino



Pennino et al. (2016)

Analisi statistica su bacini 0.5-34 kmq

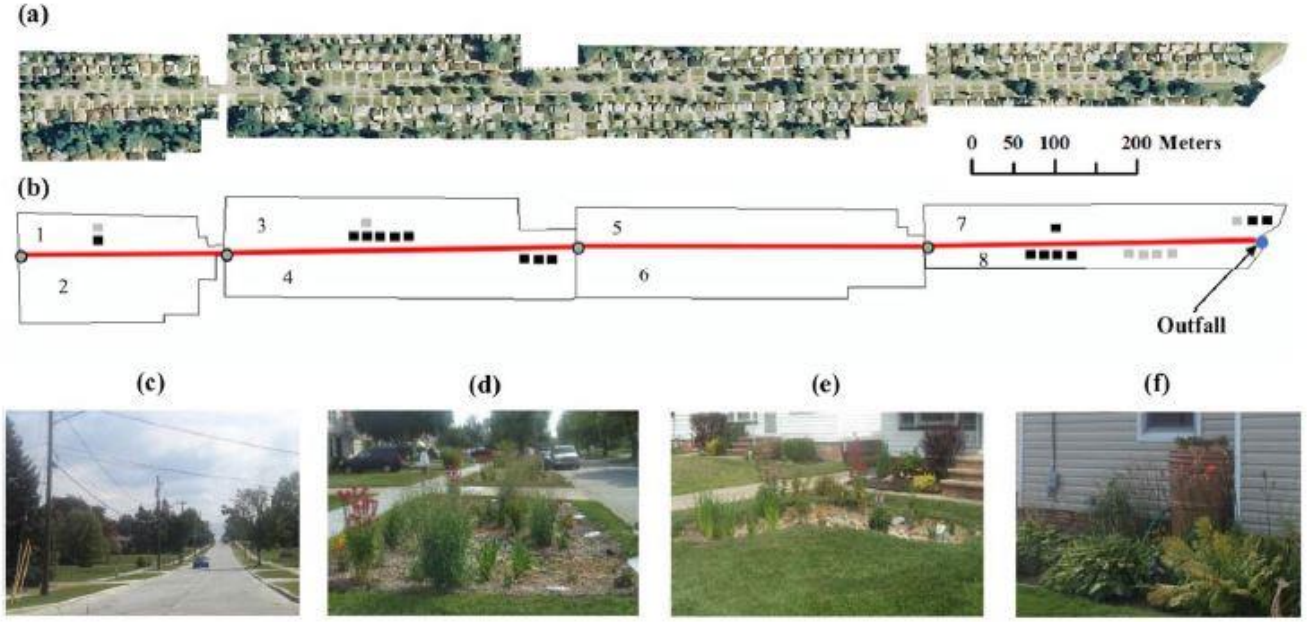
IRIDRA S.r.l.

A - Introduzione e definizioni

Conferma benefici a scala di bacino

Avallaneda et al. (2017)

modeled the effects of retrofitting a small 0.12 km2 residential catchment with 16 street-side bioretention cells, 7 rain gardens, and 37 rain gardens and used SWMM to simulate water balances. The study results suggested that retrofitting with LID **increased evaporation (1.4%) and infiltration (7.6%) and reduced surface runoff (9.0%) and discharges with return periods of 0.5, 1, 2, and 5 years, by an average of 29%.**

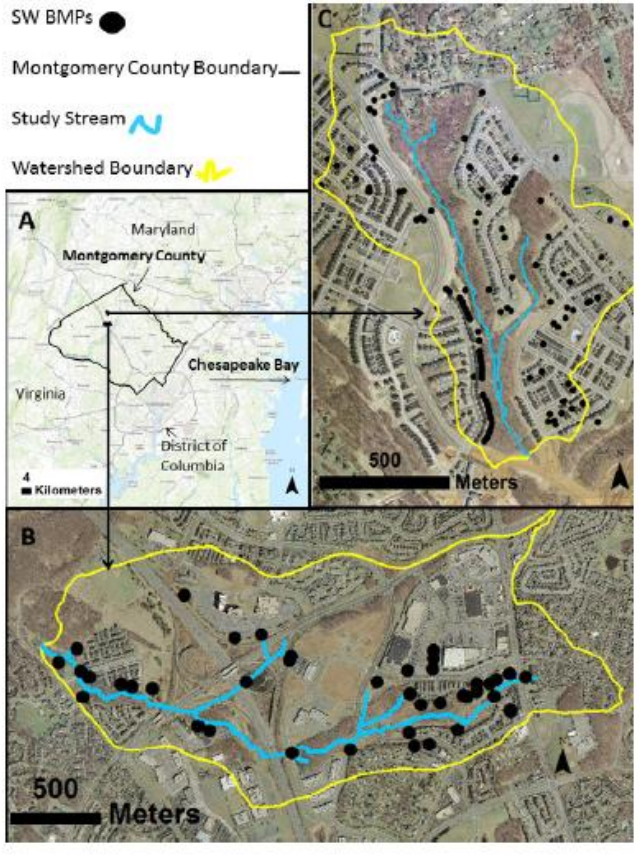


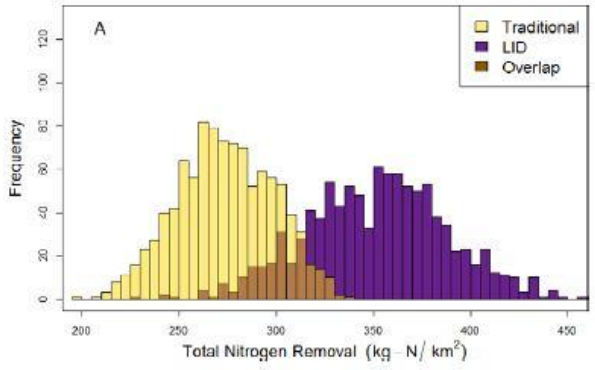
A - Introduzione e definizioni

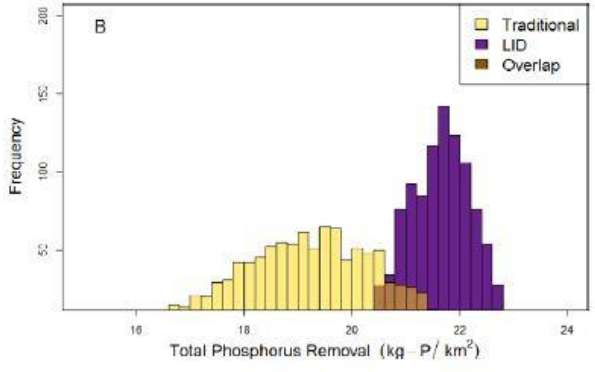
Conferma benefici a scala di bacino

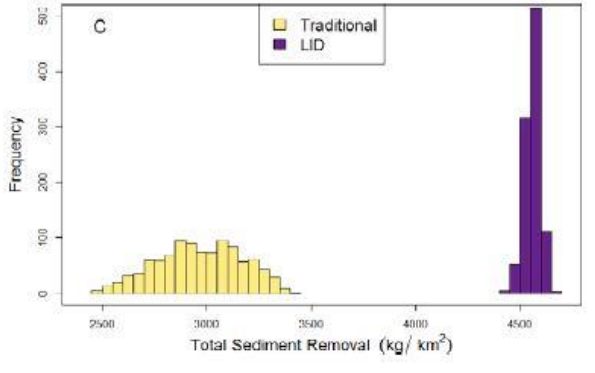
Sparkman et al. (2017)

Due bacini da 3.1 kmq e 1.2 kmq









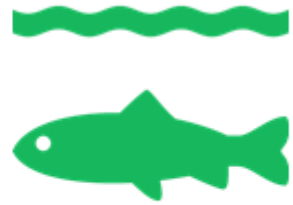
A - Introduzione e definizioni

SuDS -> Climate change adaptation

Biodiversità

Allagamenti

Isole di calore



Qualità delle acque

Siccità

A - Introduzione e definizioni

SuDS -> Climate change adaptation

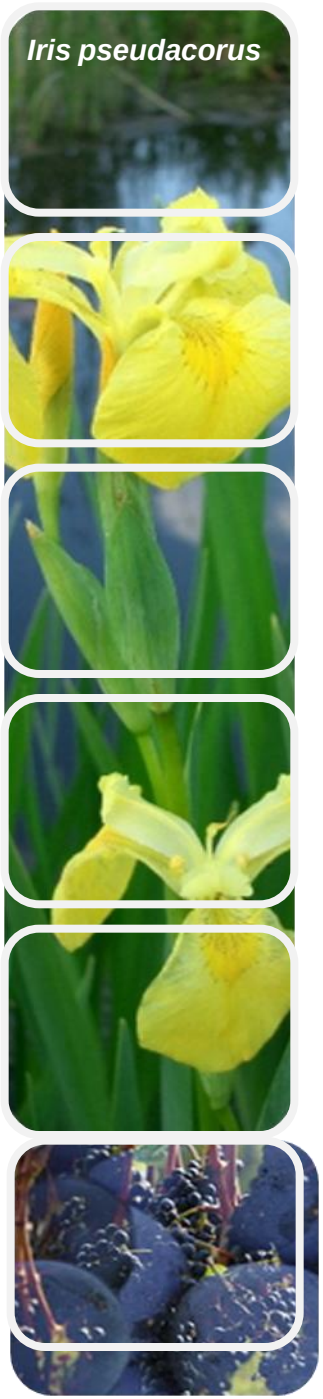
IRIDRA S.r.l.

A - Introduzione e definizioni

SuDS -> Climate change adaptation

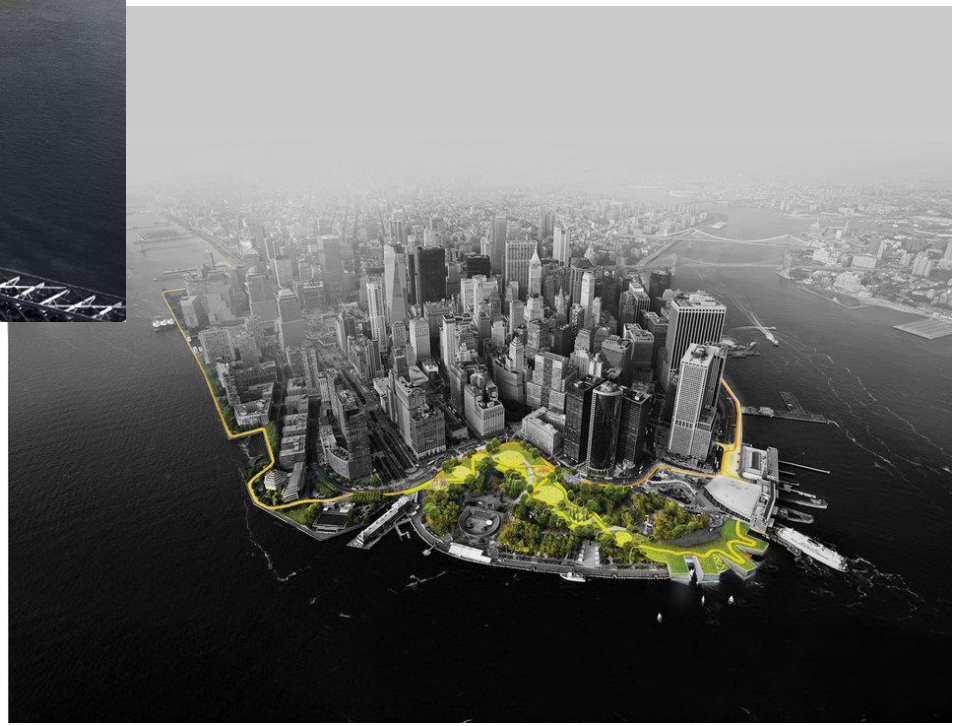
Storkeengen of Randers (Danimarca)

IRIDRA S.r.l.



A - Introduzione e definizioni

SuDS -> Climate change adaptation



Manhattan,

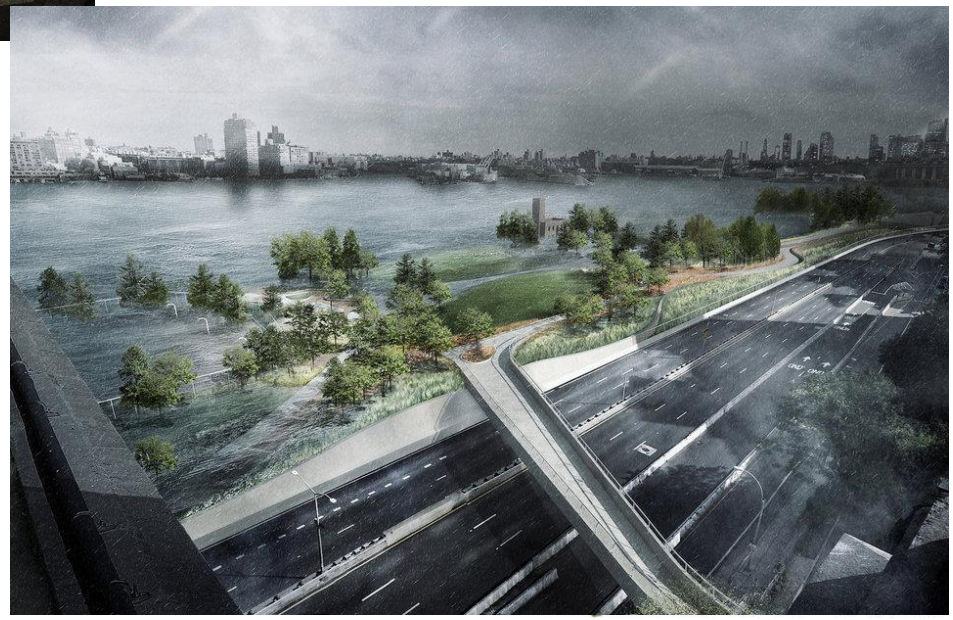
New York (USA)

A - Introduzione e definizioni

SuDS -> Climate change adaptation

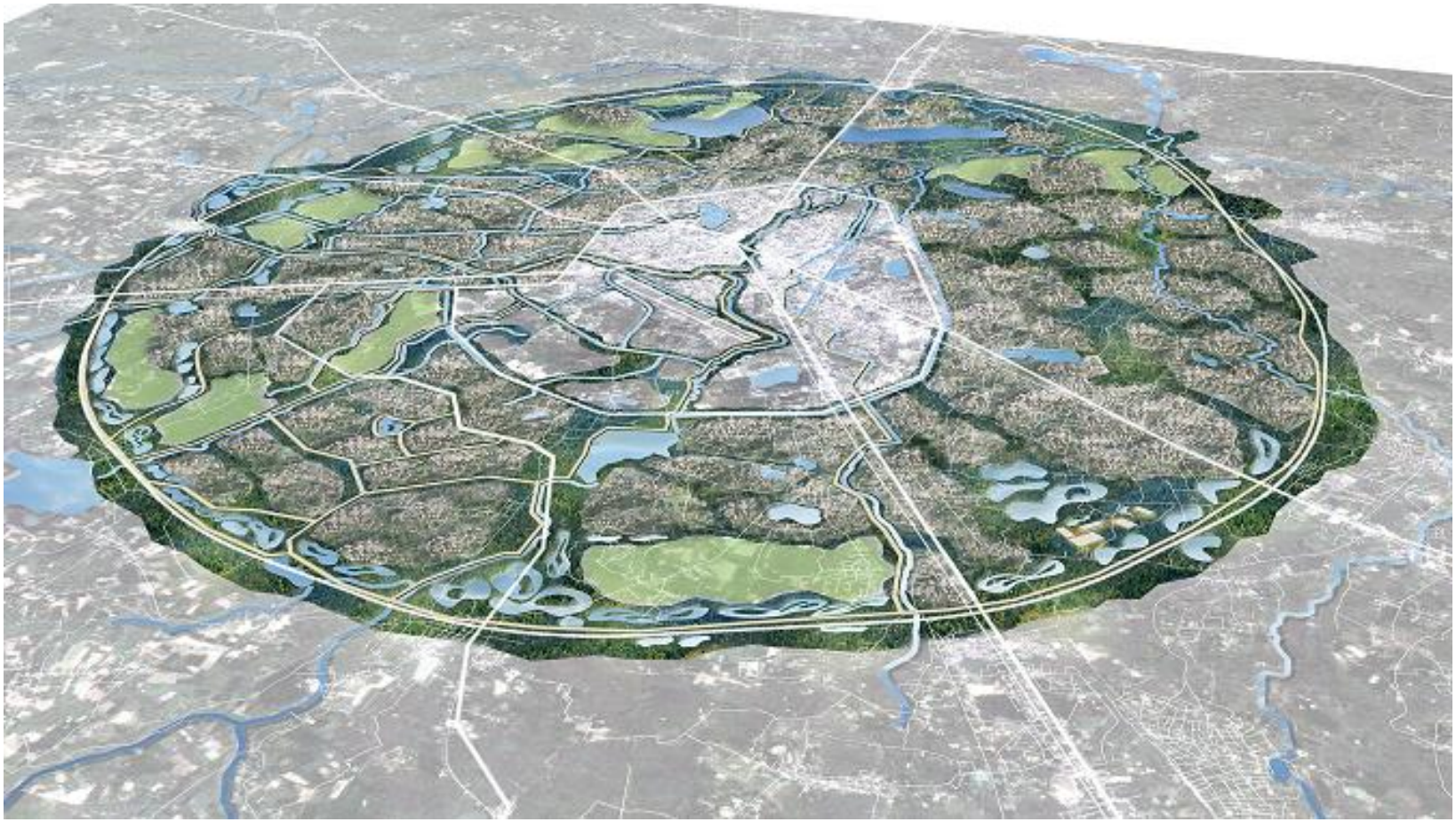
Manhattan,

New York (USA)



A - Introduzione e definizioni

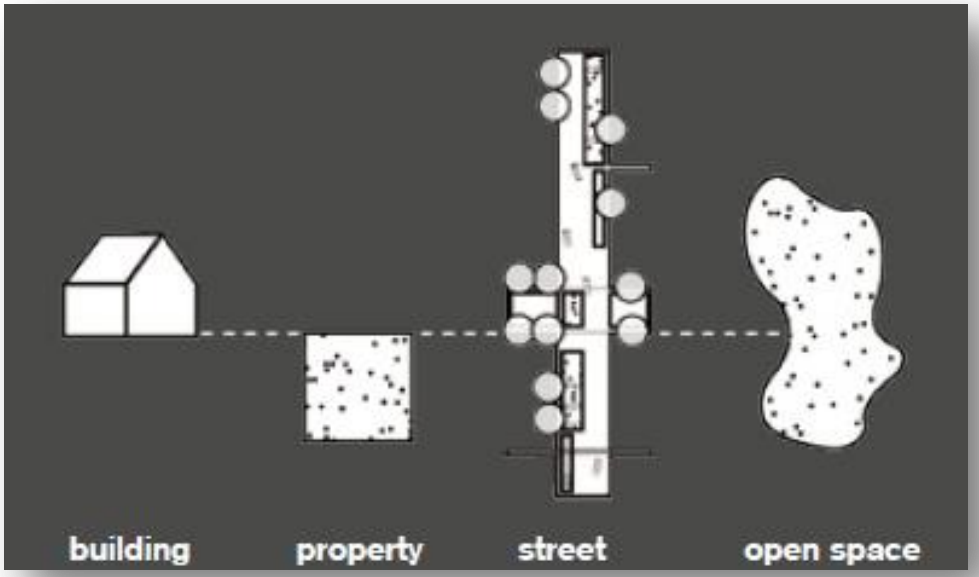
SuDS -> Climate change adaptation



Green infrastructure for Udon Thani area (Thailandia)

IRIDRA S.r.l.

Modulo B: Le scale di applicazione



Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

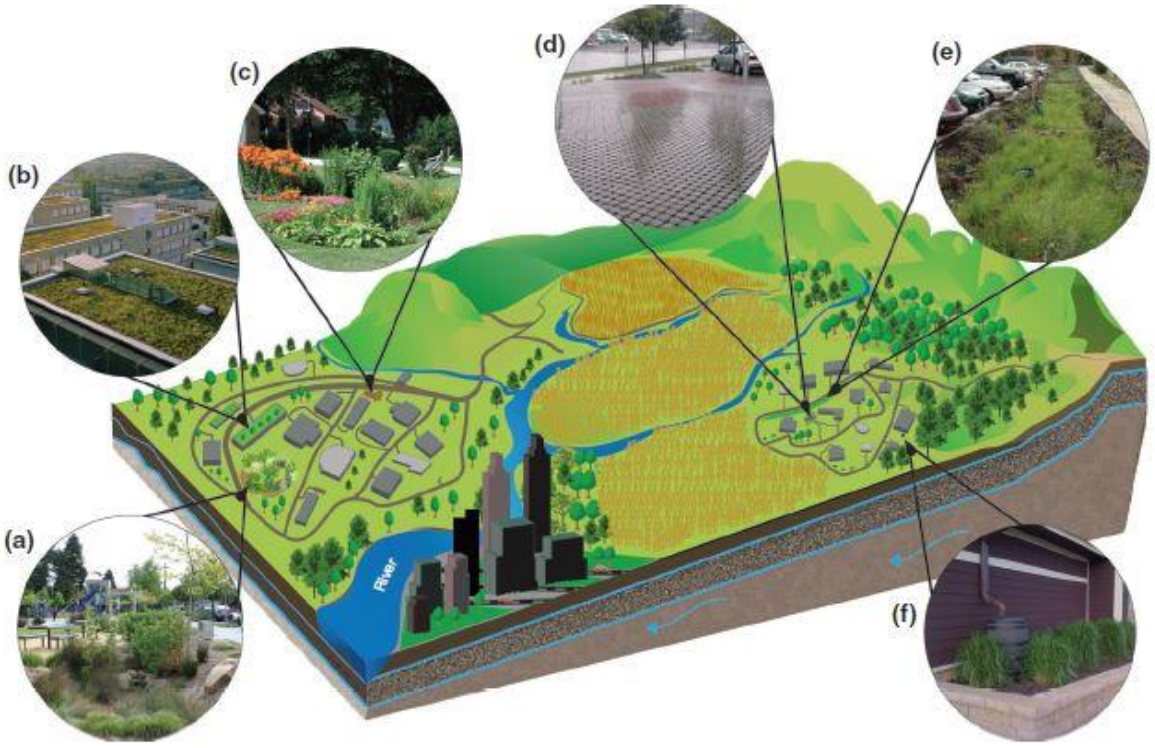
IRIDRA S.r.l.

B – Le scale di applicazione

Overview

Green infrastructure and its catchment-scale effects: an emerging science

Heather E. Golden[1]* and Nahal Hoghooghi[2]



IRIDRA S.r.l.

B – Le scale di applicazione

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

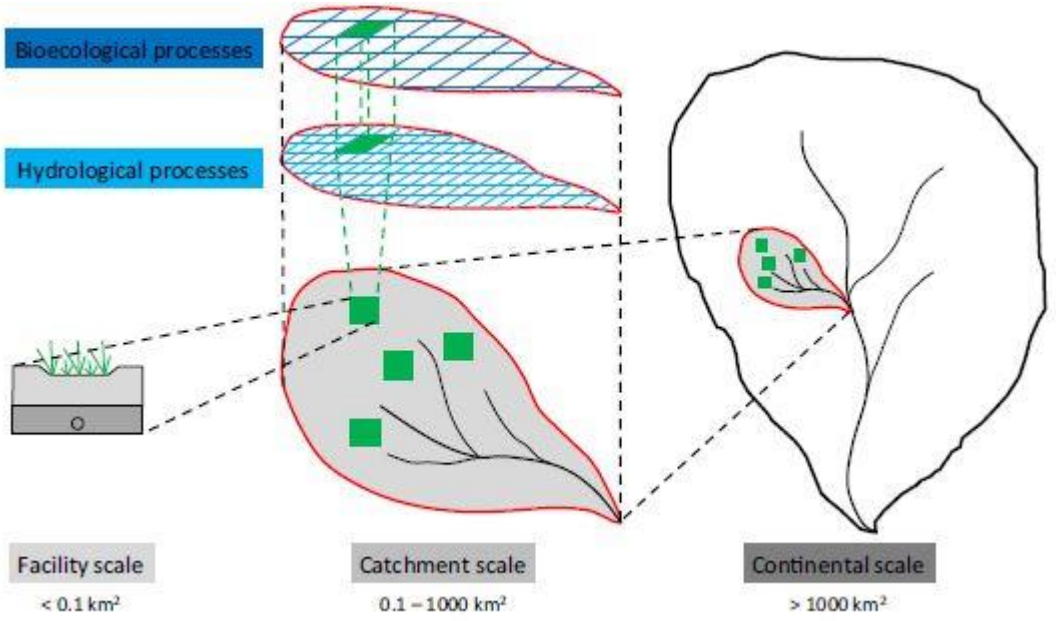
journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Review

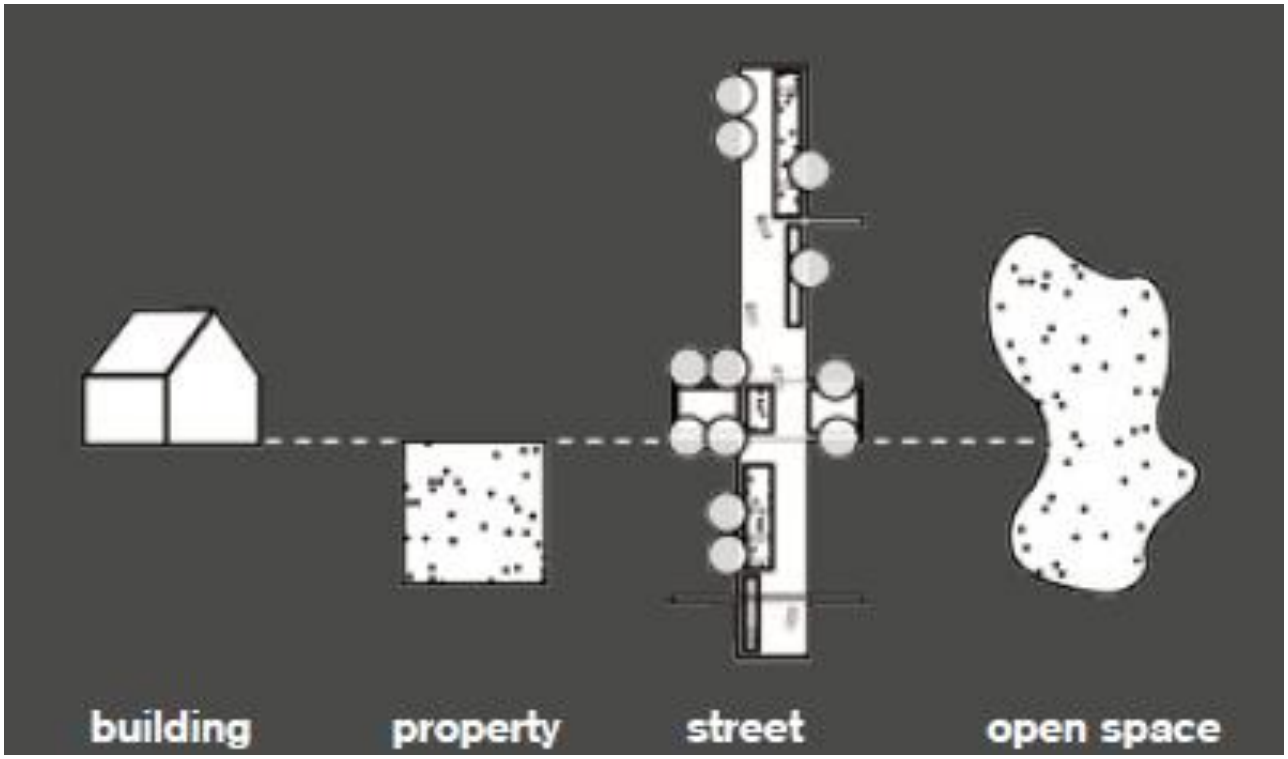
Linking hydrological and bioecological benefits of green infrastructures across spatial scales – A literature review

Kun Zhang, Ting Fong May Chui *

Department of Civil Engineering, The University of Hong Kong, Pok Fu Lam, Hong Kong

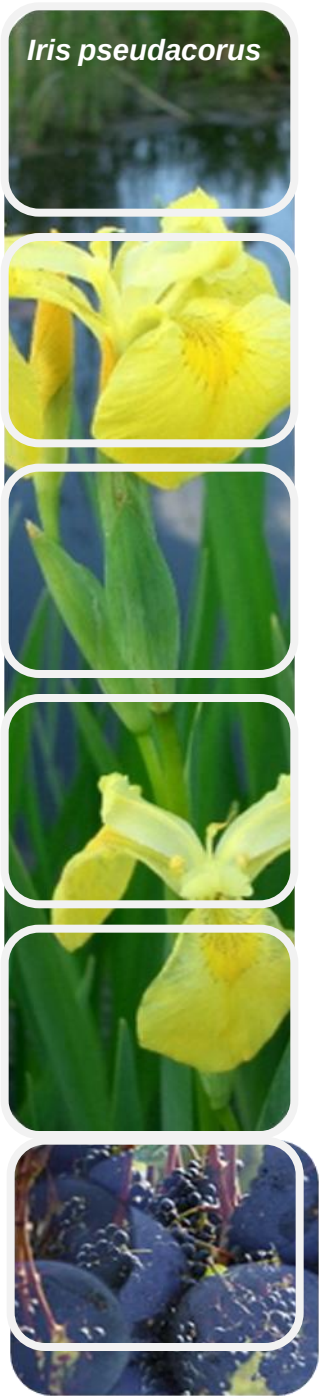


B – Le scale di applicazione



Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.



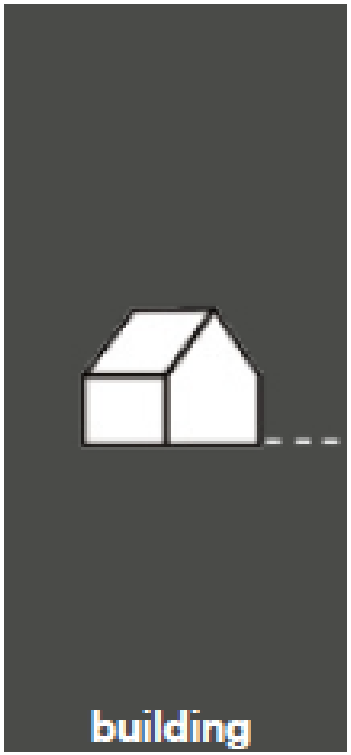
B – Le scale di applicazione

Diversi livelli di servizi ecosistemici

Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

B – Le scale di applicazione

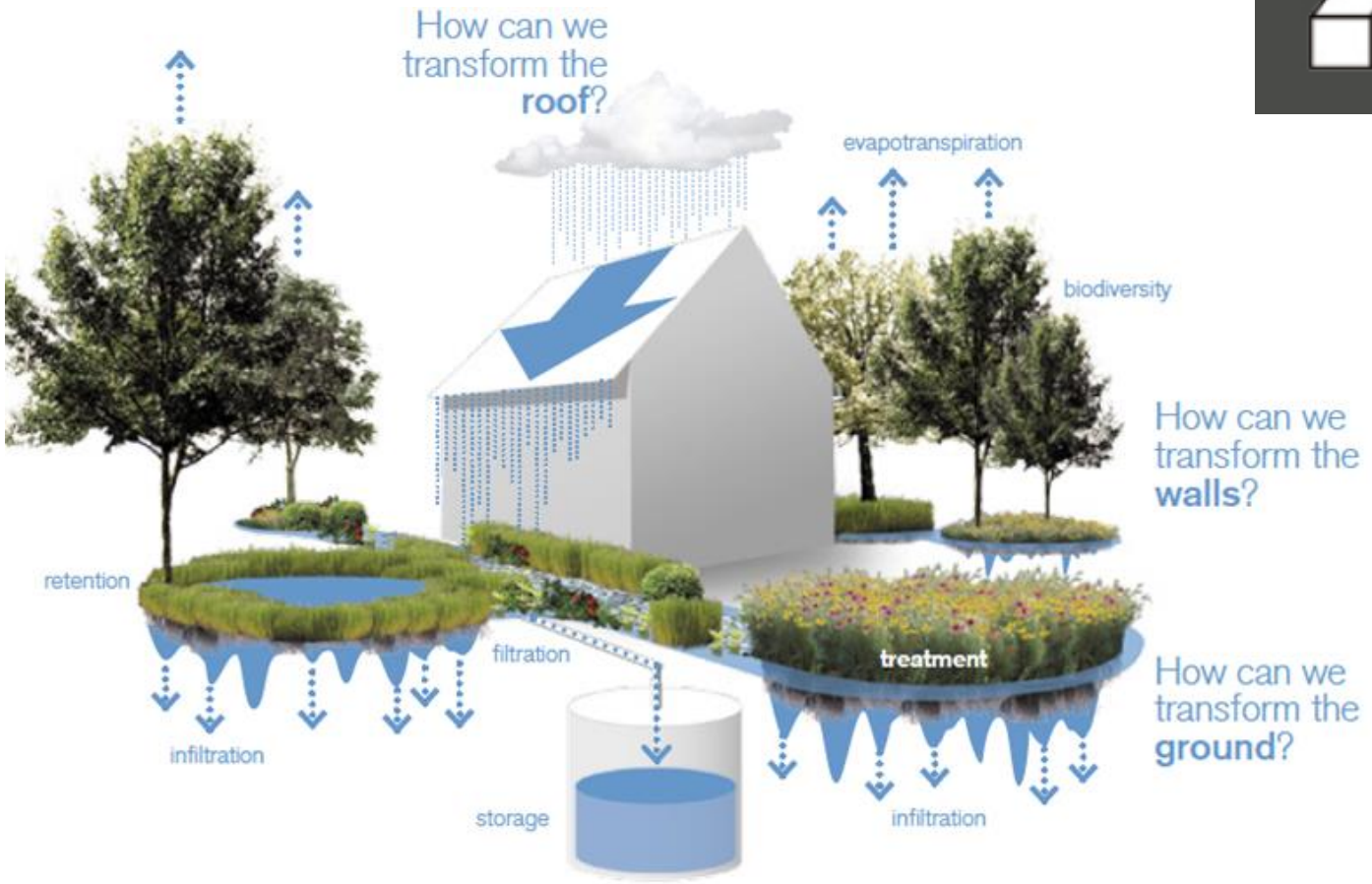
Singola abitazione



Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

B – Le scale di applicazione

Singola abitazione

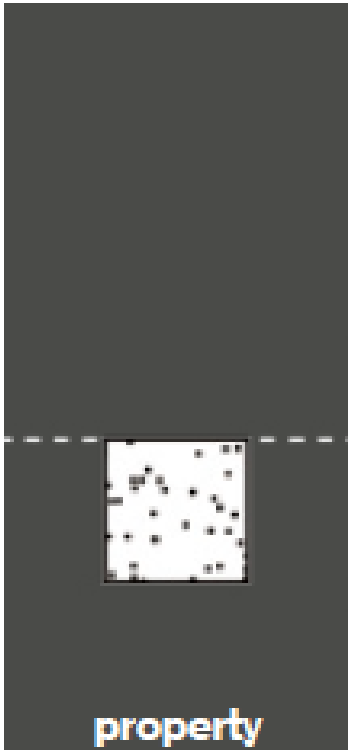


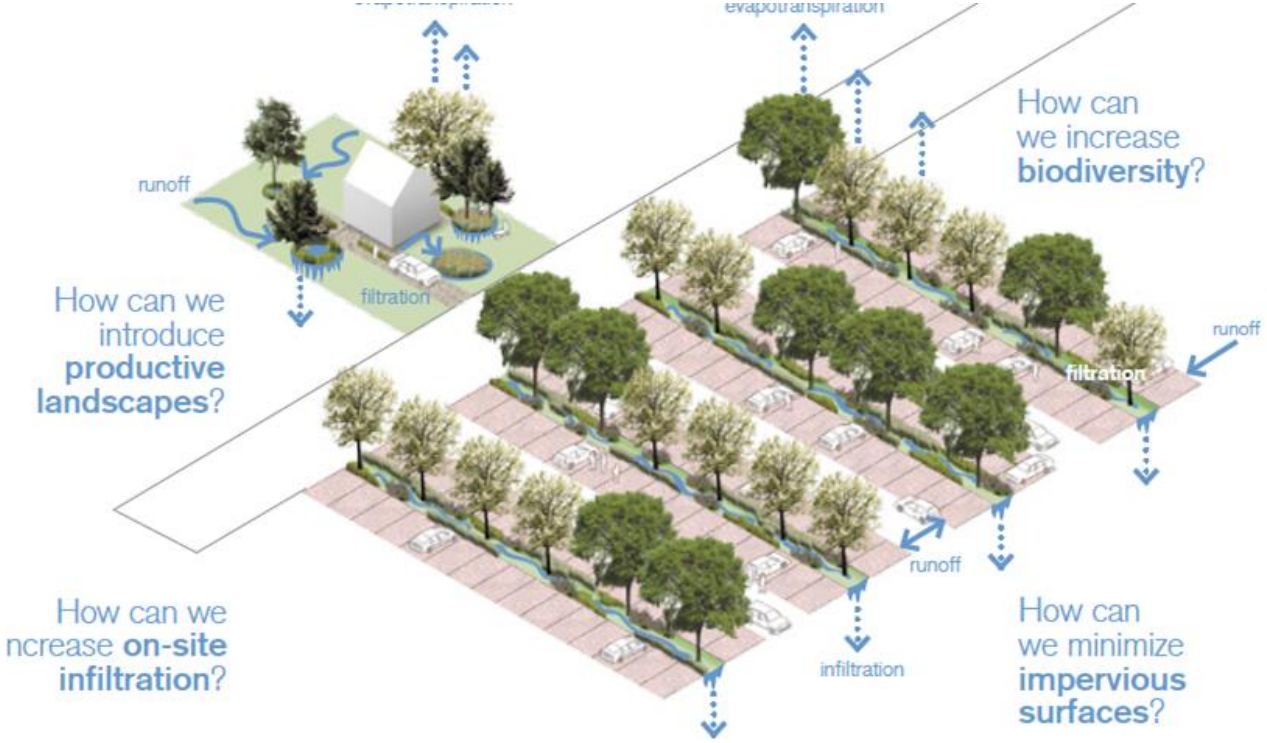
Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.

B – Le scale di applicazione

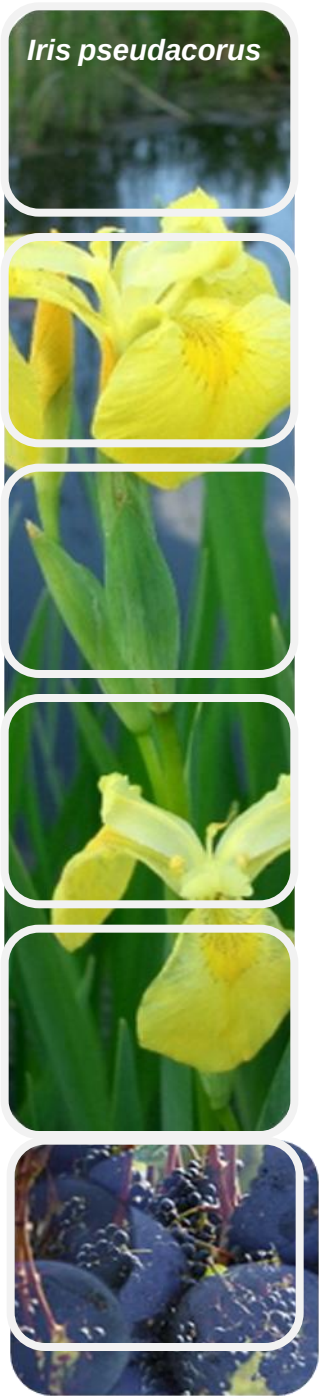
Spazi di piccole proprietà





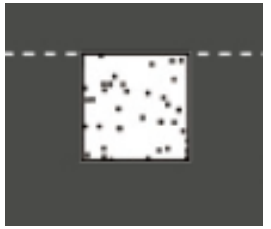
Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

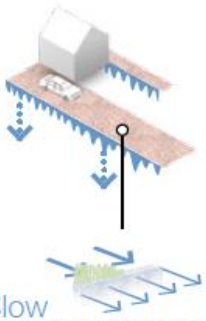
IRIDRA S.r.l.



B – Le scale di applicazione

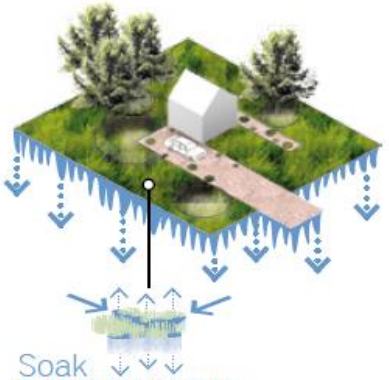
Spazi di piccole proprietà - Privati



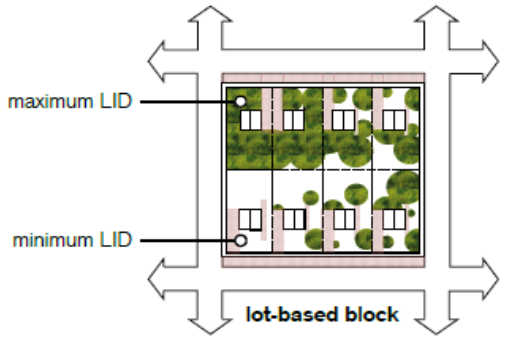


Slow
Use pervious paving for walks and drives. *Pervious Paving* pp. 172-173

Spread
Use rain gardens to treat the first flush of any storm event and infiltrate runoff from **one to ten-year storm events**. *Rain Garden* pp. 178-179



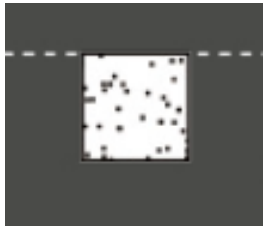
Soak
Replace industrial lawn with xeriscape lawn to treat and infiltrate runoff from **one to twenty-five-year storm events**. Consult local nurseries or a landscape design professional for optimal seed mix and plants.

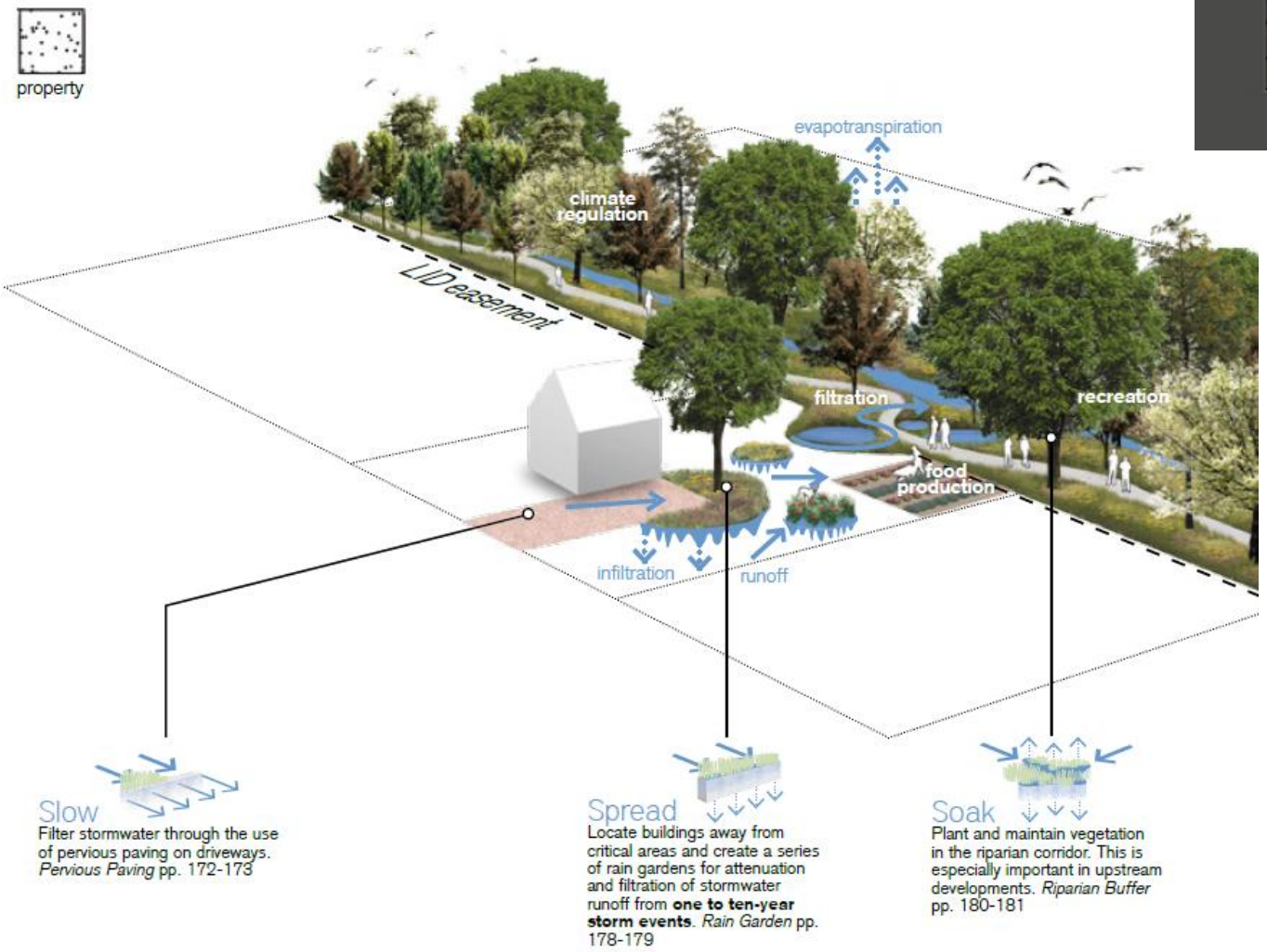


Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

B – Le scale di applicazione

Spazi di piccole proprietà - comuni



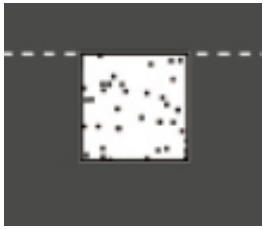


Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.

B – Le scale di applicazione

Spazi di piccole proprietà - esempio

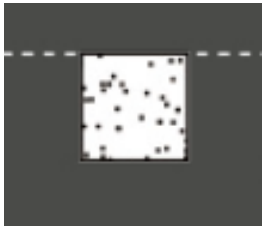


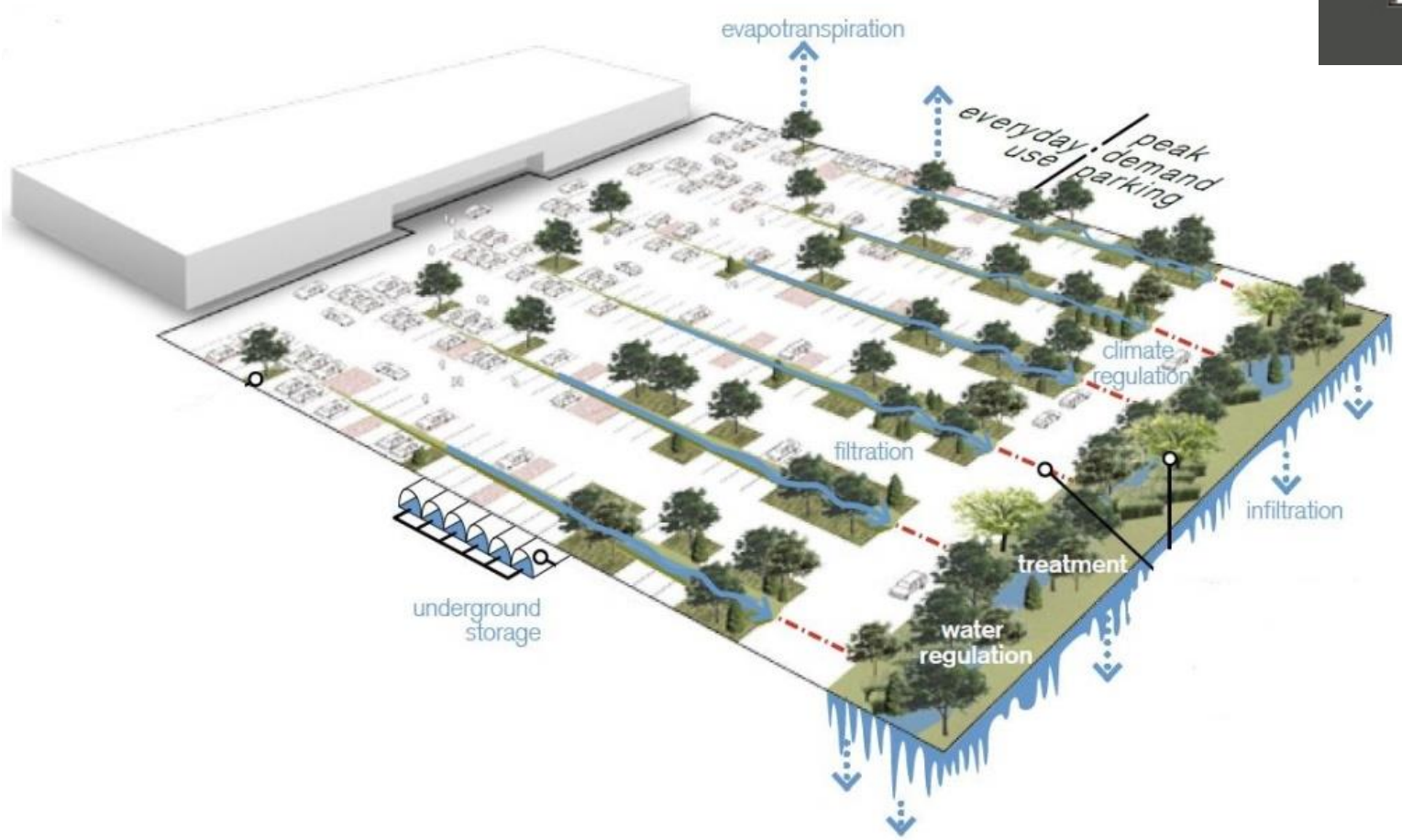
Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.

B – Le scale di applicazione

Parcheggi: Pixellato



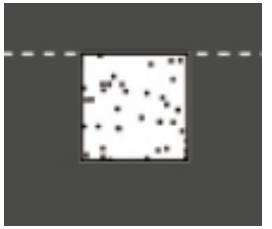


Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.

B – Le scale di applicazione

Parcheggi: Parking garden



Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.

B – Le scale di applicazione

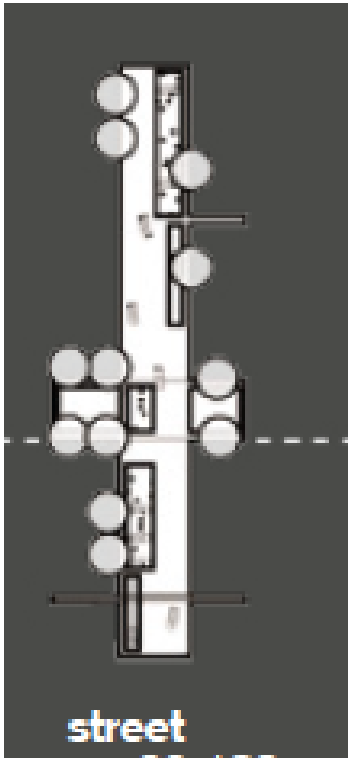
Parcheggi: Esempio

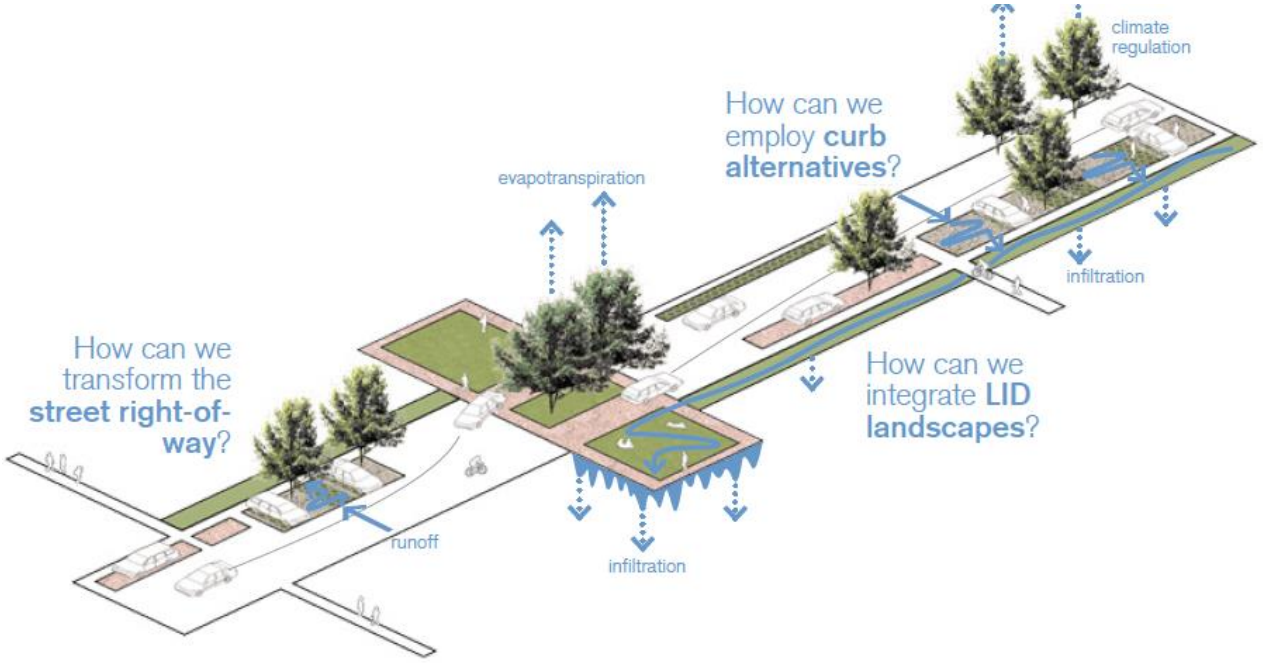
Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.

B – Le scale di applicazione

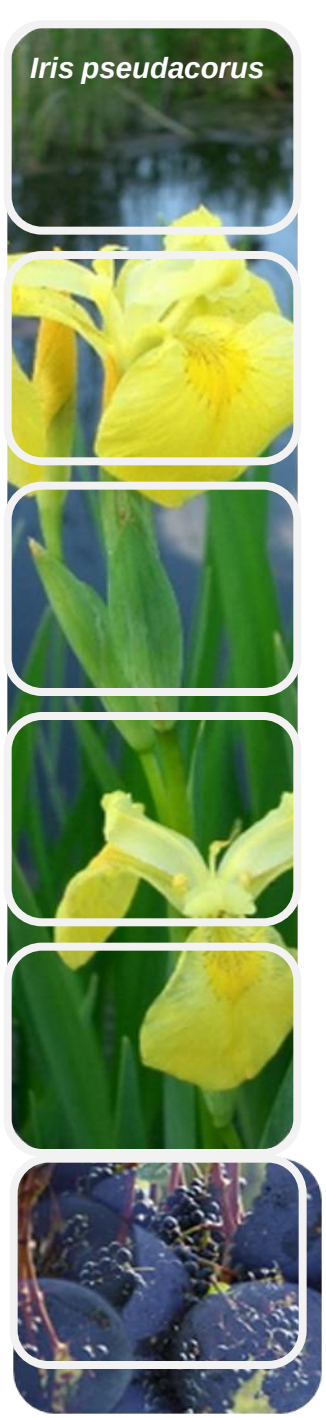
Spazi di piccole proprietà





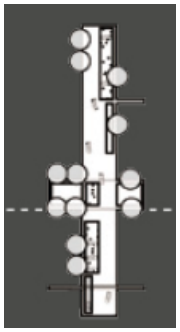
Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

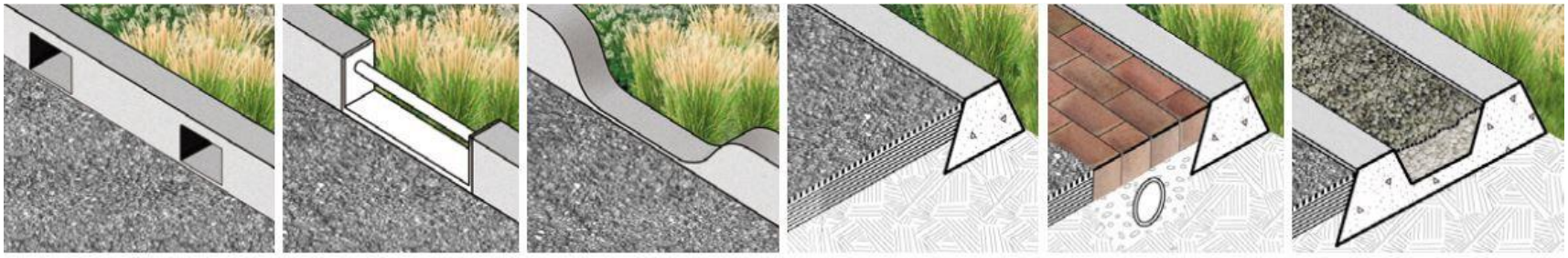
IRIDRA S.r.l.



B – Le scale di applicazione

Strade: immissione acque di pioggia





perforated pre-cast curbs
Perforated pre-cast curbs can be installed in new developments to allow water flow.
- Sediment Capture: Low
- Traffic Level: Moderate/High
- Maintenance: High

pre-fabricated curb inserts
These inserts can be used in a retrofit of an existing curb or new construction, while maintaining the curb's structural integrity. Water energy-dissipating measures are not necessary to prevent erosion if the inlets are close together.
- Sediment Capture: Low
- Traffic Level: Moderate/High
- Maintenance: High

curb cut
Curbs can be cut in a retrofit or new construction. Curb cuts can vary in length, allowing for greater flow control.
- Sediment Capture: Low
- Traffic Level: Moderate
- Maintenance: Moderate

flush curb
A flush curb maximizes uniform distribution of water from the street to the treatment facility. When used with a shallow, half inch lip, water can pond, allowing sediment to settle for eventual removal by street sweepers.
- Sediment Capture: Low
- Traffic Level: Moderate/Low
- Maintenance: Low

paving strip with sediment trench
Pervious pavers can filter sediment from street runoff, and serve as a tactile warning for straying automobiles.
- Sediment Capture: Moderate
- Traffic Level: Moderate/Low
- Maintenance: Low

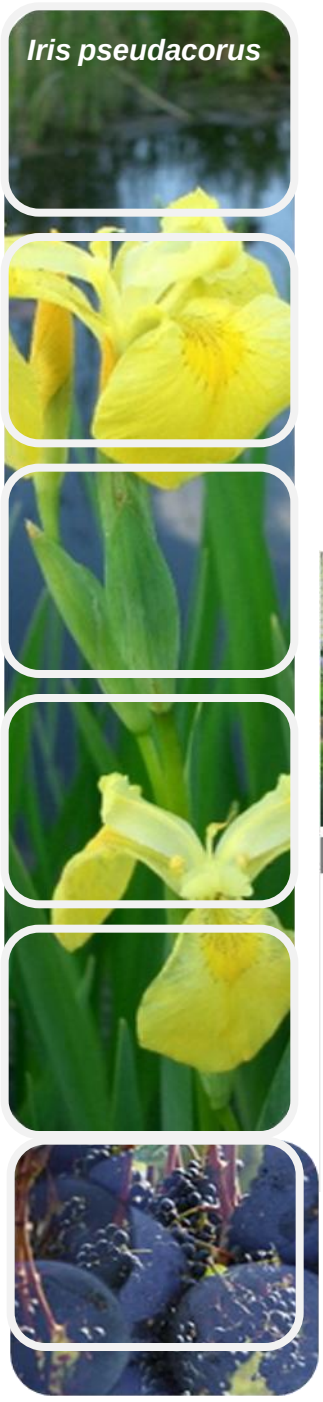
double flush curb with sediment trench
An aggregate trench between flush curbs captures sediment, keeping it out of the treatment facility.
- Sediment Capture: High
- Traffic Level: Low
- Maintenance: High

†All information on these two pages from Metro Portland's *Green Streets: Innovative Solutions for Stormwater and Stream Crossings*

from point source flow → to distributed sheet flow

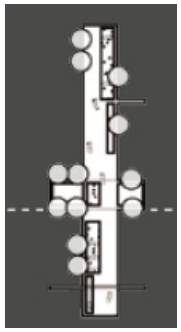
Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

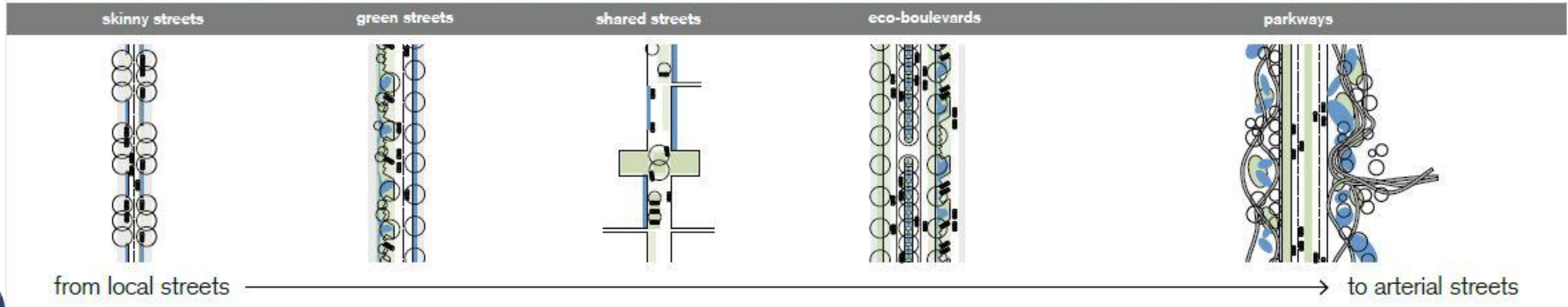
IRIDRA S.r.l.



B – Le scale di applicazione

Strade: tipologie



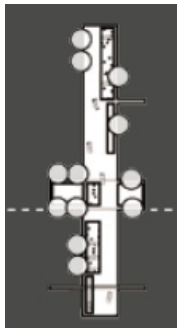


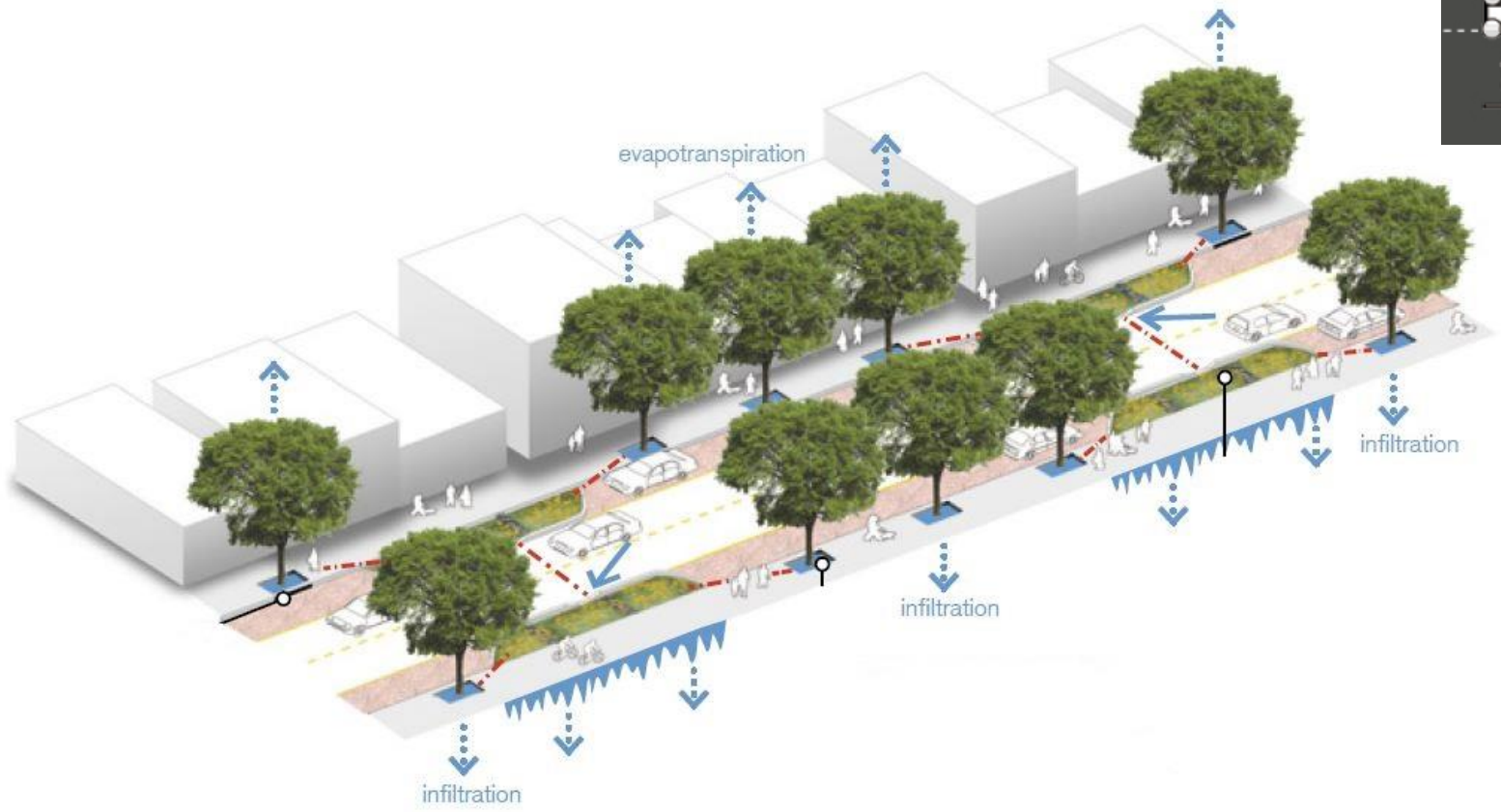
Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.

B – Le scale di applicazione

Strade: Strette convenzionali



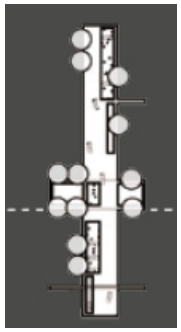


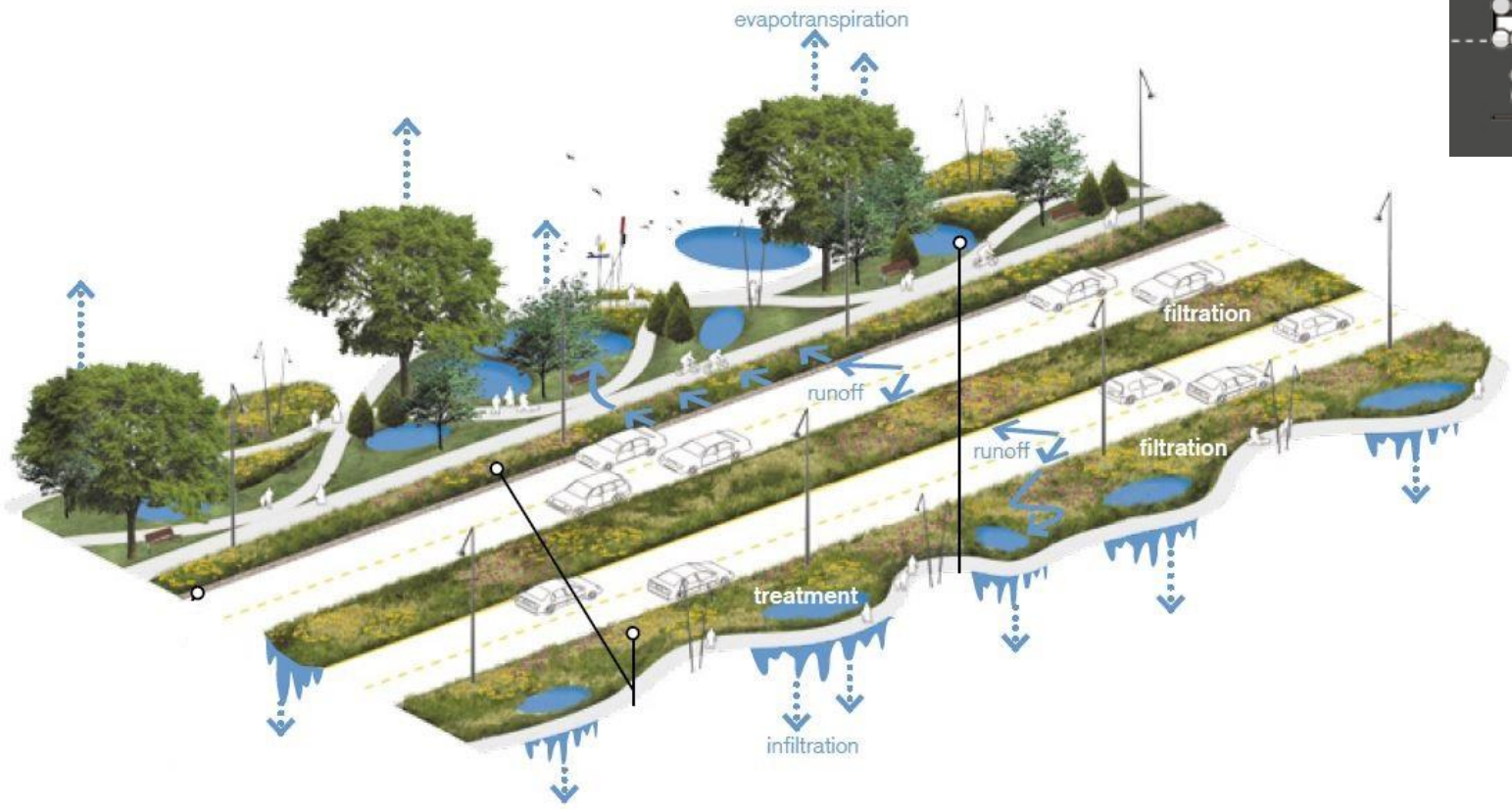
Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.

B – Le scale di applicazione

Strade: Eco-Boulevards



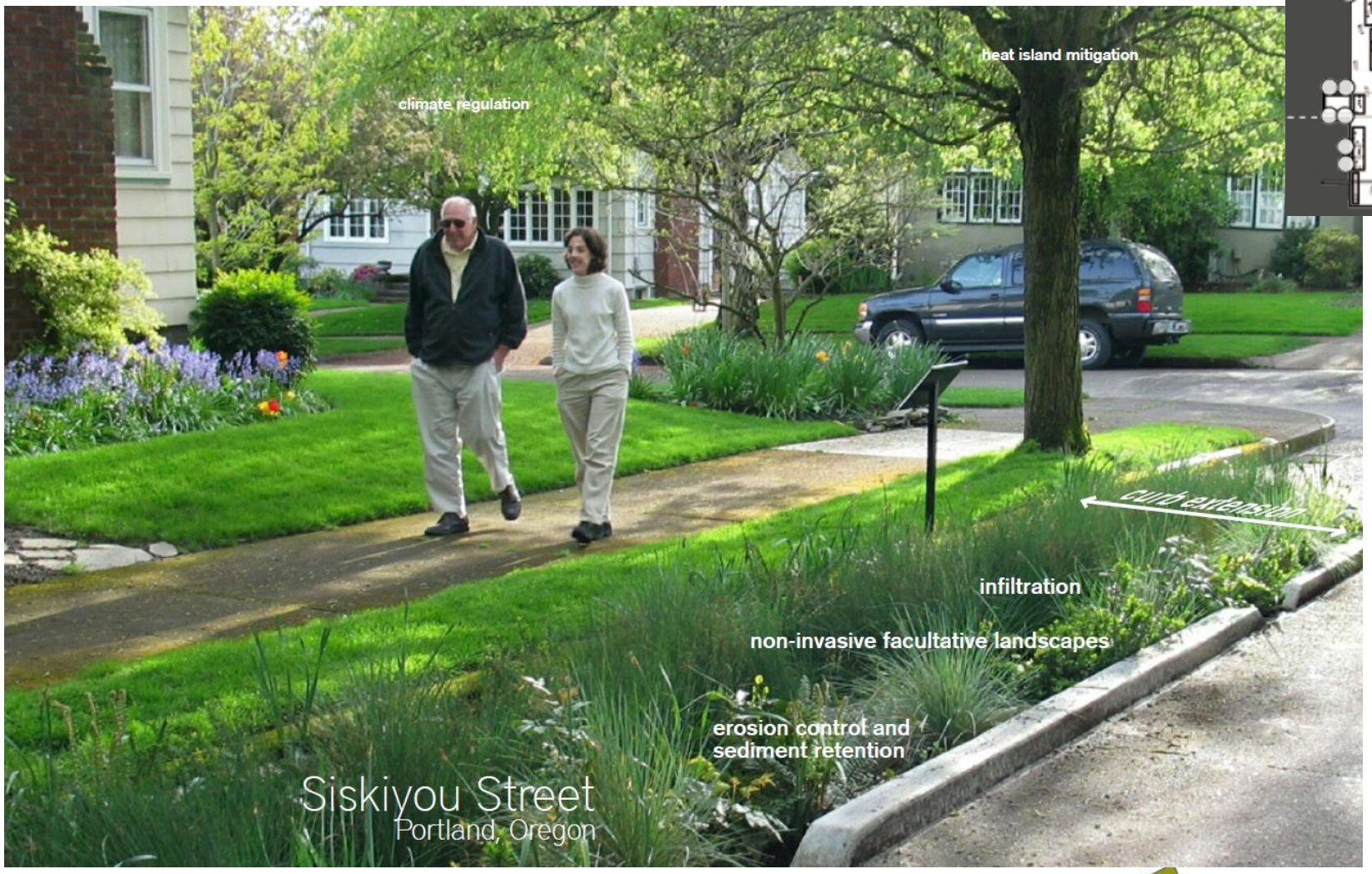


Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.

B – Le scale di applicazione

Strade: Esempi



Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.

B – Le scale di applicazione

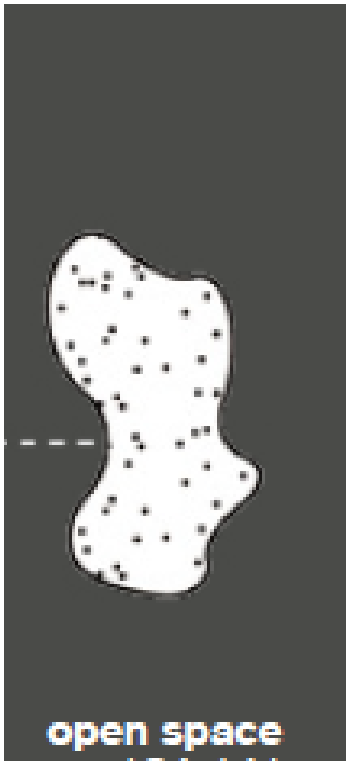
Strade: Esempi

Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.

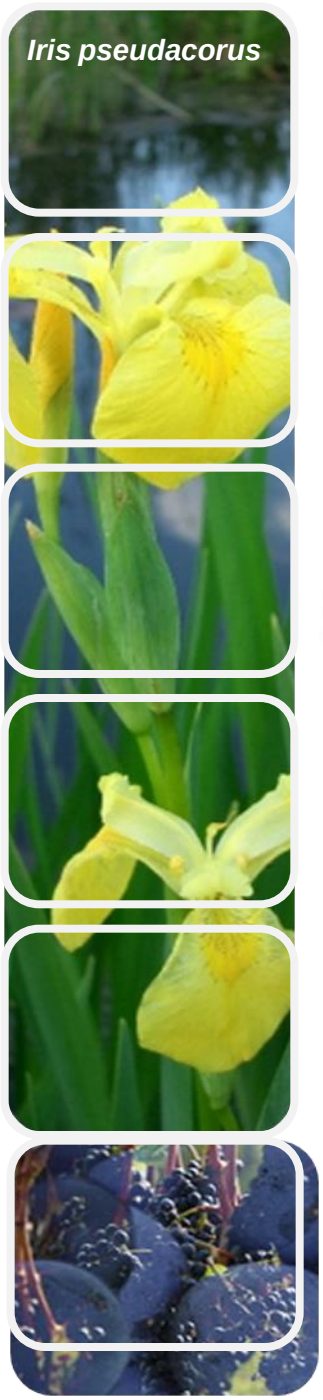
B – Le scale di applicazione

Spazi di aperti



Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.



B – Le scale di applicazione

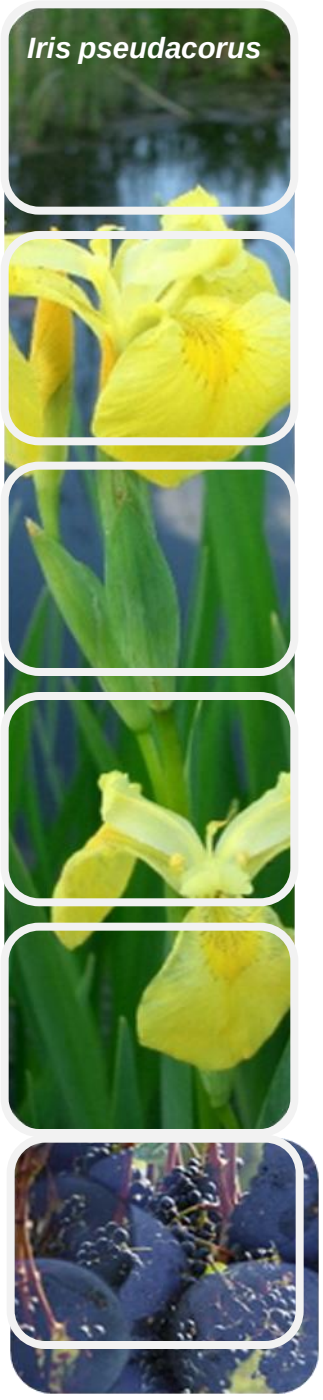
Spazi di aperti: convenzionale vS SuDS

conventional urbanism
drain, direct, dispatch

LID urbanism
slow, spread, soak

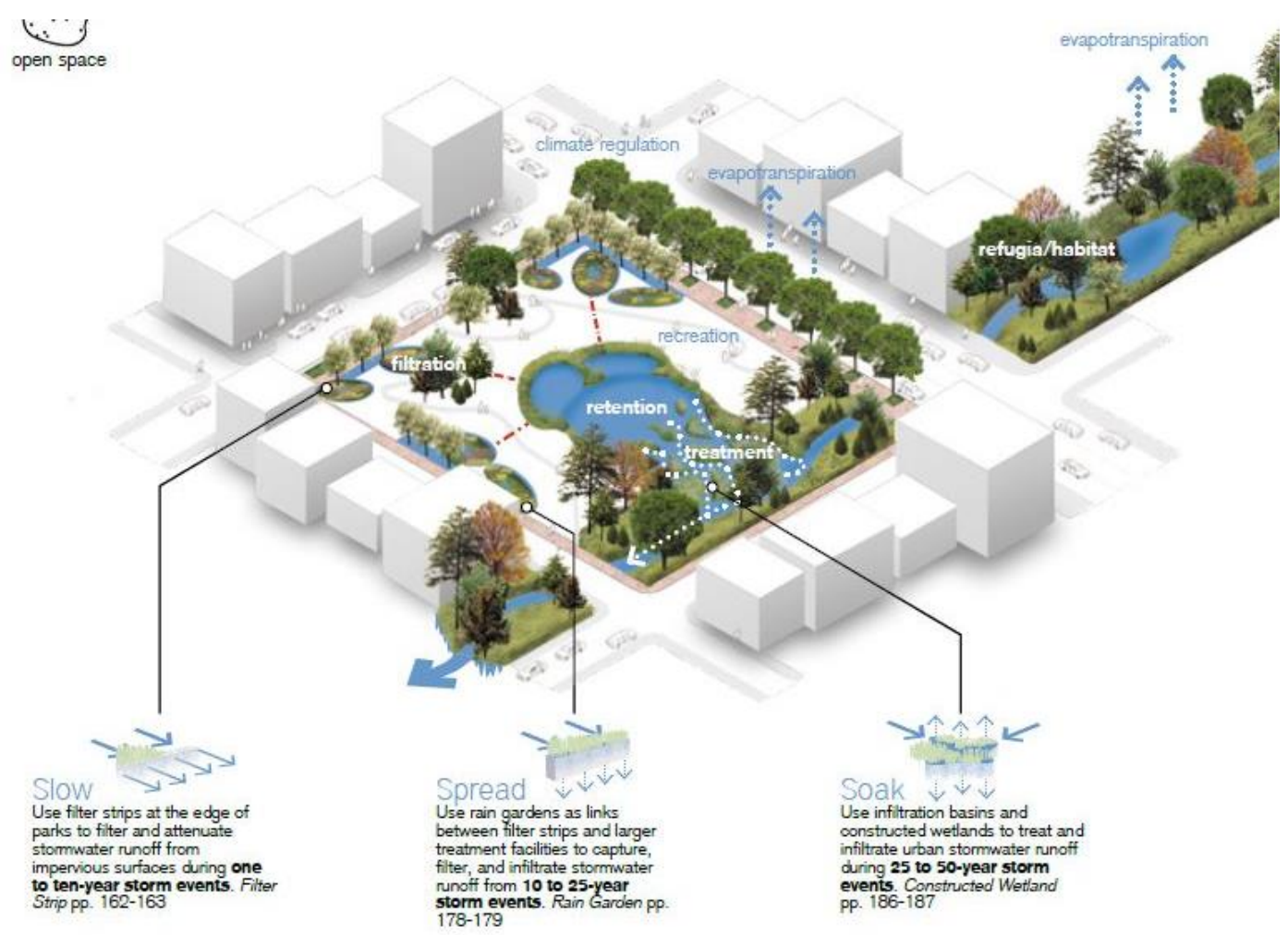
Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.



B – Le scale di applicazione

Spazi di aperti: parchi

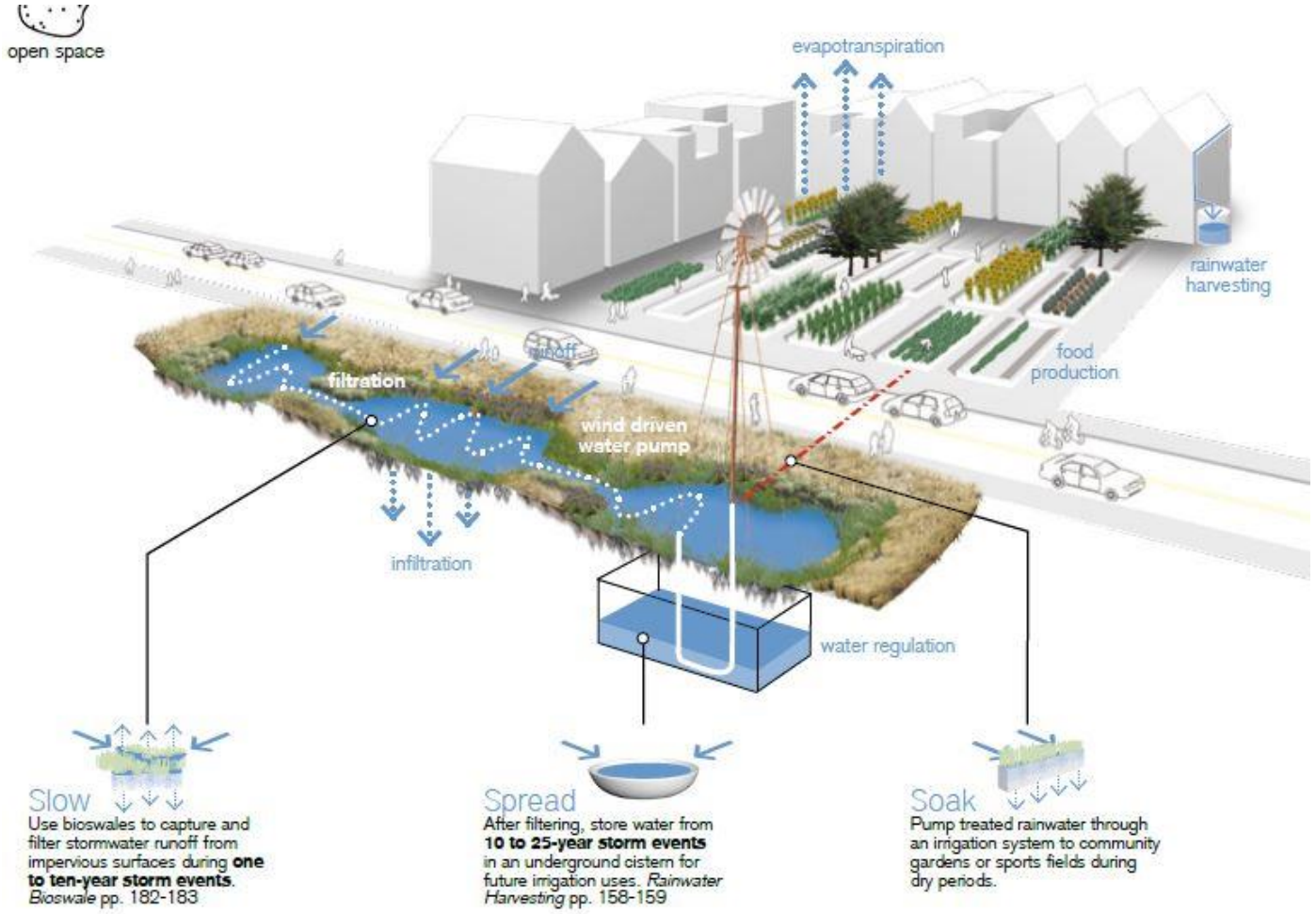


Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

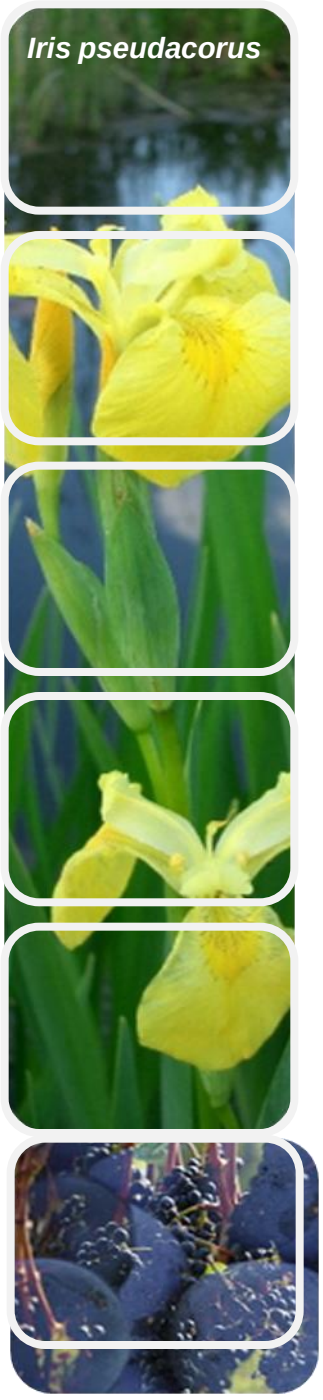
IRIDRA S.r.l.

B – Le scale di applicazione

Spazi di aperti: parchi e riuso

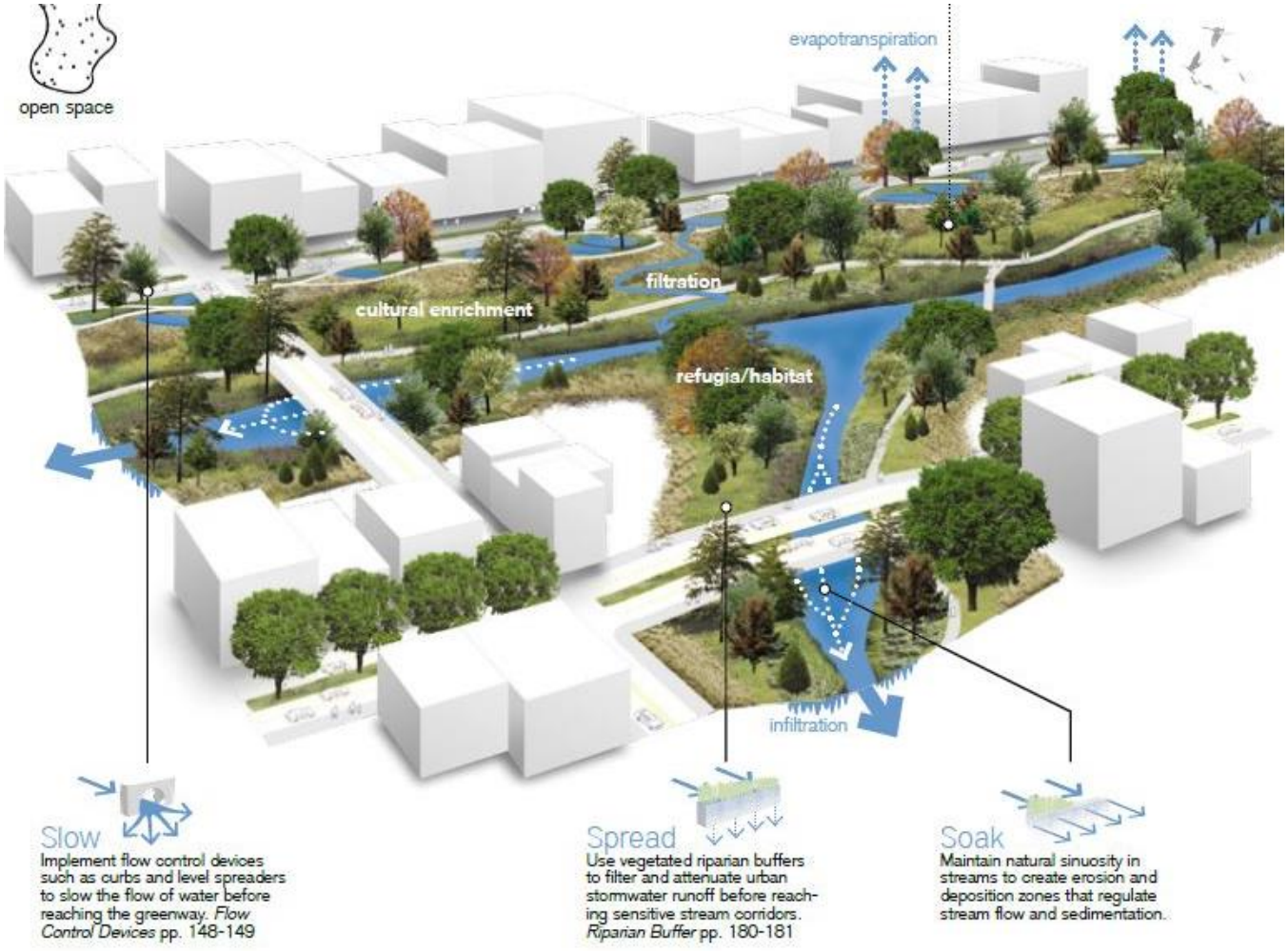


Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas



B – Le scale di applicazione

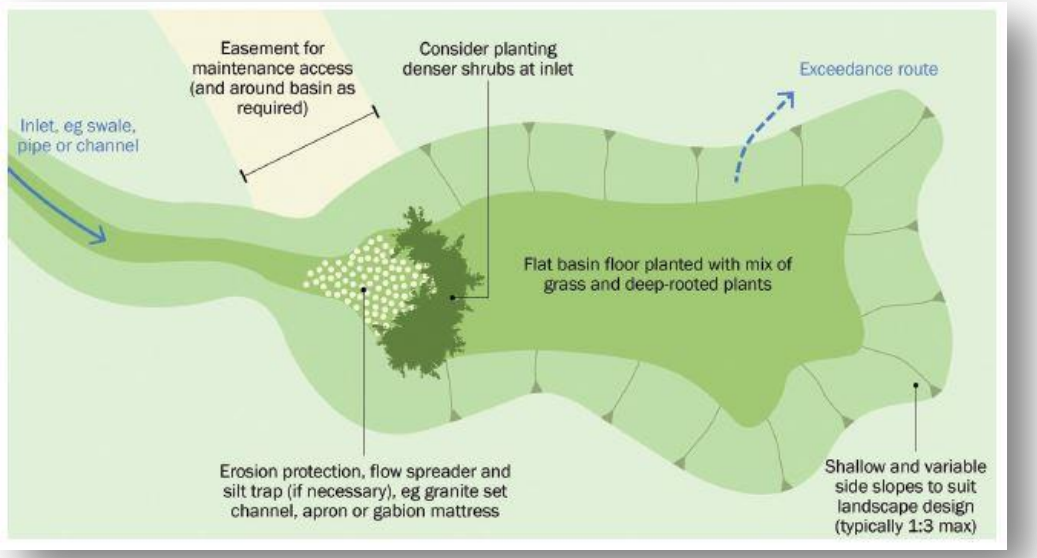
Spazi di aperti: greenways



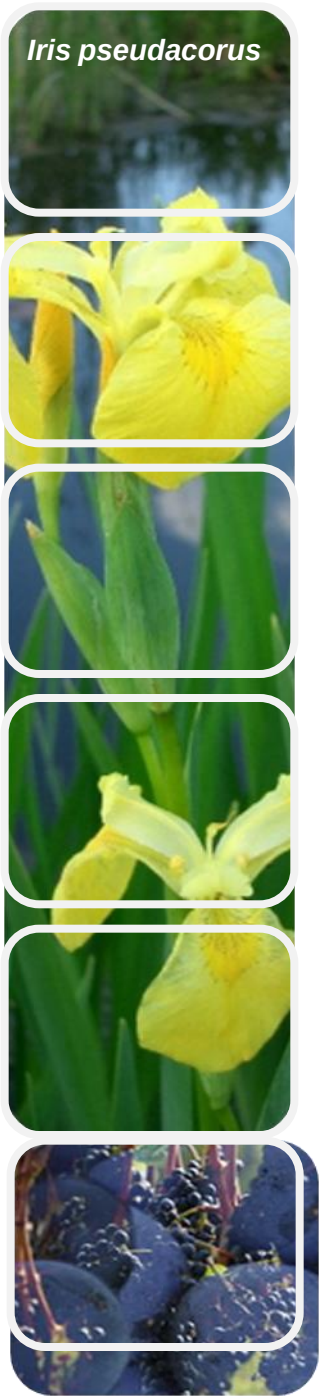
Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

IRIDRA S.r.l.

Modulo C: Le tecniche

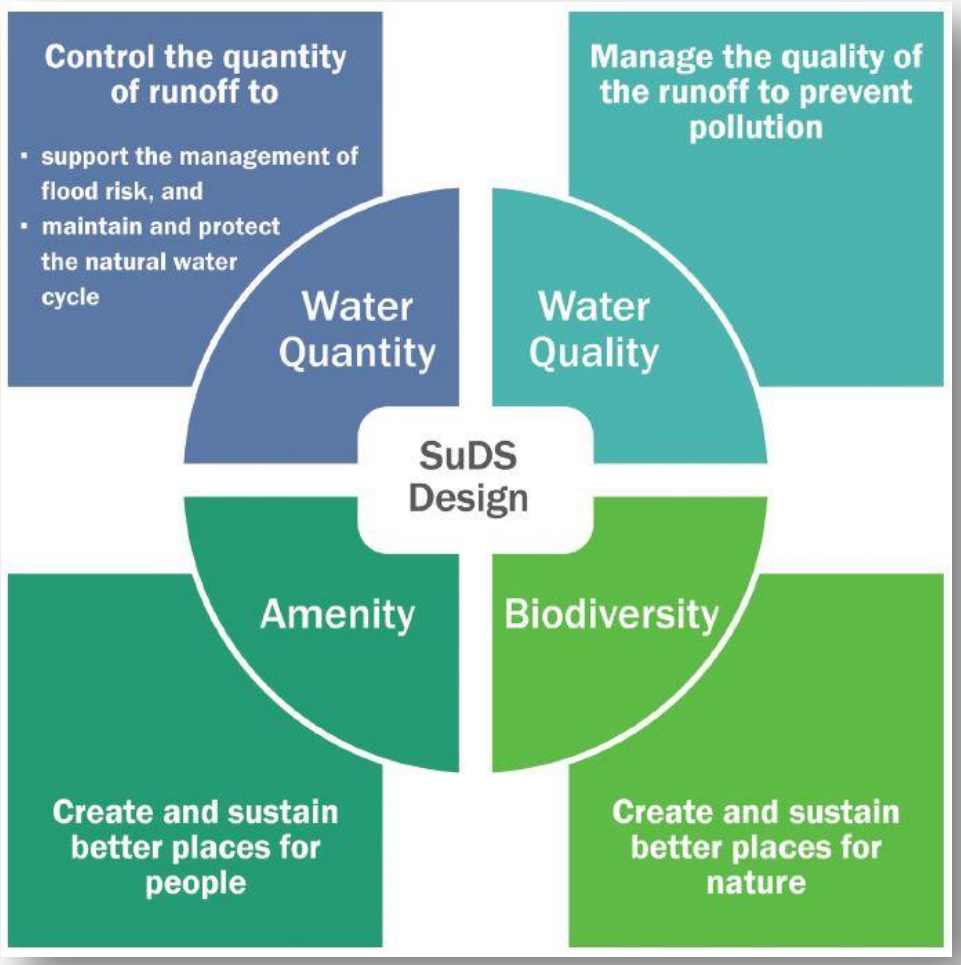


Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



C – Le tecniche

Soluzioni tecniche per obiettivi



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

Soluzioni tecniche a disposizione

Rainwater harvesting
Green roofs
Infiltration systems
Proprietary treatment systems
Filter strips
Filter drains
Swales
Bioretention systems
Trees
Pervious pavements
Attenuation storage tanks
Detention basins
Ponds and wetlands

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

Soluzioni tecniche a disposizione

TABLE 7.1 SuDS component delivery of design criteria

Component type	Description	Collection mechanism	Design criteria					
			Water quantity (Chapter 3)			Water quality (Chapter 4)	Amenity (Chapter 5)	Biodiversity (Chapter 6)
			Peak runoff rate	Runoff volumes: Small events (Interceptions)	Runoff volumes: Large events			
Rainwater harvesting systems	Systems that collect runoff from the roof of a building or other paved surface for use	P		●	●		●	
Green roofs	Planted soil layers on the roof of buildings that slow and store runoff	S	○	●		●	●	●
Infiltration systems	Systems that collect and store runoff, allowing it to infiltrate into the ground	P	●	●	●	●	●	●
Proprietary treatment systems	Subsurface structures designed to provide treatment of runoff	P				●		
Filter strips	Grass strips that promote sedimentation and filtration as runoff is conveyed over the surface	L		●		●	○	○
Filter drains	Shallow stone-filled trenches that provide attenuation, conveyance and treatment of runoff	L	●	○		●	○	○
Swales	Vegetated channels (sometimes planted) used to convey and treat runoff	L	●	●	●	●	●	●
Bioretention systems	Shallow landscaped depressions that allow runoff to pond temporarily on the surface, before filtering through vegetation and underlying soils	P	●	●	●	●	●	●
Trees	Trees within soil-filled tree pits, tree planters or structural soils used to collect, store and treat runoff	P	●	●		●	●	●
Pervious pavements	Structural paving through which runoff can soak and subsequently be stored in the sub-base beneath, and/or allowed to infiltrate into the ground below	S	●	●	●	●	○	○
Attenuation storage tanks	Large, below-ground voided spaces used to temporarily store runoff before infiltration, controlled release or use	P	●					
Detention basins	Vegetated depressions that store and treat runoff	P	●	●		●	●	●
Ponds and wetlands	Permanent pools of water used to facilitate treatment of runoff – runoff can also be stored in an attenuation zone above the pool	P	●			●	●	●

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

1 – Raccolta acque meteoriche

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

VANTAGGI

- Possibilità di recupero delle acque di pioggia
- Minori acque scaricate in fognatura, con conseguente funzionamento più efficiente della stessa e riduzione dell'impatto delle piogge

SVANTAGGI

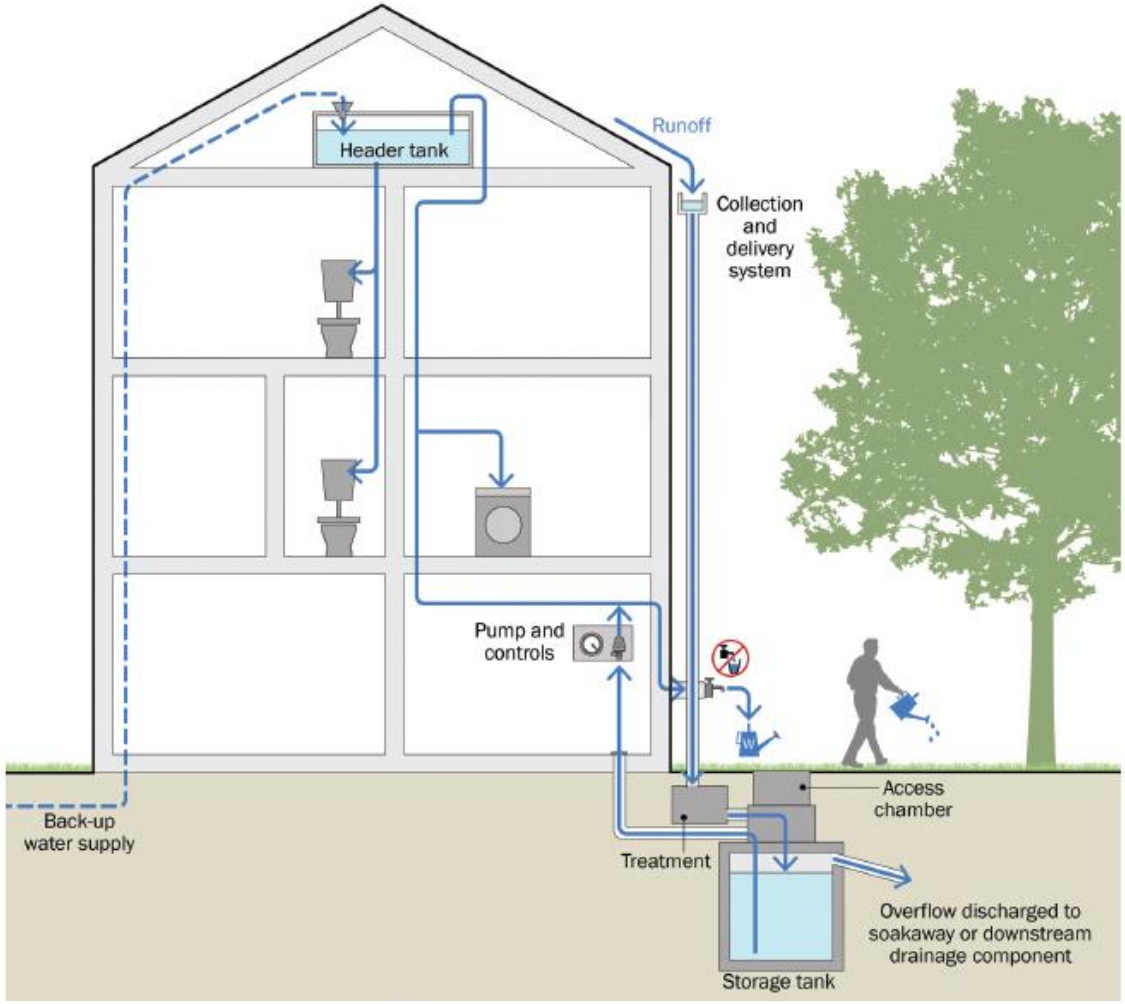
- Necessità di energia elettrica per pompaggio acque acculate (solo in serbatoi che prevedono un pompaggio per il riuso, come ad esempio i serbatoio interrati)
- Necessità di rete duale nel caso di recupero delle acque meteoriche interno agli edifici (ad esempio sciacquoni dei WC)

IRIDRA S.r.l.

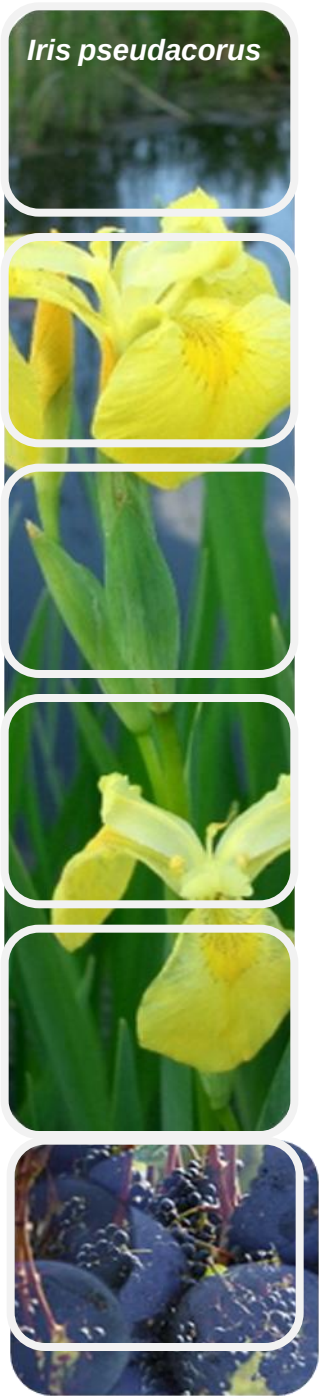
C – Le tecniche

1 – Raccolta acque meteoriche

Schema con pompaggio



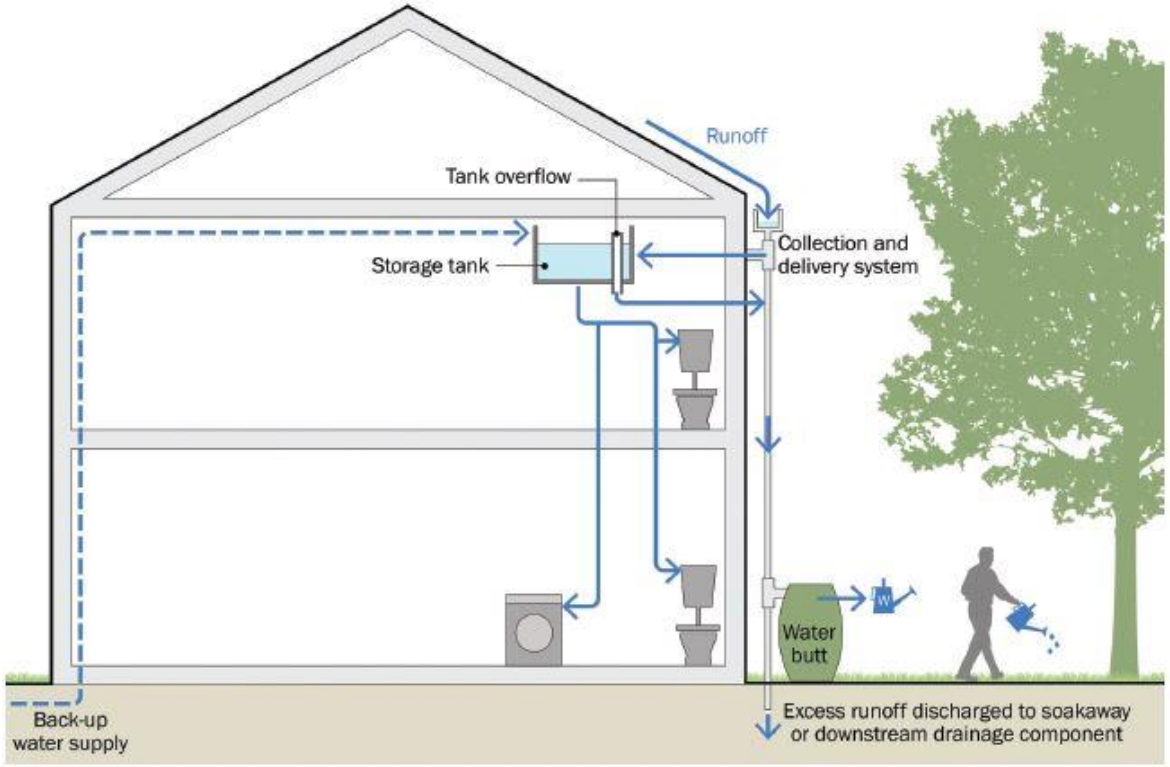
IRIDRA S.r.l.



C – Le tecniche

1 – Raccolta acque meteoriche

Schema a gravità



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

1 – Raccolta acque meteoriche

Tipologie di filtri

Filtro nel pluviale

Dispositivo filtrante, installato direttamente lungo la condotta del pluviale, avente la stessa sezione della tubazione con all'interno un elemento di intercettazione costituito, in genere, da una griglia metallica che garantisce un'azione di filtraggio dei materiali più grossolani presenti nelle acque piovane di raccolta (sassolini, foglie, residui di tegole, detriti, ecc.) in condizioni di precipitazioni normali.

La porzione d'acqua che penetra attraverso il filtro viene deviata esternamente al pluviale e inviata al serbatoio di stoccaggio, mentre i residui intercettati e dilavati dalla rimanente acqua vengono convogliati verso il sistema di smaltimento.

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

1 – Raccolta acque meteoriche

Tipologie di filtri

Filtro centrifugo

Dispositivo filtrante generalmente interrato composto da una camera filtrante accessibile mediante un'apertura superiore dotata di coperchio.

L'acqua meteorica arriva tangenzialmente tramite pluviale, viene immessa nella camera filtrante dove, sfruttando il principio della velocità d'ingresso, viene filtrata da una griglia, che intercetta e separa gli eventuali corpi sospesi, e fatta defluire successivamente, convogliandola verso il serbatoio.

I detriti separati vengono convogliati al centro in una tubazione raccordata e inviati al sistema di smaltimento.

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

1 – Raccolta acque meteoriche

Tipologie di filtri

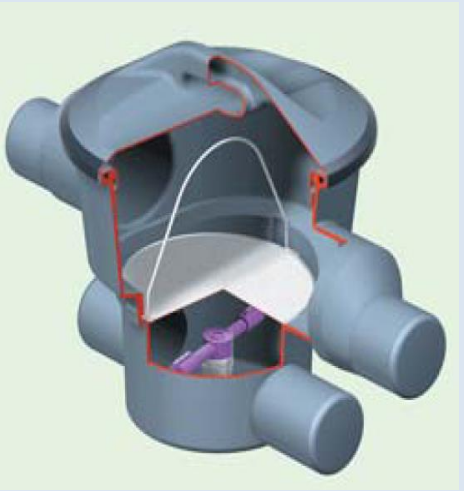
Filtro autopulente

Dispositivo filtrante installabile sia in superficie che interrato.

L'acqua si immette nel sistema a caduta, passa sul filtro e percola in gran parte nella zona sottostante depositando le impurità sulle maglie del setaccio; la quota restante d'acqua, proprio perché impedita a filtrare dalla presenza dei residui intercettati, produce un effetto di dilavamento su questi ultimi trascinandoli verso lo scarico di evacuazione collegato al sistema fognario.

Alcuni modelli sono dotati di unità di contro-lavaggio ovvero di un dispositivo simile ad un irrigatore a braccia rotanti che, azionato manualmente, provvede a ripulire il filtro con un getto d'acqua di rete spruzzata in senso opposto a quello di caduta.

L'efficienza del sistema dipende in gran parte dalla pulizia periodica del filtro a cui si può accedere attraverso il coperchio del chiusino.



IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

2 – Tetti verdi

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

C – Le tecniche

2 – Tetti verdi

Sezione tipologica

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

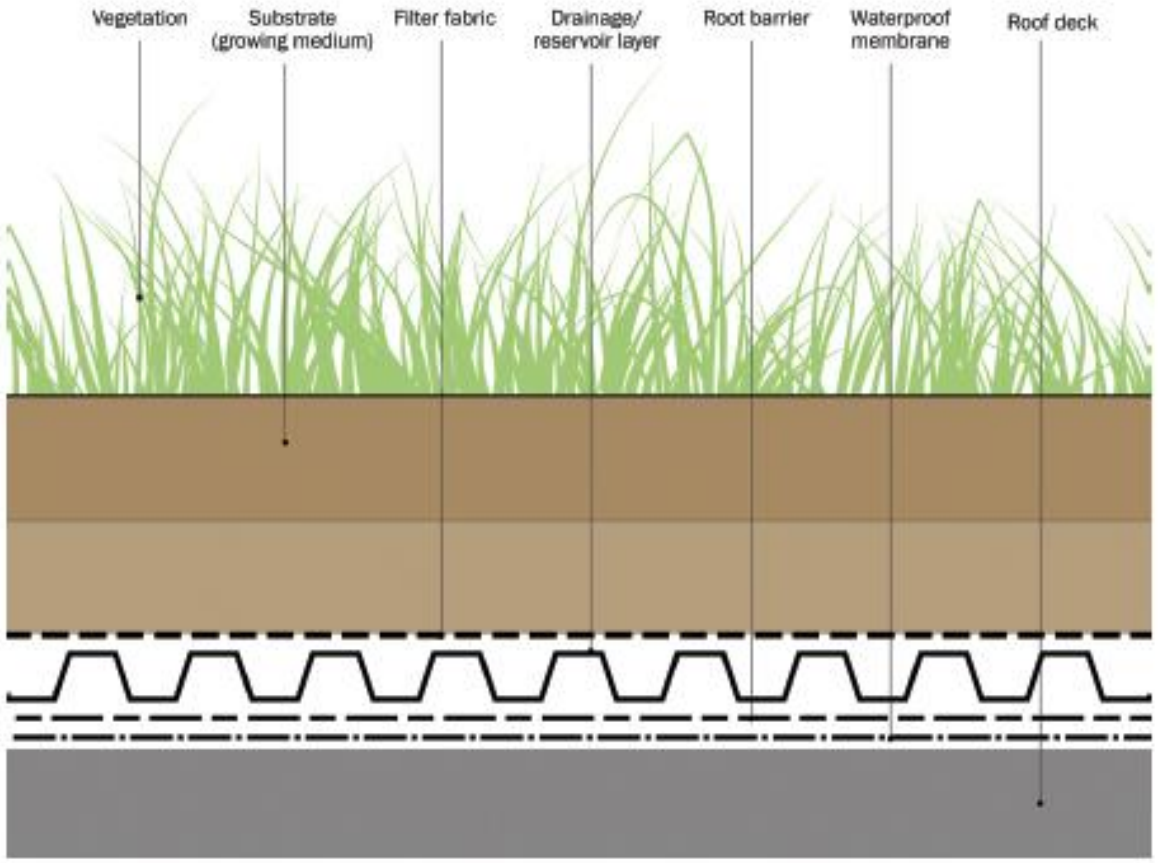


Figure 12.1 Section showing typical extensive green roof components

C – Le tecniche

2 – Tetti verdi

Intensivi vS Estensivi - Esempi

C – Le tecniche

2 – Tetti verdi

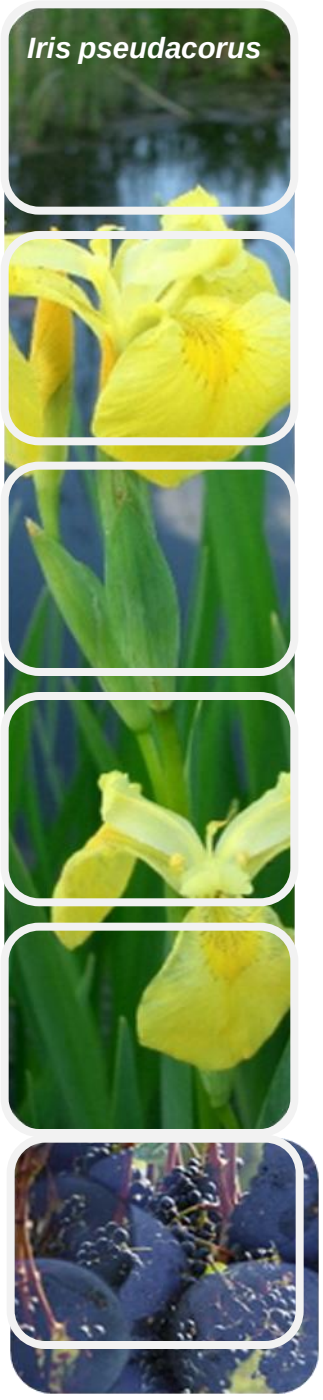
Intensivi vS Estensivi - Vantaggi e svantaggi

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

TABLE 12.1 Comparison of extensive and intensive green roof systems

	Extensive green roof	Intensive green roof
Access	Not usually accessible	Accessible as public space or garden
Growing medium	Thin growing medium 20–150 mm	Deeper growing medium
Irrigation	Only during plant establishment	Occasional to frequent
Maintenance	Minimal to none	Low to high
	Advantages ▪ lightweight ▪ suitable for roofs with slope of up to 1 in 3 ▪ little or no need for irrigation and specialised drainage systems ▪ often suitable for retrofits ▪ little management of vegetation ▪ relatively inexpensive ▪ attractive to pioneer species colonisation, which can lead to a more biodiverse long-term ecosystem ▪ can support arrested pioneer communities, which are important for nature conservation	**Advantages** ▪ more favourable conditions for plants, leading to greater potential diversity of plants and habitats ▪ good contribution to thermal performance of the building ▪ can be made very attractive ▪ often accessible, with opportunities for recreation and amenity benefits ▪ good surface water retention capacity
	Disadvantages ▪ more stressful conditions for plants, leading to lower potential diversity and associated biodiversity ▪ limited insulation provision ▪ limited surface water retention benefits ▪ limited aesthetic benefits	**Disadvantages** ▪ greater loading on roof structure ▪ need for irrigation and drainage systems requiring energy, water, materials ▪ higher capital and maintenance costs

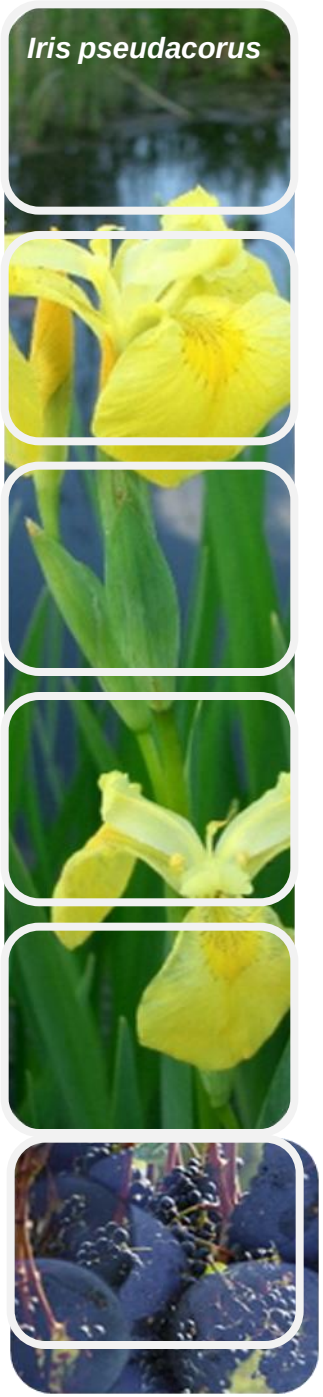
IRIDRA S.r.l.



C – Le tecniche

2 – Tetti verdi

IRIDRA S.r.l.

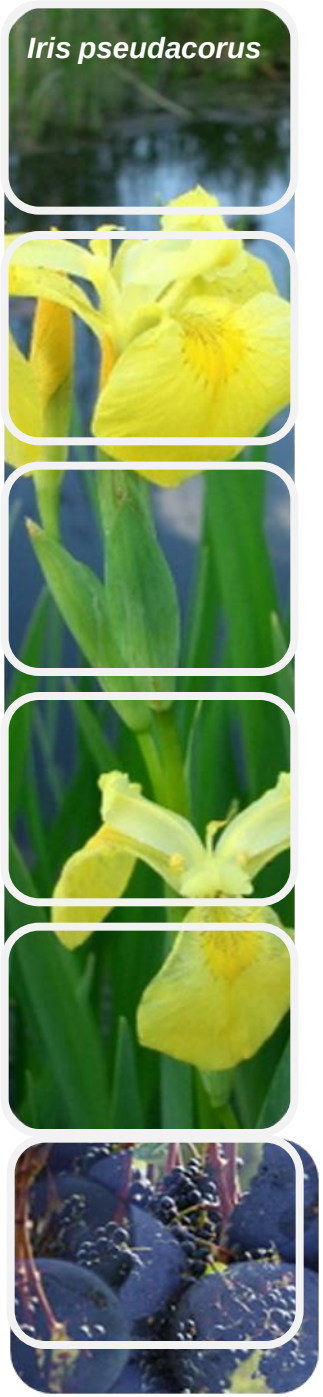


C – Le tecniche

2 – Tetti verdi

Tipologie – Prato fruibile

Fonte: Report ISPRA 2012. "Prestazioni di sistema e valore ecologico"

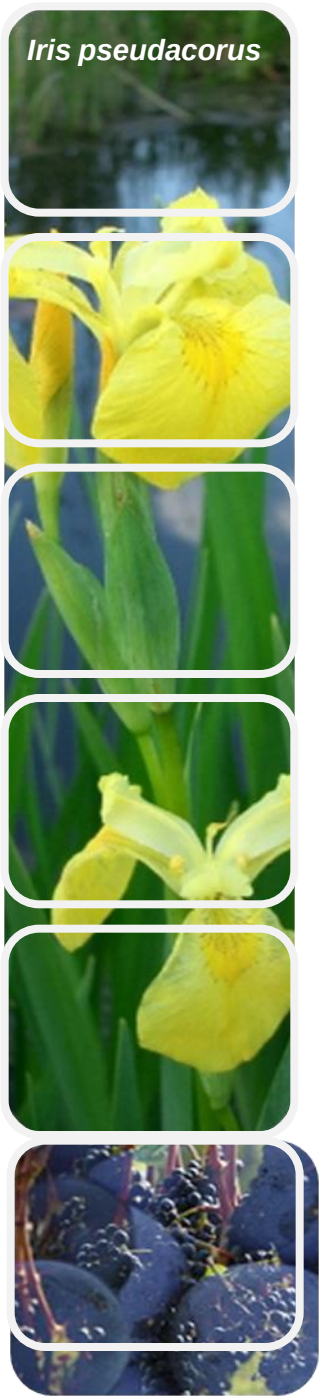


C – Le tecniche

2 – Tetti verdi

Tipologie – Tappeto sedum

Fonte: Report ISPRA 2012. "Prestazioni di sistema e valore ecologico"



C – Le tecniche

2 – Tetti verdi

Tipologie – Prato naturale

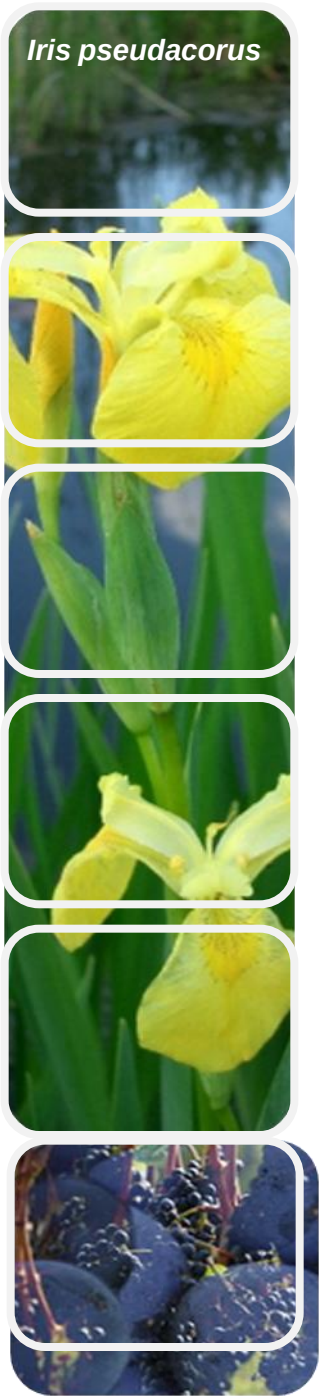
Fonte: Report ISPRA 2012. "Prestazioni di sistema e valore ecologico"

C – Le tecniche

2 – Tetti verdi

Tipologie – Tappeto di erbacee perenni

Fonte: Report ISPRA 2012. "Prestazioni di sistema e valore ecologico"

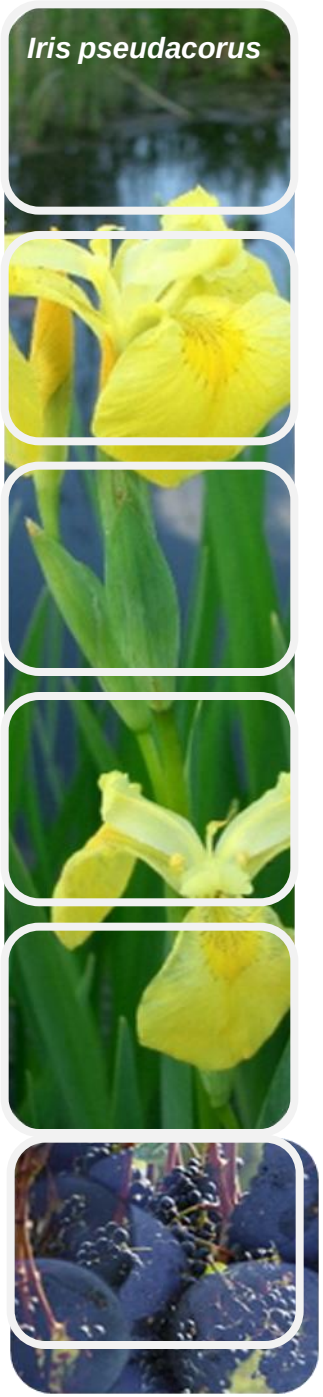


C – Le tecniche

2 – Tetti verdi

Tipologie – Arbusti tappezzanti

Fonte: Report ISPRA 2012. "Prestazioni di sistema e valore ecologico"

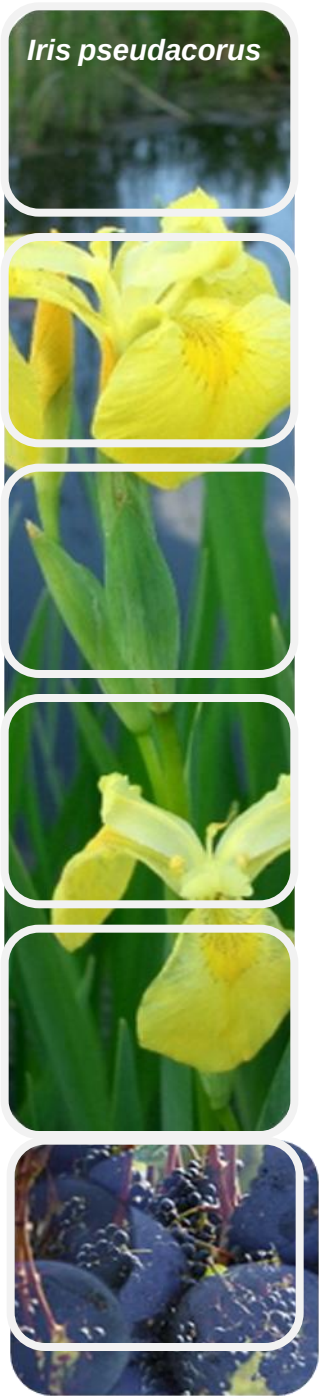


C – Le tecniche

2 – Tetti verdi

Tipologie – Orto

Fonte: Report ISPRA 2012. "Prestazioni di sistema e valore ecologico"

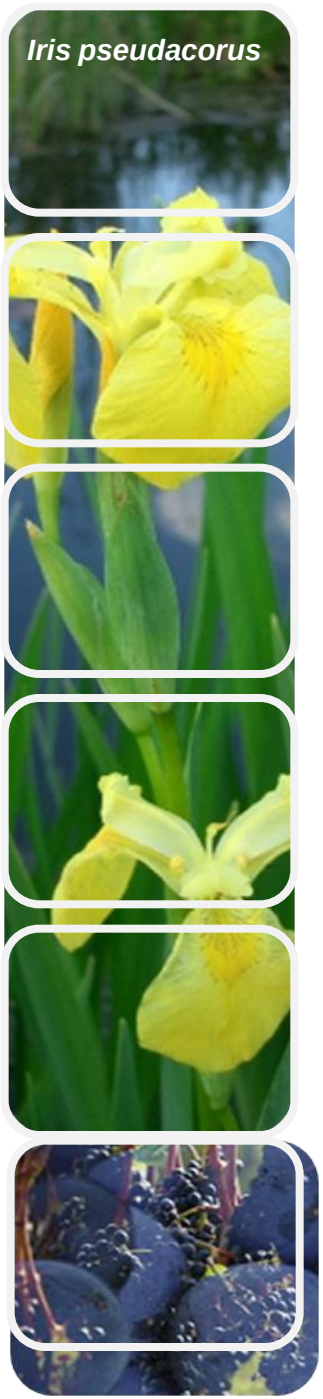


C – Le tecniche

2 – Tetti verdi

Tipologie – Alberi o siepi

Fonte: Report ISPRA 2012. "Prestazioni di sistema e valore ecologico"



C – Le tecniche
2 – Tetti verdi

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

Norma UNI 11235:2007

Fonte: Report ISPRA 2012. "Prestazioni di sistema e valore ecologico"

Tipo di vegetazione	Spessore dello strato colturale (cm)							
	8	10	15	20	30	50	80	100
Sedum	■							
Erbacee perenni a piccolo sviluppo		■						
Grandi erbacee perenni, piccoli arbusti tappezzanti			■					
Tappeti erbosi			■					
Arbusti di piccola taglia				■				
Arbusti di grande taglia e piccoli alberi					■			
Alberi di III grandezza						■		
Alberi di II grandezza							■	
Alberi di I grandezza								■

Tabella 4.1.: *Spessore minimo dello strato colturale in funzione della vegetazione da impiegare (Norma UNI 11235:2007)*

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

3 – Trincee infiltranti

Image courtesy Simon Bunn

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

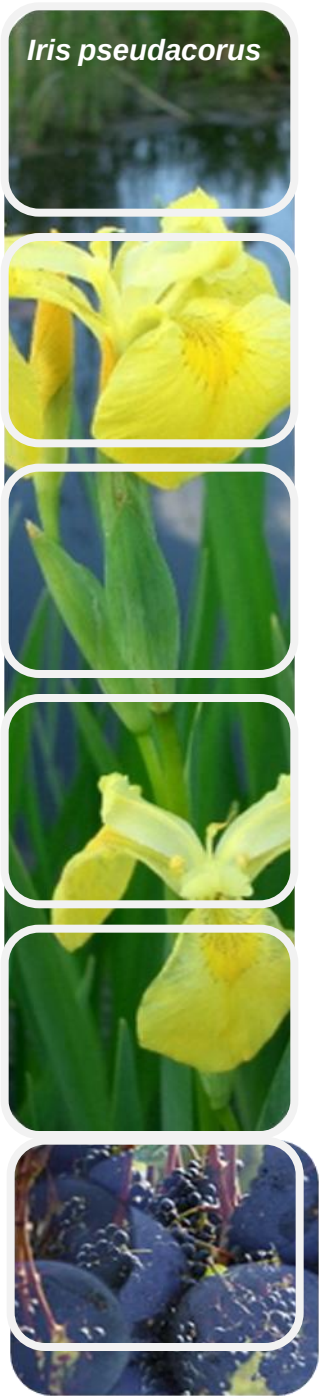
VANTAGGI

- discrete rese depurative soprattutto dovute a meccanismi di filtrazione e assorbimento
- ricarica delle acque sotterranee
- limitate attività di manutenzione
- basso fabbisogno di superficie (di regola meno del 10% della superficie impermeabile del bacino drenato)
- buona capacità d'accumulo

SVANTAGGI

- bassa capacità di laminazione;
- possibilità di fuga delle sostanze oleose (a meno di non installare in testa uno scolmatore delle acque di prima pioggia seguito da un disoleatore);
- possibilità di intasamenti in aree in cui si ha un elevato trasporto di materiale sabbioso durante gli eventi di pioggia.

IRIDRA S.r.l.

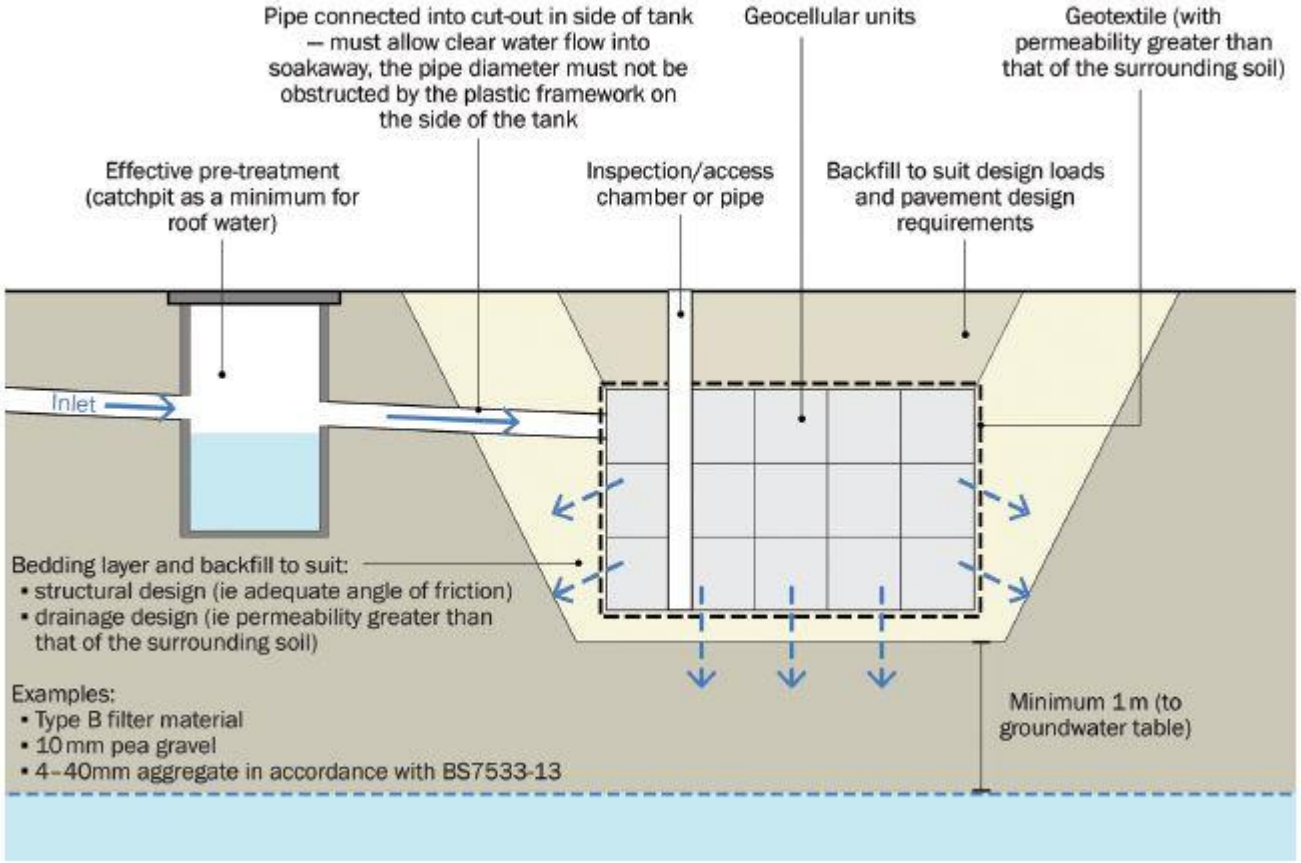


C – Le tecniche

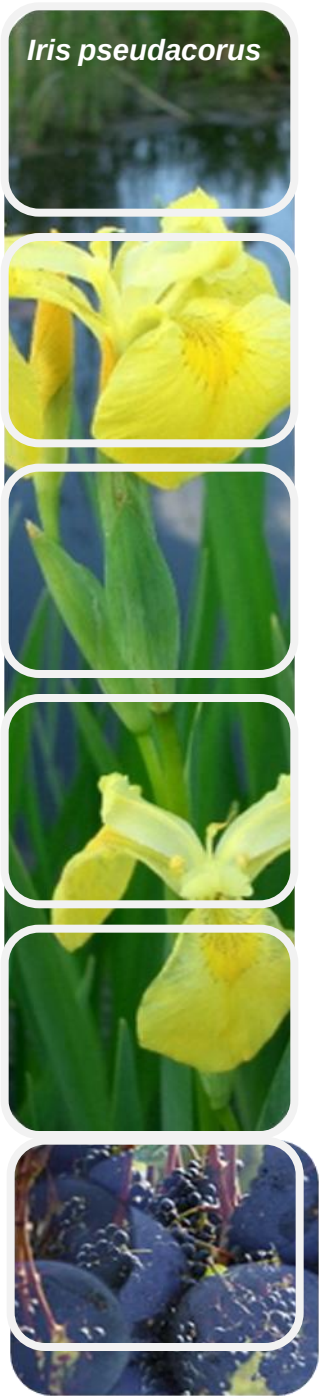
3 – Trincee infiltranti

Tipologie – Pretrattamento e pozzo perdente

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



IRIDRA S.r.l.

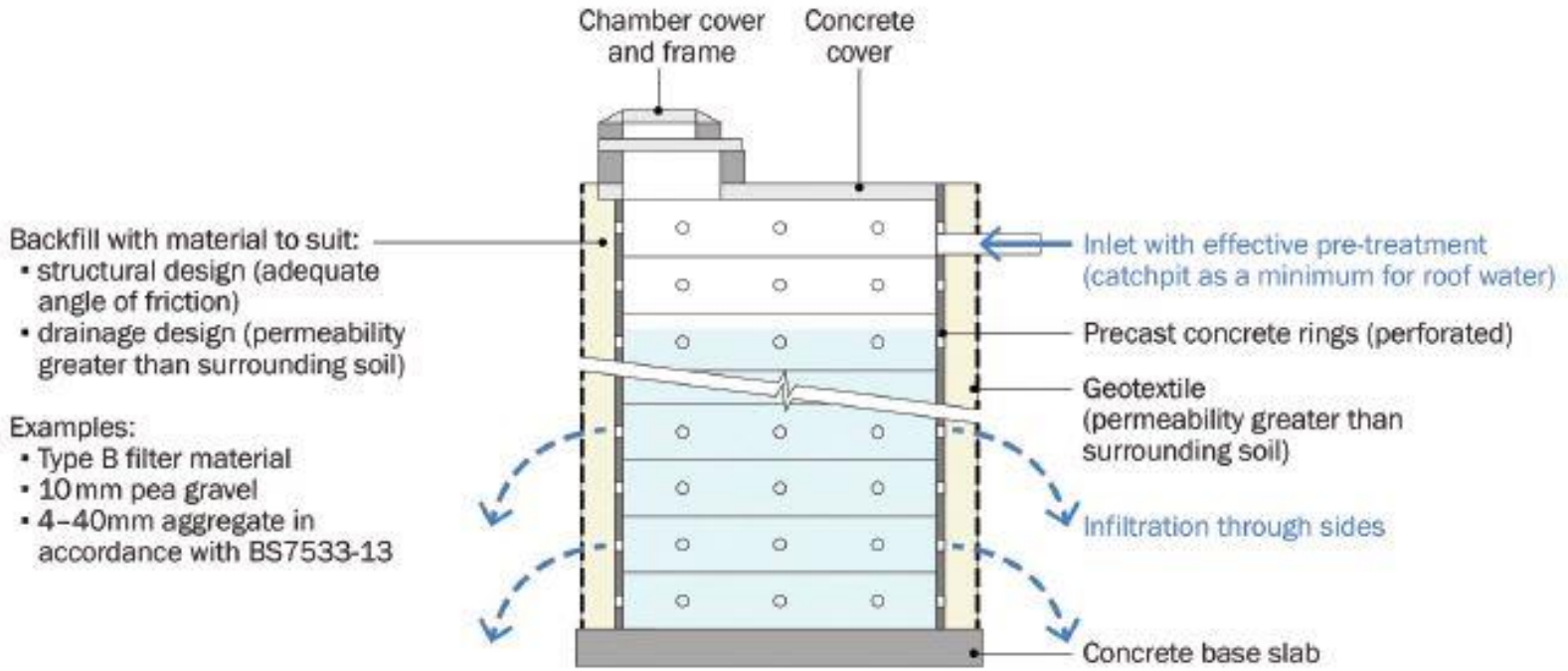


C – Le tecniche

3 – Trincee infiltranti

Tipologie – pozzo perdente

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

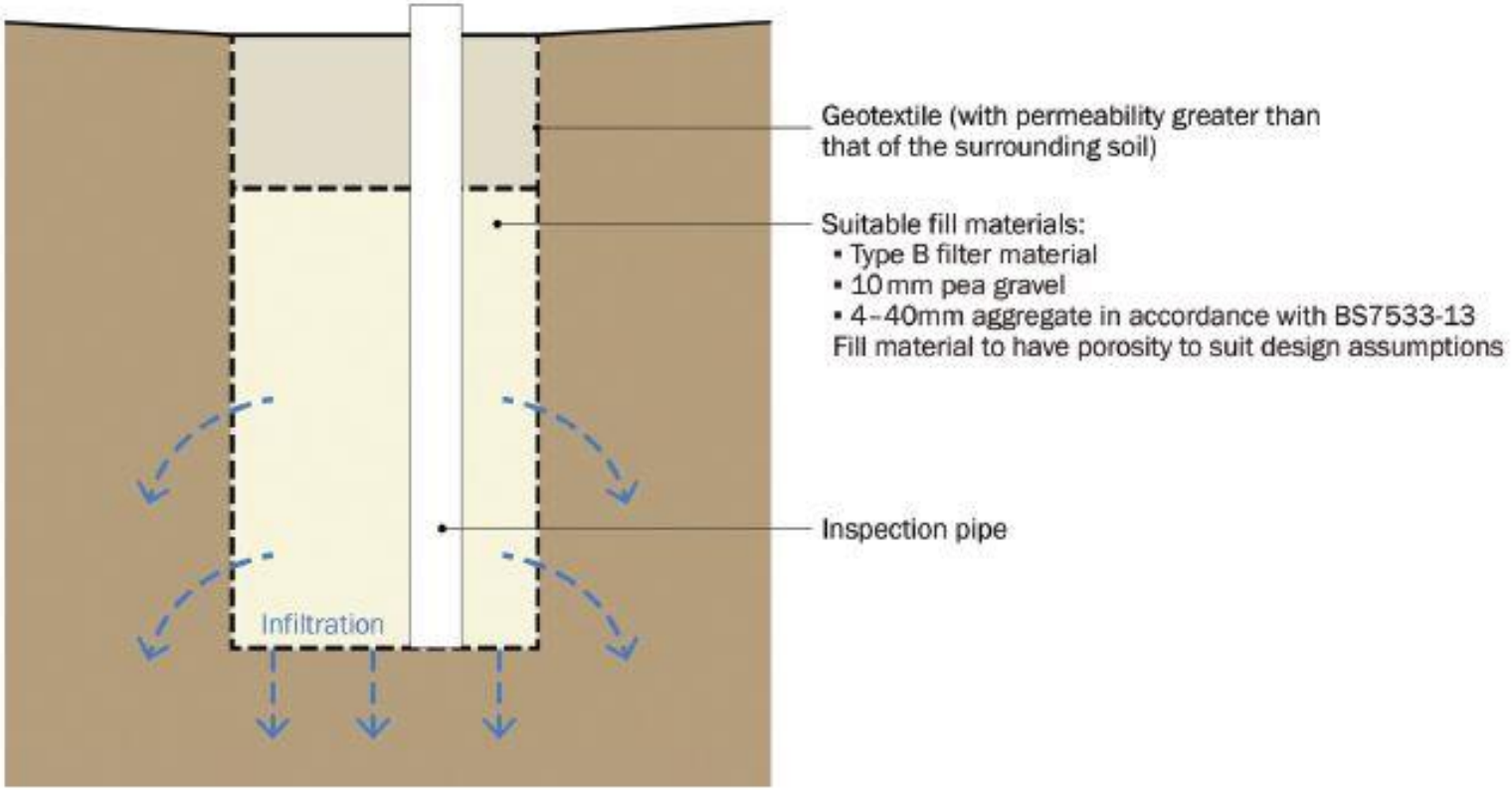


C – Le tecniche

3 – Trincee infiltranti

Tipologie – Trincea infiltrante

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



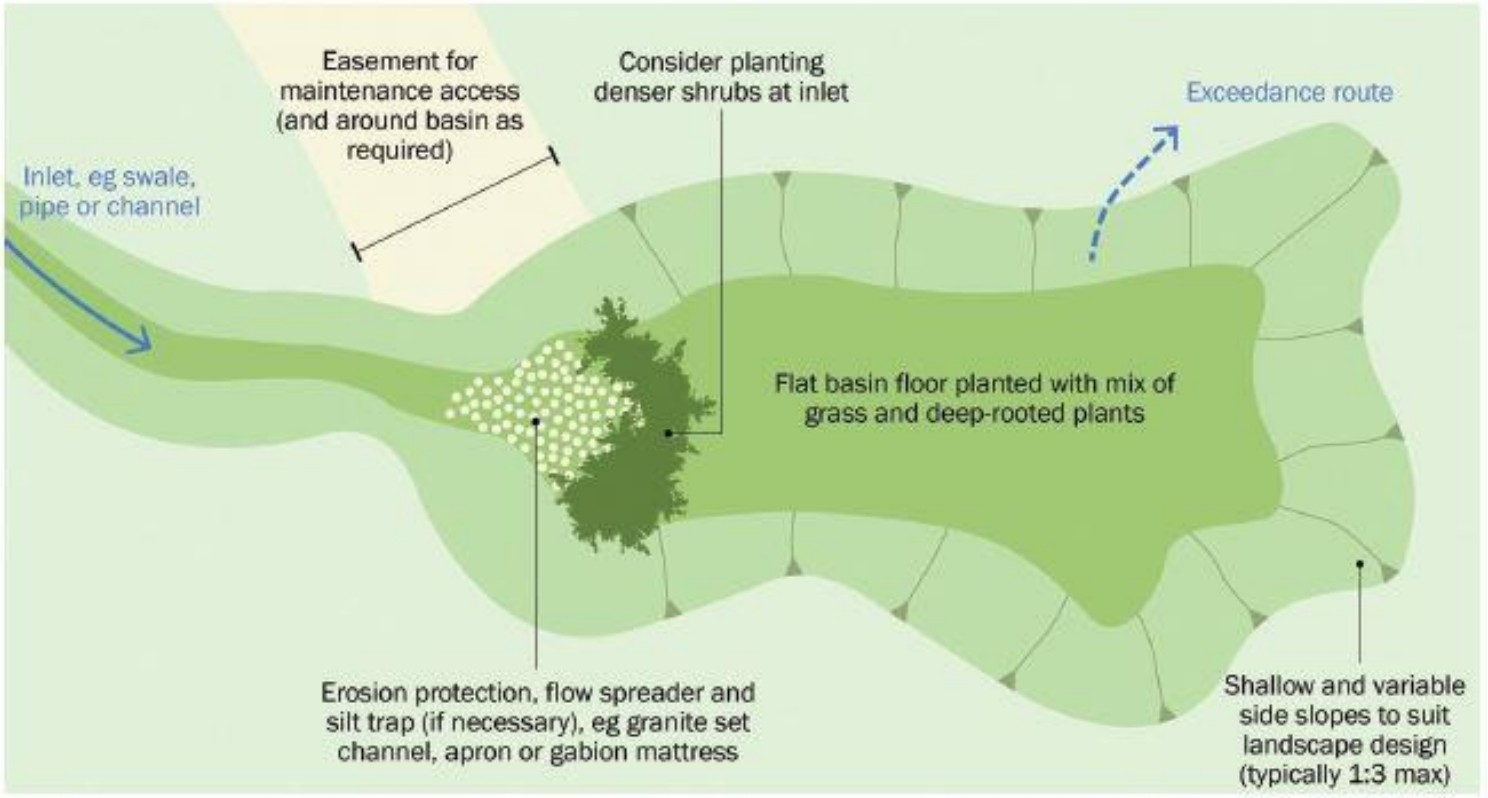
IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

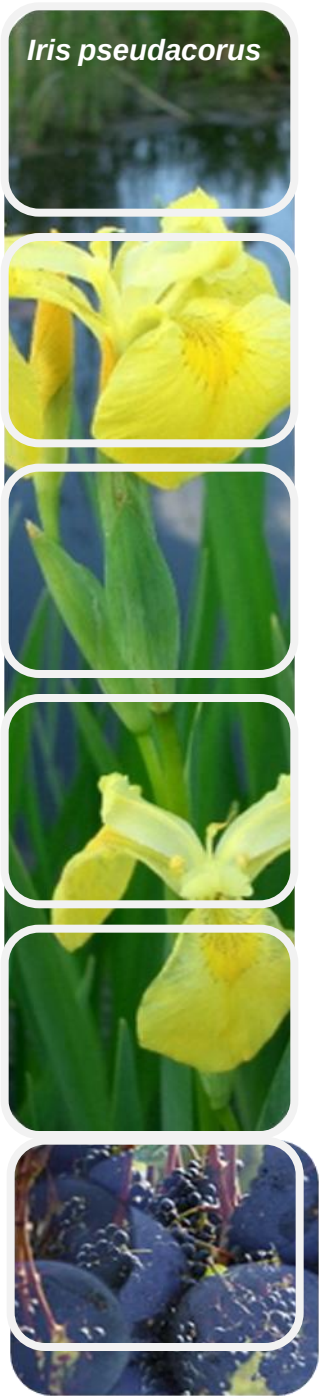
3 – Trincee infiltranti

Tipologie – Bacino infiltrante

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



IRIDRA S.r.l.

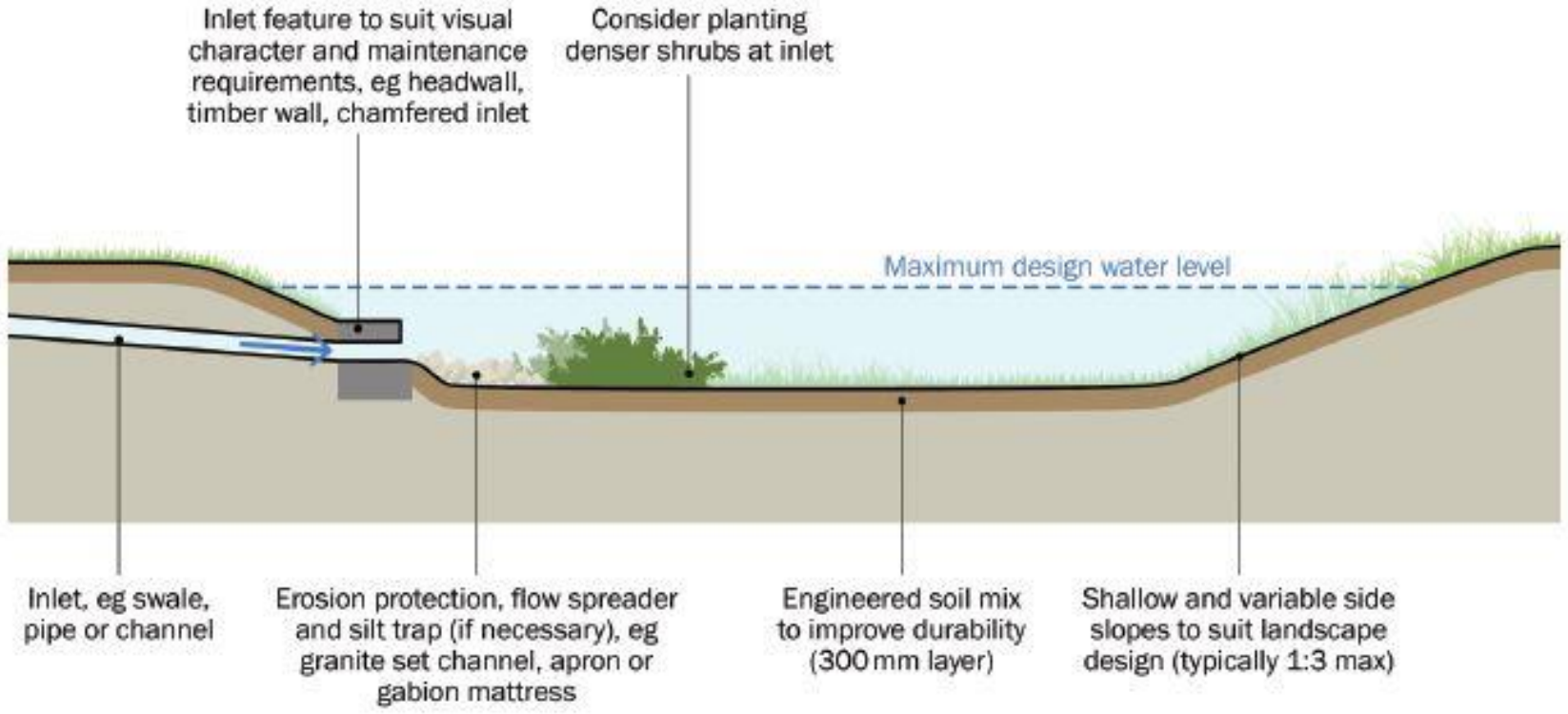


C – Le tecniche

3 – Trincee infiltranti

Tipologie – Bacino infiltrante

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



C – Le tecniche

4 – Sistemi di trattamento tecnologici

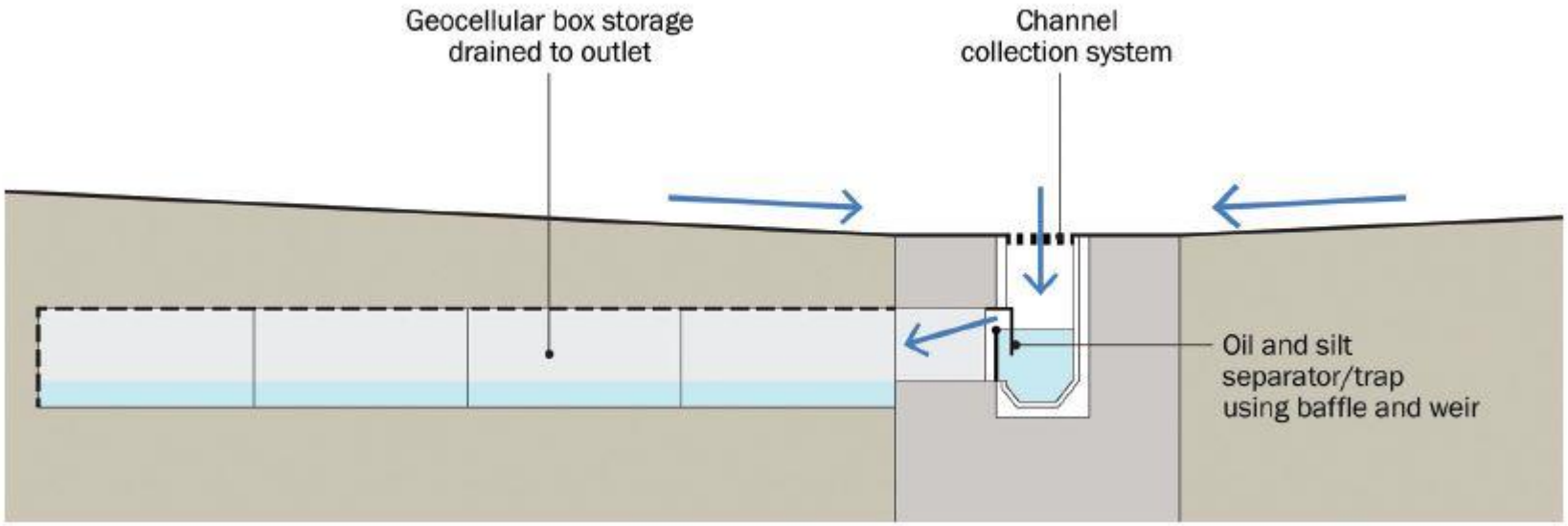
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

C – Le tecniche

4 – Sistemi di trattamento tecnologici

Tipologie – Canali di trattamento

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



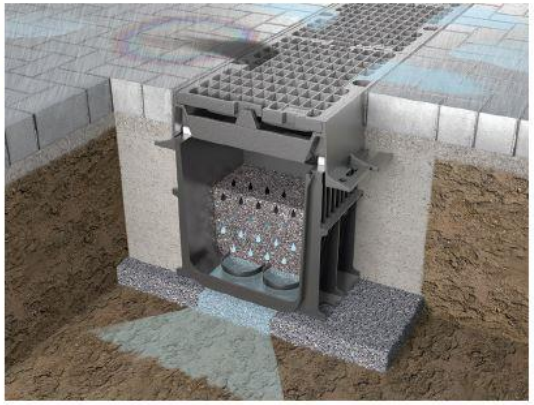
C – Le tecniche

4 – Sistemi di trattamento tecnologici

Tipologie – Canali di trattamento

Figure 14.2 Treatment channel installations showing discrete 1 m sections (courtesy Permavoid Limited)

Outflow is via infiltration to the ground or a filter drain below the channel (courtesy Hauraton UK Limited)



Outflow is via a perforated pipe in the filter media (courtesy Stormwater Management Ltd and Geosynthetics Ltd)

Figure 14.3 Treatment channels with filter medium inserts

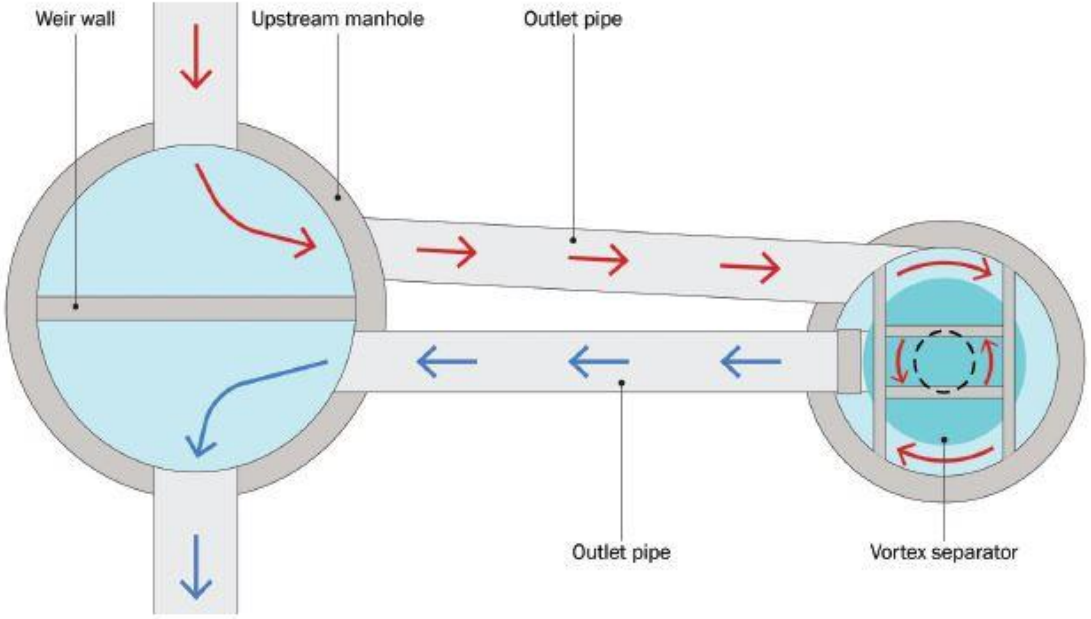
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

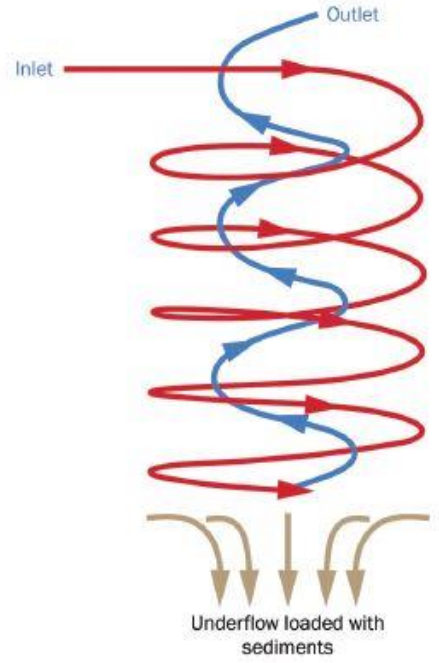
C – Le tecniche

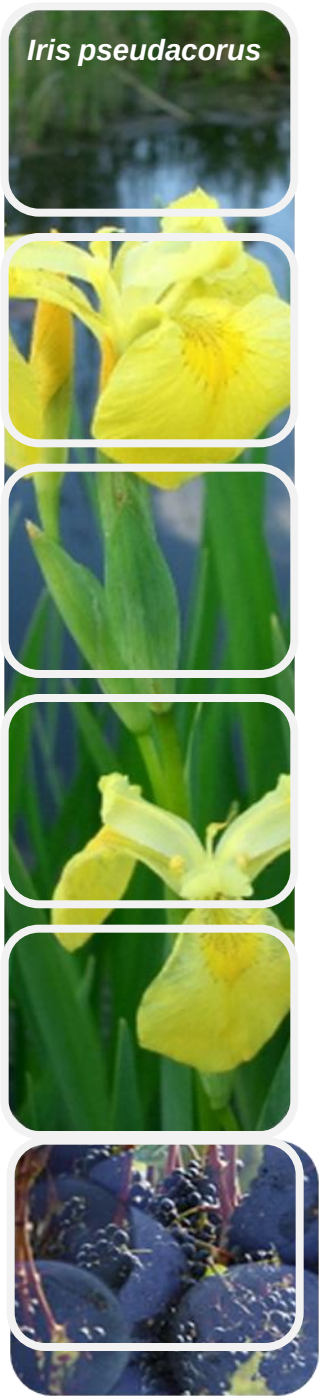
4 – Sistemi di trattamento tecnologici

Tipologie – Separatori a vortice

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



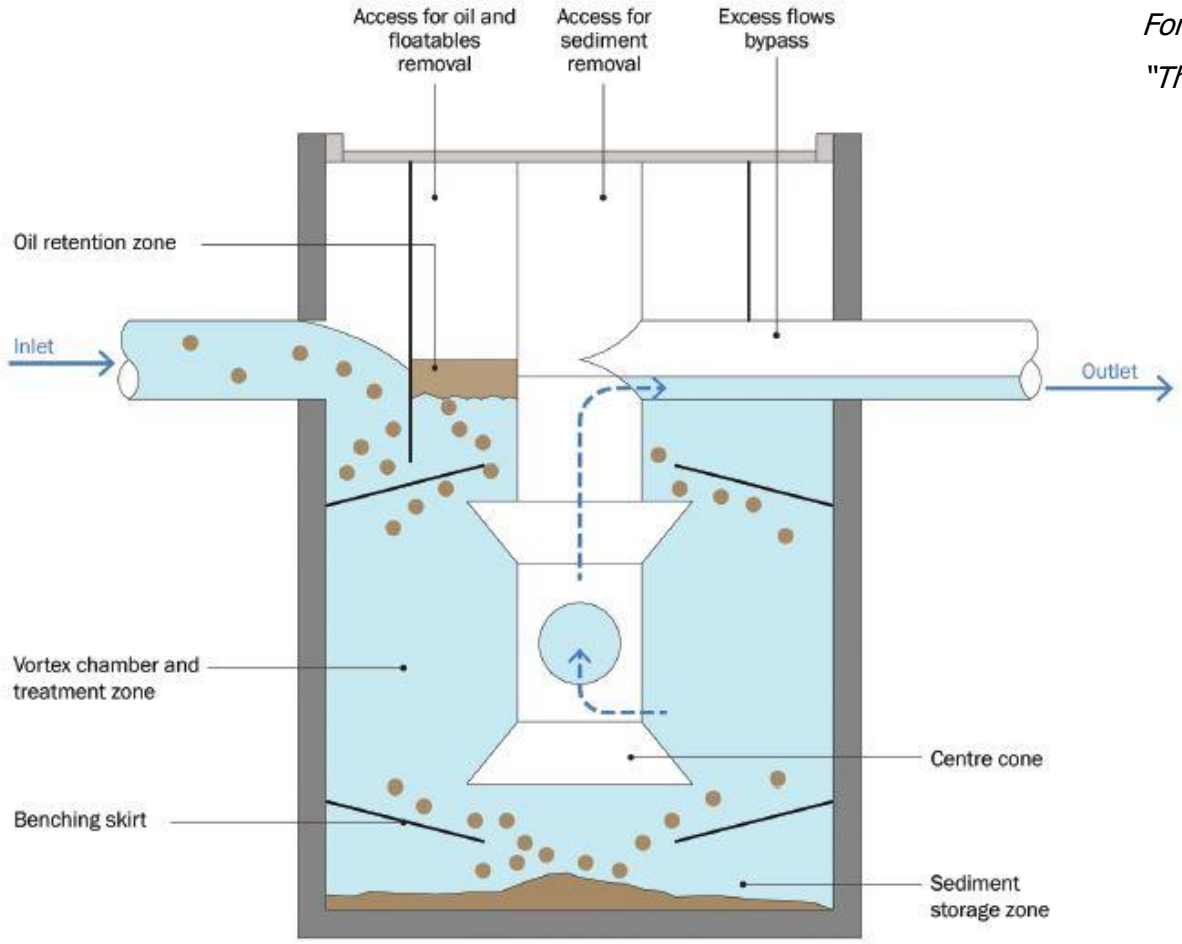




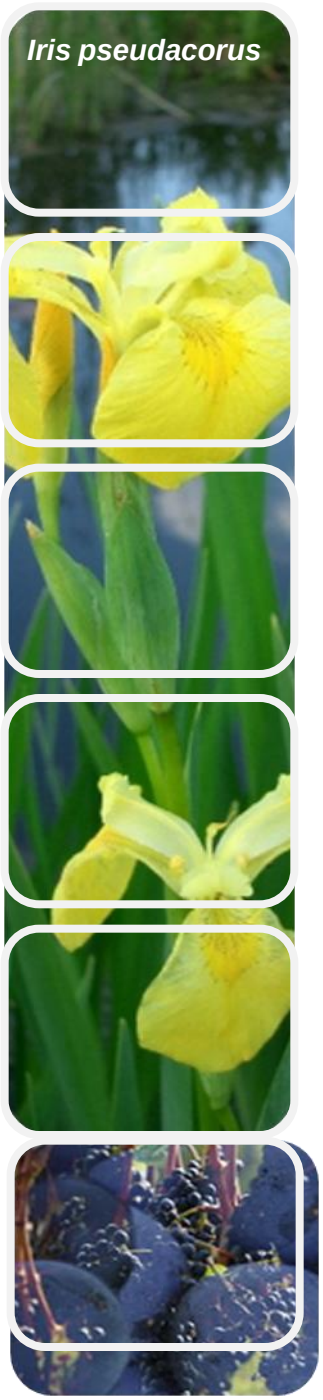
E – Le tecniche

4 – Sistemi di trattamento tecnologici

Tipologie – Separatori a vortice



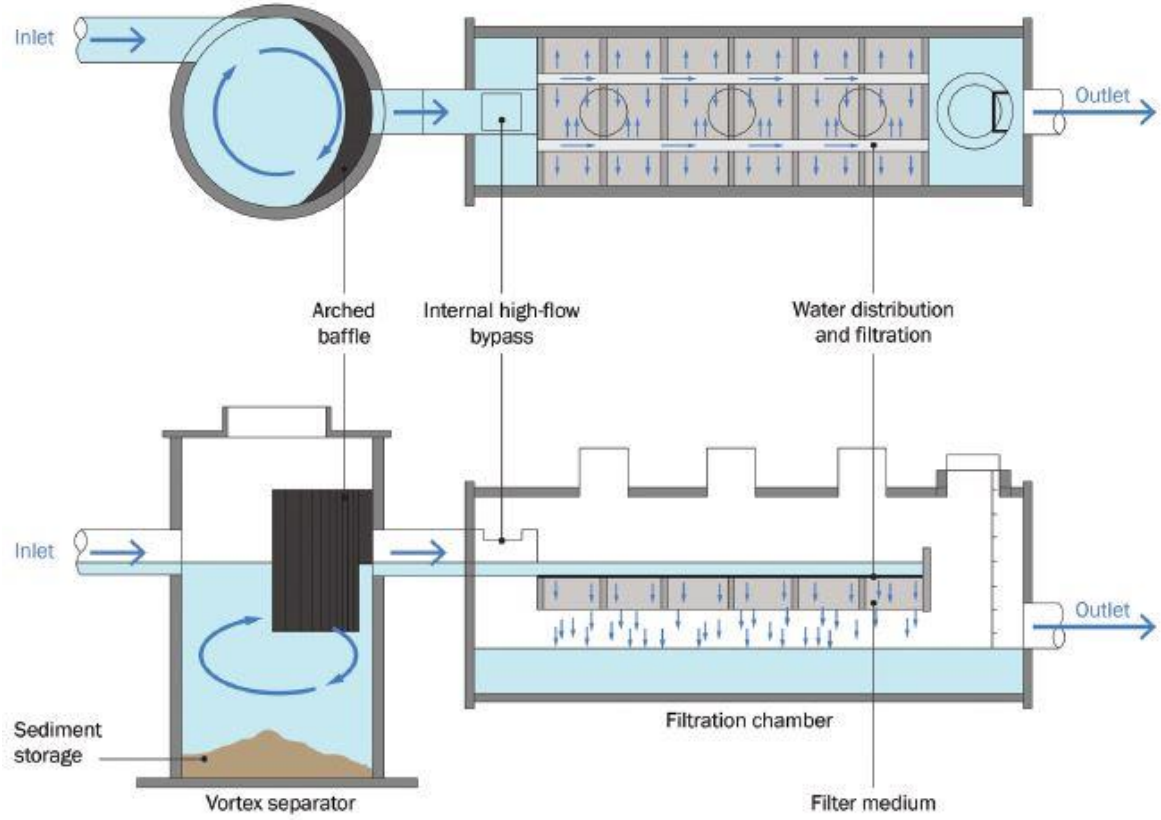
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



C – Le tecniche

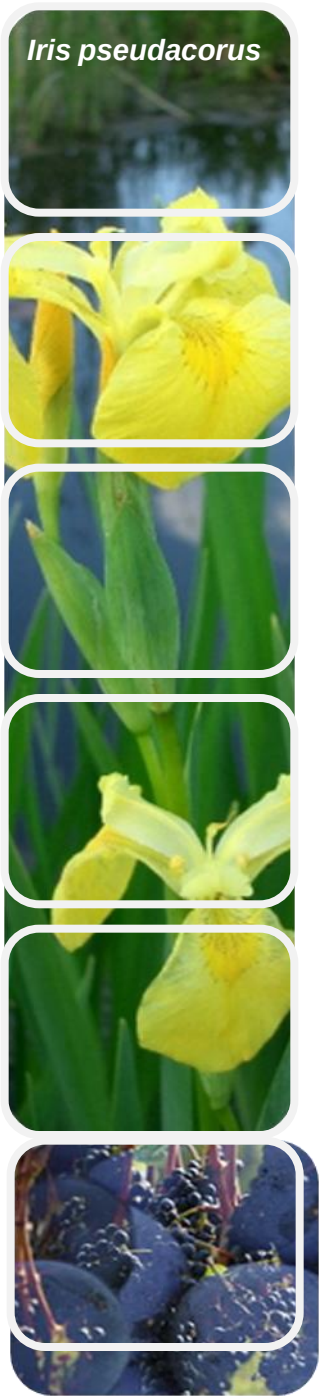
4 – Sistemi di trattamento tecnologici

Tipologie – Separatori a vortice + sedimentazione



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

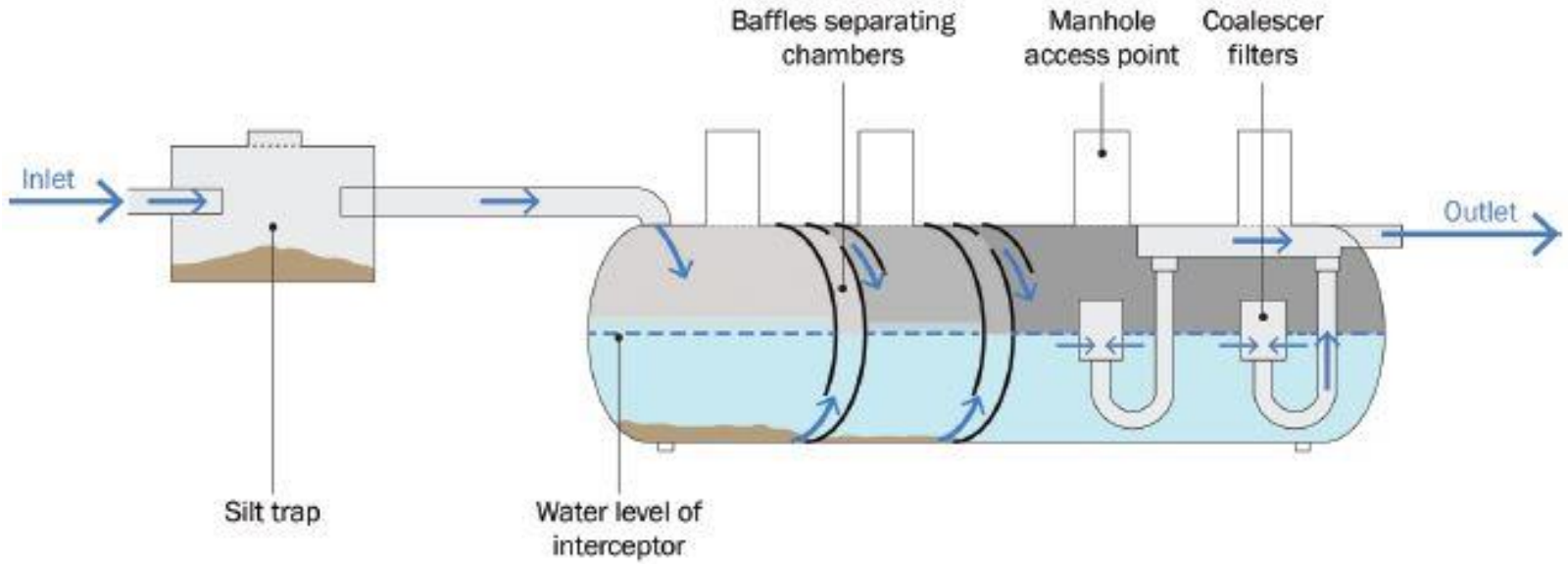


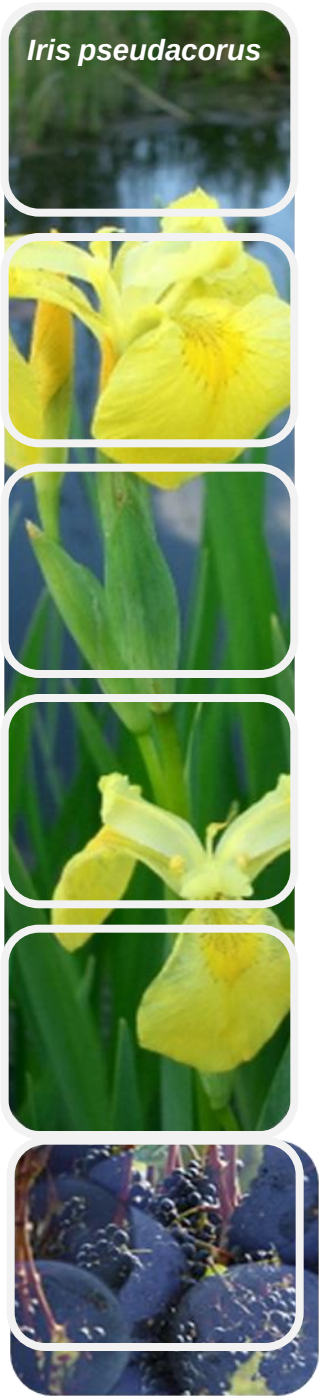
C – Le tecniche

4 – Sistemi di trattamento tecnologici

Tipologie – Camere multiobiettivo

Fonte: Woods Ballard et al. 2015.
"The SuDS Manual"

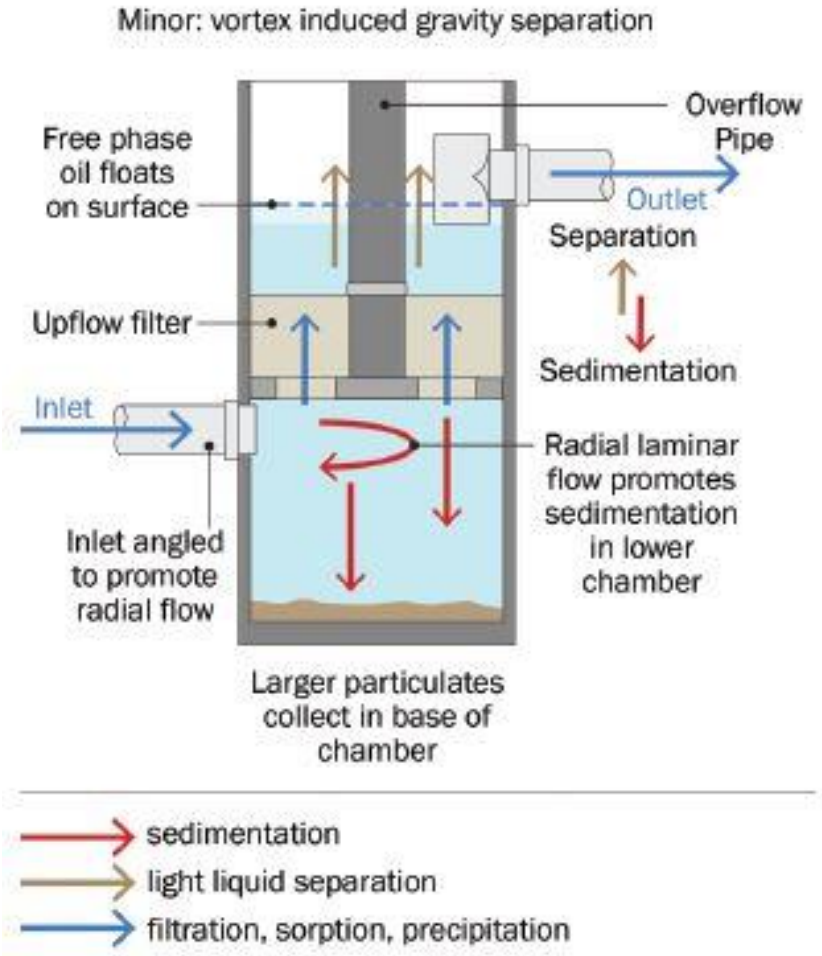




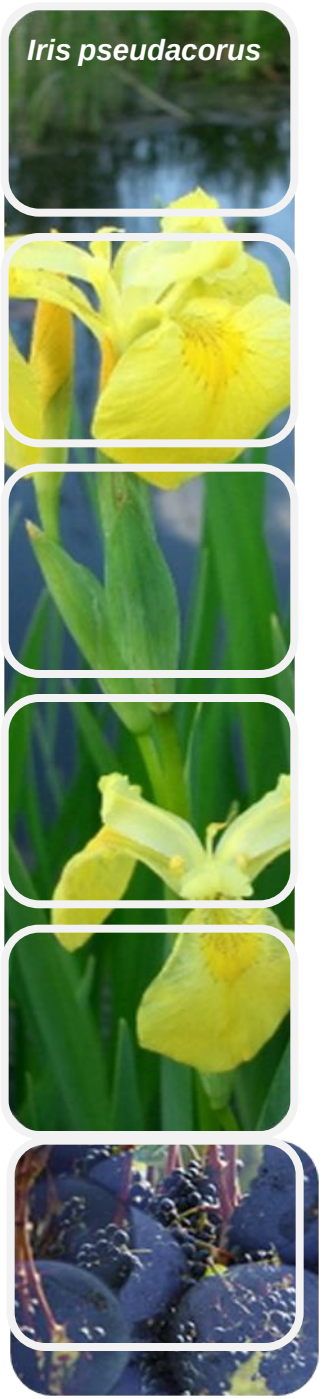
C – Le tecniche

4 – Sistemi di trattamento tecnologici

Tipologie – Camere multiobiettivo



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



C – Le tecniche

5 – Fasce filtranti

VANTAGGI

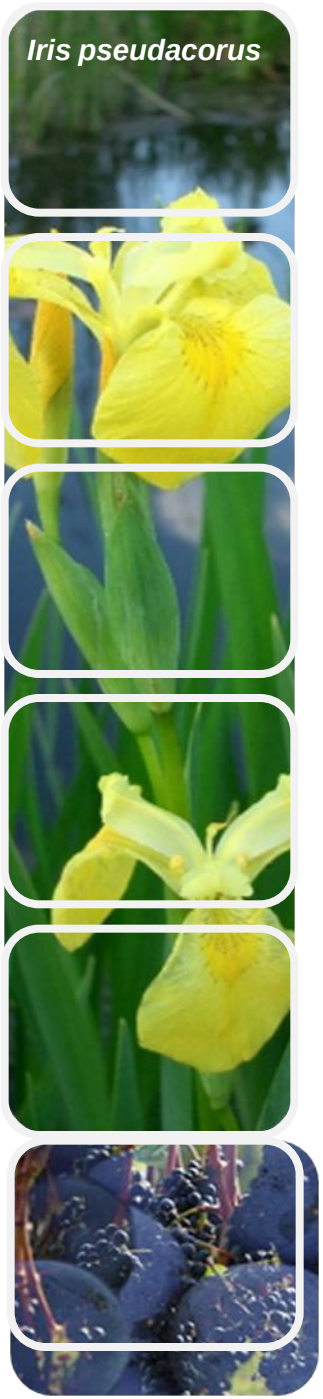
- contenuti costi di costruzione
- efficace sistema di pretrattamento
- sistema atto a favorire la ricarica delle falde sotterranee
- facilmente integrabile nel paesaggio

SVANTAGGI

- generalmente possono essere impiegati solo come pretrattamento
- poca attenuazione o riduzione significativa di flussi in caso di eventi meteorici abbondanti
- necessita di ampi spazi

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

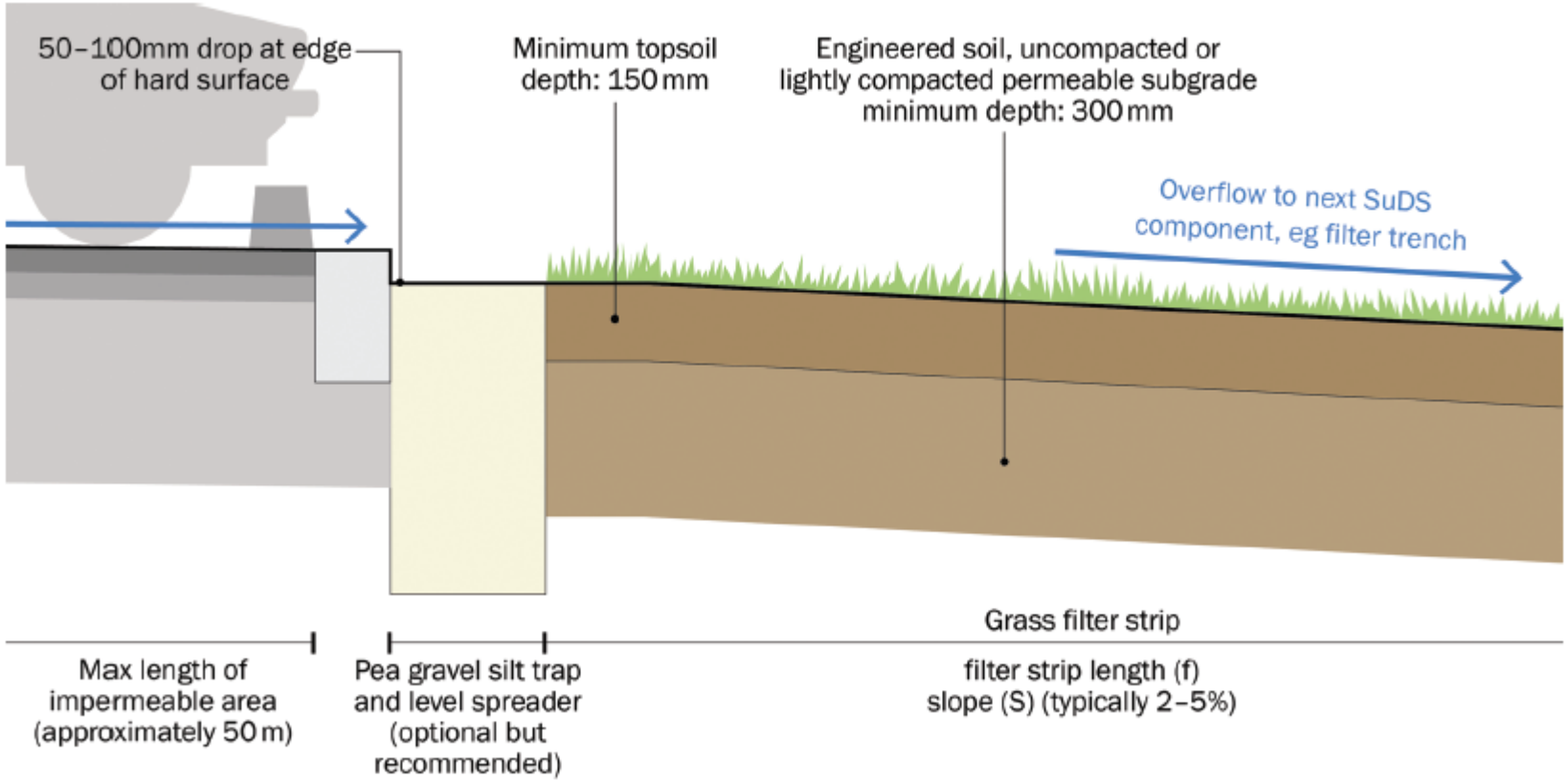
IRIDRA S.r.l.



C – Le tecniche

5 – Fasce filtranti

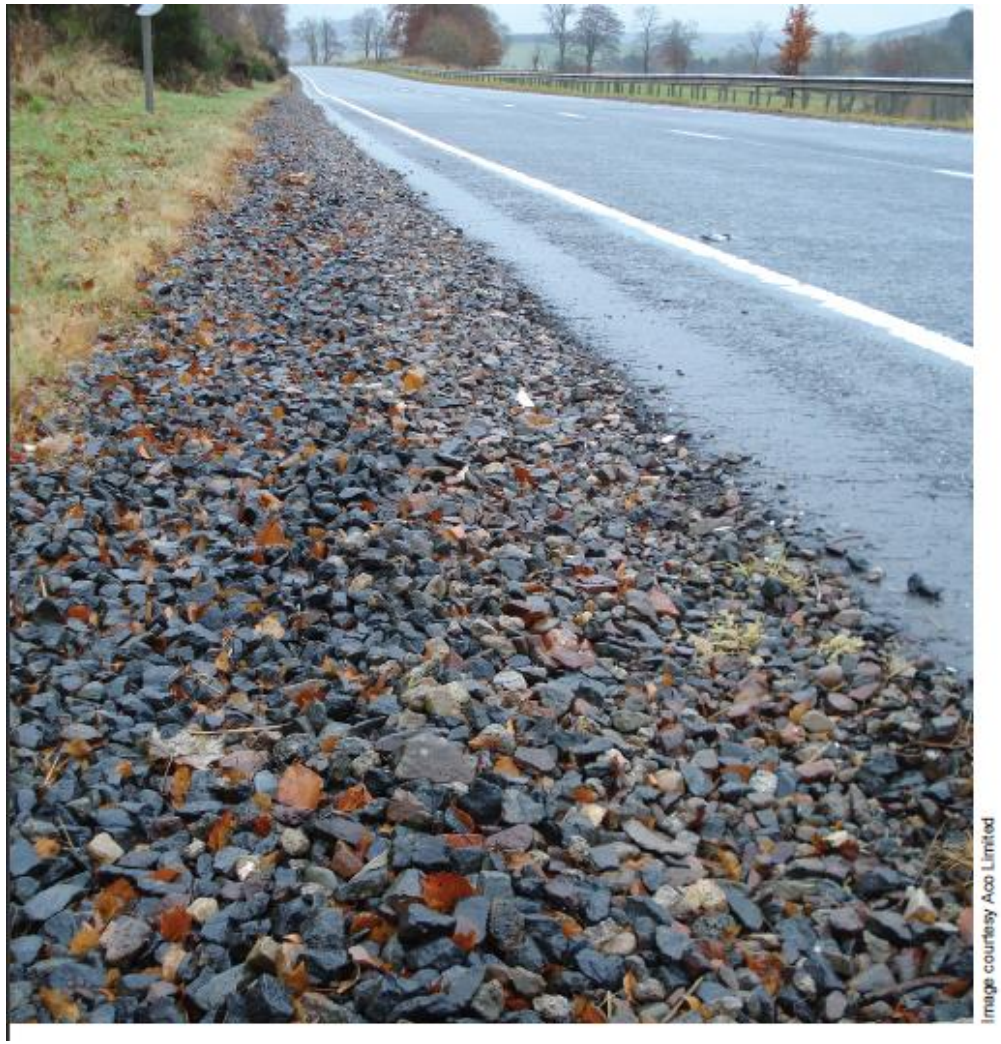
Schema funzionale ed elementi dimensionali



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

C – Le tecniche

6 – Dreni filtranti



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

VANTAGGI

- compattezza dell'intervento;
- discrete rese depurative soprattutto dovute a meccanismi di filtrazione e adsorbimento;
- ricarica delle acque sotterranee;
- scarsa manutenzione
- possibilità di riduzione dell'estensione rete fognaria bianca

SVANTAGGI

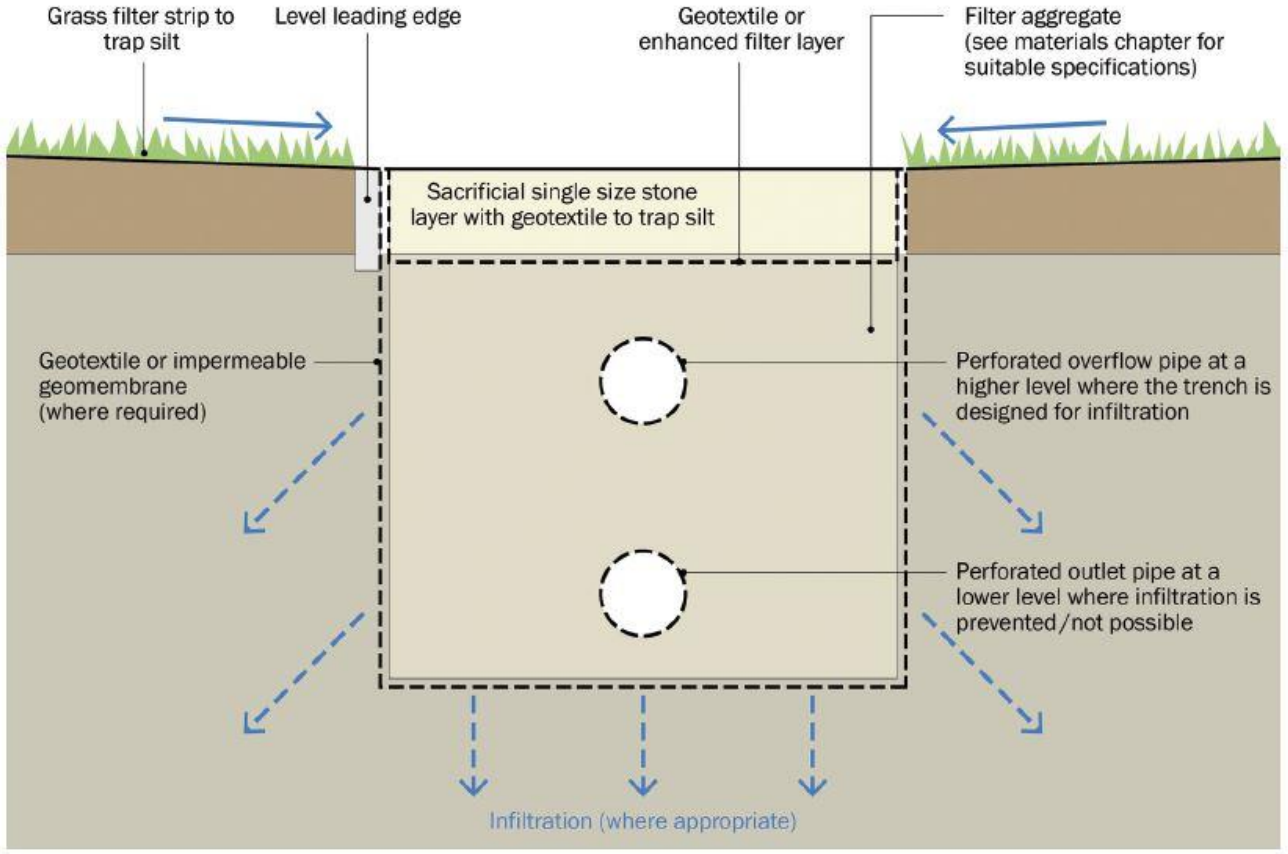
- bassa capacità di laminazione (risolvibile incrementando i volumi invasati nei canali e introducendo una bocca tarata alla confluenza con i corpi idrici);
- possibilità di fuga delle sostanze oleose (risolvibile installando uno scolmatore e un degrassatore)
- possibilità di intasamenti in aree in cui si ha un alto trasporto di materiale sabbioso durante gli eventi di pioggia.

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

6– Dreni filtranti

Schema funzionale ed elementi dimensionali



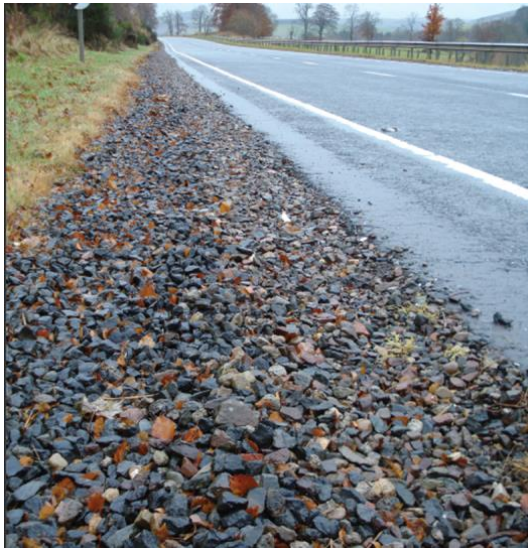
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

C – Le tecniche

6 – Dreni filtranti

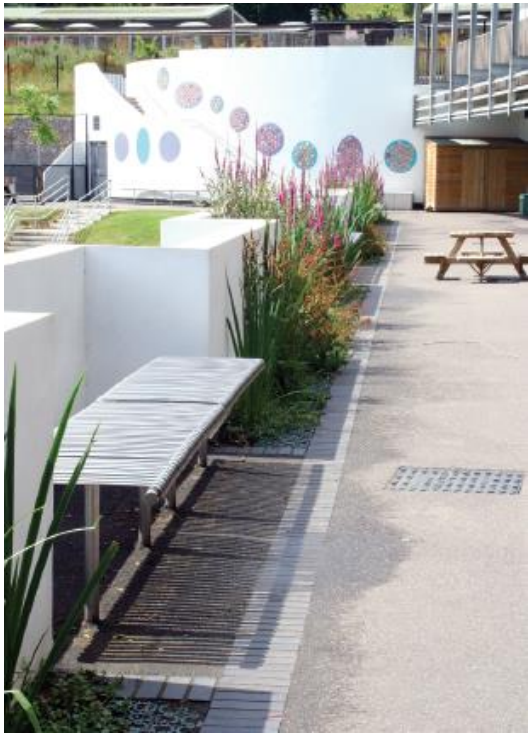
Esempi

Esempio di dreno filtrante lungo una carreggiata stradale



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

Esempio di dreno filtrante piantumato, utilizzato anche per arredo urbano



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

7 – Canali vegetati

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

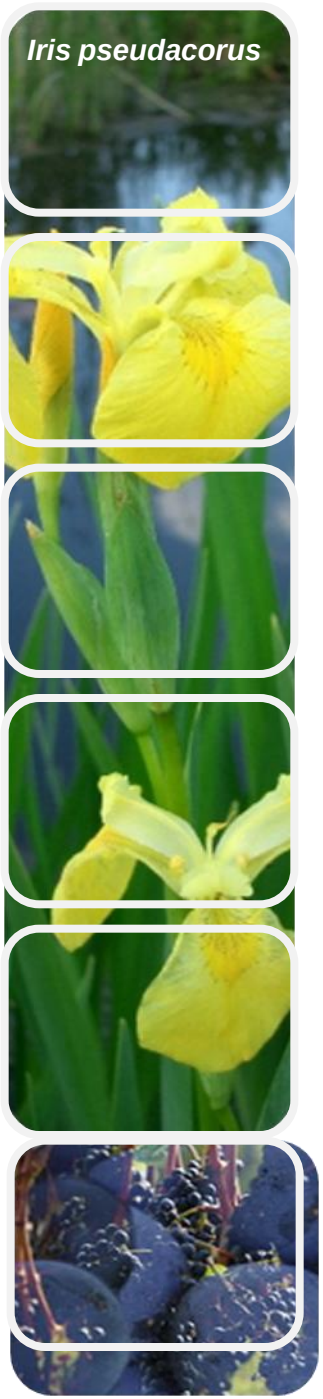
VANTAGGI

- efficacia nel rimuovere sedimenti grazie all'azione di filtraggio esercitata dalla vegetazione;
- riduzione del volume delle acque di dilavamento;
- contributo alla riduzione di superfici impermeabili;
- contributo alla rinaturalizzazione del contesto in cui vengono inseriti
- possibilità di riduzione dell'estensione rete fognaria bianca

SVANTAGGI

- Rischio di erosione se non correttamente progettati;
- in zone residenziali, possibile creazione di problemi derivanti dall'acqua stagnante se non correttamente progettati

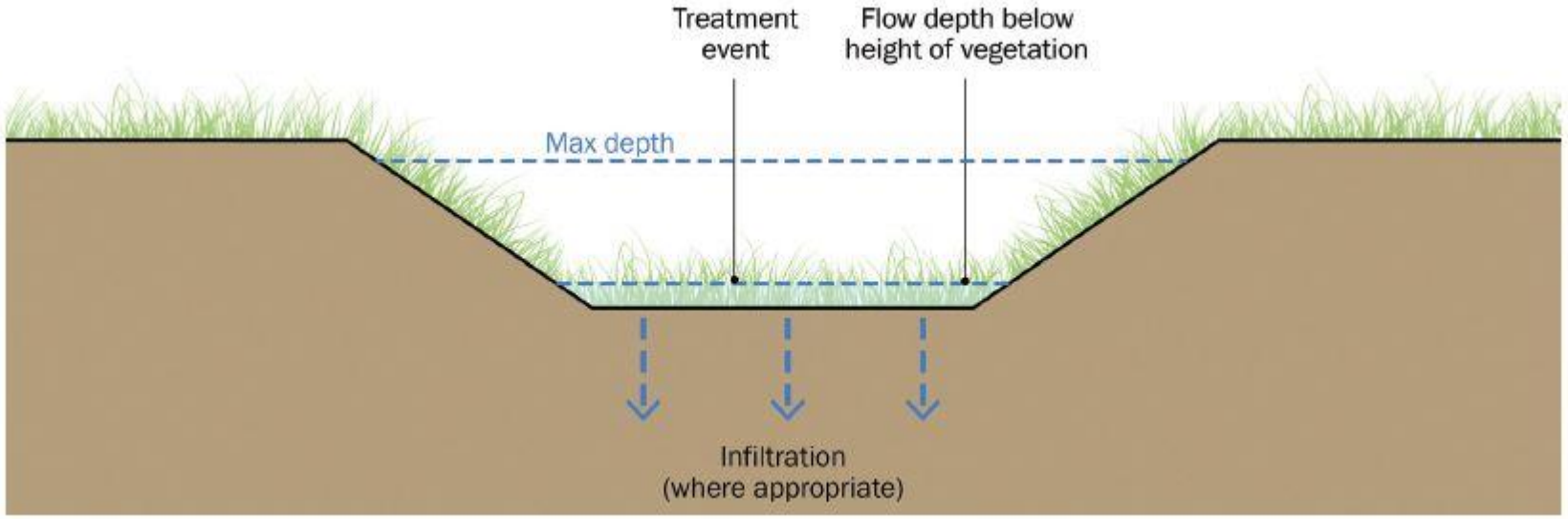
IRIDRA S.r.l.



C – Le tecniche

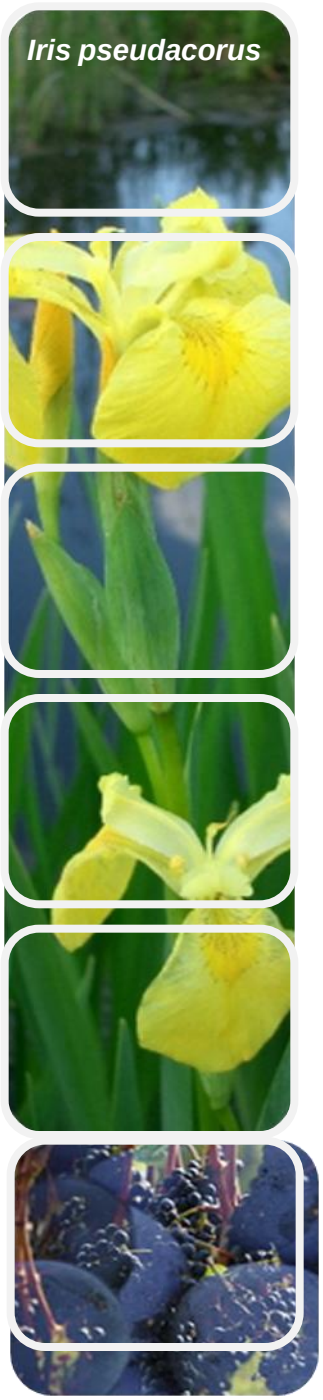
7 – Canali vegetati

Tipologia, schema funzionale ed elementi dimensionali: asciutto



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

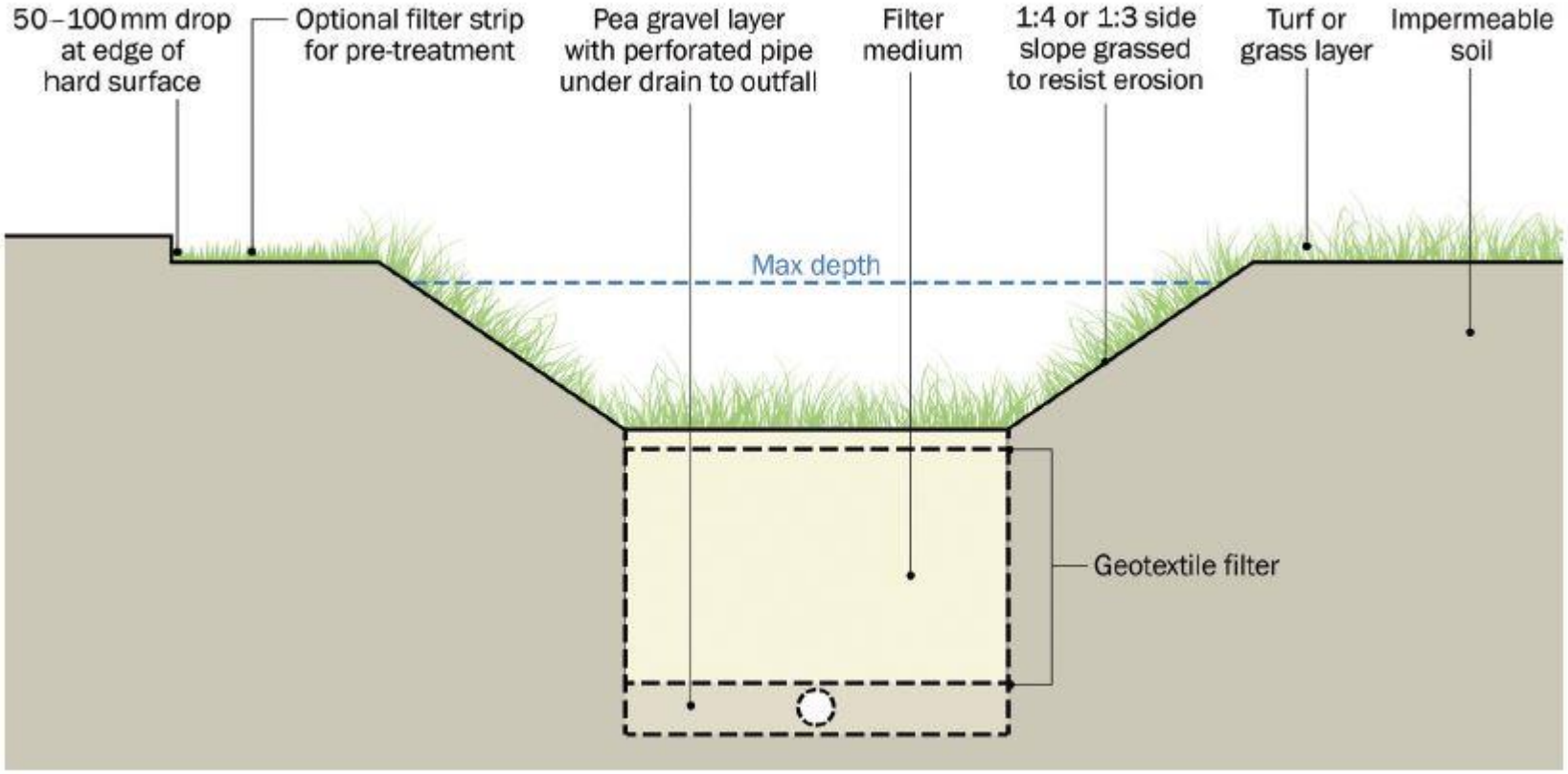
IRIDRA S.r.l.



C – Le tecniche

7 – Canali vegetati

Tipologia, schema funzionale ed elementi dimensionali: asciutto con dreno

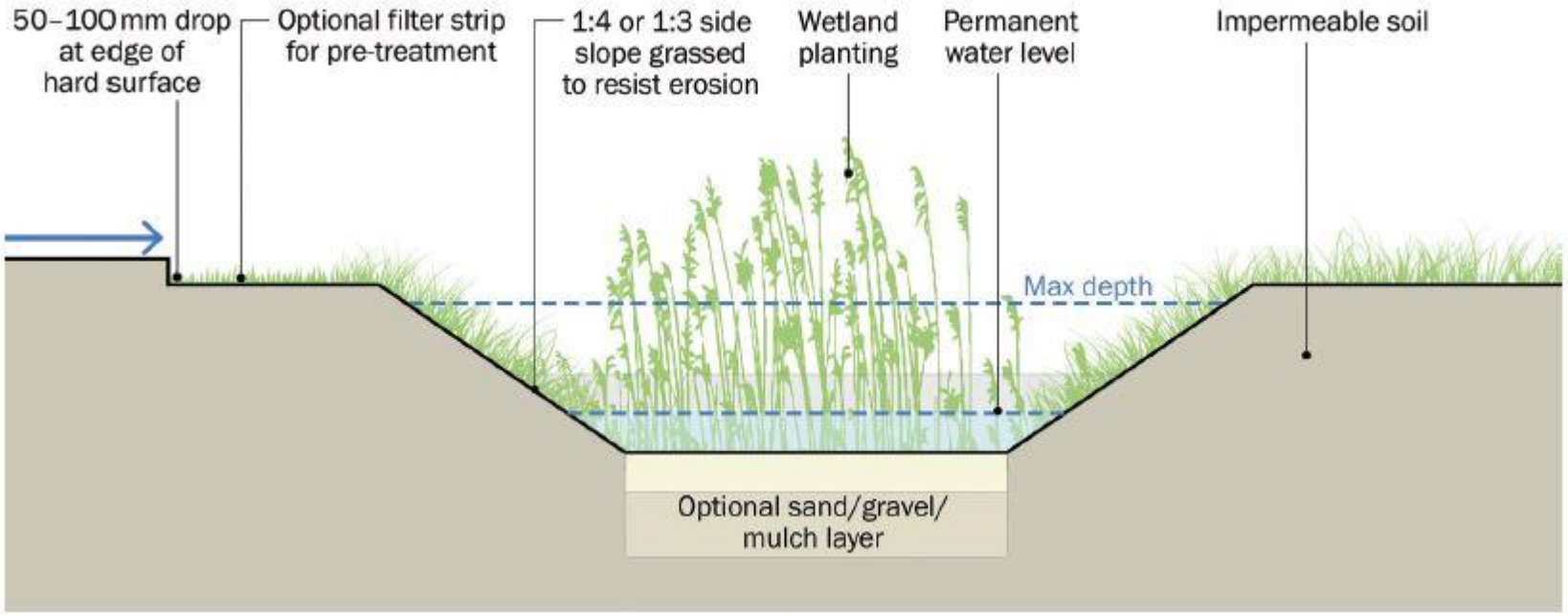


Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

C – Le tecniche

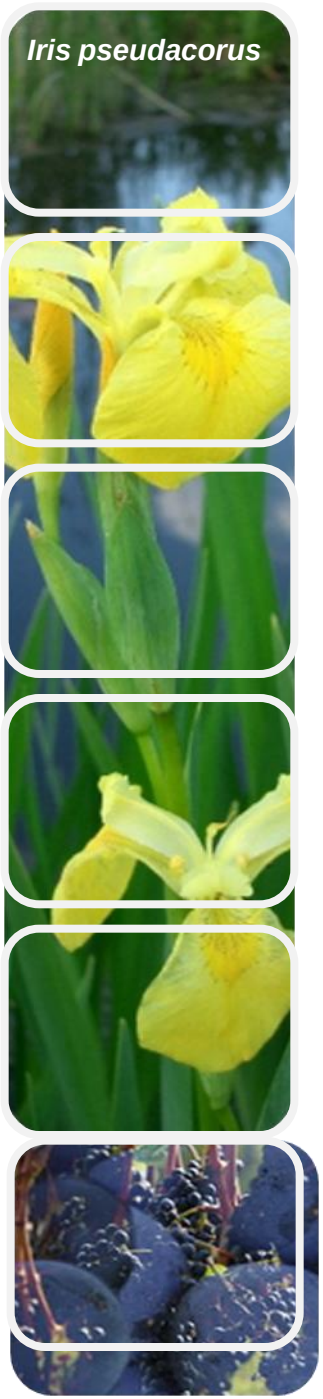
7 – Canali vegetati

Tipologia, schema funzionale ed elementi dimensionali: bagnato



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

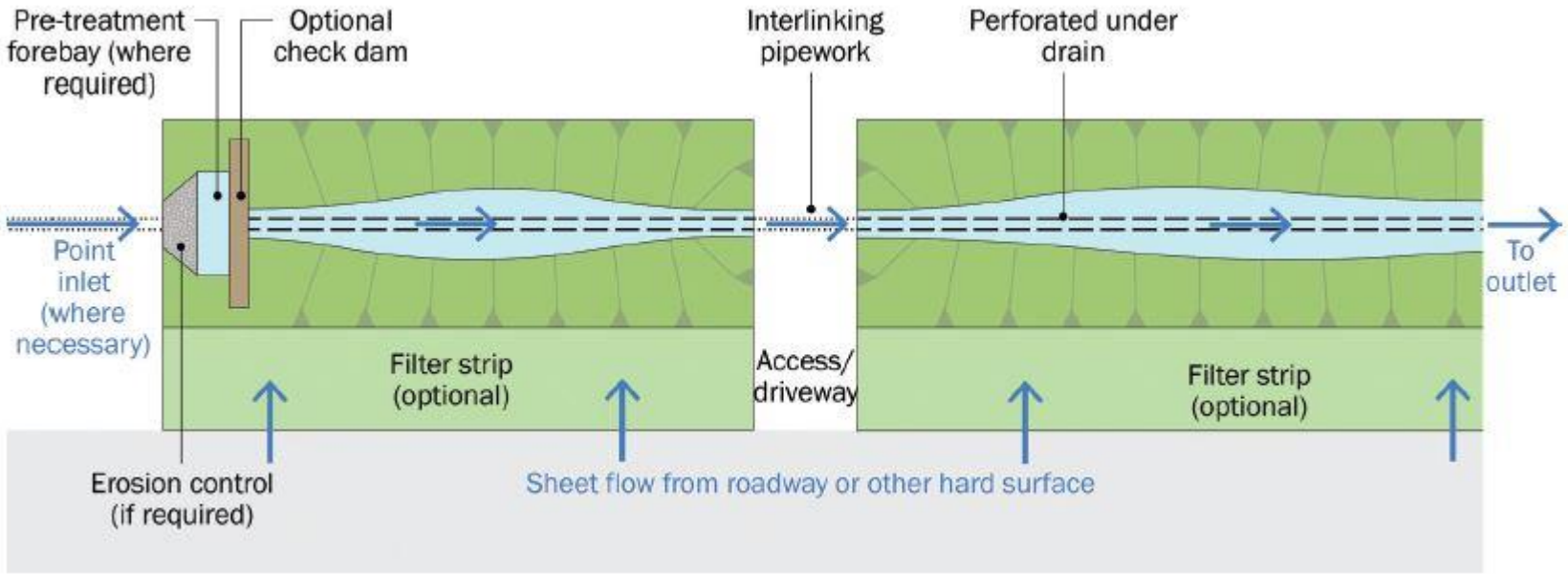
IRIDRA S.r.l.



C – Le tecniche

7 – Canali vegetati

Planimetria funzionale



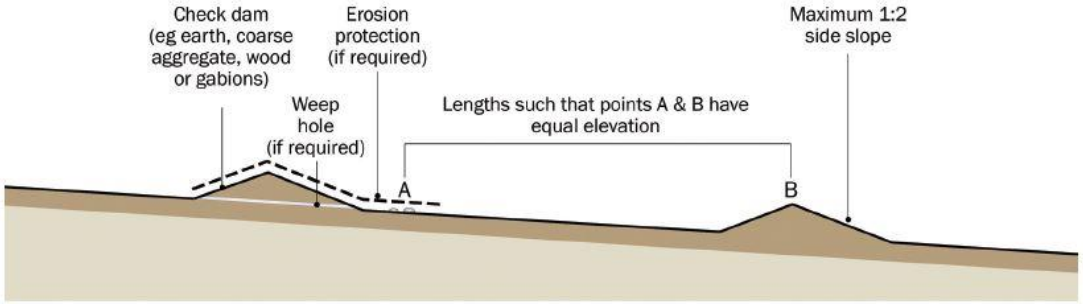
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

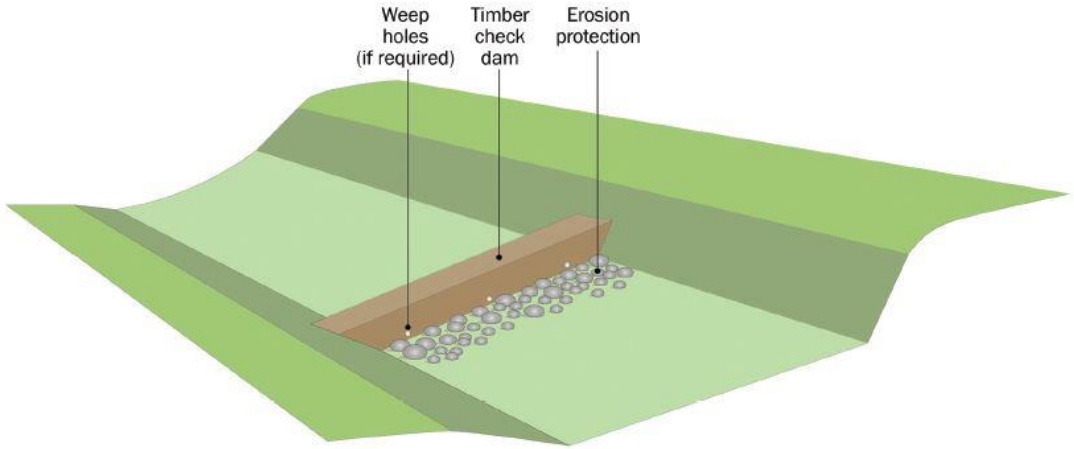
IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

7 – Canali vegetati

Sbarramenti





Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

7 – Canali vegetati

Esempi

Esempio di canale vegetato asciutto

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

Esempio di canale vegetato bagnato

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

8 – Aree di bioritenzione

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

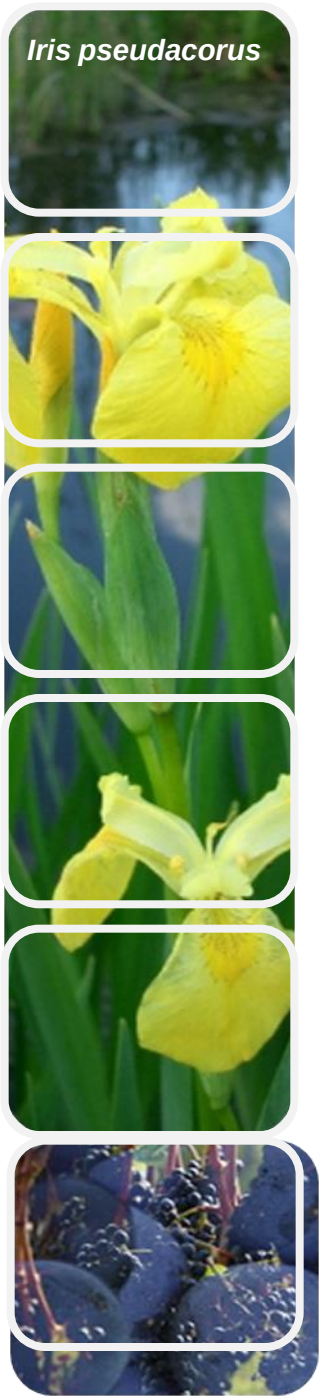
VANTAGGI

- Alta capacità di rimozione degli inquinanti;
- Richiede poca manutenzione;
- Riduzione del volume e della portata di picco
- Riduzione del tempo di corrivazione
- Potenziale elemento di arredo urbano
- Aumento biodiversità
- Riduzione isole di calore

SVANTAGGI

- Richiede superfici piuttosto elevate (anche se poi tali superfici risultano fruibili e contribuiscono all'inserimento ambientale).
- Suscettibile di intasamento se il paesaggio circostante non è gestito

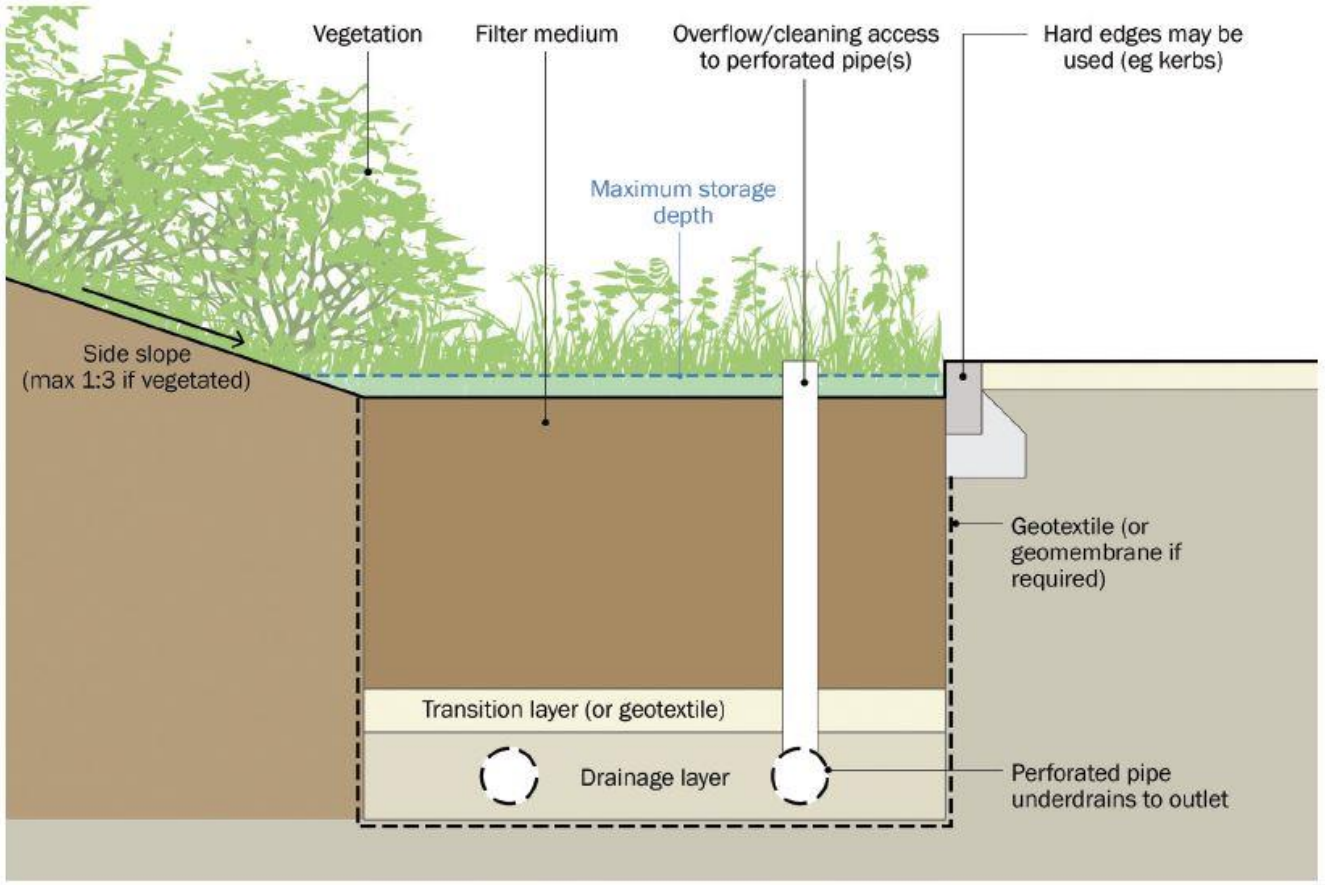
IRIDRA S.r.l.



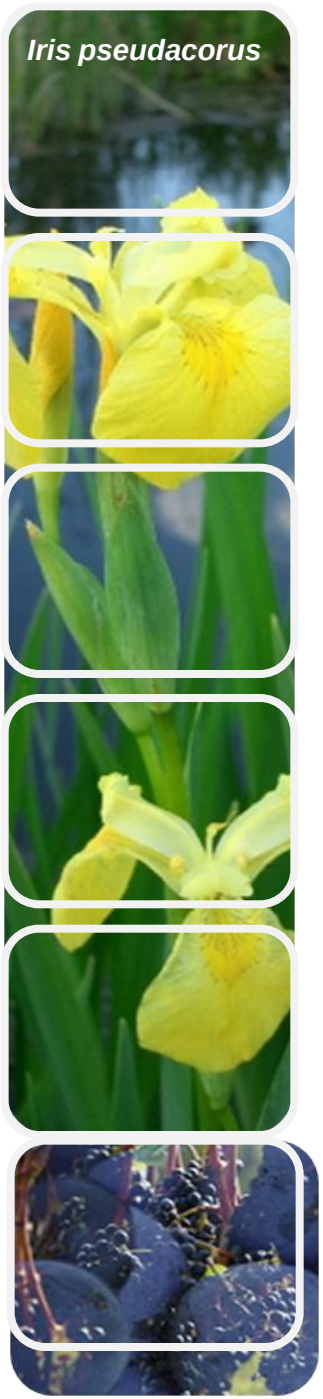
C – Le tecniche

8 – Aree di bioritenzione

Tipologia e schema funzionale: area di bioritenzione



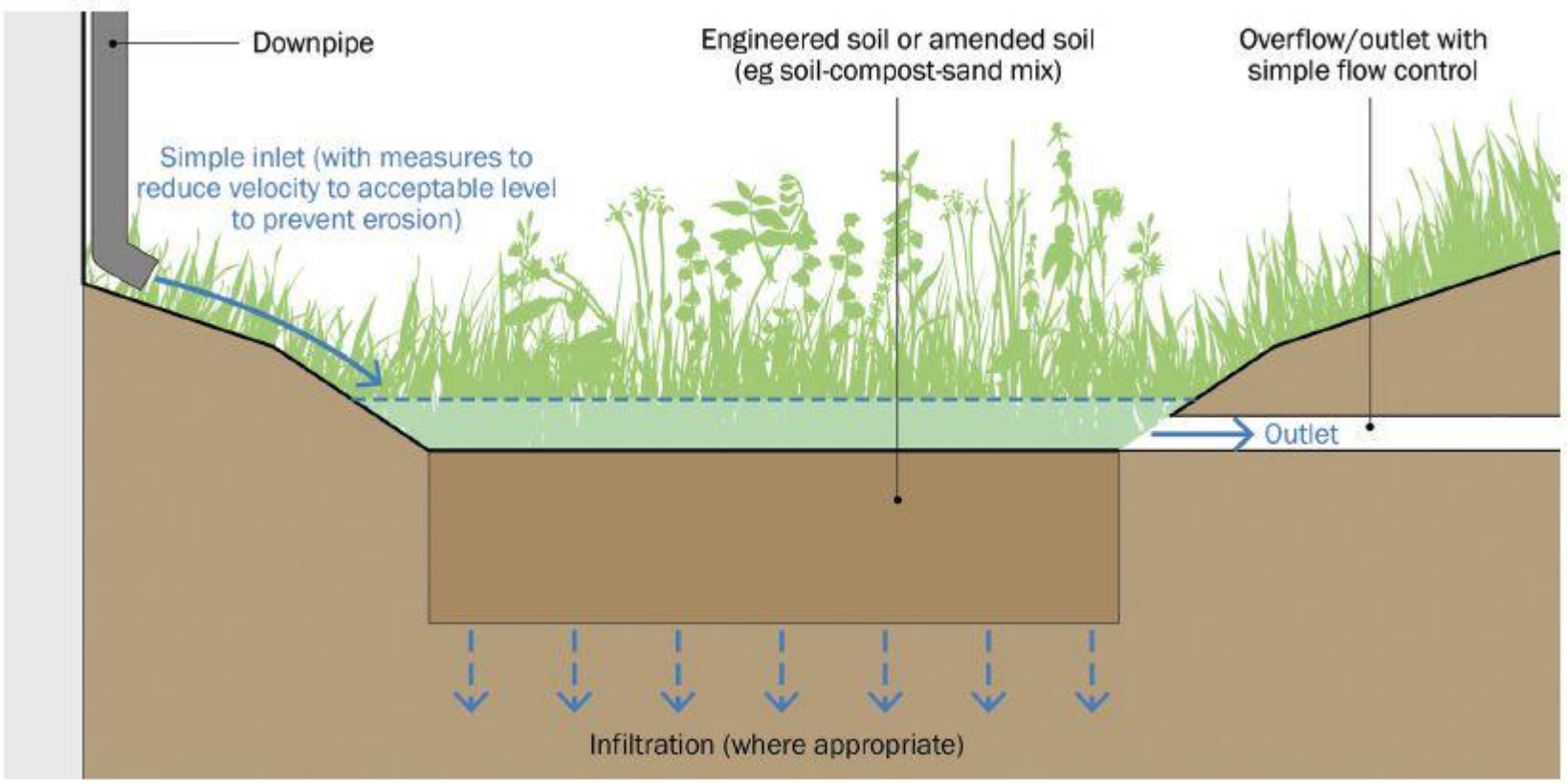
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



C – Le tecniche

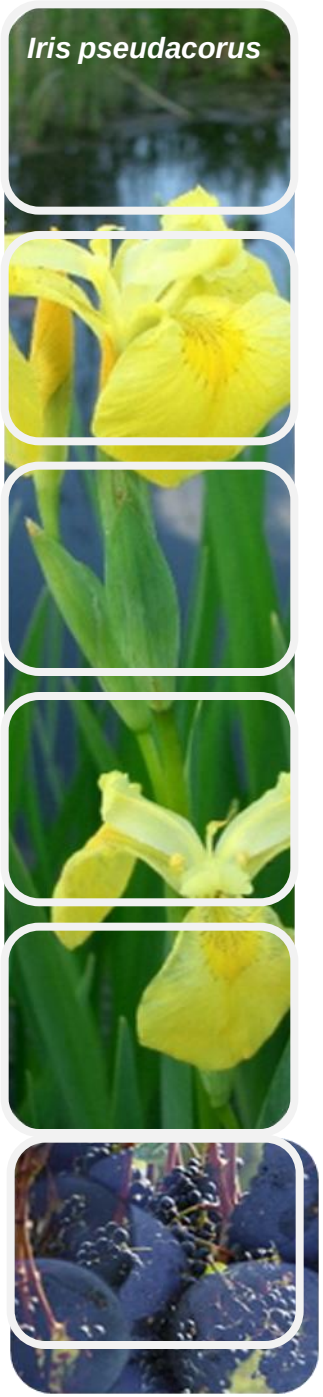
8 – Aree di bioritenzione

Tipologia e schema funzionale: rain garden interrato



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

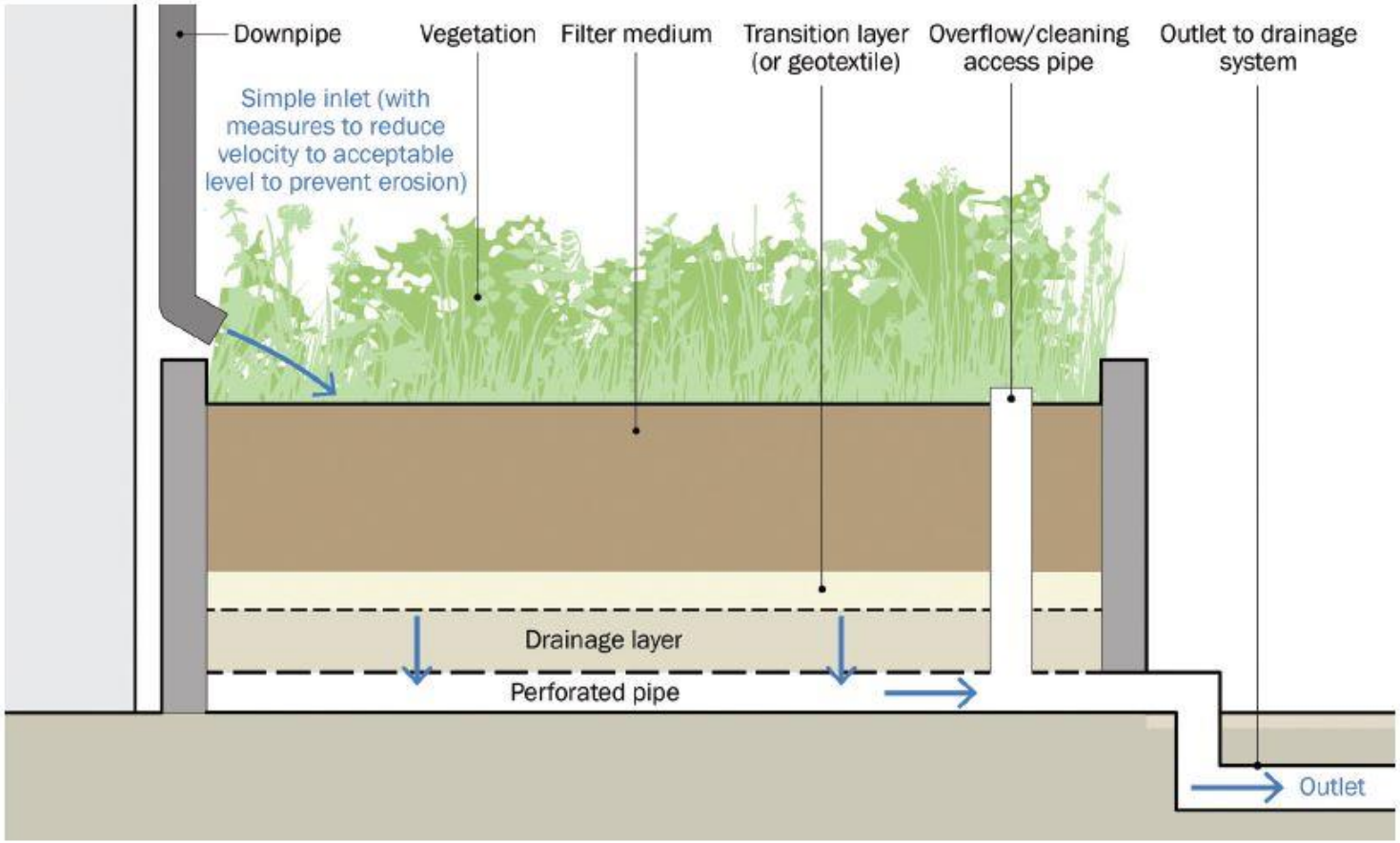
IRIDRA S.r.l.



C – Le tecniche

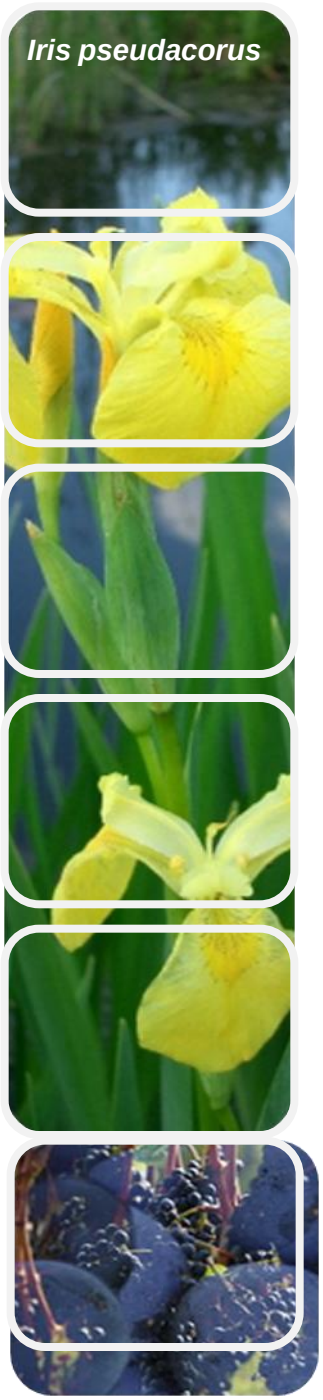
8 – Aree di bioritenzione

Tipologia e schema funzionale: rain garden fuori terra



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

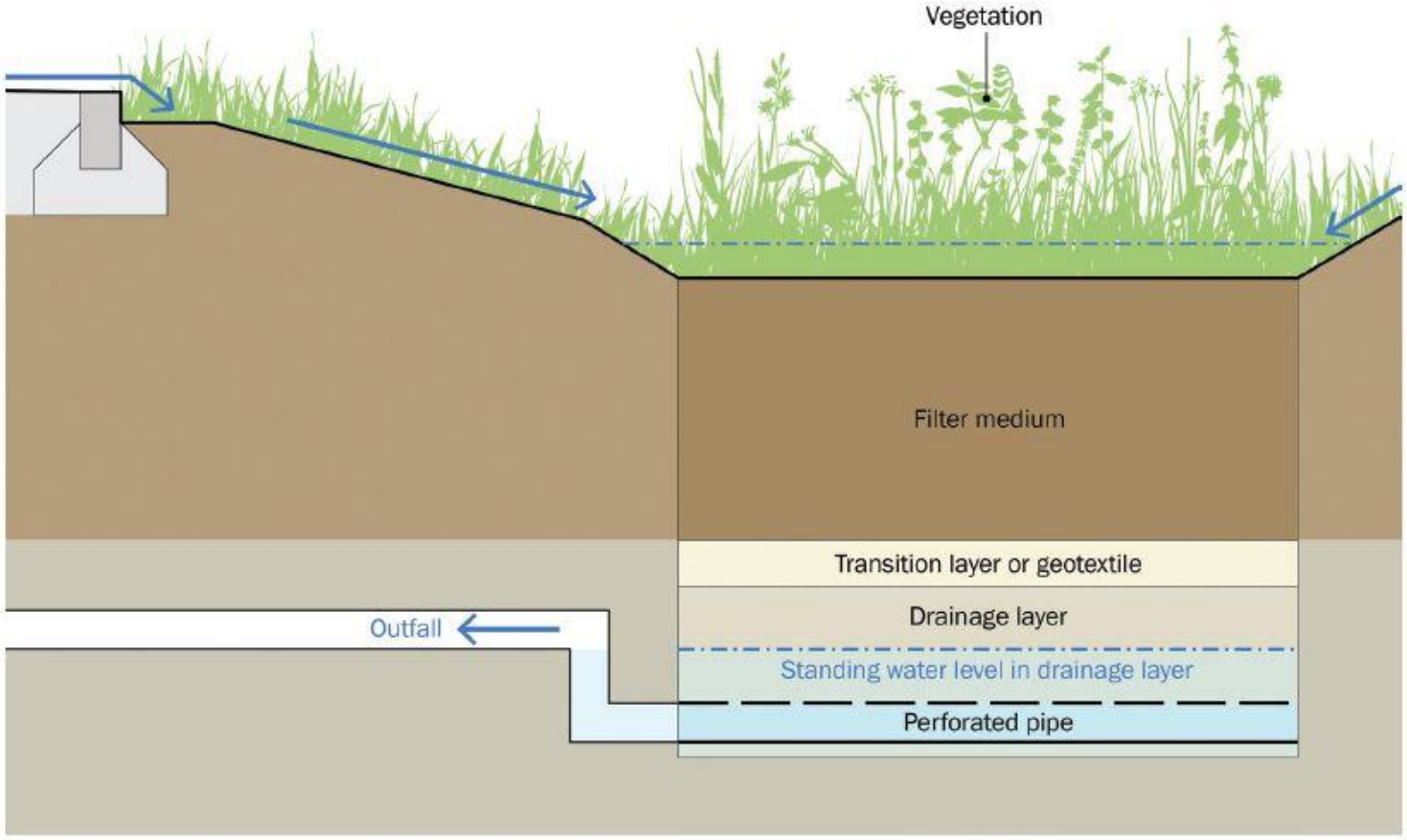
IRIDRA S.r.l.



C – Le tecniche

8 – Aree di bioritenzione

Tipologia e schema funzionale: area di bioritenzione anaerobica



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

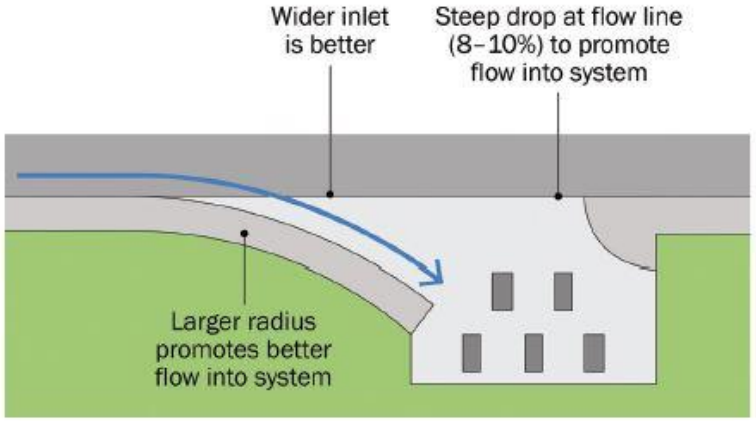
IRIDRA S.r.l.

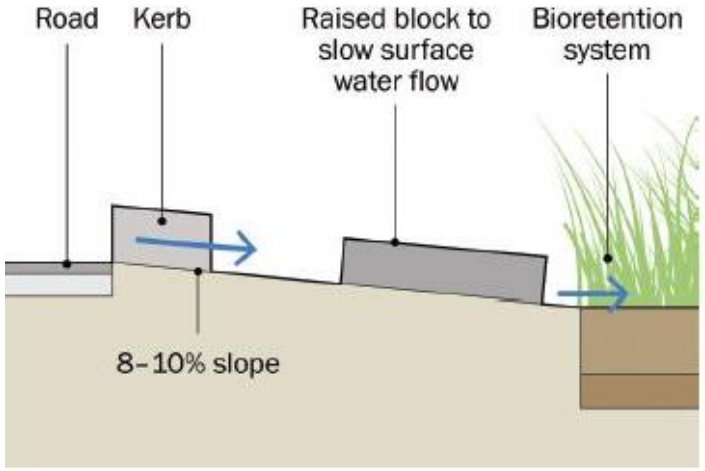
C – Le tecniche

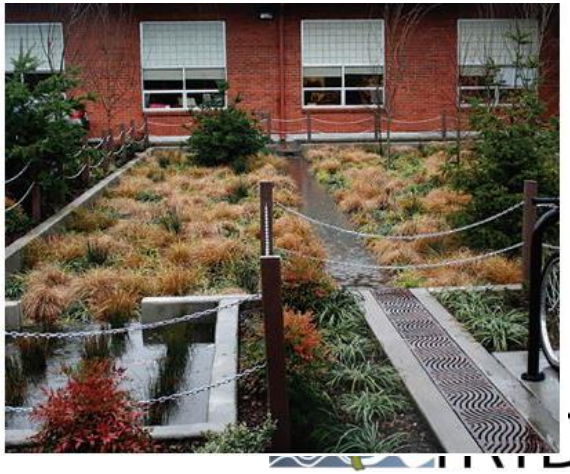
8 – Aree di bioritenzione

Tipologia e schema funzionale: ingresso

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"







C – Le tecniche

8 – Aree di bioritenzione

Esempi

Raingarden

Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas

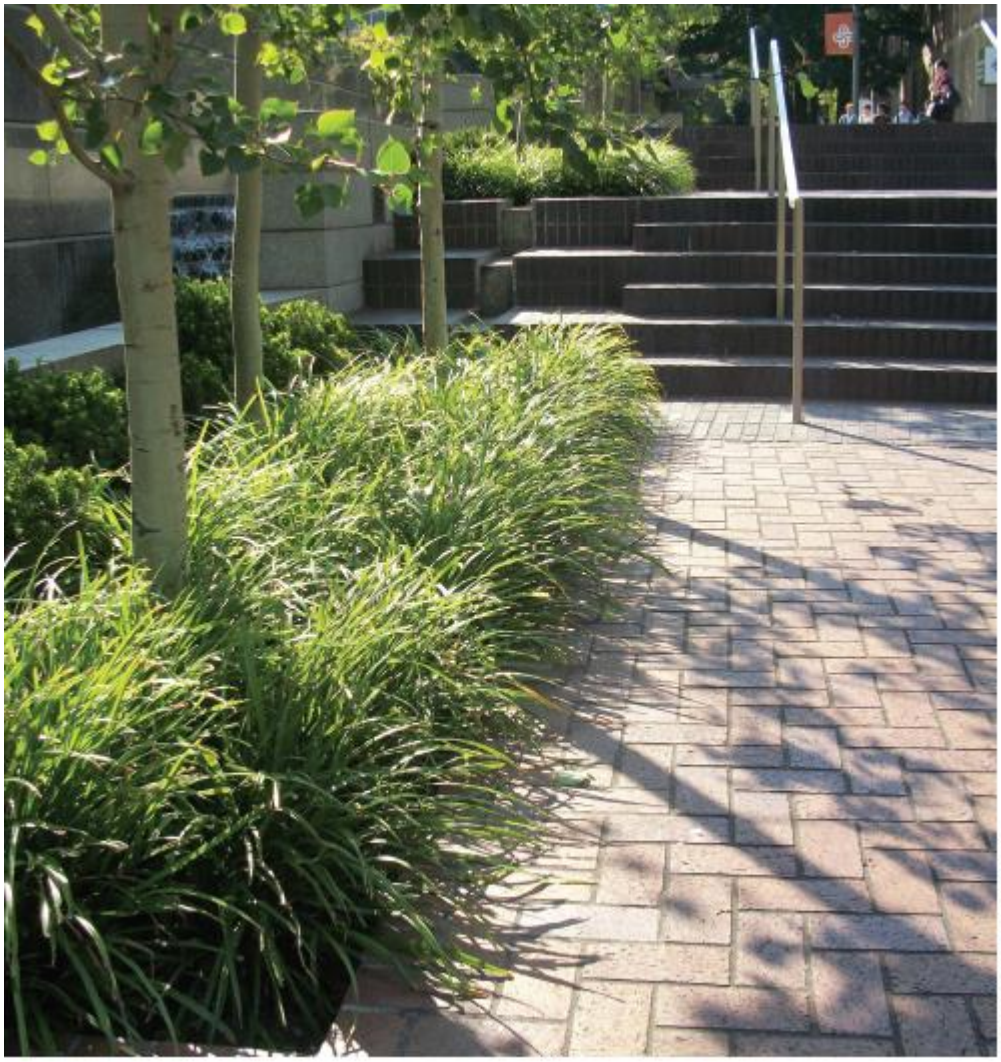
Area di bioritenzione in ambiente urbano

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

9 – Box alberati filtranti



VANTAGGI

- riduzione del volume di deflusso delle acque piovane, intercettate dalla chioma
- miglioramento della qualità delle acque
- aumenta l'infiltrazione delle acque sotterranee e di ricarica
- fornisce un controllo locale dei fenomeni di inondazioni
- richiede uno spazio limitato, è di facile installazione e richiede una bassa manutenzione.
- Riduzione isole di calore
- Elemento di arredo urbano
- Riduzione del rumore
- Aumento biodiversità
- Riduzione CO_2 in ambiente urbano

SVANTAGGI

- la manutenzione sarà maggiore nel primo periodo post realizzazione, allo scopo di permettere l'attecchimento della pianta
- ricezione di piccoli volumi di acqua, pertanto non adatta a gestire eventi di notevole intensità

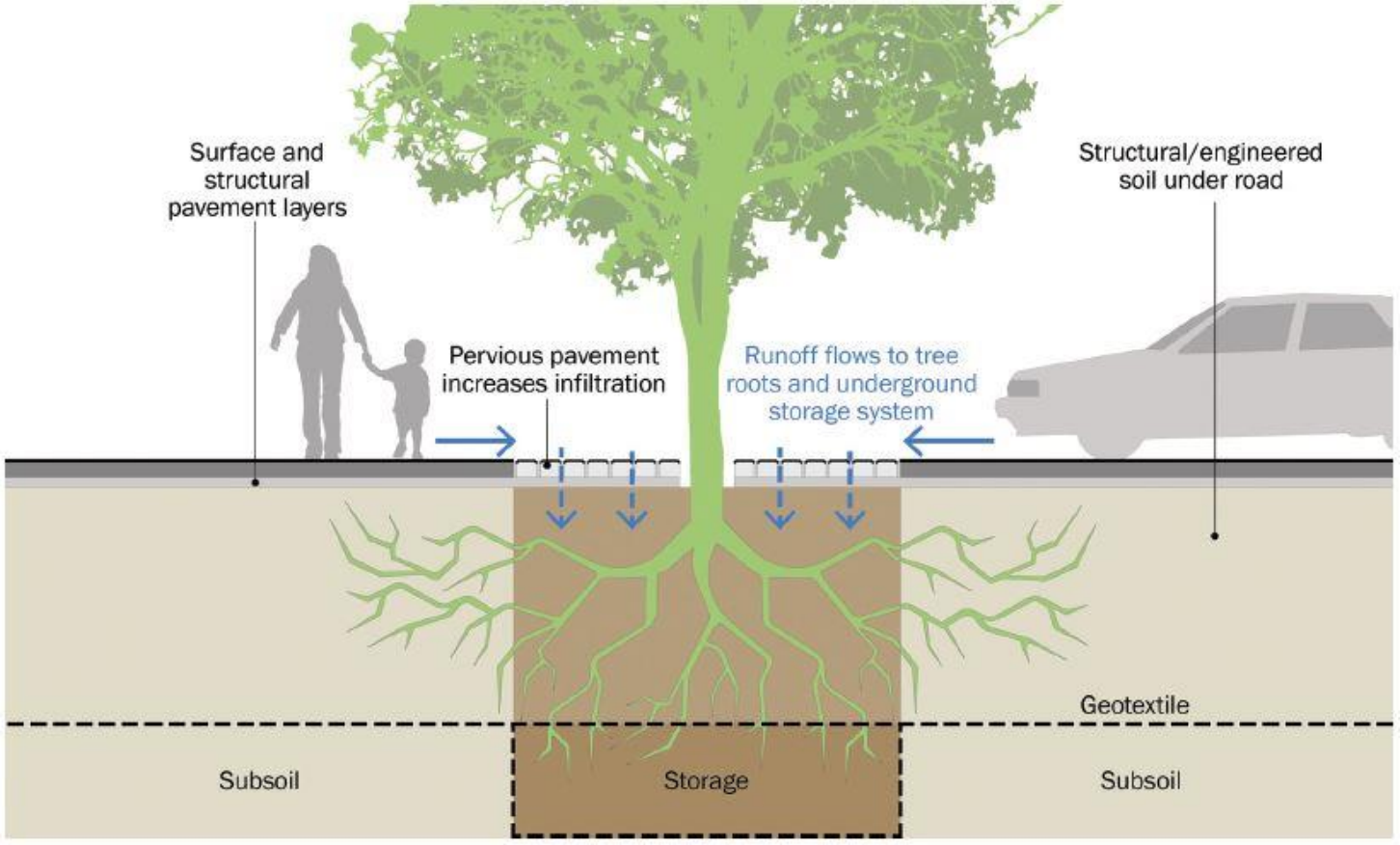
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

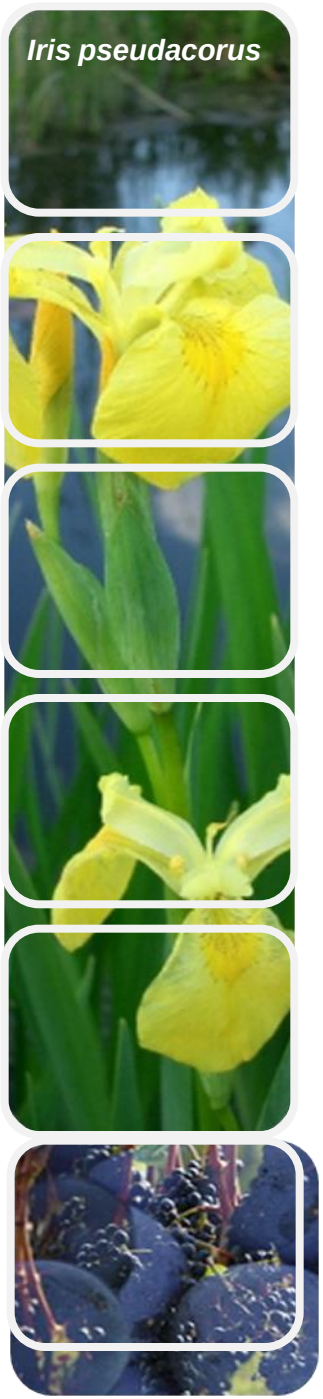
C – Le tecniche

9 – Box alberati filtranti

Schema funzionale



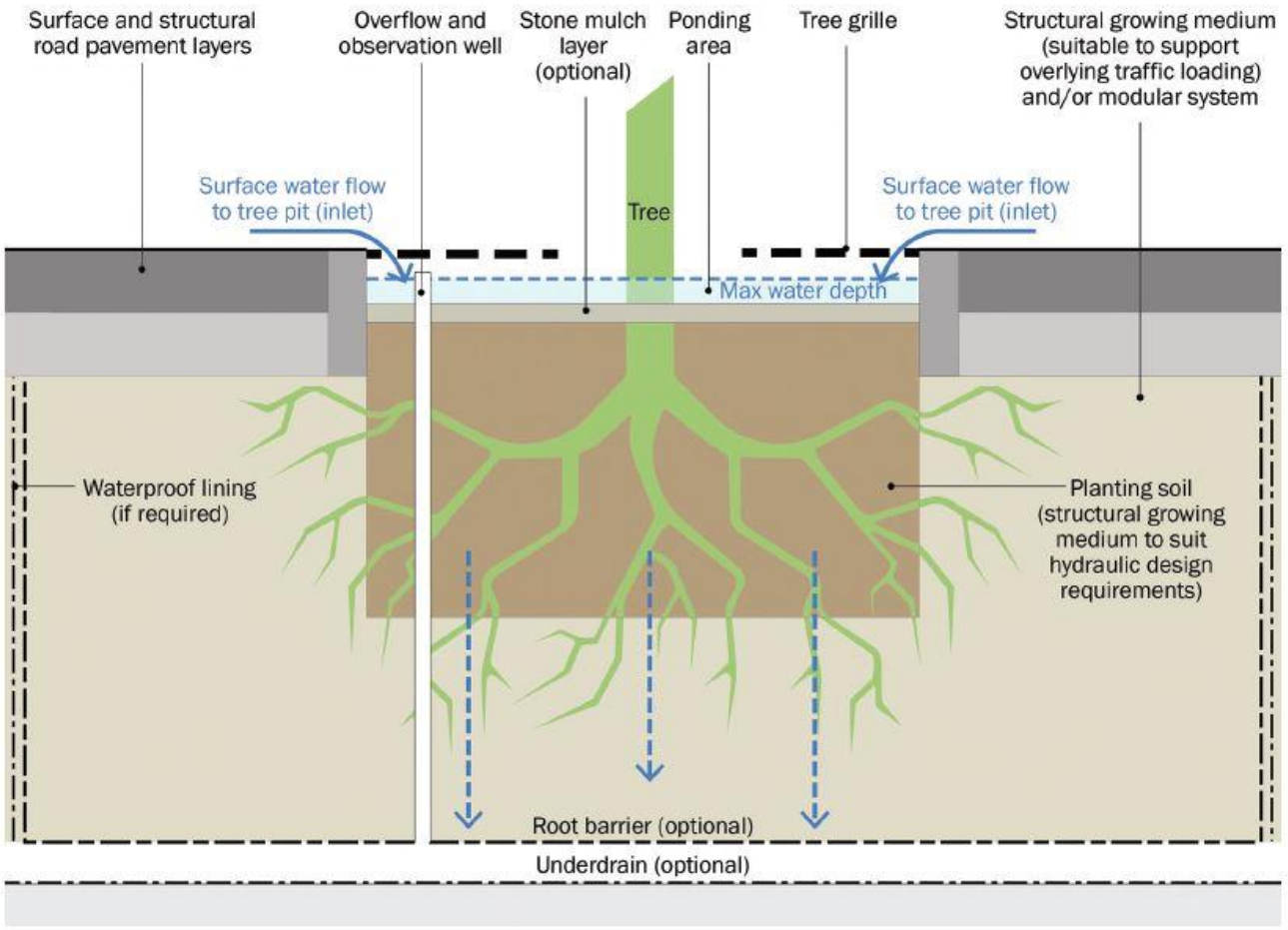
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



C – Le tecniche

9 – Box alberati filtranti

Schema tecnico



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

C – Le tecniche

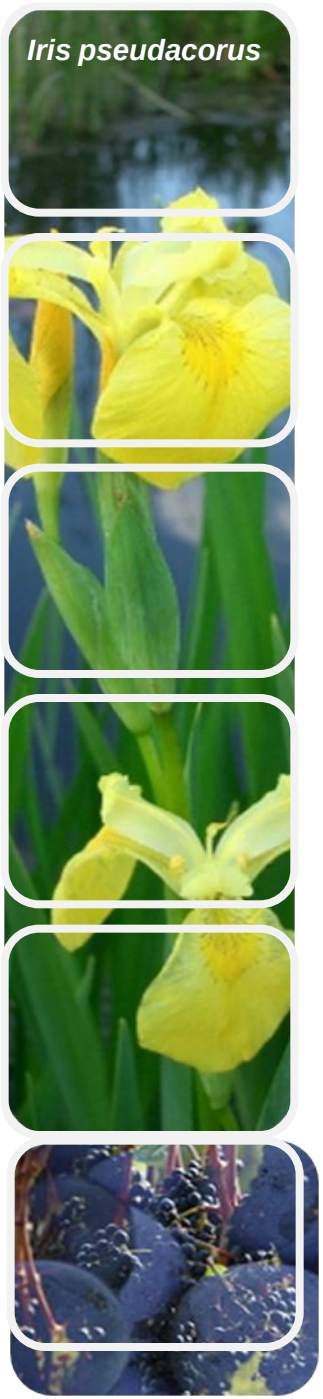
9 – Box alberati filtranti

Tipologie di box

Il box può essere realizzato con vari materiali (plastica, calcestruzzo, acciaio) e deve essere in grado di supportare i carichi statici e dinamici a cui possa essere soggetto il box, prevenendo il compattamento del materiale di riempimento.

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.



C – Le tecniche

9 – Box alberati filtranti

Scelta alberature

La scelta delle alberature dipende da componenti sia tecniche (adattabilità a condizioni di asciutto/bagnato) che estetico/paesaggistico/fruitive, e deve essere sempre supportata da un architetto paesaggista o un agronomo. In generale, le caratteristiche desiderate dalle alberature per questi sistemi sono:

- chioma ben sviluppata
- lunga aspettativa di vita
- crescita rapida
- tolleranza a periodi di siccità
- tolleranza a brevi periodi di allagamento
- resistenza agli inquinanti presenti nelle acque e nell'aria in ambiente urbano
- esteso sviluppo radicale
- corteccia ruvida
- fogliame opaco
- rami a sviluppo verticale

tolleranza a acque saline (in caso di posizionamento in aree a rischio di gelo invernale, per il sale usato sulle strade)

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

C – Le tecniche

9 – Box alberati filtranti

Esempi

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

C – Le tecniche

10 – Pavimentazioni permeabili

Image courtesy Robert Bray Associates

VANTAGGI

- riduzione della superficie impermeabile di un sito
- riduzione del volume delle acque di dilavamento.
- mantenimento delle falde acquifere in quanto alimentate in modo più naturale, adeguato e costante
- eliminazione riduzione di fenomeni di ruscellamento superficiale con benefici in termini di sicurezza stradale durante gli eventi meteorici

SVANTAGGI

- se utilizzati per parcheggi con alta frequenza diurna difficile mantenimento del manto erboso, a causa della mancanza di luce e dell'irradiamento di calore dalla parte inferiore delle autovetture
- possibilità di "cementificazione" delle aree adibite all'infiltrazione a causa dell'intasamento dei materiali di riempimenti per l'accumulo dei solidi sospesi convogliati dalle acque di dilavamento o per via del carico veicolare, con conseguente riduzione significativa della capacità di infiltrazione

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

10 – Pavimentazioni permeabili

Tipologie

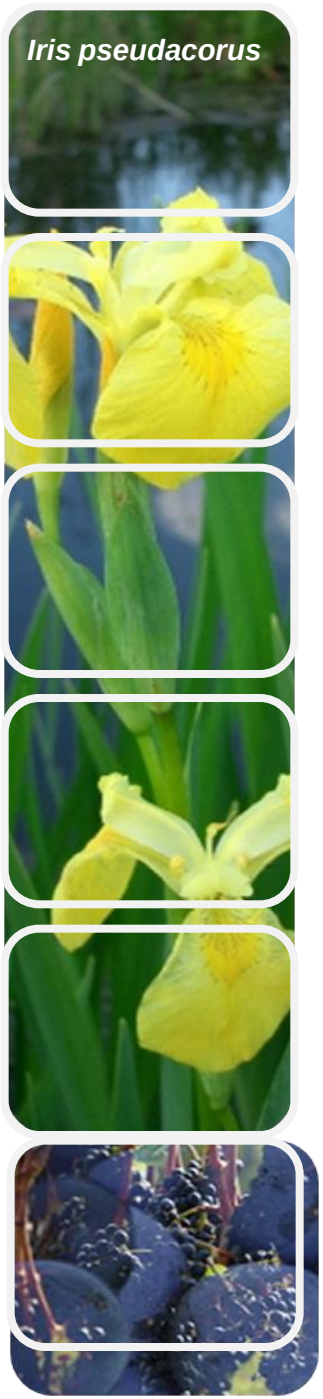
A - Masselli porosi

La pavimentazione drenante può essere realizzata con masselli di calcestruzzo con una prefissata porosità e con un riempimento delle fughe costituito da sabbia per consentire all'intera pavimentazione di diventare permeabile.

Comunemente sono utilizzati blocchi di calcestruzzo per la pavimentazione permeabile, ma possono essere usati anche blocchi in argilla o pietra naturale.

Il massello poroso è particolarmente indicato per marciapiedi, cortili di abitazioni private, stalli di parcheggio per autovetture e, in generale, per aree ciclo-pedonali.

IRIDRA S.r.l.



C – Le tecniche

10 – Pavimentazioni permeabili

Tipologie

B - Cubetti o masselli con fughe larghe inerbite

Per aumentare la scarsa permeabilità dei normali masselli in calcestruzzo, vengono inseriti dei distanziali maggiorati per aumentare il giunto tra un massello e l'altro. I giunti possono essere riempiti di graniglia o coltivati a prato dove la percentuale a verde raggiunge il 35%. I particolari distanziali permettono differenti schemi di posa con i quali è possibile realizzare pavimentazioni drenanti con carrabilità media.

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

10 – Pavimentazioni permeabili

Tipologie

C - Grigliati in calcestruzzo inerbiti Sono blocchi in calcestruzzo con aperture a nido d'ape riempite con terreno organico e inerbite. La loro capacità drenante dipende dal rapporto vuoto/pieno (circa 40 %) ma anche dal materiale di riempimento dei vuoti Tali pavimentazioni possono trovare unicamente impiego per carichi medio-leggeri (zone di stallo nei parcheggi per autoveicoli)	

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

10 – Pavimentazioni permeabili

Tipologie

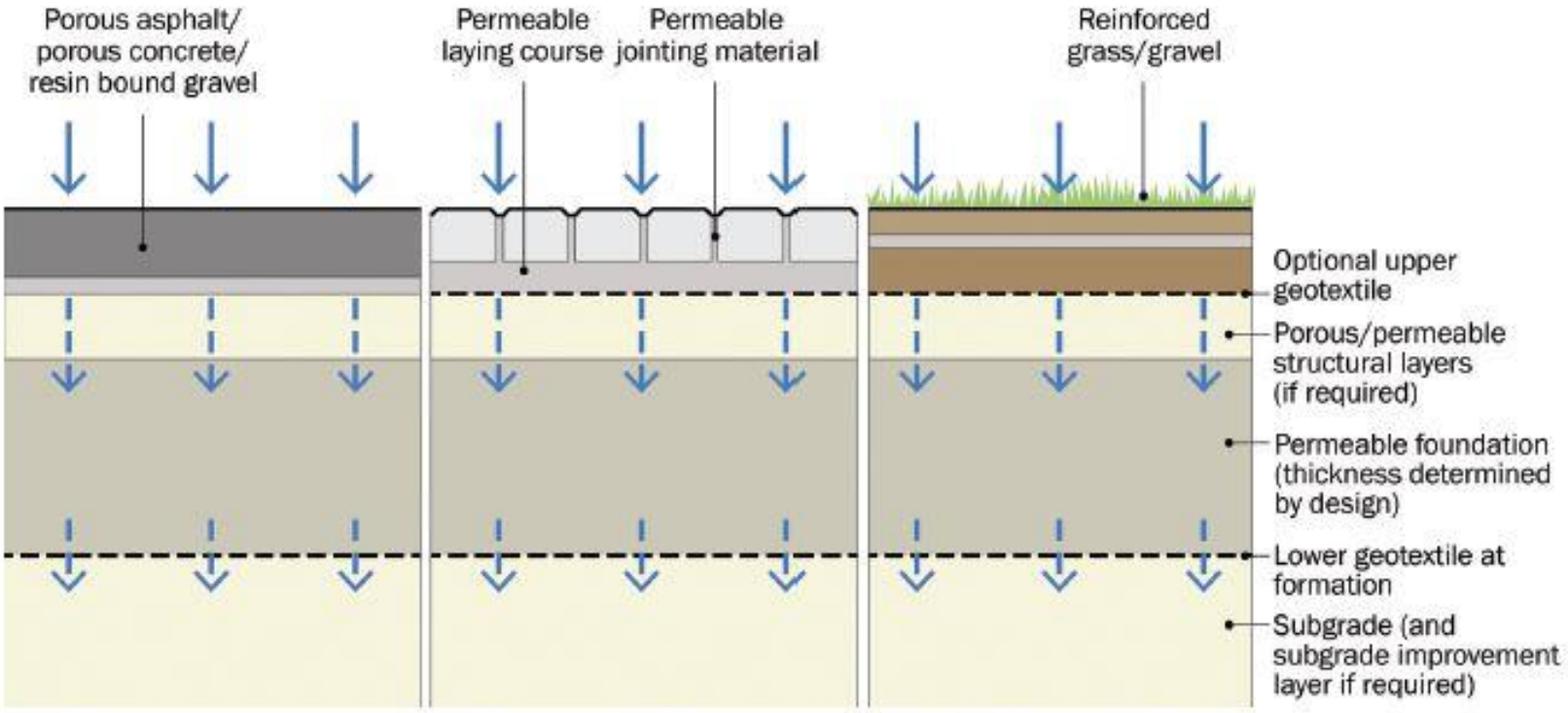
D - Grigliati plastici inerbiti Sono grigliati in materie plastiche riempiti con terreno organico e inerbiti. La percentuale a verde supera il 90%. Tali pavimentazioni possono trovare unicamente impiego per carichi medio-leggeri (zone di stallo nei parcheggi per autoveicoli).	

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

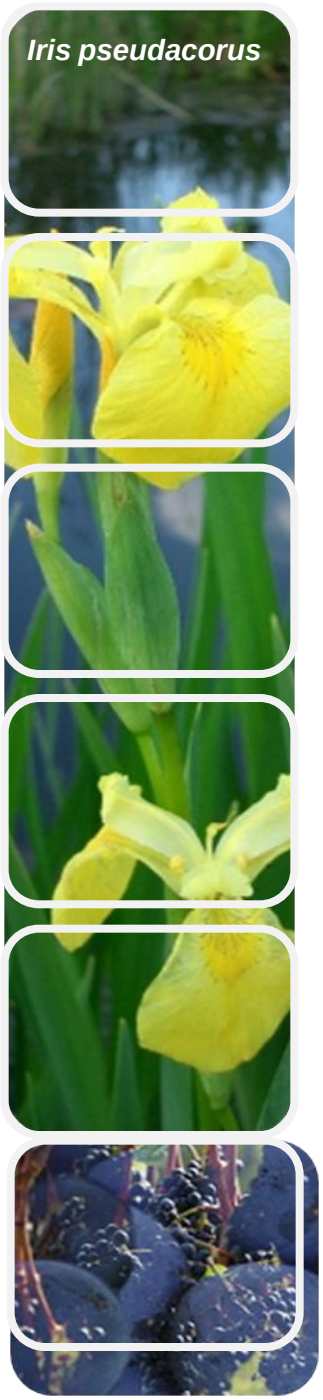
10 – Pavimentazioni permeabili

Schemi di funzionamento: infiltrazione totale



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

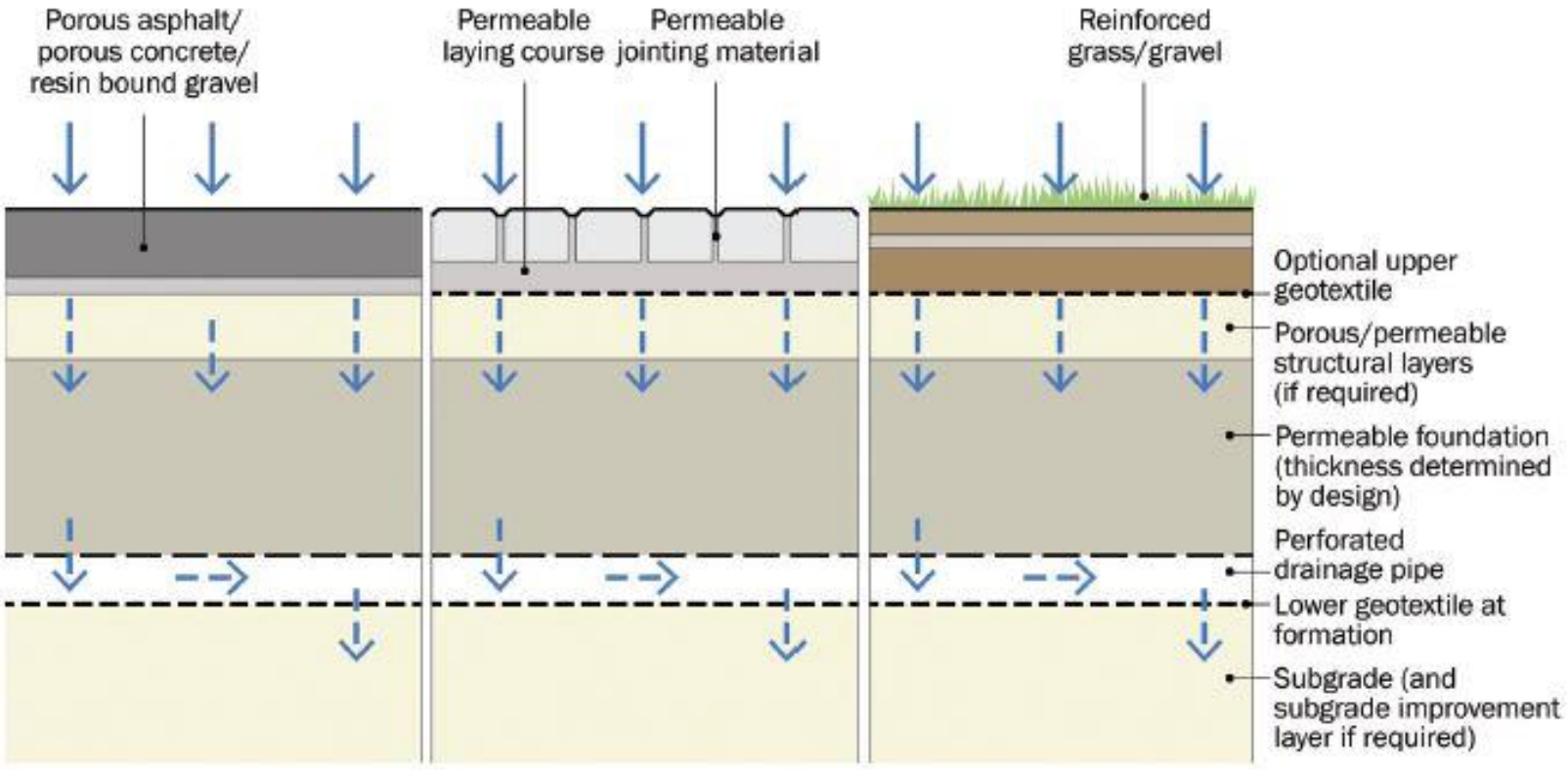
IRIDRA S.r.l.



C – Le tecniche

10 – Pavimentazioni permeabili

Schemi di funzionamento: infiltrazione parziale



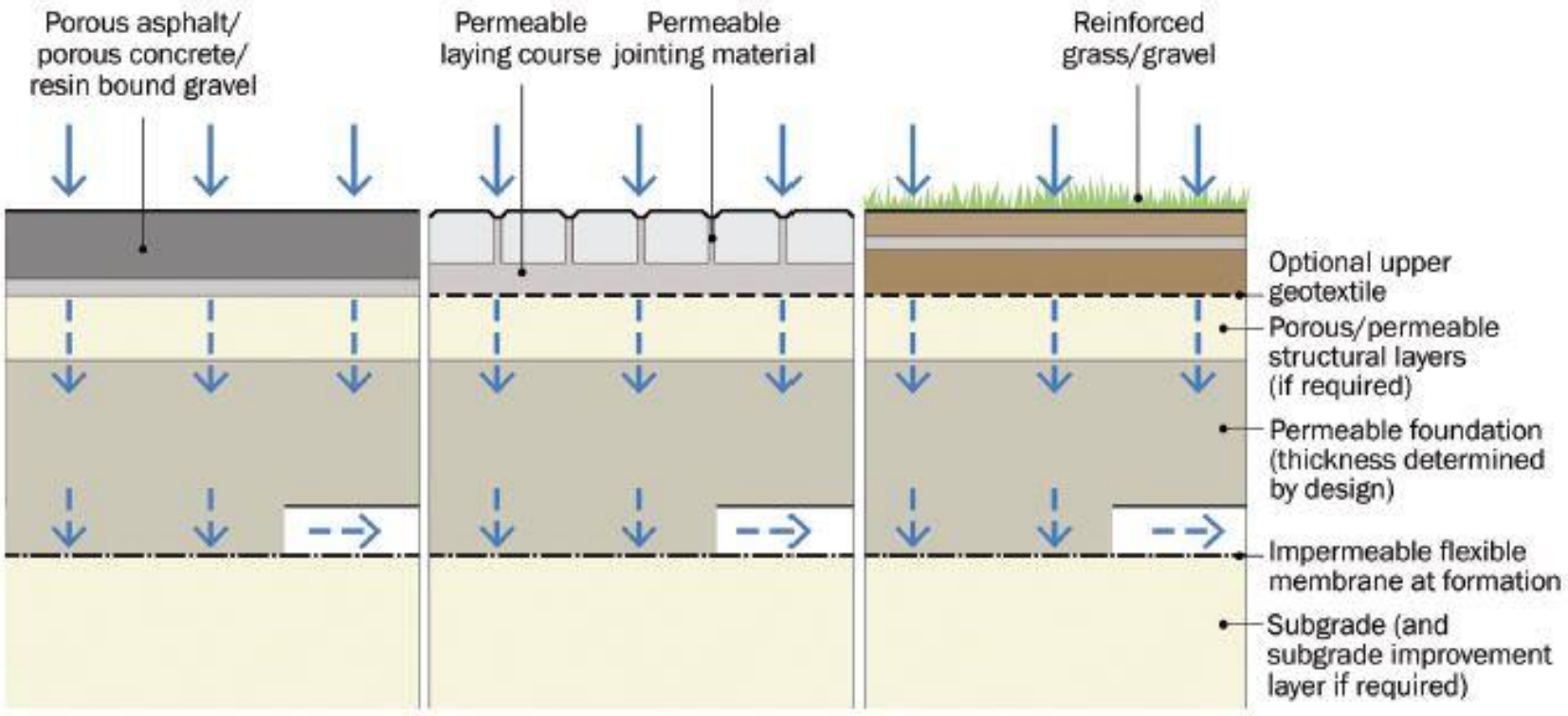
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

10 – Pavimentazioni permeabili

Schemi di funzionamento: senza infiltrazione



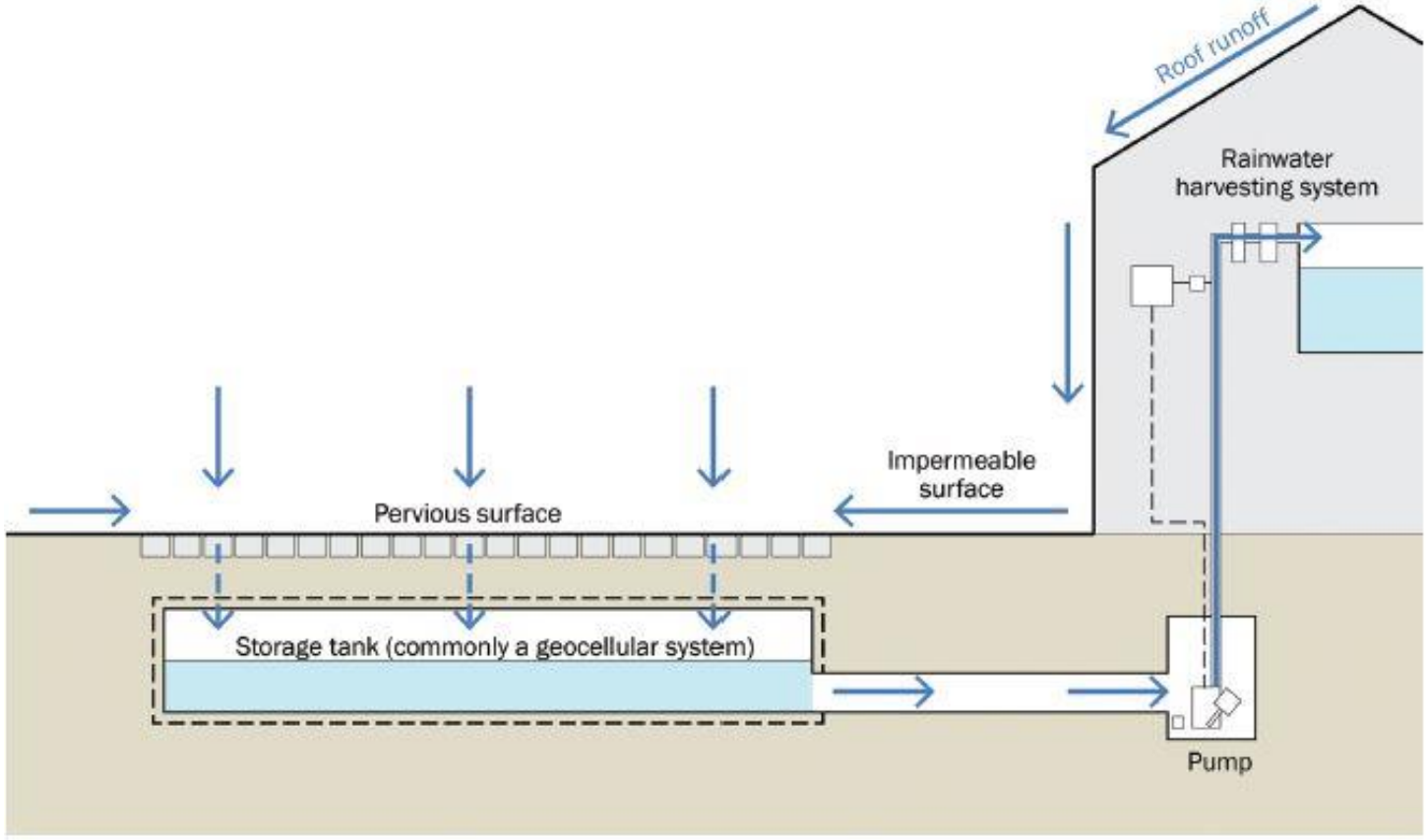
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

10 – Pavimentazioni permeabili

Schemi di funzionamento: recupero acque di pioggia

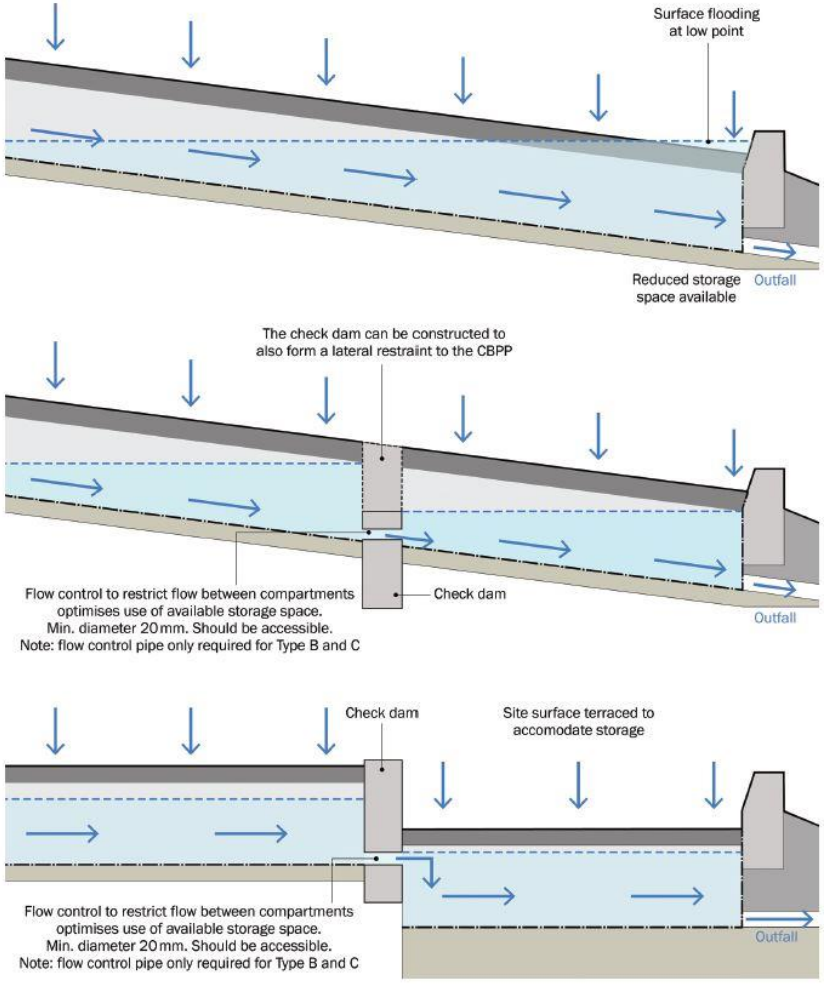


Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

C – Le tecniche

10 – Pavimentazioni permeabili

Schemi di funzionamento: funzione delle pendenze del terreno



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

10 – Pavimentazioni permeabili

Esempi

Esempio di pavimentazione permeabile non vegetata

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

Esempio di pavimentazione permeabile vegetata

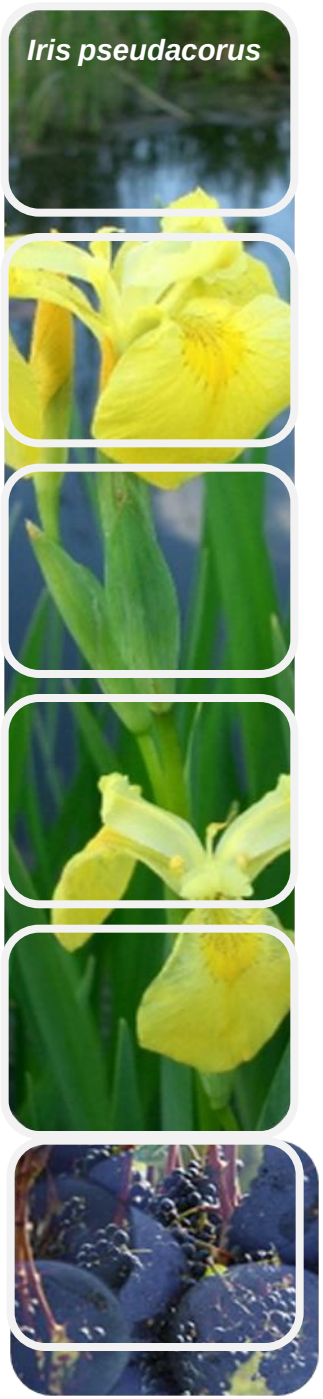
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

E – Le tecniche

11 – Vasche di laminazione

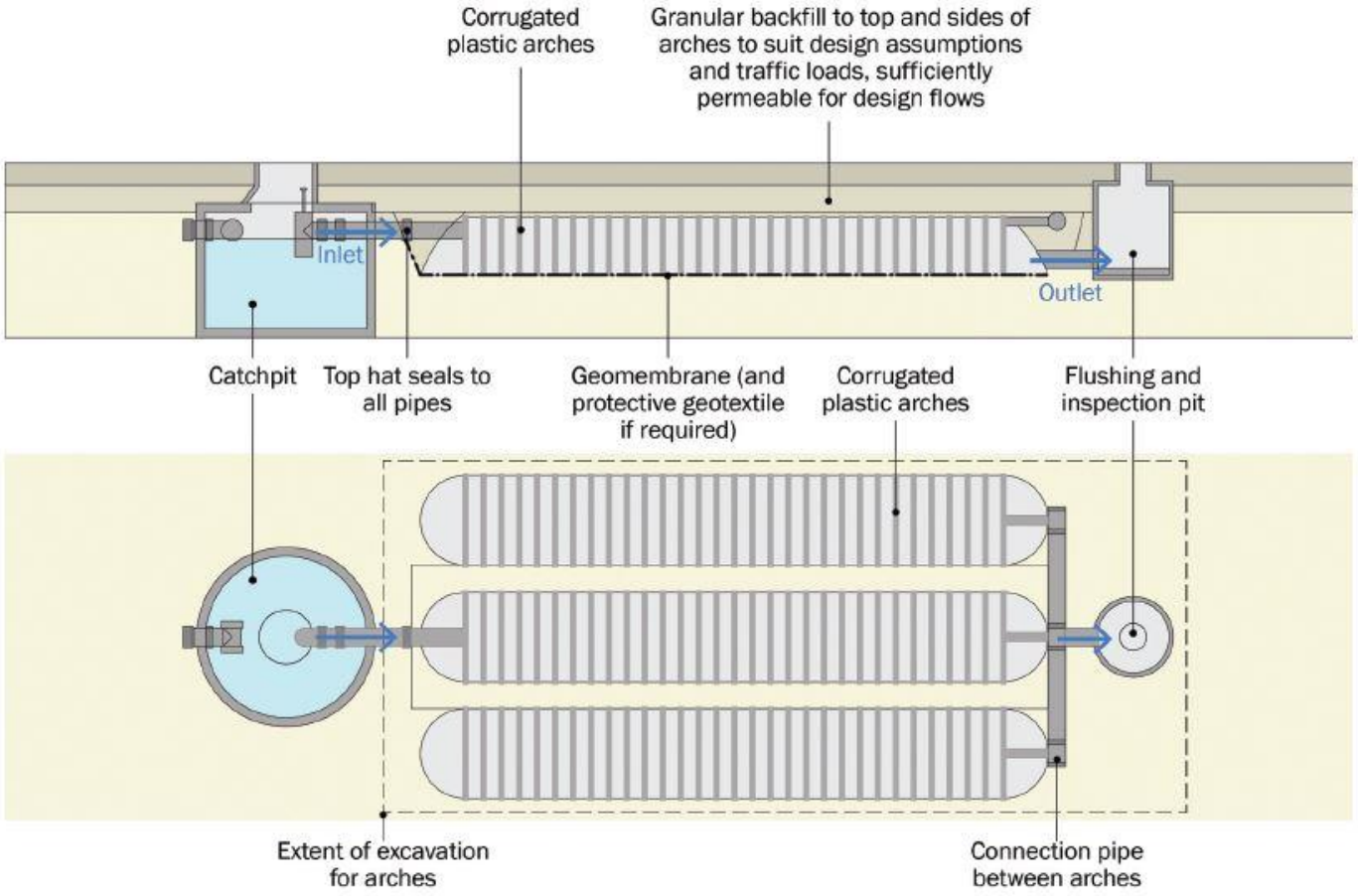
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



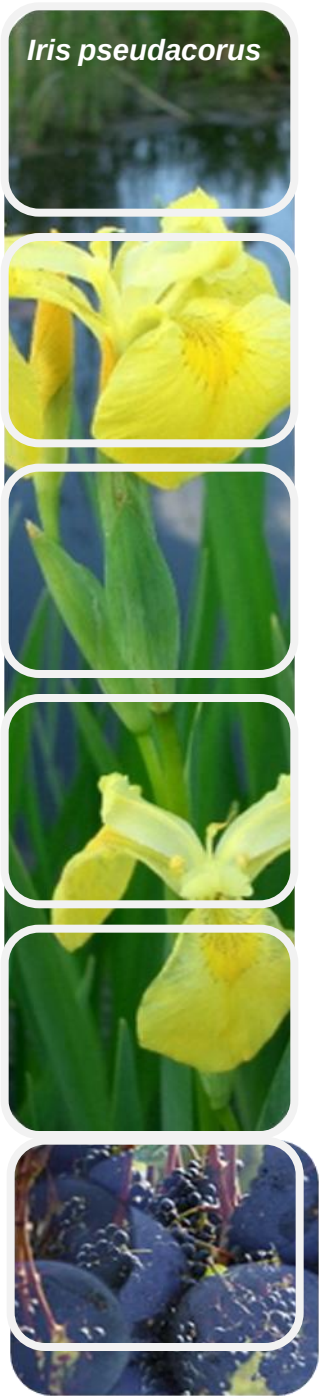
E – Le tecniche

11 – Vasche di laminazione

Tipologie: corrugati in materiale plastico (e.g. HDPE)



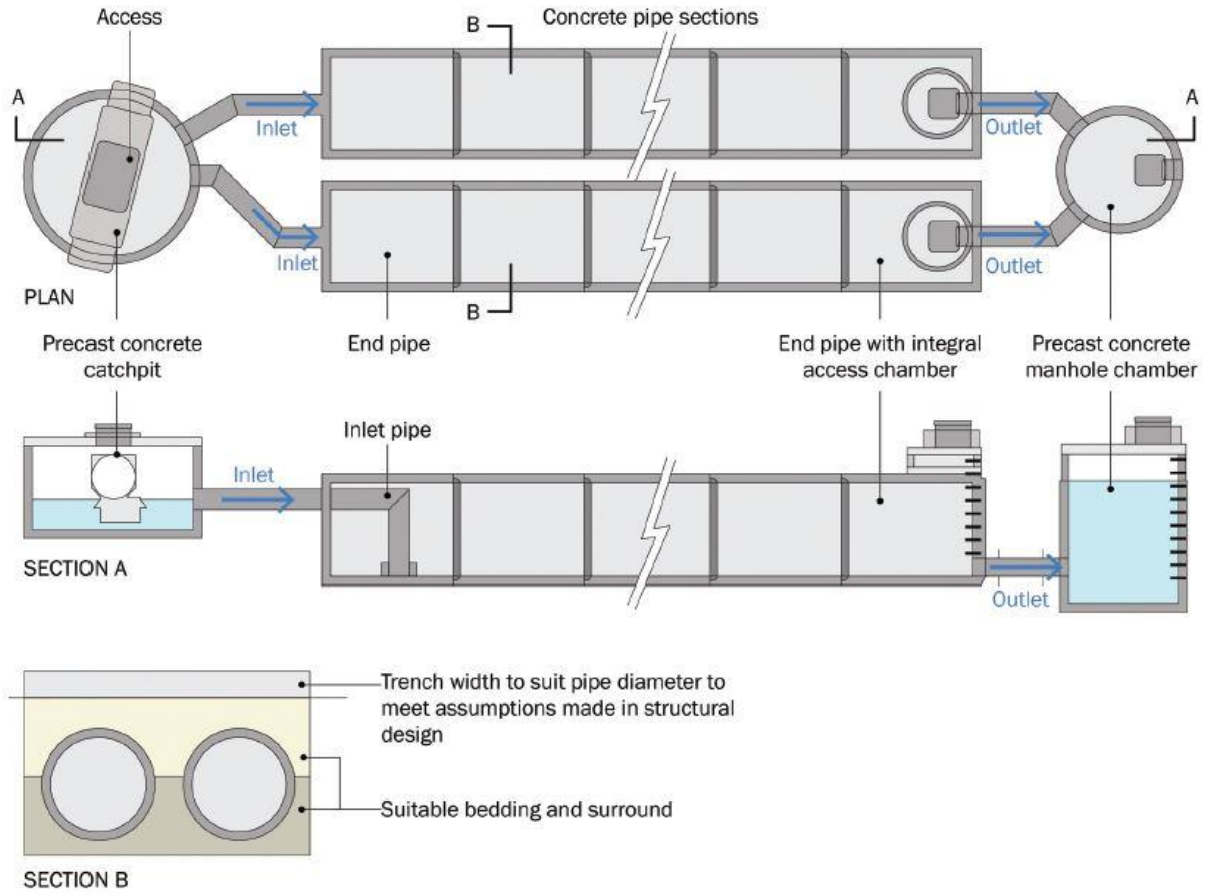
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



E – Le tecniche

11 – Vasche di laminazione

Tipologie: tubazioni di grandi dimensioni in cls

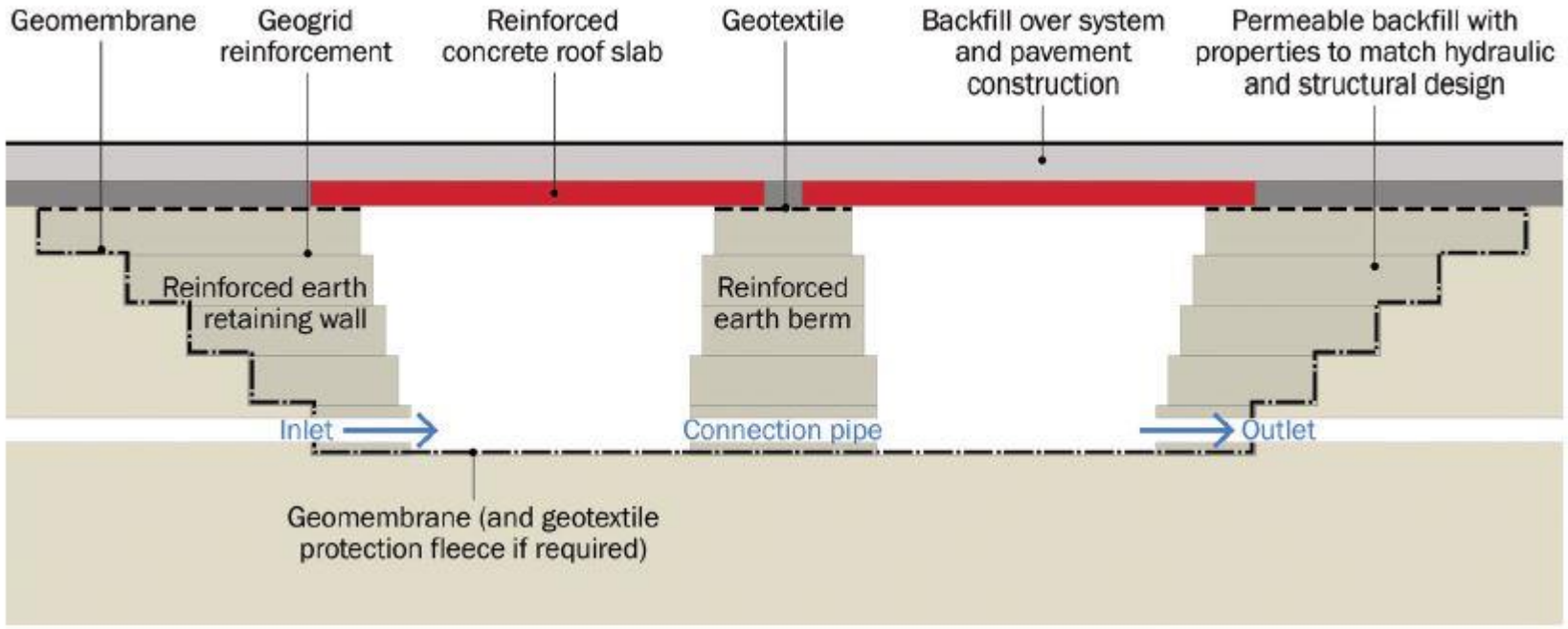


Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

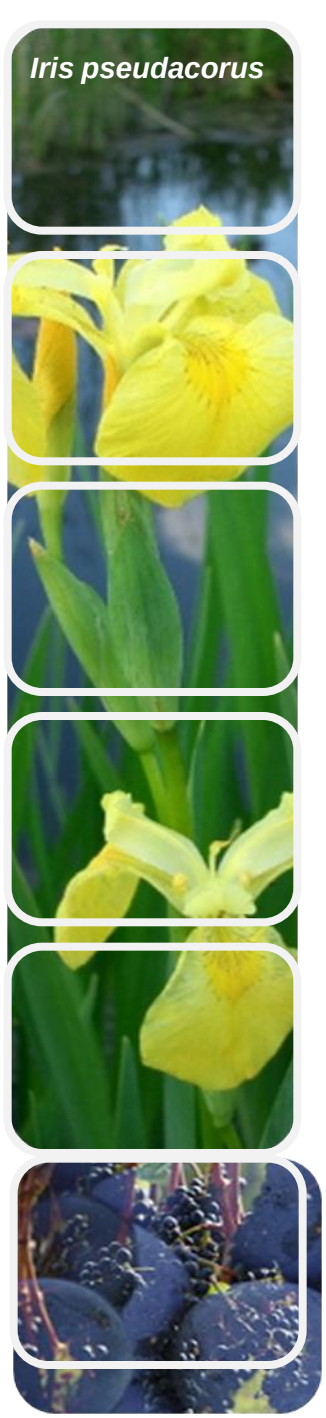
E – Le tecniche

11 – Vasche di laminazione

Tipologie: ibride interrate



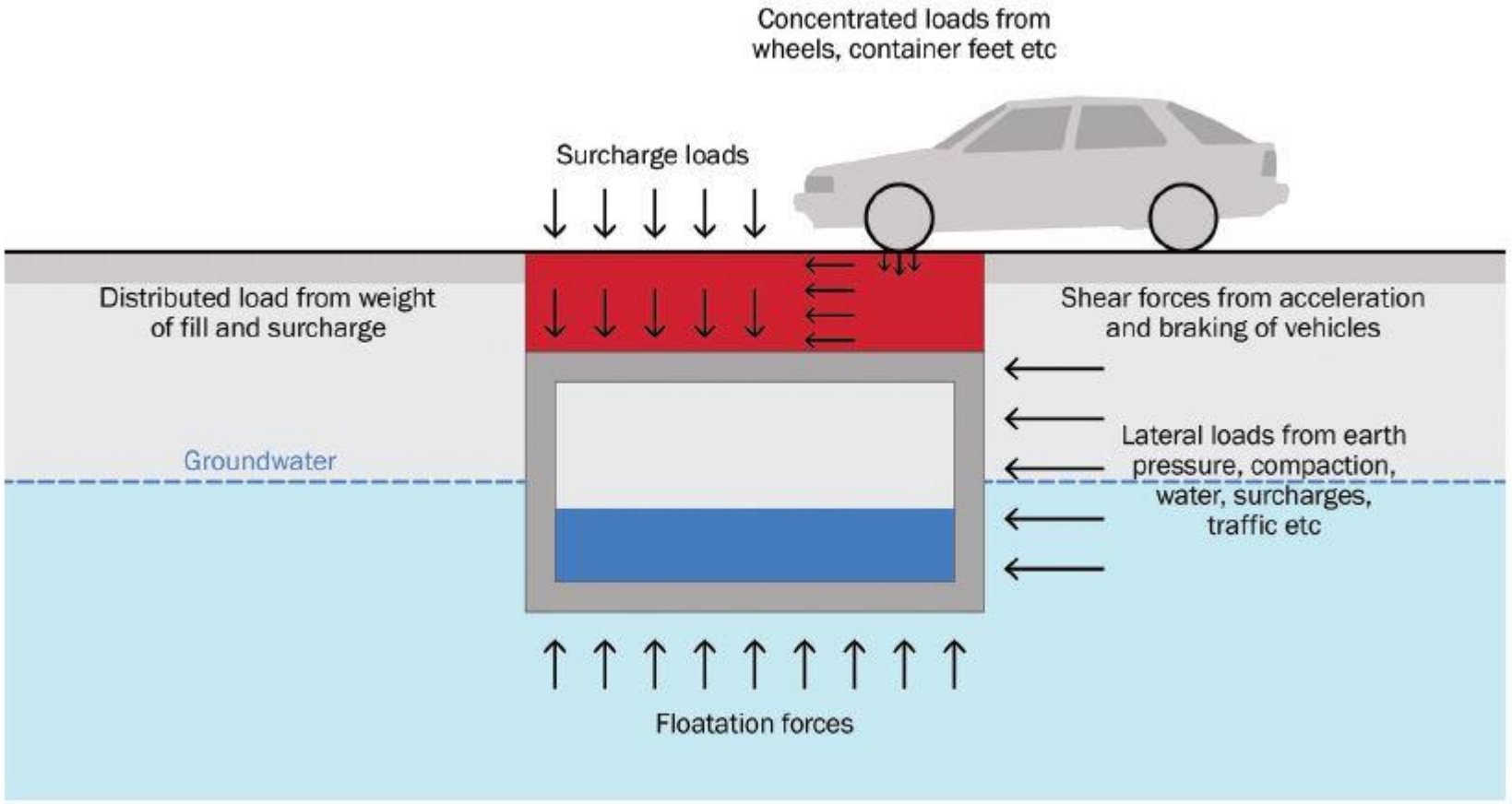
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



E – Le tecniche

11 – Vasche di laminazione

Verifiche strutturali



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

E – Le tecniche

11 – Vasche di laminazione

Esempi

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

C – Le tecniche

12 – Bacini di detenzione

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

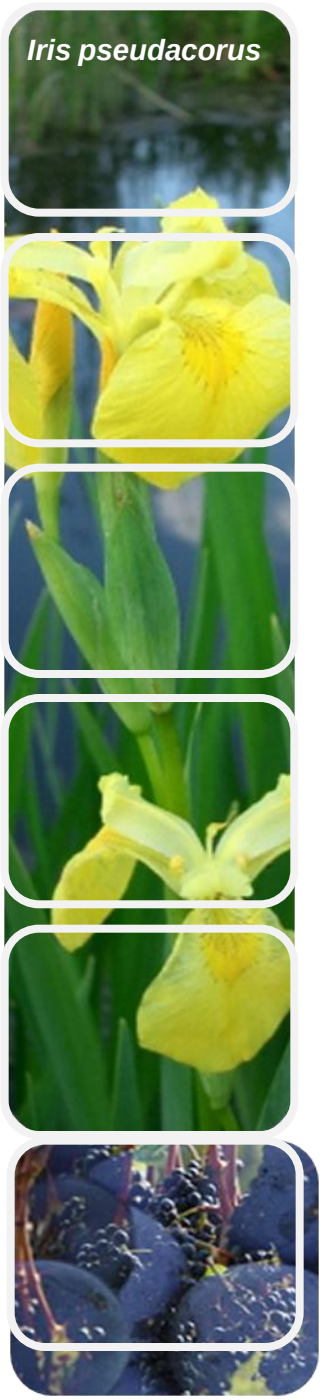
VANTAGGI

- riceve una vasta gamma di eventi di pioggia;
- buona riduzione del flusso di picco
- sistema semplice da progettare e costruire;
- richiede poca manutenzione;

SVANTAGGI

- profondità di detenzione limitate ai livelli di ingresso e uscita del sistema
- interventi estensivi che richiedono un ampia area

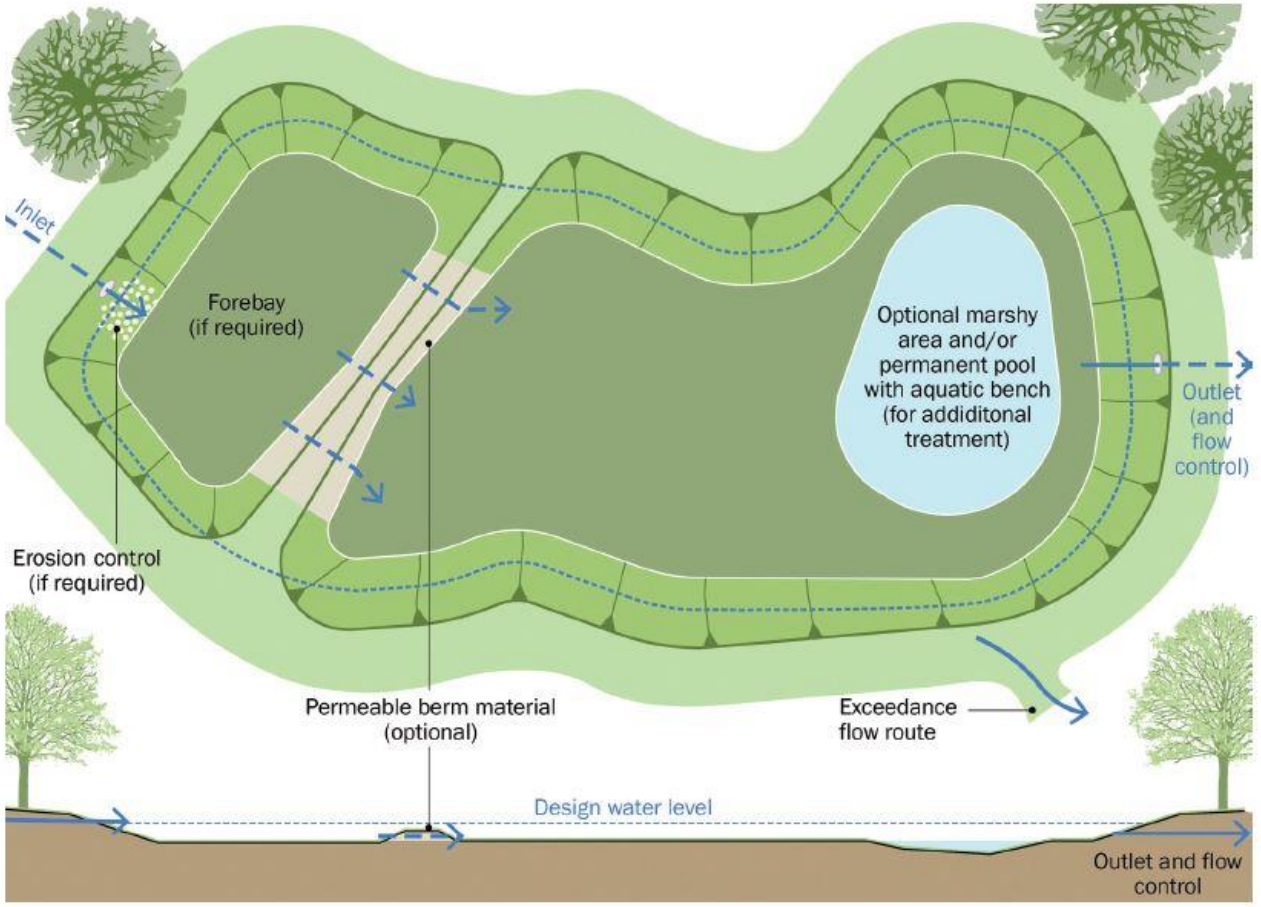
IRIDRA S.r.l.



C – Le tecniche

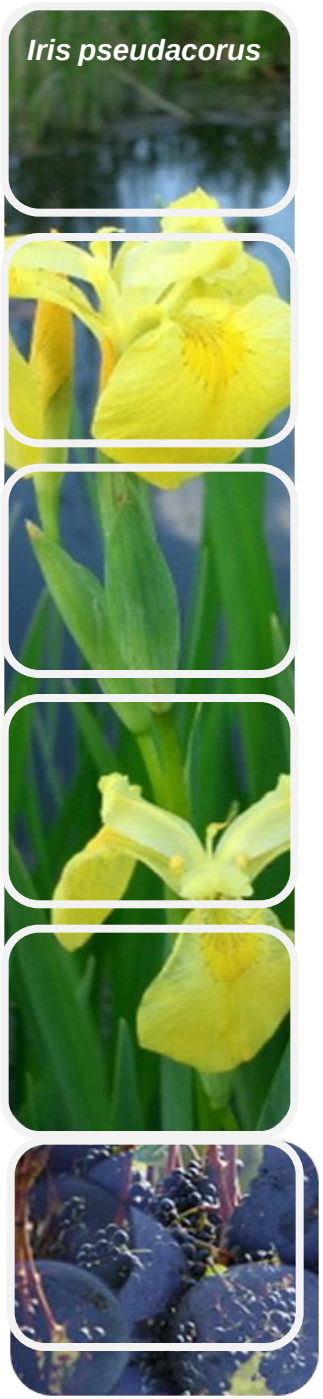
12 – Bacini di detenzione

Schema ed elementi funzionali



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.



C – Le tecniche

12 – Bacini di detenzione

Esempi

Bacino di detenzione non vegetato

Water Plaza, Rotterdam (Olanda)

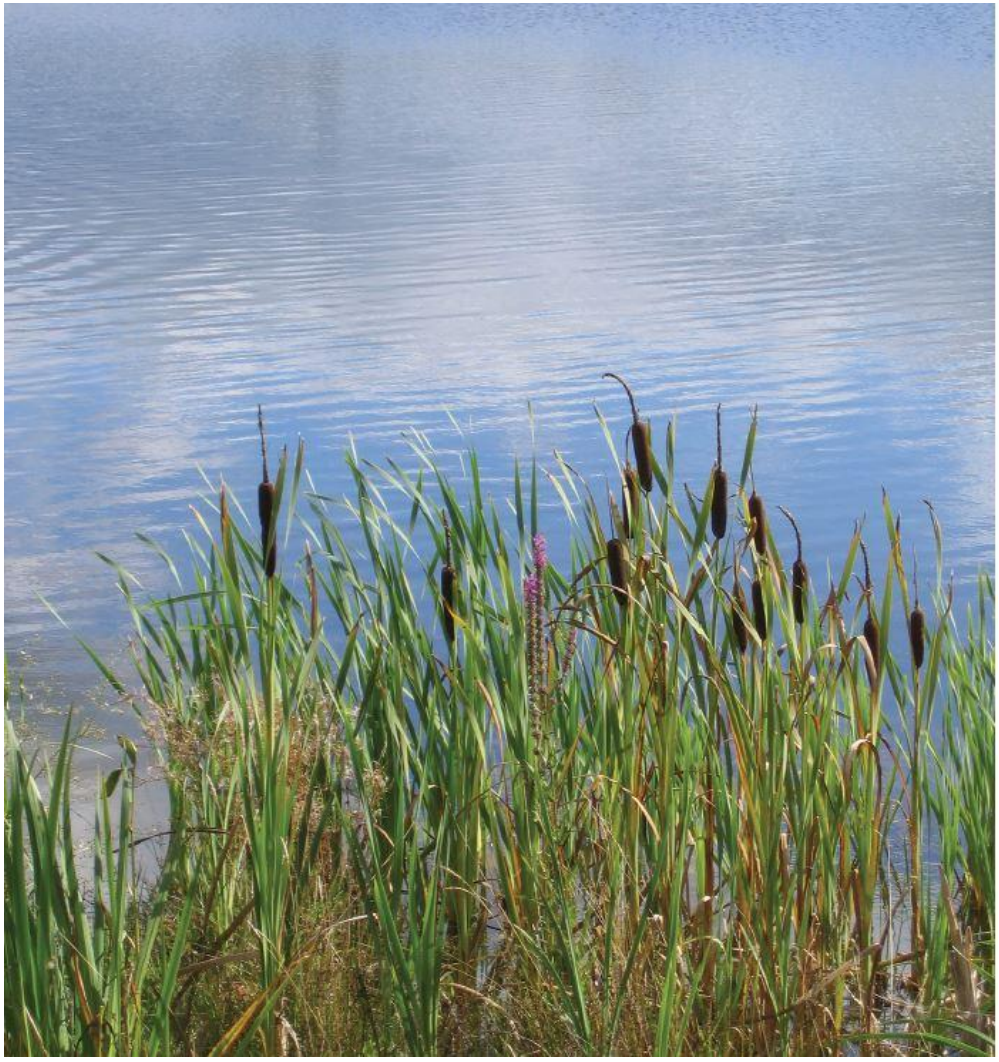
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

Bacino di detenzione vegetato

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

C – Le tecniche

12 – Stagni e wetlands



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

VANTAGGI

- Alta capacità di rimozione di inquinanti, specialmente per le zone umide
- Riduzione del flusso di picco
- Alta potenzialità fruitiva e paesaggistica
- Alta capacità di aumento delle biodiversità
- Possibilità di uso come accumulo delle acque di pioggia a fine di riuso
- Ideali per attività di educazione ambientale

SVANTAGGI

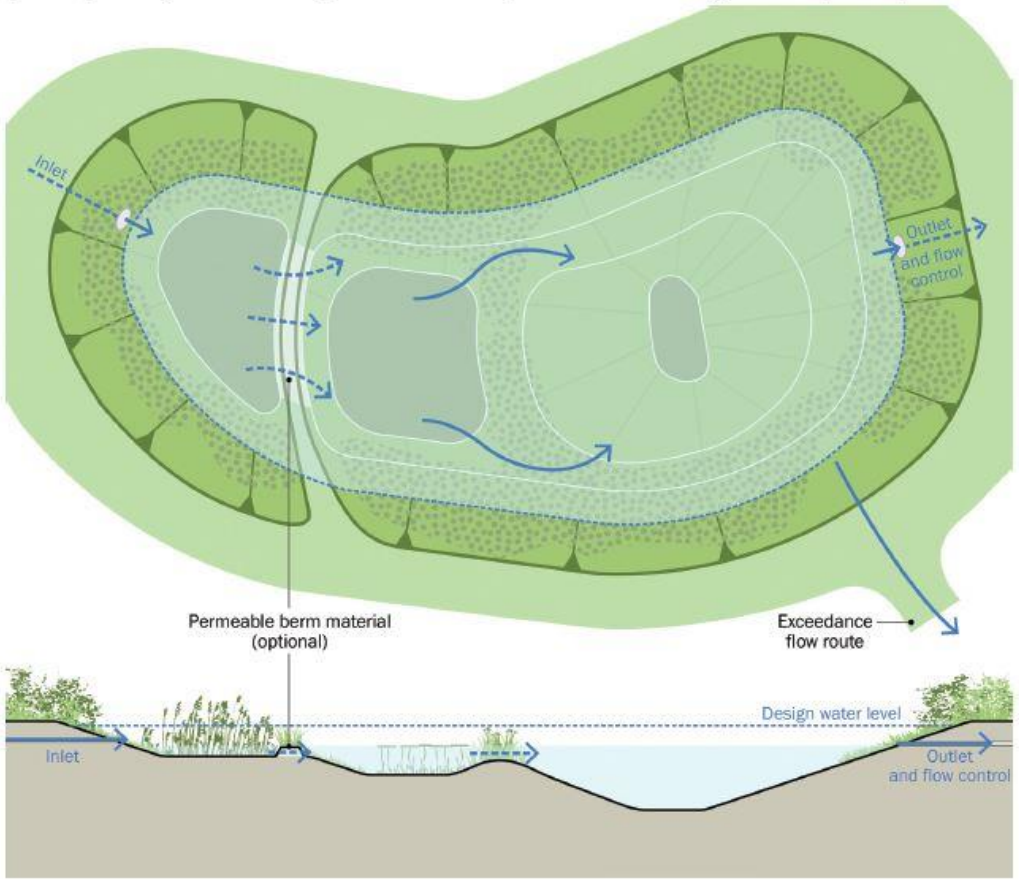
- Da valutare il rischio di proliferazione di insetti se alimentate esclusivamente con acque di pioggia
- Soluzioni estensive che richiedono una più ampia superficie per essere implementate

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

12 – Stagni e wetlands

Schema ed elementi funzionali

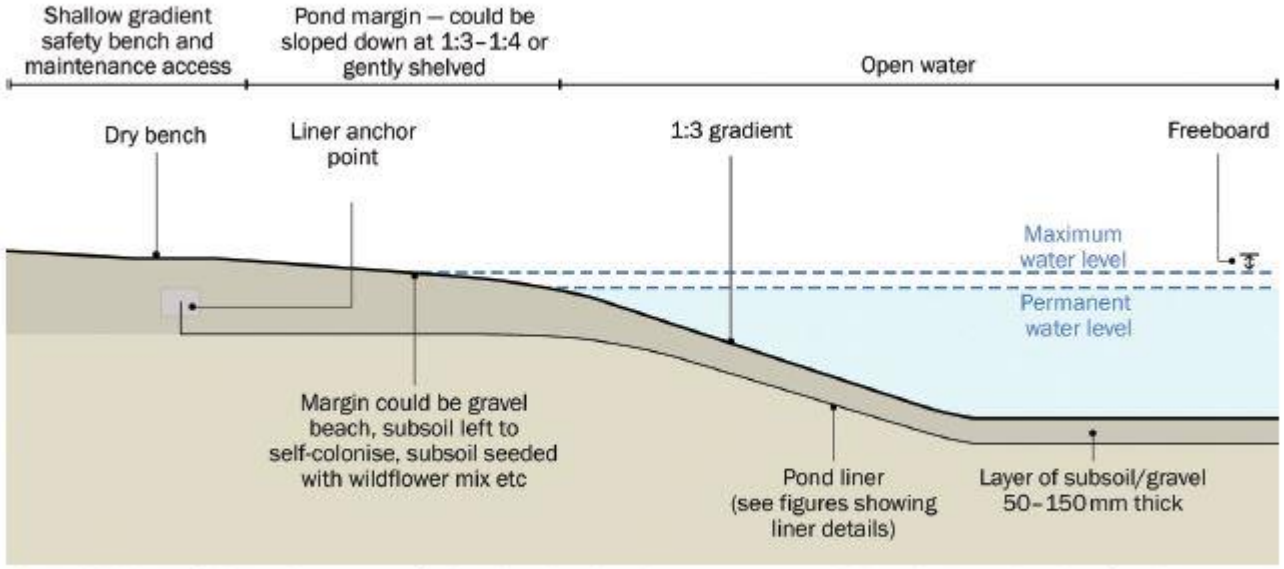


Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

C – Le tecniche

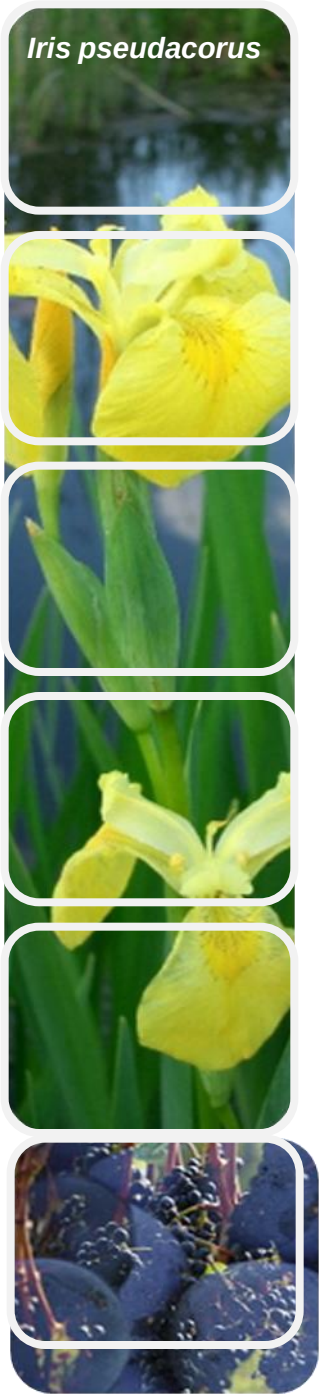
12 – Stagni e wetlands

Sezioni tipologiche: senza piantumazione



Notes: Width, surfacing and extent etc of safety bench and maintenance access all dependent on site, size of pond, maintenance requirements etc

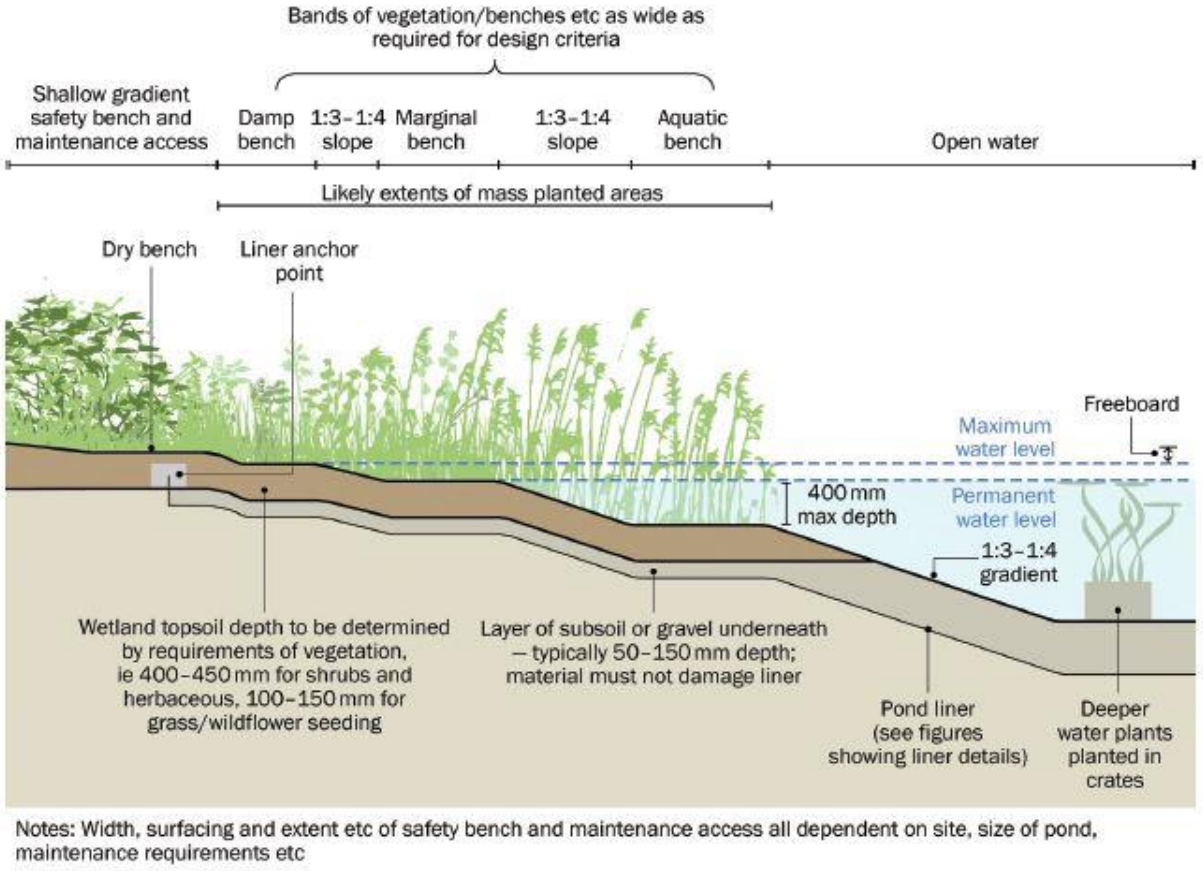
Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



C – Le tecniche

12 – Stagni e wetlands

Sezioni tipologiche: con piantumazione



Notes: Width, surfacing and extent etc of safety bench and maintenance access all dependent on site, size of pond, maintenance requirements etc

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

12 – Stagni e wetlands

Esempi

Stagno in zona periurbana

Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

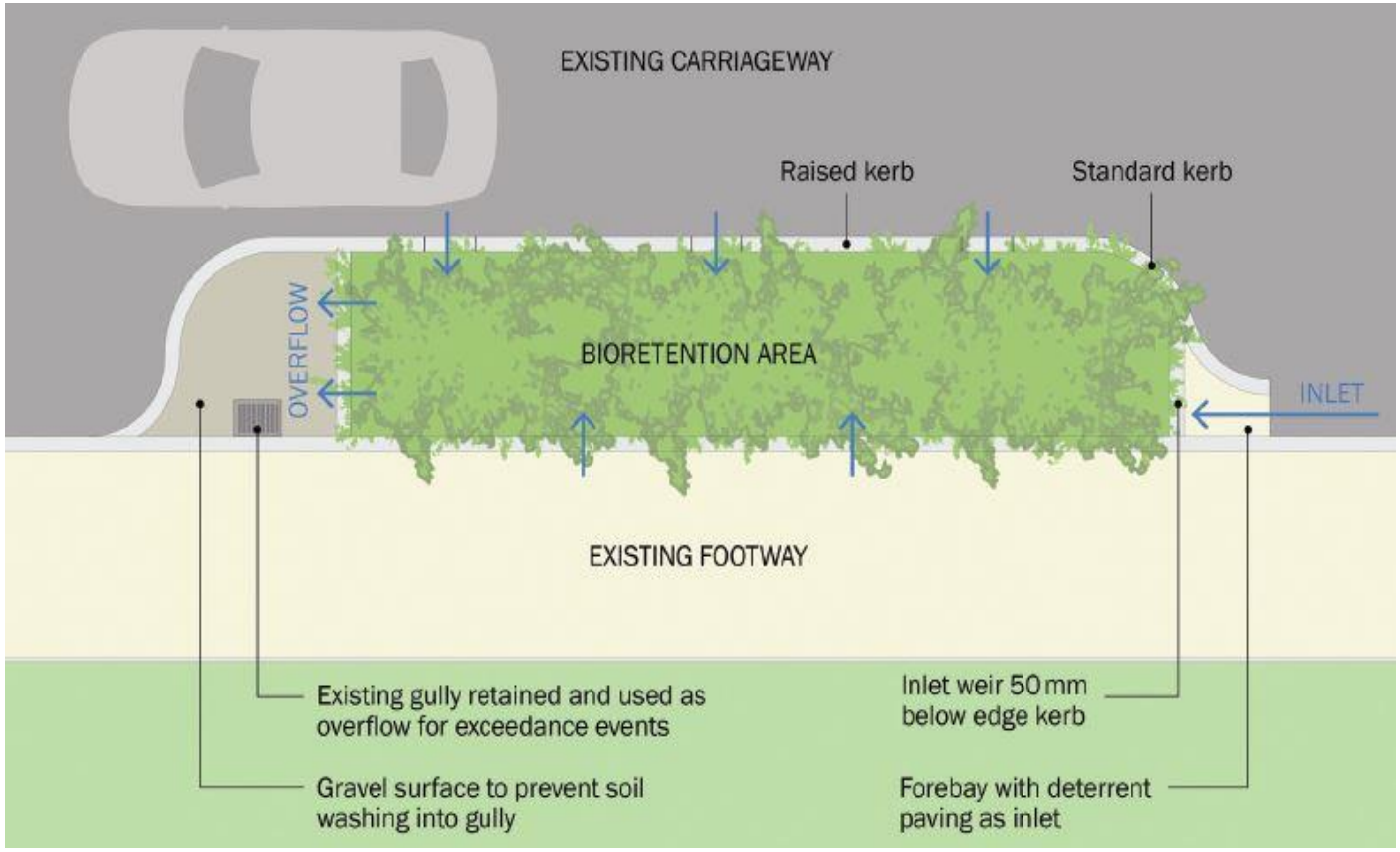
Stagni e zone umide in area urbana

Tanner Springs Park, Portland (USA)

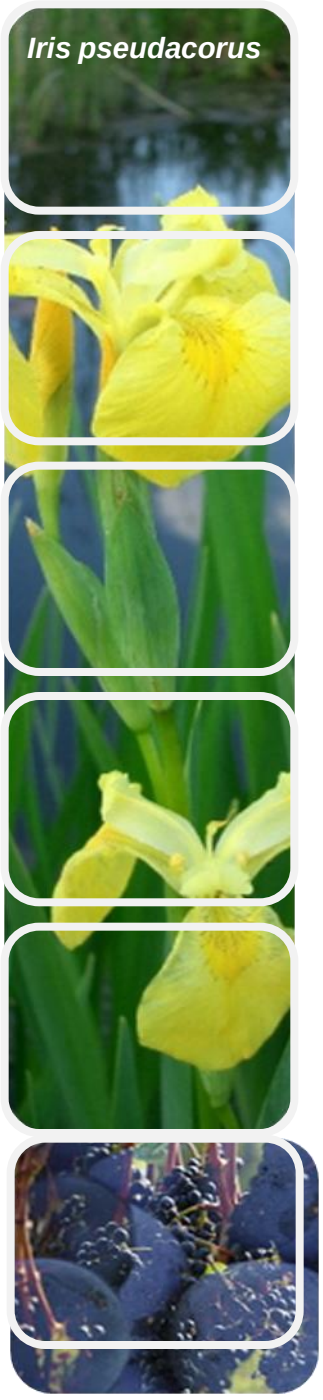
IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche
Retrofitting

Schema funzionale



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



C – Le tecniche

Potenzialità retrofitting

Analisi su aree pavimentate nel progetto Alto Seveso Naturale e Urbano

Comune	Superficie pavimentata [mq]
Cavallasca	9.446
San Fermo della Battaglia	20.057
Montano Lucino	147.714
Grandate	102.469
Villaguardia	61.539
Luisago	40.055
Totale	**381.280**

Tabella 17. Superfici pavimentate risultanti dal censimento

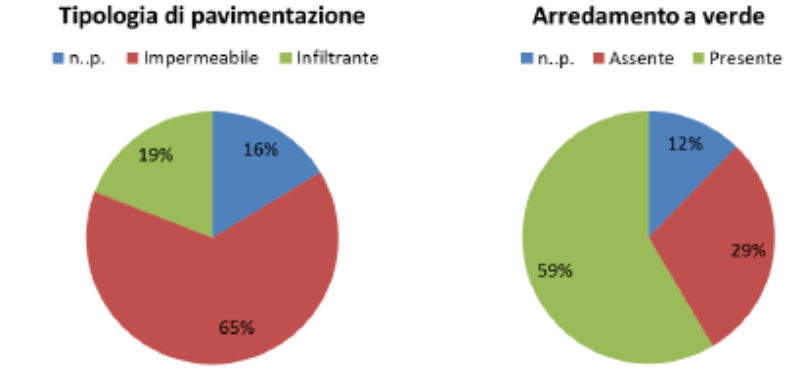


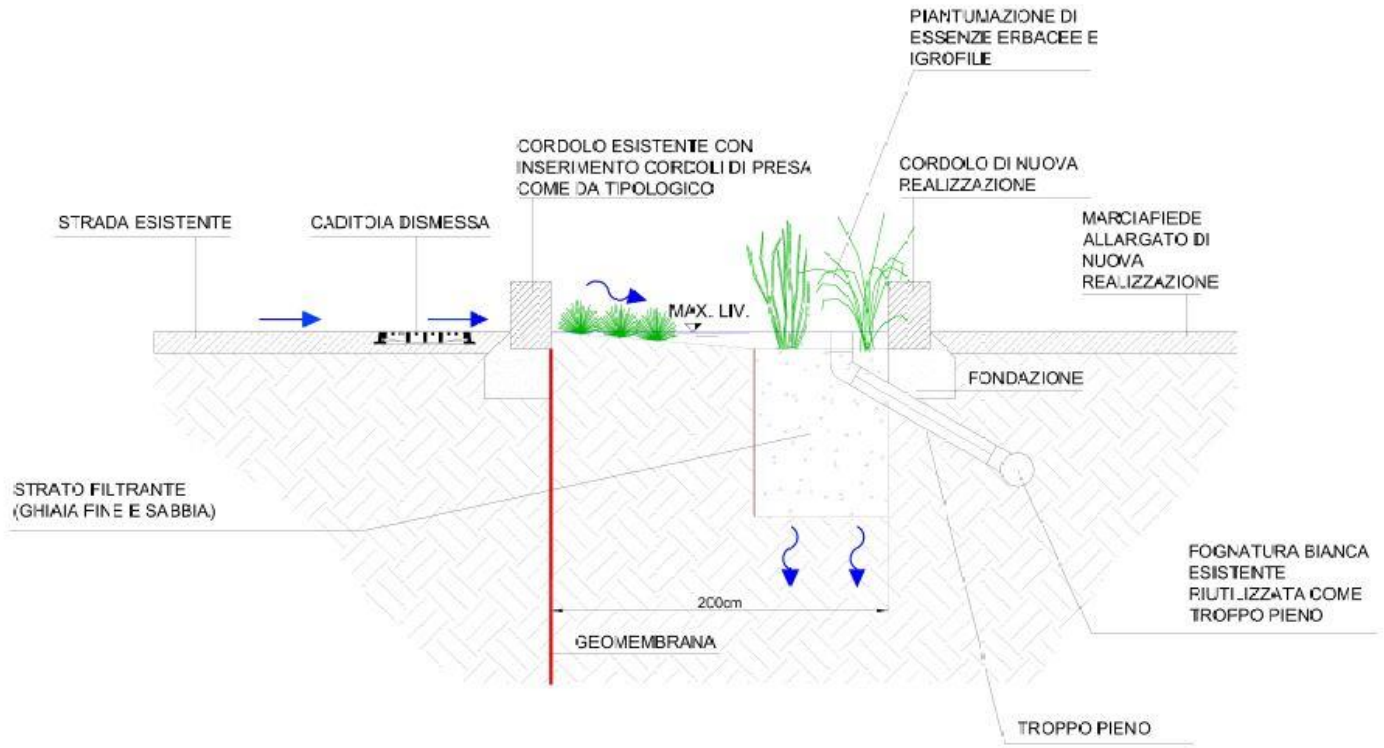
Figura 29. Risultati del censimento delle aree pavimentate dei comuni di Cavallasca, San Fermo della Battaglia, Montano Lucino, Grandate, Villaguardia e Luisago, catalogati sulla base della tipologia di pavimentazione e dell'arredo a verde

C – Le tecniche

Potenzialità retrofitting

Esempio:

Alto Seveso Naturale e Urbano – Retrofitting aiuola esistente come area di bioritenzione



Alto Seveso > 2015

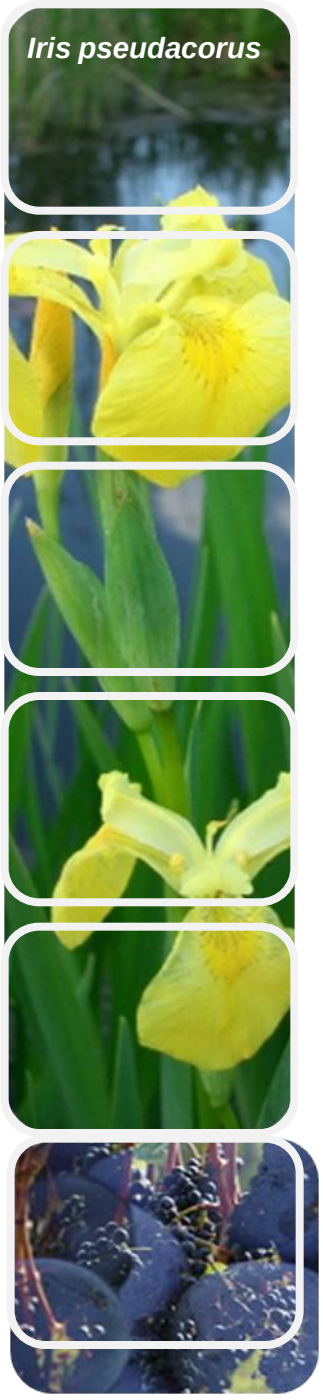
IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

Potenzialità retrofitting

Esempio: Area parcheggio Villa Costanza – Firenze

IRIDRA S.r.l.



C – Le tecniche

Potenzialità retrofitting

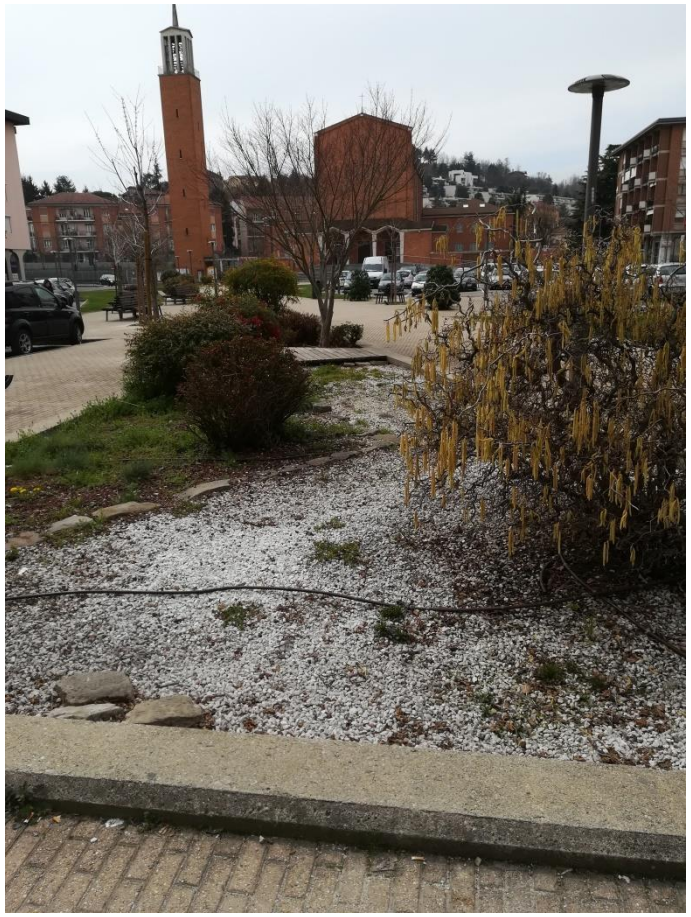
Esempio: Area ristoro parcheggio Villa Costanza – Firenze

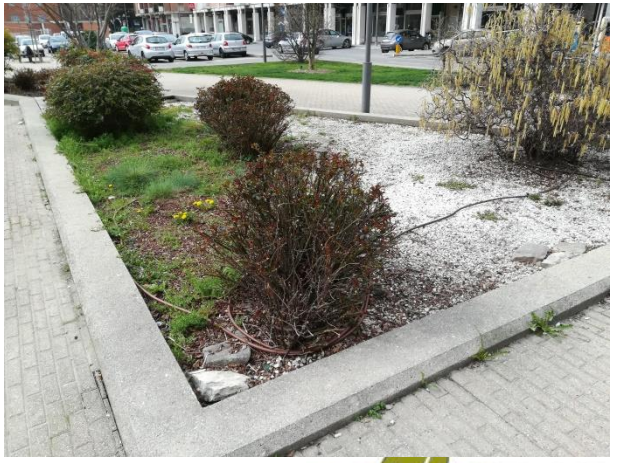
IRIDRA S.r.l.

C – Le tecniche

Potenzialità retrofitting

Esempio: Piazza Cristo Re – Alba (CN)





C – Le tecniche

Potenzialità retrofitting

Esempio: Corso Unità di Italia – Area Fiera 61 – Palavela – Torino

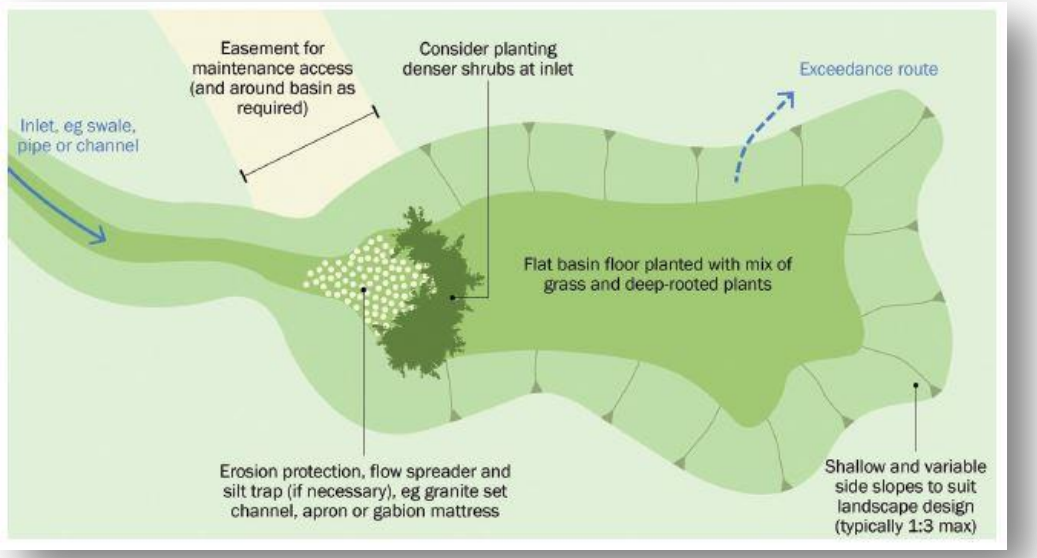
C – Le tecniche

Potenzialità retrofitting

Esempio: Viali – Firenze

IRIDRA S.r.l.

Modulo D: Referenze

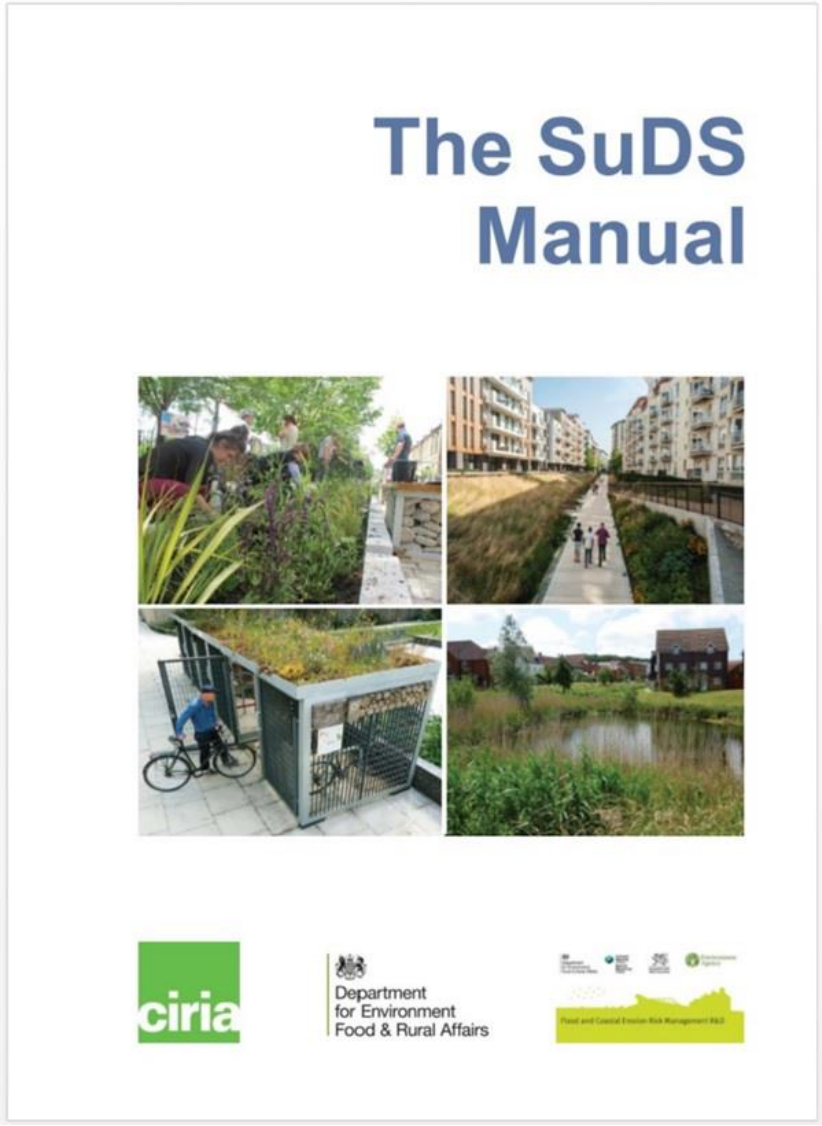


Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

IRIDRA S.r.l.

D - Referenze

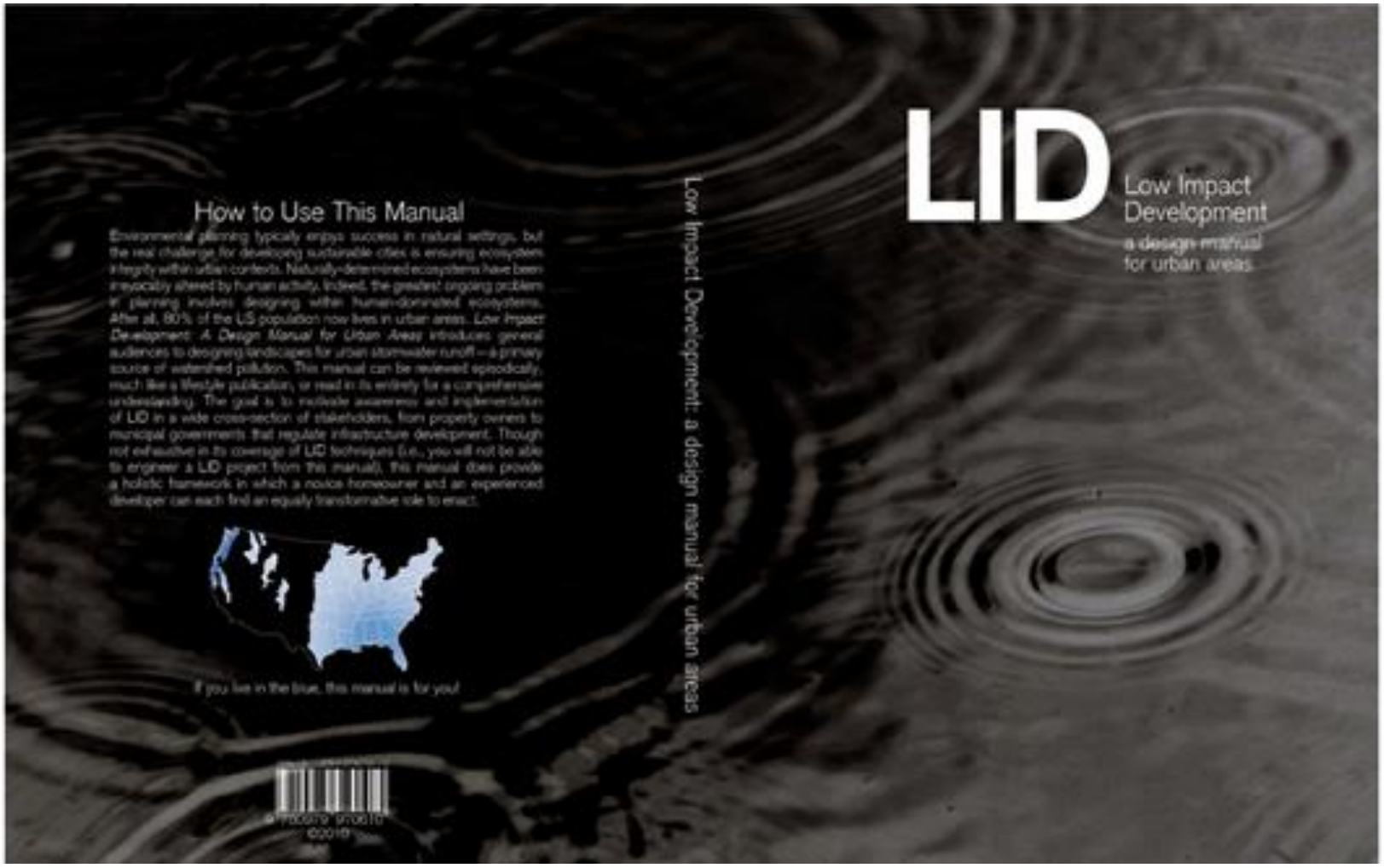
Libri di testo e manuali



IRIDRA S.r.l.

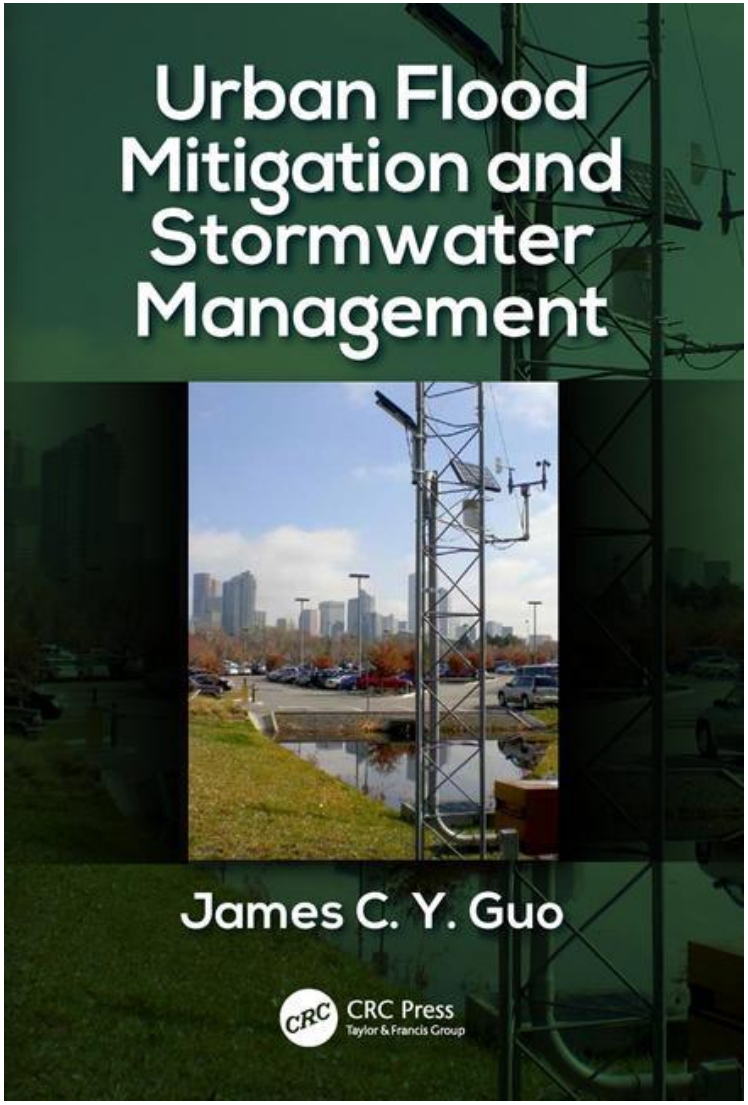
D - Referenze

Libri di testo e manuali



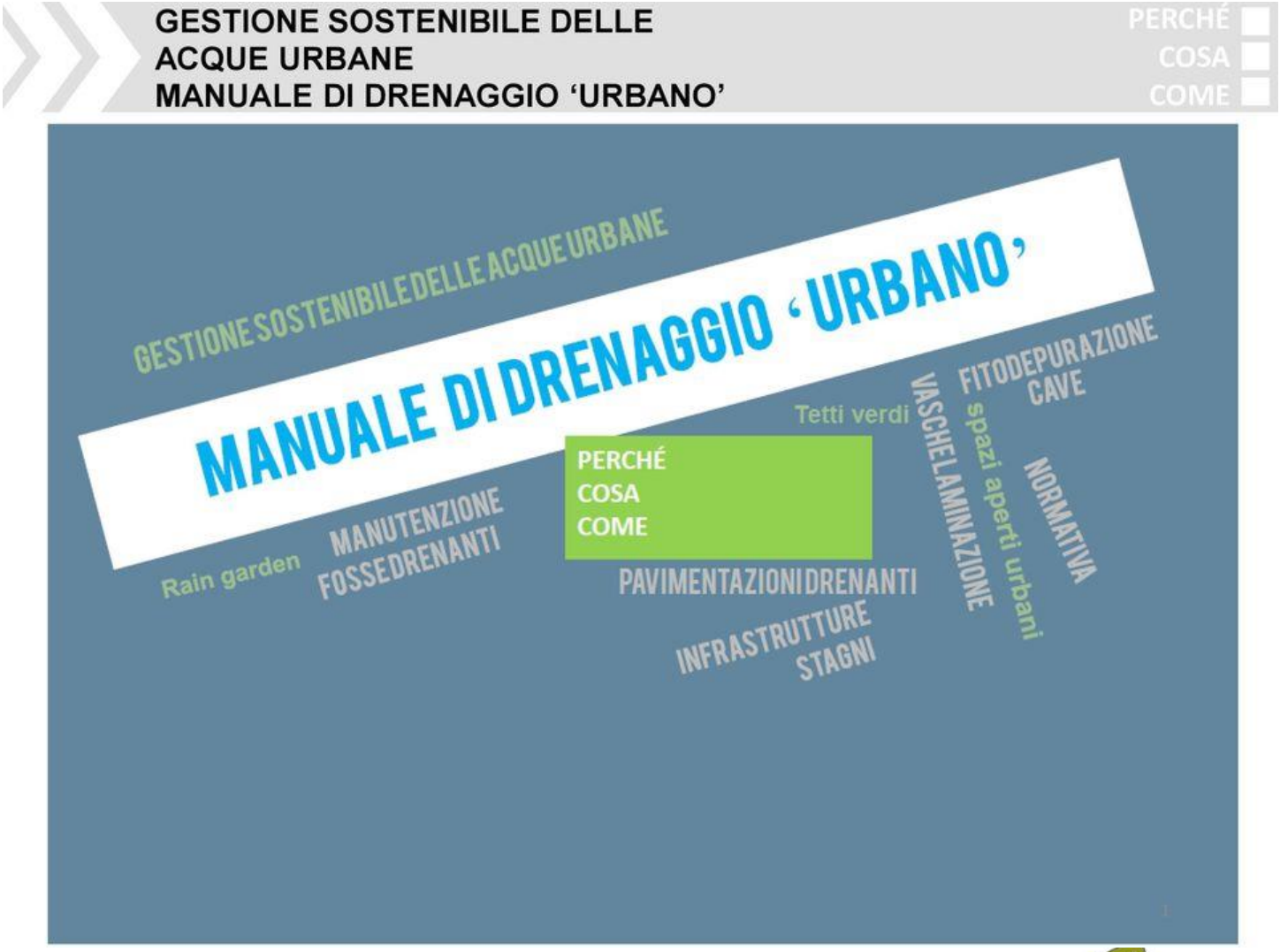
D - Referenze

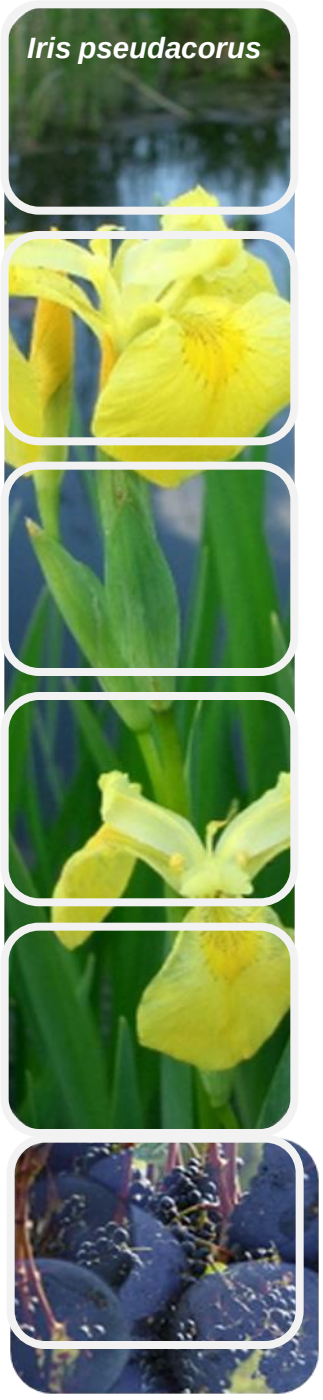
Libri di testo e manuali



D - Referenze

Libri di testo e manuali





D - Referenze

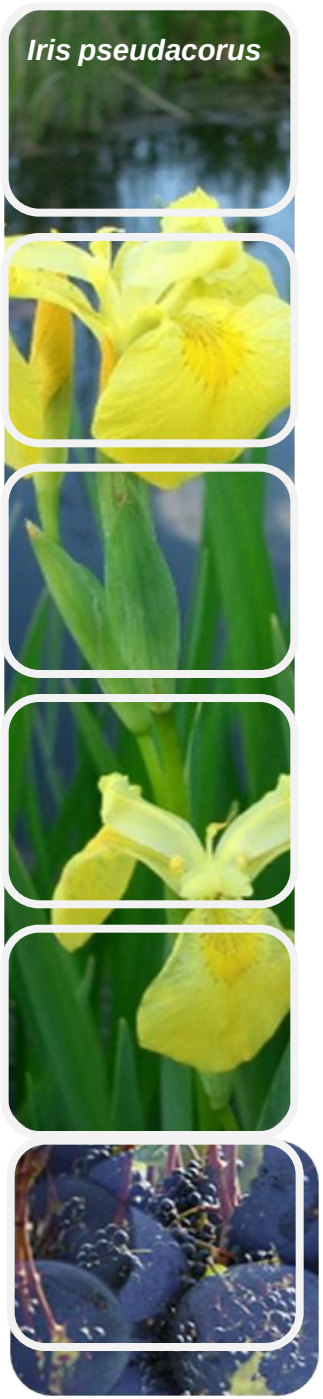
Libri di testo e manuali

IRIDRA S.r.l.

D - Referenze

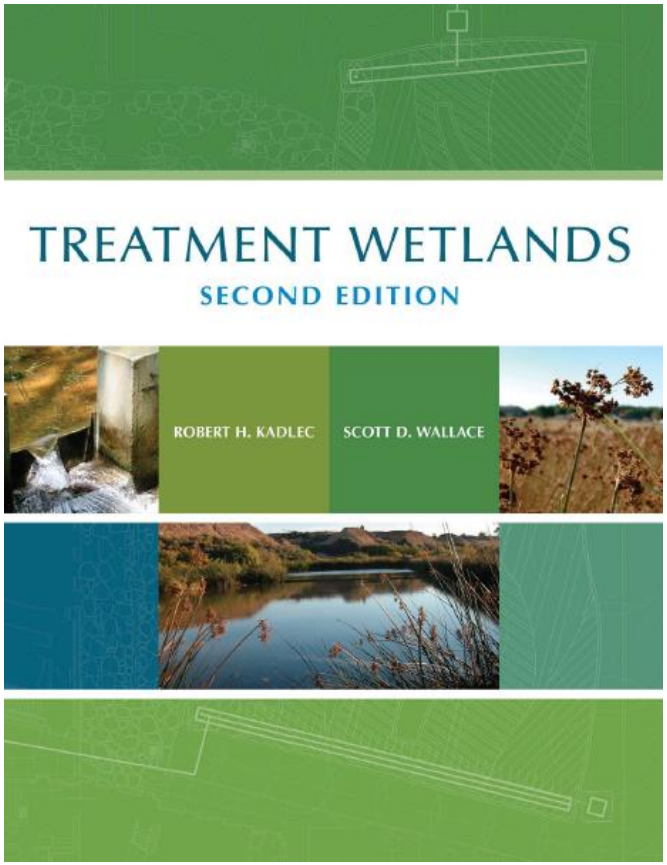
Libri di testo e manuali

IRIDRA S.r.l.



D - Referenze

Libri di testo e manuali



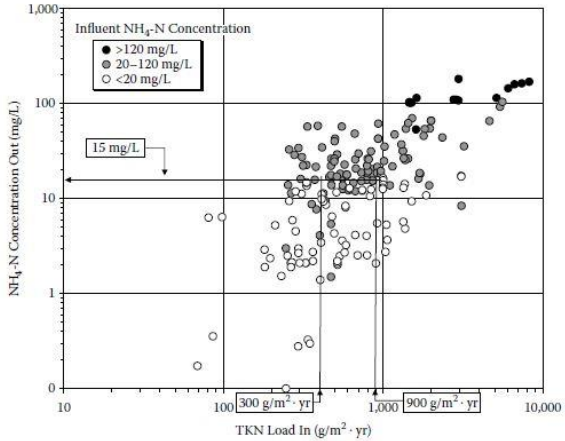


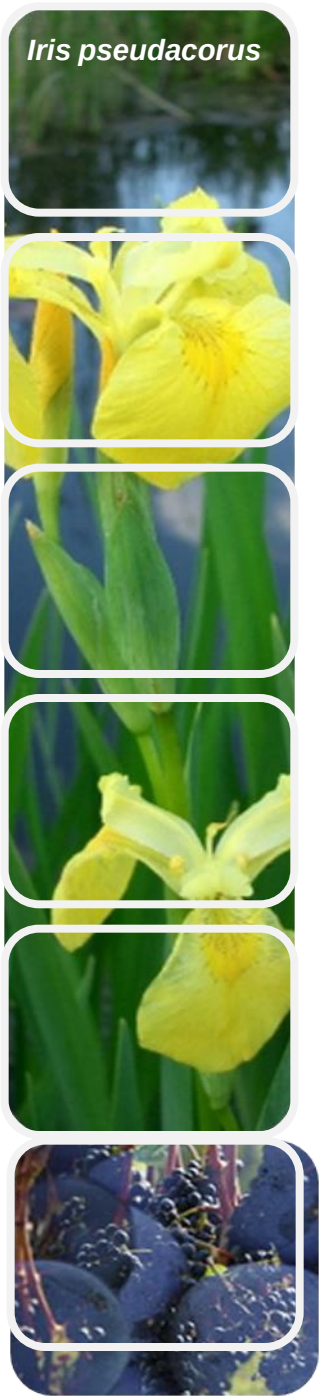
FIGURE 20.1 TKN–Ammonia loading chart, with forecasted treatment performance.

$$A = \frac{PQ_i}{k_A}\left(\left(\frac{C_i - C^*}{C_o - C^*}\right)^{\frac{1}{P}} - 1\right) = \frac{PQ_i}{k_V h}\left(\left(\frac{C_i - C^*}{C_o - C^*}\right)^{\frac{1}{P}} - 1\right) \quad (2.19)$$

where:

C_o = outlet concentration, mg/L
C_i = inlet concentration, mg/L
C^* = background concentration, mg/L
h = wetland water depth, m
k_A = first-order areal rate coefficient, m/d
k_V = first-order volumetric rate coefficient, 1/d
P = apparent number of tanks-in-series (TIS), dimensionless
Q_i = influent flow rate, m^3/d

IRIDRA S.r.l.



ERSAF
ENTE REGIONALE PER I SERVIZI ALL'AGRICOLTURA E ALLE FORESTE

RegioneLombardia

CONTRATTI di FIUME

IRIDRA SRL

GRAZIE PER L'ATTENZIONE
PhD Eng., Anacleto Rizzo
via A. La Marmora 51, 50121
Firenze
Tel. 055470729 Fax 055475593
www.iridra.com rizzo@iridra.com

IRIDRA S.r.l.