



Città metropolitana
SPUGNA

Il futuro a prova di clima

FROM GRAY TO GREEN

WORKSHOP DI CO-PROGETTAZIONE CON SCUOLE SECONDARIE II GRADO

2025



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA
M5C2I2.2



MINISTERO
DELL'INTERNO



Città
metropolitana
di Milano

LE RISORSE VERDE E BLU PER LA CITTÀ

MODULO 2

STRATEGIE E SOLUZIONI

POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA E STUDI URBANI

Eugenio Morello, Valentina Dessì, Rachele Radaelli, Doruntina Zendeli, Francesco Rivano

Commentiamo insieme un esempio di SUDS e identifichiamo i principali co-benefici



DRENAGGIO
URBANO



REFRIGERIO
URBANO



BIODIVERSITÀ



SOCIALIZZAZIONE



BENESSERE
INDIVIDUALE



RIQUALIFICAZIONE
URBANA



RISPARMIO
ENERGETICO

Come affrontare l'eccesso di acqua piovana nell'ambiente urbano?



Il problema non è l'eccesso di acqua, ma i nostri ambienti urbani, in cui l'80% della superficie può essere impermeabilizzata e dove l'80% dello spazio urbano sono strade, che diventano veri e propri letti di fiumi

Come affrontare l'eccesso di acqua piovana nell'ambiente urbano?

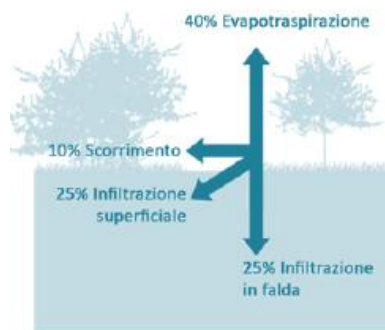
L'impermeabilizzazione del suolo

è uno degli effetti dell'urbanizzazione che maggiormente incidono sull'aumento della vulnerabilità dei sistemi ambientali e del ciclo idrologico.

I diagrammi mostrano come l'aumento dell'impermeabilizzazione porti ad una progressiva riduzione delle infiltrazioni e ad un aumento del deflusso.

L'impermeabilizzazione del suolo tende a:

- ridurre i tempi di deflusso delle acque meteoriche intensificando i fenomeni alluvionali
- ridurre la quantità di acqua di infiltrazione per ricaricare le falde acquifere e le falde acquifere
- aumentare il deflusso, con conseguente aumento dell'erosione del suolo, del trasporto dei solidi e dell'inquinamento idrico
- richiede la realizzazione di reti di raccolta che, per essere sostenibili richiedono un elevato livello di complessità, spesso in contrasto con la facilità di gestione e dei suoi costi
- riduce i servizi ecosistemici e paesaggistici forniti dal suolo libero



TERRENO VEGETATO



30-50% URBANIZZAZIONE



75-100% URBANIZZAZIONE



Gibelli G., Gelmini A., Pagnoni E., Natalucci F., 2015, Gestione sostenibile delle acque urbane. Manuale di drenaggio 'urbano'. Perché, Cosa, Come. Regione Lombardia, Ersaf, Milano

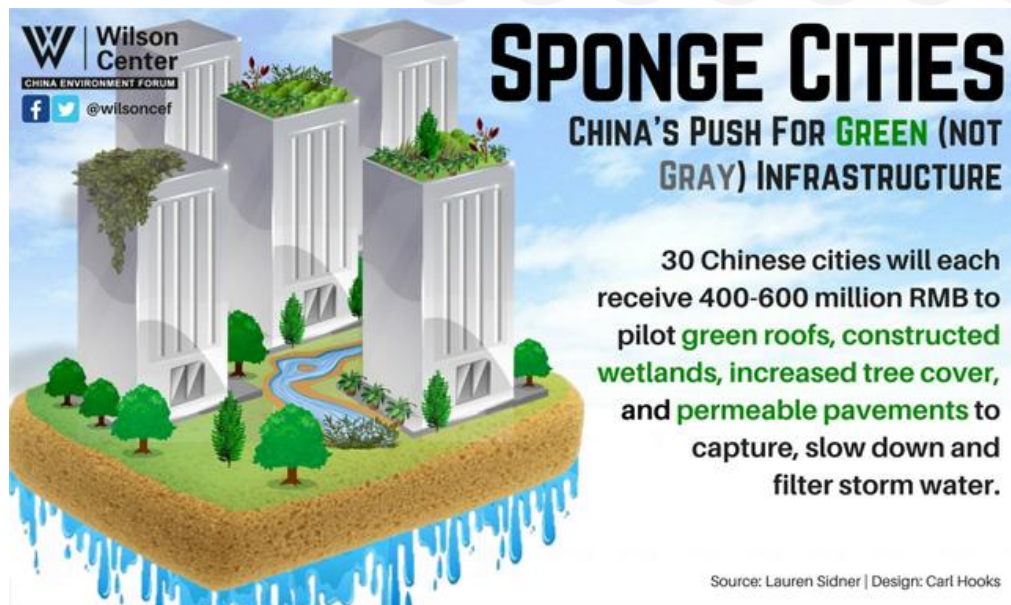
Come affrontare l'eccesso di acqua piovana nell'ambiente urbano?



Una **città spugna** è una città strutturata e progettata per assorbire e catturare l'acqua piovana e utilizzarla per ridurre le inondazioni. L'acqua piovana raccolta può essere riutilizzata per l'irrigazione e per uso domestico.

È stato riferito che la Cina ha avviato un'iniziativa pilota in 16 distretti.

Il Paese prevede che l'80% delle sue città urbane raccolga e riutilizzi il 70% dell'acqua piovana.



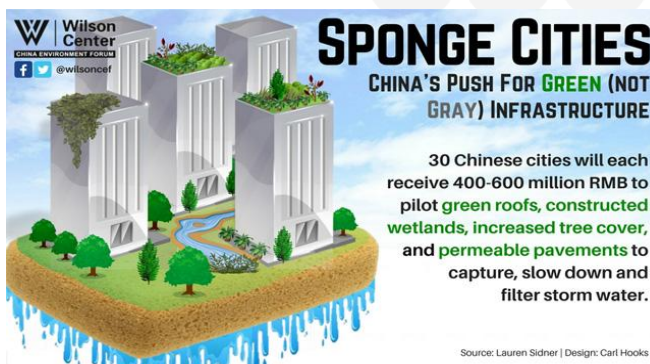
Shanghai sponge district3



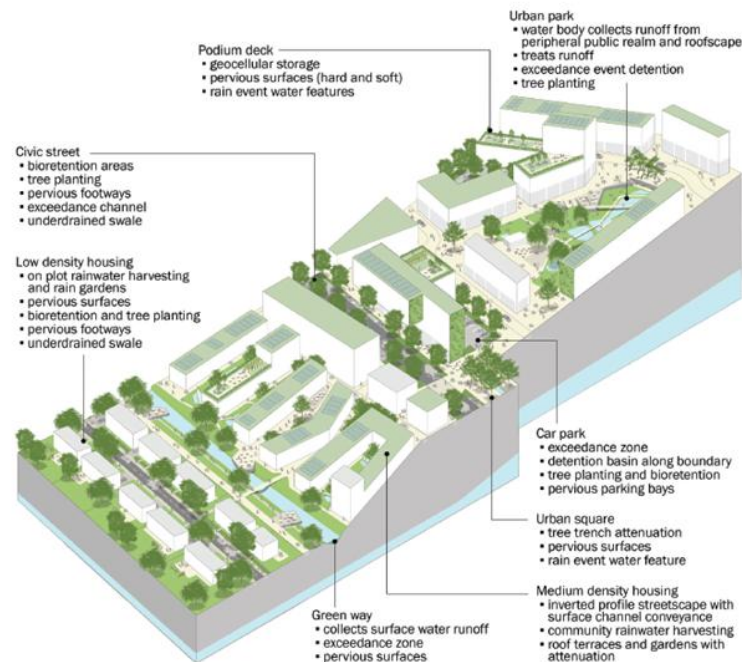
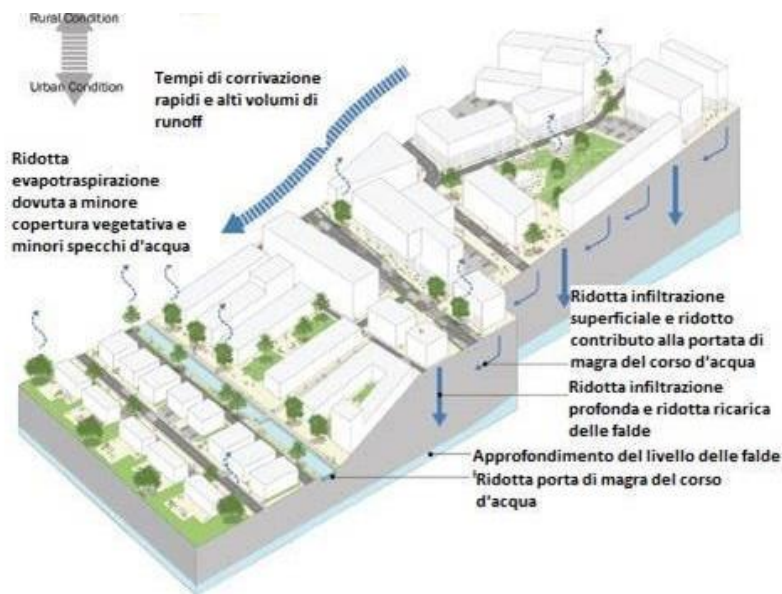
Come affrontare l'eccesso di acqua piovana nell'ambiente urbano?

I Sistemi di drenaggio sostenibile (SuDS)

sono sistemi multifunzionali che permettono di gestire le acque piovane in superficie, evitando di sovraccaricare la rete fognaria. Mirano a controllare il deflusso delle acque superficiali alla fonte immagazzinandole localmente attraverso la raccolta e il trattamento prima che l'acqua venga rilasciata nei corsi d'acqua naturali



Shanghai sponge district

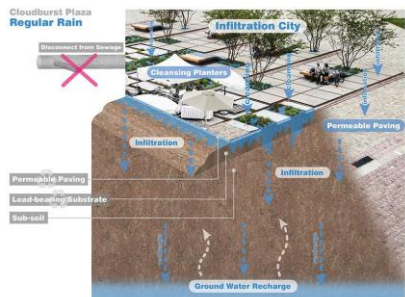


Sistemi di drenaggio sostenibile

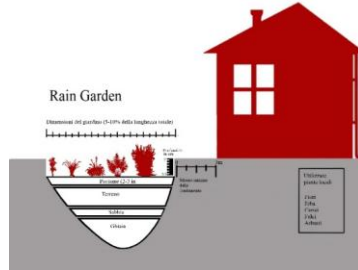
Depaving



Superfici permeabili



Rain garden Giardini della pioggia



Trincee infiltranti (Swales)



Tetti e pareti verdi

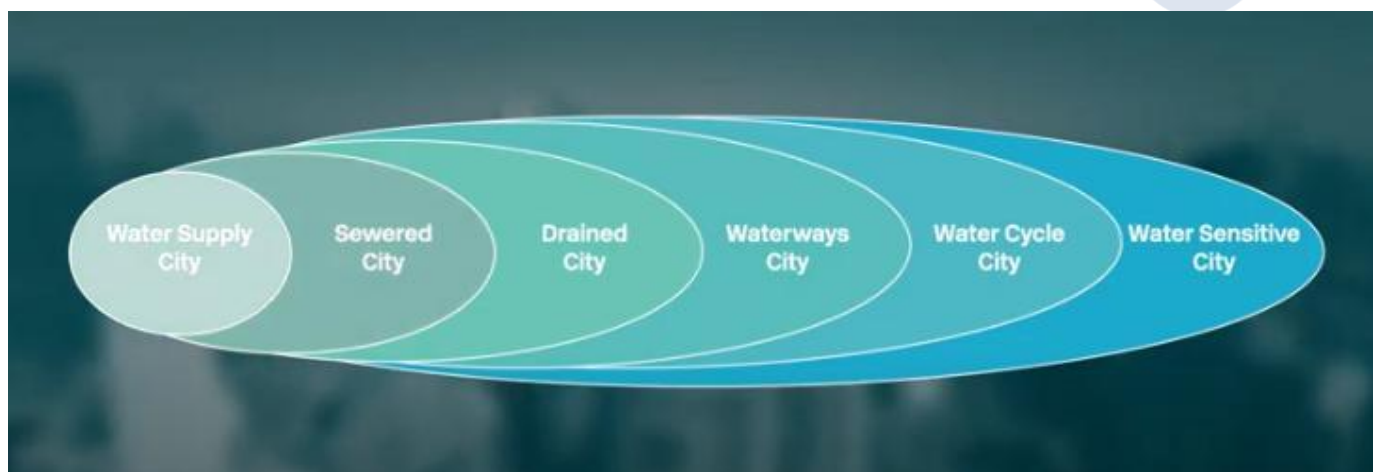
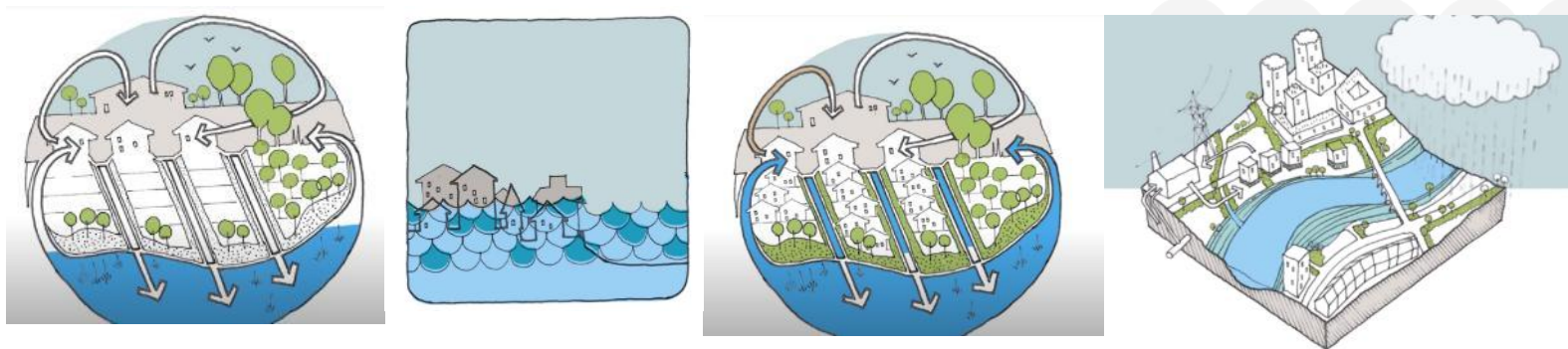


Piazza dell'acqua



Water sensitive city (approccio australiano)

Un approccio progettuale che include l'acqua, soprattutto in quelle città in cui l'acqua è parte dell'identità, ma finora non la priorità nella progettazione dei luoghi



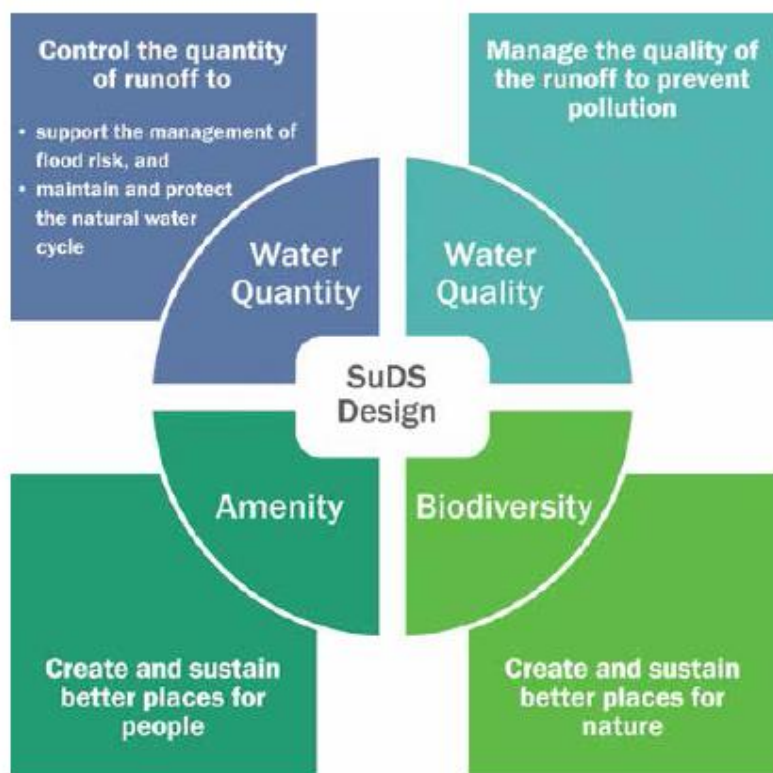
Victoria (Au)

Water sensitive city (approccio australiano)

https://www.youtube.com/watch?v=Kq_IFLbznoY



SuDS - Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile (approccio inglese)



Design criteria for SuDS

	Design criteria
Water quantity	<ol style="list-style-type: none"> 1 Use surface water runoff as a resource 2 Support the management of flood risk in the receiving catchment 3 Protect morphology and ecology in receiving surface waters 4 Preserve and protect natural hydrological systems on the site 5 Drain the site effectively 6 Manage on-site flood risk 7 Design system flexibility/adaptability to cope with future change
Water quality	<ol style="list-style-type: none"> 1 Support the management of water quality in the receiving surface waters and groundwaters 2 Design system resilience to cope with future change
Amenity	<ol style="list-style-type: none"> 1 Maximise multi-functionality 2 Enhance visual character 3 Deliver safe surface water management systems 4 Support development resilience/adaptability to future change 5 Maximise legibility 6 Support community environmental learning
Biodiversity	<ol style="list-style-type: none"> 1 Support and protect natural local habitats and species 2 Contribute to the delivery of local biodiversity objectives 3 Contribute to habitat connectivity 4 Create diverse, self-sustaining and resilient ecosystems

Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

SuDS - Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile: funzioni

La funzione svolta dai SuDS per la riduzione del deflusso meteorico può essere suddivisa in quattro gruppi principali

Infiltrazione

dove l'infrastruttura verde ha principalmente la funzione di migliorare la capacità di infiltrazione dei deflussi nel sottosuolo, o di trattenere l'acqua nel suolo. Le acque accumulate vengono generalmente smaltite per infiltrazione, evaporazione.

Detenzione

dove i deflussi o parte di essi vengono immagazzinati temporaneamente e contemporaneamente rilasciati attraverso gli scarichi della rete fognaria a valle, a portata limitata, o infiltrati. Possono essere progettate per trattenere un certo volume d'acqua all'interno con un serbatoio permanente che consente lunghi tempi di permanenza idraulica, permettendo così di ottenere elevate efficienze di abbattimento degli inquinanti, oppure possono essere progettate per svuotarsi completamente.

Trasporto

dove tutti i deflussi provenienti dalla zona di drenaggio entrano direttamente nel serbatoio e nello stesso tempo lo lasciano passando attraverso uno o più bocchette di scarico.

Riuso

dove l'infrastruttura verde prevede l'accumulo di acqua che può essere riutilizzata a valle dell'evento meteorico.

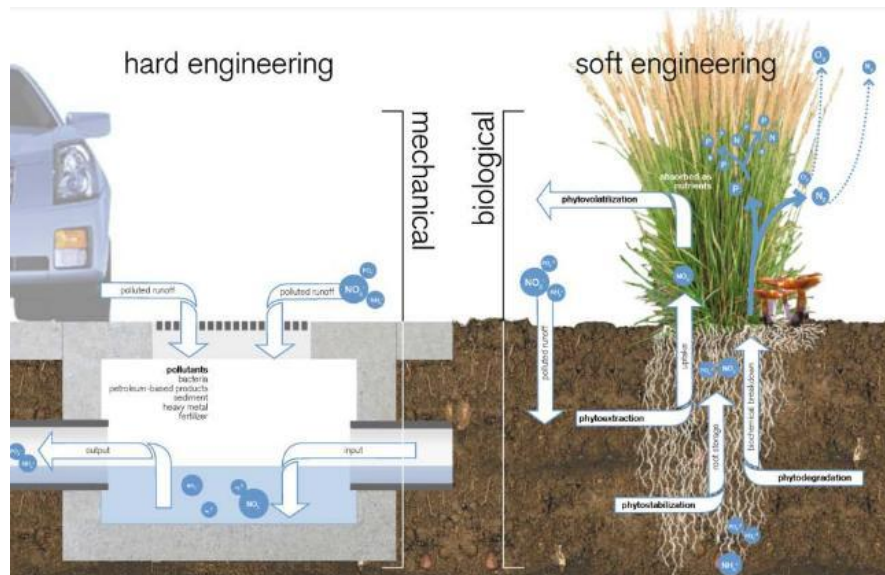
LID - Low Impact Development

LID

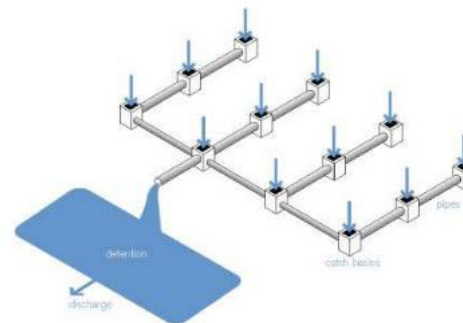
«Approccio di gestione delle acque piovane basato sull'ecologia che privilegia l'ingegneria soft per la gestione delle piogge in loco attraverso una rete di trattamento con vegetazione.

LID ripara il deflusso inquinato attraverso una rete di paesaggi di trattamento distribuiti».

Huber J., Low Impact Development - A Design Manual for Urban Areas



hard engineering
...just transfers pollution
to another site



conventional management: "pipe-and-pond" infrastructure
drain, direct, dispatch

soft engineering
...metabolizes pollutants
on site—parks, not pipes!



low impact management: watershed approach
slow, spread, soak

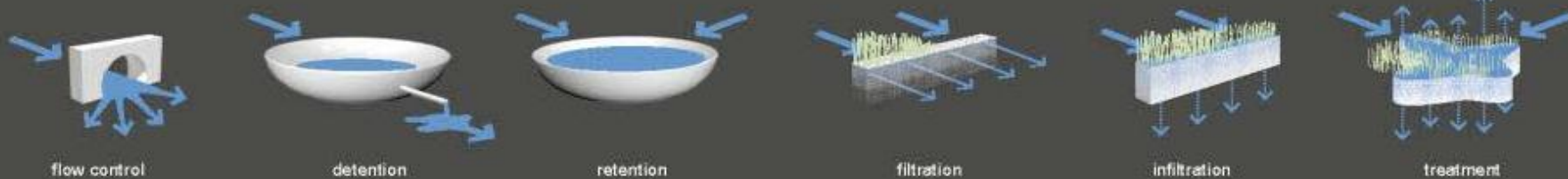
LID - Low Impact Development

integrating hard engineering ...and soft engineering
toward a LID approach



mechanical

biological



slow → spread → soak

Controllo del flusso

regolazione delle portate di deflusso delle acque piovane

Detenzione

stoccaggio temporaneo del deflusso delle acque piovane in fosse sotterranee, stagni o aree depresse per consentire lo scarico misurato ridurre le portate di picco

Ritenzione

stoccaggio del deflusso delle acque piovane in loco per consentire la sedimentazione dei solidi sospesi

Filtrazione

sequestro dei sedimenti provenienti dal deflusso delle acque piovane attraverso un mezzo poroso come sabbia, un sistema di radici fibrose o un filtro artificiale

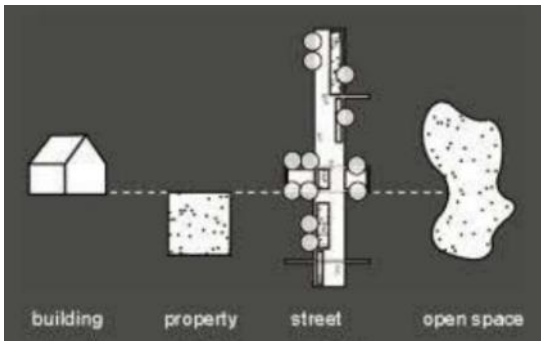
Infiltrazione

movimento verticale del deflusso delle acque piovane attraverso il suolo, che vanno a ricaricare le falde acquifere

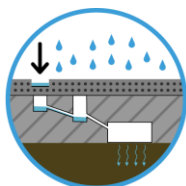
Trattamento

processi che utilizzano la fitodepurazione o colonie batteriche per metabolizzare i contaminanti che si trovano nel deflusso delle acque piovane

LID - Low Impact Development: tipologie

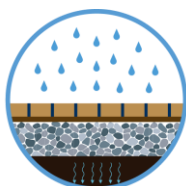


SUDS/NBS Progetto PUI CMM SPUGNA



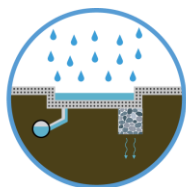
**INFRASTRUTTURE
GRIGIE**

Sistemi sotterranei artificiali, come vasche o moduli in plastica, che raccolgono e rilasciano lentamente l'acqua piovana. Aiutano a trattenere inquinanti e funzionano bene anche in spazi ristretti, ma sono meno visibili e integrati nel paesaggio rispetto alle soluzioni verdi.



**PAVIMENTAZIONE
DRENANTE**

Pavimentazione realizzata con materiali porosi che permettono all'acqua di infiltrare nel terreno, evitando ristagni e ruscellamenti. È resistente anche al passaggio di veicoli.



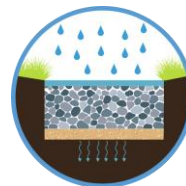
**SPECCHI D'ACQUA
TEMPORANEI**

Aree ribassate progettate per raccogliere e trattenere visibilmente l'acqua piovana in piccole superfici pavimentate libere, come vasche o bacini poco profondi. Si riempiono d'acqua in modo temporaneo durante le forti precipitazioni, restando asciutte in condizioni normali.



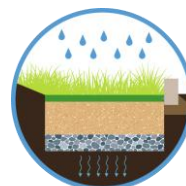
**BACINO DI ACCUMULO
TEMPORANEO**

Invaso poco profondo con fondo permeabile, pensato per raccogliere temporaneamente l'acqua piovana durante forti precipitazioni. Resta asciutto in condizioni normali e si svuota lentamente entro 24–48 ore, trattenendo detriti e inquinanti prima del rilascio.



**TRINCEA
DRENANTE**

Scavo riempito con materiali drenanti, come ghiaia o pietrisco, che infiltrano l'acqua piovana e ne rallentano il deflusso, trattenendo eventuali sostanze inquinanti. La trincea si integra bene nel paesaggio grazie alla copertura in materiale drenante.



**GIARDINO
DELLA PIOGGIA**

Scavo riempito con diversi materiali drenanti e ricoperto di vegetazione, progettato per raccogliere e depurare naturalmente l'acqua piovana. Il giardino della pioggia rallenta il deflusso, favorisce l'infiltrazione, trattiene e degrada gli inquinanti attraverso processi filtranti e biologici.

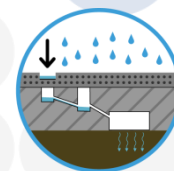
Pozzi perdenti

I pozzi perdenti sono **scavi riempiti con un materiale che forma vuoti**, il quale consente l'immagazzinamento temporaneo dell'acqua prima che questa venga assorbita dal terreno. Molti pozzi perdenti sono realizzati con **unità geocellulari preconfezionate in geotessile**.

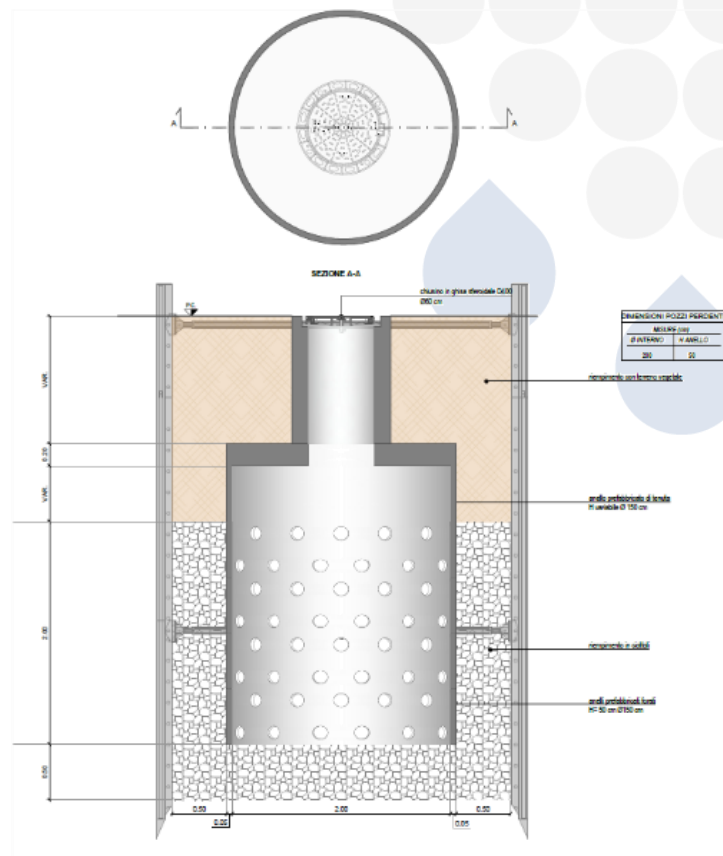
I pozzi perdenti di dimensioni maggiori possono essere costruiti con anelli di pozzetto **prefabbricati in calcestruzzo perforato, circondati da riempimento granulare**.

I pozzi perdenti con pozzetti in calcestruzzo offrono il vantaggio dell'accesso per ispezioni e manutenzione.

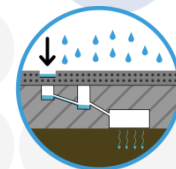
Manutenzione: pulizia delle fessure mediante asportazione dei fanghi di deposito e lavaggio con acqua a pressione
→ **Manutenzione ogni 10 anni**



INFRASTRUTTURE
GRIGIE



Fonte: Iridra

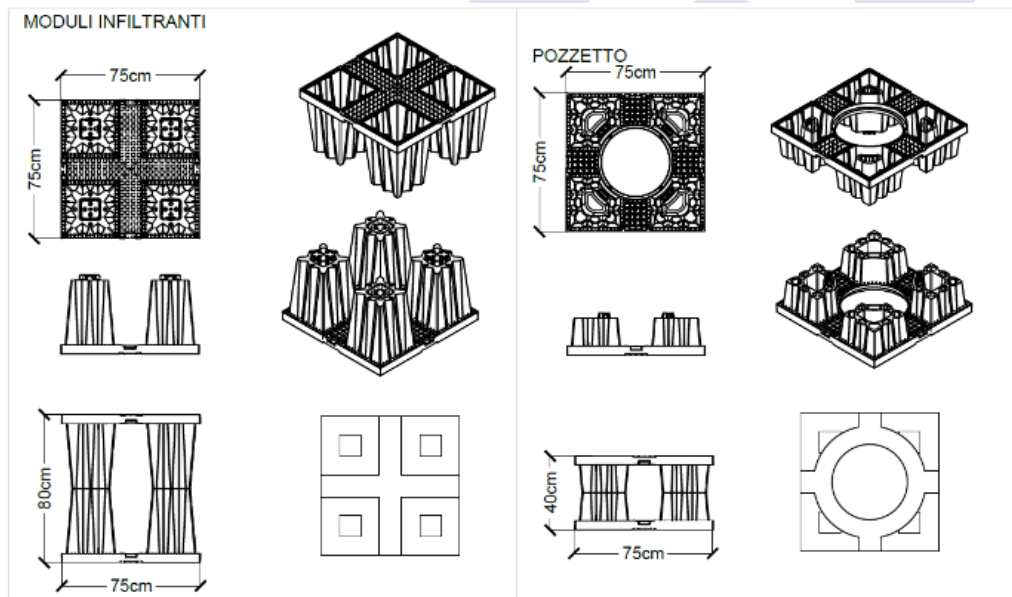


INFRASTRUTTURE
GRIGIE

Pozzetto disoleatore e Moduli geocellulari infiltranti

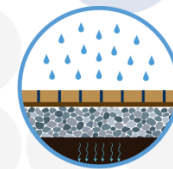
I sistemi di trattamento tecnologici sono prodotti industriali progettati per rimuovere specifici inquinanti dal deflusso delle acque superficiali.

Sono particolarmente utili quando le caratteristiche del sito non permettono l'uso di altri metodi o quando offrono vantaggi specifici per soddisfare i criteri progettuali dei sistemi SuDS. Spesso (ma non sempre) si tratta di **strutture interrate e possono essere complementari agli elementi paesaggistici**, contribuendo a ridurre il livello di inquinamento del deflusso e a proteggere la funzionalità ricreativa e/o ecologica degli elementi SuDS a valle.



Fonte: Iridra

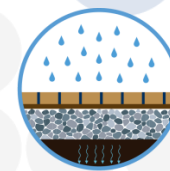
Superfici permeabili - Depaving



PAVIMENTAZIONE
DRENANTE



Superfici permeabili - Aree a parcheggio



PAVIMENTAZIONE
DRENANTE



center



bands



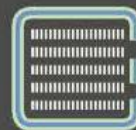
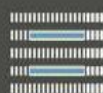
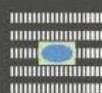
edges



pixels



parking gardens

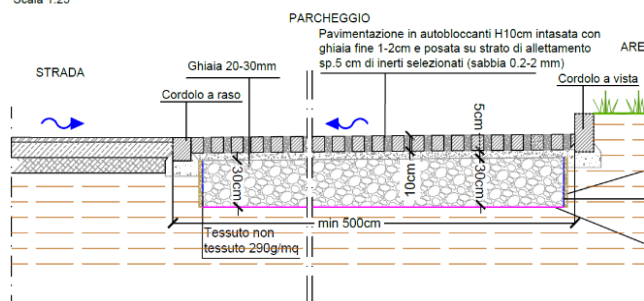


Superfici permeabili

Pavimentazioni permeabili con masselli porosi (drenanti)

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.

SEZIONE TIPOLOGICA PAVIMENTAZIONI DRENANTI 01 - Autobloccanti
Scala 1:25

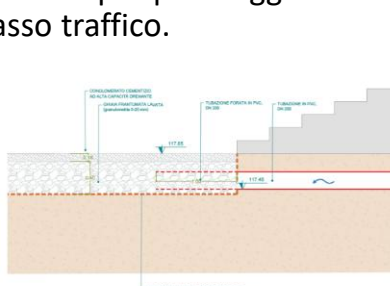


Bresso
Via Archimede

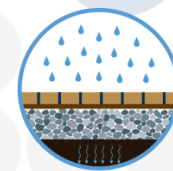
Pavimentazioni permeabili in calcestruzzo poroso (filtranti)

Il calcestruzzo poroso può essere utilizzato come materiale di superficie o per migliorare la stabilità strutturale alla base di pavimentazioni permeabili in blocchi di calcestruzzo, specialmente in aree soggette a traffico pesante.

È adatto per parcheggi e strade a basso traffico.



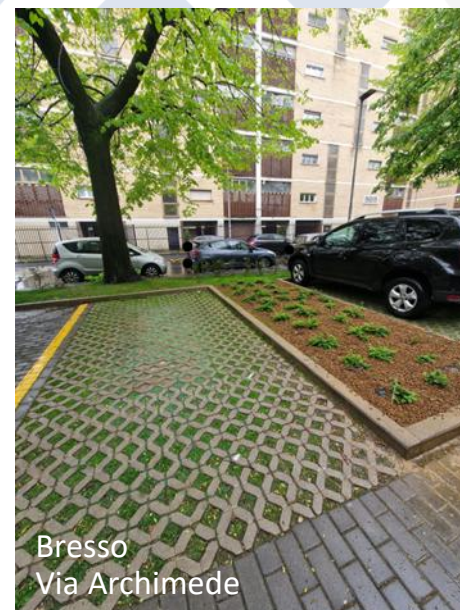
Cesano Boscone
Via delle Acacie



PAVIMENTAZIONE DRENANTE

Pavimentazioni permeabili con grigliati (filtrante)

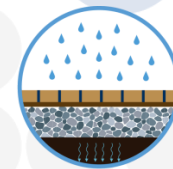
Il rinforzo in erba utilizza griglie in plastica o cemento riempite con erba o ghiaia ed è ideale per aree a traffico leggero e stagionale, dove l'erba può rigenerarsi.



Bresso
Via Archimede

Fonte: Iridra

Superfici permeabili - Materiali permeabili



PAVIMENTAZIONE
DRENANTE



La pavimentazione permeabile è una superficie urbana porosa composta da pavimentazioni a poro aperto, cemento o asfalto con un serbatoio di pietra sottostante. La pavimentazione permeabile cattura le precipitazioni e il deflusso superficiale, immagazzinandole nel serbatoio mentre lentamente le consentono di infiltrarsi nel terreno sottostante o di scaricare tramite una piastrina di drenaggio. Gli usi più comuni della pavimentazione permeabile sono parcheggi, strade a basso traffico, marciapiedi e passi carrai.

- Elimina le inondazioni locali
- Aiuta a ricaricare le falde acquifere
- Controlla l'erosione
- Facilita la rimozione degli inquinanti

Manutenzione

Lavaggio con idropulitrice delle fughe delle pavimentazioni drenanti con autobloccanti o cementi drenanti

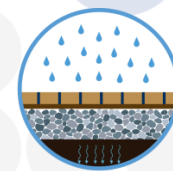
1 volta all'anno

Lavaggio con autospazzatrice delle pavimentazioni carrabili e degli stalli

48 volte all'anno

Fonte: Iridra

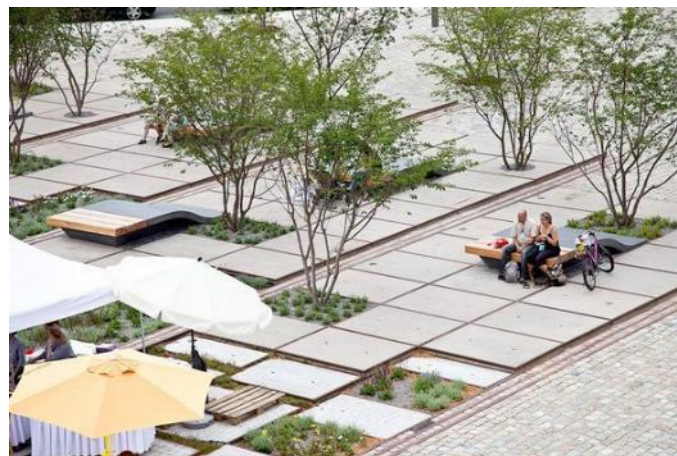
Superfici permeabili - Materiali permeabili



PAVIMENTAZIONE
DRENANTE

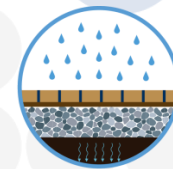
Zollhallen Plaza è un ottimo esempio di progettazione urbana sensibile all'acqua, poiché è scollegata dalla rete fognaria. Le fioriere forniscono punti di infiltrazione e le trincee di ghiaia sotterranea con un mezzo filtrante integrato innovativo riducono il sovraccarico idraulico sul sistema fognario.

Le aree della piazza permeabili della piazza creano una zona di allagamento superficiale. acqua piovana non viene immessa nella rete fognaria, invece viene ricaricata la falda freatica. Un boschetto di ciliegi fornisce l'adeguata quantità di ombra, mentre le fioriere di infiltrazione con piante perenni ed erbe ornamentali compensano la grande superficie mineralizzata.



Zollhallen Plaza, Freiburg, by Atelier Dreiseitl

Superfici permeabili



PAVIMENTAZIONE
DRENANTE

Singapore, Bishan

Ri-naturalization of the Kallang River (Bishan Park)

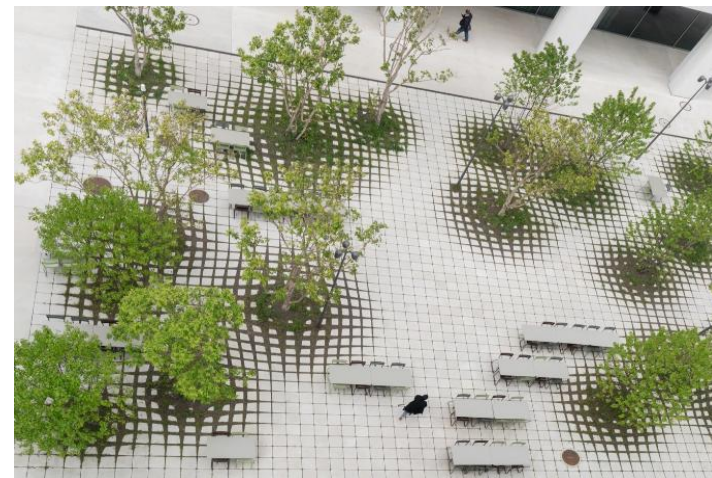
Ramboll Studio Dreiseitl



Tanner Springs Park, Portland (USA)



Hoffmann-La Roche Ltd- Kaiseraugst
vicino a Basilea



A circular diagram illustrating the water cycle. At the top, blue raindrops represent precipitation falling onto a brown horizontal line representing the ground surface. Below the surface, a layer of grey dots represents soil or rock. Arrows point downwards from the surface into this layer, indicating infiltration. At the bottom, a black horizontal line represents the water table. Wavy arrows point upwards from this line, representing groundwater flow or evaporation.

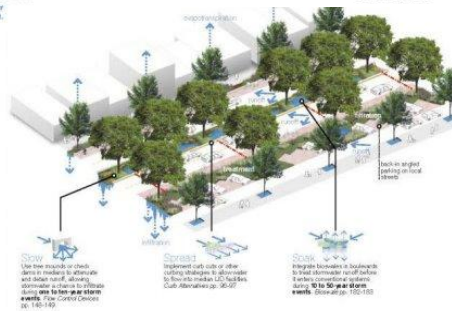
parchi



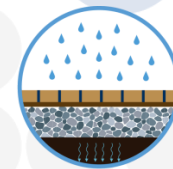
→ to arterial streets



Create streets with green medians that also deliver water treatment services.



Pavimentazioni permeabili



PAVIMENTAZIONE
DRENANTE

I pavimenti permeabili permettono il passaggio di pedoni e veicoli, lasciando però infiltrare l'acqua piovana attraverso la superficie. L'acqua viene temporaneamente immagazzinata negli strati sottostanti prima di essere riutilizzata, infiltrata nel terreno o scaricata in modo controllato.

Vantaggi

- Riduzione della superficie impermeabile di un sito
- Riduzione delle acque di dilavamento
- Mantenimento delle acque di falda in quanto alimentate in modo più naturale, adeguato e costante
- Eliminazione di fenomeni di ruscellamento superficiale con benefici in termini di sicurezza stradale durante gli eventi meteorici

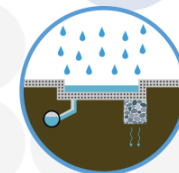
Svantaggi

- Se utilizzati per parcheggi con alta frequenza diurna, il manto erboso è difficile da mantenere per la mancanza di luce e dell'irradiazione di calore dalla parte inferiore delle autovetture
- Possibilità di "cementificazione" delle aree adibite all'infiltrazione a causa dell'intasamento dei materiali di riempimento per l'accumulo di solidi sospesi convogliati dalle acque di dilavamento o per via del carico veicolare, con conseguente riduzione significativa della capacità di infiltrazione



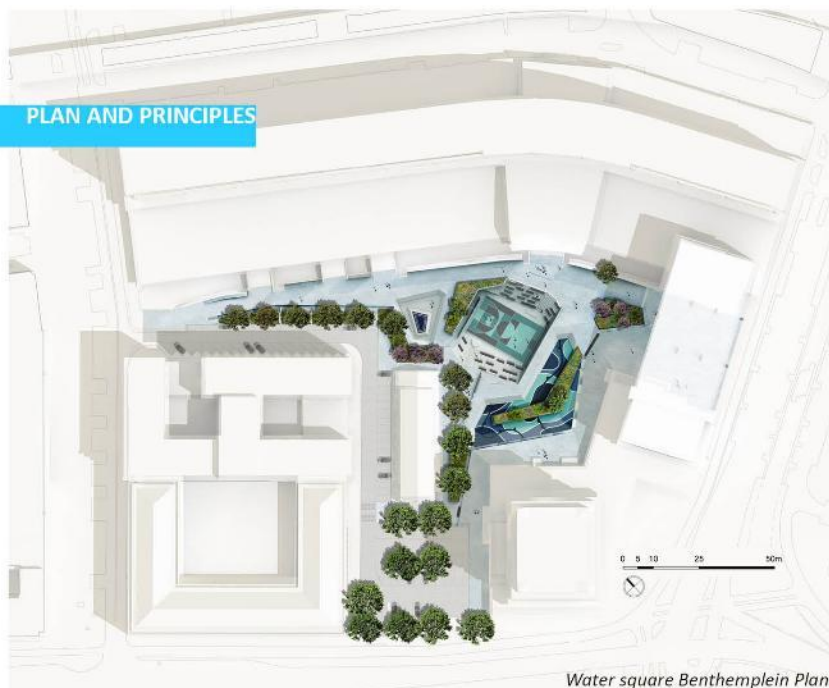
Fonte: Iridra

Bacino di raccolta - Water square - Piazze dell'acqua

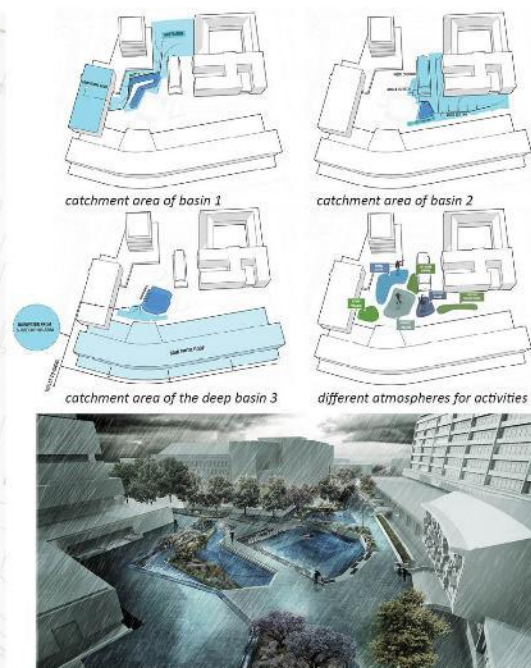


SPECCHI D'ACQUA
TEMPORANEI

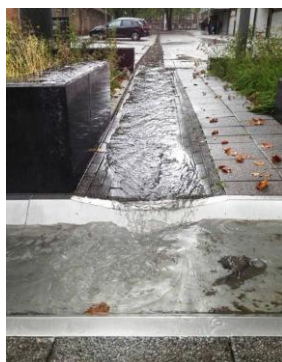
PLAN AND PRINCIPLES



Water square Bentheplein Plan



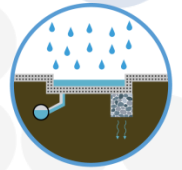
the water square during a serious cloudburst



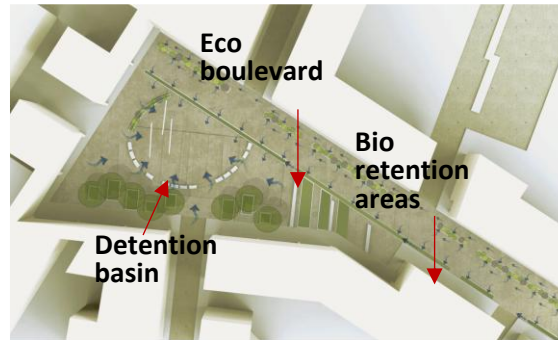
De Urbanisten

Water square

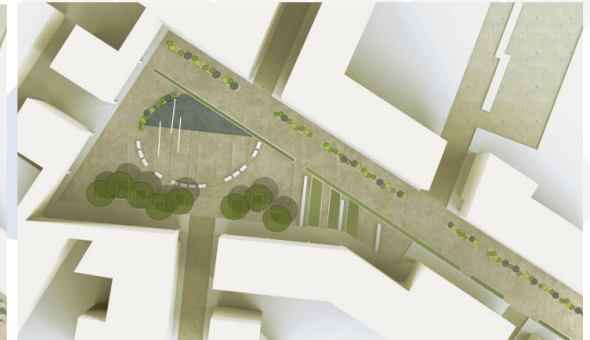
Water arena, Bologna (Iridra)



SPECCHID'ACQUA
TEMPORANEI



0 cm, no rain



10 cm rainfall (low intensity)



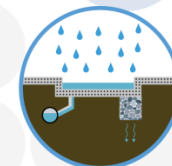
30 cm rainfall (medium intensity)



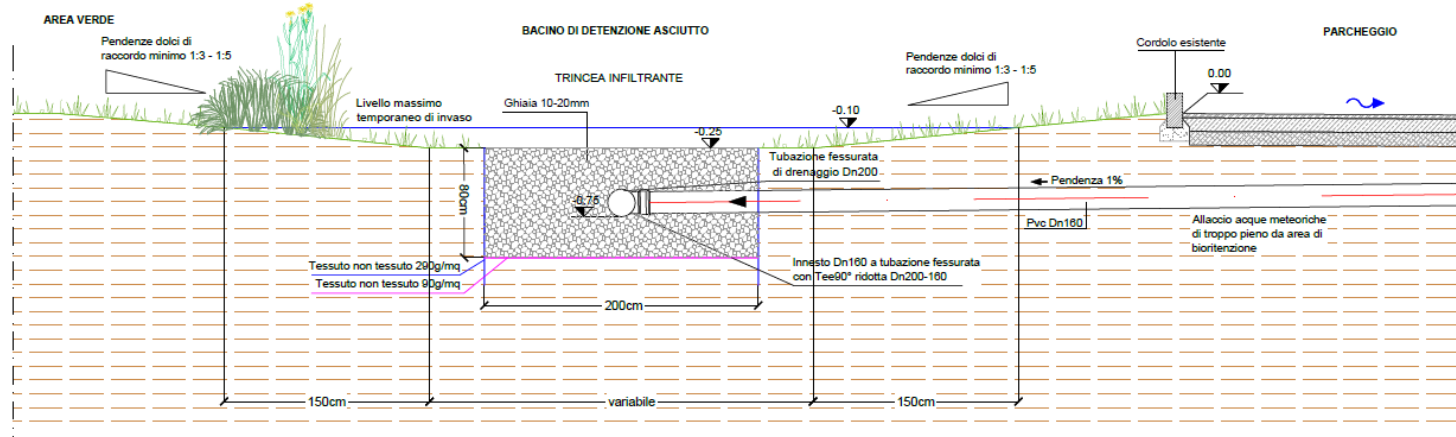
50 cm rainfall (high intensity)

Bacini di detenzione

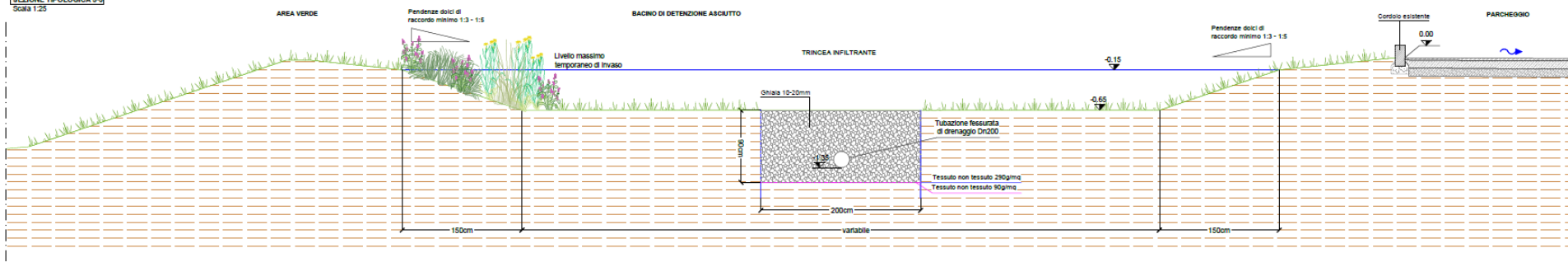
Schema ed elementi funzionali



SPECCHID'ACQUA
TEMPORANEI



SEZIONE TIPOLOGICA 3-3
Scala 1:25



Fonte: Iridra



SPECCHIDI D'ACQUA
TEMPORANEI

Bacini di detenzione

Il bacino di detenzione asciutto consiste in un bacino con sponde dolci scavato nel terreno che ha lo scopo di fornire un volume di laminazione per l'accumulo temporaneo dell'acqua di runoff dall'area drenata, per poi svuotarsi nel giro di 48 ore. Durante l'evento di pioggia il bacino accumula acqua fino all'altezza massima di accumulo, determinata dal troppopieno, e si svuota tramite l'infiltrazione dell'acqua nel terreno. Costruttivamente quindi viene realizzato mediante attività di movimentazione del terreno con smaltimento del materiale escavato secondo norme di legge, inerbimento e semina, realizzazione di pozzetto di troppo pieno in calcestruzzo con griglia collegato alla fognatura.

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

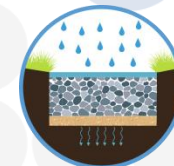


San Giuliano Milanese
Via Gogol

Fonte: Iridra

Bio swales / trincee drenanti

Dreni filtranti



TRINCEA
DRENANTE

I dreni filtranti sono trincee poco profonde riempite con pietrisco o ghiaia che creano un immagazzinamento temporaneo sotterraneo per l'attenuazione, il convogliamento e la filtrazione del deflusso delle acque superficiali. Idealmente, i dreni filtranti dovrebbero ricevere il flusso laterale da una superficie impermeabile adiacente che è stata pre-trattata tramite una fascia vegetata o un sistema equivalente. Non sono normalmente progettati per agire come trappole per sedimenti e dovrebbero quindi essere posizionati a valle di un sistema di pre-trattamento, al fine di evitare otturazioni e guasti. Un tubo forato dovrebbe essere installato vicino alla base del drenaggio per raccogliere e convogliare l'acqua verso i componenti di drenaggio a valle. Un tubo forato ad alta quota può essere installato per fornire uno sfioratore per i flussi eccedenti l'evento di progetto. I drenaggi filtranti possono sostituire le tubazioni tradizionali come sistemi di convogliamento e, se posizionati lungo strade o autostrade, l'uso di fasce filtranti adiacenti o dispositivi diffusori del flusso può eliminare la necessità di cordoli e caditoie.

Vantaggi

- Compattezza dell'intervento
- Discrete rese depurative soprattutto dovute a meccanismi di filtrazione e adsorbimento
- Ricarica delle acque sotterranee
- Possibilità di riduzione dell'estensione della rete fognaria

Svantaggi

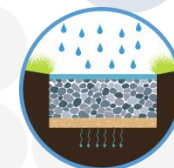
- Bassa capacità di laminazione
- Possibilità di fuga delle sostanze oleose



Assago
Via Matteotti

Fonte: Iridra

Bio swales / trincee drenanti



TRINCEA
DRENANTE

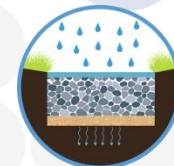
Un bioswale è una striscia di terra ribassata rispetto al livello della strada o dal resto del terreno. Il termine può riferirsi a un elemento paesaggistico naturale o ad una realizzazione artificiale. I bioswales sono canali progettati per concentrare e convogliare il deflusso delle acque piovane rimuovendo detriti e inquinamento. I bioswales possono anche essere utili per ricaricare le falde. Sono tipicamente vegetati, pacciamati. Sono costituiti da un corso di drenaggio con i lati leggermente inclinati (meno del 6%).



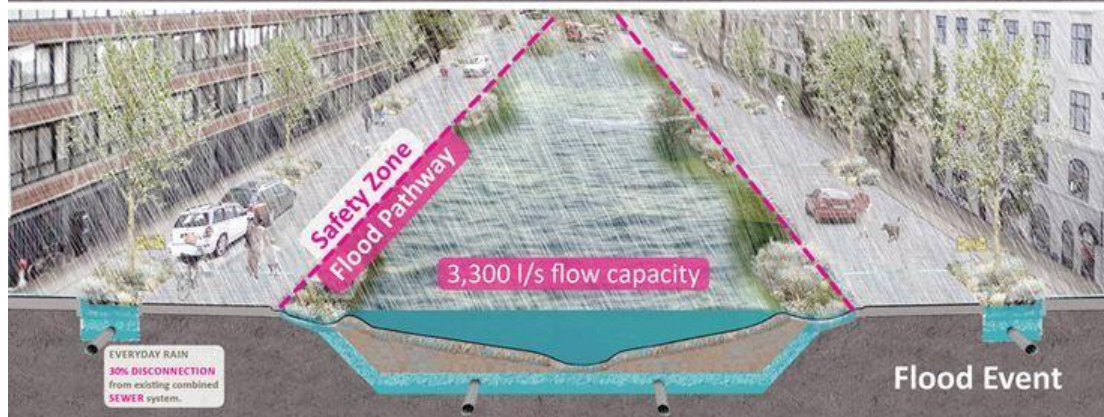
(Photos: John Platt, Kyal Sheeha)

<http://www.landezine.com/index.php/2014/07/balfour-street-pocket-park-by-jane-irwin-landscape-architecture/>

Bio swales / trincee drenanti



TRINCEA
DRENANTE



Trincee infiltranti

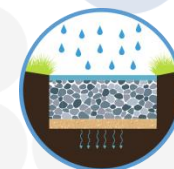
La trincea infiltrante consiste in uno scavo riempito di ghiaia, che consente l'infiltrazione dell'acqua nel terreno sottostante. L'acqua è convogliata all'interno della trincea drenante e infila nel terreno; raggiunta la massima saturazione del terreno sottostante, l'acqua va ad occupare i vuoti del materiale di riempimento della trincea; una volta esaurita la capacità della trincea, l'acqua sale fino all'altezza massima di accumulo determinata dal troppopieno.

Vantaggi

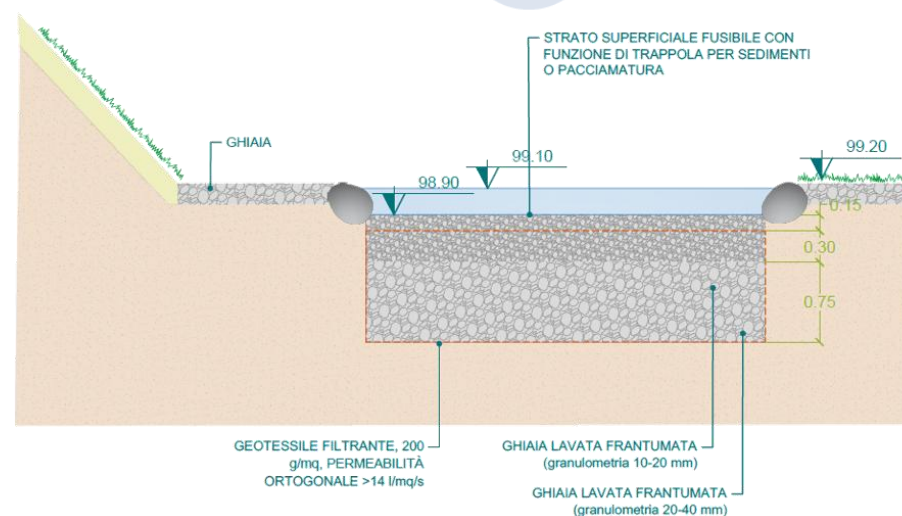
- Discrete rese depurative soprattutto dovute a meccanismi di filtrazione e assorbimento
- Ricarica delle acque sotterranee
- Limitate attività di manutenzione
- Basso fabbisogno di superficie (di regola meno del 10% della superficie impermeabile del bacino drenato)
- Buona capacità di accumulo

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 disoleatore)
- Possibilità di intasamenti di aree in cui si ha un elevato trasporto di materiale sabbioso durante gli eventi di pioggia

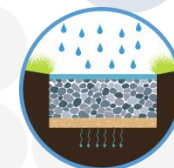


TRINCEA DRENANTE

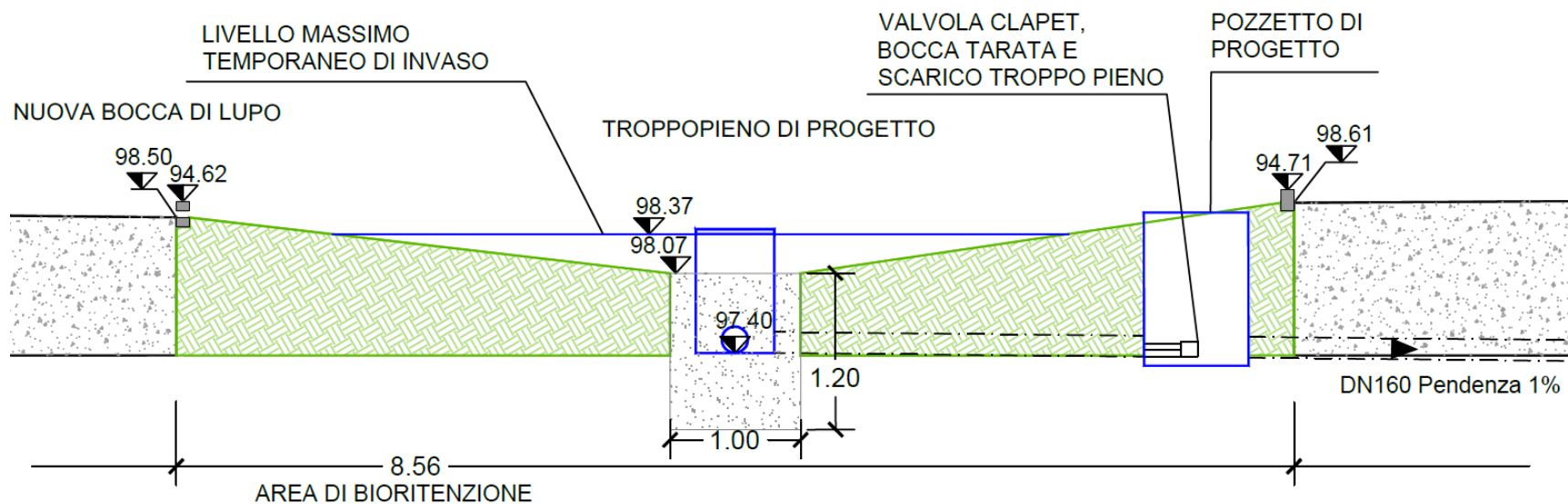


Fonte: Iridra

Trincee filtranti

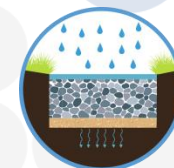


TRINCEA DRENANTE



Fonte: Iridra

Trincee filtranti



TRINCEA
DRENANTE

Le fasce filtranti sono strisce uniformemente livellate e dolcemente inclinate di erba o altra vegetazione densa, progettate per trattare il deflusso proveniente da superfici impermeabili adiacenti attraverso processi di sedimentazione, filtrazione e infiltrazione (quando consentita). Il deflusso è progettato per fluire in modo uniforme sulla superficie della fascia filtrante, a velocità sufficientemente basse affinché i processi di trattamento siano efficaci. Spesso, queste fasce vengono impiegate come elementi di pre-trattamento prima di canali verdi, sistemi di bioretensione e trincee drenanti, contribuendo a prolungarne la durata catturando i sedimenti. Possono anche essere utilizzate come componenti di trattamento diretto, quando la lunghezza del percorso del flusso sulla fascia è sufficiente.

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 meteorologici abbondanti
- Necessità di ampi spazi



Pieve Emanuele
Piazza Allende

Fonte: Iridra

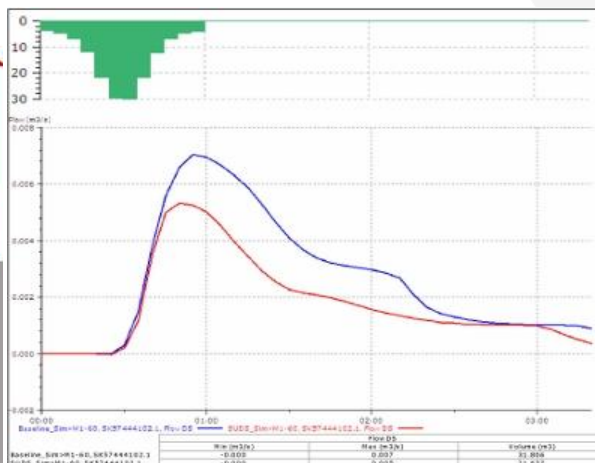
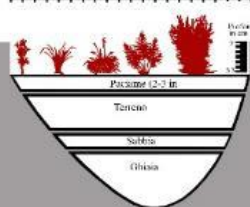
Aree di bioritenzione – Rain garden o giardini della pioggia



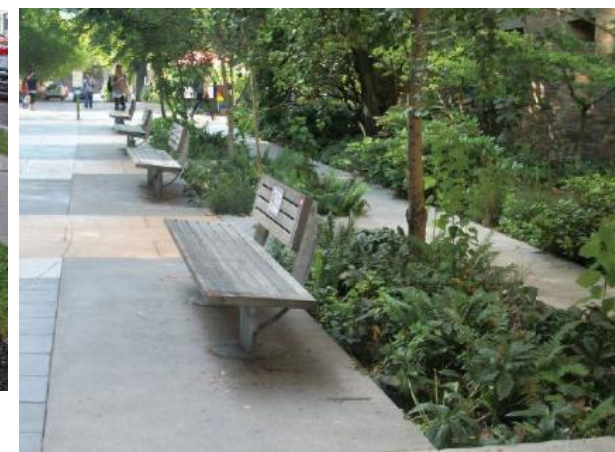
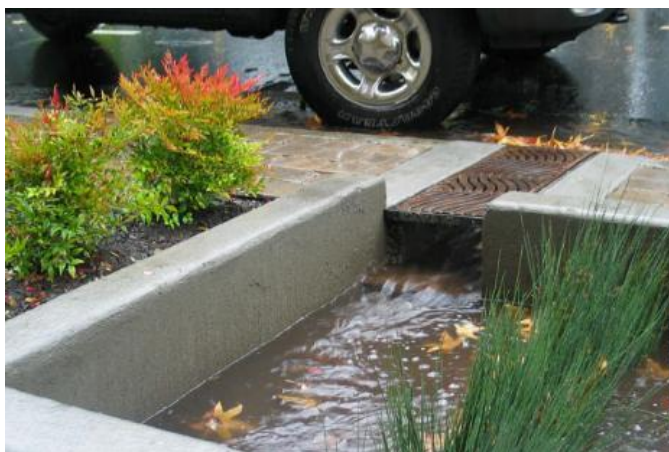
GIARDINO DELLA PIOGGIA

Rain Garden

Dimensioni del giardino (5-10% della lunghezza totale)



L'output del modello mostra un picco ridotto nel flusso fognario (circa 33%)





GIARDINO
DELLA PIOGGIA

Aree di bioritenzione – Rain garden o giardini della pioggia

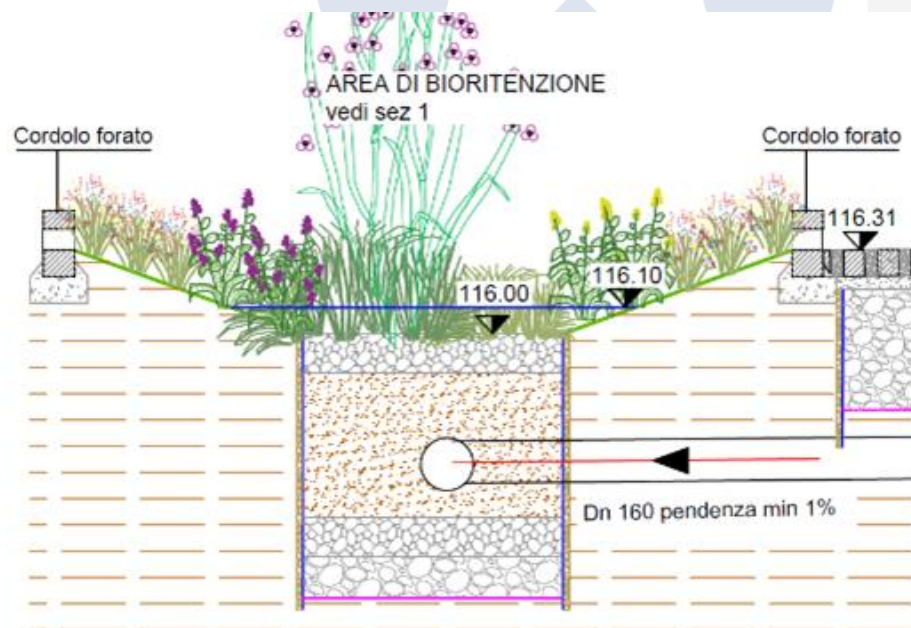
Le aree di bioritenzione consistono in uno scavo riempito con diversi materiali di riempimento e piantumati, che hanno lo scopo di trattare le acque di runoff e consentire la loro infiltrazione nel terreno sottostante. Le acque di pioggia convogliate nell'area di bioritenzione vengono filtrate attraverso un pacchetto di inerti. Lo strato di inerti più importante è quello filtrante perché deve garantire una buona conducibilità idraulica, deve essere un medium adeguato per la crescita del biofilm batterico, e deve garantire gli elementi nutrizionali minimi per il sostentamento delle piante. La superficie dell'area di bioritenzione deve avere un franco rispetto al piano campagna, come dettagliato nelle sezioni di progetto, tale da garantire il sufficiente accumulo di acque di pioggia da infiltrare e evitare la formazione di ristagni stradali.

Vantaggi

- Alta efficacia 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
- Suscettibile all'intasamento se il paesaggio circostante non è gestito

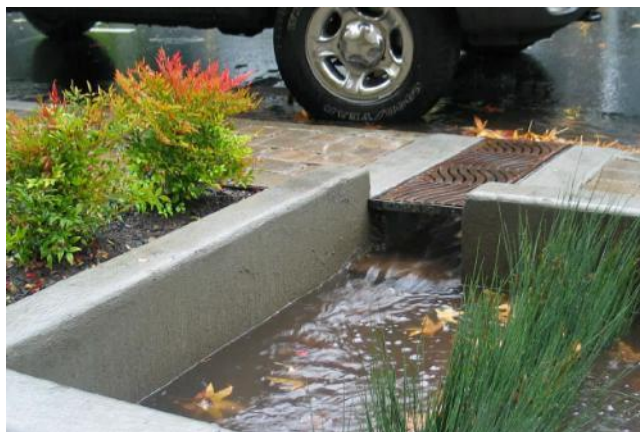


Fonte: Iridra

Cordoli



GIARDINO
DELLA PIOGGIA





GIARDINO
DELLA PIOGGIA

Filtro nel box degli alberi

I filtri tree box sono **mini aree di bioritenzione** installate sotto gli alberi che possono essere molto efficaci nel controllare il deflusso, specialmente se distribuite in tutto il sito. Il deflusso è diretto al bosso, dove viene pulito dalla vegetazione e dal suolo prima di entrare in un bacino di raccolta. Il deflusso raccolto nelle cassette degli alberi aiuta a irrigare gli alberi.

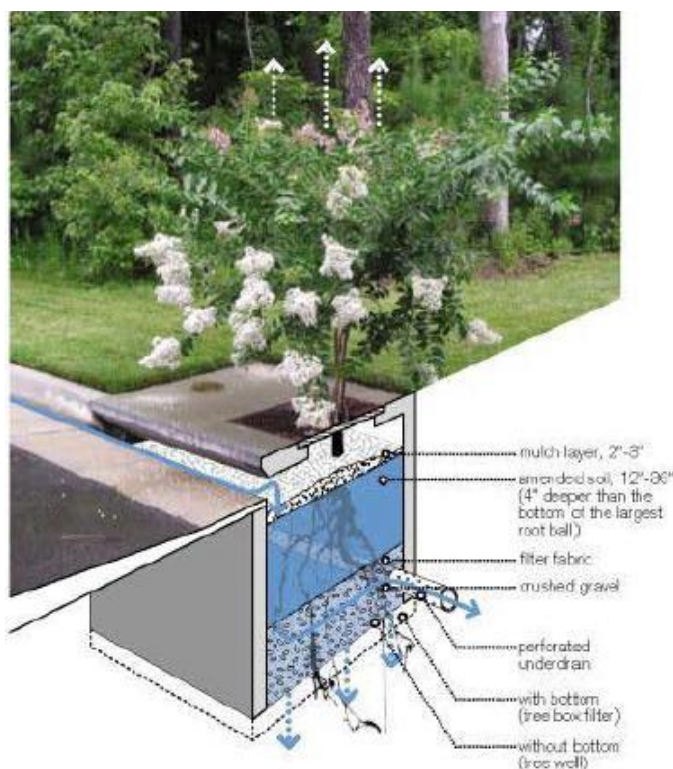
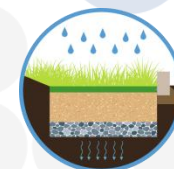
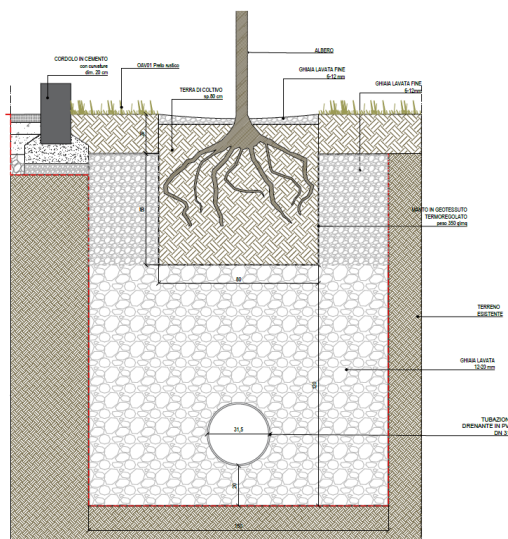


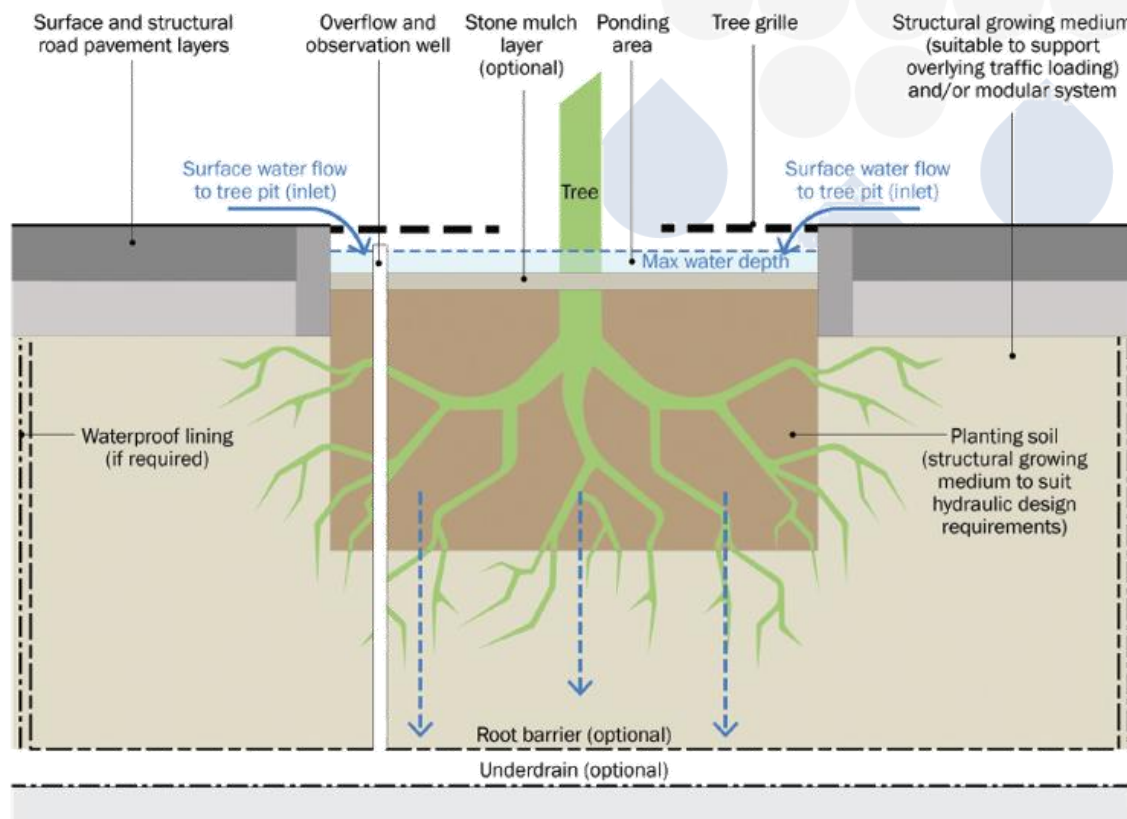
Figure 19.16 Examples of inlets to allow surface water runoff to infiltrate into tree pits (courtesy Anne Jaluzot and Dŵr Cymru Welsh Water)

Box alberati filtranti

Schema funzionale



GIARDINO
DELLA PIOGGIA



Fonte: Iridra



GIARDINO
DELLA PIOGGIA

Box alberati filtranti

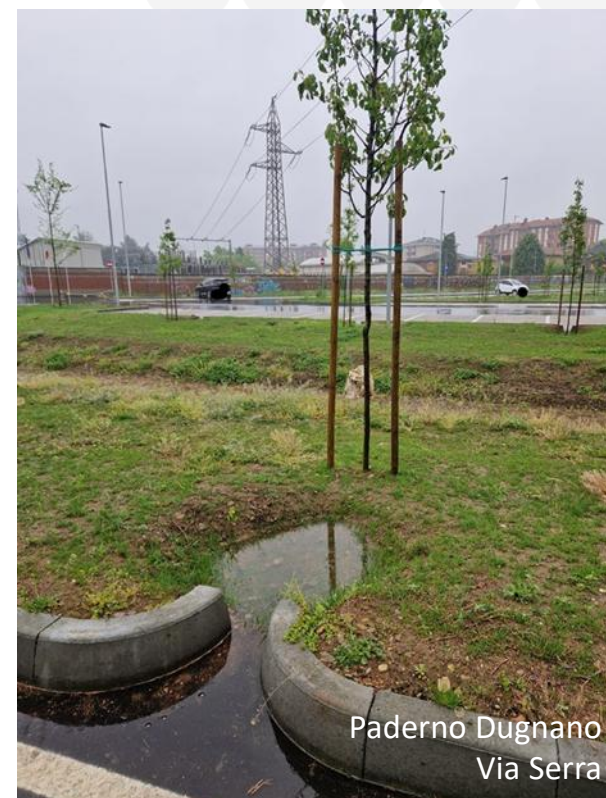
Gli alberi migliorano l'ambiente urbano contribuendo alla gestione delle acque, abbellendo il paesaggio e migliorando la salute pubblica. Offrono benefici come la riduzione dell'inquinamento, il sequestro di CO₂ e la creazione di habitat per la fauna. Possono anche aiutare a moderare il clima urbano e rallentare il traffico.

Vantaggi

- Riduzione del volume di deflusso delle acque piovane, intercettate dalla chioma
- Miglioramento della qualità delle acque
- Aumento dell'infiltrazione delle acque sotterranee e di ricarica
- Fornisce un controllo locale dei fenomeni di inondazione
- Richiede uno spazio limitato, è di facile installazione e richiede una bassa manutenzione
- Riduzione delle isole di calore
- Elemento di arredo urbano
- Riduzione del rumore
- Aumento di biodiversità
- Riduzione della CO₂ in ambiente urbano

Svantaggi

- La manutenzione sarà maggiore nel primo periodo post realizzazione
- Ricezione di piccoli volumi di acqua, e quindi non adatta a gestire evento di notevole intensità



Paderno Dugnano
Via Serra

Fonte: Iridra

Bacini di infiltrazione

Manassas, Elementary School, Virginia (USA)



Elvetham Heath, Hampshire (UK)

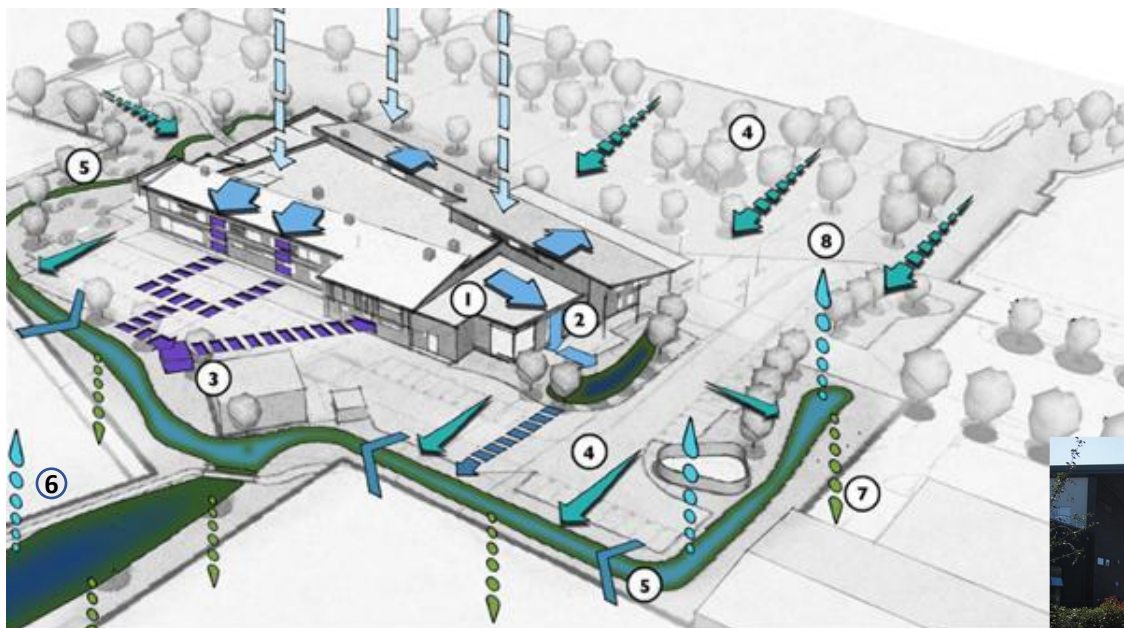


High Point, Seattle (USA)



Postdamer Platz, Berlino (D)

Bacini di infiltrazione



Melton Post-16 Centre, Leichesterside, UK

1. L'acqua piovana viene raccolta sul tetto dell'edificio
2. Il tetto è convogliato tramite pluviali
3. L'acqua del tetto viene raccolta e riutilizzata come "acque grigie" nell'edificio
4. L'acqua piovana viene raccolta da superfici dure e morbide e controllata attraverso la progettazione del paesaggio
5. Swales convogliano l'acqua raccolta
6. L'acqua viene trattenuta, utilizzando il controllo del flusso, nel bacino di attenuazione
7. L'acqua è portata ad infiltrarsi nel terreno naturale dove ricarica le acque sotterranee
8. Le piante consentono l'evapotraspirazione dell'acqua nell'aria

(DSA Environment & Design Ltd)

Bacini di infiltrazione

Vantaggi

- Gestione delle acque meteoriche
- Ricarica della falda acquifera
- Miglioramento della qualità dell'acqua
- Riduzione isola di calore urbana grazie ad aree verdi permeabili
- Supporto a biodiversità in bacini vegetati
- Semplicità tecnica
- Struttura ingegneristica relativamente semplice, a basso impatto tecnologico
- Costi di costruzione contenuti rispetto a soluzioni di trattamento avanzate

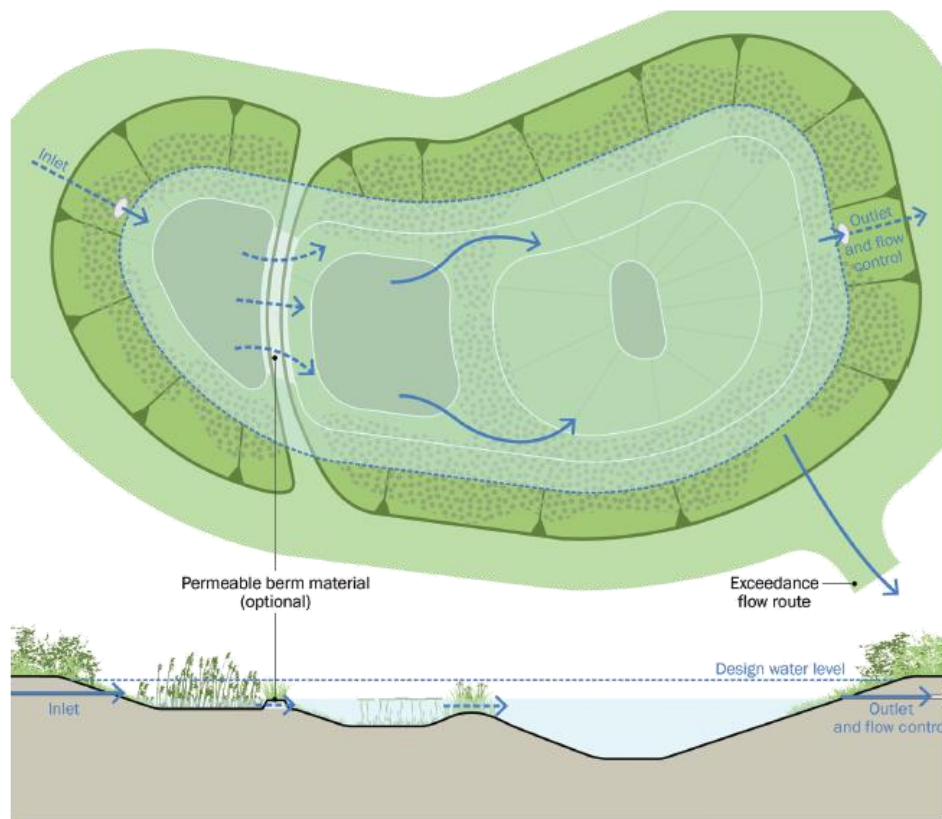
Svantaggi

- Dipendenza dalle caratteristiche del suolo
- Rischio di intasamento
- Performance variabile
- Potenziale contaminazione falda
- Costi di gestione (monitoraggio e manutenzione)

Fonte: Iridra

Stagni e Wetlands

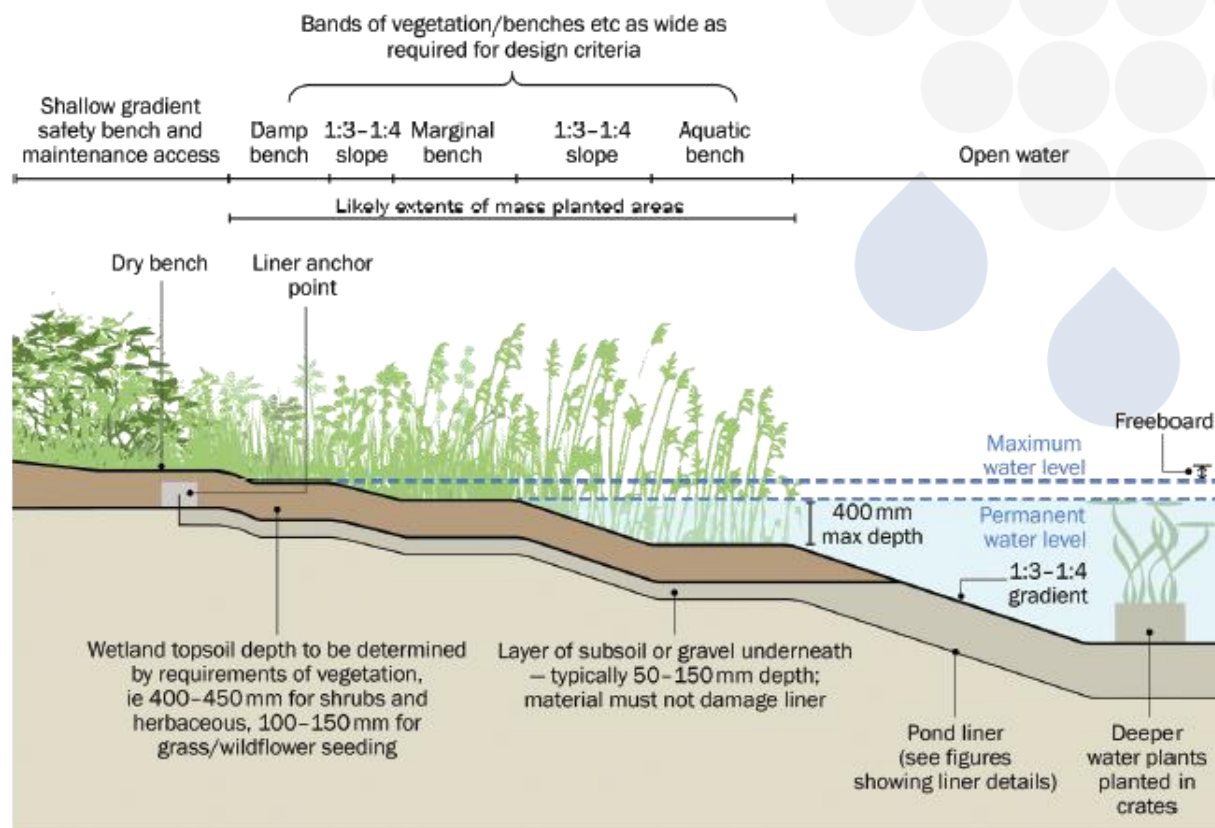
Schema ed elementi funzionali



Fonte: Iridra

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: Iridra

Stagni e Wetlands

Stagni e Wetlands sono bacini con acqua permanente che offrono attenuazione e trattamento del deflusso delle acque piovane, favorendo la sedimentazione e la biodegradazione grazie alla vegetazione acquatica. Richiedono sistemi di pretrattamento a monte per prevenire accumuli di sedimenti e cattivi odori. Se ben progettati, offrono importanti benefici estetici, ecologici e di valore immobiliare.

Vantaggi

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

Svantaggi

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



Fonte: Iridra

Raccolta delle acque meteoriche



La raccolta dell'acqua piovana consiste nel raccogliere il deflusso dell'acqua piovana per riutilizzarla. Questo deflusso può essere captato da tetti o altre superfici impermeabili, quindi immagazzinato, trattato (se necessario) e infine utilizzato come fonte idrica per edifici residenziali, commerciali, industriali o istituzionali.

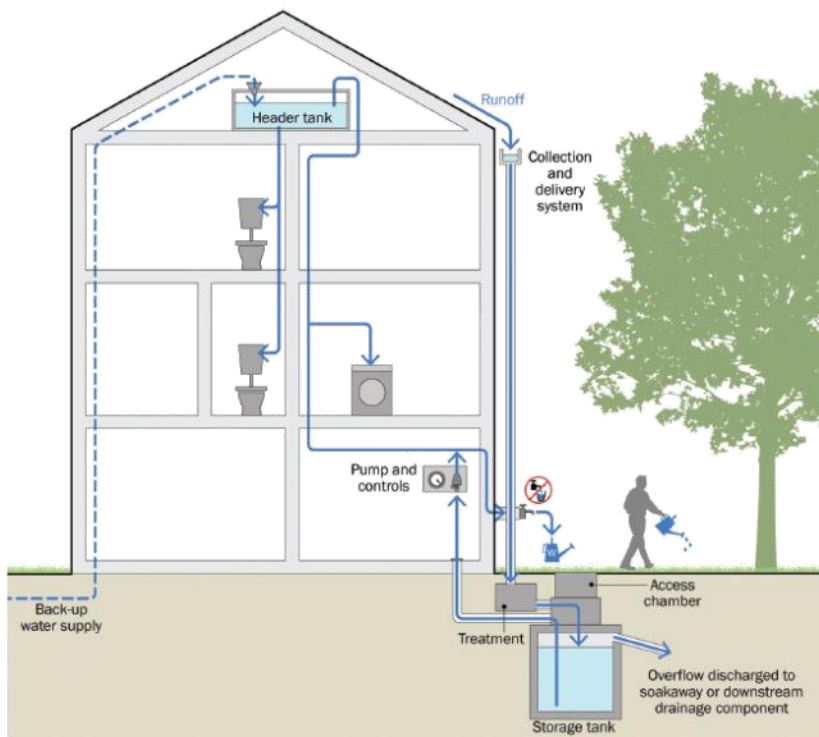
Esistono due principali tipologie di sistemi:

- **Sistema a gravità**
- **Sistema con pompaggio**

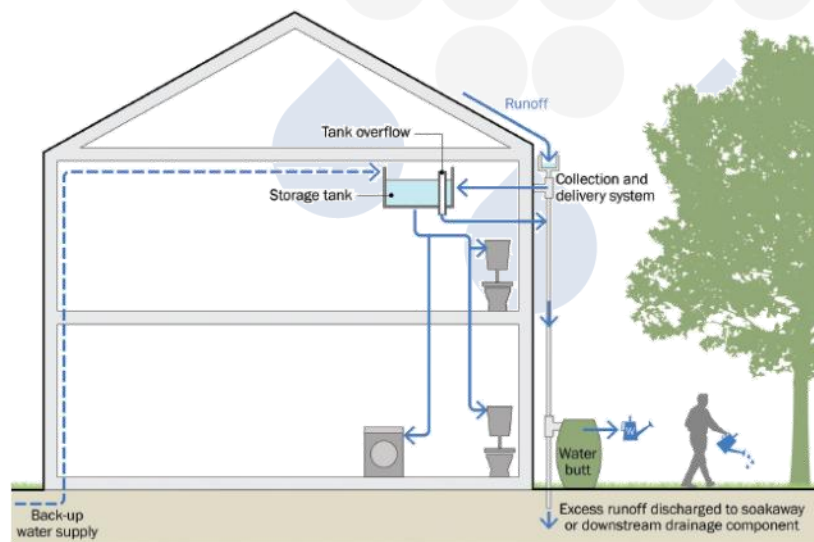


Raccolta delle acque meteoriche

Sistema con pompaggio



Sistema a gravità



Fonte: Iridra

Raccolta delle acque meteoriche

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 accumulate
- Necessità di una rete duale nel caso di recupero delle acque meteoriche interno all'edificio



Fonte: Iridra

Facciate verdi - Muri vegetali

La **chiusura verticale vegetale** è un sistema caratterizzato da una totale integrazione fra piante e involucro poichè ogni punto superficiale della parete corrisponde al luogo d'impianto dei vegetali". Questa tipologia è quindi equiparabile a un'unità tecnologica in cui le piante diventano una parte integrante ed indispensabile della facciata.



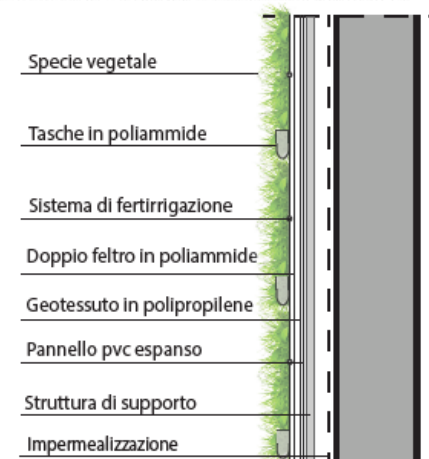
L'Oasis d'Aboukir, Patrick Blanc



Sistema green wall.



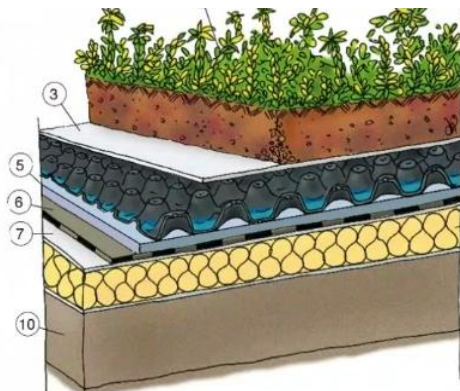
Edificio Consorcio Concepcion, architetto Enrique Browne.



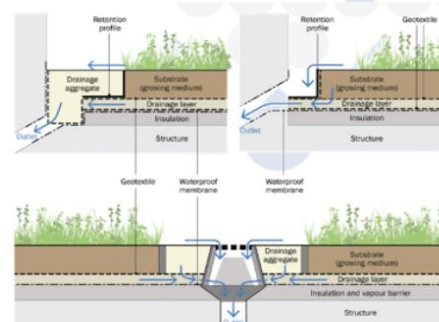
Dettaglio che mostra la stratigrafia di un muro vegetale.

Tetti verdi

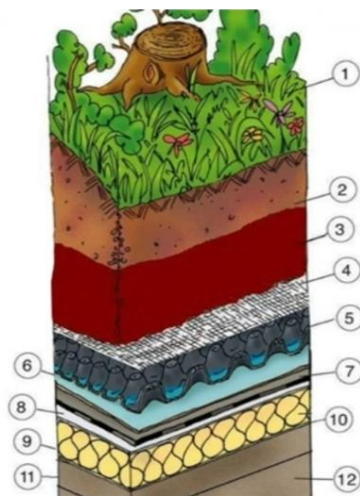
Tetto verde ESTENSIVO



- 1 - Vegetazione
- 2 - **Terreno di coltura 10 cm**
- 3 - Telo filtrante
- 4 - Strati di accumulo, drenaggio ed areazione
- 5 - Feltro di protezione
- 6-10 Impermeabilizzazione, antiradice e struttura della copertura



Tetto verde INTENSIVO



- 1 - Vegetazione
- 2 - **Terreno di coltura 35 cm**
- 3 - Strato di compensazione compattato di 15 cm
- 4 - Telo filtrante
- 5 - Strati di accumulo, drenaggio ed areazione
- 6 - Feltro di protezione
- 7-12 Impermeabilizzazione e antiradice, strato di pendenza e struttura della copertura



Urban Farm - Una facciata da coltivare



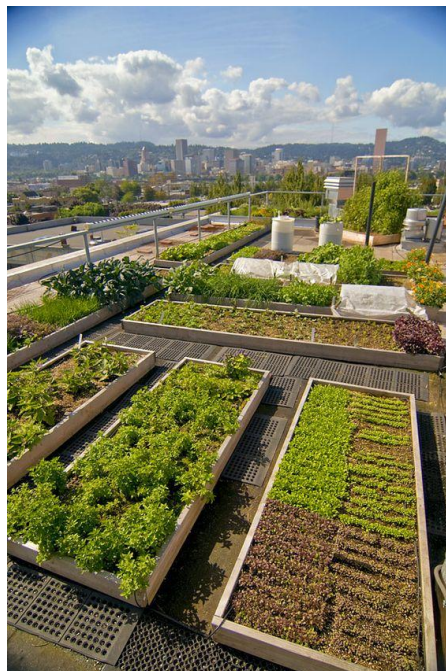
Urban Farm - Un tetto da coltivare

Orto su «suolo»



Rooftop farms in Hong Kong skyscrapers provide fruitful and nutritious hobby to stressed-out urbanites | South...

Orto in vasche



Orto in cassetta



Coltivazione idroponica su tetto di un autorimessa



Urban Farm - Un tetto da coltivare

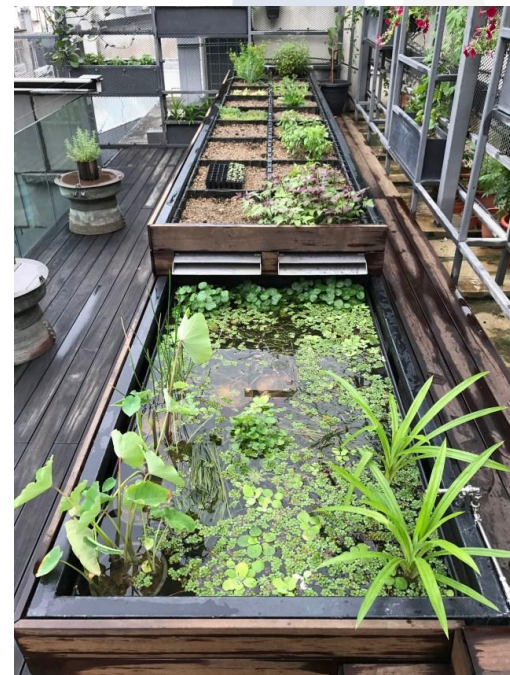
L'ufficio dello Studio Woha - Singapore

Piante adatte al clima tropicale

Raccolta acqua piovana per irrigazione automatizzata

Sistema di compostaggio ad aria e con vermi

Acquacoltura con pesci commestibili



Urban Farm - Un tetto da coltivare

Il tetto multifunzionale – orto+nuovi spazi di socialità



Grospiseri, Copenhagen