

PROGETTO – COSTRUZIONE DI INFRASTRUTTURE VERDI PER LA REGIMAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE

Cresce a livello internazionale il tema legato alle infrastrutture verdi intese come sistemi vegetati efficaci nella rigenerazione urbana. In particolare, tema di questa scheda sono alcune delle “*nature based solutions*” progettate per la regimazione delle acque meteoriche in ambienti urbanizzati; verranno dunque trattate le seguenti tipologie progettuali, simili in struttura e funzione:

- *rain gardens*
- aiuole di bioritenzione
- canali vegetati

Il fine ultimo di queste infrastrutture verdi è convogliare, assorbire, accumulare e/o rilasciare gradualmente l’acqua piovana in ambito urbano, andando così a diminuire la portata in ingresso ai sistemi di raccolta e deflusso (*run-off*) delle acque meteoriche. Contemporaneamente sono in grado di avere effetti positivi per ciò che riguarda:

- la riduzione del carico inquinante delle acque piovane prima della loro reimmissione in ambiente;
- la riduzione dei picchi di piena nei corpi idrici ricettori;
- l’incremento della biodiversità e del valore paesaggistico del contesto.

Questi impianti possono avere diversi contesti di applicazione:

- ambito residenziale: configurandosi come aiuole esterne agli edifici;
- ambito stradale: utilizzati all’interno delle rotatorie, nelle aree verdi dei parcheggi, oppure lungo le aree pedonali e ai margini delle carreggiate;
- ambiti commerciale e produttivo: configurandosi come aiuole negli spazi verdi esterni agli edifici, in particolare per infiltrare le acque delle coperture.

DEFINIZIONI

Rain gardens

Un *rain garden* è un’area verde concava, progettata per raccogliere e trattenere temporaneamente le acque meteoriche intercettate dalle superfici impermeabili circostanti, riducendo il volume e la portata di deflusso. L’acqua viene quindi fatta infiltrare nel suolo e depurata attraverso l’azione di piante, suolo e microrganismi.

I *rain gardens* sono adatti a soluzioni su piccola scala e si usano generalmente per raccogliere il *run-off* delle aree immediatamente adiacenti. Non sono efficaci nel drenare grandi aree che scaricano in un unico punto; in tali casi può essere utile prevedere un sistema di *rain gardens* a cascata.

Aiuole di bioritenzione

Le aiuole di bioritenzione sono piccole aree verdi poste a una quota inferiore rispetto alle aree pavimentate circostanti (o superiore nel caso delle vasche rialzate che ricevono acque da pluviali), delimitate da pareti verticali in materiale minerale che racchiudono sia il bacino di raccolta delle acque di deflusso sia il substrato di crescita delle piante. Visivamente sono assimilabili ad aiuole tradizionali, ma sono progettate per filtrare, raccogliere e trattenere temporaneamente l'acqua piovana che fluisce dalle superfici circostanti, depurandola attraverso l'azione di piante e substrato e, se a fondo aperto, facendola infiltrare nel sottosuolo. Risultano particolarmente interessanti in contesti fortemente urbanizzati poiché la loro configurazione consente di posizionarle dove lo spazio disponibile è ridotto.

Canali vegetati

Funzionalmente simili ai *rain gardens*, ma presentano uno sviluppo lineare. Proprio in virtù della loro conformazione sono particolarmente efficaci nel trasporto dell'acqua raccolta e possono talvolta sostituire i sistemi di trasporto dell'acqua tradizionali.

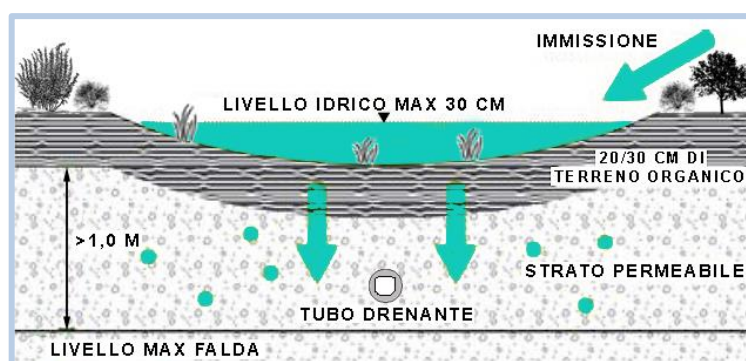
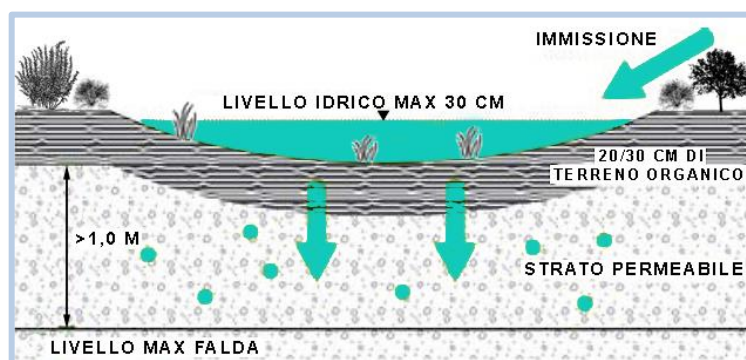
L'acqua proveniente dalla superficie drenata si trova temporaneamente immagazzinata per venire successivamente rilasciata in un sistema di stoccaggio o di scarico. Le sponde sono inerbite o vegetate per cui al loro interno il deflusso viene attenuato, facendo scorrere l'acqua a una velocità più bassa e controllata, di conseguenza, analogamente alle altre tipologie di infrastrutture verdi elencate in precedenza, questi impianti possono fungere da sistemi filtranti e di rimozione degli inquinanti.

SCELTA DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE

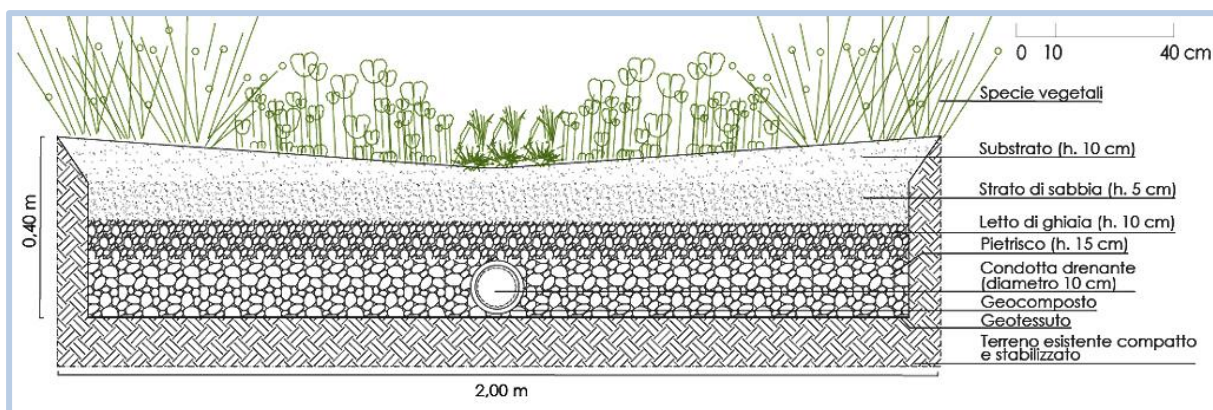
I principali aspetti da tener presente per la scelta della tipologia strutturale sono: posizionamento, pendenza del suolo, distanze da infrastrutture ed altri elementi.

Inoltre, va considerato che a seconda della capacità di infiltrazione del suolo e delle condizioni del sito questi sistemi, in particolare *rain gardens* e canali vegetati, possono essere progettati in tre modi:

- “a infiltrazione completa”: con fondo aperto, senza un sistema di drenaggio sotterraneo che allontani interamente o in parte il volume d'acqua convogliata dall'impianto, che quindi viene scaricata interamente nel sottosuolo per infiltrazione;
- “a infiltrazione parziale”: con fondo aperto ma nel quale, grazie alla presenza di un tubo drenante installato nello strato inferiore, una parte dell'acqua intercettata dal sistema viene allontana per essere convogliata in un differente impianto di regimazione o una fognatura;



- “a sola filtrazione”: provvisti di fondo chiuso con un rivestimento in geotessuto impermeabile che impedisce l’ infiltrazione dell’acqua al suolo e la convoglia all’interno di tubi per allontanarla dal sito di impianto.



Fonte: www.giuliagirauda.eu

Rain Gardens



Rain garden allestito con erbacee perenni ornamentali (fonte: Bonsignori R. et al., 2022)

I “giardini della pioggia” si possono utilizzare sulla maggior parte dei suoli, ma non sono consigliati per aree con pendenza superiore al 20% per via del rischio di erosione.

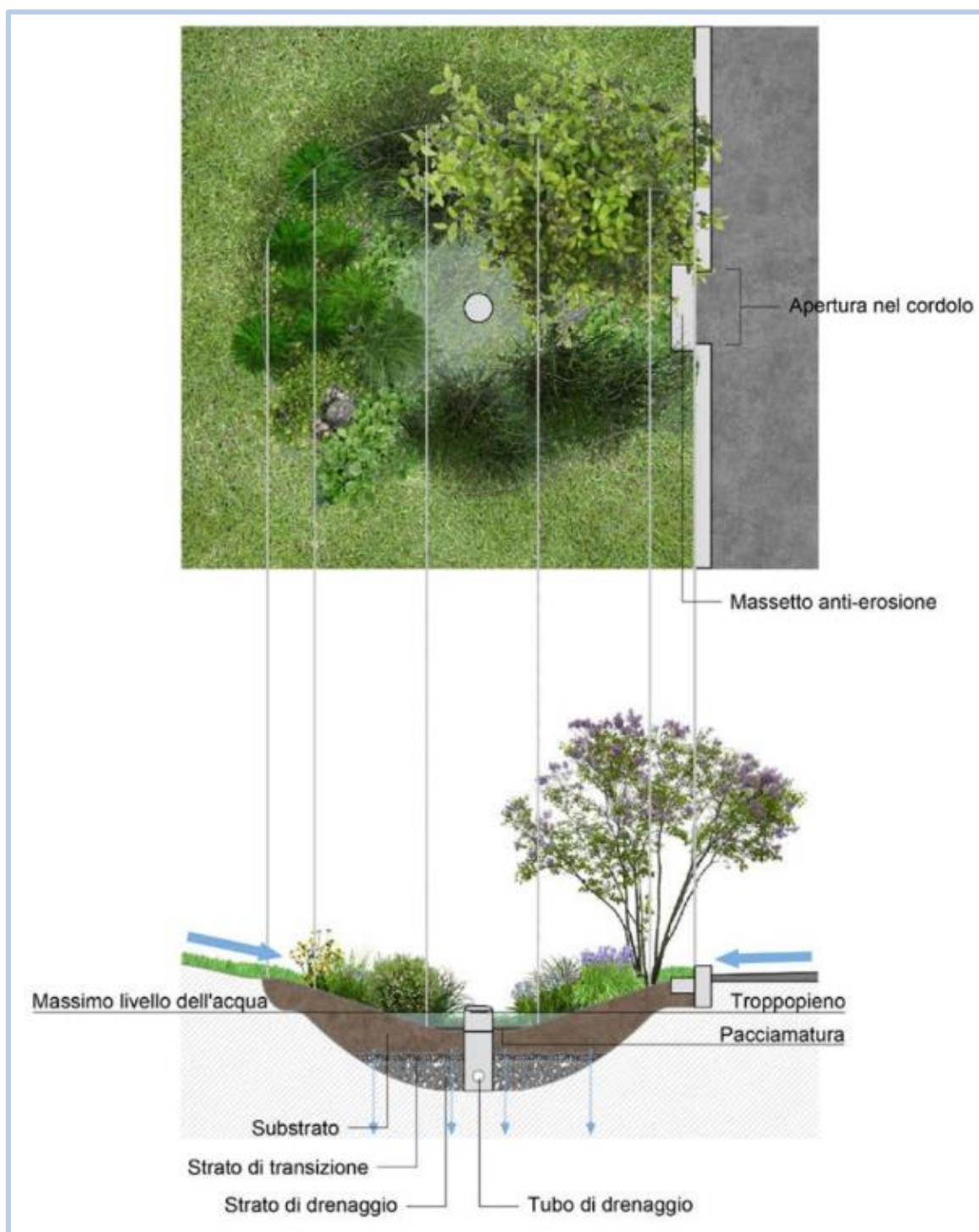
La profondità minima del livello di falda deve essere ad almeno 0,6 – 1,0 metro di profondità dal fondo del *rain garden*. È consigliabile inoltre collocare il *rain garden* a debita distanza da eventuali edifici per prevenire eventuali problemi da infiltrazione.

Laddove l’infiltrazione dell’acqua nel sottosuolo può favorire il dissesto idro-geologico o dove sussiste il rischio di contaminare la falda (con falda sub-superficiale), gli impianti a infiltrazione

completa nel sottosuolo sono da evitare. In tali situazioni si può impermeabilizzare il fondo del *rain garden* con geomembrane impermeabili, connettendolo col sistema di drenaggio (solo filtrazione), tenendo presente che il massimo livello di innalzamento della falda non dovrà superare lo strato impermeabile.

Se invece il *rain garden* è inserito in aree pavimentate, per evitare l'infiltrazione di acqua nel sottofondo, può risultare utile l'inserimento di teli impermeabili anche lungo le pareti per separare l'impianto dal terreno circostante.

Una volta verificate le norme e le indicazioni locali, si possono considerare le seguenti distanze di sicurezza: 15 metri da aree con pendenza superiore al 20%; 30 metri da aree con rilevante contaminazione del suolo, discariche chiuse o in attività, pozzi e sorgenti di acqua potabile.



Schema costruttivo di rain garden ((fonte: Bonsignori R. et al., 2022)

Aiuole di bioritenzione



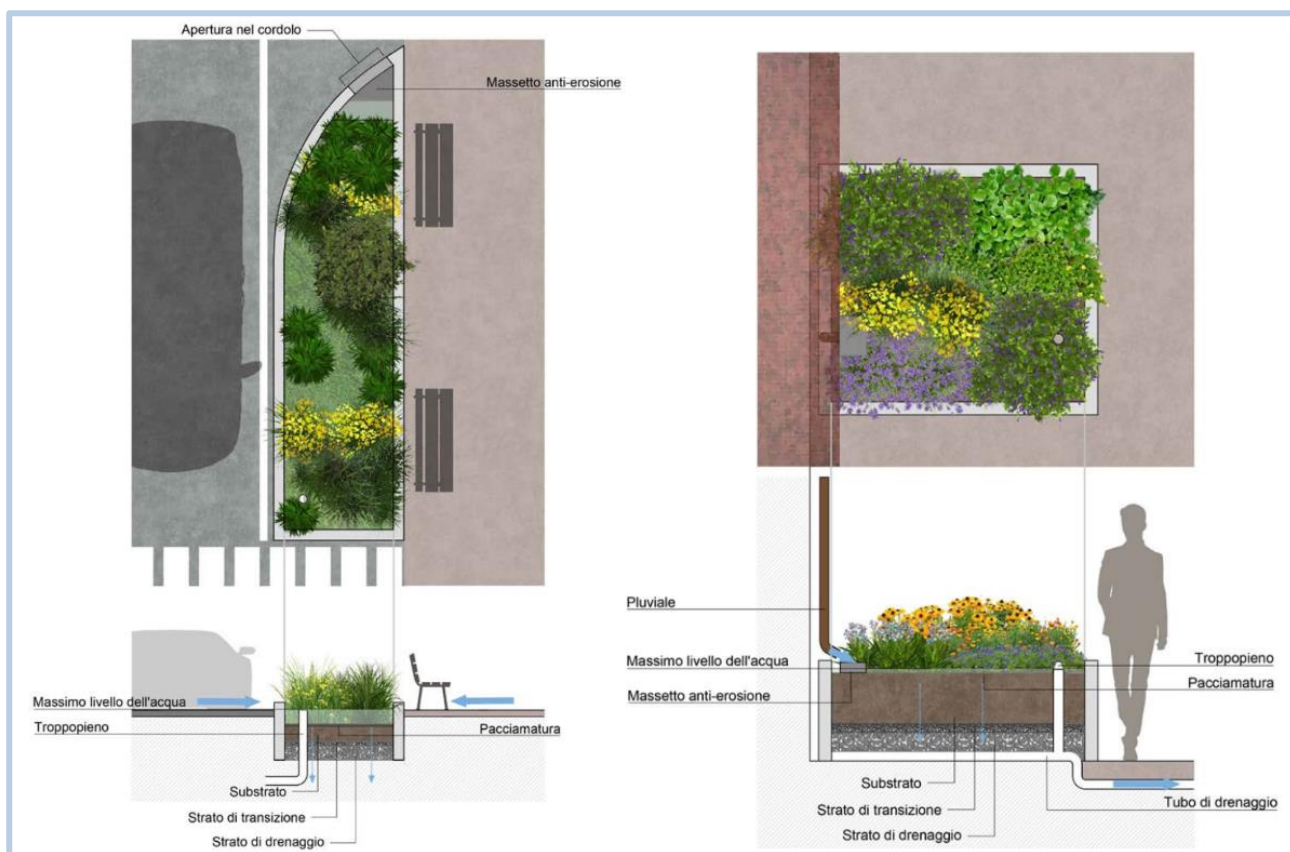
Foto di aiuole di bioritenzione: a sinistra posta tra il marciapiede e la carreggiata, a destra progettata nella forma della vasca rialzata a filtrare l'acqua meteorica raccolta dalle grondaie di un edificio (fonte: Bonsignori R. et al., 2022)

Le aiuole di bioritenzione possono essere principalmente di due tipi: poste a una quota inferiore rispetto alle aree pavimentate circostanti per ridurre il volume e la portata di deflusso durante eventi meteorici intensi, oppure, nel caso delle vasche rialzate, poste a quota superiore ed alimentate dallo scarico delle grondaie, a gestire il *run-off* proveniente dai tetti degli edifici.

Queste aiuole possono essere realizzate sulla maggior parte dei suoli e anche su aree in pendenza, inserendo eventualmente piccole traverse per lo smorzamento del flusso ove opportuno.

Vengono generalmente inserite in ambienti fortemente urbanizzati, in particolare lungo strade e marciapiedi, dai quali sono separate tramite cordoli perimetrali. Per una migliore gestione del *run-off* generato da strade e marciapiedi, oltre a prevedere aiuole strette e lunghe, è consigliabile distribuirle uniformemente per tutta la lunghezza dell'area in oggetto.

In ambiente urbano vengono generalmente progettate con fondo della vasca di accumulo in calcestruzzo oppure utilizzando geotessuti impermeabili ma, quando progettate a fondo aperto occorre inserire barriere che proteggano gli edifici e le infrastrutture vicine dalle infiltrazioni.



A sinistra: schema costruttivo di aiuola di bioritenzione a bordo strada; a destra: schema costruttivo di aiuola in vasca rialzata (fonte: Bonsignori R. et al., 2022)

Canali vegetati



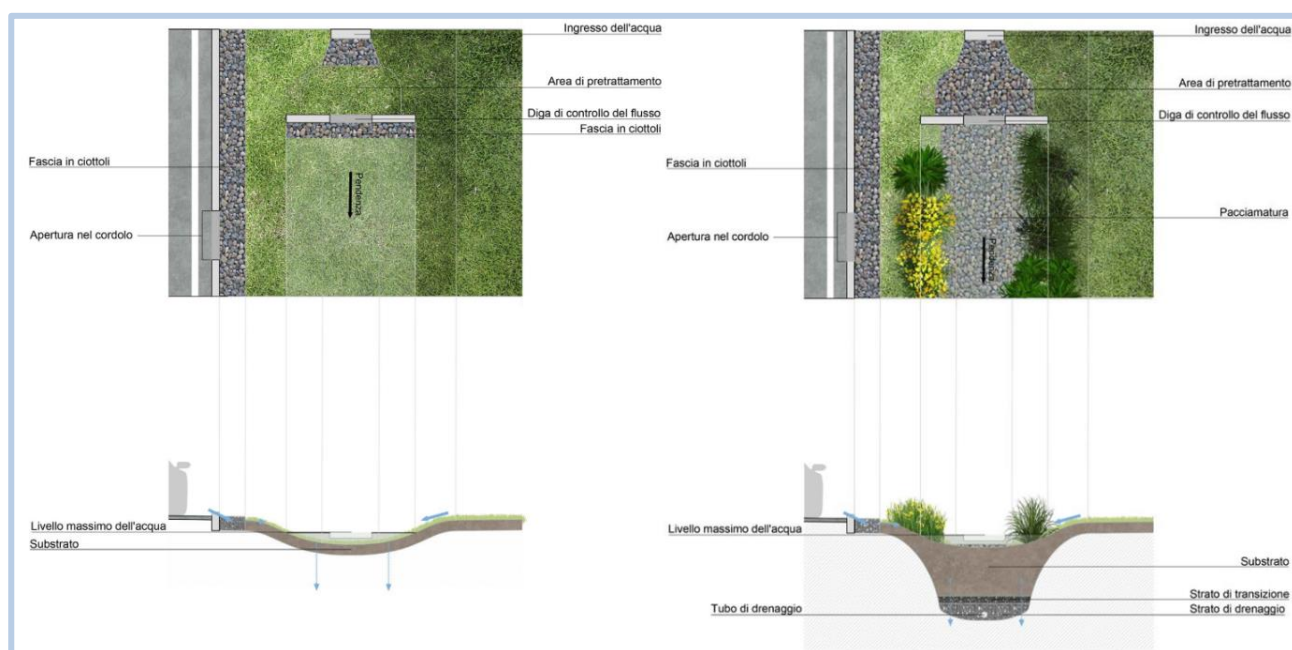
Canale vegetato con erbacee perenni e arbusti ornamentali sul fondo (fonte: Bonsignori R. et al., 2022)

I canali vegetati si possono realizzare su qualsiasi tipo di suolo e sono utilizzabili in svariate tipologie di contesti; a causa dello spazio richiesto risultano però poco adatti ad aree ristrette e/o ad alta densità

insediativa ma, grazie alla loro conformazione lineare, risultano una buona soluzione per la gestione del run-off proveniente da strade e parcheggi. Per quanto concerne i tracciati seguiti, è bene evitare bruschi cambi di direzione, che potrebbero causare fenomeni erosivi.

Questi impianti sono da evitare per le aree con forte presenza di alberi, la cui ombra non consentirebbe una crescita ottimale delle piante, essenziali per la funzionalità dei canali.

Il fondo del canale, analogamente ai rain gardens, deve stare ad almeno 0,6-1,0 metro dalla falda superficiale. L'utilizzo di geomembrane impermeabili anche sul fondo, connesse opportunamente al sistema di drenaggio, è opportuna solo laddove sia necessario evitare l'infiltrazione profonda dell'acqua, come vicino ad edifici, oppure a protezione della falda dal rischio di contaminazione. In tal caso, come anche su suoli poco drenanti o in aree particolarmente pianeggianti, si possono realizzare canali vegetati umidi, che hanno substrato costantemente saturo e possono essere considerati come aree umide lineari.



A sinistra: schema costruttivo di canale vegetato a infiltrazione completa; a destra: schema costruttivo di canale vegetato a infiltrazione parziale (fonte: Bonsignori R. et al., 2022)

STRUTTURA E COMPONENTI

1) Punti di ingresso dell'acqua:

In generale, l'acqua deve essere convogliata negli impianti in modo da essere distribuita il più uniformemente possibile, prevenendo l'erosione del substrato.

L'ingresso all'interno dei bacini può avvenire in due modi:

- modo diffuso, cioè lungo tutto (o in parte) il perimetro dell'impianto,
- modo puntiforme, tramite aperture nel cordolo perimetrale, se presente, o tramite tubi.

Vengono di seguito illustrati alcuni accorgimenti utili alla riduzione della forza erosiva del *run-off* per i singoli impianti:

Rain garden:

- **ingresso diffuso:** ridurre la velocità del flusso inerbendo la fascia perimetrale dell'impianto per una larghezza di 0,5-3,0 metri.
- **ingresso puntiforme:** installare massetti anti-erosione o coprire il substrato con ciottoli in corrispondenza dei punti di ingresso dell'acqua.

Canali vegetati:

- **ingresso diffuso:** inerbire le fasce perimetrali dell'impianto e disporre uno scalino di 5-10 cm tra le superfici impermeabili circostanti e il canale collegato, in modo da prevenire la formazione di depositi di sedimenti.
- **ingresso puntiforme:** posizionare le aperture nei cordoli, canaline o simili, a un intervallo prestabilito lungo i margini del fosso, in modo da distribuire l'acqua il più uniformemente possibile; per prevenire i rischi di erosione e accumulo di sedimenti, è consigliabile aggiungere sistemi di diffusione del flusso, come fasce in ghiaia larghe 30 cm e profonde 60 cm.

Aiuole di bioritenzione (non rialzate):

- **ingresso puntiforme:** prevedere una larghezza minima di 50 cm delle aperture nel cordolo per consentire una distribuzione più uniforme dell'acqua e ridurre il rischio di intasamento; è inoltre consigliato installare massetti anti-erosione o coprire il substrato con ciottoli in corrispondenza dei punti di ingresso dell'acqua.

2) Bacino***Rain garden***

La depressione che rappresenta il bacino di raccolta del *rain garden* è generalmente di forma trapezoidale e presenta profondità variabile tra 15 e 30 cm. Laddove non vi sono rischi di sicurezza idraulica sono possibili profondità maggiori, generalmente fino a 45-50 cm.

Le sponde hanno generalmente pendenza del 25%, aumentabile fino al 50% in caso di spazi ristretti. Il bacino può essere suddiviso in tre porzioni:

- parte bassa: inondata durante eventi meteorici e ben drenata negli altri periodi;
- parte mediana: inondata solo durante gli eventi meteorici più intensi, presenta una elevata umidità del substrato solo periodicamente ed è ecologicamente simile a un'area di prato paludoso;
- parte alta: più asciutta, ecologicamente simile a un prato stabile.

Aiuola di bioritenzione

La profondità consigliata è di 30 cm per le aiuole di bioritenzione con fondo aperto, mentre di 5 cm per quelle a fondo chiuso. La pendenza del fondo deve essere almeno di 0,5 – 2,0 % in modo da facilitare lo scorrimento dell'acqua raccolta dal punto di ingresso verso il punto di uscita.

Canali vegetati

Anche in questo caso la sezione del bacino è tendenzialmente trapezoidale o parabolica. La profondità è di 40-60 cm, aumentabile quando questo non pone rischi per la sicurezza, mentre la larghezza del fondo è generalmente compresa tra 0,6 e 2,4 metri. La pendenza complessiva consigliata va da 0,5% a 6,0%. In caso di pendenze elevate longitudinali (sempre se superiori al 3%) al fine di massimizzare la fitodepurazione dell'acqua il canale deve essere costruito come una catena di aree pianeggianti separate da piccole traverse poste a quote via via inferiori, col fine ulteriore di prevenire fenomeni erosivi.

Per le sponde è consigliata una pendenza del 25%, con un massimo del 33%, per massimizzare il trattamento dell'acqua di deflusso, rendere agevole la manutenzione e non porre rischi di sicurezza.

3) Strato filtrante / Substrato

Lo strato filtrante filtra gli inquinanti, regola la velocità di infiltrazione dell'acqua e supporta la crescita della vegetazione. Lo strato filtrante/substrato deve essere sufficientemente permeabile in modo da non causare ristagni nell'area di ritenzione: è generalmente sabbioso, molto drenante, e con

buona presenza di sostanza organica per favorire la crescita delle piante. Si può utilizzare il suolo del sito, ammendandolo opportunamente con sabbia e compost.

Specifiche tecniche del substrato	
Permeabilità	> 25 mm/h
Sabbia	50-85%
Limo	10-15%
Argilla	3-10%
Compost	15-25% (opzionale)
pH	5.5 – 7.5
P estraibile	10-30 ppm
CEC	> 5meq/100g

Gli spessori consigliati per le varie tipologie di impianto sono le seguenti:

Rain gardens: tra 60-120 cm; possono essere previsti spessori inferiori (30-40 cm) per *rain gardens* semplificati, progettati per raccogliere piccoli volumi d'acqua.

Canali vegetati: profondità minima di 20 cm, ma preferibilmente 30 cm. Quando si mettono a dimora specie arboree, può essere opportuno uno strato profondo fino a 100 cm.

Aiuole di bioritenzione: La profondità minima del substrato consigliata è di 45 cm. Quando si mettono a dimora specie arboree, può essere opportuno uno strato profondo fino a 100 cm.

4) Strato di transizione

Lo strato di transizione è uno strato di granulometria più fine che può essere presente al fine di prevenire il dilavamento delle particelle fini dallo strato filtrante superiore verso il letto drenante inferiore; ha uno spessore di circa 10 cm. Lo strato di transizione è costituito, generalmente, da ghiaia lavata di granulometria 3-20 mm e con contenuto di particelle fini inferiore allo 0,1%. In alternativa può essere utilizzato uno strato di geotessuto, per il quale però è necessario porre particolare attenzione rispetto la dimensione dei pori e della permeabilità, onde prevenire il rischio di intasamento.

5) Strato di drenaggio e infiltrazione

Lo strato di drenaggio serve ad aumentare le prestazioni generali del sistema e la qualità dell'acqua infiltrata, inoltre riduce il rischio di ristagno e formazione di aree umide non volute in porzioni pianeggianti. Ha profondità minima di 30-45 cm e si rende necessario dove la permeabilità del suolo è minore di 15 mm/h.

È costituito da ghiaia di granulometria maggiore rispetto allo strato di transizione (20-40 mm) in modo da consentire un flusso d'acqua più rapido. Il fondo dello strato di drenaggio può essere piatto, per favorire l'infiltrazione nel sottosuolo, o concavo, per convogliare l'acqua nei tubi di drenaggio posti all'estremità inferiore. I tubi drenanti, in PVC e opportunamente forati, vengono inseriti ad una profondità minima dello strato di 10 cm qualora si debba favorire, parzialmente o totalmente, l'allontanamento dell'acqua dall'impianto. Per agevolare lo scorrimento del flusso i tubi devono avere pendenza minima dello 0,5% ed è inoltre consigliabile la presenza di uno o più pozzetti di ispezione per il monitoraggio e la pulizia degli stessi.

Lo strato di drenaggio deve essere avvolto con geotessuto permeabile, al fine di evitare l'ingresso di particelle fini al suo interno.

Lo spessore dello strato di drenaggio/infiltrazione varia per le diverse tipologie d'impianto:

Rain garden: 30-100 cm

Aiuole di bioritenzione: 25-30 cm

Canali vegetati: 30-70 cm

6) Troppopieno e punto di uscita dell'acqua

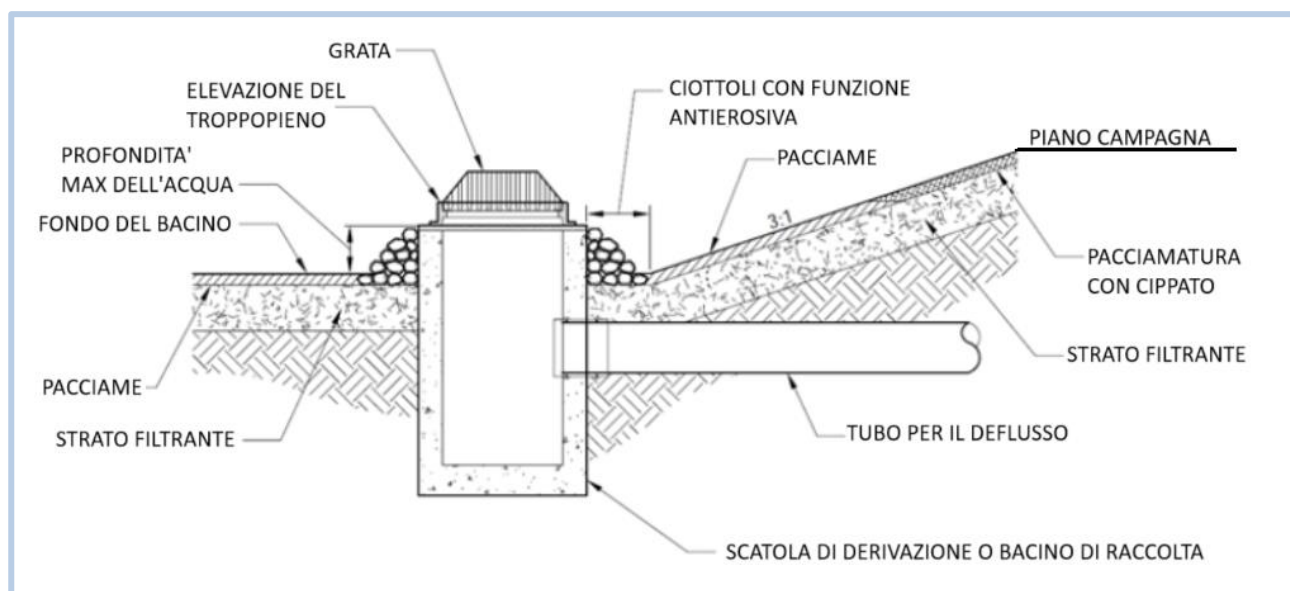


Troppopieno con griglia di protezione (fonte: Bonsignori R. et al., 2022)

Gli impianti fin qui illustrati permettono di mitigare ma non di risolvere le criticità idrauliche in occasione di eventi intensi; pertanto, è sempre necessario prevedere un troppo pieno per eventi meteorici di volume superiore a quello di progetto e queste strutture dovrebbero essere il più vicine possibile al punto di ingresso dell'acqua per ridurre al minimo l'erosione causata dal flusso.

Il troppopieno si può realizzare con tubi verticali, eventualmente protetti con griglie, stramazzi o canaline.

Ad eccezione dei sistemi a infiltrazione completa, l'acqua dev'essere poi convogliata nella rete di drenaggio principale o verso altri sistemi di gestione delle acque meteoriche.



Schema di troppopieno (Carlson et al. 2013)

7) Sistemi di regolazione del flusso

Si possono inserire traverse di controllo lungo il percorso di canali e aiuole di forma allungata per rallentare la velocità dell'acqua e massimizzare i processi di sedimentazione, fitodepurazione e infiltrazione, in particolare in aree con maggiore pendenza. Quando sono previsti importanti volumi d'acqua è bene prevedere piccole aperture alla base degli sbarramenti, in modo che piccole quantità

d'acqua possano passarvi attraverso. È inoltre consigliabile aggiungere strutture di controllo dell'erosione, come coperture del terreno con ciottoli.



Esempio di diga di controllo in aiuola di bioritenzione posta in pendenza (fonte: Bonsignori R. et al., 2022)



Canale vegetato con dighe di controllo in muratura (fonte: Bonsignori R. et al., 2022)

8) Vegetazione

La vegetazione promuove i processi di sedimentazione rallentando la velocità dell'acqua e migliorandone la qualità attraverso processi fisico-chimici di rimozione degli inquinanti.

Nella selezione delle specie si devono considerare le caratteristiche del sito e delle aree circostanti, cercando se possibile di utilizzare piante autoctone, con buona resistenza alla siccità prolungata, buona adattabilità a suoli ben drenati e sabbiosi e all'alternanza di periodi di allagamento e siccità, nonché buona tolleranza agli inquinanti. In ambito urbano è possibile utilizzare specie ornamentali purché non appartenenti alla categoria di specie invasive.

In generale la capacità filtrante aumenta con la densità e l'altezza della vegetazione ed è consigliabile la scelta di specie con apparato radicale fascicolato e denso e vegetazione fitta per via della migliore capacità di filtrare gli inquinanti, rallentare la velocità dell'acqua e per preservare la permeabilità del substrato.

Nelle parti allagate più frequentemente (di solito il fondo di *rain gardens* e canali vegetati) è preferibile mettere a dimora erbacee perenni o, eventualmente, arbusti tolleranti alle alte umidità e concentrazioni di inquinanti. Nelle porzioni più asciutte è necessario scegliere specie vegetali resistenti alla siccità e con apparati radicali profondi, evitando di collocarle in prossimità dei punti d'ingresso dell'acqua. Si tenga presente che nei *rain gardens* l'utilizzo di arbusti consente di realizzare una barriera efficace contro l'ingresso di persone e limitare la crescita di infestanti.

Segue, a titolo di esempio, una tabella con alcune specie erbacee e arbustive autoctone utilizzabili nella costruzione delle infrastrutture verdi trattate, delle quali si consiglia di utilizzare almeno 3-4 specie diverse per tipo (erbacee e arbustive), al fine di aumentare la biodiversità dell'impianto.

Specie erbacee:		Specie arbustive per zona superiore dell'impianto (più secca)
<i>Achillea millefolium</i> (per manto erboso fiorito)	<i>Melilotus officinalis</i> (per prato fiorito)	<i>Euonymus europaeus</i>
<i>Agropyron repens</i> (per manto erboso)	<i>Molinia caerulea</i> (per cuscini erbosi)	<i>Cornus mas</i>
<i>Anthyllis vulneraria</i> (per prato fiorito)	<i>Phalaris arundinacea</i> (per cuscini erbosi)	<i>Cornus sanguinea</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i> (per manto erboso)	<i>Plantago lanceolata</i> (per manto erboso)	<i>Crataegus monogyna</i>
<i>Avena sativa</i> (per manto erboso)	<i>Poa annua</i> (per manto erboso)	<i>Viburnum opulus</i>
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> (per prato fiorito)	<i>Poa pratensis</i> (per manto erboso)	<i>Ligustrum vulgare</i>
<i>Dactylis glomerata</i> (per manto erboso)	<i>Prunella vulgaris</i> (per prato fiorito)	<i>Lonicera xylosteum</i>
<i>Gaillardia aristata</i> (da fiore)	<i>Scabiosa columbaria</i> (per prato fiorito)	<i>Rosa canina</i>
<i>Festuca rubra</i> (per manto erboso)	<i>Silene nutans</i> (per prato fiorito)	<i>Rubus idaeus</i>
<i>Fragaria vesca</i> (per prato fiorito)	<i>Silene vulgaris</i> (per prato fiorito)	<i>Viburnum opulus</i>
<i>Galium mollugo</i> (per prati fioriti)	<i>Solidago virgaurea</i> (da fiore)	Specie arbustive per zona inferiore dell'impianto (frequentemente allagata)
<i>Iris pseudacorus</i> (da fiore)	<i>Taraxacum officinalis</i> (per prato fiorito)	
<i>Lolium italicum</i> (per manto erboso)	<i>Thymus serpyllum</i> (per cuscini erbosi)	
<i>Lolium perenne</i> (per manto erboso)	<i>Trifolium pratense</i> (per prato fiorito)	
<i>Lotus corniculatus</i> (per prato fiorito)	<i>Trifolium repens</i> (per prato fiorito)	
<i>Melandrium album</i> (per prato fiorito)	<i>Tussilago farfara</i> (da fiore)	
<i>Melilotus albus</i> (per prato fiorito)	<i>Veronica latifolia</i> (da fiore)	
		<i>Frangula alnus</i>
		<i>Salix eleagnos</i>
		<i>Salix purpurea</i>
		<i>Salix triandra</i>
		<i>Sambucus nigra</i>

NOTA BENE: L'acquisto del materiale vivaistico dovrà essere effettuato secondo la normativa vigente (D.lgs 214/2005), attuazione della direttiva 2002/89/CE, concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali. A tal proposito si vedano le schede di approfondimento relative a *Popillia japonica* e *Anoplophora sp.*

MANUTENZIONE

Nelle infrastrutture verdi sono necessarie operazioni di manutenzione ordinaria per assicurare la qualità del sistema.

In primo luogo eventuali rifiuti devono sistematicamente essere asportati.

Occorre poi controllare e pulire i punti di ingresso e di uscita dell'acqua dopo gli eventi meteorici ed eliminare i sedimenti, solo quando l'accumulo si fa troppo consistente.

Anche lo stato delle piante messe a dimora va controllato, sia al fine di sostituire eventuali fallanze, sia per praticare gli sfalci periodici (evitando di operare durante i periodi di maggior fioritura delle specie) che garantiscono la funzionalità e l'estetica delle aree, oltre che per assicurare l'accesso ad eventuali punti strategici per il mantenimento dell'impianto e per contenere le specie vegetali esotiche invasive.

BIBLIOGRAFIA

Bonsignori R., Senes G., 2022. *Sustainable Drainage Systems: Soluzioni progettuali tipo di infrastrutture verdi per la gestione delle acque meteoriche*. Il Verde Editoriale, Milano (IT).

Carlson W., Fitzpatrick E., Flanagan E., Kischbaum, R., Williams, H., Zickler, L., 2013. *Eastern Washington Low Impact Development Guidance Manual*. Washington (USA).

CIRIA, 2015. *The SuDS Manual*.

City of Edmonton, 2014. *Low Impact Development Best Management Practices Design Guide* Edition 1.1

City of Vancouver, 2016. *Administrative Report* RR-2.

CVC - Credit Valley Conservation, 2010. *Low Impact Development Stormwater Management Planning and Design Guide*. Version 1.0.

DDC, New York City Department of Design + Construction, 2005. *High Performance Infrastructures Guidelines*. Best Practices for the Public Right-of-Way.

Merzi E., 2013. *Gestione sostenibile delle acque meteoriche: caso studio in un parcheggio di Verona*. Tesi di Laurea. Corso di Laurea in Paesaggio, Parchi e Giardini. Università degli Studi di Padova.

Pelletier, K. and O'Neil-Dunne, J., 2011. *Green Infrastructure Plan Perlite Italiana*, Perlite Italiana. Giardini pensili. www.perlite.it/.

Philadelphia Water Department, 2014. *Green City, Clean Waters*. Green Infrastructure Maintenance Manual.

TRCA (Toronto and Region Conservation Academy), 2006. *Performance Evaluation of Rainwater Harvesting Systems*. Final Draft Report. Sustainable Technologies Evaluation Program (STEP)

University of Tennessee, 2013. *Low impact development opportunities for the PlanET*