



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INFRASTRUTTURE VERDI

PER L'ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Strategie e indicazioni progettuali per la gestione sostenibile delle acque meteoriche urbane nell'area mediterranea nord-occidentale

INFRASTRUCTURES ÉCOLOGIQUES

POUR L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Stratégies et indications de projets pour la gestion durable des eaux pluviales urbaines dans le nord-ouest du bassin méditerranéen



Città Metropolitana
di Genova



Università degli Studi di Genova
Dipartimento di Architettura e Design
Scuola Politecnica

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au coeur de la Méditerranée

INFRASTRUTTURE VERDI

PER L'ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

**Strategie e indicazioni progettuali per la gestione sostenibile delle
acque meteoriche urbane nell'area mediterranea nord-occidentale**

INFRASTRUCTURES ÉCOLOGIQUES

POUR L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

**Stratégies et indications de projets pour la gestion durable des
eaux pluviales urbaines dans le nord-ouest du bassin méditerranée**

La presente pubblicazione è stata elaborata grazie ad una ricerca svolta presso il Dipartimento Architettura e Design – Università degli Studi di Genova nell’ambito del progetto Interreg Marittimo - Italia Francia PROTERINA-3Èvolution.

Cette publication a été élaborée grâce à une recherche réalisée par la Faculté d’Architecture et de Design de l’Université de Gênes dans le cadre du programme Interreg Italie France Maritime PROTERINA-3Èvolution.

Edito da

ModusOperandi Editore

© Città Metropolitana di Genova e Università degli Studi di Genova – Dipartimento Architettura e Design – Scuola Politecnica

Finito di stampare nel mese di febbraio 2020

ISBN 9788898102075

Indice

Premessa Città Metropolitana di Genova 7

Introduzione 9

1. Cambiamento climatico e ambiente urbano 11

1.1 Cambiamento climatico e squilibri nelle aree urbane
Katia Perini 12

1.2 Acque meteoriche e relative criticità in ambito urbano
Paola Sabbion 21

1.3 Caratteristiche meteorologiche del Territorio Marittimo
Adriano Magliocco 25

2. Infrastrutture verdi 35

2.1 Infrastrutture verdi: benefici e servizi ecosistemici
Katia Perini 36

2.2 Politiche comunitarie ed esempi internazionali e nazionali di linee guida
Paola Sabbion 43

2.3 Componenti di controllo e treatment train
Katia Perini 53

2.4 Sistemi e componenti per la gestione delle acque meteoriche in ambiente urbano
Katia Perini, Paola Sabbion 57

2.5 La vegetazione per le infrastrutture verdi
Paola Sabbion 65

Index

Prémisse Ville métropolitaine de Gênes 7

Introduction 9

1. Changement climatique et environnement urbain 11

1.1 Changement climatique et déséquilibres dans les zones urbaines
Katia Perini 12

1.2 L'eau de pluie et ses aspects critiques en milieu urbain
Paola Sabbion 21

1.3 Caractéristiques météorologiques du Territoire Maritime
Adriano Magliocco 25

2. Infrastructures vertes 35

2.1 Infrastructures vertes: avantages et services écosystémiques
Katia Perini 36

2.2 Politiques communautaires et exemples internationaux et nationaux de lignes directrices
Paola Sabbion 43

2.3 Éléments de contrôle treatment train
Katia Perini 53

2.4 Systèmes et éléments de gestion des eaux pluviales en milieu urbain
Katia Perini, Paola Sabbion 57

2.5 La végétation pour les infrastructures écologiques
Paola Sabbion 65

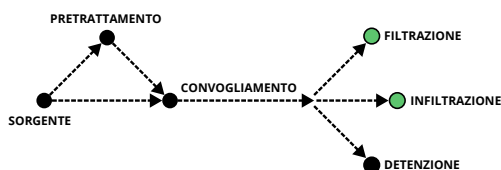
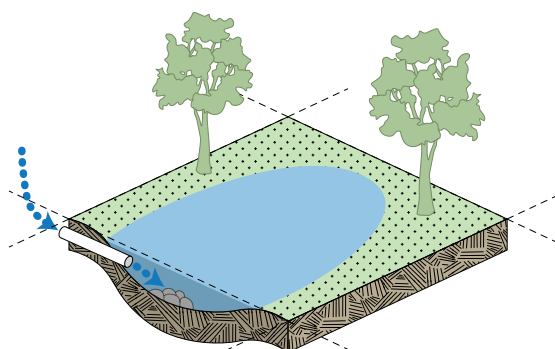
3. Schede per la progettazione di sistemi per la gestione delle acque meteoriche	79	3. Conseils pour la conception de systèmes de gestion des eaux pluviales	79
3.1 Premessa	80	3.1 Introduction	80
<i>Adriano Magliocco</i>		<i>Adriano Magliocco</i>	
3.2 Rain garden	84	3.2 Rain garden	91
<i>Paola Sabbion</i>		<i>Paola Sabbion</i>	
3.3 Infiltration basin	98	3.3 Infiltration basin	107
<i>Katia Perini</i>		<i>Katia Perini</i>	
3.4 Vegetative swale	116	3.4 Vegetative swale	124
<i>Paola Sabbion</i>		<i>Paola Sabbion</i>	
3.5 Green roof	132	3.5 Green roof	140
<i>Katia Perini</i>		<i>Katia Perini</i>	
4. Un caso studio: il rain garden di Campomorone, Genova	149	4. Un cas d'étude: le rain garden de Campomorone, Gênes	149
4.1 Descrizione dell'intervento	150	4.1 Description de l'intervention	150
<i>Adriano Magliocco</i>		<i>Adriano Magliocco</i>	
4.2 Le specie vegetali	156	4.2 Les espèces végétales	156
<i>Paola Sabbion</i>		<i>Paola Sabbion</i>	
4.3 Monitorare le prestazioni del sistema	164	4.3 Suivi des performances du système	164
<i>Katia Perini</i>		<i>Katia Perini</i>	

3.3 INFILTRATION BASIN

Katia Perini

Depressione del terreno che trattiene il runoff e permette la deposizione e filtrazione di inquinanti prima dell'infiltrazione nel sottosuolo.

- Adattabile all'ambiente urbano in aree non dense e non ad alta frequentazione pedonale;
- multifunzionale;
- versatilità di forma e dimensione;
- valore estetico;
- trattamento qualitativo dell'acqua;
- intercettazione ed evapotraspirazione;
- riduzione del flusso di picco;
- riduzione dei volumi di deflusso;
- ravvenamento delle acque sotterranee;
- necessità di manutenzione per la presenza di vegetazione e per il rischio di ostruzione di pozzetti e tubazioni.



Prestazioni del sistema per la gestione sostenibile dell'acqua meteorica

1. PIANIFICAZIONE

1.1 SITO

- **Selezione dell'area più appropriata** per la messa in opera dell'infiltration basin considerando: presenza di superfici con pendenze inferiori a 15% (Clar et al., 2004) e distanti 6 m da edifici a monte e 30 m da edifici a valle (VirginiaTech, 2013), altezza stagionale della falda freatica (seasonal high water table - SHWT) superiore a 1 m sotto la superficie; va inoltre verificata la presenza di sottoservizi, le pendenze delle superfici di raccolta adiacenti (es. strade, parcheggi), il collegamento ad altri sistemi/componenti, etc.
- Analisi delle superfici di **raccolta dell'acqua meteorica e/o dei possibili collegamenti con altri sistemi/componenti di controllo**, per determinare l'IN-FLOW del sistema. La superficie di raccolta può essere costituita da strade o parcheggi, quando la pendenza lo permette, o da coperture di edifici circostanti. L'acqua meteorica può anche essere convogliata attraverso swale o filter strips (strisce filtranti) o pretrattata (ad esempio grazie a sediment basin, bacini di sedimentazione). Tipicamente la superficie di raccolta non supera i 0.2 km²

(VirginiaTech, 2013) ed è superiore a 0.02 km^2 (Minnesota Stormwater Steering Committee, 2005).

- Valutazione del ruolo ecologico del sito all'interno della rete ecologica.

[IT]

1.2 AMBIENTE

- **Dati climatici** necessari per il dimensionamento del sistema (2.3. Progettazione-Dimensionamento). Consultando le banche dati regionali si suggerisce il reperimento dei dati relativi alle temperature massime e minime (ultimi 10-20 anni) e precipitazioni medie, massime giornaliere e cumulate stagionali (30-50 anni). Per dimensionare un infiltration basin, è opportuno raccogliere i dati delle precipitazioni considerando tempi di ritorno da 10 a 100 anni (parametro che esprime il numero medio di osservazioni necessarie affinché un dato evento si verifichi, es. un evento con tempo di ritorno pari a "100 anni" ha l'1% (= 1/100) di probabilità di accadere in un dato anno).
- **Analisi dell'ombreggiamento** dell'area selezionata per la messa in opera dell'infiltration basins (1.1. Sito). Le ombre portate da edifici o altri elementi devono essere considerate per la scelta delle specie vegetali, ed in particolare quando è previsto l'inserimento di alberi e arbusti (3. Specie vegetali), ad esempio, grazie ad uno studio semplificato con modello tridimensionale per: 21 dicembre, 21 marzo, 21 giugno alle ore 12.
- Altre condizioni specifiche del contesto (da eventualmente considerare per 2. Specie Vegetali), ad esempio: esposizione alla salsedine, emissioni da impianti tecnici, inquinamento da polveri, etc.

1.3 SUOLO

- Il terreno deve essere permeabile per permettere al sistema di svolgere la sua funzione (infiltrare l'acqua meteorica) e non contenere più del 30% di argilla. Anche i terreni troppo permeabili - ad esempio sabbiosi - sono poco adatti (VirginiaTech, 2013).
- L'analisi della **permeabilità** del terreno può essere effettuata da un esperto geotecnico. La presenza di argilla si può determinare empiricamente prendendo un po' di terra, umidificandola e cercando di farne prima una sfera e poi schiacciandola: più il terreno è appiccicoso e argilloso e meno è drenante. È possibile testare la permeabilità utilizzando uno strumento denominato infiltrometro o con un semplice test sul campo (Hinman et al., 2013), che si esegue scavando una buca larga 30 cm e profonda 60 cm. Si riempie la buca di acqua e si misura, grazie ad un righello, la velocità di infiltrazione. Esempio: immettendo 150 mm d'acqua se la buca si svuota in 12 ore avremo una velocità di infiltrazione di 12,5 mm/ora. Per verificare l'assenza di strati impermeabili anche in profondità, si suggerisce una verifica a partire da 1.5 metri sotto la superficie.
- La **prestazione** degli infiltration basin dipende dalla capacità infiltrante del terreno e dall'altezza della falda acquifera.

2. PROGETTAZIONE

2.1 COMPONENTI

- **Specie vegetali** (3. Specie vegetali).
- **Substrato** per la piantumazione e terreno del sito non compattato, posizionato

seguendo la depressione creata per lo stoccaggio temporaneo dell'acqua (2.3 Dimensionamento). Lo spessore del substrato per la piantumazione deve essere determinato in relazione alle specie vegetali scelte (3. Specie vegetali; indicativamente 15 cm per sistemazione a manto erboso). Una tipica **miscelazione del substrato che incorpora ammendanti** (in quantità variabile 20-50% del volume totale) per migliorare la permeabilità include:

- 30% del volume di compost;
- 70% del volume di sabbia con solo il 5% di miscela argilla / limo.
- La miscela del substrato deve avere un indicatore di pH da 6,0 a 6,5 (Clar et al., 2004).
- Il terreno deve essere privo di pietre, ceppi, radici o altro materiale legnoso con diametro superiore a 2.5 cm e semi di erbe nocive infestanti. È molto importante ridurre al minimo la compattazione del suolo.
- Il runoff deve essere sostanzialmente pulito prima di entrare nell'infiltration basin. Un **pretrattamento** a monte è necessario per rimuovere i sedimenti per ridurre il rischio di intasamento e il conseguente mal funzionamento del sistema (4.1. Manutenzione - Elementi per il convogliamento), tramite il passaggio dell'acqua da swale, sediment basin (bacini di sedimentazione) o filter strips (strisce filtranti). Quando non è possibile, si può ricorrere all'inserimento di un pozzetto di sedimentazione. Inoltre, il pretrattamento riduce il rischio di inquinamento dell'acqua di falda derivante dal convogliamento di runoff inquinato (Woods Ballard et al., 2015).
- **INFLOW:** Per trattare qualitativamente quantità significative di acqua e ridurre il runoff, nell'infiltration basin viene **convogliata acqua meteorica** raccolta da superfici adiacenti, tramite tubazioni o canalizzazioni aperte, dotate di un regolatore di flusso. La regolazione del flusso è essenziale per ridurre il rischio di instabilità del terreno e dei versanti. Il flusso può essere controllato anche dal sistema di pretrattamento oppure grazie all'inserimento di una vasca di dissipazione. Tubazioni e pozzetti devono essere **ispezionabili** ed accessibili facilmente per la manutenzione (4.1. Manutenzione - Elementi per il convogliamento).
- Il posizionamento di **materiale inerte** sotto l'INLET può ridurre il rischio di erosione e diminuire la velocità del flusso.
- **OVERFLOW:** Per non superare i livelli di acqua massimi, è consigliato l'inserimento di un troppo pieno collegato alla rete di smaltimento. Tubazioni e pozzetti devono essere ispezionabili ed accessibili facilmente per la manutenzione (4.1. Manutenzione - Elementi per il convogliamento). Il troppo pieno (OVERFLOW) può non essere necessario ma garantisce il drenaggio dell'acqua in eccesso per evitare ristagni e in vista del fenomeno piovoso successivo.

2.2 RACCOLTA DELL'ACQUA METEORICA

- Calcolo dell'area delle **superfici di raccolta dell'acqua meteorica**, tipicamente costituite da strade, parcheggi.
- Calcolo del **volume di acqua** da infiltrare proveniente da altre infrastrutture verdi/componenti di controllo, es. swale, sediment basin (bacini di sedimentazione), filter strips (strisce filtranti).
- **Progettazione dell'INFLOW** dell'acqua meteorica, proveniente dalle superfici di raccolta o da altre infrastrutture verdi/componenti di controllo, sfruttando le pendenze del sito e convogliando l'acqua con canali aperti o coperti da griglie o tubazioni (2.1. Componenti).

2.3 DIMENSIONAMENTO

- **Dimensionamento** dell'infiltration basin considerando: le precipitazioni, con tempo di ritorno 2, 10, 30 o 100 anni, le superfici di raccolta (permeabilità e area) e/o l'eventuale collegamento ad altri sistemi/ componenti (es. swale) e la velocità di infiltrazione nel terreno (1.1. Pianificazione - Suolo).
- Gli infiltration basin sono progettati per **drenare l'acqua** in 24-48 ore, con possibilità di inserire un overflow nel caso di eventi atmosferici intensi.
- Fra la base del sistema e il livello della falda acquifera è opportuno tenere una distanza di 1 metro.
- La **base** del basin deve essere piana per garantire uniformità di stoccaggio e infiltrazione.
- I **versanti laterali** devono avere pendenza inferiore a 20% per permettere la stabilizzazione della vegetazione, per operazioni di manutenzione del verde e per evitare rischi di caduta all'interno (VirginiaTech, 2013).
- La progettazione deve innanzitutto considerare i tempi di ritorno dei fenomeni che il basin dovrà trattare: 100 anni, 30 anni, 10 anni (1.2. Pianificazione-Ambiente). A seconda delle caratteristiche del sito di intervento (aree più o meno dense) e dei dati pluviometrici, è possibile dimensionare il sistema in modo tale che l'acqua raggiunga il livello massimo con tempi di ritorno di 100 anni. Quale il sistema venga dimensionato su tempi di ritorno sino a 30 anni, lo svuotamento di metà del suo volume dovrebbe avvenire in non più di 24 ore, per garantire il funzionamento in caso di eventi immediatamente successivi. Per tempi di ritorno superiori, il tempo di svuotamento può essere più lungo ma è comunque funzionale l'impiego di un overflow, valutando il rischio conseguente ad una tracimazione.
- **La differenza di quota fra INLET e OUTLET** adatta all'ambiente urbano è compresa fra 0.3 e 1 m (Clar et al., 2004). Sono possibili anche profondità superiori (Minnesota Stormwater Steering Committee, 2005), valutandone le implicazioni funzionali.
- La **profondità del sistema** (depth d) si calcola considerando il tasso di infiltrazione e il tempo massimo di allagamento, secondo la formula: $d=fT_p$, dove f =velocità di infiltrazione [cm/ora] (1.3. Pianificazione-Suolo) e T_p = il tempo massimo di ristagno dell'acqua [ore] (Clar et al., 2004).
- Il **volume del sistema** è dimensionato considerando le precipitazioni che cadono sulle superfici di raccolta e sul bacino stesso. Quando l'acqua è convogliata da altri sistemi/componenti (ad esempio swale), deve essere aggiunto il volume di acqua che da esso proviene. Il calcolo geometrico del volume ($V=[(Area\ basin\ superiore+Area\ basin\ inferiore)*d\ profondità\ bacino]*2-1$).

3. SPECIE VEGETALI

3.1 ASPETTI GENERALI PER LA SELEZIONE

- La selezione della vegetazione utilizzata per le infrastrutture verdi si basa sull'**adeguatezza delle specie in base alle condizioni del sito e ai requisiti programmatici** (le sue specifiche esigenze botaniche, il suo ruolo nel sito e nell'ambito di più ampie comunità di piante). Una selezione valida deve considerare le condizioni del clima in loco, del suolo e le condizioni idriche (1. Pianificazione), nonché le potenziali interazioni tra le specie e le esigenze di manutenzione future (4. Manutenzione).

[IT]

- Considerando che le piante prospere e in salute hanno un **ruolo fondamentale nel mantenere la funzionalità** ma anche le caratteristiche estetiche del sistema, il successo di questi dispositivi dipende anche dalla scelta appropriata delle specie.
- Prima che il sistema entri in funzione, è importante che la **copertura vegetativa** sia densa e vigorosa.
- Nel basin le sostanze inquinanti vengono rimosse grazie **all'azione filtrante del manto erboso**, alla deposizione o all'infiltrazione nel sottosuolo. Pertanto, la vegetazione ha un ruolo importante per il rallentamento del flusso e l'incremento delle capacità di trattenere, filtrare e assorbire gli inquinanti.
- **L'area di margine del basin può essere piantumata ad alberi e arbusti**, mentre il fondo può essere semplicemente inerbito. L'erba è la scelta più efficace, tuttavia si raccomanda particolare attenzione nella scelta di specie erbacee dense per una copertura vegetativa ottimale.
- Il **tappeto erboso a bassa manutenzione** può essere realizzato con specie che presentano una buona rusticità (fino a -10°C circa) e sono resistenti a calpestio, siccità e allagamenti.
- Alle nostre latitudini **l'epoca ideale per la semina è durante i mesi di maggio-giugno**, con temperature del suolo ideali per la germinazione. Al di sopra dei 20° C il tasso di germinazione aumenta e raggiunge il culmine tra i 30° e i 35°, è sconsigliabile invece la semina con temperature del suolo inferiori ai 18°C. Per la piantumazione di piante adulte è consigliabile la stagione autunnale. In alcuni casi, o con la messa a dimora in stagioni più calde, potrebbe essere necessario prevedere un impianto di irrigazione di supporto per un periodo massimo di due anni.

3.2 CARATTERISTICHE BOTANICHE ed esigenze pedoclimatiche

- Le **caratteristiche delle piante** devono essere valutate in particolare in relazione all'apparato fogliare, apparato radicale e al ciclo vitale, fioritura. A queste caratteristiche sono correlate le esigenze colturali, in particolare rispetto a rusticità, esigenze idriche, esposizione, pH suolo, etc.
- L'efficacia di rimozione degli inquinanti è correlata alla **capacità di rallentare il flusso**, alla densità della vegetazione e al vigore dell'apparato radicale delle piante.
- Considerando che le piante prospere e in salute hanno un ruolo fondamentale nel mantenere la funzionalità ma anche le caratteristiche estetiche dell'infiltration basin, il successo di questi dispositivi dipende dalla **scelta appropriata delle specie**.
- È necessario scegliere una ottimale **composizione di sementi per il manto erboso** più adatta al sito, basata sull'adeguatezza in termini di tolleranza al freddo, tolleranza al calore, adattamento dell'altezza di taglio, tolleranza alla siccità e costi di manutenzione. Nell'area del territorio Marittimo per esempio si potrebbero impiegare specie quali *Dichondra sp* e *Zoysia sp*.
- È necessario **valutare attentamente l'impiego di alberi e arbusti** nell'infiltration Basin. Essi infatti possono fornire una stabilizzazione aggiuntiva, ma anche ombreggiare il manto erboso, con conseguenze non ottimali sul sistema. Inoltre, la caduta di foglie dagli alberi può contribuire allo sviluppo di nutrienti indesiderati, aumentando le necessità manutentive del sistema. Se si prevede l'impianto di alberi e arbusti i processi di selezione e di impianto dovrebbero essere attentamente pianificati ed eseguiti per evitare questi potenziali problemi.

3.3 ESIGENZE CLIMATICHE

- Consultando le banche dati regionali è possibile reperire i dati relativi a **temperature e precipitazioni** (1.2. Pianificazione-Ambiente). Considerando il criterio di adattabilità al clima, la scelta più ragionevole è quella di rivolgersi a piante tipiche della regione climatica o di regioni climatiche simili a quella in cui si deve realizzare l'infiltration basin. Considerazioni caso per caso andranno fatte per l'uso di specie autoctone o specie alloctone adattabili perché provenienti da zone climatiche simili.
- **Resistenza a siccità e allagamenti.** L'infiltration basin all'interno del contesto delle regioni del territorio Marittimo (Liguria, Toscana, Corsica, Sardegna, Poca) potrebbe soffrire di prolungati periodi di siccità intervallati da periodi stagionali in cui invece potrebbero verificarsi eccezionali fenomeni di piogge che causano allagamenti localizzati per brevi periodi di tempo. Pertanto, oltre a considerare le piante tipiche di suoli piuttosto umidi, che possano sopravvivere ad allagamenti in particolari momenti dell'anno, è necessario considerare specie in grado di sopportare anche periodi di prolungata assenza di precipitazioni. Lo scopo dell'infiltration basin infatti è quello di essere completamente sostenibile e indipendente anche da impianti di irrigazione.
- **Posizione nell'infiltration basin** rispetto al livello di umidità del suolo. Normalmente l'infiltration basin ha una morfologia caratterizzata da una depressione del terreno in cui i margini sono irrigati solo occasionalmente mentre la parte più profonda è caratterizzata da umidità maggiore e più duratura del suolo (2.1. Progettazione-Componenti). In queste aree le condizioni sono molto simili a quelle che si trovano nelle zone umide nei margini di transizione tra ecosistemi terrestri e zone umide. Si tratta comunque di condizioni dinamiche caratterizzate da fluttuazioni più o meno marcate nel corso dell'anno.
- **Disposizione rispetto al soleggiamento.** Si cercherà, in via generale, di scegliere specie che ben sopportano le condizioni di semi-ombreggiamento, soprattutto in ambiente urbano, dove le ombre portate dagli edifici circostanti hanno una notevole importanza. Le ombre portate possono essere studiate attraverso un modello tridimensionale (1.2. Pianificazione-Ambiente). L'analisi dell'ombreggiamento dell'area selezionata per la messa in opera dell'infiltration basin dovrebbe essere predisposta al momento della pianificazione.

3.4 CARATTERISTICHE FUNZIONALI

- Specie autoctone o alloctone ben adattabili hanno, di norma, **basse esigenze manutentive**. Le piante selezionate devono essere resistenti alle comuni fitopatologie, non necessitare di potature né di irrigazione.
- In generale, le specie erbacee sono più efficaci e offrono un migliore **controllo dell'erosione** rispetto ad altri tipi di vegetazione di copertura del suolo. L'uso di varietà di erbacee a crescita lenta e tolleranti difficili condizioni del suolo ridurrà al minimo la manutenzione ordinaria (sfalcio e concimazione). La necessità di **concimazioni** supplementari può essere sostanzialmente ridotta quando la copertura vegetativa include una percentuale di specie che fissano l'azoto come le leguminose. Oltre a ridurre al minimo i costi di manutenzione, una riduzione del fertilizzante applicato ridurrà anche i potenziali effetti nocivi dell'azoto e del deflusso di nitrati nella falda.

- La diversità biologica comprende la varietà e la variabilità tra organismi viventi e i complessi ecologici in cui essi vivono. Contribuire ad arricchire la complessità ecologica urbana attraverso l'impiego di una varietà di specie che vadano a formare una nuova comunità è un fattore positivo (con benefici ecologici), soprattutto quando le ricadute sulla **biodiversità** possono interessare anche gli aspetti faunistici (avifauna e insetti).

4. MANUTENZIONE

4.1 ELEMENTI PER IL CONVOGLIAMENTO

- Pulizia periodica del **canale di entrata dell'acqua** (INLET):
 - pulire il tubo da sedimenti e residui per evitare la stagnazione di acqua residua;
 - riparare o sigillare i tubi di scarico danneggiati o incrinati o sostituirli se la riparazione non è sufficiente.
- Pulizia periodica del **canale di uscita dell'acqua** (OUTLET):
 - pulire il tubo da sedimenti e residui per evitare la stagnazione di acqua residua;
 - riparare o sigillare i tubi di scarico danneggiati o incrinati o sostituirli se la riparazione non è sufficiente.
- Pulizia di eventuali pozzetti quando necessaria.
- I detriti e i rifiuti si accumulano principalmente vicino alle strutture di ingresso e di uscita dei controlli delle acque piovane e devono essere rimossi durante le normali operazioni di sfalcio. Si consiglia di prestare particolare attenzione ai detriti galleggianti che possono eventualmente intasare l'outlet.

4.2 SPECIE VEGETALI

- La **manutenzione funzionale** è importante per motivi di prestazioni e sicurezza, mentre la **manutenzione estetica** è importante soprattutto per l'accettazione pubblica delle strutture e perché può anche ridurre le attività di manutenzione funzionale necessarie. Sono necessarie entrambe le forme di manutenzione, ed entrambe devono essere combinate in un programma di manutenzione generale del sistema.
- La **manutenzione estetica** migliora in primo luogo l'aspetto visivo e l'attrattiva del sistema. Un sistema con un bell'aspetto consentirà alla struttura di diventare più facilmente parte integrante di una comunità. In generale, la manutenzione estetica è più importante nei laghetti e negli impianti di biofiltrazione, sebbene possa essere importante anche per le strutture di infiltrazione con un impianto di vegetazione significativo.
- Per quanto possibile, oltre al manto erboso, la progettazione di strutture per l'infiltrazione dell'acqua piovana dovrebbe incorporare elementi paesaggistici naturali che richiedono pochi sfalci.
- Le aree **a prato** dovrebbe garantire un manto erboso sano e denso. L'erba danneggiata durante il processo di rimozione del sedimento deve essere prontamente sostituita utilizzando la stessa miscela di semi utilizzata al momento dell'impianto. Se possibile, il flusso deve essere deviato dalle aree danneggiate fino a quando l'erba non è stabilmente attecchita.
- Il manto erboso deve essere mantenuto denso e compatto con un'altezza uniforme di almeno 50 mm sopra il livello dell'acqua di progetto. A seconda delle specie presenti dovrà essere pianificato un programma di sfalcio per garantire l'altezza ottimale dell'erba.

- La manutenzione comprende:
 - rimozione **foglie secche** inizio primavera e autunno;
 - eventuale **sostituzione piante** morte o malate.
- In caso di **ingiallimento**, scarsa crescita, scarsa fioritura, radici o steli deboli:
 - testare il terreno per identificare specifiche carenze;
 - consultare un professionista esperto o fare riferimento a risorse naturali per la cura del giardino;
 - non usare fertilizzanti chimici;
 - considerare la scelta di sostituire le piante con specie adatte alle condizioni del terreno.
- Se la vegetazione riduce le **distanze visive** e lo spazio dei marciapiedi:
 - mantenere i marciapiedi e le distanze liberi;
 - scegliere piante a crescita lenta e specie di dimensioni ridotte.
- Se la vegetazione ostruisce gli sbocchi dei flussi (INLET e OUTLET):
 - tenere le prese d'acqua libere dalla vegetazione;
 - spostare la vegetazione se il problema persiste.
- In caso di **erbe infestanti**:
 - rimuovere le erbe a mano, soprattutto in primavera quando il terreno è umido e le erbe sono piccole;
 - diserbare le infestanti dalle radici prima che vadano a seme;
 - applicare paccime o strato ghiaioso dopo aver diserbato.
- Eliminazione degli habitat di riproduzione delle zanzare:
 - qualsiasi pozza d'acqua stagnante può diventare un ambiente di riproduzione delle zanzare;
 - il programma di controllo delle zanzare più efficace è quello che elimina potenziali habitat di riproduzione o, nel caso di stagni o zone umide, garantisce che vengano mantenute condizioni ottimali per la sopravvivenza degli organismi di controllo delle zanzare.

4.3 SUOLO

- **Controllo dell'erosione** ed eventuale aggiunta di substrato. In caso di erosione continua dei margini laterali, minimizzare gli effetti erosivi aggiungendo ghiaia o ciottoli.
- Pulizia di **sedimenti e detriti**.
- Rimozione di sedimenti e fogliame che riducono la **velocità di drenaggio** in superficie (i sedimenti dovrebbero essere ridotti dal filtro posto in entrata, 1.1 Progettazione-Componenti).
- **Per limitare fenomeni di erosione** del terreno da cui passa l'acqua in entrata (INFLOW), grazie a condutture o avvallamenti, mantenere la copertura di ghiaia o ciottoli.
- La rimozione del sedimento nei sistemi di infiltrazione deve includere il monitoraggio della porosità dello strato drenante, la sostituzione o la pulizia dei materiali permeabili se necessario, il ripristino della vegetazione. La rimozione del sedimento per i sistemi di infiltrazione può essere un importante problema operativo e di manutenzione, pertanto va posta particolare attenzione all'accessibilità alle strutture di drenaggio in fase di progettazione.

4.4 ACQUA ACCUMULATA

stagnante per più di 48 ore dopo l'evento meteorico

[IT]

- Controllare la presenza di foglie, detriti o sedimenti che riducono la **capacità di drenaggio**.
- Se necessario, rimuovere foglie, detriti o sedimenti.
- Se questo non risolve il problema, consulta un professionista per valutare quanto segue:
 - controllare eventuali altre infiltrazioni di acqua (ad esempio, acque sotterranee);
 - verificare che l'infiltration basin sia dimensionato in modo appropriato.
- Verificare il corretto funzionamento dell'OVERFLOW.
- Determinare se il suolo è ostruito da sedimenti o se il terreno è compattato.

TESTI CONSULTATI

- Clar, M.L., Barfield, B.J., O'Connor, T.P., 2004. Stormwater Best Management Practice Design Guide.
- Hinman, C., 2013. Rain Garden Handbook for Western Washington. A Guide for Design, Installation, and Maintenance.
- Minnesota Stormwater Steering Committee, 2005. The Minnesota Stormwater Manual.
- VirginiaTech, 2013. BMP DesignManual.
- Woods Ballard, B., Wilson, S., Illman, S., Scott, T., Ashley, R., Kellagher, R., 2015. The SuDS Manual.

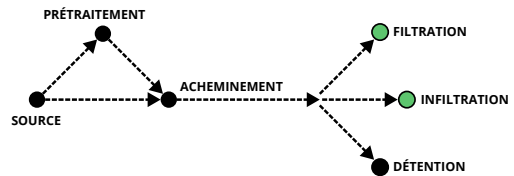
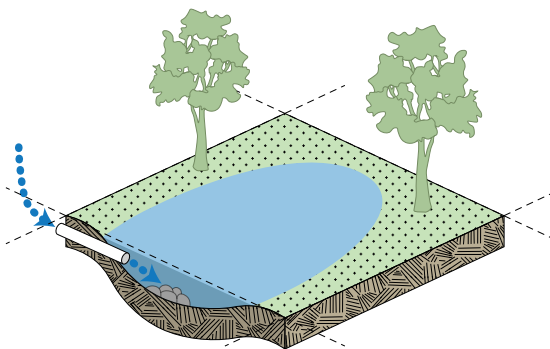
3.3 INFILTRATION BASIN

Katia Perini

[FR]

Dépression du sol qui retient le ruissellement et permet le dépôt et la filtration des polluants avant leur infiltration dans le sol.

- Adaptable à l'environnement urbain dans des zones peu denses et peu fréquentées par les piétons;
- multifonction;
- versatilité en termes de forme et de dimensions;
- valeur esthétique;
- traitement qualitatif de l'eau;
- interception et évapotranspiration;
- réduction du flux de pic;
- réduction du volume d'écoulement;
- recharge de la nappe phréatique;
- nécessité d'entretien en raison de la présence de végétation et du risqué d'obstruction des puits et des conduites.



Performances du système pour la gestion durable des eaux pluviales

1. PLANIFICATION

1.1 SITE

- Sélection de la zone la plus appropriée pour la mise en œuvre du bassin d'infiltration en tenant compte de: la présence de surfaces avec des pentes inférieures à 15% (Clar et al., 2004) et avec 6 m de distance par rapport à des bâtiments en amont et 30 m en aval (VirginiaTech, 2013), le niveau haut saisonnier de la nappe (seasonal high water table - SHWT) à plus de 1 m sous la surface; de plus, la présence d'égouts, les pentes des zones de collecte adjacentes (par ex. routes, parkings), le raccordement à d'autres systèmes /composantes etc. doivent également être vérifiés.
- Analyse des surfaces de **collecte des eaux pluviales et/ou des connexions possibles avec d'autres systèmes/composantes de contrôle**, pour déterminer l'INFLOW du système. La surface de collecte peut être constituée de routes ou de parkings, lorsque la pente le permet, ou de toitures de bâtiments environnants. L'eau de pluie peut également être acheminée à travers des swales ou des filter strips (bandes filtrantes)

ou prétraitée (par exemple à travers des sédiment basins, bassins sédimentaires). Habituellement, la zone de collecte ne dépasse pas 0,2 km² (VirginiaTech, 2013) et est supérieure à 0,02 km² (Minnesota Stormwater Steering Committee, 2005).

- Evaluation du rôle écologique du site à l'intérieur du réseau écologique.

1.2 ENVIRONNEMENT

- **Données climatiques** requises pour le dimensionnement du système (2.3. Conception-Dimensionnement). Il est conseillé de rechercher des données sur les températures maximales et minimales (10-20 dernières années) et les précipitations moyennes, maximales quotidiennes et cumulatives saisonnières (30-50 ans) en consultant les banques de données régionales.
Pour dimensionner un infiltration basin, il est conseillé de collecter des données de précipitations en considérant des temps de retour de 10 à 100 ans (paramètre exprimant le nombre moyen d'observations nécessaires pour qu'un événement donné se produise, par exemple, un événement avec un temps de retour de «100 ans» a une probabilité de 1% (= 1/100) de survenir dans une année donnée).
- **Analyse de l'ombrage** de la zone sélectionnée pour l'implantation d'infiltration basins (1.1. Site). Les ombres générées par les bâtiments ou autres éléments doivent être prises en compte pour le choix des espèces végétales, et en particulier lorsqu'on envisage d'utiliser des arbres et arbustes (3. Espèces végétales), par exemple, grâce à une étude simplifiée avec modèle tridimensionnel pour: 21 décembre, 21 mars, 21 juin à midi.
- Autres conditions contextuelles (à prendre en compte pour 2. Espèces végétales), par exemple l'exposition à la salinité, les émissions provenant des installations techniques, la pollution dues aux poussières, etc.

1.3 SOL

- Le sol doit être perméable pour permettre au système de remplir sa fonction (infiltrer l'eau de pluie) et ne pas contenir plus de 30% d'argile. Mais les sols trop perméables (par ex. sableux) sont peu adaptés (VirginiaTech, 2013).
- L'analyse de **perméabilité** du terrain peut être effectuée par un expert en géotechnique. La présence d'argile peut être déterminée empiriquement en prenant du sol, en l'humidifiant et en essayant d'en faire d'abord une sphère puis en l'écrasant: plus le sol est collant et argileux, moins il est drainant. La perméabilité peut être testée à l'aide d'un outil appelé infiltromètre ou d'un simple test sur le terrain (Hinman et al., 2013), qui consiste à creuser un trou de 30 cm de large sur 60 cm de profondeur. Le trou est rempli d'eau et la vitesse d'infiltration est mesurée à l'aide d'une règle. Exemple: si on verse 150 mm d'eau si le trou se vide en 12 heures, la vitesse d'infiltration sera de 12,5 mm/heure. Pour vérifier l'absence de couches imperméables même en profondeur, il est conseillé d'effectuer un contrôle à 1,5 mètre sous la surface.
- La performance des infiltration basins dépend de la capacité d'infiltration du sol et de la hauteur de la nappe souterraine.

2. CONCEPTION

2.1 COMPOSANTS

- **Espèces végétales** (3. Espèces végétales).
- **Substrat** pour la plantation et terrain du site non compacté, positionné après la dépression créée pour le stockage temporaire de l'eau (2.3 Dimensionnement). L'épaisseur du substrat pour la plantation doit être déterminée en fonction des espèces végétales choisies (3. Espèces végétales; environ 15 cm pour l'aménagement d'un gazon). Un **mélange typique du substrat incorporant des amendements** (en quantité variable de 20 à 50 % du volume total) pour améliorer la perméabilité comprend:
 - 30% du volume du compost
 - 70% du volume de sable avec seulement 5% de mélange argile / chaux
- Le mélange de substrat doit avoir un indicateur de pH de 6,0 à 6,5 (Clar et al., 2004).
- Le sol doit être exempt de pierres, souches, racines ou autres matériaux ligneux d'un diamètre supérieur à 2,5 cm et de graines de mauvaises herbes. Il est très important de minimiser le compactage du sol.
- Les eaux de ruissellement doivent être substantiellement nettoyées avant d'entrer dans l'infiltration basin. Un prétraitement en amont est nécessaire pour éliminer les sédiments afin de réduire le risque de colmatage et la défaillance du système qui en résulte (4.1 Entretien - Éléments pour l'acheminement), en faisant passer l'eau à travers des swales, sediment basins (bassins sédimentaires) ou filter strips (bandes filtrantes). Lorsque cela n'est pas possible, un puits de sédimentation peut être inséré. De plus, le prétraitement réduit le risque de pollution des eaux souterraines dérivant de l'acheminement des eaux de ruissellement polluées (Woods Ballard et al., 2015).
- **INFLOW**: pour traiter, à des fins qualitatives, des quantités importantes d'eau et réduire le ruissellement, l'eau de pluie recueillie sur les surfaces adjacentes est acheminée dans l'infiltration basin par des canalisations ou des conduits ouverts équipés d'un régulateur de débit. La régulation du débit est essentielle pour réduire le risque d'instabilité du sol et des pentes. Le débit peut également être contrôlé par le système de prétraitement ou par la mise en place d'un bassin de dissipation. Les conduites et les puits doivent pouvoir être inspectés et facilement accessibles pour l'entretien (4.1 Entretien - Éléments pour l'acheminement).
- Placer un **matériau inerte** sous l'INLET peut réduire le risque d'érosion et diminuer la vitesse d'écoulement.
- **OVERFLOW**: afin de ne pas dépasser les niveaux d'eau maximaux, il est recommandé de prévoir un trop-plein raccordé au réseau d'évacuation. Les conduites et les puits doivent pouvoir être inspectés et facilement accessibles pour l'entretien (4.1 Entretien - Éléments pour l'acheminement). Le trop-plein (OVERFLOW) peut ne pas être nécessaire mais il garantit l'évacuation de l'excès d'eau pour éviter la stagnation et dans la perspective du phénomène pluvieux suivant.

2.2 COLLECTE DES EAUX MÉTÉORIQUES

- Calcul de **la surface des zones de collecte des eaux pluviales**, généralement constituées de routes et de parkings.
- Calcul du **volume d'eau** à infiltrer provenant d'autres infrastructures vertes/éléments de contrôle, p. ex. swales, sediment basin (rigoles, bassins sédimentaires), filter strips (bandes filtrantes).

- **Conception de l'INFLOW** de l'eau de pluie, provenant des surfaces de collecte ou d'autres infrastructures vertes/éléments de contrôle, en exploitant les pentes du site et en acheminant l'eau par des canalisations ouvertes ou recouvertes par des grilles ou des conduites (2.1. Composantes).

[FR]

2.3 DIMENSIONNEMENT

- Dimensionnement de l'infiltration bassin en tenant compte: des précipitations, avec un temps de retour de 2, 10, 30 ou 100 ans, des surfaces de collecte (perméabilité et surface) et/ou du raccordement éventuel à d'autres systèmes/composants (par ex. swales) et du taux d'infiltration dans le sol (1.1. Planification - sol).
- Les infiltration bassins sont conçus pour **drainer l'eau** en 24-48 heures, avec la possibilité d'insérer un overflow (trop-plein) en cas d'événements météorologiques intenses.
- Une distance de 1 mètre doit être maintenue entre le fond du système et le **niveau de la nappe phréatique**.
- Le **fond** du bassin doit être plat pour assurer un stockage et une infiltration uniformes.
- Les **pentés latérales** doivent avoir une inclinaison inférieure à 20% pour permettre la stabilisation et l'entretien de la végétation et pour éviter le risque de chute à l'intérieur (VirginiaTech, 2013).
- La conception doit d'abord tenir compte des temps de retour des phénomènes que le bassin doit traiter: 100 ans, 30 ans, 10 ans (1.2. Planification - Environnement). En fonction des caractéristiques du site d'intervention (zones plus ou moins denses) et des données pluviométriques, il est possible de dimensionner le système de manière à ce que l'eau atteigne son niveau maximal avec un temps de retour de 100 ans. Si le système est dimensionné pour des temps de retour allant jusqu'à 30 ans, le vidage de la moitié de son volume devrait être effectué en moins de 24 heures afin de garantir son fonctionnement en cas de succession immédiate d'événements. Pour des temps de retour plus longs, le temps de vidage peut être plus long mais l'utilisation d'un trop-plein est toujours utile si l'on estime le risque résultant du débordement.
- **La différence de hauteur entre INLET et OUTLET** adaptée à l'environnement urbain se situe entre 0,3 et 1 m (Clar et al., 2004). Des profondeurs plus importantes sont également possibles (Minnesota Stormwater Steering Committee, 2005), en évaluant leurs implications fonctionnelles.
- La **profondeur du système** (depth d) est calculée en tenant compte du taux d'infiltration et du temps maximum d'inondation, selon la formule: $d = fT_p$, où f=vitesse d'infiltration [cm/heure] (1.3. Planification - Sol) et T_p = temps maximal de stagnation de l'eau [heures] (Clar et al., 2004).
- Le **volume du système** est dimensionné en tenant compte des précipitations qui tombent sur les surfaces de collecte et sur le bassin lui-même. Lorsque l'eau est transportée par d'autres systèmes/composants (p. ex. swale), il est nécessaire d'ajouter le volume d'eau qui en provient. Le calcul géométrique du volume ($V = [(Surface du bassin supérieur + Surface du bassin inférieur) * d Profondeur du bassin] * 2-1$).

3. ESPÈCES VÉGÉTALES

3.1 ASPECTS GÉNÉRAUX POUR LA SÉLECTION

- La sélection de la végétation utilisée pour les infrastructures vertes est basée sur **l'adéquation des espèces en fonction des conditions du site et des exigences du programme** (ses besoins botaniques spécifiques, son rôle dans le site et dans des en-

sembles végétaux plus larges). Une sélection adéquate doit tenir compte du climat local, des conditions du sol et des conditions hydriques (1. Planification), ainsi que des interactions potentielles entre les espèces et des besoins d'entretien futurs (4. Entretien).

- Étant donné que des plantes prospères et saines jouent un **rôle clé dans le maintien de la fonctionnalité** mais aussi des caractéristiques esthétiques du système, le succès de ces dispositifs dépend également du choix approprié des espèces.
- Avant que le système ne soit mis en service, il est important que la **couverture végétale** soit dense et vigoureuse.
- Dans le bassin, les substances polluantes sont éliminées grâce à **l'action filtrante** du gazon, par dépôt ou infiltration dans le sous-sol. Par conséquent, la végétation joue un rôle important en ralentissant le flux et en augmentant la capacité de rétention, de filtration et d'absorption des polluants.
- Le **bord du bassin peut être planté d'arbres et d'arbustes**, tandis que le fond peut être simplement engazonné. L'herbe est le choix le plus efficace, mais un soin particulier est recommandé dans le choix d'espèces herbacées denses pour une couverture végétale optimale.
- Le **gazon faible entretien** peut être réalisé à partir d'espèces caractérisées par une bonne rusticité (jusqu'à -10°C environ) et résistantes au piétinement, à la sécheresse et aux inondations.
- Sous nos latitudes, **le moment idéal pour semer est pendant les mois de mai-juin** quand les températures du sol sont idéales pour la germination. Au-delà de 20°C, le taux de germination augmente et atteint son maximum entre 30°C et 35°C, tandis que les semis avec des températures du sol inférieures à 18°C ne sont pas recommandés. Pour la plantation de plantes adultes, la saison d'automne est recommandée. Dans certains cas, ou lorsque l'on plante pendant les saisons chaudes, il peut être nécessaire de prévoir un système d'irrigation de soutien pendant une période maximale de deux ans.

3.2 CARACTÉRISTIQUES BOTANIQUES

Et exigences pédoclimatiques

- Les **caractéristiques des plantes** doivent être évaluées notamment en fonction de l'appareil foliaire, du système racinaire et du cycle de vie, de la floraison. A ces caractéristiques sont liées les exigences de culture, en particulier en ce qui concerne la rusticité, les besoins en eau, l'exposition, le pH du sol, etc.
- L'efficacité de l'élimination des polluants est liée à **la capacité de ralentir l'écoulement**, à la densité de la végétation et à la vigueur du système racinaire des plantes.
- Étant donné que des plantes prospères et saines ont un **rôle fondamental dans le maintien de la fonctionnalité** mais aussi des caractéristiques esthétiques de l'infiltration bassin, le succès de ces dispositifs dépend du **choix approprié des espèces**.
- Il est nécessaire de choisir la **composition optimale de la semence pour le gazon** le mieux adapté au site, en fonction de l'adéquation en termes de tolérance au froid, à la chaleur, à la hauteur de coupe, à la sécheresse et aux coûts d'entretien. Par exemple, des espèces telles que *Dichondra sp* et *Zoysia sp* pourraient être utilisées sur le territoire Maritime.
- **L'utilisation d'arbres et d'arbustes dans l'infiltration bassin doit être envisagée** avec soin. Ils peuvent fournir une stabilité supplémentaire, mais ils peuvent aussi fournir de l'ombre à l'herbe, avec des conséquences néfastes pour le système. De

plus, la chute des feuilles des arbres peut contribuer au développement d'éléments nutritifs indésirables, augmentant ainsi les besoins d'entretien du système. Si des arbres et des arbustes doivent être plantés, les processus de sélection et de plantation doivent être soigneusement planifiés et exécutés avec précaution pour éviter ces problèmes potentiels.

[FR]

3.3 EXIGENCES CLIMATIQUES

- En consultant les bases de données régionales, il est possible de trouver des données relatives aux **températures et aux précipitations** (1.2. Planification - Environnement). Compte tenu du critère d'adaptabilité au climat, le choix le plus raisonnable est d'utiliser des plantes typiques de la région climatique ou des régions climatiques similaires à celle dans laquelle l'infiltration bassin doit être réalisé. Des considérations au cas par cas devraient être prises en compte pour l'utilisation d'espèces indigènes ou non indigènes qui peuvent être adaptées car elles proviennent de zones climatiques similaires.
- **Résistance à la sécheresse et aux inondations.** L'infiltration bassin dans le contexte des régions du territoire maritime (Ligurie, Toscane, Corse, Corse, Sardaigne, Paca) pourrait souffrir de périodes prolongées de sécheresse entrecoupées de périodes saisonnières au cours desquelles des phénomènes pluviométriques exceptionnels pourraient survenir et provoquer des inondations localisées pendant de courtes périodes. Par conséquent, en plus d'envisager les plantes typiques des sols plutôt humides, qui peuvent survivre aux inondations à certaines périodes de l'année, il est nécessaire de prendre aussi en compte des espèces pouvant résister à des périodes d'absence prolongée de précipitations. L'objectif de l'infiltration bassin est en fait d'être totalement durable et indépendant même des systèmes d'irrigation.
- **Position dans l'infiltration bassin** par rapport au niveau d'humidité du sol. Habituellement, l'infiltration bassin a une morphologie caractérisée par une dépression du sol dont les bords ne sont irrigués qu'occasionnellement alors que la partie la plus profonde est caractérisée par une humidité plus élevée et plus durable du sol (2.1. Conception-Composants). Dans ces zones, les conditions sont très similaires à celles que l'on trouve dans les zones humides dans les marges de transition entre les écosystèmes terrestres et les zones humides. Il s'agit toutefois de conditions dynamiques avec des variations plus ou moins marquées au cours de l'année.
- **Disposition par rapport à l'ensoleillement.** D'une manière générale, on s'efforcera de choisir des espèces capables de résister aux conditions de semi-ombrage, en particulier en milieu urbain, où les ombres des immeubles environnants sont d'une importance considérable. Les ombres projetées peuvent être étudiées au moyen d'un modèle tridimensionnel (1.2. Planification - Environnement). L'analyse de l'ombrage de la zone sélectionnée pour l'implantation de l'infiltration bassin doit être prévue au moment de la planification.

3.4 CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES

- Les espèces indigènes ou non indigènes faciles à adapter ont normalement **peu besoin d'entretien**. Les plantes sélectionnées doivent pouvoir résister aux pathologies végétales courantes, sans nécessiter ni taille ni irrigation.
- En général, les espèces herbacées sont plus efficaces et offrent un meilleur **contrôle de l'érosion** que le d'autres types de végétation de couverture du sol. L'utilisation de variétés herbacées à croissance lente et tolérantes aux conditions difficiles du sol

réduira au minimum l'entretien courant (fauchage et fertilisation). La nécessité d'une fertilisation supplémentaire peut être considérablement réduite lorsque la couverture végétale comprend un pourcentage d'espèces fixatrices d'azote telles que les légumineuses. En plus de minimiser les coûts d'entretien, une réduction de l'engrais utilisé réduira également les effets potentiellement nocifs du ruissellement de l'azote et des nitrates dans l'aquifère.

- La diversité biologique comprend la variété et la variabilité entre les organismes vivants et les systèmes écologiques dans lesquels ils vivent. Aider à enrichir la complexité écologique urbaine par l'utilisation de différentes espèces pour former une nouvelle communauté est un facteur positif (avec des bénéfices écologiques), surtout lorsque les effets sur la **biodiversité** peuvent aussi avoir une incidence sur la faune (oiseaux et insectes).

4. ENTRETIEN

4.1 ÉLÉMENTS POUR L'ACHEMINEMENT

- **Nettoyage périodique du canal d'entrée d'eau (INLET):**
 - nettoyer la conduite pour éliminer sédiments et résidus afin d'éviter la stagnation de l'eau résiduelle;
 - réparation ou rétablissement de l'étanchéité des tuyaux d'évacuation endommagés ou fissurés ou les remplacer si la réparation n'est pas suffisante.
- **Nettoyage périodique du canal de sortie d'eau (OUTLET):**
 - nettoyer la conduite pour éliminer sédiments et résidus afin d'éviter la stagnation de l'eau résiduelle;
 - réparation ou rétablissement de l'étanchéité des tuyaux d'évacuation endommagés ou fissurés ou les remplacer si la réparation n'est pas suffisante.
- Nettoyage de tous les puits au besoin.
- Les débris et les déchets s'accumulent principalement près des installations d'entrée et de sortie de l'eau de pluie et doivent être éliminés pendant les opérations normales de fauche. Une attention particulière doit être portée aux débris flottants qui peuvent obstruer la sortie.

4.2 ESPÈCES VÉGÉTALES

- **L'entretien fonctionnel** est important pour des raisons de performance et de sécurité, tandis que **l'entretien esthétique** est particulièrement important pour l'acceptation des installations par le public et parce qu'il peut également réduire les activités d'entretien fonctionnel nécessaires. Les deux formes d'entretien sont nécessaires et doivent être combinées dans un programme général d'entretien du système.
- **L'entretien esthétique** améliore avant tout l'aspect visuel et l'attractivité du système. Un système avec un aspect agréable permettra à la structure de devenir plus facilement partie intégrante d'une collectivité. En général, l'entretien esthétique est plus important dans les étangs et les installations de biofiltration, bien qu'il puisse également être important pour les structures d'infiltration caractérisées par une végétation importante.
- Dans la mesure du possible, en plus du gazon, la conception des structures d'infiltration des eaux pluviales doit intégrer des éléments paysagers naturels ne nécessitant pas d'être souvent fauchés.
- Les **pelouses** doivent assurer un gazon sain et dense. L'herbe endommagée au cours du processus d'enlèvement des sédiments doit être rapidement remplacée en utili-

sant le même mélange de semences que celui utilisé au moment de la mise en œuvre. Si possible, le flux doit être dévié des zones endommagées jusqu'à ce que l'herbe soit bien enracinée.

- Le gazon doit rester dense et compact avec une hauteur uniforme d'au moins 50 mm au-dessus du niveau d'eau prévu. En fonction de l'espèce présente, un programme de tonte doit être planifié pour assurer la hauteur optimale de l'herbe.
- L'entretien comprend:
 - élimination des **feuilles sèches** au début du printemps et en automne;
 - **remplacement possible des plantes** mortes ou malade.
- En cas de **jaunissement**, de mauvaise croissance, de mauvaise floraison, de racines ou de tiges faibles:
 - analyser le sol pour identifier les carences spécifiques;
 - consulter un professionnel spécialisé ou se référer aux ressources naturelles pour l'entretien du jardin;
 - ne pas utiliser d'engrais chimiques;
 - envisager de remplacer les plantes par des espèces qui conviennent aux conditions du sol.
- Si la végétation réduit les **distances visuelles** et l'espace sur les trottoirs:
 - maintenir les trottoirs et les distances dégagés;
 - choisir des plantes à croissance lente et des espèces de dimensions réduites.
- Si la végétation bloque les sorties d'écoulement (INLET et OUTLET):
 - maintenir les prises d'eau libres de toute végétation;
 - déplacer la végétation si le problème persiste.
- En cas de **mauvaises herbes**:
 - enlever les mauvaises herbes à la main, surtout au printemps lorsque le sol est humide et que les herbes sont petites;
 - arracher les mauvaises herbes à partir des racines avant qu'elles ne montent en graines;
 - couvrir de paillis ou d'une couche de gravier après le désherbage.
- Élimination des habitats de reproduction des moustiques:
 - toute flaque d'eau stagnante peut devenir un milieu de reproduction pour les moustiques;
 - le programme de démoustication le plus efficace est celui qui élimine les habitats potentiels de reproduction ou, dans le cas des étangs ou des milieux humides, qui assure le maintien de conditions optimales pour la survie des organismes de démoustication.

4.3 SOL

- **Contrôle de l'érosion** et ajout éventuel de substrat. En cas d'érosion continue des bords latéraux, minimiser les effets érosifs en ajoutant du gravier ou des cailloux.
- Nettoyage pour éliminer **sédiments et des détrit**us.
- Enlèvement des sédiments et du feuillage qui réduisent la **vitesse de drainage** superficiel (les sédiments devraient être réduits par le filtre d'entrée, 1.1 Conception-Composants).
- **Pour limiter les phénomènes d'érosion** du sol sur le passage de l'eau d'entrée (IN-FLOW), maintenir la couche de gravier ou de galets à l'aide de canalisations ou de dépressions.

- L'enlèvement des sédiments dans les systèmes d'infiltration doit comprendre la surveillance de la porosité de la couche de drainage, le remplacement ou le nettoyage des matériaux perméables au besoin et la restauration de la végétation. L'enlèvement des sédiments pour les systèmes d'infiltration peut constituer un problème majeur d'exploitation et d'entretien; il convient donc d'être extrêmement attentif à l'accessibilité des ouvrages de drainage dès la conception.

4.4 EAU ACCUMULÉE stagnante pendant plus de 48 heures après le phénomène météorique

- Contrôler la présence de feuilles, de débris ou de sédiments qui réduisent la **capacité de drainage**.
- Si nécessaire, enlever les feuilles, les détritiques ou les sédiments.
- Si cela ne résout pas le problème, consulter un professionnel pour évaluer ce qui suit:
 - vérifier s'il y a d'autres infiltrations d'eau (p. ex. eau souterraine);
 - vérifier que l'infiltration bassin a des dimensions adéquates.
- Vérifier le bon fonctionnement de l'OVERFLOW.
- Déterminer si le sol est obstrué par les sédiments ou s'il est compacté.

TEXTES CONSULTÉS

- Clar, M.L., Barfield, B.J., O'Connor, T.P., 2004. Stormwater Best Management Practice Design Guide.
- Hinman, C., 2013. Rain Garden Handbook for Western Washington. A Guide for Design, Installation, and Maintenance.
- Minnesota Stormwater Steering Committee, 2005. The Minnesota Stormwater Manual.
- VirginiaTech, 2013. BMP DesignManual.
- Woods Ballard, B., Wilson, S., Illman, S., Scott, T., Ashley, R., Kellagher, R., 2015. The SuDS Manual.

Il progetto PROTERINA-3Évolution è cofinanziato da Interreg Italia-Francia Marittimo 2014-2020, l'obiettivo generale del progetto è rafforzare la capacità di risposta del territorio al rischio alluvioni attraverso la "costruzione" della consapevolezza delle istituzioni e delle comunità.

Le projet PROTERINA-3Évolution est cofinancé par le Interreg Italie- France Maritime 2014-2020, l'objectif global du projet est de renforcer a capacité de réponse du territoire face au risque d'inondation au travers du développement et du renforcement de la conscience du risque au sein des institutionset des communautés concernées.

Partenariato / Partenariat

Fondazione CIMA, Regione Liguria, Città Metropolitana Genova, Office Environnement Corse, Mairie d' Ajaccio, Service Départemental d' Incendie et de Secours de la Haute-Corse, Région Provence-Alpes- Côte d'Azur, Département du Var, Ville de Nice, Regione Autonoma della Sardegna, Regione Toscana, Consorzio LaMMA, Associazione Nazionale Comuni Italiani Toscana, Autorità di Bacino Settentrionale