

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Scuola di Agraria e Medicina veterinaria

Dipartimento Territorio e sistemi agro-forestali

Corso di laurea in Riassetto del Territorio e Tutela del Paesaggio
Curr. Paesaggio, Parchi e Giardini

Tesi di laurea

INSERIMENTO DI INFRASTRUTTURE BLU-VERDI IN UN GIARDINO
PRIVATO: UN ESEMPIO DI PROGETTO

Docente di riferimento:
Prof. Lucia Bortolini

Candidato
Cristiano Baccega

Matricola N. 2008576

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

Indice

RIASSUNTO.....	3
ABSTRACT.....	4
1 INTRODUZIONE.....	5
1.1 Scopo della tesi.....	7
2 PROGETTO DI UN RAIN GARDEN IN AMBITO PRIVATO.....	8
2.1 Inquadramento territoriale e climatico dell'area.....	8
2.2 Problematiche relative alla gestione dei deflussi.....	11
2.3 Descrizione del progetto.....	13
2.4 Il progetto del Rain garden.....	14
SEZIONI RAIN GARDEN.....	23
BIBLIOGRAFIA.....	24

Riassunto

La crescita di infrastrutture urbane con superfici impermeabili ha causato una perdita di spazi verdi e permeabili nel contesto urbano. Queste superfici sigillano completamente il suolo bloccando l'infiltrazione dell'acqua di pioggia originando problemi di drenaggio urbano con un conseguente sovraccarico della rete fognaria. La scorretta gestione delle precipitazioni genera frequenti allagamenti nei centri urbani, portando a significativi danni economici e sociali. Per contrastare queste problematiche, sono state proposte nuove soluzioni progettuali, tra le quali si stanno diffondendo i *rain garden* o giardini pluviali. Il rain garden è un sistema di drenaggio urbano sostenibile per gestire le acque meteoriche in situ. Esso si fonda sull'utilizzo di soluzioni naturali conosciute come NBS (Natural Based Solutions) che simulano i processi naturali per intercettare, accumulare e rilasciare lentamente l'acqua all'interno del terreno. Consentono di gestire il deflusso aumentando allo stesso tempo la biodiversità urbana di cui possono beneficiare sia le persone che l'ambiente.

La tesi propone l'inserimento di un rain garden all'interno di un giardino privato, sito nel Comune di Grigno (TN). Sono descritte le problematiche del luogo ed illustrato il progetto di tutto il giardino in cui è inserito. Si presenta poi nel dettaglio il progetto del giardino pluviale, descrivendo la tecnica di costruzione e le specie utilizzate.

Abstract

The growth of urban infrastructure with impermeable surfaces has caused a loss of green and permeable spaces in the urban context. These surfaces completely seal off the soil, blocking the infiltration of rainwater, causing urban drainage problems and overloading the sewage system. Improper rainfall management generates frequent flooding in urban centres, leading to significant economic and social damage. To counter these problems, new design solutions have been proposed including rain gardens. The rain garden is a sustainable urban drainage system to manage stormwater in situ. It is based on the use of natural solutions NBS that simulate natural processes to intercept, store and slowly release water into the soil. They allow runoff to be managed while increasing urban biodiversity that benefits both people and the environment.

The thesis proposes the insertion of a rain garden within a private garden, located in the municipality of Grigno (TN). The problems of the site are described and the design of the entire garden in which it is inserted is illustrated. The rain garden project is then presented in detail, describing the construction technique and the species used.

1. Introduzione

La crescita di infrastrutture urbane composte da superfici impermeabili, come strade, edifici e tetti, ha causato una perdita di spazi verdi e permeabili nel contesto urbano. Queste superfici sigillano completamente il suolo bloccando l'infiltrazione dell'acqua di scorrimento superficiale. Oltre a causare diminuzione della biodiversità, la perdita di spazi verdi ha originato problemi di drenaggio urbano causato da un aumento della intensità piovosa in grado di generare grandi e frequenti allagamenti nelle città, portando a significativi danni economici e vittime. La scorretta gestione delle acque meteorologiche genera picchi di velocità del flusso d'acqua non gestibili dalla rete fognaria delle città. Inoltre, man mano che lo scorrimento superficiale aumenta l'acqua raccoglie dalle strade e trasporta più inquinanti che vanno ad influire sulla qualità dell'acqua.

In alternativa all'approccio convenzionale di raccolta delle acque piovane si sta diffondendo una nuova modalità di drenaggio urbano sostenibile (noto in Europa con il nome di Suds o Sustainable Drainage Systems). Esso si basa su l'utilizzo di NBS (Nature-Based solutions) o Soluzioni Naturali, che hanno lo scopo di simulare i processi naturali in modo da favorire il miglioramento della qualità dell'acqua e ridurre il rischio di allagamenti. È un approccio integrato che comprende più soluzioni a seconda delle caratteristiche del sito e degli obiettivi da raggiungere. Le NBS sono infrastrutture verdi in grado di intercettare, accumulare e rilasciare lentamente l'acqua all'interno del terreno, riducendo così il carico in arrivo alla rete fognaria.

Tra le principali NBS proposte per una gestione sostenibile dei deflussi di pioggia, anche chiamate infrastrutture blu-verdi, troviamo:

- Bacini di bioritenzione (Bioretention): sono depressioni vegetate che consentono la gestione e il miglioramento della qualità di deflussi d'acqua. Esse raccolgono il deflusso, favoriscono la filtrazione per il miglioramento della qualità e la percolazione in profondità verso la falda;
- Bacini di detenzione (Detention basis): sono grandi depressioni che hanno lo scopo di immagazzinare l'acqua per un periodo limitato di tempo. Vengono spesso chiamati "stagni asciutti" perché la maggior parte del tempo sono asciutti. Possono contenere grandi volumi d'acqua ma sono scarsamente efficaci nel miglioramento della qualità;
- Depressioni inerbite (Swales): sono canali poco profondi e interamente coperti da vegetazione erbacea. La loro funzione è quella di rallentare il ruscellamento e favorire l'infiltrazione;

- Trincee d'infiltrazione (Infiltration trenches): sono strutture simili a fossi di scolo e sono riempiti di materiale inerte. Accumulano acqua durante gli eventi piovosi e fanno sì che penetri lentamente nel terreno;
- Pavimentazione permeabile (Permeable surface): pavimentazioni che contengono spazi vuoti che consentono all'acqua di infiltrarsi nel terreno.
- Contenitori filtranti alberati (Tree box filter): sono strutture al cui interno viene inserito l'albero misciato a substrati filtranti. Vengono utilizzati maggiormente lungo le strade per un miglior controllo del deflusso;
- Tetti verdi (Green roof): strutture stratificate che permettono di impermeabilizzare il tetto, accumulare e filtrare l'acqua piovana che viene restituita all'ambiente principalmente attraverso il processo di evapotraspirazione.

Tecnica SuDS	Picco idraulico	Piccoli volumi di runoff	Grandi volumi di runoff	Qualità delle acque	Arredo urbano	Biodiversità
Raccolta delle acque di pioggia (<i>Rainwater harvesting</i>)		•	•		•	
Tetti verdi (<i>Green Roofs</i>)	○	•		•	•	•
Trincee o bacini di infiltrazione (<i>Infiltration systems</i>)	•	•	•	•	•	•
Fasce filtranti (<i>Filter strips</i>)		•		•	○	○
Dreni filtranti (<i>Filter drains</i>)	•	○		•	○	○
Fossi vegetati (<i>Swales</i>)	•	•	•	•	•	•
Aree di bioritenzione (<i>Bioretention systems</i>)	•	•	•	•	•	•
Box alberati filtranti (<i>Trees</i>)	•	•		•	•	•
Pavimentazioni permeabili (<i>Pervious pavements</i>)	•	•	•	•	○	○
Bacini di detenzione (<i>Detention basins</i>)	•	•		•	•	•
Stagni e zone umide/fitodepurazione (<i>Ponds and wetlands</i>)	•			•	•	•

Soluzioni naturali Suds; effetto atteso per diversi criteri progettuali.
(da Woods-Ballard, 2015)

Tra queste infrastrutture blu-verdi, il Rain Garden è un particolare bacino di bioritenzione con valenza ornamentale le cui caratteristiche lo rendono molto interessante per applicazioni anche in ambiti privati. Inoltre, il cosiddetto giardino pluviale si presenta come una vera e proprio aiuola in grado di aumentare l'aspetto estetico del sito e fornire un habitat per la fauna selvatica aumentando la biodiversità. I Rain gardens permettono quindi di aumentare il valore economico del luogo e migliorano la gestione delle precipitazioni grazie all'immagazzinamento della pioggia che riduce il picco di portata che si svilupperebbe nella rete fognaria. Nel caso in cui ci sia un'alta frequenza di eventi intensi il bacino di bioritenzione può essere dotato di una tubazione di troppopieno in modo da convogliare nello scolo la precipitazione in eccesso. I benefici del Rain garden sono:

- Gestione sostenibile dei deflussi di pioggia;
- Filtraggio degli inquinanti attraverso la fitodepurazione;
- Riduzione delle superfici impermeabili;
- Creazione di un habitat per il mantenimento della biodiversità;
- Miglioramento del paesaggio circostante;
- Aumento del valore degli immobili;
- Ricarica della falda sotterranea.

1.1. Scopo della tesi

Lo scopo di questa tesi è illustrare un esempio di inserimento di un rain garden all'interno di un giardino privato per garantire una migliore regolazione del deflusso superficiale in modo da evitare il sovraccarico della rete fognaria in difficoltà a causa della forte intensità delle piogge abbastanza frequenti nella zona.

2. Progetto di un rain garden in ambito privato

2.1. Inquadramento territoriale e climatico dell'area

L'abitazione oggetto della tesi si trova nel Comune di Grigno, in provincia di Trento. Esso è collocato in Valsugana, una valle del Trentino orientale che si sviluppa partendo da Trento e arriva fino a Bassano del Grappa. La geografia della valle è dominata dallo scorrere del fiume Brenta che attraversa anche il comune di Grigno. Il territorio si estende per 46,39 km² e confina con i comuni di Arsìe (BL), Asiago (VI), Valbrenta (VI), Enego (VI), Ospedaletto (TN), Castello tesino (TN) e Cinte Tesino (TN). Si trova a 260 metri sul livello del mare ed il clima è influenzato dalla presenza di montagne che rendono la valle molto stretta, con temperature rigide, fino a -15°C , in inverno.



Figura 1 – Ortofoto di Grigno (TN).

L'abitazione privata si trova in Frazione Palù, nel comune di Grigno. Il proprietario è anche proprietario di un vivaio per la coltivazione e la vendita di piante ornamentali per giardini. La casa di nuova costruzione confina a Sud con una casa privata ed il vivaio, a Ovest con il vivaio, a Nord con un terreno agricolo e a Est con la strada comunale.

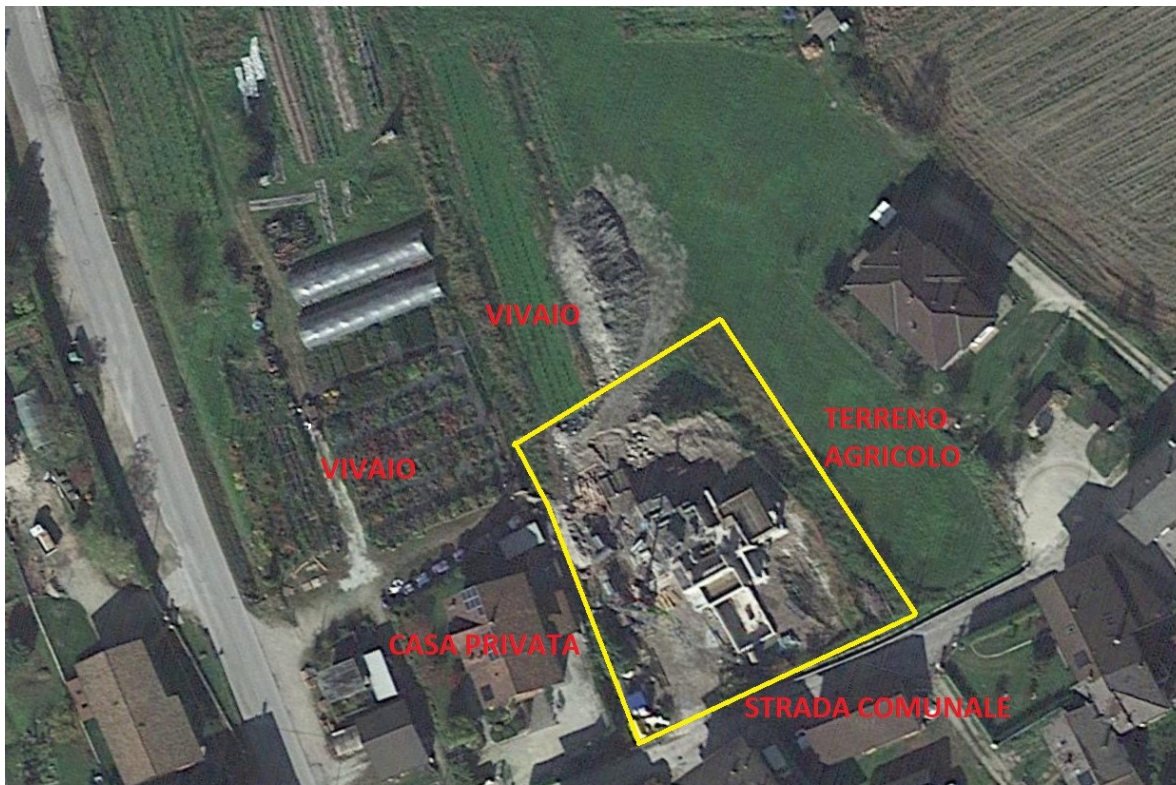


Figura 2 - Foto satellitare abitazione privata

Il territorio comunale è caratterizzato da piogge stagionali intense (Figura 3 e 4).

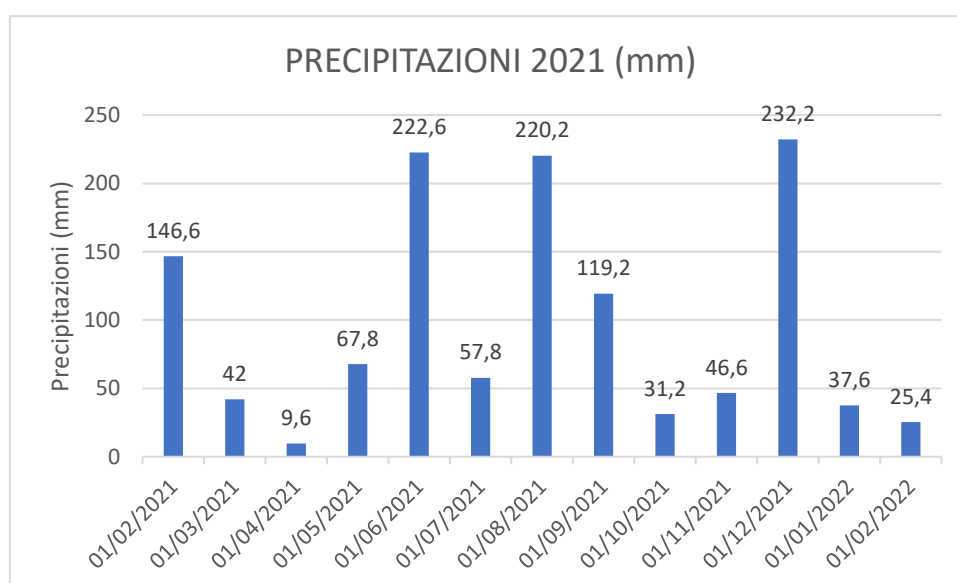


Figura 3 – Precipitazioni Comune di Grigno (TN).

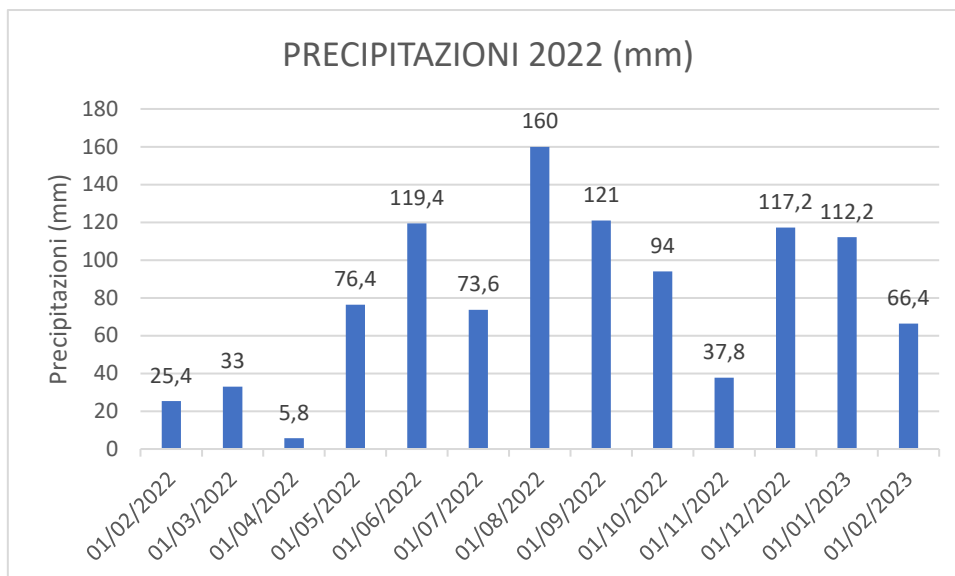


Figura 4 – Precipitazioni Comune di Grigno (TN).

Come si può notare, tralasciando le precipitazioni nevose di dicembre, gennaio e febbraio, nei mesi estivi si hanno molte precipitazioni. Questo periodo è contraddistinto da fenomeni brevi ma intensi che provocano talvolta allagamenti e disagi al centro abitato. L'uso di strutture di bioritenzione sarebbe quindi un'ottima soluzione per evitare che gli alti volumi di pioggia scaricati non confluiscano tutti allo stesso tempo nella rete fognaria andando a sovraccaricarla. Inoltre, la grande quantità di pioggia estiva è poco disponibile per le piante in quanto il deflusso superficiale comprende la maggior parte delle acque meteoriche, le quali vengono allontanate velocemente e non riescono ad infiltrarsi nel terreno aumentandone di conseguenza l'umidità.

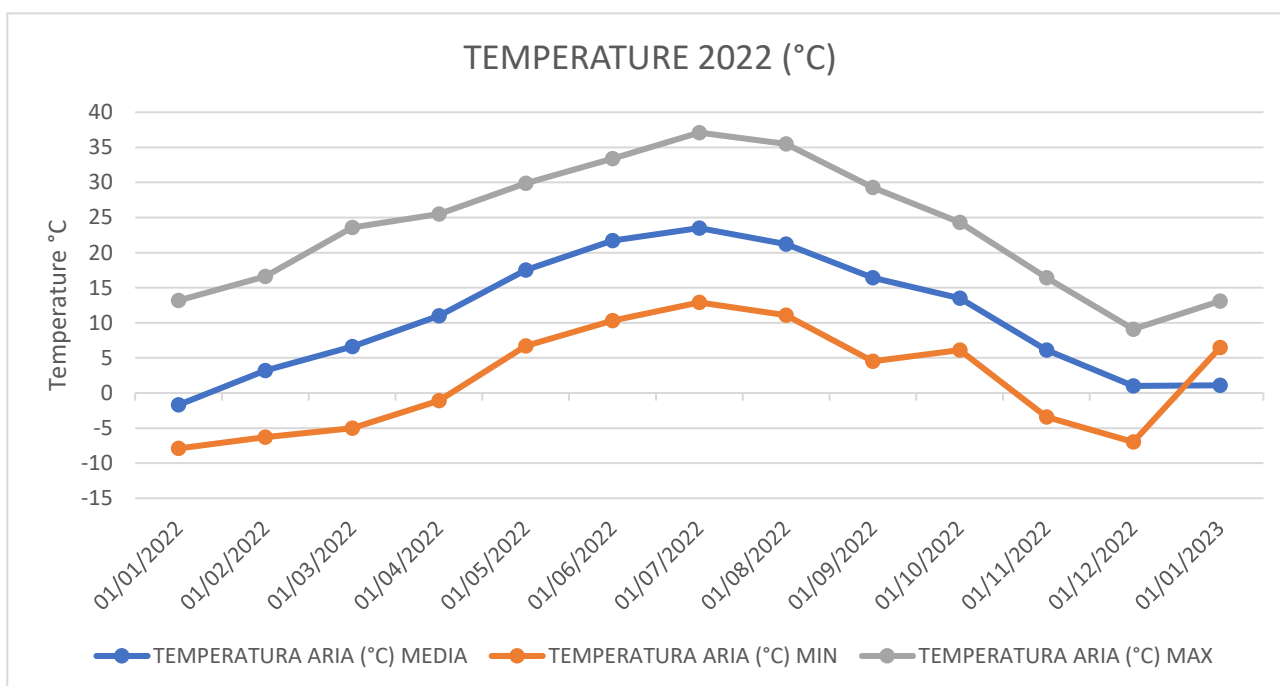


Figura 5 – Temperature Comune di Grigno (TN)

Per quanto riguarda le temperature nel Comune, esse variano da sotto lo zero durante l'inverno, a temperature che arrivano a superare i 30° C in estate. La grande differenza di temperatura tra estate e inverno rende impegnativa la scelta delle piante. Si devono infatti scegliere specie che riescano a adattarsi a condizioni di alte temperature e siccità in estate, a temperature che vanno sotto lo zero in inverno.

2.2. Problematiche relative alla gestione dei deflussi

L'obiettivo del progetto è anche quello di ridurre il rischio di allagamento dell'area grazie all'inserimento di un Rain garden. Infatti, la casa si trova circondata da due canali di scolo dove vengono scaricate le acque di deflusso di tutti i tetti delle abitazioni dell'area. I canali sono aperti ma poi diventano interrati una volta raggiunta la parte principale della frazione.

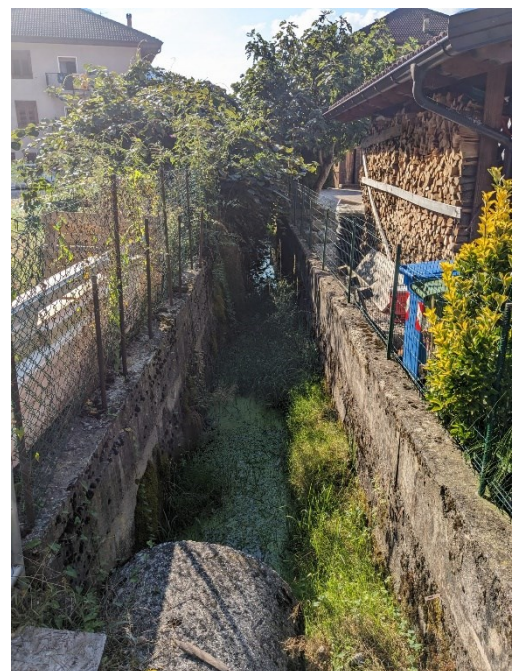


Figura 6 - I due canali di scolo confinanti con la proprietà

Il passaggio da aperto ad interrato è spesso soggetto a rigurgiti causati sicuramente da un sottodimensionamento della tubazione. Inoltre, nei canali di scolo passa anche l'acqua proveniente da una cascata presente al confine della frazione, la quale trascina spesso a valle materiali, come rami e ghiaino, che provocano l'occlusione e il successivo allagamento del caseggiato.

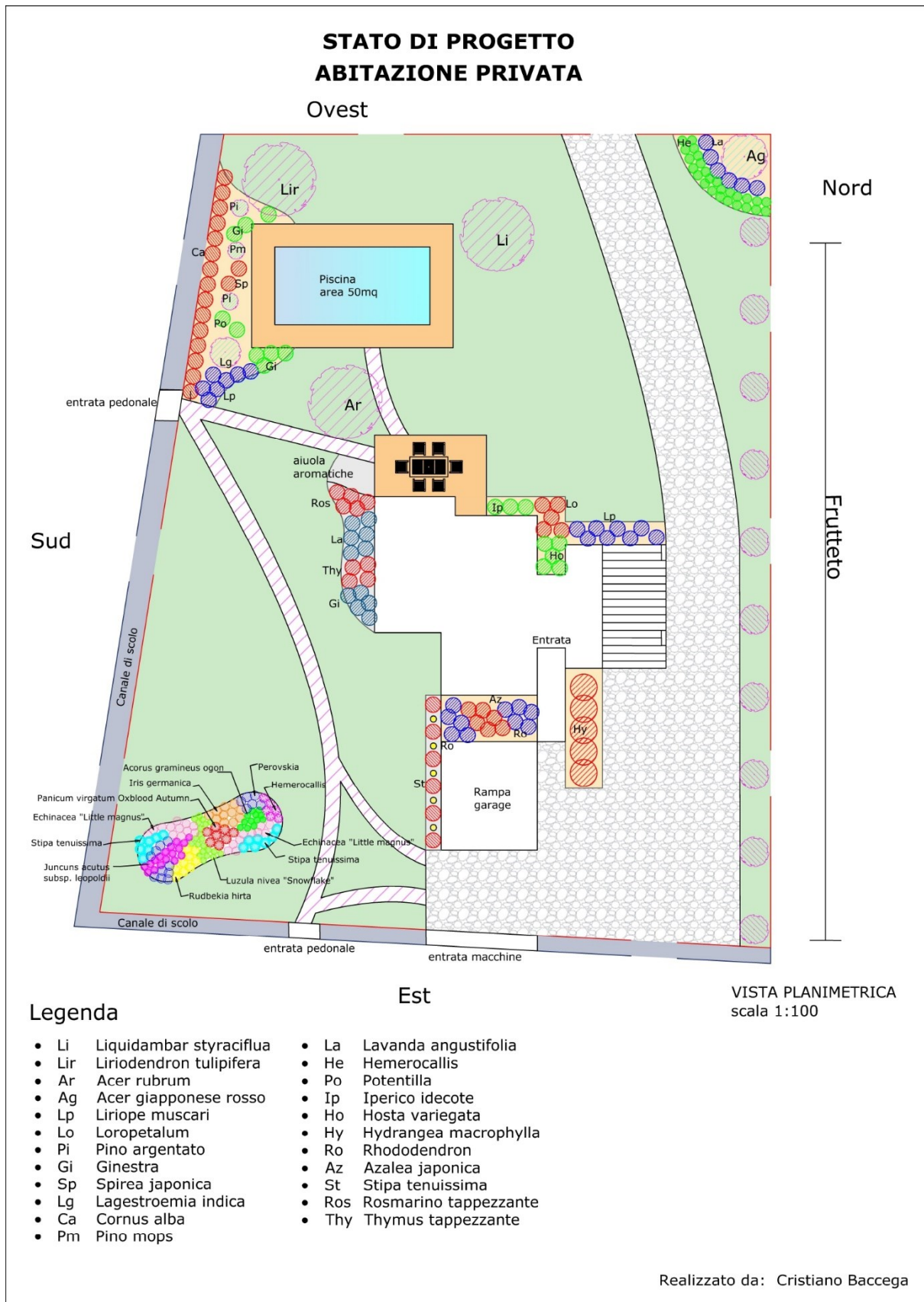
Il Rain garden mira a ridurre la quantità di volume di deflusso che confluisce nei canali di scolo e quindi il rischio di sovraccarico della rete fognaria.

Viste le caratteristiche ornamentali, verrà posizionato all'entrata della casa per abbellire la casa ed essere visibile da tutti, compresi quelli che frequentano il vicino vivaio, così da aumentare la conoscenza di questi nuovi sistemi di drenaggio sostenibile.



Figura 7 – Posizione Rain garden all'interno della proprietà

2.3 Descrizione del progetto



La progettazione si è basata principalmente sul costruire un giardino che abbia affinità con l'attività vivaistica confinante.

Una parte peculiare del giardino è la presenza di una piscina. Si è scelto di mettere a dimora una siepe di *Cornus alba* per nasconderla dall'attività commerciale durante il periodo estivo, che corrisponde al periodo di utilizzo. Dopodiché si è creata un'aiuola per conferire colore e ornamentalità con un mix tra conifere, graminacee e arbusti perenni. Vicino alla piscina sono stati posizionati un *Liriodendron tulipifera* e un *Liquidambar styraciflua* per fornire ombra nelle giornate più calde. Inoltre, è stato posizionato un *Acer rubrum* in prossimità per creare ombra sul patio.

In prossimità del patio verrà creata un'aiuola di aromatiche, che saranno a disposizione per la cucina, con vicino, sul lato esposto al sole, un'aiuola mediterranea composta da rosmarino e timo tappezzante alternati con lavanda e ginestra.

All'entrata della casa sono previste due aiuole con piante che riescono a sopportare condizioni di ombra. In particolare, la presenza di un'aiuola di *Hydrangea macrophylla* permetterà di coprire il muro a sostegno delle scale che portano all'entrata della casa.

Sopra la rampa del garage si è deciso di realizzare un'aiuola di piante acidofile mischiando piante di *Rhododendron* con piante di *Azalea japonica*. Sul lato della rampa esposto a sud si sono messe a dimora piante di *Stipa tenuissima* alternate da faretti a terra che illumineranno le piante e la casa durante le ore notturne.

Sul lato Nord si è creato un frutteto misto per separare la proprietà dal campo agricolo confinante. Il giardino è attraversato da una strada sterrata che permette il raggiungimento con i mezzi automobilistici della parte di vivaio situata ad Ovest. L'aiuola a destra del patio è stata pensata in base alle condizioni di maggiore umidità presenti sul lato della casa, in particolare nella rientranza dove è stata inserita l'*Hosta variegata* la quale non riceve mai luce diretta durante il giorno. Infine si è posizionato il Rain garden in prossimità dell'entrata pedonale ad Est. La sua posizione è data dal fatto che si trova in una depressione naturale del terreno per cui è più facilmente raggiungibile dalle tubature derivanti dai pluviali, è più vicino ai canali di scolo e quindi una più facile gestione delle tubature del troppo pieno ed infine è una vera e propria aiuola che conferisce ornamentalità all'entrata della casa.

2.4 Il progetto del Rain garden

Per poter garantire un funzionamento efficiente del giardino pluviale è necessario seguire alcune linee guida. La posizione deve essere individuata in un luogo dove la costruzione non arrechi danno

ad eventuali radici di alberi vicini e preferibilmente in una zona già depressa. Inoltre, deve venir posizionato ad almeno 3 metri dagli edifici in modo da non causare danni alle fondamenta.

Nel caso specifico il Rain garden si trova a più di 10 metri dalla casa e raccoglie l'acqua proveniente da una falda del tetto e dalla terrazza che corrispondono all'area drenante con un valore di 180 m². Data la breve ma intensa durata delle precipitazioni, si è deciso di costruire il giardino pluviale con una profondità di 30 cm in modo da poter immagazzinare e filtrare il più alto volume possibile delle acque meteoriche. Uno dei metodi di dimensionamento prevede di calcolare l'area del rain garden moltiplicando l'area drenante per un coefficiente che considera il tipo di suolo, la profondità della depressione e la distanza dai pluviali.

Coefficienti di calcolo della superficie del rain garden

COEFFICIENTE	MENO DI 10 m DAI PLUVIALI			PIU' DI 10 m DAI PLUVIALI
	Profondo 8-13 cm	Profondo 15-18 cm	Profondo > 20 cm	
Tipo di suolo				Per tutte le profondità
Sciolto	0,19	0,15	0,08	0,03
Franco	0,34	0,25	0,16	0,06
Argilloso	0,43	0,32	0,20	0,10

Il Rain garden verrà costruito su un terreno fortemente argilloso e, date le elevate precipitazioni della zona, si è scelto un coefficiente più alto di 0,10 in modo da poter creare un bacino di bioritenzione in grado di trattenere alti volumi d'acqua e allo stesso tempo permettere una infiltrazione lenta ma costante delle acque piovane.

AREA RAIN GARDEN: $180 \text{ m}^2 * 0,15 = \underline{27 \text{ m}^2}$

Data la natura argillosa del terreno si preferirà effettuare uno scavo di una buca profonda 150 cm riempita poi con un substrato di coltivazione abbastanza sciolto. Lo scopo di uno scavo così profondo è quello di migliorare la capacità di ritenzione dell'acqua, mentre l'infiltrazione viene migliorata con un substrato costituito da una miscela di suolo che comprende un 20% di terreno derivante dallo scavo, 50% di sabbia e 30% di compost vegetale per fornire elementi nutritivi alle piante e migliorare la struttura del suolo.

Attorno al perimetro del Rain garden si prevede di costruire una berma, che ha lo scopo di impedire l'entrata di sedimenti dalle zone adiacenti ed evitare la fuoriuscita dell'acqua immagazzinata. Per una migliore gestione di quest'ultima sarà aggiunto un troppo pieno, utile nel caso di intense precipitazioni prolungate nel tempo, che permetterà di scaricare i deflussi in eccesso all'interno della rete fognaria.

Per limitare le perdite per evaporazione e contrastare lo sviluppo di flora infestante sarà steso un telo pacciamante che non sarà più necessario una volta cresciute le piante. Il rain garden, infatti, è stato progettato inserendo specie con un'ampia copertura che riusciranno a contrastare la crescita delle specie non desiderate. Sarà comunque sempre necessario, soprattutto per il primo anno finché le piante non avranno raggiunto la maturità d'impianto, effettuare una periodica manutenzione che comprende anche l'estirpazione delle infestanti.

La selezione delle piante è avvenuta scegliendo specie resistenti alle condizioni climatiche locali e adatte alle particolari condizioni del giardino pluviale. Le piante devono essere resistenti a condizioni di siccità e a brevi periodi di sommersione durante eventi piovosi. In particolare, si possono distinguere tre zone:

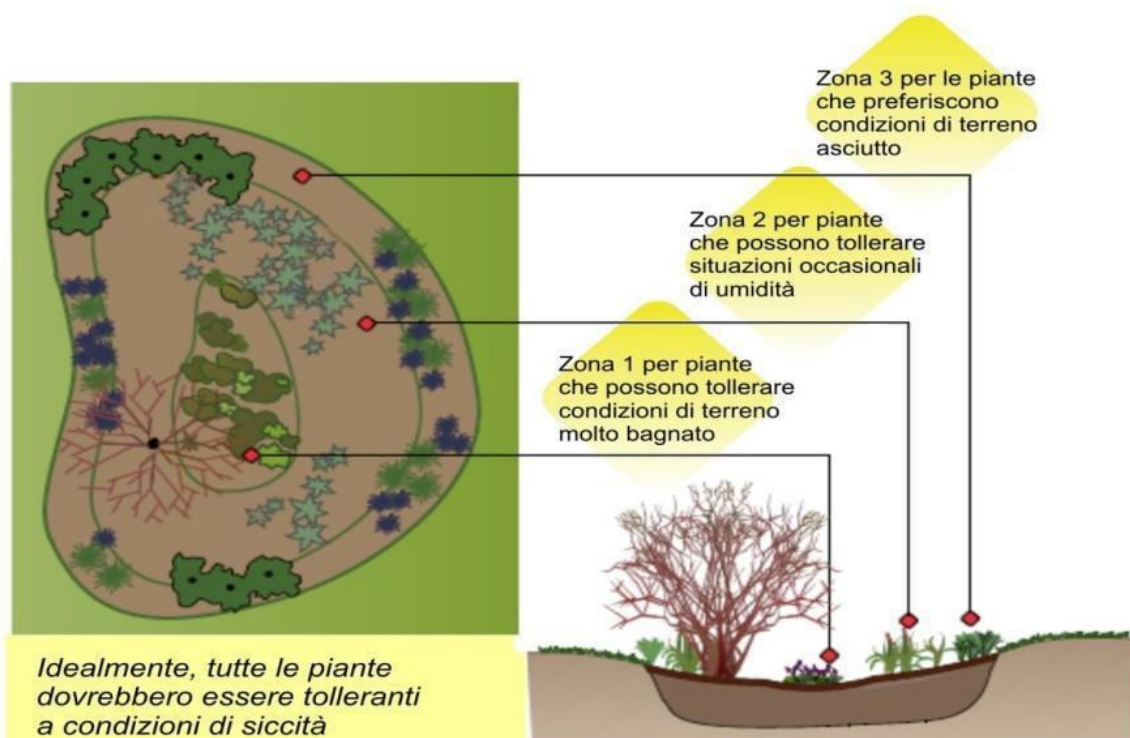


Figura 8 - Le tre zone del Rain garden (da: Bortolini 2023)

- 1) Zona ove vi è il punto massimo di profondità, che resta più a lungo bagnata dopo un evento piovoso, in cui sono adatte specie che tollerano un ristagno prolungato o piante che amano l'umidità del terreno;
- 2) Zona intermedia, dove le condizioni di ristagno permangono per meno tempo, in cui sono adatte specie che tollerano condizioni intermedie, da terreno bagnato a semi asciutto nel medio-lungo periodo;
- 3) Zona più distale dal punto di massima profondità, ovvero la zona che riceve la minor quantità d'acqua defluita e il substrato tenderà a rinseccire velocemente, dove sono adatte specie che tollerano lunghi periodi di siccità.

Le specie utilizzate per il Rain garden sono tutte specie tolleranti condizioni di siccità e di temporanea umidità. La scelta delle specie si è basata su un utilizzo di graminacee aggregate a erbacee perenni. Le graminacee offrono una struttura costante durante tutto l'anno compreso l'inverno quando gli steli secchi si confondono con la neve. Le erbacee perenni permettono di dispensare colore durante la primavera e l'estate dando ornamentalità e vivacità all'aiuola.

In particolare, si riporta di seguito la lista delle specie utilizzate:

- *Acorus gramineus ogon*



Figura 9 – esempi di utilizzo di *Acorus gramineus ogon*

- *Iris germanica*



Figura 10 – Esempjari di *Iris germanica*

- *Panicum virgatum* “Oxblood autumn”



Figura 11 – Esempjari di *Panicum virgatum* “Oxblood autumn”

- *Echinacea* “Little magnus”



Figura 12 – Piante di *Echinacea* “little magnus”

- *Stipa tenuissima*



Figura 13- Esempi di utilizzo di *Stipa tenuissima*

- *Juncus acutus subsp. Leopoldii*



Figura 14 – Piante di *Juncus acutus*

- *Rudbeckia hirta*



Figura 15 – Utilizzo di *Rudbeckia hirta* in aiuola

- *Luzula nivea* “snowflake”



Figura 16 – Aiuola con *Luzula nivea* “snowflake”

- *Hemerocallis*



Figura 17 – Pianta di *Hemerocallis*

- *Perovskia*



Figura 18 – Pianta di *Perovskia*

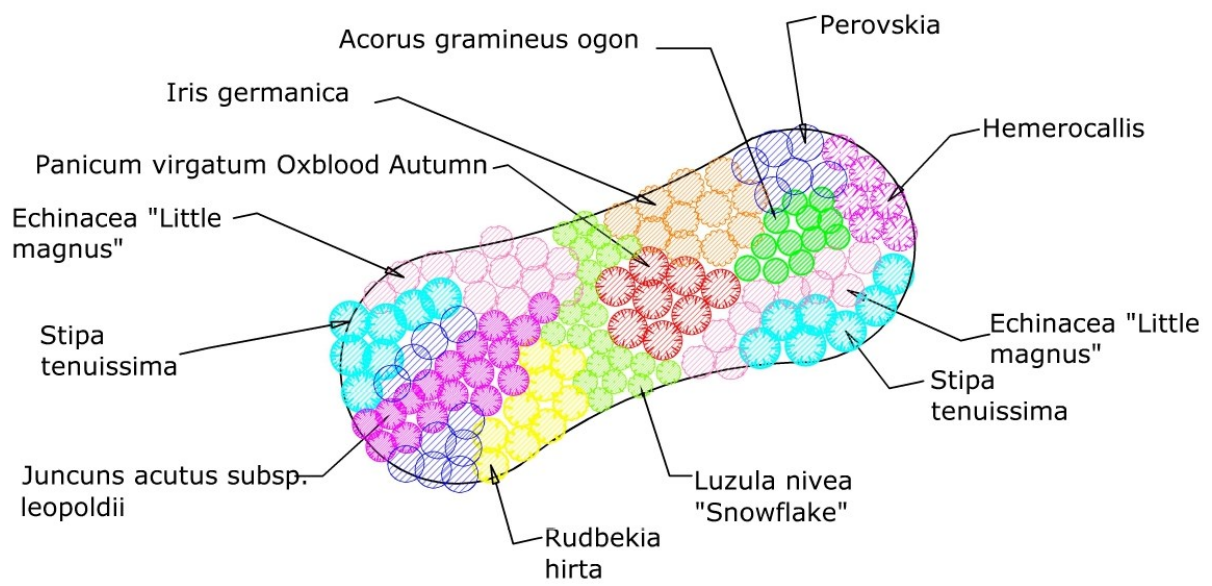
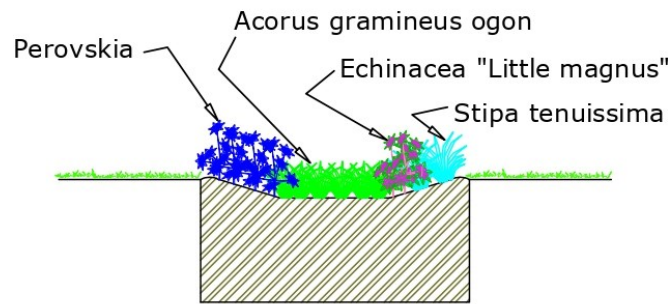
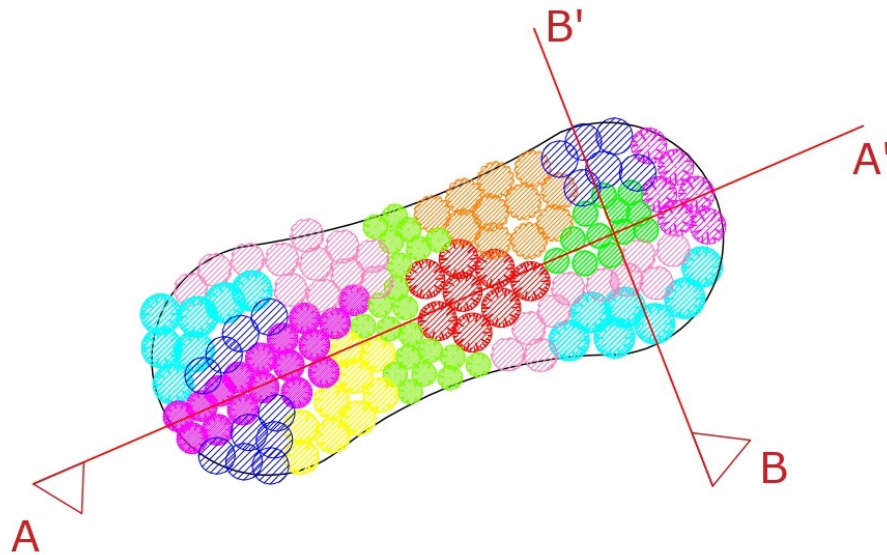


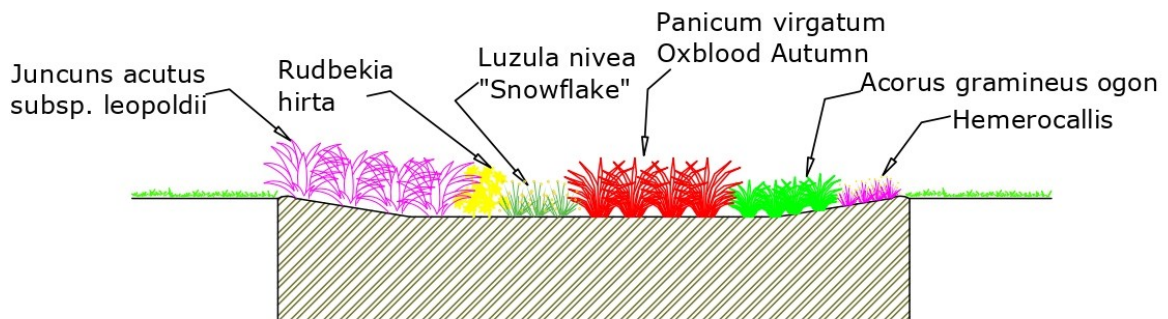
Figura 19 – Vista planimetrica Rain garden

Sezioni Rain garden

RAIN GARDEN SEZIONI



SEZIONE B-B'
scala 1:100



SEZIONE A-A'
scala 1:100

Realizzato da: Cristiano Baccega

Bibliografia

BONSIGNORI, Raffaele; SENES, Giulio. SuDS: Sustainable Drainage Systems: Soluzioni progettuali tipo di infrastrutture verdi per la gestione delle acque meteoriche. 2022.

BORTOLINI L. (2023). Irrigazione e gestione dell'acqua nelle aree Verdi. Materiale didattico. Terza edizione. Cleup, Padova.

CONTE, Giulio; RIZZO, Anacleto. 2.1 Drenaggio urbano sostenibile: nuovi approcci per gestire le acque di pioggia in città. *INDICE*, 2020, 21.

DUNNETT, Nigel; CLAYDEN, Andy. Rain gardens. *Managing Water Sustainably in the Garden and Designed Landscape*; Timber Press: Portland, OR, USA, 2007.

ISHIMATSU, K., et al. Use of rain gardens for stormwater management in urban design and planning. *Landscape and Ecological Engineering*, 2017, 13: 205-212.

JOHNSTON, Marie R.; BALSTER, Nick J.; THOMPSON, Anita M. Vegetation Alters Soil Water Drainage and Retention of Replicate Rain Gardens. *Water*, 2020, 12.11: 3151.

Lucas N. 2023. Grasses for Gardens and Landscapes. Portland, Oregon: Timber Press, Inc.

MALAVIYA, Piyush; SHARMA, Rozi; SHARMA, Pradeep Kumar. Rain gardens as stormwater management tool. *Sustainable green technologies for environmental management*, 2019, 141-166.

Meteo Trentino. Archivio dei dati storici.

NICOLI, Agnese. Green garden e sistemi di drenaggio urbano sostenibile per la gestione dei cambiamenti climatici: il progetto del Laboratorio green-court-lab del Politecnico= Green garden and sustainable urban drainage systems for the management of climate change: the project of the green-court-lab Laboratory of the Polytechnic of Turin. 2020.

SCHIAVO, Anna. 2022. NBS per il drenaggio sostenibile dei deflussi di pioggia: un caso studio a Montegrotto Terme (PD). Relatore Bortolini L. Dipartimento territorio e sistemi agro-forestali, Scuola di Agraria e Medicina veterinaria, Università degli Studi di Padova, Legnaro.

ZHANG, Linying; YE, Zehao; SHIBATA, Shozo. Assessment of rain garden effects for the management of urban storm runoff in Japan. *Sustainability*, 2020, 12.23: 9982.