

linee guida alla progettazione di

NATURE BASED SOLUTIONS

a cura di PNAT srl
per il Comune di Empoli

Indice

Prefazione
Stefano Mancuso
da "La Pianta del Mondo"

Introduzione
LA CITTA' NATURALE
a cura di Cristiana Favretto

1. I SERVIZI ECOSISTEMICI
1.1 Le Categorie dei Servizi Ecosistemici

2. NATURE BASED SOLUTIONS (NBS)
2.1 Temi e Benefici
2.2 Key performance Indicators (KPI)

3. NBS: LE SCHEDE
3.1 Messa a dimora di alberi
 - Esempio 1: Box di bioritenzione
 - Esempio 2: Alberature stradali
 - Esempio 3: Foresta urbana
3.2 Arredo urbano integrato al verde
 - Esempio 1: Parklets
3.3 Regimentazione e depurazione delle acque

- Esempio 1: Aree di bioritenzione e rain gardens

3.4 Interventi di demineralizzazione

- Esempio 1: Pavimentazioni permeabili inverdite
- Esempio 2: Riapertura corsi d'acqua tombati

3.5 Interventi sul suolo

- Esempio 1: Fitorimediazione

3.6 Interventi sugli elementi orizzontali degli edifici

- Esempio 1: Tetto verde estensivo ed intensivo
- Esempio 2: Tetto verde "smart"
- Esempio 3: Tetto verde per impollinatori

3.7 Interventi di verde verticale su edificio

- Esempio 1: Facciate verdi e living walls
- Esempio 2: Verde sul balcone

3.8 Interventi di verde free standing

- Esempio 1: Barriere verdi e barriere verdi filtranti
- Esempio 2: Percorso pergolato

3.9 Sistemi di coltivazione a scala dell'edificio

- Esempio 1: Vertical farming
- Esempio 2: Rooftop farms
- Esempio 3: Rooftop greenhouse

3.10 Sistemi di coltivazione a scala urbana e peri-urbana

- Esempio 1: Floating farms
- Esempio 2: Orti Sociali
- Esempio 3: Food forest
- Esempio 4: Agroforestazione

3.11 Verde indoor

- Esempio 1: Filtrazione botanica

3.12 Trattamento rifiuti organici

- Esempio 1: Compostaggio comunitario

Bibliografia

Prefazione a cura di

Stefano Mancuso da
***“La Pianta del
Mondo”***

ED. LATERZA, 2020

La giungla urbana e la lotta al riscaldamento globale:

“Le città, essendo diventate il luogo dell’uomo, sono anche i principali motori della nostra aggressione all’ambiente. Attualmente intorno al 70% del consumo globale di energia e oltre il 75% del consumo



mondiale di risorse naturali sono a carico delle città, le quali producono il 75% delle emissioni di carbonio e il 70% dei rifiuti. Entro il 2050 le città dovranno essere in grado di ospitare altri due miliardi e mezzo di persone, con un consumo di risorse che al momento riesce difficile immaginare. Di fronte a questi numeri è evidente che qualunque soluzione al problema dell’impatto umano non può che passare attraverso le città.

Ma quali possono essere queste soluzioni? Fortunatamente sono tante e cambieranno ogni aspetto del funzionamento della città: dai trasporti, al consumo di acqua, dalla produzione di rifiuti, all’emissione di anidride carbonica, tutto sarà riportato all’interno di cicli chiusi che renderanno molto più efficiente il funzionamento della città. Le soluzioni esistono e, anche se lentamente, riusciranno a limitare i danni. Ciò che è davvero urgente, tuttavia, è cambiare la nostra concezione di città”.

“Non è possibile, comprendere il funzionamento di un ambiente

complesso come una città, guardando alle sole necessità umane. Potrebbe sembrare paradossale, ma è proprio uno sguardo più ampio l'unica possibilità perché queste stesse necessità siano preservate anche nel futuro.

Cerco di essere più chiaro: studiare e pianificare le città perseguendo soltanto le immediate esigenze delle persone che le abitano è il modo più sicuro perché questi stessi bisogni, in breve tempo, non possano più essere garantiti. Al contrario, per capire la fisiologia di una città è necessario tenere conto dell'intero ecosistema che la caratterizza. Ogni altro metodo di studio non può che essere una semplificazione”.

“Oltre il 90% delle città sono costiere e come tali, saranno soggette a fenomeni di inondazioni sempre più frequenti e pericolose a causa dell'inevitabile innalzamento del livello del mare. I fenomeni atmosferici, sempre più violenti, risulteranno in danni crescenti dovuti a tempeste, inondazioni, vento, siccità. Danni di questo tipo oltre che prostrare direttamente la popolazione, avranno effetti altrettanto importanti sul piano economico, portando a interruzioni delle attività commerciali e della normale funzionalità della città. Le ondate di calore estivo, ossia i periodi con temperature molto oltre la media, diventeranno sempre più frequenti con effetti disastrosi sulla salute delle persone. Con l'incremento della temperatura, aumentano molte patologie che hanno conseguenze mortali. Uno studio del 2017 stima che se anche riuscissimo a limitare l'innalzamento della temperatura media entro la metà del secolo a soli 2 °C rispetto al livello preindustriale – prospettiva ormai quasi irrealizzabile – il numero di morti nelle città per i soli effetti delle ondate di calore supererebbe i 350 milioni¹.

Come se non bastasse, dobbiamo, inoltre, considerare che in città ogni effetto dell'aumento di temperatura è amplificato dalle peculiari caratteristiche dell'ambiente urbano. La cosiddetta isola di calore, ad esempio, ossia il fenomeno per il quale in città le temperature sono più elevate che nelle aree rurali circostanti, rende la città un luogo molto più suscettibile agli aumenti di temperatura. Soltanto a causa delle isole di calore si calcola che, a livello globale, la temperatura delle città aumenti in media di 6,4 °C². Si tratta di un

1. Matthews T.K., Wilby R.L., Murphy C. (2017) - *Communicating the deadly consequences of global warming for human heat stress. PNAS* 114: 3861–3866.

2. Phelan P.E. et al. (2015) - *Urban Heat Island: Mechanisms, Implications, and Possible Remedies. Annual Review of Environment and Resources*. 40: 285-307.

dato che, anche se molto variabile nella sua entità a seconda della collocazione geografica e delle caratteristiche proprie di ogni centro urbano, è un indicatore dell'enorme impatto che il nostro modo di costruire ha sull'ambiente. Il primo ad accorgersi di questo fenomeno fu un chimico e farmacista inglese, Luke Howard, cui va il merito non solo della prima osservazione in assoluto dell'esistenza dell'isola di calore urbano, ma anche di essersi accorto che questa differenza di temperatura è maggiore di notte rispetto al giorno. Nel 1820, nel suo trattato *The Climate of London* - il primo in assoluto ad occuparsi del clima di una città - Howard scriveva che confrontando i dati di nove anni di temperature registrate in centro a Londra e in località rurali immediatamente circostanti la città, "la notte è 3,7 °F (equivalenti a 2,1°C) più calda in città rispetto alla campagna".

I motivi che portano a questo surriscaldamento sono vari e dipendono dal modo in cui le nostre città sono costruite e funzionano. Uno dei fattori principali nella formazione delle isole di calore è dovuta alla natura artificiale delle superfici cittadine. Queste, infatti, a causa della loro impermeabilità e della mancanza di copertura vegetale, mancano della possibilità di raffreddarsi attraverso l'evapotraspirazione dell'acqua, al contrario di quanto avviene nelle aree rurali. Non basta. In città le superfici scure assorbono quantità significativamente maggiori di radiazione solare e materiali come l'asfalto o il cemento, hanno proprietà termiche differenti rispetto a quelle delle superfici rurali. Inoltre, una parte significativa dell'energia utilizzata in città dalle automobili, dall'industria o per riscaldare e raffreddare gli edifici è persa sotto forma di calore residuo aumentando la temperatura dell'ambiente. E infine: la geometria degli edifici, la mancanza di vento che impedisce il raffreddamento per convezione, il maggior inquinamento atmosferico e le polveri che cambiano le proprietà radianti dell'atmosfera, tutto in città concorre ad innalzare la temperatura dell'ambiente³. Se sommiamo l'effetto del riscaldamento globale a quello tipico delle isole di calore nelle città, i risultati non sono per nulla rassicuranti".

3. Oke T.R. (1982) - *The energetic basis of the urban heat island*. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 108 (455): 1-24.

“Le città sono, quindi, particolarmente vulnerabili al riscaldamento globale. La buona notizia è che sono anche il luogo dove il riscaldamento globale può essere combattuto con più efficacia. Poiché è in città che si produce il 75% della CO₂ di origine umana, è qui che la stessa va bloccata, utilizzando gli alberi per rimuoverne la maggiore quantità possibile dall’atmosfera. Nel 2019 un team di ricercatori del politecnico di Zurigo pubblicava i risultati di uno studio in cui si affermava che la messa a dimora, a livello planetario, di mille miliardi di alberi era di gran lunga la soluzione migliore, più efficiente e misurabile, per riassorbire dall’atmosfera una significativa percentuale della CO₂ prodotta a partire dall’inizio della rivoluzione industriale⁴. Nonostante la bontà dello studio e le sue solidissime basi scientifiche le critiche non si fecero attendere: dove avremmo mai trovato lo spazio per piantare mille miliardi di alberi? Quale sarebbe stato il costo? I risultati sarebbero stati di sicuro molto inferiori a quelli stimati ecc. Critiche in gran parte infondate. La superficie per piantare questi alberi esiste e il costo, per quanto notevole, è di gran lunga inferiore a qualunque alternativa si possa immaginare che abbia soltanto

una parte delle possibilità di successo di questa. Se poi, si riuscisse a piantare una parte rilevante di questi alberi all’interno delle nostre città, i risultati, sono certo, sarebbero molto superiori. Infatti, l’efficienza delle piante nell’assorbimento della CO₂ è tanto superiore quanto maggio-

re è la loro vicinanza alla sorgente di produzione. In città ogni superficie dovrebbe essere coperta di piante. Non soltanto i (pochi) parchi, viali, aiuole e altri luoghi canonici, ma letteralmente ogni superficie: tetti, facciate, strade; ogni luogo dove è immaginabile mettere una pianta, deve potercela ospitare. Di nuovo, l’idea che le città debbano essere dei luoghi impermeabili, minerali, contrapposti alla natura, è soltanto un’abitudine. Nulla vieta che una città sia completamente ricoperta di piante. Non esistono problemi tecnici o economici che possano davvero impedire una scelta del genere. E i benefici sarebbero incalcolabili:

non soltanto si fisserebbero quantità enormi di CO₂ lì dove è pro-

“Abbiamo necessità di cambiare la nostra rappresentazione della città. L’idea di giungla urbana, non deve richiamare l’idea di un luogo pieno di pericoli, ma, al contrario, di un luogo partecipe dell’ambiente naturale che, consapevolmente e attraverso gli alberi contribuisce a trasformare le nostre città in una nicchia ecologica duratura.”

4. Bastin J-F. et al. (2019) - The global tree restoration potential. *Science* 365: 76-79.

dotta, ma si migliorerebbe la vita delle persone, praticamente in qualunque ambito si voglia prendere in esame. Dal miglioramento della salute fisica e mentale allo sviluppo della socialità, dal potenziamento delle capacità di attenzione alla diminuzione dei crimini, le piante influenzano positivamente il nostro modo di vivere da ogni possibile punto di vista. Come mai le nostre città non siano completamente ricoperte di piante, fuori e dentro gli edifici, nonostante le migliaia di serissime ricerche pubblicate sui benefici del verde urbano, rimane un mistero di difficile interpretazione”



Introduzione a cura di

Cristiana Favretto

La Città Naturale

La maggior parte delle nostre città sono calde, secche, inquinate e impermeabili. Allo stesso tempo, il cambiamento climatico sta portando eventi meteorologici più frequenti ed estremi come tempeste estive, inondazioni improvvise e ondate di calore (SEE 2012).



La sostenibilità e la resilienza delle aree urbane ai cambiamenti climatici possono essere notevolmente amplificate ripristinando sistemi naturali e integrando gli approcci basati sulla natura con le infrastrutture convenzionali e lo sviluppo urbano.

Fatte le debite proporzioni, ci ritroviamo oggi in una situazione simile a quella che portò alla nascita, due secoli fa, del verde urbano inteso come luogo deputato alla fruizione collettiva. La città ottocentesca, concentrando in sé la maggior parte del lavoro, delle energie, del denaro e quindi della popolazione, fu soggetta ad una crescita incontrollata con forti trasformazioni strutturali e ambientali. Per la prima volta

le aree verdi sorsero come elemento di arredo, di miglioramento ambientale e di ricreazione sociale, inserendosi nel disegno urbano che si andava sviluppando.

Oggi sappiamo che gli alberi cambiano positivamente l'ambiente in cui viviamo moderando il clima, migliorando la qualità dell'aria, riducendo il deflusso superficiale delle acque piovane e la presenza di CO₂ nell'aria. Quantificare questi benefici è uno straordinario strumento per capire quanto sia importante il nostro patrimonio naturale. Il verde è fondamentale nelle nostre città, dal punto di vista energetico, ecologico, sociale ed economico. La mancata conoscenza dei benefici del verde comporta il rischio di sottovalutare l'importanza delle cosiddette "infrastrutture verdi". L'impiego di infrastrutture verdi e di soluzioni basate sull'utilizzo delle piante, Nature Based Solutions (NBS), è una scelta essenziale per affrontare le sfide attuali e future e per fronteggiare l'impatto che i cambiamenti climatici stanno avendo sul nostro vivere quotidiano. La ricerca ha già dimostrato ampiamente che le piante e le soluzioni che queste ci ispirano, quando vengono integrate nelle costruzioni urbane, possono fornire contemporaneamente vantaggi ambientali, sociali ed economici e aiutano a costruire la resilienza.

Oltre al ruolo fondamentale che le piante e il verde hanno nella pianificazione urbana, altrettanto importanti sono le soluzioni basate sull'utilizzo delle piante che possono venire applicate direttamente alla scala dell'edificio e delle sue pertinenze. I vantaggi ed i benefici che offrono le piante in ambiente urbano, non devono essere infatti limitati ai luoghi canonici, seppur fondamentali, come i parchi, i viali, i giardini e le aiuole. L'utilizzo delle piante in maniera innovativa per coprire le facciate degli edifici, produrre cibo sulle superfici orizzontali degli edifici, purificare gli ambienti interni, fitorimediare o rinaturalizzare piccole aree dismesse e degradate di pertinenza degli edifici, regimentare e depurare le acque, catturare la CO₂ e filtrare i contaminanti atmosferici, risponde in maniera efficace alle esigenze dell'ambiente, della società e della salute dei cittadini.

Le NBS diventano in questo modo più fruibili dagli abitanti del palazzo o del quartiere ed i benefici legati alla loro presenza sono an-

cora più tangibili e calcolabili.

Di seguito sono riportati alcuni esempi di NBS utilizzabili alla scala urbana e dell'edificio con esempi che hanno già avuto applicazione di successo in tutto il mondo.



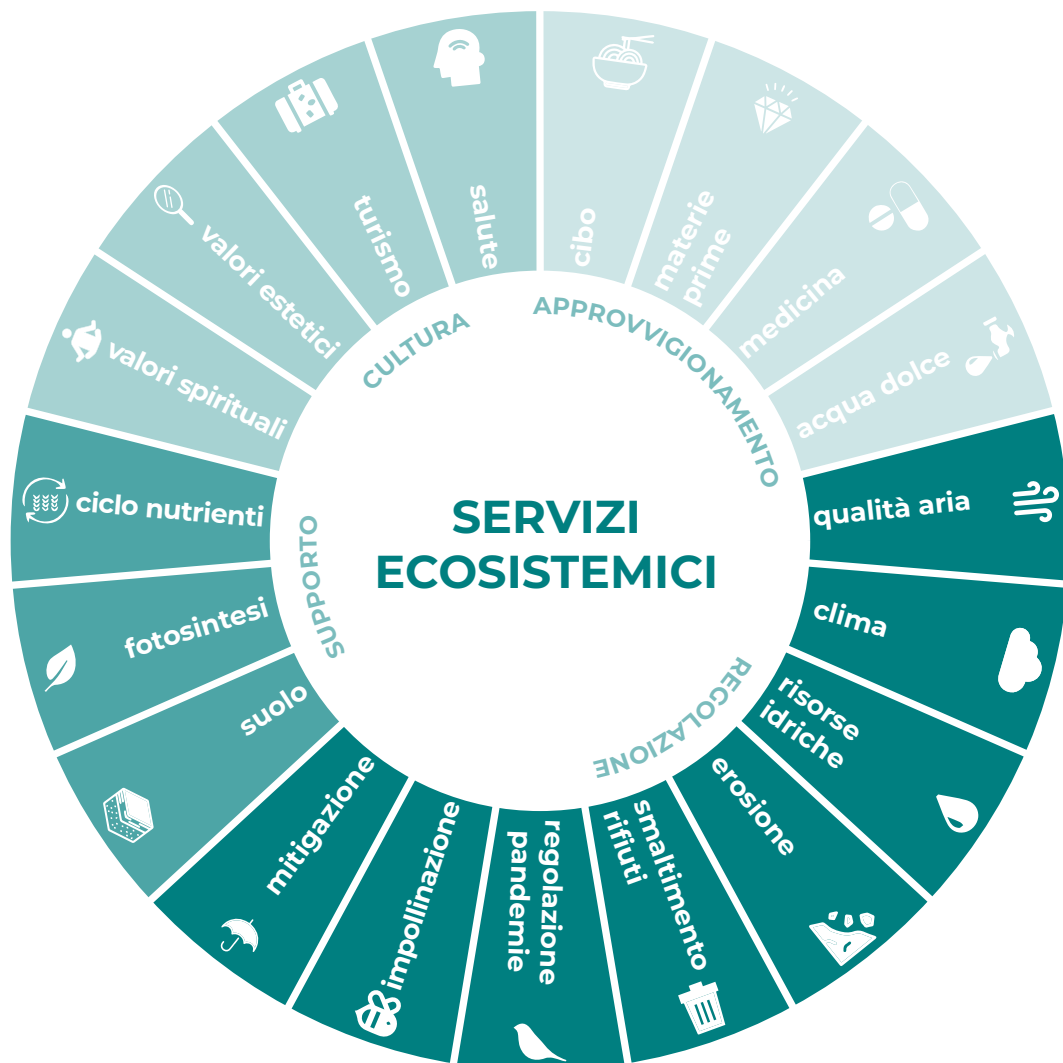


I SERVIZI ECOSISTEMICI

La qualità della nostra vita e le attività economiche dipendono in modo sostanziale dagli ecosistemi e dai servizi e benefici che essi forniscono. Un ecosistema è l'insieme di piante, animali, comunità microbiche e ambiente circostante, che interagiscono come un'unità funzionale (MEA - Millennium Ecosystem Assessment). Attraverso i servizi ecosistemici (definiti come "I benefici forniti dagli ecosistemi al genere umano" - MEA), la natura è in grado di offrire soluzioni integrate, smart ed a basso costo a molte sfide che la società deve e dovrà fronteggiare, come il riscaldamento globale, eventi catastrofici e l'inquinamento. Inoltre, essi contribuiscono alla salute dell'uomo ed al suo benessere, nonché a creare una società il più possibile coesa ed equa. Nelle città, aree verdi debitamente progettate in qualità ed estensione, possono ridurre l'inquinamento atmosferico e acustico e mitigare gli impatti di eventi estremi come ondate di calore, siccità ed alluvioni. Aree verdi accessibili, inoltre, promuovono l'attività fisica ed ormai numerosi studi li associano a benefici di carattere fisico, psicologico e salutistico. L'importanza dei servizi ecosistemici è quindi fondamentale in quanto essi, direttamente o indirettamente, influenzano e sostengono la vita ed il benessere umano secondo modalità e relazioni che verranno analizzate nei paragrafi successivi. Gli ecosistemi della Terra forniscono all'uomo svariati vantaggi e benefici, alcuni diffusamente noti mentre altri sono conosciuti dai soli addetti ai lavori ed appassionati. Poiché molti di questi servizi sono da sempre a disposizione gratuitamente, il loro valore sul lungo periodo non viene riconosciuto e considerato nelle previsioni economiche della società. Per questo nel 2005 un gruppo di scien-

ziati si sono riuniti ed hanno elaborato il Millennium Ecosystem Assessment, la più ampia e approfondita sistematizzazione delle conoscenze sino ad oggi acquisite sullo stato degli ecosistemi del mondo, che ha suddiviso le funzioni ecosistemiche in 4 categorie principali:

- a. Supporto alla vita (“ Supporting”);
- b. Approvvigionamento (“Provisioning”);
- c. Regolazione (“Regulating”);
- d. Valori culturali (“Cultural”).



Le Categorie dei Servizi Ecosistemici

Gli ecosistemi della Terra forniscono all'uomo svariati vantaggi e benefici. Il MEA li ha suddivisi in 4 categorie:

a. SUPPORTO ALLA VITA ("Supporting")

I servizi di "supporto" sono quelli necessari ed indispensabili alla produzione di tutti gli altri servizi e pertanto hanno un impatto sull'uomo indiretto o nel lungo periodo. Di questo gruppo fanno parte l'acqua, alla base della vita sulla Terra e di tutti gli ecosistemi, gli elementi minerali come l'azoto (N), il fosforo (P) ed il potassio (K), essenziali per la crescita e lo sviluppo degli organismi, la fotosintesi per la produzione dell'ossigeno e la formazione del suolo.

b. APPROVVIGIONAMENTO ("Provisioning")

Questi servizi costituiscono i beni materiali prodotti dagli ecosistemi, tra cui cibo, legname e fibre (di diverso tipo e con diversa funzionalità), acqua fresca e risorse biochimiche e che trovano sbocco sul mercato. La popolazione mondiale raccoglie le varietà di cibo di cui si nutre da sistemi intensivi come colture, bestiame ed allevamenti di pesce, ma anche da sistemi naturali attraverso la raccolta di piante spontanee, la caccia di animali selvatici ed infine la pesca in acque dolci e salmastre. L'acqua ricopre un ruolo fondamentale nella vita e nelle attività dell'uomo: le coltivazioni richiedono almeno il 60% della quantità di acqua attinta dalle riserve e per questo risulta fondamentale migliorare l'efficienza dei sistemi di coltivazione, così che il terreno aumenti la propria capacità di ritenzione idrica e diminuisca la pressione sul comparto. Parallelamente è sta-

to stimato che il 15% del totale della risorsa idrica utilizzata a scopo agricolo viene impiegata per la produzione di sementi. Il legname è raccolto da foreste e piantagioni ed è usato per diversi scopi come l'edilizia, manifattura, carburanti. Secondo la FAO (2010) tutelare i boschi e le foreste significa salvaguardare la fonte più importante di servizi ecosistemici: la foreste infatti offrono biodiversità e svolgono un ruolo fondamentale nella lotta ai cambiamenti climatici. Anche la funzione socio-economica è importante, perché offrono lavoro a circa tre milioni di persone (COM, 2013). Inoltre la produzione mondiale di farmaci sono derivati, in parte, da piante forestali (DEFRA, 2005).

c. REGOLAZIONE ("Regulating")

Questa categoria di servizi ecosistemici è costituita da tutti quei benefici che rendono possibile la vita, quali: impollinazione, qualità dell'acqua, erosione e controllo delle alluvioni, stoccaggio della CO₂ e mitigazione dei cambiamenti climatici. Tutti questi processi coesistono e collaborano per mantenere gli ecosistemi puliti, sostenibili, funzionali e resilienti al cambiamento.

22

c.1 Qualità dell'aria

L'agenzia per la protezione dell'ambiente (EPA) negli Stati Uniti (U.S. EPA, 2012) ha individuato sei principali parametri per la quantificazione del livello di inquinamento atmosferico, tra i quali O₃, polveri sottili (PM_{2.5} e PM₁₀), CO, SO_x, NO_x e piombo. I contaminanti possono essere parzialmente sottratti all'atmosfera grazie alla presenza di vegetazione: i principali meccanismi attraverso cui la vegetazione riesce a rimuovere i contaminanti sono l'assorbimento attraverso gli stomi e la deposizione secca. Quest'ultima si presenta quando un flusso di aria intercetta la superficie fogliare della pianta e la particella tende a rimanervi adesiva finché un evento meteorologico (pioggia) non farà cadere a terra i contaminanti, oppure (vento) non li riporterà in sospensione.

c.2 Assorbimento CO₂

Le piante sono organismi autotrofi che sintetizzano carboidrati a partire da CO₂ e H₂O attraverso la fotosintesi clorofilliana alimentata dall'energia solare e producono ossigeno come elemento di scarto. Durante la crescita esse immagazzinano nella loro biomassa grandi quantità di carbonio, fun-

zionando da veri e propri “depositi di carbonio” (carbon sink). Nell’ottica di creare dei veri e propri “depositi di carbonio” è necessario prestare molta attenzione nella destinazione delle piante a fine ciclo. Infatti, se il legno in cui viene stoccata la maggior parte del carbonio va incontro a decomposizione, la CO_2 immagazzinata ritorna rapidamente in atmosfera. Se invece l’albero viene sostituito con nuove piante ed utilizzato per creare prodotti in legno (legname da opera), il carbonio rimane immagazzinato per decenni.

c.3 Gestione delle risorse idriche

Il fenomeno del cambiamento climatico e l’aumento delle aree urbanizzate porterà ad un intensificarsi dei problemi già presenti sulla gestione delle risorse idriche in ambito urbano, nonché sulla fertilità

del suolo e sullo scambio di gas tra questo e l’atmosfera. Eventi molto intensi e sempre più frequenti alle nostre latitudini, portano alla formazione del runoff superficiale che, oltre a superare la capacità del sistema fognario e quindi comportare allagamenti, apporta un maggior carico di inquinanti, che vengono dilavati da superfici impermeabili e contaminate (strade, tetti ecc.). La vegetazione contribuisce ad una gestione sostenibile delle acque urbane: riduce le portate di picco in fognatura tra-

mite l’aumento della permeabilità del suolo e quindi garantendo un maggiore tasso di infiltrazione ed un rilascio graduale del flusso infiltrato, aumenta l’evapotraspirazione e fornisce bacini di accumulo e sistemi di trattamento delle acque.

c.4 Decontaminazione del suolo

Tecnologie di decontaminazione che si fondano sulle capacità delle

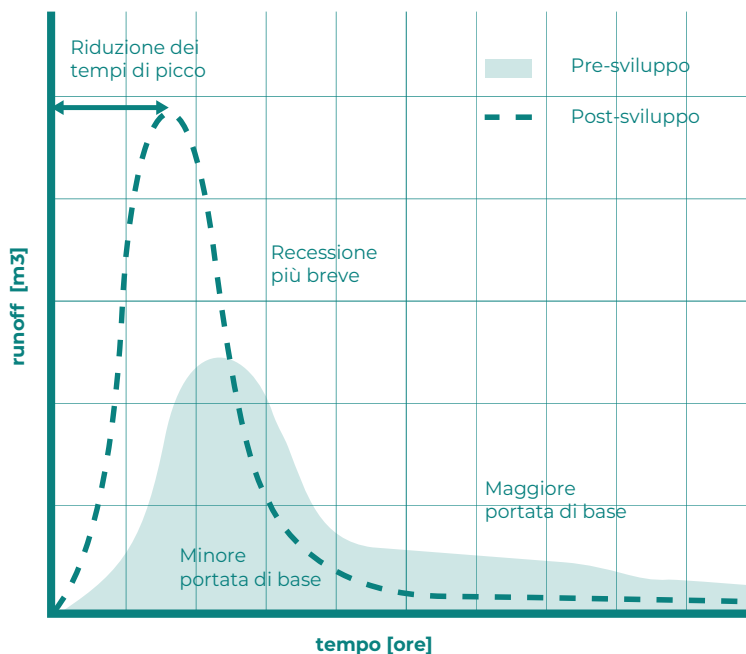
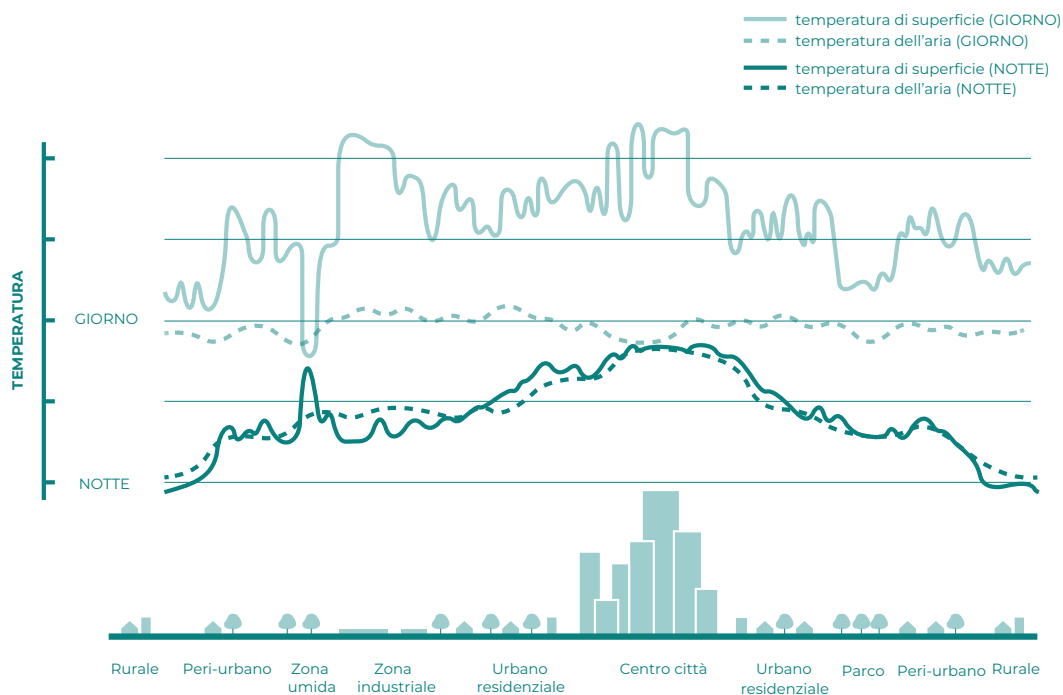


Figura 1. Implicazioni dell’urbanizzazione sulla distribuzione temporale delle acque di pioggia (Rielaborazione grafica. Fonte: Shafique 2017).

piante di decomporre degradare o trasformare composti pericolosi in composti non pericolosi, prendono generalmente il nome di fitorimediazione.

c.5 Temperatura

I risultati di numerosi studi (Papadakis et al., 2001) hanno mostrato che le piante costituiscono un eccellente sistema passivo per il controllo termico degli edifici in estate, offrendo significativi vantaggi rispetto ai convenzionali schermi solari artificiali.



d. VALORI ("Cultural")

Di questa categoria fanno parte tutti quei servizi immateriali come i benefici spirituali e psicologici, sviluppo cognitivo, valore estetico e giustizia sociale e coesione. Secondo studi riportati da Mangone et al. si evince che le aree verdi promuovono una generale sensazione di benessere a coloro che ne hanno accesso, ma ancora di più che le interazioni personali dirette con spazi verdi, come l'attività di giardinaggio o la lettura di un libro in un parco, sono più benefici rispetto al solo attraversamento di una

Figura 2. Rappresentazione della fluttuazione della temperatura dell'aria e delle superfici in funzione dello sviluppo urbanistico (Rielaborazione grafica. Fonte: Ferrini et al. "Role of vegetation as a mitigating factor in the urban context").

zona vegetata. Inoltre, è stato dimostrato che gli ambienti verdi di questo tipo migliorano il benessere psico-fisico, riducono il tempo di degenza ed infine migliorano la produttività di lavoratori e studenti. Parallelamente sussiste anche il concetto di biofilia, cioè un innato bisogno degli esseri umani di connettersi alla natura: il verde infatti è un elemento che la maggior parte delle persone riconduce a sensazioni di bellezza, piacevolezza e benessere.



Se quindi i Servizi Ecosistemici rappresentano i benefici che le persone traggono dagli ecosistemi in termini di risorse, benessere, economici o ambientali, le Nature Based Solutions (NBS) sono le soluzioni finalizzate al ripristino e mantenimento di tali servizi.

Le NBS utilizzano processi naturali e si possono applicare a diversa scala (edificio, locale, urbana) ed in diversi ambiti (urbano, peri-urbano ed extra-urbano). Nei paragrafi successivi verranno descritte le principali e più comuni NBS con focus sui potenziali benefici connessi, specifiche tecniche, richieste manutentive e possibili indici per il monitoraggio attivo dei benefici apportati.

2.

NATURE BASED SOLUTIONS (NBS)

Le Nature-Based Solutions (NBS) sono interventi verdi localizzati in ambito urbano e periurbano con lo scopo di far fronte alle sfide poste dai cambiamenti degli ecosistemi. Sono soluzioni versatili ispirate alla natura e per questo caratterizzate da minor costo realizzativo e manutentivo in rapporto ai molteplici benefici (ambientali, sociali ed economici) che se ne traggono. Peculiarità degli interventi verdi è che svolgono contemporaneamente più servizi apportando benefici a diversi livelli sia ambientali, che sociali ed economici, ed inoltre possono assumere molte sfumature diverse così da poter meglio rispondere alle esigenze specifiche del contesto. Tra tutti i servizi che le varie soluzioni possono apportare, l'elemento comune è sicuramente il contributo che essi danno al ripristino ed all'incremento della biodiversità, che risulta essere fortemente e direttamente minacciata dal prelievo eccessivo di alcune specie da parte dell'uomo e, indirettamente, per effetto della perdita di habitat, dei cambiamenti climatici e dell'inquinamento. Consapevole della sua importanza, l'Italia nel 2010 ha approvato la Strategia Nazionale per la Biodiversità che vuole "essere uno strumento di integrazione delle esigenze di conservazione ed uso sostenibile delle risorse naturali nelle politiche nazionali di settore" [www.minambiente.it].

27

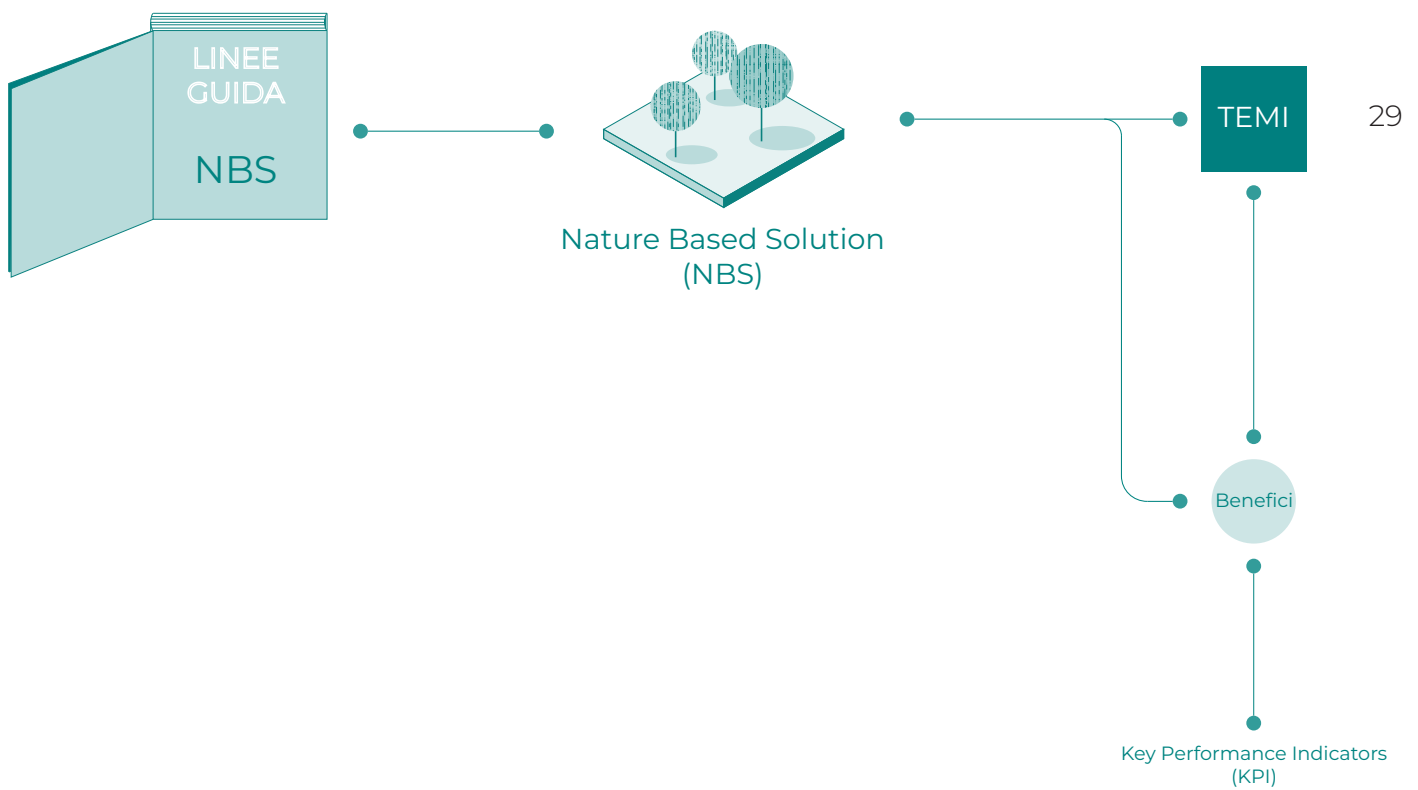
Questa si basa sull'individuazione di tre tematiche cardine:

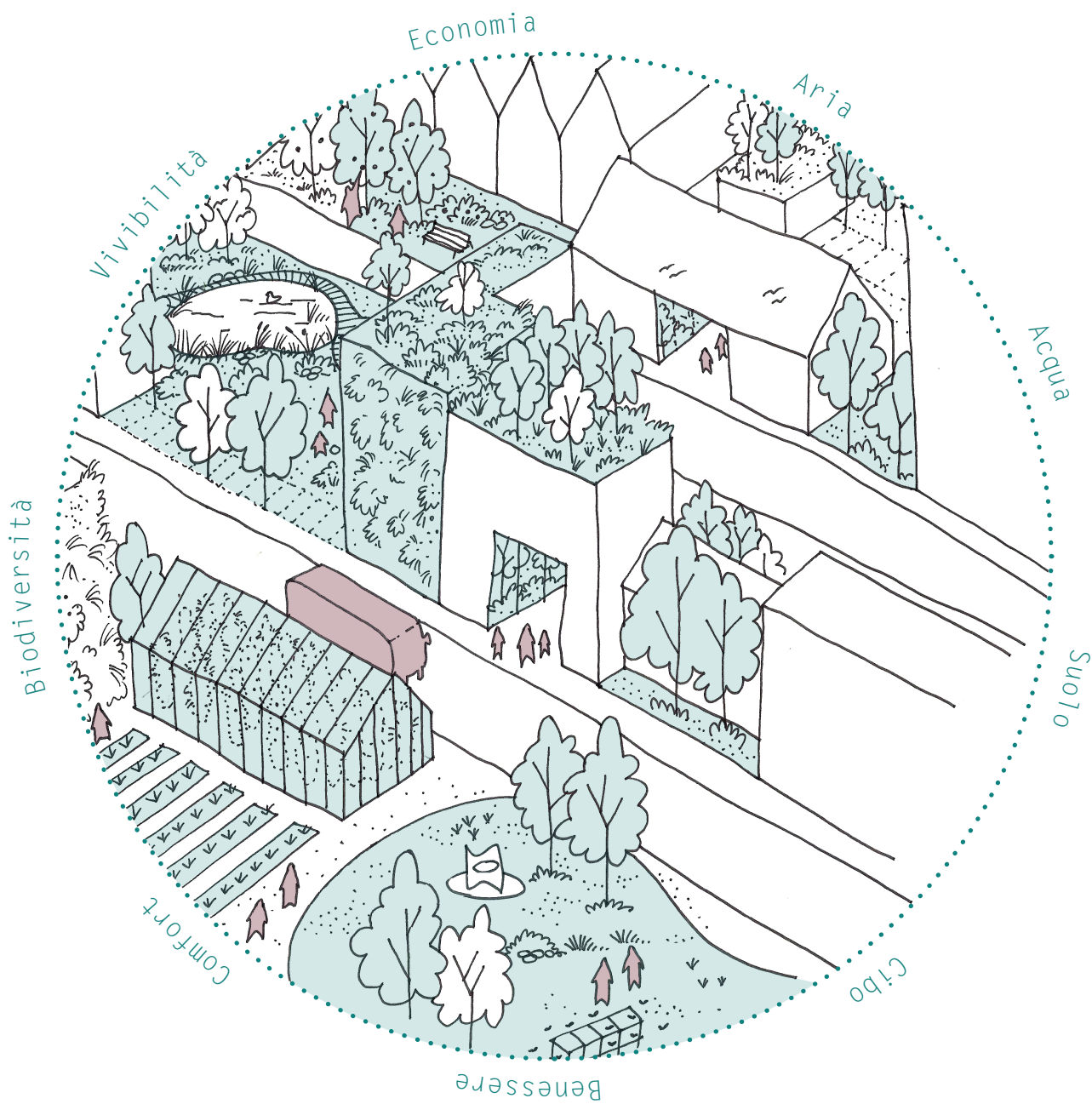
- 1) biodiversità e servizi ecosistemici;
- 2) biodiversità e cambiamenti climatici;
- 3) biodiversità e politiche economiche.

Per ognuna di tali tematiche è stato individuato un obiettivo strategico. Infatti, ripristinando habitat ed ecosistemi si favorisce il reintegro e la proliferazione delle comunità di piante, animali e microrganismi, che a loro volta garantiscono alcuni servizi ecosistemici principali come la fotosintesi, il flusso di nutrienti, la fertilizzazione del suolo.



capitolo 2. Nature Based Solutions (NBS)





2.1

Temi e Benefici

Se pensiamo che gli insediamenti urbani contribuiscono a rappresentare circa il 75% del consumo mondiale di risorse naturali e ospitano la maggior parte della popolazione risulta chiaro l'impatto significativo che hanno le nostre città nella sfida ai cambiamenti climatici. Su scala globale, il consumo di risorse è in costante aumento perché la popolazione mondiale è stimata in crescita di 1/3 entro il 2050 e con questo aumento, insieme alla costante crescita economica, andiamo verso uno scenario in cui l'estrazione di materiale raddoppierà e la domanda di cibo e acqua aumenterà di oltre il 50%. Quindi il vero campo di battaglia, dove si deciderà la sostenibilità globale sono le città. La NBS, sono un concetto relativamente recente utilizzato dalla Commissione Europea per identificare strategie, azioni, interventi, basati sulla natura che applicati ad un contesto urbano e peri-urbano sono in grado di aumentare la resilienza delle città ai cambiamenti climatici. Le piante e le soluzioni che queste ci ispirano, quando vengono integrate all'ambito urbano, possono fornire contemporaneamente vantaggi ambientali, sociali ed economici e rappresentano perciò soluzioni più efficienti ed economiche rispetto ad approcci tradizionali. E' proprio l'ampia gamma di vantaggi creati dalle NBS che necessita spesso di una semplificazione per valutare a pieno l'efficacia di una loro applicazione nel tessuto urbano. Centrale infatti diventa il ruolo dei processi di scelta per valutare il raggiungimento di obiettivi per migliorare i servizi ecosistemici e aumentare la resilienza urbana. Nello specifico nella analisi che seguirà, si è resa indispensabile una suddivisione in TEMI a cui appartengono famiglie di BENEFICI che aiutano nella scelta di applicazione corretta delle NBS. Questo per evitare di utilizzare queste soluzioni verdi, come semplici

azioni di “rinverdimento” delle città, ma di sfruttarle a pieno mettendole a sistema in modo da innescare dei veri e propri processi di rigenerazione urbana tramite logiche consapevoli di utilizzo. Soluzioni quali la messa a disposizione di alberi, la realizzazione di superfici filtranti, la realizzazione di foreste urbane, di tetti verdi, o di orti urbani ecc., all’interno di una visione progettuale ampia, permettono di intervenire sugli spazi urbani e sugli edifici con benefici di carattere ambientale e funzionale migliorativo e comportano al tempo spesso risparmi economici diretti e indiretti e benefici a livello sociale. Per cui nelle pagine a seguire i TEMI rappresentano delle macro aree di intervento come possono essere l’aria, l’acqua il suolo o il benessere ect. Per ogni macro area abbiamo identificato dei potenziali BENEFICI in modo da semplificare la valutazione dei risultati che si vogliono ottenere in base ai TEMI che hanno una maggior urgenza di azione. Successivamente vengono anche esemplificati i KPI (Key Performace indicator) ovvero dei sistemi di misurazioni applicabili (ove esistono i requisiti), per stimare e valutare gli obiettivi raggiunti.



LEGENDA

TEMI*



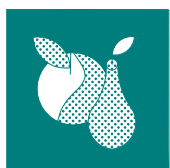
ARIA



ACQUA



SUOLO



CIBO



BENESSERE



COMFORT



BIODIVERSITA'



VIVIBILITA'



ECONOMIA

LEGENDA

 BENEFICI**



STOCCAGGIO CO₂



RIDUZIONE CONSUMO DI
PESTICIDI E FERTILIZZANTI



RIDUZIONE DEI VOC
(INDOOR)



RIDUZIONE USO DEL
SUOLO



RIDUZIONE DEGLI
INQUINANTI ATMOSFERICI
(OUTDOOR)



PRODUZIONE DI CIBO



MONITORAGGIO QUALITA'
DELL'ARIA



PRODUZIONE BIOLOGICA



RIDUZIONE RISCHIO
ESONDAZIONE



BENESSERE PSICOLOGICO



RIDUZIONE CONSUMO
IDRICO



BENESSERE FISICO



RIDUZIONE CONTAMINANTI
IN ACQUA



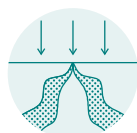
INTERAZIONE SOCIALE



RIGENERAZIONE
ECOLOGICA DEL SUOLO



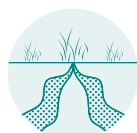
COMFORT TERMICO E
MITIGAZIONE ISOLE DI
CALORE



PERMEABILITA' DEL SUOLO



COMFORT ACUSTICO



FITORIMEDIO



TUTELA DELLA BIODIVERSITA'



RIGENERAZIONE URBANA



MIGLIORAMENTO ESTETICO



**DISSEMINAZIONE DI VALORI
SOSTENIBILI**



RIDUZIONE DEL TRAFFICO



RISPARMIO ENERGETICO



NUOVI POSTI DI LAVORO

GLOSSARIO

TEMA



ARIA

L'inquinamento atmosferico è divenuto una delle maggiori cause di mortalità sia nei paesi sviluppati sia in paesi in via di sviluppo. Si può fare una prima distinzione di contesto per l'inquinamento dell'aria, distinguendo tra inquinanti indoor ed outdoor. Per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico, tra le principali fonti si trovano il traffico stradale, il riscaldamento domestico e la combustione industriale. Il traffico veicolare rappresenta il principale responsabile dell'inquinamento a livello urbano. Tra i principali parametri dell'inquinamento atmosferico si trovano l'ozono, le polveri sottili, il monossido di carbonio e gli ossidi di azoto e zolfo. Altrettanto importante, ma sottovalutato visto la sempre maggior tendenza a passare la maggior parte del nostro tempo in ambienti chiusi, è l'inquinamento indoor: questo è il risultato dell'aria esterna a cui si aggiungono numerose fonti interne agli edifici, come l'anidride carbonica (CO₂) prodotta dalle persone, le polveri sottili (PM) rilasciate dalle attività antropiche e uno spettro molto ampio di composti organici volatili (VOC) prodotti da una serie di materiali sintetici utilizzati sia nelle parti strutturali (vernici, intonaci, materiali plastici, tubazioni, pavimentazioni, guarnizioni, etc.) sia negli elementi di arredo.

36

BENEFICI potenziali afferenti al tema ARIA



STOCCAGGIO CO₂



RIDUZIONE DEI VOC
(INDOOR)



RIDUZIONE DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI
(OUTDOOR)



MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA

TEMA



ACQUA

La gestione delle acque e del drenaggio urbano con le NBS è fondata su un approccio multidisciplinare che sfrutta i diversi servizi ecosistemici, conferendogli la forma di soluzioni naturali integrate che permettono di migliorare la risposta idrologica del territorio urbanizzato attraverso la riduzione delle portate di picco in fognatura riducendo il rischio di esondazione, stoccando temporaneamente le acque di pioggia all'interno del tessuto naturale e rilasciandolo gradualmente, riducendo il runoff e il conseguente dilavamento degli inquinanti che si riversano in fognatura. Proprio la capacità delle piante di ridurre, rimuovere ed immobilizzare gli inquinanti presenti in acqua è la tecnologia che viene comunemente detta fitodepurazione e contribuisce ad alleggerire i trattamenti di depurazione convenzionali a valle. Inoltre un ambiente naturale apporta biodiversità fuori e dentro il terreno richiamando macrofauna e microfauna, e costituisce un ambiente favorevole al tempo libero e ricreazione.

BENEFICI potenziali afferenti al tema ACQUA



RIDUZIONE RISCHIO ESONDAZIONE



RIDUZIONE CONSUMO IDRICO



RIDUZIONE CONTAMINANTI IN ACQUA

TEMA



SUOLO

Un suolo in condizioni naturali fornisce al genere umano i servizi ecosistemici necessari al proprio sostentamento: servizi di approvvigionamento (prodotti alimentari e biomassa, materie prime, etc.); servizi di regolazione (regolazione del clima, cattura e stoccaggio del carbonio, controllo dell'erosione e dei nutrienti, regolazione della qualità dell'acqua, protezione e mitigazione dei fenomeni idrologici estremi, etc.); servizi di supporto (supporto fisico, decomposizione e mineralizzazione di materia organica, habitat delle specie, conservazione della biodiversità, etc.) e servizi culturali (servizi ricreativi, paesaggio, patrimonio naturale, etc.). Allo stesso tempo è anche una risorsa fragile che viene spesso considerata con scarsa consapevolezza e ridotta attenzione nella valutazione degli effetti derivanti dalla perdita delle sue funzioni; le scorrette pratiche agricole, zootecniche e forestali, le dinamiche insediative, le variazioni d'uso e gli effetti locali dei cambiamenti ambientali globali possono originare gravi processi degradativi che limitano o inibiscono totalmente la funzionalità del suolo e che spesso diventano evidenti solo quando sono irreversibili, o in uno stato talmente avanzato da renderne estremamente oneroso ed economicamente poco vantaggioso il ripristino.

38

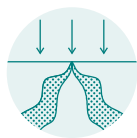
BENEFICI potenziali afferenti al tema SUOLO



RIGENERAZIONE ECOLOGICA
DEL SUOLO



RIDUZIONE USO DEL
SUOLO



PERMEABILITA' DEL SUOLO

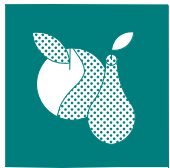


FITORIMEDIO



RIDUZIONE CONSUMO DI PESTICIDI
E FERTILIZZANTI

TEMA



CIBO

I sistemi alimentari sono l'insieme dei beni, processi, conoscenze, valori simbolici e cognitivi che regolano i flussi di cibo lungo tutte le fasi della filiera: dalla produzione, che comprende le tecniche di produzione, le tecnologie coinvolte, la localizzazione e la gestione dei fattori di produzione, fino al consumo e alla gestione e trattamento degli scarti alimentari. Oggi, a seguito dei processi di industrializzazione delle filiere del cibo che hanno caratterizzato gli ultimi decenni, in molti ambiti viene riconosciuto il problema dell'aumento di distanza tra produttori di cibo e i consumatori (MIPAF, 2019). Negli ultimi anni il cibo sta assumendo un ruolo sempre più rilevante nell'ambito delle politiche urbane, diventando un asse d'intervento prioritario per riorientare i processi locali di produzione e consumo secondo paradigmi più sostenibili. Questo può avvenire grazie ad iniziative che coinvolgono sia i produttori che i consumatori per la riappropriazione del tema del cibo da parte delle persone che lo consumano. In questo contesto, l'agricoltura urbana fornisce cibo di buona qualità e contribuisce alla responsabilizzazione dei consumatori nei confronti della risorsa alimentare, combatte l'insicurezza alimentare fornendo prodotti sani e freschi, promuove la cultura alimentare e aiuta lo sviluppo economico locale sia attraverso la vendita dei prodotti sia generando risparmi sulla spesa alimentare. Può contribuire ad aumentare la resilienza economica attraverso la creazione di nuovi posti di lavoro e offre un'alternativa economicamente ed ecologicamente sostenibile rispetto alle filiere convenzionali.

39

BENEFICI potenziali afferenti al tema CIBO



PRODUZIONE DI CIBO



PRODUZIONE BIOLOGICA

TEMA



BENESSERE

Numerosi studi di psicologia ambientale individuano nel verde cittadino uno strumento terapeutico ed anti-stress, confermando il valore sociale e psicologico della componente verde urbana. Il verde infatti è un elemento che la maggior parte delle persone riconduce a sensazioni di bellezza, piacevolezza e benessere. La possibilità di rapido accesso a zone vegetate produce rilassamento, facilita la concentrazione e aiuta a ridurre lo stress quotidiano. Diversi studi hanno dimostrato che l'aumento di aree verdi in ambiente urbano gioca un ruolo positivo sulla salute psicologica e fisica come la riduzione di malattie legate allo stress cronico (Roe et al., 2013), sullo sviluppo sociale e cognitivo nei bambini (Amoly et al., 2014) e sul numero di persone fisicamente attive il quale è legato direttamente ad una riduzione del rischio di problemi vascolari (Tamosiunas et al., 2014). Al verde viene attribuita anche una funzione didattico-pedagogica inestimabile e genera una spinta sociale: quando esiste una componente vegetazionale in una città si assiste anche al sorgere di gruppi di volontari legati alla gestione e alla conservazione di tale patrimonio, promuovendo un senso di responsabilità nei confronti dell'ambiente in cui si vive, facendo nascere una consapevolezza di appartenenza al territorio. Inoltre, l'educazione verso la gestione del territorio può essere trasmessa alle nuove generazioni: già nell'età giovanile si può instaurare un'etica ambientale, che responsabilizza i giovani riguardo all'evoluzione futura del loro spazio vitale.

40

BENEFICI potenziali afferenti al tema BENESSERE



BENESSERE PSICOLOGICO



BENESSERE FISICO



INTERAZIONE SOCIALE

TEMA



COMFORT

Con i cambiamenti climatici, le ondate di calore nei periodi estivi sono sempre più frequenti. Nelle città questo fenomeno è molto più forte rispetto alle aree rurali con una differenza fino a 3°. La cementificazione, le emissioni degli autoveicoli, delle industrie e dei sistemi di riscaldamento e raffrescamento domestico sono alcune delle cause che determinano un maggiore accumulo di calore in città. Le cosiddette “isole di calore urbano” portano a gravi conseguenze sia sulla salute umana che a livello economico. Contrastarle significa migliorare il microclima urbano e il livello di comfort con positive ripercussioni sulla mitigazione del riscaldamento globale. I risultati di numerosi studi (Papadakis et al., 2001) hanno mostrato che le piante costituiscono un sistema passivo per il controllo termico degli edifici in estate, offrendo vantaggi rispetto ai convenzionali schermi solari artificiali. L'effetto di raffreddamento per evaporazione delle piante può abbassare la temperatura dell'aria intorno alla parete ombreggiata. Oltre al risparmio energetico, che può essere ottenuto utilizzando gli alberi come dispositivi di ombreggiatura, si devono anche considerare i benefici per l'ambiente, come la riduzione delle emissioni di gas serra ottenuta grazie al risparmio di energia, e l'influenza estetica degli interventi verdi. L'inquinamento acustico è uno dei principali problemi ambientali che riducono il livello di comfort arrecando disturbo al sonno e allo svolgimento delle attività quotidiane. Esso è anche causa di una maggiore incidenza di alcune tipologie di disturbi della salute (Basner et al., 2014). Studi recenti hanno evidenziato come piante e terreno concorrano alla riduzione del rumore seguendo indicazioni di massima come ad esempio l'impiego di piante grandi, in buono stato di salute e particolarmente fogliose (frondose).

41

BENEFICI potenziali afferenti al tema COMFORT



COMFORT TERMICO MITIGAZIONE ISOLE DI CALORE



COMFORT ACUSTICO

TEMA



BIODIVERSITA'

Il concetto di biodiversità si riferisce comunemente alla diversità della vita sulla terra, in tutte le sue forme e differenze. La biodiversità ha valore ambientale, economico ed etico-culturale. La componente ecologica ed ambientale è rappresentata dalla ricchezza di specie presenti e dalla variabilità del loro patrimonio genetico, entrambe alla base dei processi di adattamento e resilienza alle variazioni ambientali (Ricklefs, 2006). A seguito delle trasformazioni ambientali, nuove specie con caratteri peculiari compaiono grazie all'affermazione di interazioni geniche che si determinano per ricombinazione dei geni presenti. Maggiore è la variabilità genetica presente più elevata risulterà di conseguenza la capacità della vita di rispondere al cambiamento. Un altro fattore fondamentale è l'influenza positiva della biodiversità sulla resilienza degli ecosistemi, intesa come capacità di superare eventi anomali e ripristinare le condizioni di stabilità iniziali (Peterson et al., 1998). La riduzione della biodiversità risulta molto dannosa anche nell'ambito produttivo nel settore agricolo, poiché la ridotta variabilità genetica delle specie allevate può esporre le colture e gli animali a problemi di carattere sanitario e quindi causare una ridotta produttività con conseguenti perdite economiche. Al contrario di quello che avviene in un ambiente naturale, nel contesto urbano è spesso difficoltoso definire e assegnare un valore alla biodiversità. Una delle caratteristiche della biodiversità in ambiente urbano è che essa è costituita in gran parte da specie coltivate e molto spesso esotiche (Angermeier, 1994).

42

BENEFICI potenziali afferenti al tema BIODIVERSITA'



TUTELA DELLA BIODIVERSITA'

TEMA



VIVIBILITA'

Le nostre città, sono sistemi caratterizzati da un forte metabolismo energivoro e da una crescita spesso incontrollata dove lo stile di vita urbano riflette queste caratteristiche nel degrado urbano e nella disparità sociale e nelle economica. Città inquinate, rumorose, trafficate con pochi spazi dedicati alle comunità sono teatro spesso di ingiustizie sociali e malcontento. Secondo il “World Urbanization Prospects 2018” delle Nazioni Unite, più della metà della popolazione mondiale oggi vive in città e la tendenza ad abbandonare le campagne è destinata a crescere. Ripensare la qualità della vita, nei centri urbani è un obiettivo strategico che prevede un impegno trasversale sia da parte delle governance che dei cittadini. Le NBS sono infatti uno strumento di rinnovamento urbano determinante proprio per la loro natura multidisciplinare in quanto attribuiscono uguale peso agli aspetti sociali, ambientali ed economici. Le NBS applicate nei tessuti urbani aiutano ad innescare processi di rigenerazione urbana che amplificano, a caduta, i comportamenti virtuosi cittadini nei confronti della propria città o quartiere, favorendo ad esempio la mobilità sostenibile. Migliorano l’aspetto estetico degli spazi urbani aiutando il nostro benessere, aumentano in nostro senso di appartenenza ai luoghi in cui viviamo e permettono di gettare delle solide basi didattiche per aiutare le nuove generazione a crescere con consapevolezza l’ambiente e le nuove sfide climatiche future.

43

BENEFICI potenziali afferenti al tema VIVIBILITA'



RIGENERAZIONE URBANA



MIGLIORAMENTO ESTETICO



DISSEMINAZIONE DI VALORI
SOSTENIBILI



RIDUZIONE DEL TRAFFICO

TEMA



ECONOMIA

Il verde urbano non è solo fonte di innumerevoli benefici ambientali e socio-culturali, ma contribuisce al benessere delle persone aumentando il valore delle case. Infatti la presenza di aree verdi come parchi, e giardini determinano un aumento del valore delle proprietà immobiliari e sono in grado di garantire migliori condizioni di salute per i cittadini che si traducono in una diminuzione della spesa sanitaria e sociale. Inoltre la presenza di alberature in prossimità degli edifici scherma la radiazione solare estiva ed aiuta a ridurre il fabbisogno di raffrescamento e quindi i costi di energia. Le aree verdi, coadiuvate dalla presenza di servizi per la ricreazione ed il divertimento costituiscono un richiamo per i turisti, e quindi cominciano a sorgere attività commerciali. Non solo, si osserva anche una sempre maggiore richiesta di manodopera specializzata per la gestione e manutenzione di queste nuove aree e delle tecnologie ad esse associate.

BENEFICI potenziali afferenti al tema ECONOMIA



RISPARMIO ENERGETICO



NUOVI POSTI DI LAVORO

2.2

Key Performance Indicators (KPI)

KPI: COSA SONO E A COSA SERVONO

I Key Performance Indicators (KPI), in italiano Indicatori Chiave di Performance, sono variabili quali-quantitative con cui si misurano le prestazioni di un'azienda o di un prodotto/intervento per determinare quanto si avvicina ad un obiettivo pre-definito o come varia nel tempo.

I KPI devono essere individuati in modo puntuale e specifico in funzione di ciò che il proponente ritiene essere l'obiettivo da raggiungere. Affinchè un KPI sia funzionale dovrebbe rispondere ad alcuni requisiti.

- **Specificità:** l'obiettivo deve essere quanto più specifico.
- **Misurabilità:** per poter essere monitorato ed analizzato, l'obiettivo dovrà essere misurato in maniera oggettiva.
- **Fattibilità:** stabilire obiettivi effettivamente raggiungibili.
- **Realismo:** definizione degli obiettivi commisurati all'entità dell'impresa e del contesto.

MODALITA' DI MISURAZIONE/STIMA DEI PRINCIPALI KPI RI-PORTATI*

CARBONIO STOCCATO O SEQUESTRATO DALLA VEGETAZIONE

Esistono diversi strumenti per la modellazione del carbonio negli alberi, tra la suite di strumenti i-Tree (USDA Forest Service, 2019). i-Tree Eco è uno strumento gratuito di servizi ecosistemici sviluppato dall'USDA Forest Service ed è attivamente sviluppato e adattato per un ulteriore utilizzo anche in Europa. I dati minimi richiesti sono specie e diametro dell'albero, i dati sulla qualità dell'aria e i dati

**Ulteriori indicatori possono essere selezionati in funzione delle priorità e possibilità tecniche del Proponente.*

meteorologici definiti attraverso la localizzazione della centralina registrata nel sistema, ma possono essere aggiunti estensione della chioma, le caratteristiche della vegetazione (ad esempio, tipo, età e altezza), l'uso del suolo.

RIDUZIONE INQUINANTI ATMOSFERICI

La vegetazione può rimuovere gli inquinanti atmosferici (particelle e gas) mediante il processo di deposizione a secco. La deposizione è il trasporto da un punto nell'aria alla superficie di una pianta, che è principalmente correlato alla concentrazione di inquinanti vicino alla superficie, alle condizioni meteorologiche e alle proprietà della vegetazione.

I-Tree Eco viene applicato anche per la definizione del flusso orario di deposizione secca e quindi di rimozione di inquinanti quali NO_2 , $\text{PM}_{2.5}$, SO_2 ed O_3 . I risultati vengono usati per calcolare la rimozione annuale da parte della vegetazione, basata sui dati di concentrazione e meteo scelti.

CAPACITA' DI INFILTRAZIONE

L'impermeabilità della superficie è caratteristica delle aree urbane e un importante indicatore ambientale. All'aumentare dell'impermeabilità superficiale, il volume e la velocità del deflusso superficiale aumentano e si verifica una corrispondente diminuzione delle infiltrazioni d'acqua. Le misurazioni dei parametri del flusso d'acqua del suolo possono essere condotte utilizzando più metodi diversi ed i parametri principali misurati sono, fra gli altri, infiltrazione cumulativa, velocità di infiltrazione, conducibilità idraulica, capacità di assorbimento, parametro della lunghezza capillare macroscopica, prevalenza.

TEMPERATURA MEDIA E DI PICCO

La temperatura dell'aria ambiente può essere valutata attraverso il monitoraggio continuo della temperatura, in prossimità dell'area di intervento della NBS, e il calcolo della temperatura media e di picco diurna prima e dopo l'implementazione dell'NBS.

ACQUE DI RUNOFF IN RAPPORTO ALLA PRECIPITAZIONE

L'estensione delle superfici impermeabili nelle aree urbane è in continuo aumento con lo sviluppo e l'espansione delle città, a causa della costruzione di edifici, strade, parcheggi, ecc. Una conseguenza

significativa è un maggiore deflusso nelle aree urbane, che può anche portare ad inondazioni. In generale, il deflusso superficiale si genera in due modi: per eccesso di saturazione, dove il deflusso si genera quando il suolo diventa saturo; oppure, per eccesso di infiltrazione, dove il deflusso si genera quando l'intensità della pioggia supera la velocità di infiltrazione dell'acqua nel suolo.

RIDUZIONE DELLE INONDAZIONI

La rapida urbanizzazione e industrializzazione ha portato a una ridotta copertura vegetativa ed a un ridotto accumulo di acqua nel sottosuolo, nonché alla concentrazione e all'accumulo di deflusso superficiale nei sistemi fognari a causa della ridotta infiltrazione nel suolo. La valutazione dell'efficacia dei metodi di gestione delle inondazioni può essere effettuata con metodi diversi. Ad esempio, la valutazione del deflusso può essere eseguita mediante misurazioni in situ prima e dopo la costruzione di una struttura di gestione delle inondazioni; mediante modelli idrologici e idraulici; mediante monitoraggio diretto. I parametri utilizzati per la valutazione delle prestazioni delle misure di gestione delle inondazioni naturali sono stati: (a) riduzione del picco di alluvione per diversi periodi di ritorno degli eventi alluvionali; (b) aumento del tempo per raggiungere il picco di inondazione; e, (c) diminuzione della probabilità annuale di rischio di alluvione per l'area selezionata.

ACCESSIBILITA' ALLE AREE VERDI

L'accessibilità agli spazi verdi può essere determinata anche come distanza dagli spazi verdi o tempo per raggiungere gli spazi verdi.

VARIAZIONE NEL NUMERO DI SPECIE AUTOCTONE

La definizione di biodiversità è la presenza di diverse specie di diversi gruppi tassonomici. La variazione netta del numero di specie in un comune è un'indicazione di perdita o guadagno di diversità biologica. Un campione completo della biodiversità in un'area può essere ottenuto attraverso un censimento di specie in diversi gruppi: piante, uccelli e farfalle sono stati definiti nel City Biodiversity Index come gruppi tassonomici principali da seguire in tutte le città. Poiché l'obiettivo di questa metrica è aumentare la biodiversità e reintrodurre una gamma più ampia di specie naturali, può essere sufficiente selezionare determinati biotipi o aree e una selezione di specie per il monitoraggio. Il valore dell'indicatore è il numero di

nuove specie autoctone rilevate nell'area urbana, rispetto al numero di specie di base.

RICOVERI PER COLPI DI CALORE DURANTE EVENTI ESTREMI

Questo indicatore può essere facilmente valutato utilizzando i dati di salute pubblica relativi ai ricoveri giornalieri al pronto soccorso. Questi dati possono essere utilizzati sia per valutare i ricoveri totali al pronto soccorso, sia per valutare i ricoveri ospedalieri per specifiche categorie di malattie come colpo di calore, disidratazione e arresto cardiaco.

QUALITÀ DELL'ACQUA

I parametri di base della qualità dell'acqua includono pH, temperatura, conducibilità elettrica (EC), contenuto di ossigeno disciolto (DO) e portata. Ciascuno di questi parametri viene solitamente quantificato utilizzando un misuratore sia sul campo che in campioni raccolti e trasportati in laboratorio per l'analisi.

Per ognuno dei principali parametri di qualità, la normativa individua limiti per le diverse specie acquatiche (pesci di acqua dolce, crostacei..) e per la potabilità.

ABBATTIMENTO DI N, P, SST, METALLI

I nutrienti, inclusi l'azoto (N) e il fosforo (P), possono avere un impatto significativo sulla qualità dell'acqua, compresi gli effetti sulla crescita delle piante, sulla concentrazione di ossigeno, sulla limpidezza dell'acqua e sui tassi di sedimentazione e si possono presentare sotto diverse forme. Alcune delle principali fonti antropogeniche di nutrienti sono le emissioni agricole e industriali, le acque reflue scaricate e la deposizione atmosferica. Metalli e metalloidi sono onnipresenti nell'ambiente naturale e possono accumularsi potenzialmente a livelli tossici poiché i metalli non si degradano nel tempo. La riserva principale di metalli è il substrato geologico. L'attività umana ha notevolmente accelerato i cicli biogeochimici naturali, determinando emissioni antropogeniche di metalli nell'atmosfera, sia da fonti puntuali come le attività minerarie e industriali sia come fonti diffuse come la combustione di combustibili fossili e le attività agricole. I solidi sospesi totali (SST) possono influenzare la salute e la produttività dell'ecosistema acquatico. Le fonti di SST includono, ad esempio, deflusso di sedimenti da campi agricoli, attività di disboscamento, cantieri, strade, scarichi di rifiuti o crescita eccessiva

di alghe. I solidi sospesi totali sono tipicamente quantificati in laboratorio utilizzando un processo gravimetrico, ottenendo la misurazione del SST in unità di massa per volume.

CONNETTIVITÀ FUNZIONALE E STRUTTURALE

La frammentazione degli ambienti naturali è una grave minaccia per la biodiversità poiché le aree naturali sparse e non collegate sono molto meno efficienti nel preservare la biodiversità rispetto alle aree grandi e collegate. La definizione di connettività si basa sul movimento della fauna: gli animali possono muoversi liberamente tra le aree degli habitat naturali? Le aree si considerano connesse se distanti tra loro meno di 100 m e non divise da barriere quali strade, fiumi modificati, mura, ecc.

SVILUPPO DI STRATEGIE DI RESILIENZA CLIMATICA

Questo indice valuta qualitativamente la misura in cui un Comune ha una strategia di resilienza climatica e un piano d'azione. La metrica è valutata utilizzando una scala a sette punti:

Nessuna azione – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – Attuazione, monitoraggio e valutazione.

1. Non è stata ancora intrapresa alcuna azione
2. È stato preparato il terreno per l'adattamento (la base per un processo di adattamento di successo)
3. Sono stati valutati i rischi e le vulnerabilità
4. Sono state identificate opzioni di adattamento
5. Sono state selezionate le opzioni di adattamento
6. Sono in corso di attuazione opzioni di adattamento
7. Il monitoraggio e la valutazione sono in corso.

EMISSIONI DI CO₂ CONNESSE AL CONSUMO DI ENERGIA DEGLI EDIFICI

Il consumo energetico degli edifici è la frazione delle emissioni di gas serra che possono essere influenzate dalle soluzioni basate sulla natura nell'ambiente urbano. Questa misura può essere calcolata a partire da dati e stime comunali e può indicare cambiamenti nelle esigenze di riscaldamento e raffrescamento degli edifici.

L'ammontare di GHG equivalenti emessi del consumo di energia può essere calcolata con diversi livelli di precisione. Un metodo rapido e ragionevolmente accurato utilizza un fattore di emissione nazionale per l'energia consumata, che fornisce un fattore di con-

versione tCO₂/MWh per ricavare un valore per le emissioni di CO₂ equivalenti risultanti dal consumo energetico dell'edificio. In primo luogo, vengono identificate le fonti energetiche delle abitazioni: queste fonti di energia includono l'uso dell'energia elettrica, nonché fonti di energia supplementari come il teleriscaldamento e la combustione locale per il riscaldamento. Vengono estrapolati i dati pro-capite (MWh/persona). Per determinare le modifiche a seguito dell'implementazione della NBS, si calcola il consumo prima e dopo l'implementazione con cadenza annuale.

RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE ALL'INQUINAMENTO ACUSTICO

L'inquinamento acustico ambientale è qualsiasi rumore di disturbo che interferisce o danneggia gli esseri umani o la fauna selvatica. L'inquinamento acustico è comunemente misurato nel livello di decibel (dB), il che significa che la riduzione del rumore può essere

*livello dB dopo l'implementazione della NBS /
livello dB prima dell'implementazione x100 =
% variazione nel livello di rumore*

POSTI DI LAVORO CREATI

Il numero di posti di lavoro, o il numero di nuovi posti di lavoro, nel settore verde può essere conteggiato o stimato per un determinato comune sulla base delle registrazioni delle imprese e/o dei documenti amministrativi. La proporzione di lavori verdi, o nuovi lavori verdi, è calcolato come:

*n° di green jobs (nuovi) / n° di lavori totali
(nuovi) x100*

NUMERO DI ATTIVITÀ DI INFORMAZIONE/SENSIBILIZZAZIONE AL PUBBLICO

La consapevolezza delle questioni ambientali è un primo passo fondamentale nella creazione di supporto per progetti e programmi ambientali. La misura in cui un progetto sfrutta le opportunità per aumentare la consapevolezza dei cittadini nei confronti delle NBS e dei servizi ecosistemici, o più in generale per educare i cittadini alla sostenibilità e all'ambiente, può essere valutata utilizzando una scala a cinque punti: Per niente – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – molto.

1. Per niente: le opportunità di sensibilizzazione ambientale non sono state prese in considerazione nella comunicazione del progetto;
2. Scarso: le opportunità per aumentare la consapevolezza ambientale sono state leggermente prese in considerazione nella comunicazione del progetto;
3. In qualche modo: le opportunità per aumentare la consapevolezza ambientale sono state in qualche modo prese in considerazione nella comunicazione del progetto, nei momenti chiave del progetto c'era attenzione per questo problema;
4. Buono: le opportunità per aumentare la consapevolezza ambientale sono state sufficientemente prese in considerazione nella comunicazione del progetto, il progetto ha utilizzato molte possibilità per affrontare questo problema nelle loro comunicazioni;
5. Eccellente: nella comunicazione del progetto sono state prese in considerazione le opportunità per aumentare la consapevolezza ambientale, il progetto ha sfruttato ogni possibilità per affrontare questo problema sia nelle comunicazioni online che offline.

RIDUZIONE DEI VOC

I composti organici volatili (in inglese volatile organic compounds VOC), sono composti chimici di diversa natura accomunati da una elevata volatilità che quindi si ritrovano nell'ambiente principalmente sottoforma gassosa. I VOC comprendono: gli idrocarburi, aldeidi, eteri, alcoli, esteri, clorofluorocarburi (CFC) e idroclo-rofluorocarburi (HCFC). I più comuni in ambiente indoor sono: formaldeide, benzene, terpeni, idrocarburi policiclici aromatici e gli alcol ed esteri. I VOC si originano da vernici, finiture e altri rivestimenti, sono anche il risultato dell'uso di prodotti per la pulizia, deodoranti per ambienti, prodotti per la cura della persona e altri materiali introdotti nell'edificio. Ad alte concentrazioni, questi composti possono portare ad irritazione del naso e faringe, e sono stati associati a leucemia, asma infantile e altri disturbi respiratori. I livelli di VOC possono essere 5 volte superiori all'interno che all'esterno. La quantificazione della concentrazione nell'ambiente avviene generalmente attraverso il parametro TVOC (unità di misura ppb o $\mu\text{g}/\text{m}_3$) che fornisce una stima della somma di tutti i VOC presenti.



3.

NBS: LE SCHEDE

Nel 2015 la Commissione Europea con il rapporto “Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities” si riferisce alle NBS come soluzioni basate sulla natura per affrontare le sfide socio-ambientali come il cambiamento climatico, l’inquinamento dell’acqua, il rischio idrico, la sicurezza alimentare, la perdita di biodiversità, la salute e il benessere delle persone e la gestione del rischio di calamità ambientali. Nel rapporto vengono ampiamente sottolineate le opportunità, il carattere innovativo e le nuove prassi progettuali che si generano dall’utilizzo della componente naturale in processi di riqualificazione urbana per aumentare la resilienza degli ambiti urbani e per lo sviluppo della green economy.

53

Le NBS si definiscono principalmente per alcune caratteristiche:

- Sono in grado di portare la natura in ambiti fortemente antropizzati.
- Sono soluzioni che basandosi o ispirandosi alla natura includono ecosistemi naturali complessi. Gli ecosistemi naturali hanno una grande capacità di evolversi nel tempo, questo rende le NBS a loro volta, più durevoli e resilienti ai cambiamenti.
- Sono una risposta globale ai cambiamenti climatici, ma sono adattabili ad ogni contesto locale. Questo permette di approcciare sistemicamente e globalmente le sfide climatiche in atto.
- La loro natura trasversale, fa sì che le NBS siano uno strumento poliedrico e performante perché in grado di risolvere contemporaneamente problemi in ambito ambientale, sociale ed economico.
- Sono potenzialmente più efficienti delle soluzioni tradizionali perché utilizzano naturalmente ed in modo più economico le risorse.
- I benefici che ne derivano sono a vantaggio di tutti per cui non

generano disparità ma, al contrario, favoriscono la coesione sociale e la collaborazione.

Semplificare l'applicazione di queste soluzioni e renderle attuabili sia da parte delle amministrazioni che da parte dei cittadini è l'obiettivo di questo manuale con lo scopo di promuovere questo tipo di interventi su piccola e grande scala .

Nei prossimi capitoli verranno descritte una serie di NBS, sotto forma di schede, con esempi chiari di progetti realizzati con successo e con semplici indicazioni tecniche e progettuali che ne aiutano la comprensione. Una sezione legata agli aspetti manutentivi permette di dare una proiezione temporale alle risorse richieste per ogni soluzione.



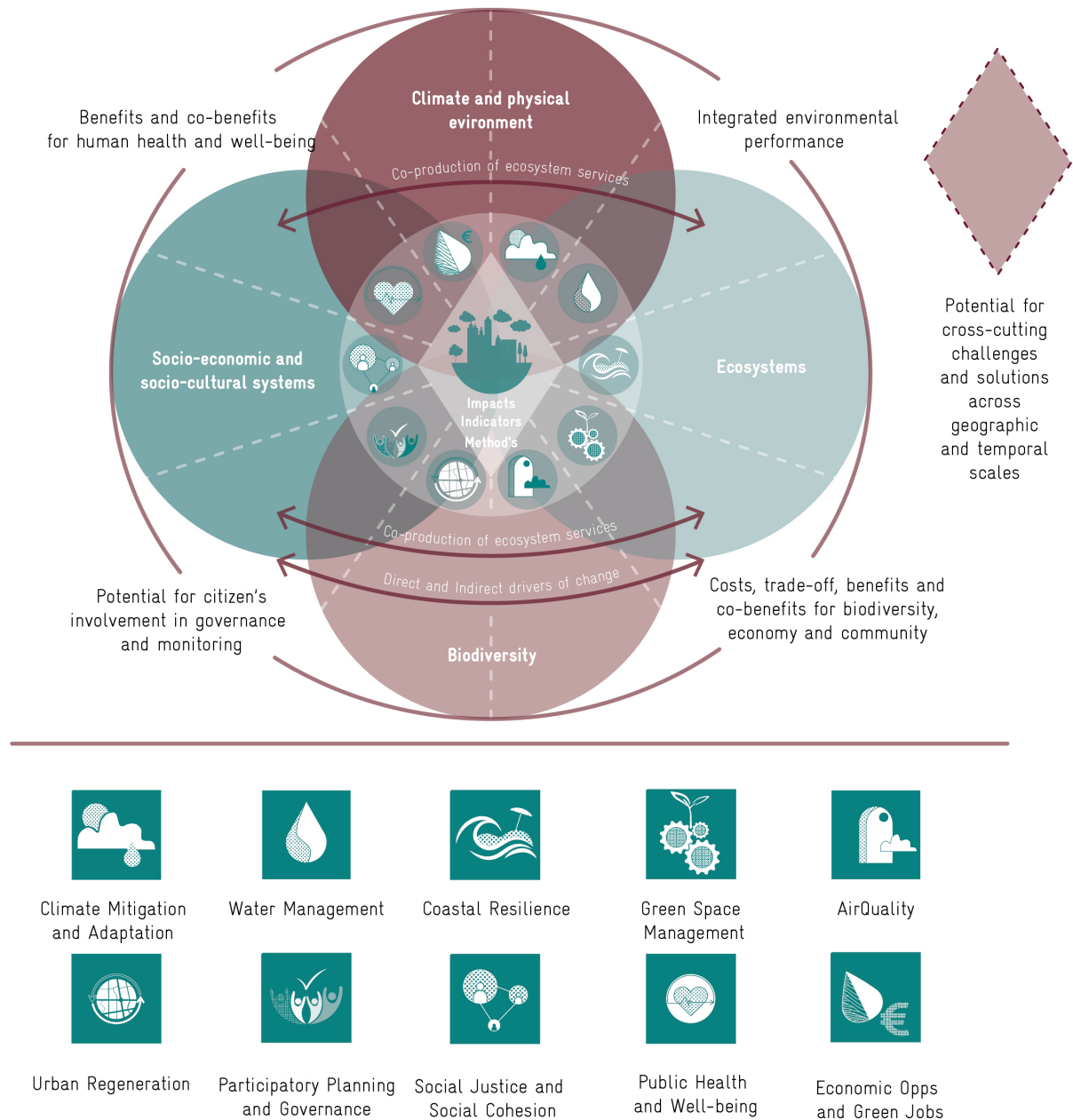
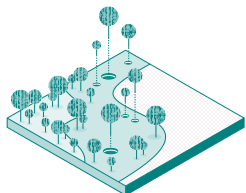


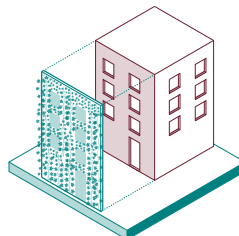
Figura 3. Rielaborazione infografica 'Co-relazioni ed interdipendenza tra uomo, ecosistemi e NBS' (Fonte Raymond et al. 2017: "An Impact Evaluation Framework to Support Planning and Evaluation of Nature-based Solutions Projects")

NATURE BASED SOLUTIONS



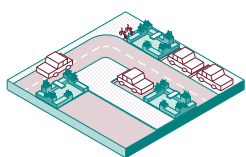
Messa a dimora delle piante

- Box di bioritenzione
- Foresta urbana
- Alberatura stradale



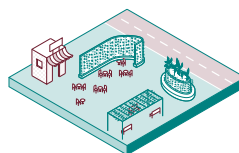
Interventi sugli elementi verticali degli edifici

- Facciate verdi e living walls
- Verde sul balcone



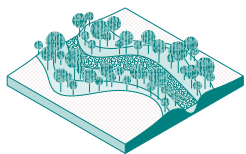
Arredo urbano integrato al verde

- Parklets



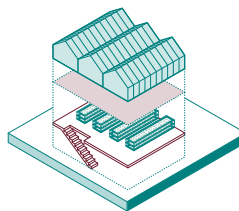
Interventi di verde free standing

- Barriere verdi e barriere verdi filtranti
- Percorso pergolato



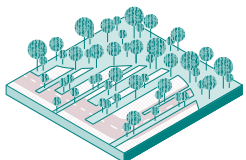
Regimentazione e depurazione delle acque

- Aree di bioritenzione e rain gardens



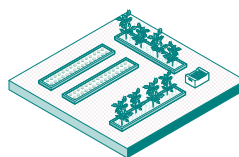
Sistemi di coltivazione alla scala dell'edificio

- Vertical farming
- Rooftop farms
- Rooftop greenhouse



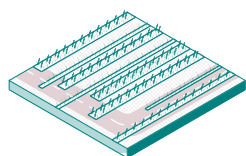
Interventi di demineralizzazione

- Pavimentazioni permeabili in verdite
- Riapertura corsi d'acqua tombati



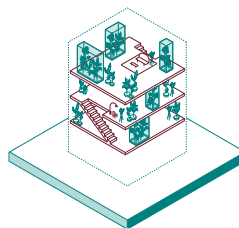
Sistemi di coltivazione alla scala urbana e peri-urbana

- Floating farms
- Orti sociali
- Agroforestazione
- Food forest



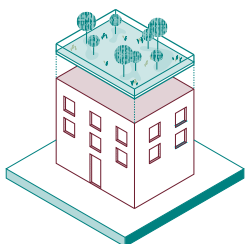
Interventi sul suolo

- Fitorimediazione



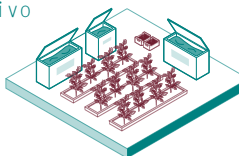
Verde indoor

- Filtrazione botanica



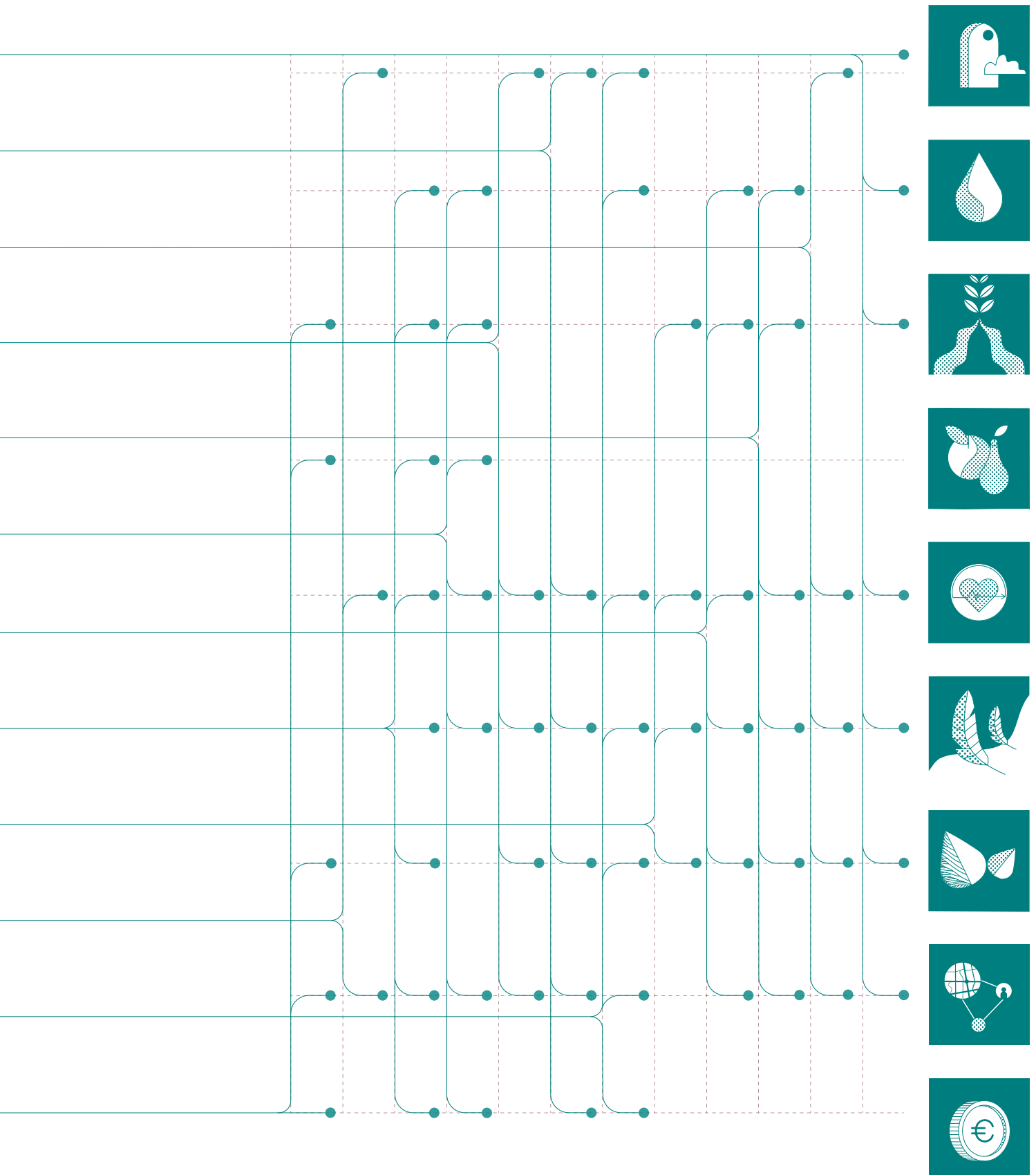
Interventi sugli elementi orizzontali degli edifici

- Tetto verdi estensivo ed intensivo
- Tetto verde "smart"
- Tetto verde per impollinatori



Trattamento rifiuti organici

- Compostaggio comunitario



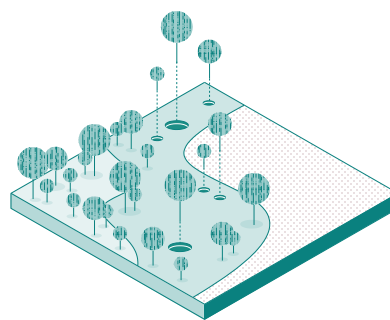
* *TEMI presenti o potenzialmente presenti in almeno uno degli interventi tipo della sezione.*



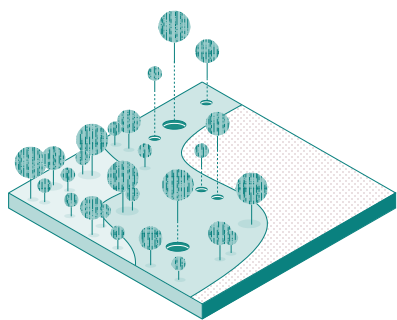
3.1

Gli alberi strategicamente sistemati nello spazio urbano possono apportare innumerevoli benefici tra cui, ombreggiare, raffrescare l'aria grazie ai processi di evapotraspirazione, il processo con il quale l'acqua assorbita dalle radici viene rilasciata sotto forma di vapore acqueo, e mitigare così le isole di calore urbane. Se sistemati in prossimità di edifici, aiutano a schermare i raggi solari estivi, riducendo il carico termico e determinando di conseguenza un minore utilizzo degli impianti di condizionamento: una scelta accurata della specie permetterà inoltre di non schermare i raggi invernali che viceversa aiutano a ridurre il consumo energetico legato all'uso della luce. Grazie alla superficie fogliare ombreggiante, che assorbe calore e protegge dalle radiazioni solari e dal riverbero delle superfici pavimentate, e all'evapotraspirazione, gli alberi permettono di realizzare, all'interno del tessuto urbano, delle zone al riparo dalle alte temperature e dall'irraggiamento diretto, particolarmente utili durante le roventi stagioni estive. La creazione di aree verdi alberate all'interno delle città offre molti benefici: è la strategia più economica ed efficiente per ridurre la concentrazione di CO₂, rimuovere gli inquinanti atmosferici (NO₂, O₃, SO₂, PM₁₀ ecc...), mitigare la temperatura delle isole di calore, gli effetti del surriscaldamento globale soprattutto nelle città costiere, il rischio

Messa a dimora degli alberi



di ruscellamento delle acque, che vengono intercettate dalle foglie e dal fusto e parzialmente assorbite dalle radici e dal suolo permeabile. I benefici della presenza del verde urbano interessano anche il benessere degli abitanti e la salute fisica (soprattutto per quanto riguarda le patologie respiratorie) e mentale. Alcuni studi dimostrano che la messa a dimora di alberi in città ha un impatto positivo anche sulla sicurezza e sulla percezione della sicurezza e della coesione sociale. La manutenzione del verde

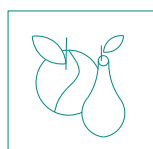


Messa a dimora delle piante

- Box di bioritenzione
- Foresta urbana
- Alberatura stradale

TEMI*

BENEFICI**



* TEMI presenti o potenzialmente presenti in almeno uno degli interventi tipo della sezione.

** I presenti BENEFICI si intendono "potenziali" in quanto in funzione delle scelte tecnico-agronomiche adottate, che influiscono sul contributo quali-quantitativo dell'intervento.

urbano può fornire posti di lavoro e nuovi sbocchi occupazionali.

L'inserimento di alberi è una scelta strategica anche per quanto riguarda la riqualificazione estetica degli spazi residuali della città, spesso destinati a parcheggi temporanei. Intervenire piantando gli alberi nel suolo o in contenitori ad-hoc aumenta la gradevolezza estetica degli spazi e riduce il ruscellamento delle acque di pioggia. La scelta delle piante da mettere a dimora in ambiente urbano dovrebbe rispondere ad alcune caratteristiche e criteri quali quelli di seguito riportati:

- **Criterio climatico:** adattabilità alle condizioni e alle caratteristiche pedoclimatiche del luogo

- **Criterio bioecologico:** solidità, tolleranza alle secche o alla scarsa ossigenazione, basso, o meglio nullo, rischio a diventare una specie invasiva, resistenza a malattie e parassiti, essere una fonte di cibo per la fauna locale e tolleranza alla contaminazione del suolo o all'avvento di anomalie;

- **Criterio funzionale:** basso livello di manutenzione, basso potenziale di rottura dei rami, specie non pollonifere o che possano arrecare danni alle infrastrutture

re (es. radici superficiali), nulla o bassa allergenicità, assenza di spine o agenti irritanti, potenziale di rimozione degli inquinanti, facile da trapiantare e gestire;

- **Criterio tecnico:** grandezza dell'albero (I,II,III grandezza), tratti morfologici;

- **Criterio estetico:** deciduo/semperverde anche in relazione all'orientamento stabilito (per l'ottimizzazione della schermatura solare), presenza o meno di fiori, densità ed altezza della chioma;

Lista piante

Alberi da ombra

- Tiglio
- Olmo
- Noce
- Bagolaro
- Acero campestre

Alberi per assorbimento di CO₂ e inquinanti atmosferici

- Tiglio
- Olmo
- Pioppo bianco
- Pino
- Acero

Alberi per la mitigazione delle isole di calore

- Tiglio
- Pioppo nero
- Farnia
- Acero campestre

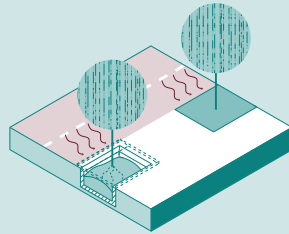
Esempio di KPI per la quantificazione dei benefici

- Carbonio stoccato e sequestrato dalla vegetazione
- Inquinanti catturati/rimossi dalla vegetazione
- Temperatura media o di picco
- Acque di runoff in rapporto alla precipitazione
- Capacità di infiltrazione
- Distribuzione/accessibilità alle aree verdi
- Variazione nel numero di specie autoctone
- Ricoveri per colpi di calore durante eventi estremi

SCHEDA NBS:

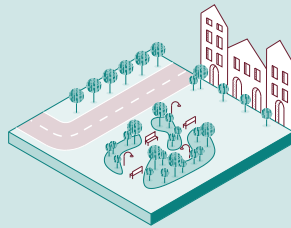
Messa a dimora degli alberi

SCHEDA 1.



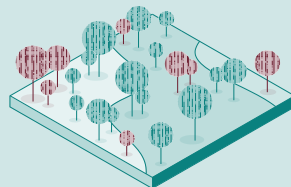
Box di bioritenzione

SCHEDA 2.

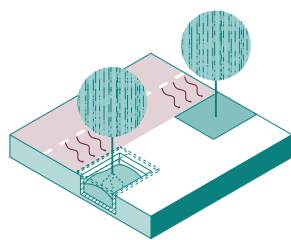


Alberature stradali

SCHEDA 3.



Foresta urbana



Box di bioritenzione

Indicazioni progettuali e tecniche

I box alberati vanno progettati garantendo condizioni adeguate allo sviluppo dell'alberatura, cioè facendo attenzione a garantire:

- sufficiente spazio per lo sviluppo dell'apparato radicale;
- adeguato medium di riempimento;
- condizioni adeguate allo scambio di gas;
- adeguato drenaggio;
- adeguati quantitativi idrici.

Aspetti manutentivi

I controlli sono a carico di manodopera non specializzata, quindi realizzabili in contemporanea a quelli regolarmente previsti per la manutenzione di spazi pubblici o strade e con un minimo aggravio di costi. Gran parte della manutenzione dei box alberati filtranti riguarda lo stato di salute dell'albero, perciò non differisce dagli interventi manutentivi ordinari per alberature urbane.

Manutenzione ordinaria

La rimozione di eventuali rifiuti depositati superficialmente.

Manutenzione periodica

Ispezione periodica degli impianti e componenti strutturali;

Pulizia dei meccanismi di afflusso e deflusso;

Verifiche del suolo e delle sostanze contenute in esso.

Manutenzione annuale

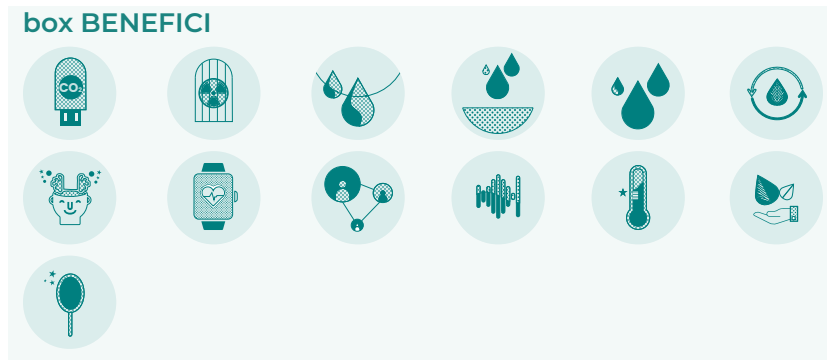
rimozione/sostituzione di pacciamme e stallatico; potatura degli alberi.

Scelta delle alberature

La scelta delle alberature dipende da componenti sia tecniche che estetico/paesaggistico/fruttive, e deve essere sempre supportata da figure professionali.

In generale, le caratteristiche desiderate dalle alberature per questi sistemi sono:

- chioma ben sviluppata;
- lunga aspettativa di vita;
- crescita rapida;
- tolleranza a periodi di siccità/allagamento;



- resistenza agli inquinanti presenti nelle acque e nell'aria in ambiente urbano;
- esteso sviluppo radicale.

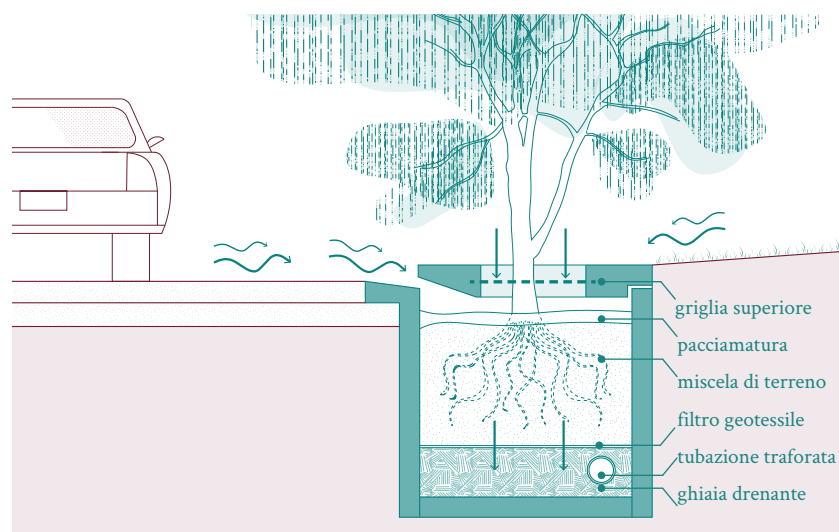
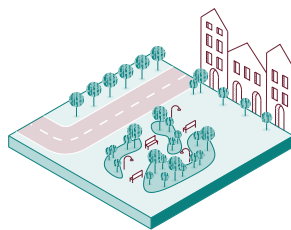


Figura 4. Composizione degli strati di un box alberato filtrante. Rielaborazione grafica a cura degli autori. Riferimento: Life METRO ADAPT – Soluzioni Naturalistiche per la Città Metropolitana di Milano.



Alberature stradali

Indicazioni progettuali e tecniche

Per alberature stradali si intende la sistemazione di alberi lungo strade, viali e piazze cittadine.

Essi rivestono un ruolo nel determinare il valore estetico, incidendo anche sul valore economico degli immobili, apportare zone d'ombra sulle aree pedonali e di parcheggio, gestire le acque di prima pioggia e ridurre il rischio di allagamento.

Il contributo è tanto maggiore quanti più filari sono presenti.

Tra le caratteristiche della vegetazione da tenere presente in fase di scelta della specie ci sono:

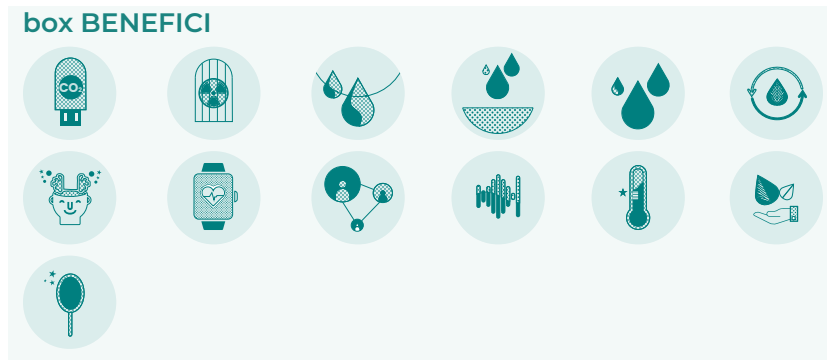
- necessità di spazio per il completo sviluppo della pianta;
- resistenza all'inquinamento;
- resistenza ai parassiti;
- caratteristiche alimentari, essudati, fruttificazione;
- emissione di radici superficiali o di polloni alla base del tronco;
- caratteristiche della chioma e del fogliame.

La distanza degli alberi tra loro e dagli edifici è un altro aspetto molto importante, sia per permettere alla chioma di espandersi senza interferenze, sia per evitare fenomeni di reciproca influenza microclimatica tra gli alberi e gli edifici.

La distanza minima degli alberi dalle pareti varia in funzione dello sviluppo dell'albero, così come la distanza da marciapiedi e carreggiate. Occorre tenere presente che per permettere anche alle radici di svilupparsi in maniera non eccessivamente asimmetrica gli alberi dovranno essere piantati ad almeno 1,5 m dalla carreggiata. È infatti da evitare che le radici si insinuino al di sotto del manto stradale o del percorso pedonale con il rischio di provocare danni a cose e persone.

Aspetti manutentivi

La gestione delle alberature stradali è un'attività complessa e richiede specifiche competenze. La manutenzione incide significativamente sulla stabilità complessiva dell'albero e sulla robustezza delle branche principali, e quindi sulle condizioni di sicurezza per passanti e



cose in prossimità degli alberi. L'analisi di stabilità viene condotta in base alla diffusa tecnica V.T.A. (Visual Tree Assessment), approccio che comporta l'analisi visiva dell'albero e successive verifiche strumentali, anche invasive, laddove se ne constati la necessità.

Lista piante

Alberi da ombra

- Tiglio
- Olmo
- Noce
- Bagolaro
- Acero campestre

Alberi per assorbimento di CO₂ e inquinanti atmosferici

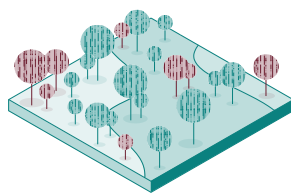
- Tiglio
- Olmo
- Pioppo bianco
- Pino
- Acero

Alberi per la mitigazione delle isole di calore

- Tiglio
- Pioppo nero
- Farnia
- Acero campestre



Figura 5. Esempio messa a dimora di alberi in piazza, Evergreen Brick Works, Toronto. Crediti: Guillaume Paradis, Claude Cormier et Associés.



Foresta urbana

La FAO descrive la foresta urbana come “*reti o sistemi comprendenti tutti i boschi, gruppi di alberi e singoli alberi situati in aree urbane e periurbane*” e ne individua 5 tipologie principali:

1. foreste e boschi periurbani;
2. parchi cittadini e foreste urbane;
3. piccoli parchi e giardini;
4. alberi lungo strade e piazze pubbliche;
5. altre aree verdi con alberi.

Indicazioni progettuali e tecniche

Gli indirizzi progettuali dovranno essere sostanzialmente riconducibili ai seguenti aspetti:

- impiego di specie erbacee, arbustive ed arboree tipiche della zona;
- promuovere la creazione di foreste altamente diversificate tenendo conto del ruolo delle foreste urbane come hotspot di biodiversità;
- ottimizzazione dei sesti di impianto con possibilità di definire differenti tipologie associative di impianto, al fine di ricreare situazioni assimilabili a boschi naturaliformi;
- ottimizzare la disponibilità, l'accessibilità, la prossimità, la permeabilità e la sicurezza delle foreste urbane per promuovere l'uso di tali risorse da parte di tutti i cittadini.

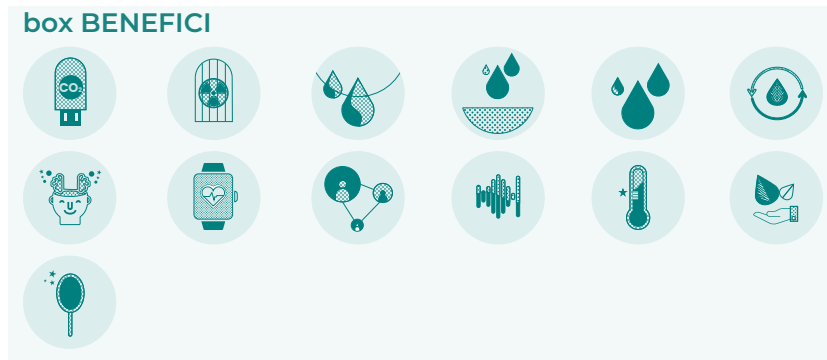
Aspetti manutentivi

In generale la realizzazione di una foresta urbana prevede una serie di operazioni post-impianto volte a garantire una rapida affermazione delle piantine e degli alberi messi a dimora. Si tratta di esecuzione di periodiche potature, eventuale sostituzione di fallanze, difesa dalla vegetazione infestante, controlli fitosanitari, concimazione ed irrigazioni.

Quando il rimboschimento è eseguito con piantine in fitocella devono essere previste lavorazioni negli interfilariperridurre la competizione con erbe infestanti, favorire la circolazione dell'aria nel terreno e ridur-

capitolo 3.1

Messa a dimora degli alberi



re l'evaporazione dell'acqua interrompendo la capillarità del terreno.

Lista piante

Alberi da ombra

- Tiglio
- Olmo
- Noce
- Bagolaro
- Acero campestre

Alberi per assorbimento di CO₂ e inquinanti atmosferici

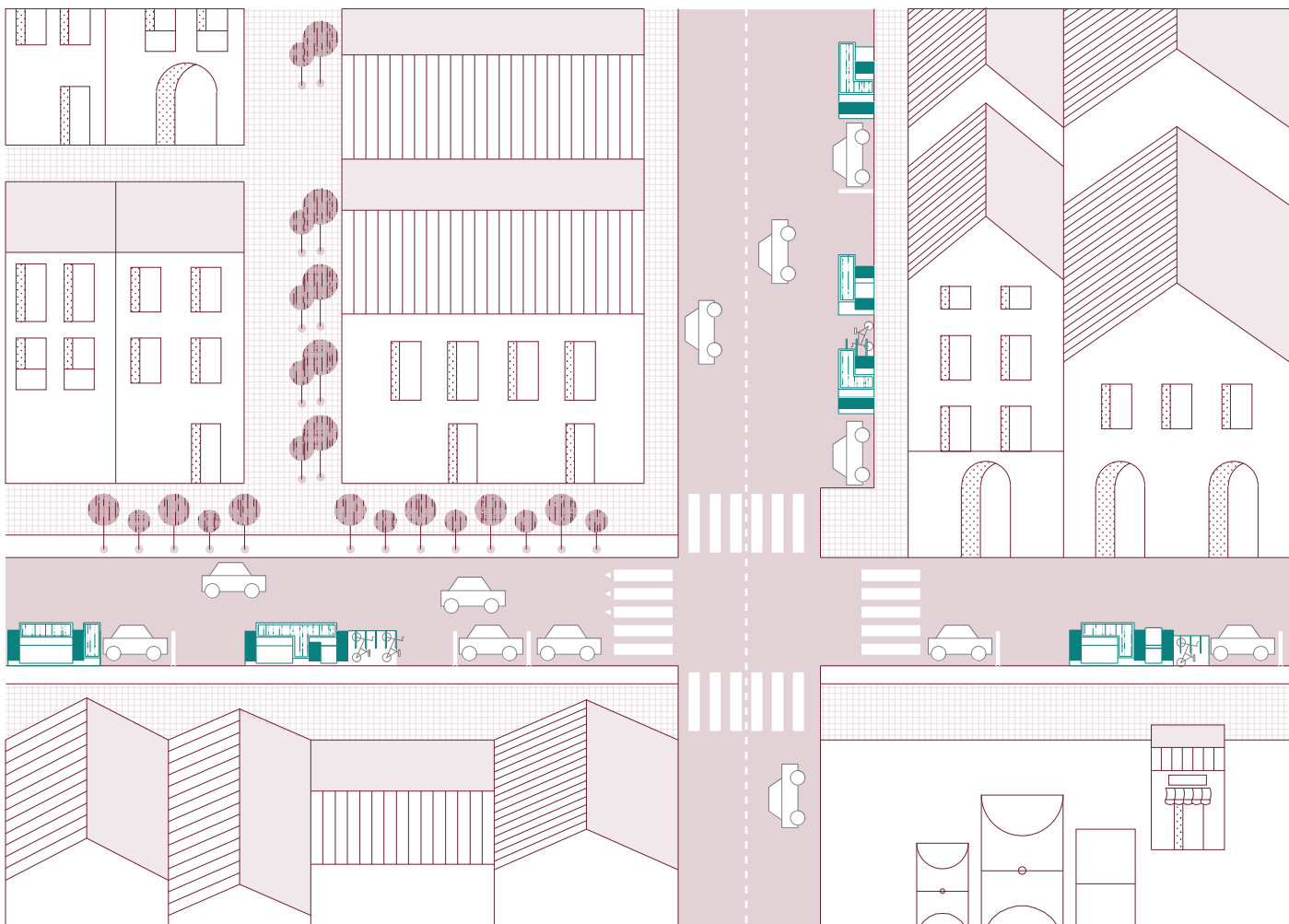
- Tiglio
- Olmo
- Pioppo bianco
- Pino
- Acero

Alberi per la mitigazione delle isole di calore

- Tiglio
- Pioppo nero
- Farnia
- Acero campestre



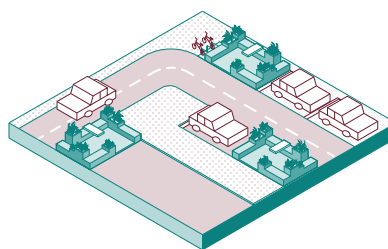
Figura 6. Esempio di intervento di forestazione urbana, Evergreen Brick Works Toronto. Crediti: Industryous Photography.

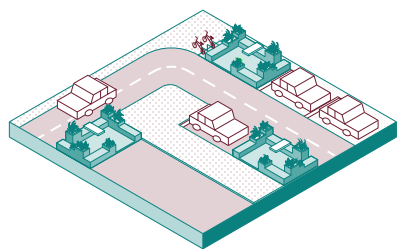


3.2

La progettazione di elementi di arredo urbano capaci di integrare la vegetazione rappresenta un'interessante opportunità per equipaggiare gli spazi pubblici urbani con elementi fissi e mobili in grado incrementare i benefici ambientali a vantaggio dei fruitori degli spazi, come la mitigazione delle isole di calore e la riduzione di alcuni inquinanti atmosferici.

Arredo urbano integrato al verde



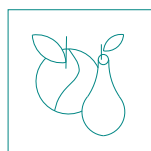
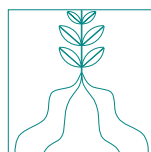
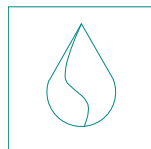


Arredo urbano integrato al verde

- Parklets

TEMI*

BENEFICI**



* TEMI presenti o potenzialmente presenti in almeno uno degli interventi tipo della sezione.

** I presenti BENEFICI si intendono "potenziali" in quanto in funzione delle scelte tecnico-agronomiche adottate, che influiscono sul contributo quali-quantitativo dell'intervento.

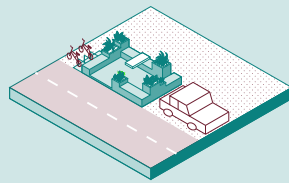
Esempio di KPI per la quantificazione dei benefici

- Inquinanti catturati/rimossi dalla vegetazione
- Temperatura media o di picco
- Sviluppo di strategie di resilienza climatica

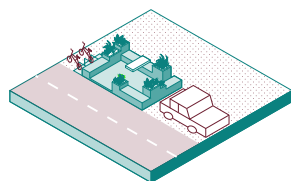
SCHEDA NBS:

Arredo urbano integrato al verde

SCHEDA 1.



Parklets



Parklets

Indicazioni progettuali e tecniche

Una delle strategie di riqualificazione dello spazio urbano prevede interventi puntuali mirati a incentivare la fruizione degli spazi all'aperto, creando occasioni di sosta, interazione, attività in luoghi privi di identità o destinati al solo passaggio. I Parklets o pocket parks ("giardini tascabili") sono strutture, mobili o fisse, che ospitano piante ed erbe. La prerogativa dei parklets è la grande flessibilità, che li rende adatti a svariate possibilità d'uso: i parklets possono essere composti da sedute, orti, parcheggi per biciclette, opere d'arte, contenitori. Oltre al considerevole contributo in termini estetici e di beneficio psicologico per gli abitanti, essi promuovono l'uso di biciclette e di attività fisica all'aperto, aumentando contestualmente la qualità dell'aria data dalla riduzione dell'utilizzo di auto e mezzi di trasporto privati. Di fatto, i pocket parks introducono porzioni di parco all'interno dei quartieri e delle strade delle città, producendo tutti i benefici legati alla presenza di verde e permettendo la riqualificazione di aree pedonali o di marciapiedi degradati e la ripopolazione dei luoghi pubblici abbandonati o poco frequentati. La dimensione contenuta e la facile manutenzione li rende soluzioni ideali per la scala ridotta di edificio, quartiere o strada, e per piccoli gruppi di cittadini. Un buon design è un aspetto centrale di queste soluzioni perché ne favorisce il successo in termini di accettazione da parte degli abitanti e fruitori, determinando l'efficacia dell'intervento di riqualificazione urbana.

Aspetti manutentivi

La manutenzione dei parklet deve essere concordata preventivamente dai vari stakeholder presenti/interessati; può essere identificato un'unica figura responsabile delle operazioni da svolgere o un team composto da responsabili pubblici e privati per quanto di relativa competenza.

Le principali azioni da intraprendere sono:

- pulizia di sedute ed elementi di arredo;

box BENEFICI



- irrigazione , se necessaria nei mesi estivi;
- manutenzione/riparazione degli elementi costituenti.

Scelta delle piante

Considerata la finalità principalmente ricreativa e di incentivazione alla socialità, le piante che maggiormente creano le condizioni di accoglienza e rilassamento sono i fiori normalmente usate nelle aiuole spartitraffico, piante officinali o piccoli arbusti, che non richiedano un'elevata manutenzione e gestione e che resistano nelle giornate soleggiate e calde.

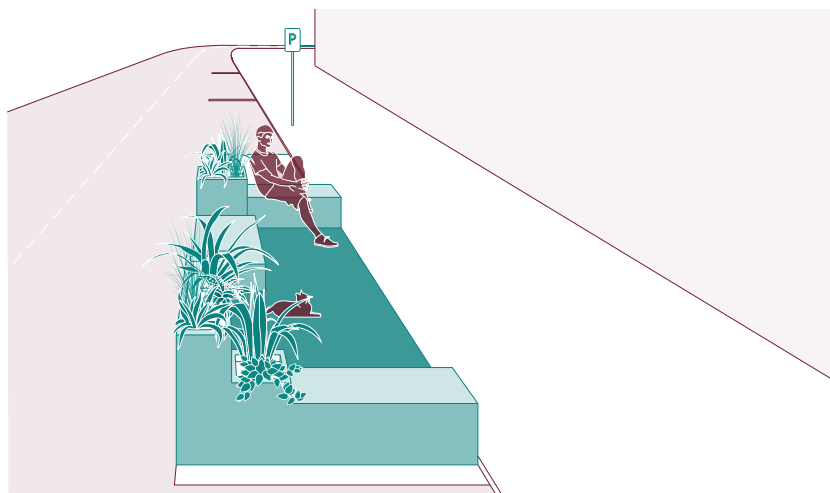
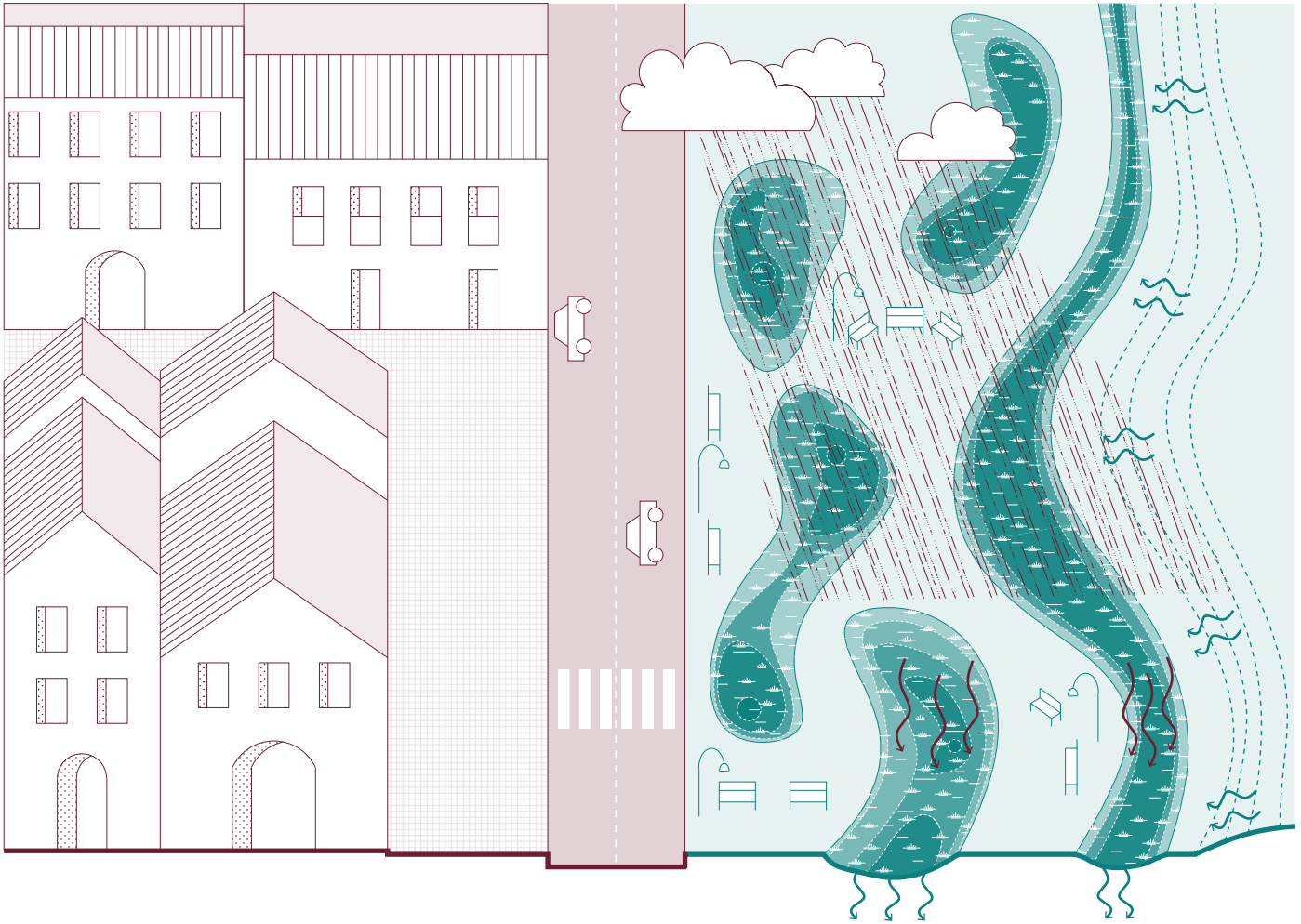


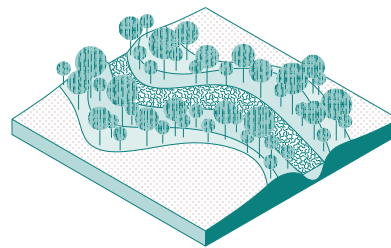
Figura7. Esempio - Parklet.



3.3

I sistemi di drenaggio urbano sostenibili (SUDs) sono sistemi di smaltimento delle acque meteoriche a basso o nullo impatto sull'ambiente. Si compongono di una serie di strategie e soluzioni progettate per drenare e decontaminare le acque superficiali, preservare la qualità dei bacini idrici locali e fornire nuove risorse d'acqua agli abitanti. I SUDs operano trattenendo l'acqua piovana, depurandola dagli inquinanti e rilasciandola lentamente, così da arginare il rischio di ruscellamento e da non sovraccaricare gli impianti fognari e di smaltimento delle acque né i naturali corsi d'acqua. Gli interventi possono essere implementati in aree pubbliche o private, in aree urbane o sub-urbane, potendo assumere forme ed aspetto diversi in funzione del posizionamento e dell'eventuale funzione estetica.

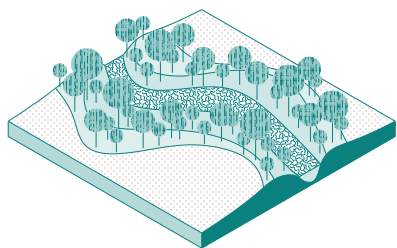
Regimentazione e depurazione delle acque



79

Lista piante

- Ontano
- Salice
- Sambuco
- Alisma plantago-aquatica
- Butomus umbellatus
- Phragmites australis
- Lythrum salicaria
- Mentha aquatica
- Scirpus lacustris lacustris
- Typha latifolia
- Typha angustifolia
- Angelica sylvestris
- Berula erecta
- Centaurea jacea
- Myosotis scorpioides
- Sparganium erectum
- Chamaerion angustifolium
- Eupatorium cannabinum
- Filipendula ulmaria
- Galium palustre
- Lathyrus pratensis
- Lotus pedunculatus
- Thalictrum flavum
- Valeriana officinalis

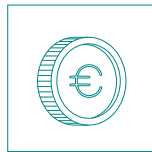
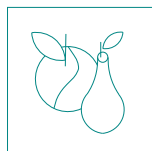


Regimentazione e depurazione delle acque

- Aree di bioritenzione e rain garden

TEMI*

BENEFICI**



* TEMI presenti o potenzialmente presenti in almeno uno degli interventi tipo della sezione.

** I presenti BENEFICI si intendono "potenziali" in quanto in funzione delle scelte tecnico-agronomiche adottate, che influiscono sul contributo quali-quantitativo dell'intervento.

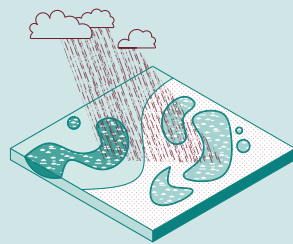
Esempio di KPI per la quantificazione dei benefici

- Qualità dell'acqua (pH, T, EC ecc..)
- Abbattimento di N, P, SST, Metalli
- Capacità di infiltrazione
- Temperatura media o di picco
- Acque di runoff in rapporto alla precipitazione

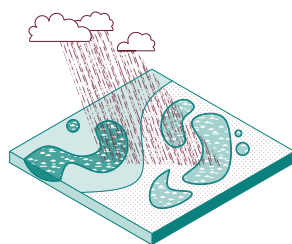
SCHEDA NBS:

Regimentazione e depurazione delle acque

SCHEDA 1.



**Aree di bioritenzione
vegetata e rain gardens**



Aree di bioritenzione vegetata e rain gardens

Indicazioni progettuali e tecniche

Le aree di bioritenzione fanno parte di una classe più ampia di interventi di Soft Engineering denominata SuDs (sistemi di drenaggio sostenibili), sistemi di smaltimento delle acque a basso o nullo impatto sull'ambiente. Nello specifico le aree di bioritenzione si presentano come leggere depressioni del suolo ricoperte a verde. Le acque di dilavamento vengono convogliate tramite deflusso superficiale all'area di bioritenzione vegetata. Nell'area di ristagno si ha un accumulo temporaneo e un'ulteriore deposizione di materiale trasportato. Lo strato filtrante effettua una prima filtrazione delle acque meteoriche e favorisce la crescita di microorganismi che provvedono a una degradazione della materia organica trasportata. Lo spessore del pacchetto di inerti svolge la funzione di sistema di filtrazione; le particelle del suolo, se presenti, forniscono siti per l'adsorbimento di inquinanti. La vegetazione garantisce la stabilità dell'area di bioritenzione e partecipa all'azione di trattenimento degli inquinanti. Per aree di bioritenzione di minori dimensioni e a servizio di una singola abitazione o edificio, si tende a parlare di rain gardens.

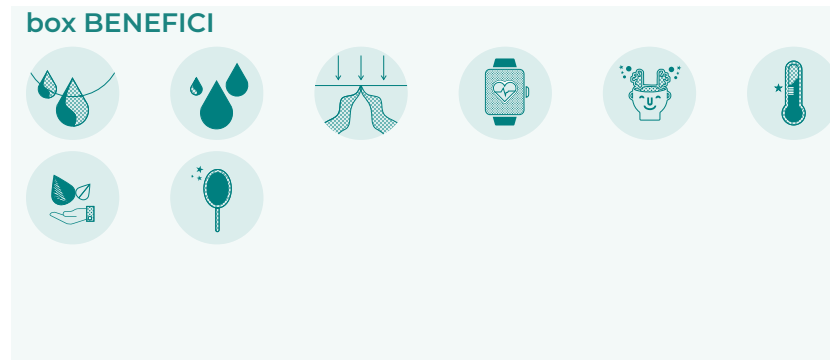
Aspetti manutentivi

Sono necessari controlli e manutenzione regolari. Tali controlli sono a carico di manodopera non specializzata, quindi realizzabili in contemporanea a quelli regolarmente previsti per la manutenzione di spazi pubblici o strade.

È sconsigliato l'uso di fertilizzanti, erbicidi e pesticidi.

Le principali operazioni ordinarie da effettuare sono:

- rimozione dei rifiuti / detriti;
- controllare stato di salute delle piante (malattie, scarsa crescita, presenza di piante invasive) e sfalcio;
- controllo e pulizia dell'ingresso / uscita;
- controllo corretta capacità di filtrazione.



Scelta delle piante

La letteratura identifica due tipologie di piante che possono essere utilizzate:

- la prima si basa sull'impiego di prati del tutto analoghi a quelli dei giardini;
- la seconda tipologia si basa sull'impiego di arbusti o alberi spesso alternati a rocce per rallentare la velocità di scorrimento dell'acqua. Questo tipo di intervento è in genere molto efficace nella riduzione del runoff e riduce gli inquinanti delle acque di scorrimento tramite processi filtrazione/depurazione.

In generale si richiede che le piante abbiano un'elevata adattabilità alle condizioni di asciutto / bagnato ed alla variazione del carico inquinante.

In climi particolarmente piovosi è possibile realizzare delle vere e proprie wetlands (aree umide) che svolgono la medesima funzione costituite per lo più da vegetazione igrofila (canne di palude, bambù ecc.)

85

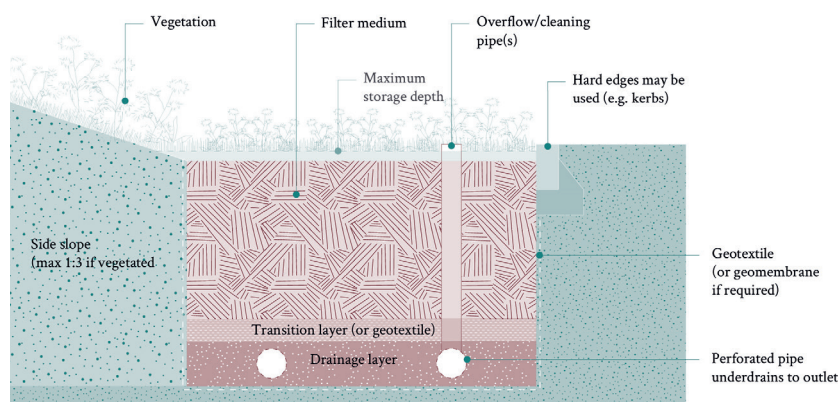
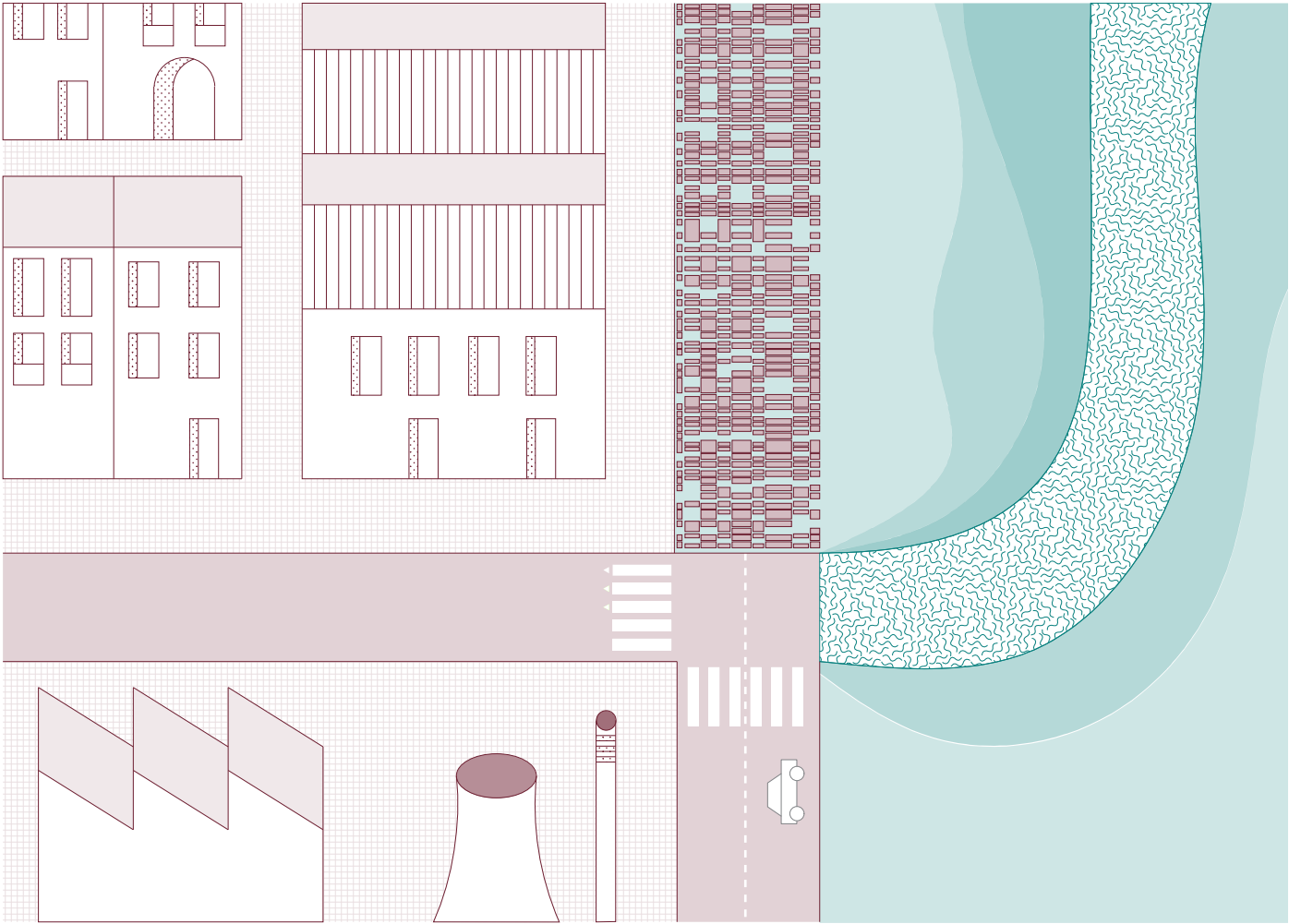


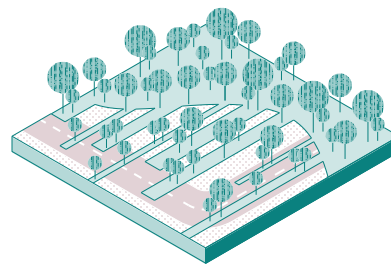
Figura 8. Composizione degli strati di un sistema di bioretensione. Rielaborazione grafica degli autori. Riferimento: *The SuDs Manual* - Woods Ballard et al., 2015.

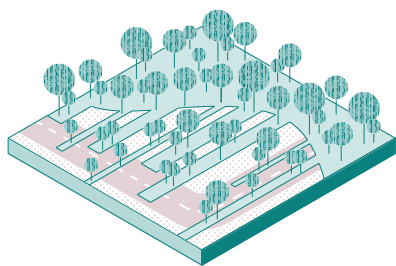


3.4

La rimozione e la sostituzione di superfici impermeabili come cemento e asfalto ed il ripristino del suolo e della sua fertilità è un processo di vera e propria de-impermeabilizzazione. Vengono rimossi gli strati impermeabilizzati ed il materiale estraneo e ristrutturato il profilo del suolo. Il processo, adeguatamente gestito, può permettere di recuperare una parte considerevole delle funzioni fondamentali del suolo.

Interventi di demineralizzazione



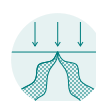
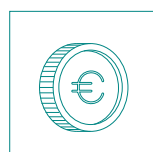
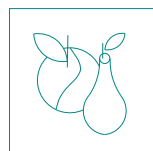


Interventi di demineralizzazione

- Pavimentazioni permeabili inverdite
- Riapertura dei corsi d'acqua tombati

TEMI*

BENEFICI**



* TEMI presenti o potenzialmente presenti in almeno uno degli interventi tipo della sezione.

** I presenti BENEFICI si intendono "potenziali" in quanto in funzione delle scelte tecnico-agronomiche adottate, che influiscono sul contributo quali-quantitativo dell'intervento.

Esempio di KPI per la quantificazione dei benefici delle pavimentazioni permeabili inverdite:

- Acque di runoff in rapporto alla precipitazione
- Capacità di infiltrazione
- Temperatura media o di picco
- Connettività funzionale e strutturale

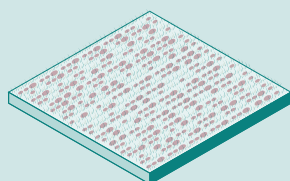
Esempio di KPI per la quantificazione dei benefici della riapertura corsi d'acqua tombati:

- Riduzione delle esondazioni
- Temperatura media o di picco
- Connettività funzionale e strutturale
- Proporzione delle aree naturali
- Variazione nel numero di specie autoctone

SCHEDA NBS:

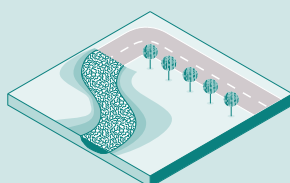
Interventi di demineralizzazione

SCHEDA 1.

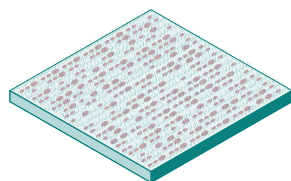


Pavimentazioni permeabili inverdite

SCHEDA 2.



Riapertura corsi d'acqua tombati



Pavimentazioni permeabili inverdite

Indicazioni progettuali e tecniche

Le pavimentazioni permeabili permettono il transito sia di pedoni che di veicoli e parallelamente permettono l'infiltrazione dell'acqua piovana verso gli strati inferiori.

Il concetto di pavimentazione permeabile può assumere diverse declinazioni in funzione dei materiali che compongono lo strato superficiale: si possono impiegare asfalto/cemento poroso, griglie di plastica o cemento riempite di erba e ghiaia legata con resina. In funzione della sua stratificazione, il sistema può prevedere una totale, parziale o nessuna infiltrazione del volume di pioggia. Affinché l'intervento apporti un miglioramento dal punto di vista di gestione delle acque di ruscellamento, la progettazione deve prendere in esame alcuni aspetti:

- le caratteristiche geologiche del terreno originario e nello specifico della sua permeabilità;
- una stima iniziale della quantità di acqua che la pavimentazione dovrà assorbire;
- il volume di traffico che la pavimentazione deve supportare.

Di norma è bene prevedere un sistema fognario di troppo pieno a supporto della pavimentazione.

Aspetti manutentivi

Le principali operazioni ordinarie da effettuare sono:

- controllo che la superficie del pavimento sia libera da sedimenti;
- assicurarsi che il sistema si prosciughi fra due eventi consecutivi ;
- controllo che la superficie drenata e la pavimentazione siano libere da detriti;
- adeguata manutenzione nel caso di malfunzionamenti.

Inoltre:

Se utilizzati per parcheggi con alta frequenza diurna si può riscontrare difficoltà nel mantenimento del manto erboso, a causa della mancanza di luce e dell'irradiazione di calore dalla parte inferiore delle autovetture.

box BENEFICI



Possibilità di “cementificazione” delle aree adibite all’infiltrazione a causa dell’intasamento dei materiali di riempimenti per l’accumulo dei solidi sospesi convogliati dalle acque di dilavamento o per via del carico veicolare, con conseguente riduzione significativa della capacità di infiltrazione.

Scelta delle piante

Sulla base delle considerazioni menzionate, tra le specie che maggiormente si impiegano nella realizzazione di queste PBS si trovano: per i climi più freschi e temperati e in presenza di un regolare approvvigionamento idrico, comuni graminacee da prato (*Lolium*, *Festuca*, ecc.); in zone più calde o in zone in cui non è possibile assicurare un regolare apporto idrico, specie con maggiore resistenza alla siccità (*Herinaria*, *Paspalum*, *Zoysia*).

93

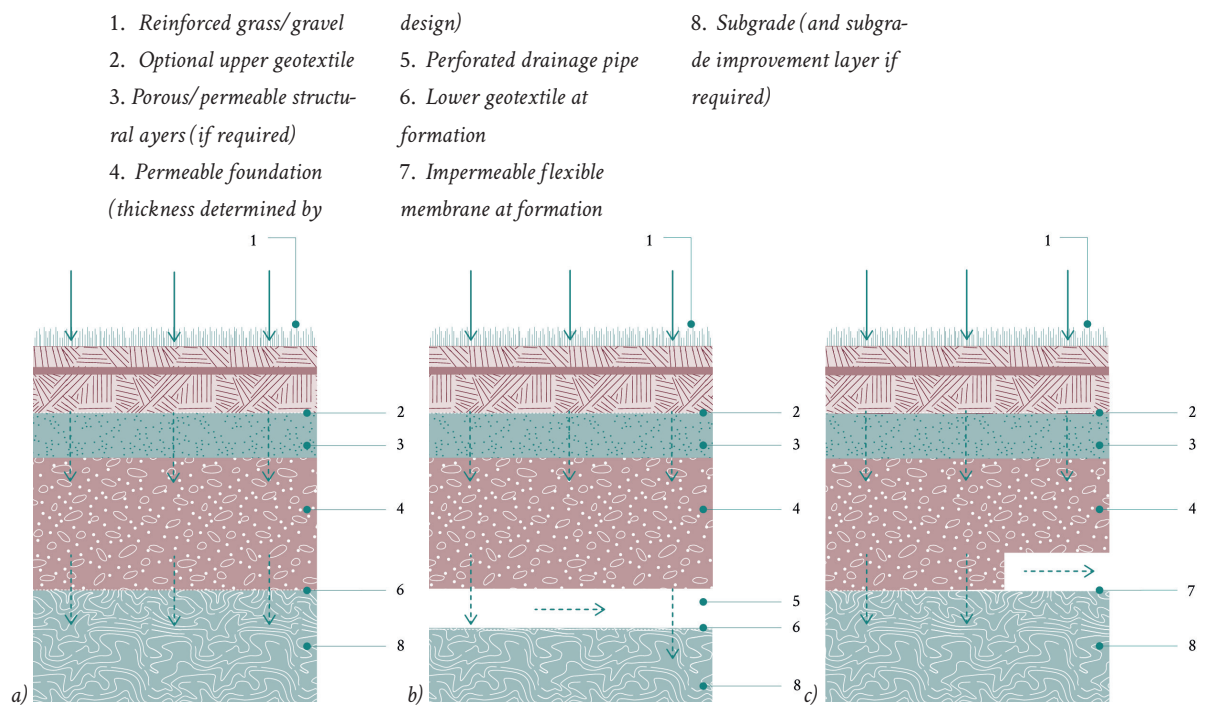
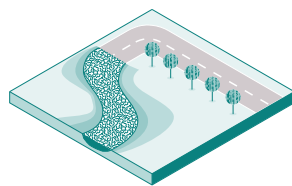


Figura 9. Stratificazione tipo per a) totale, b) parziale, c) nessuna infiltrazione. Rielaborazione grafica degli autori. Riferimento: *The SuDs Manual - Woods Ballard et al., 2015.*



Riapertura corsi d'acqua tombati

Indicazioni progettuali e tecniche

I corsi d'acqua vengono chiamati tombati qualora siano stati coperti o intubati, pratica diffusa nel passato fino alla metà del 1900. Con l'entrata in vigore del Testo Unico Ambientale questa pratica è stata vietata in tutta Italia e negli ultimi decenni si sta osservando un sempre maggior numero di progetti di riapertura dei canali con lo scopo di creare zone verdi, reti ecologiche e ridurre il rischio idraulico. L'intervento comprende la demolizione della copertura e, quando possibile, dei manufatti artificiali (tubazioni, rivestimenti di alveo e/o sponde), la ricostituzione di un substrato naturale (ciottoli, ghiaia o sabbia) e la riqualificazione vegetazionale con piante acquatiche e, se possibile, una fascia riparia arbustiva/arborea. Può richiedere il ricorso a tecniche di ingegneria naturalistica per stabilizzare sponde o alveo.

La copertura di corsi d'acqua provoca gravi problemi di rischio idraulico in occasione di eventi meteorici intensi; infatti quando le portate superano quella massima transitabile nella sezione tombata, si crea un aumento di pressione ed un rigurgito a monte con esondazioni sia all'ingresso del tratto coperto che dalle reti di drenaggio.

Per una corretta progettazione si devono affrontare diversi tipi di studi e valutazioni:

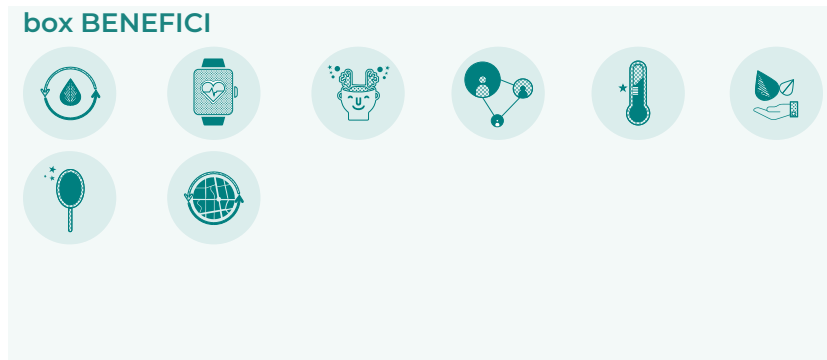
- possibili condizioni di rischio idraulico nelle aree limitrofe;
- condizioni di qualità delle acque;
- eventuali opere legate alla fruibilità degli spazi verdi accessorie.

Aspetti manutentivi

- verifica della sezione di deflusso e delle condizioni delle eventuali opere idrauliche;
- manutenzione ordinaria aree verdi;
- adeguata manutenzione nel caso di malfunzionamenti.

capitolo 3.4

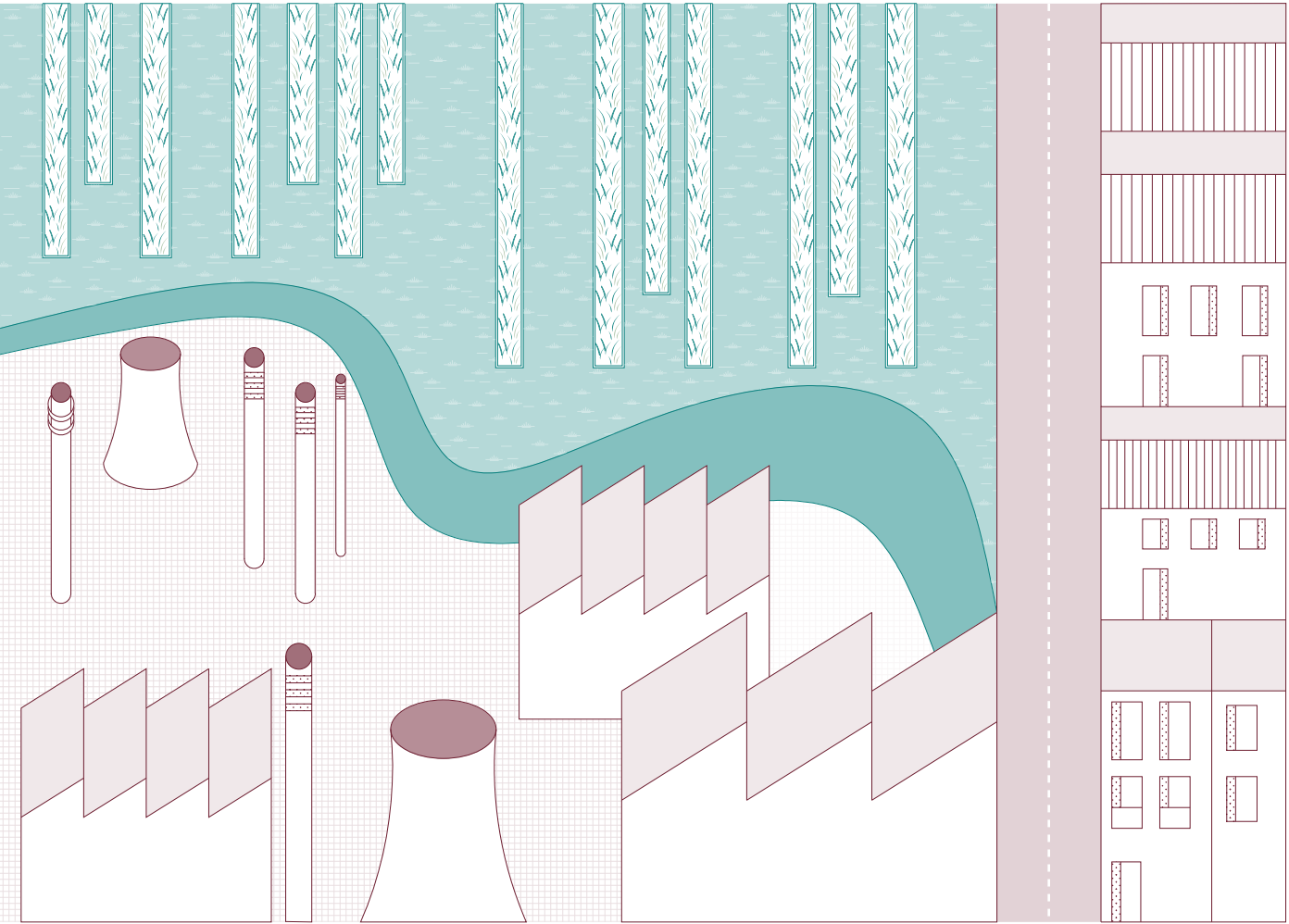
Interventi di demineralizzazione



95



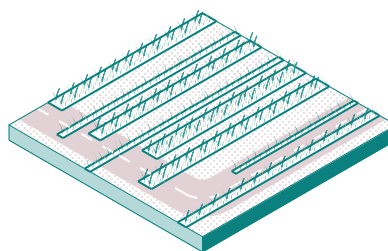
Figura 10. Courtesy of Sven Brandsma.

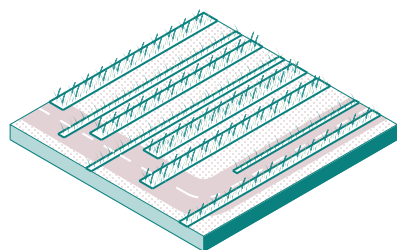


3.5

Alcuni terreni urbani e periurbani non impermeabilizzati possono presentare problematiche legate alla presenza nel terreno di sostanze inquinanti che ne possono limitare l'utilizzo. In questi casi, le tecniche di fitorimediazione che sfruttano la capacità di alcune piante (e i loro microrganismi associati) di assorbire gli inquinanti possono aiutare a ripristinare queste aree e renderle nuovamente disponibili alla popolazione.

Interventi sul suolo



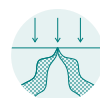
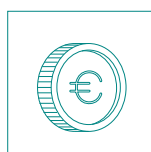
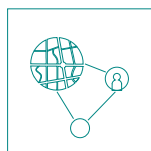
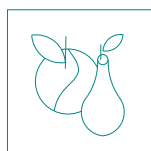
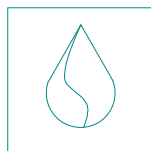


Interventi sul suolo

- Fitorimediazione

TEMI*

BENEFICI**



* TEMI presenti o potenzialmente presenti in almeno uno degli interventi tipo della sezione.

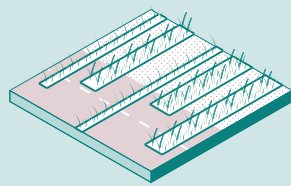
** I presenti BENEFICI si intendono "potenziali" in quanto in funzione delle scelte tecnico-agronomiche adottate, che influiscono sul contributo quali-quantitativo dell'intervento.

Esempio di KPI per la quantificazione dei benefici

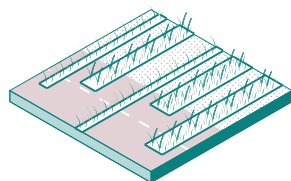
- Temperatura media o di picco
- Riduzione dei contaminanti target
- Acque di runoff in rapporto alla precipitazione
- Variazione nel numero di specie autoctone

SCHEDA NBS:
Interventi sul suolo

SCHEDA 1.



Fitorimedio



Fitorimediaio

Indicazioni progettuali e tecniche

Alcune aree urbane possono essere caratterizzate dalla presenza di suoli contaminati da inquinanti di natura organica od inorganica. Queste aree possono rappresentare un grosso svantaggio sia da un punto di vista estetico, spesso sono aree dismesse e degradate, che da un punto di vista dello sviluppo economico dell'area stessa. La fitorimediazione è una biotecnologia che prevede l'utilizzo di piante e/o dei microrganismi associati al fine di assorbire metalli pesanti, degradare inquinanti di natura organica presenti nel suolo e ridurne la loro biodisponibilità nell'ambiente. L'aspetto innovativo della fitorimediazione è di utilizzare sistemi biologici naturali per la trasformazione e la detossificazione d'inquinanti non naturali attraverso l'uso di tecniche a basso costo, con basso impatto ambientale, visivamente gradevoli e rispettose dell'ambiente. L'impiego di questa tecnologia può quindi essere di importanza cruciale per recuperare piccole aree urbane con suoli contaminati e restituirle alla comunità, in alternativa alle tecniche convenzionali soprattutto in virtù della sua estrema semplicità, economicità e sostenibilità. Ad oggi la normativa che regola la bonifica di siti contaminati è il D.Lgs 152/2006, vede nel fitorimediaio una delle possibili soluzioni, ma che tuttavia non viene ulteriormente disciplinata con regolamenti specifici. Tra i criteri tecnici che devono essere tenuti in considerazione per la selezione ed esecuzione degli interventi di bonifica ci sono:

- privilegiare le tecniche di bonifica che riducono permanentemente e significativamente la concentrazione nelle diverse matrici ambientali, gli effetti tossici e la mobilità delle sostanze inquinanti;
- privilegiare le tecniche di bonifica tendenti a trattare e riutilizzare il suolo nel sito, trattamento in-situ ed on-site del suolo contaminato, con conseguente riduzione dei rischi derivanti dal trasporto e messa a discarica di terreno inquinato;
- evitare ogni rischio aggiuntivo a quello esistente di inquinamento dell'aria, delle acque sotterranee e superficiali, del suolo e sottosuolo, nonché ogni inconveniente derivante da rumori e odori;
- evitare ogni possibile peggioramento dell'ambiente e del paesaggio dovuto dalle opere da realizzare.

Gli elementi essenziali da includere nella caratterizzazione per poter valutare

box BENEFICI



e progettare un intervento con fitorimediazione sono:

- Analisi della vegetazione presente sul sito: la presenza di piante è di per sé indice di una contaminazione non fitotossica;
- Inquadramento climatico: fondamentale per selezionare le specie e definire le strategie colturali più adatte;
- Valutazione della vegetazione potenziale e del contesto ambientale;
- Valutazione delle caratteristiche agronomiche dei terreni.

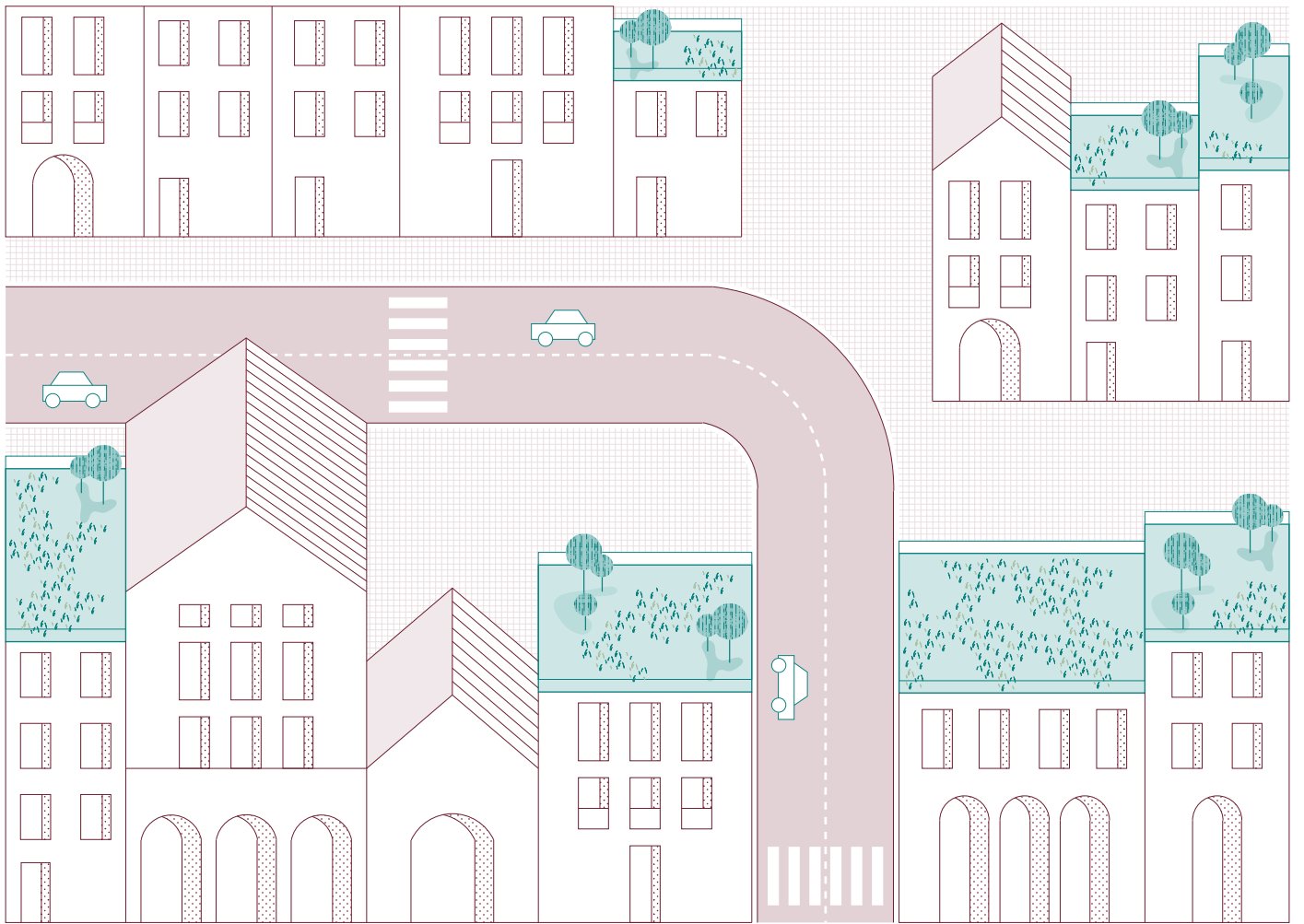
Lista piante

- | | |
|--------------------------|-------------|
| • Acero montano | • Eucalipto |
| • Festuca falsascona | • Salice |
| • Agrostide di Castiglia | |
| • Frassino maggiore | |
| • Amaranto tricolore | |
| • Ontano nero | |
| • Canna comune | |
| • Pioppo | |
| • Cappellini comuni | |
| • Robinia | |

103



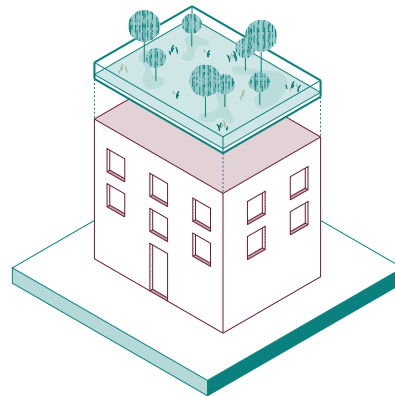
Figura 11. Impianto pilota di fitorimediazione. Courtesy of Pnat Srl.

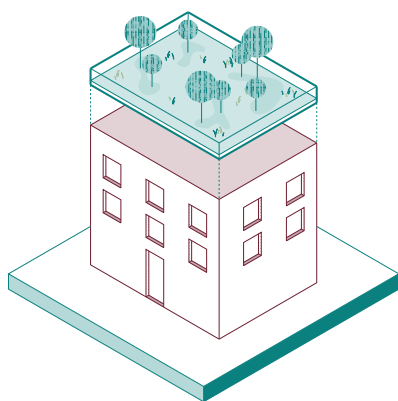


3.6

Le coperture degli edifici rappresentano una parte consistente delle superfici urbane, che possono essere strategicamente sfruttate per la realizzazione di substrati permeabili e la coltivazione di piante, utili alla gestione delle acque meteoriche, alla depurazione dell'aria e all'isolamento termico degli edifici. I tetti verdi si dividono in tetti estensivi ed intensivi in funzione degli elementi costituenti la stratificazione, del peso che esercitano sulla struttura portante e sul livello di accessibilità riservato alle persone ed inoltre possono assumere varie caratteristiche e declinazione in base alla funzionalità che gli si vuole attribuire. Nella progettazione di una copertura verde, per valutare il sistema più adatto al caso specifico, devono essere considerate le caratteristiche architettoniche e strutturali dell'involucro. Si deve porre particolare attenzione alla progettazione dell'elemento portante, che deve sostenere i pesi permanenti dello strato colturale e della vegetazione. Lo spessore del substrato è il principale parametro per la definizione dei diversi sistemi di tetto verde, poiché da questo dipende il tipo di vegetazione che può essere integrata.

Interventi sugli elementi orizzontali degli edifici



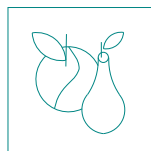
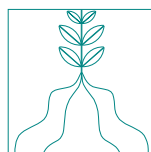


Interventi sugli elementi orizzontali degli edifici

- Tetto verde estensivo ed intensivo
- Tetto verde “smart”
- Tetto verde per impollinatori

TEMI*

BENEFICI**



* TEMI presenti o potenzialmente presenti in almeno uno degli interventi tipo della sezione.

** I presenti BENEFICI si intendono “potenziali” in quanto in funzione delle scelte tecnico-agronomiche adottate, che influiscono sul contributo quali-quantitativo dell'intervento.

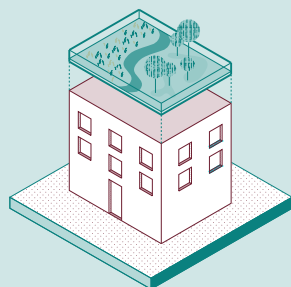
Esempio di KPI per la quantificazione dei benefici

- Temperatura media o di picco
- Acque di runoff in rapporto alla precipitazione
- Accessibilità agli spazi verdi
- Numero di specie di uccelli all'interno dell'area urbana
- Sviluppo di strategie di resilienza climatica
- Emissioni di CO₂ connesse al consumo di energia degli edifici

SCHEDA NBS:

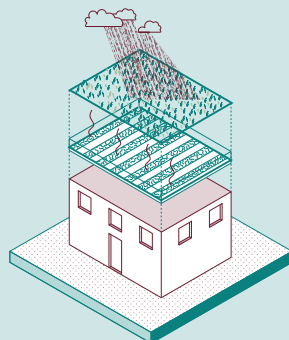
Interventi sugli elementi orizzontali degli edifici

SCHEDA 1.



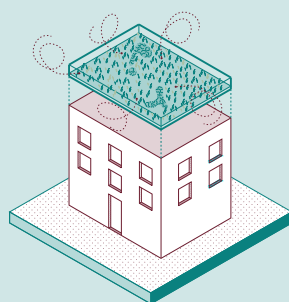
**Tetto verde estensivo
ed intensivo**

SCHEDA 2.

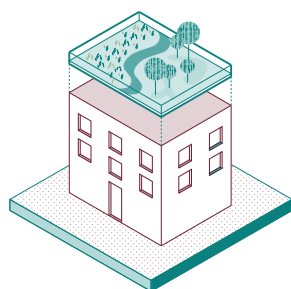


Tetto verde “smart”

SCHEDA 3.



Tetto verde per impollinatori



Tetto verde estensivo ed intensivo

Indicazioni progettuali e tecniche

La principale caratteristica tra i due tipi di intervento è l'accessibilità e fruibilità dello spazio da parte di personale non specializzato o tecnico: infatti sul tetto verde estensivo l'accesso è permesso al solo personale adibito alla manutenzione e conseguentemente non è possibile attribuire un miglioramento nello stato di salute e benessere o incremento della socialità. D'altra parte il tetto intensivo permette lo svolgimento di attività all'aperto, fisiche o ricreative, per cui lo spazio viene "vissuto" dalla comunità. Visto lo stato di coltivazione maggiore, in quest'ultimo caso è possibile mettere a dimora anche alberi o arbusti.

Aspetti manutentivi

Tetto verde estensivo

1-2 interventi all'anno con un impegno in termini di tempo che varia da 3-4 ore/anno a 6-7 ore/anno; controllo dello stato fisiologico e fitosanitario, la presenza di infestanti, l'irrigazione occasionale in condizioni non ordinarie di stress idrico.

Tetto verde intensivo

Interventi regolari come per giardini con un impegno in termini di tempo che varia da 25 ore/anno a 30 ore/anno; controllo dello stato fisiologico e fitosanitario, la presenza di infestanti, attività agronomiche standard per la gestione delle aree verdi; irrigazione regolare

Lista Piante

Tetto verde estensivo

- Acino invernale
- Aglio rotondo
- Alisso
- Cartamo
- Draba primaverile
- Eliantemo maggiore

capitolo 3.6

Interventi sugli elementi orizzontali degli edifici

box BENEFICI



- Euforbia cipressina
- Garofanina annuale
- Garofanino frangiato
- Iris
- Lino
- Lobularia
- Piumino
- Psillio
- Sedum
- Silene

Tetto verde intensivo

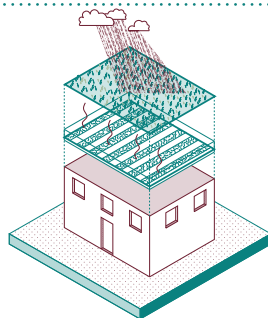
- Acero
- Acino invernale
- Aglio rotondo
- Alisso
- Cartamo
- Draba primaverile
- Eliantemo maggiore
- Euforbia cipressina

- Fillirea
- Garofanino frangiato
- Garofanina annuale
- Iris
- Lentisco
- Lino
- Lobularia
- Ontano
- Piumino
- Psillio
- Sedum
- Silene



Figura 12. Installazione di tetto verde intensivo. Courtesy of DAKU.

SCHEDA 2.



Tetto verde “smart”

Indicazioni progettuali e tecniche

Il tetto verde “smart” è un tipo speciale di tetto verde estensivo dotato di un sistema di drenaggio sotto lo strato di vegetazione, che trattiene l’acqua piovana. Questa viene poi restituita allo strato vegetale nei periodi di siccità e non necessita di mixaggio con acqua dell’acquedotto. La funzione di raccolta ed immagazzinamento esercitata da questo tipo di tetto coadiuvata da un sistema di controllo legato alle previsioni meteo, permette di rilasciare in fognatura l’acqua stoccata durante un temporale precedente prima che un nuovo evento meteorico si presenti, aiutando così a ridurre il sovraccarico in fognatura e riducendo il rischio di esondazione.

Apetti manutentivi

1-2 interventi all’anno con un impegno in termini di tempo che varia da 3-4 ore/anno a 6-7 ore/anno; controllo dello stato fisiologico e fitosanitario, la presenza di infestanti, l’irrigazione occasionale in condizioni non ordinarie di stress idrico.

Tetto estensivo

- Acino invernale
- Aglio rotondo
- Alisso
- Cartamo
- Draba primaverile
- Eliantemo maggiore
- Euforbia cipressina
- Garofanina annuale
- Garofanino frangiato
- Iris
- Lino
- Lobularia
- Piumino
- Psillio

capitolo 3.6

Interventi sugli elementi orizzontali degli edifici

box BENEFICI



- Sedum
- Silene

—

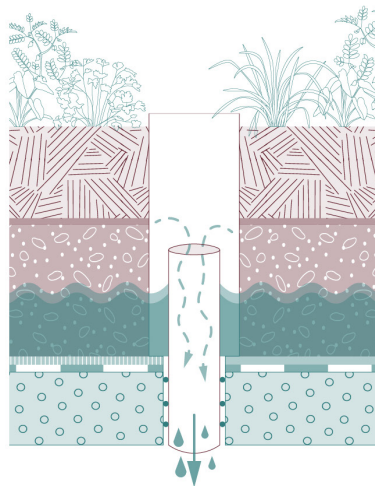
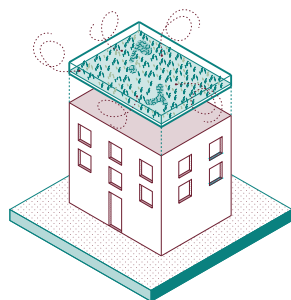


Figura 13. Stratificazione tetto verde smart. Rielaborazione grafica degli autori. Riferimento: UNALAB - technical handbook NBS 2019.

SCHEDA 3.



Tetto verde per impollinatori

Indicazioni progettuali e tecniche

Consiste in un tetto verde progettato per attirare biodiversità (soprattutto gli impollinatori) e ridurre la frammentarietà dell'habitat ecologico. Comprende arbusti autoctoni, piante ricche di polline e nettare, alte erbe, prati, rocce, rami, cassette per uccelli, alveari e zone umide come fonti. L'inclinazione del tetto deve essere compresa tra 0 e 45°.

La composizione del tetto prevede:

- Uno strato impermeabile, che sia resistente alle radici;
- Uno strato di separazione per proteggere lo strato impermeabile (es. geotessile);
- Uno strato drenante: questo strato crea una camera d'aria che consente all'eccesso d'acqua di fuoriuscire;
- Strato di ritenzione idrica;
- Strato filtrante, che trattiene il substrato fine;
- Strato assorbente: ha la funzione di trattenere l'acqua per poi rilasciarla lentamente;
- Substrato: cioè lo strato di supporto della vegetazione;
- Vegetazione - Arbusti autoctoni, piante ricche di polline e nettare, erbe alte, prati.

Aspetti manutentivi

1-2 interventi all'anno con un impegno in termini di tempo che varia da 3-4 ore/anno a 6-7 ore/anno; controllo dello stato fisiologico e fitosanitario, la presenza di infestanti, l'irrigazione occasionale in condizioni non ordinarie di stress idrico.

Lista piante

- Adonis annua L.
- Agrostemma githago L.
- Anchusa azurea Mill.
- Anemone hortensis L. subsp. hortensis
- Anthemis cotula L.

capitolo 3.6

Interventi sugli elementi orizzontali degli edifici

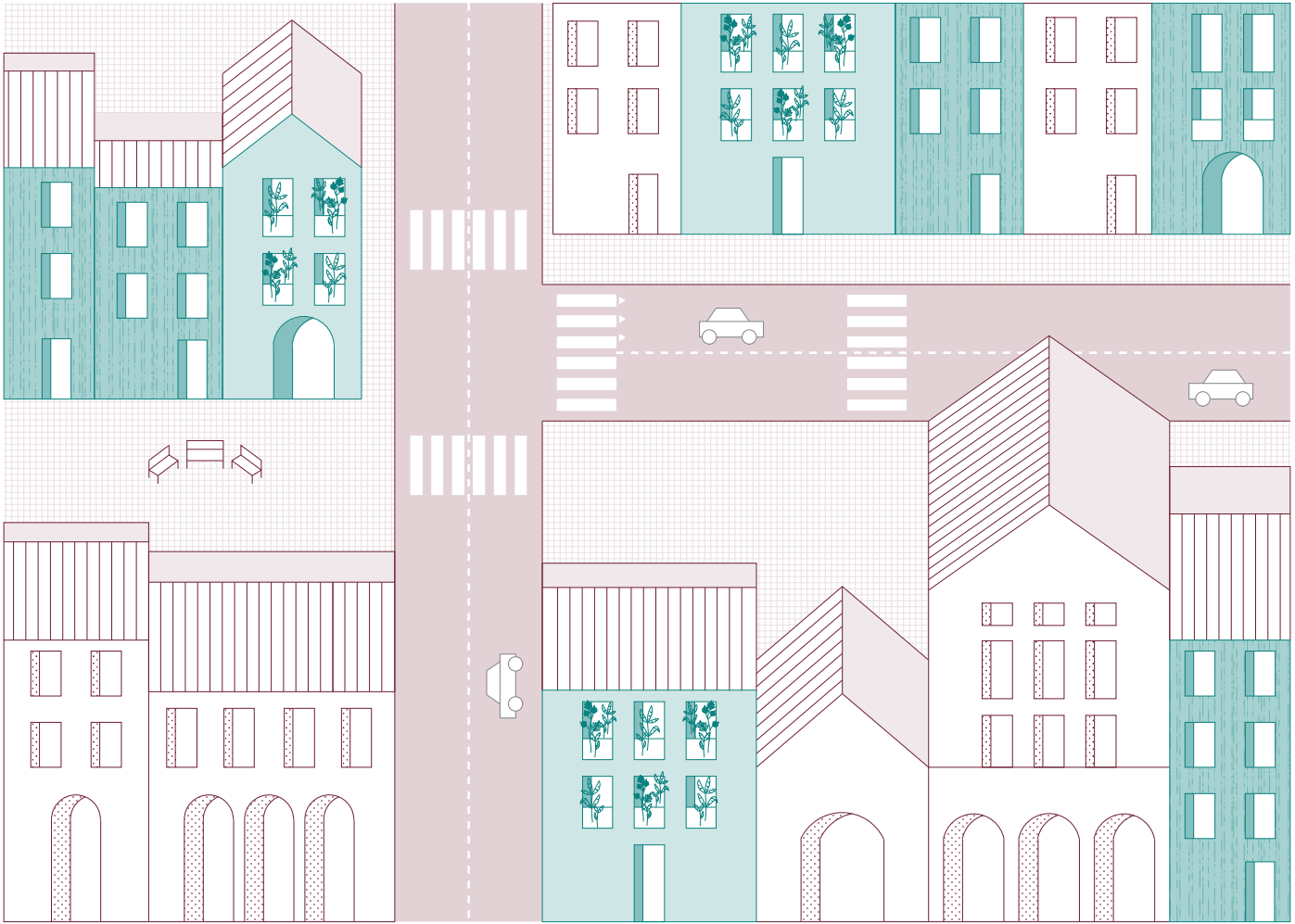
box BENEFICI



- *Campanula medium* L.
- *Cyanus segetum* Hill.
- *Lavatera punctata* All.
- *Leontodon tuberosus* L.
- *Malva sylvestris* L. subsp. *sylvestris*
- *Papaver rhoeas* L. subsp. *rhoeas*



Figura 14. Installazione di tetto per impollinatori. Courtesy of Zinco GmbH.



3.7

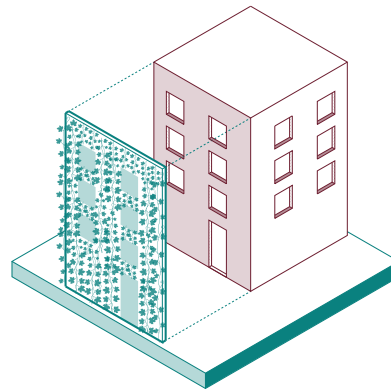
Esistono diversi tipi di giardini verticali:

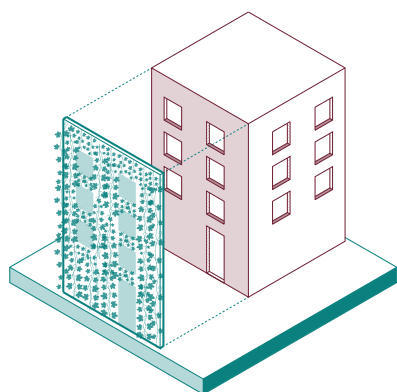
ad inverdimento diretto o indiretto, fresco o stabilizzato.

Può essere realizzato con piante messe a dimora sul suolo o all'interno di elementi prefabbricati. Comune a tutte le soluzioni, che siano praticate internamente o esternamente all'edificio, è l'indiscutibile miglioramento estetico che ne deriva, trasmettendo un senso di avvolgenza e rilassamento che è proprio delle installazioni a verde: questo principio si chiama biofilia.

Ulteriori vantaggi, i cui termini quali-quantitativi dipendono dalle specificità della progettazione e realizzazione, sono connessi alla schermatura dall'irraggiamento e quindi a un miglioramento del comfort termico riscontrabile.

Interventi sugli elementi verticali degli edifici



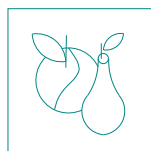
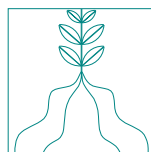
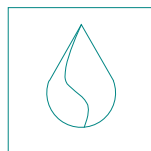


Interventi sugli elementi verticali degli edifici

- Facciate verdi e living walls
- Verde in balcone

TEMI*

BENEFICI**



* TEMI presenti o potenzialmente presenti in almeno uno degli interventi tipo della sezione.

** I presenti BENEFICI si intendono "potenziali" in quanto in funzione delle scelte tecnico-agronomiche adottate, che influiscono sul contributo quali-quantitativo dell'intervento.

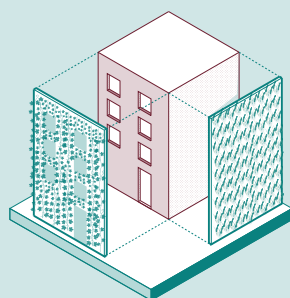
Esempio di KPI per la quantificazione dei benefici

- Temperatura media o di picco
- Riduzione dei contaminanti target in aria
- Accessibilità agli spazi verdi
- Numero di specie di uccelli all'interno dell'area urbana
- Sviluppo di strategie di resilienza climatica
- Emissioni di CO₂ connesse al consumo di energia degli edifici
- Riduzione dell'esposizione all'inquinamento acustico

SCHEDA NBS:

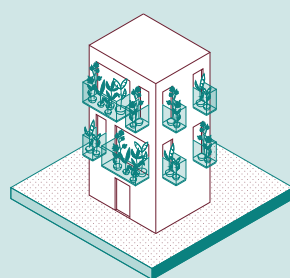
Interventi sugli elementi verticali degli edifici

SCHEDA 1.

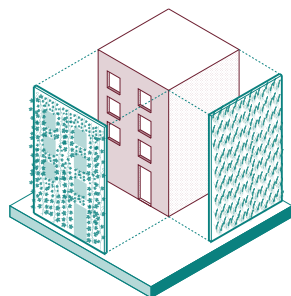


Facciate verdi e living walls

SCHEDA 2.



Verde sul balcone



Facciate verdi e living walls

Indicazioni progettuali e tecniche

Con il termine “Pareti Verdi” si intendono superfici verticali vegetate, che si distinguono in Facciate Verdi e Living Walls, la cui differenza fondamentale è la modalità con cui le piante sono ancorate alla struttura:

- Nel caso di facciate verdi le piante rampicanti sono messe a dimora direttamente nel terreno e possono essere o meno associate a strutture di supporto come cavi o reti (in questo caso si parla di facciate verdi indirette); inoltre si può prevedere una crescita dal basso verso l’alto (“in arrampicata”) o viceversa (“in cascata”);
- I Living Walls sono composti da strutture prefabbricate che permettono una coltivazione su substrato o idroponica.

Aspetti manutentivi

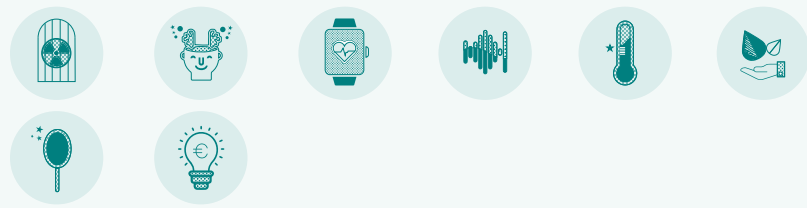
Per le facciate verdi dirette o indirette la manutenzione è generalmente ridotta agli interventi di potatura da effettuare una o due volte all’anno o a seconda della velocità di crescita della specie vegetale e dello spazio disponibile. È richiesto un substrato di buona qualità nella fase di messa a dimora e 2 interventi all’anno di fertilizzazione negli anni successivi al primo. I sistemi living wall necessitano invece di una maggiore manutenzione (almeno 3-4 interventi all’anno) che può riguardare la potatura, l’eventuale sostituzione di singole piante o interi pannelli, il controllo del sistema di irrigazione.

Lista delle piante

Facciate verdi

- Akebia quinata
- Hedera helix
- Jasminum officinale “Aureum”
- Parthenocissus quinquefolia
- Parthenocissus tricuspidata
- Trachelospermum jasminoides

box BENEFICI



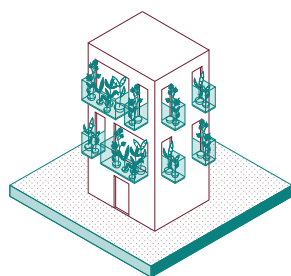
- Wisteria floribunda

Living walls

- Ajuga reptans
- Delosperma nubigenum
- Liriope muscari
- Sedum acre
- Sedum album
- Sedum reflexum
- Sedum sarmentosum
- Sedum Sexangulare
- Sedum spurium



Figura 15. MFO Park. Courtesy of Jakob AG.



Verde sul balcone

Indicazioni progettuali e tecniche

La presenza del verde di balconi e terrazzi, di cui il bosco verticale ne è un esempio, può produrre effetti non solo per quanto riguarda l'aspetto estetico ma anche ai fini di una mitigazione delle temperature estive all'interno dei locali e rappresentare un filtro all'ingresso di inquinanti atmosferici.

Aspetti manutentivi

Richiede una manutenzione continua e specializzata nel caso di presenza di alberi e di lavorazioni in quota. Rispetto all'approvvigionamento idrico possono essere suggerite diverse soluzioni:

- l'adozione di sistemi di irrigazione a goccia;
- l'impiego di materiali e dispositivi per trattenere l'acqua nei vasi e nelle fioriere;
- l'utilizzo di specie con modeste esigenze idriche.

Al fine di valutare la salute degli alberi, è inoltre importante effettuare un monitoraggio periodico per:

- verificare il tasso di successo della semina e misurare le attività di crescita;
- effettuare una valutazione nutrizionale;
- determinare gli effetti di eventuali fattori di stress ambientale.

Lista delle piante

- Biancospini
- Faggio
- Ginestra
- Iperico
- Nocciolo
- Parrotia

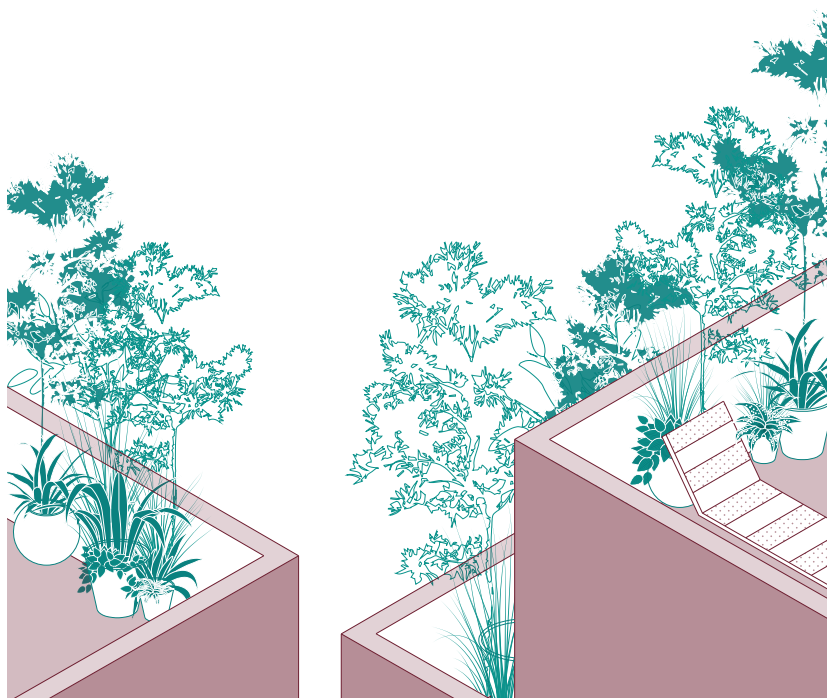
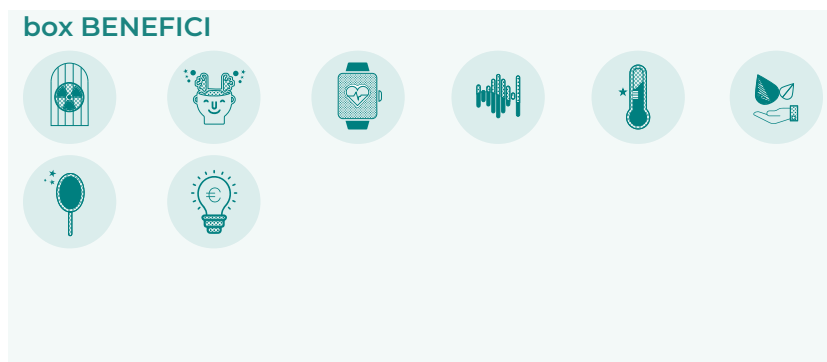
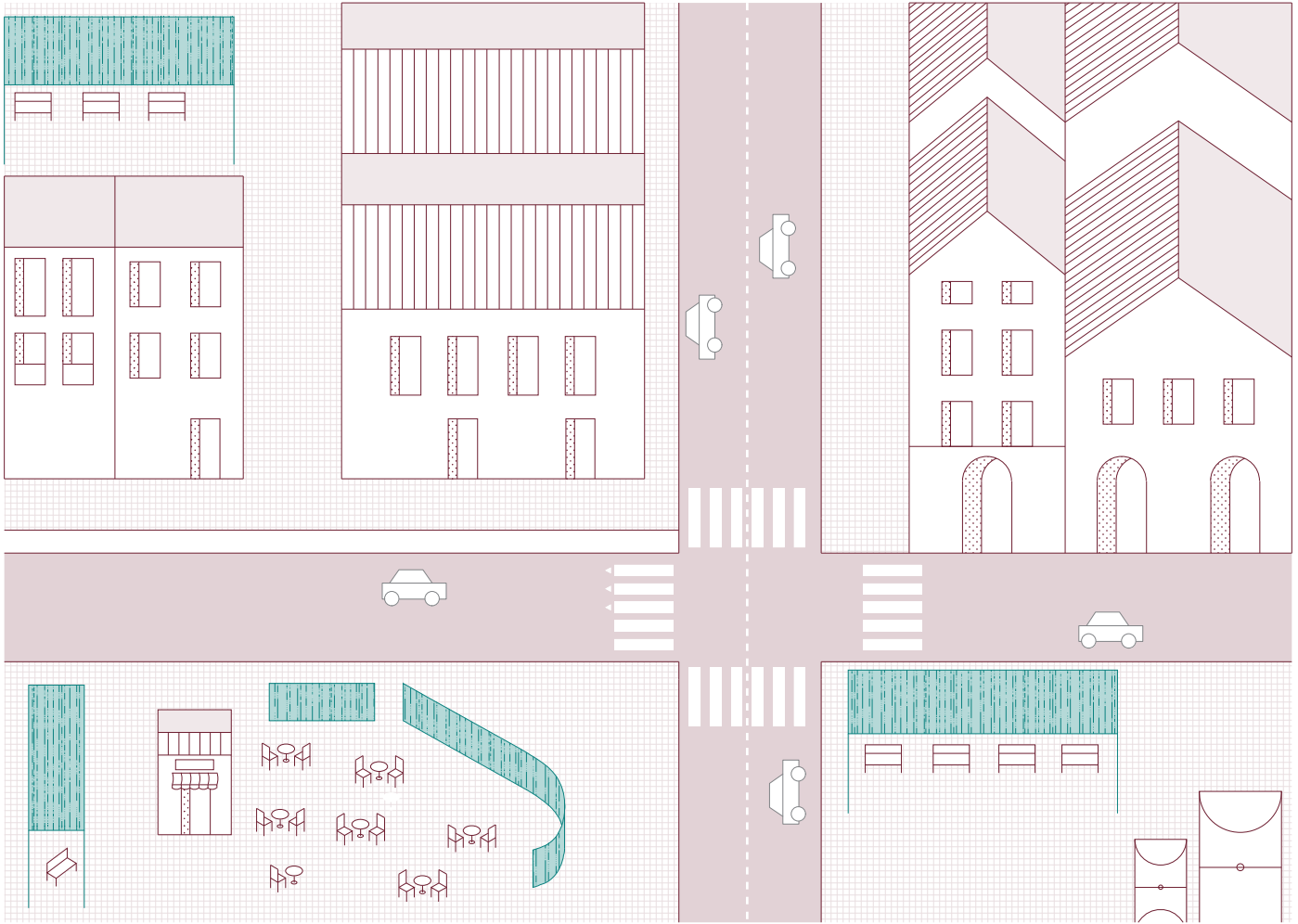


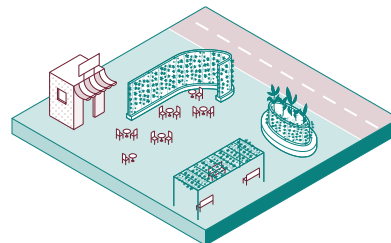
Figura 16. Esempio - Verde sul Balcone.

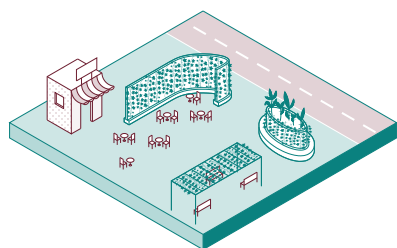


3.8

L'inquinamento acustico è ormai riconosciuto come uno dei principali problemi ambientali, poiché deteriora gli ecosistemi e arreca disturbo al sonno e al normale svolgersi delle attività quotidiane; ma è anche causa di una maggiore incidenza di alcune malattie, quali infarti, ictus, problemi cardio-vascolari ecc. Quando non si può intervenire sulla fonte del rumore, esistono degli elementi/soluzioni naturali che limitano il propagarsi delle onde sonore: tra questi si annoverano le barriere verdi e barriere verdi filtranti. Parallelamente una soluzione per fronteggiare aree molto soleggiate e caratterizzate da un flusso pedonale molto intenso, sono i percorsi pergolati. Questi rappresentano una valida alternativa qualora la messa a dimora di alberature non fosse praticabile o implicasse una manutenzione onerosa e complessa (può essere il caso di presenza di cavi aerei, sottoservizi, metropolitana o semplicemente una progettazione non attenta). Possono anche essere impiegate come elementi di connessione tra aree verdi urbane, formando dei corridoi ecologici di protezione e ristoro per piccoli animali ed uccelli.

Interventi di verde free standing



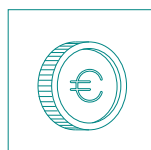
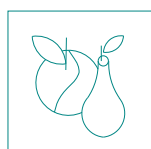
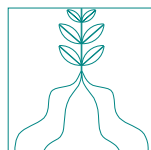


Interventi di verde free standing

- Barriere verdi e barriere verdi filtranti
- Pergolato

TEMI*

BENEFICI**



* TEMI presenti o potenzialmente presenti in almeno uno degli interventi tipo della sezione.

** I presenti BENEFICI si intendono "potenziali" in quanto in funzione delle scelte tecnico-agronomiche adottate, che influiscono sul contributo quali-quantitativo dell'intervento.

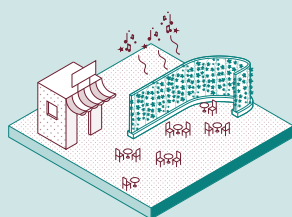
Esempio di KPI per la quantificazione dei benefici

- Temperatura media o di picco
- Riduzione dei contaminanti target in aria
- Numero di specie di uccelli all'interno dell'area urbana
- Riduzione dell'esposizione all'inquinamento acustico

SCHEDA NBS:

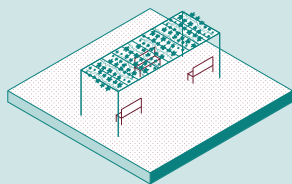
Interventi di verde free standing

SCHEDA 1.

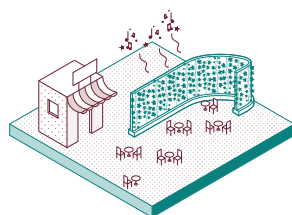


Barriere verdi e barriere verdi filtranti

SCHEDA 2.



Pergolato



Barriere verdi e barriere verdi filtranti

Indicazioni progettuali e tecniche

In questo contesto si posizionano le barriere verdi: elementi di separazione degli spazi e di isolamento acustico che impiegano le piante come parte costitutiva.

La vegetazione aiuta a mitigare il rumore attraverso 3 elementi:

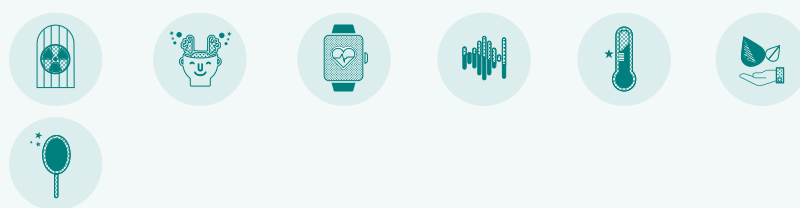
- tronchi, rami e foglie riflettono e diffondono le onde sonore;
- assorbimento delle onde sonore: tramite meccanismi di vibrazione, le onde sonore impattanti vengono convertite in calore e quindi dissipate;
- il substrato poroso assorbe e riflette le onde incidenti.

La relativa efficienza ed entità di abbattimento sarà tanto maggiore quanto più alta, profonda e densa sarà la vegetazione e poroso il terreno. Inoltre l'azione sinergica tra vegetazione e terreno permette di lavorare su un range di frequenze più ampio: le piante reagiscono meglio alle basse frequenze, mentre il terreno a quelle più alte. Alla stregua di altre soluzioni di arredo urbano, le barriere verdi possono essere progettate con svariate e molteplici finalità, che devono essere accuratamente disegnate in funzione del contesto ed optando, se necessario, per l'uso di supporti. Possono essere costituiti da una struttura in cemento o mattoni ricoperta da uno strato vegetale, da una combinazione di arbusti e alberi, o elementi fabbricati con il duplice scopo di abbattere gli inquinanti atmosferici, infatti durante l'attività fotosintetica, le piante sono in grado di intercettare e trattenere o degradare gli inquinanti. Questa capacità è alla base del funzionamento delle Green Filter Areas. Progettate come barriere visive (oltre che filtri), sono adatte a separare spazi di pubblica fruizione e percorsi pedonali da strade trafficate o aree industriali. In generale, è comunque opportuno scegliere specie vegetali che non presentino particolari esigenze d'acqua e di cure, così da agevolare la manutenzione degli impianti.

Aspetti manutentivi

Le operazioni di manutenzione possono avere modalità particolari

box BENEFICI



che variano a seconda della tipologia della barriera verde. Si riportano di seguito alcune tipologie più diffuse e relativi interventi manutentivi:

- fasce boscate: potature di irrobustimento di alberi e arbusti; potature scolpite di siepi a tetto e sieponi a muro;
- muri vegetati: estirpazione delle infestanti; potature di irrobustimento.

Lista piante

Strutture a media altezza

- Agrifoglio
- Alloro
- Bosso
- Cipresso di Leyland
- Cotonaster
- Evonimo
- Fillirea
- Lauro ceraso
- Lentisco

- Ligustro
- Olivagno
- Pittosporo
- Tasso

Filari di alberi a forma “fastigiata”

- Carpino
- Cipresso
- Pioppo cipressino
- Quercia
- Tasso

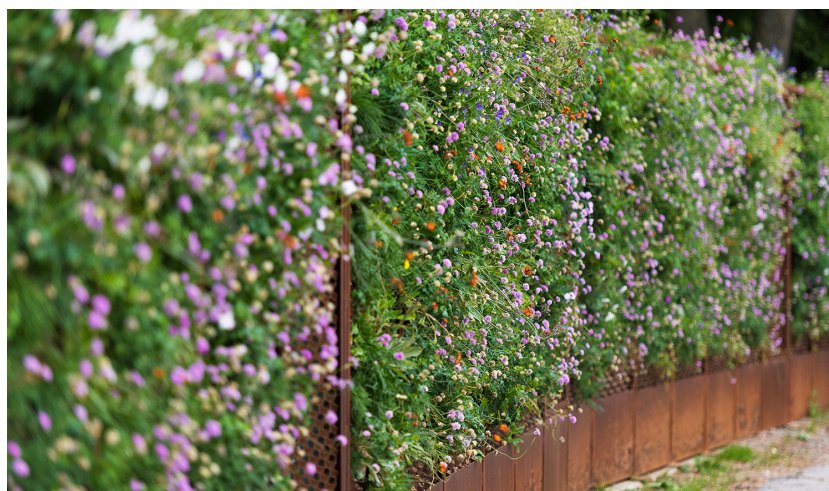
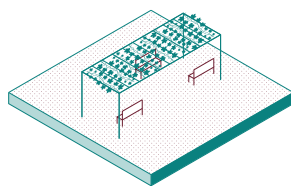


Figura 17. Gron Bullerskorm. Courtesy of by LAND arkitektur.



Pergolato

Indicazioni progettuali e tecniche

Il percorso pergolato è un percorso caratterizzato da strutture di sostegno per specie arbustive e rampicanti che possano in breve tempo andare a costituire un'area ombreggiata, protetta dall'eccessiva insolazione e che funga da barriera anche agli inquinanti provenienti dallo scarico delle macchine. Si possono realizzare in ferro o legno, free standing o adiacenti ad un edificio esistente.

Aspetti manutentivi

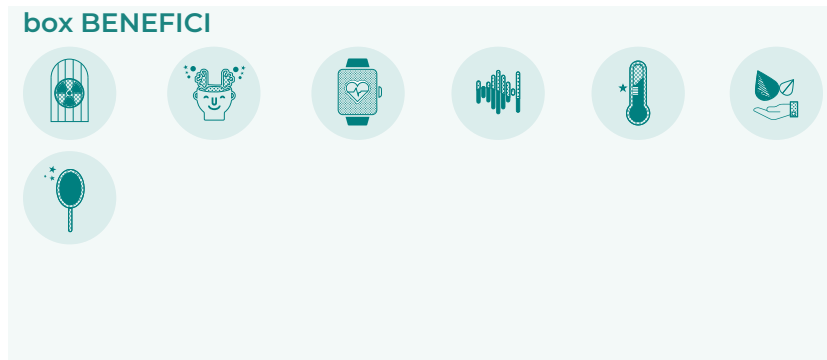
- Prevedere l'irrigazione durante la fase vegetativa
- Pulizia e cura delle fioriere
- Verificare la stabilità della struttura
- Potatura dei rampicanti tra novembre e marzo
- Interventi di fertilizzazione

Lista piante

- *Hedera helix*
- *Jasminum officinale* "Aureum"
- *Trachelospermum jasminoides*
- *Akebia quinata*
- *Wisteria floribunda*
- *Parthenocissus quinquefolia*
- *Parthenocissus tricuspidata*
- *Clematis*

capitolo 3.8

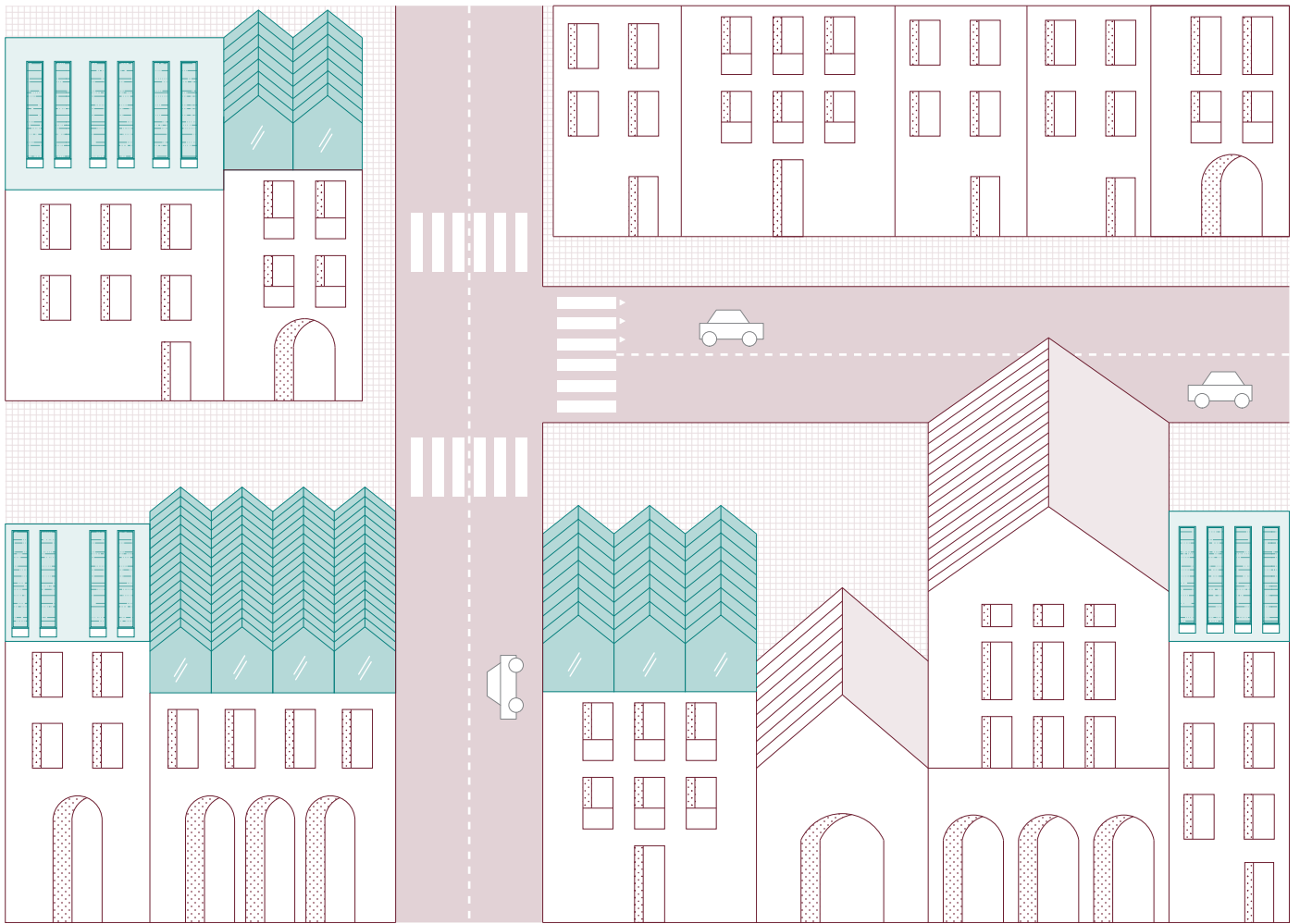
Interventi di verde free standing



135



Figura 15. Esempio - Pergolato.



3.9

Consistono in modalità di coltivazione di vegetali con tecniche rivoluzionarie e/o applicazioni innovative, orientate all'utilizzo di superfici altrimenti non sfruttate ed alla minimizzazione del consumo di risorse prime ed energia, nonché all'ottimizzazione del loro impiego. Queste soluzioni possono prendere varie declinazioni e caratteristiche sia dal punto di vista spaziale, posizionamento su coperture, in strutture orizzontali singole o multi-livello o in strutture verticali, che metodologico, idroponica o con substrato inerte.

Lista piante:**Su substrato inerte**

- Pomodoro
- Melanzana
- Peperone
- Cetriolo

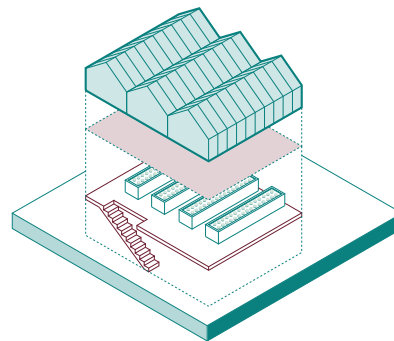
Idroponica

- Basilico
- Lattuga

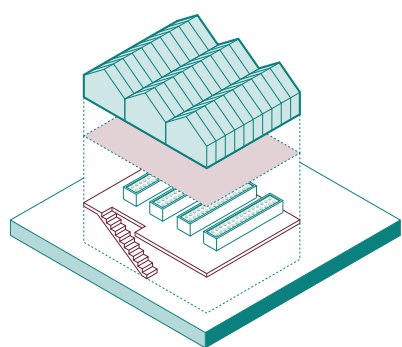
Su terreno

- Lattughe
- Ravanelli
- Bietole
- Fave
- Cipolle/Aglio
- Zucche/ Zucchine
- Sedano
- Pomodoro
- Melanzana
- Prezzemolo

Sistemi di coltivazione alla scala dell'edificio



- Basilico
- Cavoli/ Cavolfiori
- Rape
- Spinaci
- Salvia
- Rosmarino
- Maggiorana
- Pepolino
- Dragoncello
- Santoreggia

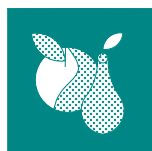


Sistemi di coltivazione alla scala dell'edificio

- Vertical farming
- Rooftop farms
- Rooftop greenhouse

TEMI*

BENEFICI**



* TEMI presenti o potenzialmente presenti in almeno uno degli interventi tipo della sezione.

** I presenti BENEFICI si intendono "potenziali" in quanto in funzione delle scelte tecnico-agronomiche adottate, che influiscono sul contributo quali-quantitativo dell'intervento.

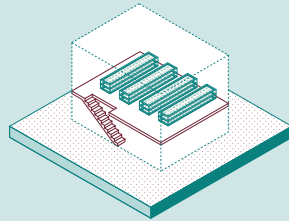
Esempio di KPI per la quantificazione dei benefici

- Numero di specie di uccelli all'interno dell'area urbana
- Accessibilità agli spazi verdi
- Posti di lavoro creati
- Produttività del lotto
- Numero di attività di informazione/sensibilizzazione al pubblico
- Risparmio di input chimici rispetto a coltivazione tradizionale

SCHEDA NBS:

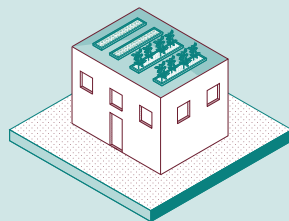
Sistemi di coltivazione alla scala dell'edificio

SCHEDA 1.



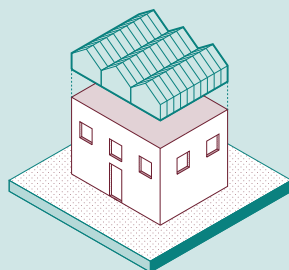
Vertical farming

SCHEDA 2.

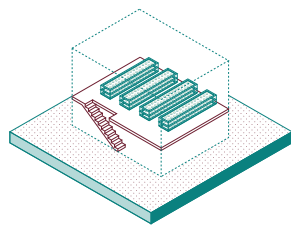


Rooftop farms

SCHEDA 3.



Rooftop greenhouse



Vertical farming

Indicazioni progettuali e tecniche

Lo skyfarming è una tecnica di coltivazione indoor, che consiste nello sviluppo verticale del sistema di produzione di cibo, posto all'interno di grattacieli.

Le tecniche usate sono principalmente quelle del fuori suolo in un ambiente chiuso e completamente controllato ed indipendente dalle condizioni esterne.

I parametri controllati sono:

- Temperatura
- luce naturale e fotosintetica
- CO₂
- Umidità
- Apporto di nutrienti
- Acqua

che permette di massimizzare la produzione riducendo al contempo l'impatto sui consumi di risorse naturali ed azzerando l'impiego di pesticidi.

Ulteriore vantaggio delle vertical-farm, di cui la skyfarming è una tipologia, è la produzione a km 0 in quanto il cibo è prodotto all'interno degli stessi confini della città dove verrà consumata o direttamente dal consumatore ultimo. Inoltre permette una produzione continuativa delle colture, azzerando l'impiego di suolo ed eliminando quindi il rischio di impoverimento legato al consumo di sostanze nutritive.

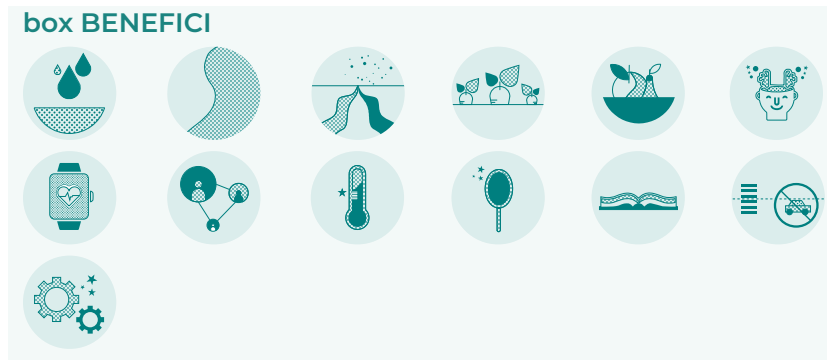
Aspetti manutentivi

Richiesta di operatori specializzati sia per la parte tecnico-agronomica che per la gestione dei sistemi di controllo.

Lista piante

Su substrato inerte

- Pomodoro
- Melanzana



- Peperone
 - Cetriolo
- Idroponica**
- Basilico
 - Lattuga

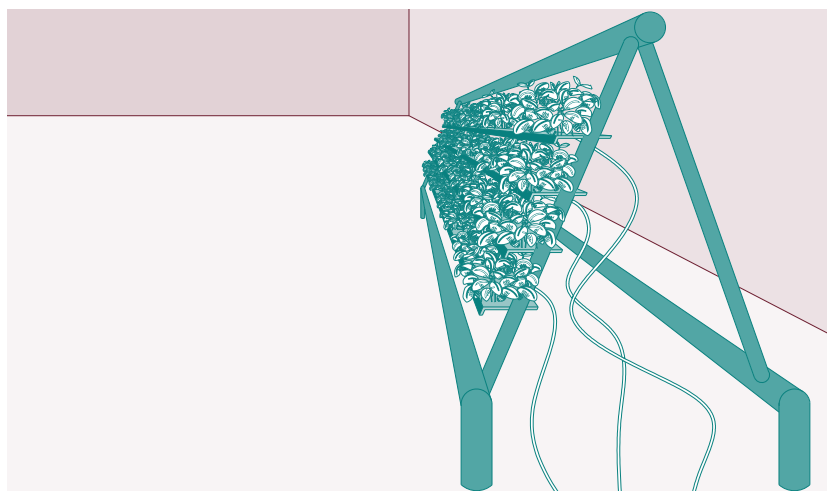
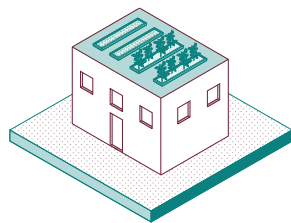


Figura 18. Esempio - Vertical farming.



Rooftop farms

Indicazioni progettuali e tecniche

Le rooftop farms sono più di un tetto verde: permettono la coltivazione di verdure e piante aromatiche a km 0, azzerando i consumi legati al trasporto e prediligendo tecniche di coltivazione ecosostenibili e biologiche.

La creazione di orti sulle superfici di copertura degli edifici permette di valorizzare spazi spesso inutilizzati e la loro conversione in sistemi produttivi può apportare numerosi vantaggi. Adottata come strategia, la realizzazione di rooftop farms può cambiare il volto delle città e migliorare la vita delle persone che le abitano, che possono trovare nelle attività di coltivazione collettiva delle occasioni per instaurare e consolidare le proprie relazioni. Le specie selezionate dovrebbero presentare uno sviluppo verticale abbastanza contenuto per evitare problemi di stabilità determinati dalla frequente ventosità presente sui tetti.

Aspetti manutentivi

- Messa a dimora delle piantine in coerenza con i cicli produttivi
- Monitoraggio fitosanitario ed eventuali trattamenti
- Monitoraggio dell'irrigazione
- Manutenzione/sostituzione di eventuali elementi di supporto delle colture
- Potature
- Raccolta
- Lavorazione/rigenerazione del terreno tra cicli produttivi consecutivi

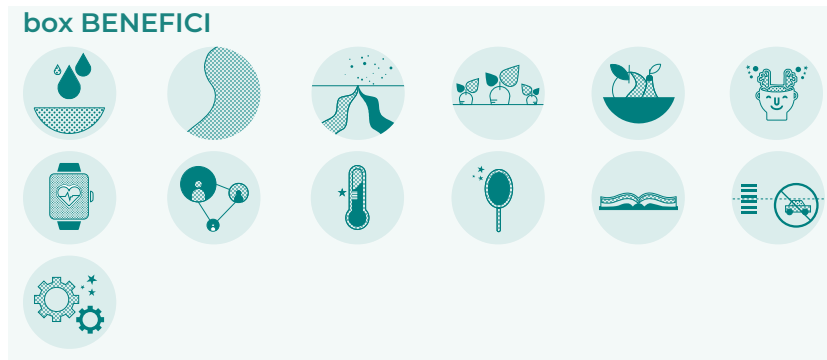
Lista piante

Su terreno

- Lattughe
- Ravanelli
- Bietole
- Fave

capitolo 3.9

Sistemi di coltivazione alla scala dell'edificio

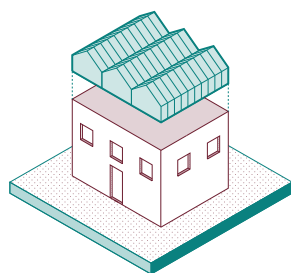


- Cipolle/Aglio
- Zucche/ Zucchine
- Sedano
- Pomodoro
- Melanzana
- Prezzemolo
- Basilico
- Cavoli/ Cavolfiori
- Rape
- Spinaci
- Salvia
- Rosmarino
- Maggiorana
- Pepolino
- Dragoncello
- Santoreggia

145



Figura 19. Brooklyn Grange Farm. Courtesy of Brooklyn Grange.



Rooftop greenhouse

Indicazioni progettuali e tecniche

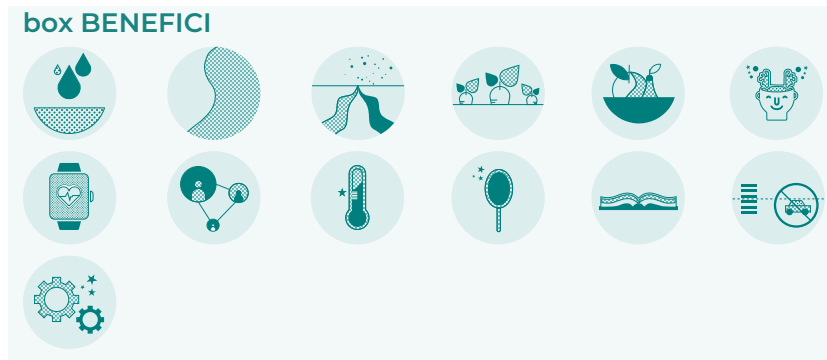
Le serre climate-smart sono elementi autosufficienti, funzionano indipendentemente dal tipo di suolo su cui vengono insediate e possono essere facilmente integrate all'interno degli spazi urbani. Per questo, la loro diffusione è in grande aumento. Alcuni dei sistemi maggiormente impiegati nelle serre climate-smart prevedono il substrato o l'idroponica. Nel primo caso, i substrati comunemente utilizzati sono: torba, fibra di cocco, sabbia, ghiaia, pomice, lapillo, perlite, argilla espansa, vermiculite, lana di roccia e molti altri. Da essi la pianta assorbe anche i nutrienti disciolti nella soluzione nutritiva che viene somministrata attraverso i gocciolatori o la subirrigazione, quando si tratta di coltivazioni in vaso, oppure tramite gocciolatori normali a ciclo chiuso o a ciclo aperto per tutti gli altri tipi di coltivazione. Nei sistemi idroponici gli apparati radicali delle piante vivono in assenza di un substrato solido, immerse in maniera più o meno continuativa in una soluzione nutritiva per buona parte del ciclo produttivo. Questa tipologia di coltivazione permette di ridurre i consumi idrici, di ottimizzare l'uso di soluzioni nutritive e di migliorare quali-quantitativamente il raccolto. Inoltre, se adeguatamente disegnate, le serre urbane possono diventare luoghi di incontro per la comunità, possono ospitare attività di formazione agricola o di sensibilizzazione ai temi della sostenibilità e attivare processi di cooperazione tra i residenti.

Aspetti manutentivi

- Messa a dimora delle piantine in coerenza con i cicli produttivi
- Monitoraggio fitosanitario ed eventuali trattamenti
- Correzione dell'apporto di acqua
- Correzione della miscela nutritiva
- Manutenzione/sostituzione di eventuali elementi di supporto delle colture
- Potature
- Raccolta

capitolo 3.9

Sistemi di coltivazione alla scala dell'edificio



- Sostituzione del substrato o rigenerazione

Lista piante

Su substrato inerte

- Pomodoro
- Melanzana
- Peperone
- Cetriolo

Idroponica

- Basilico
- Lattuga

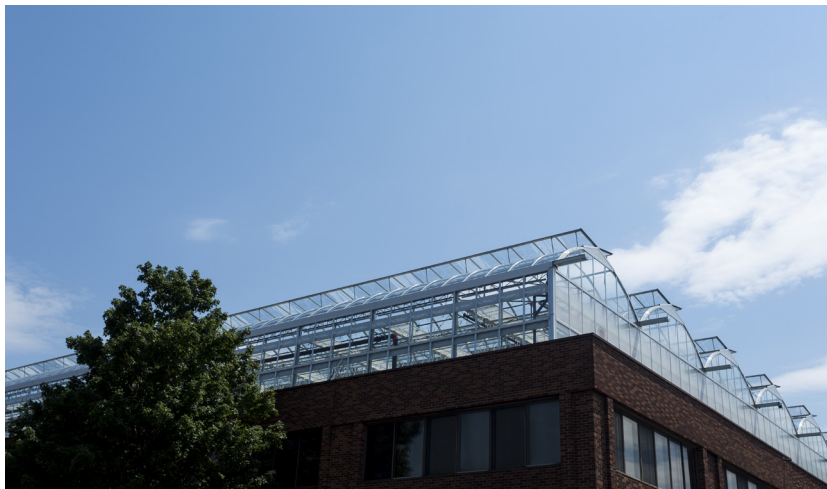
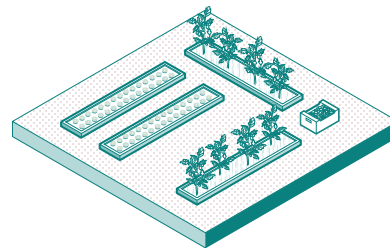


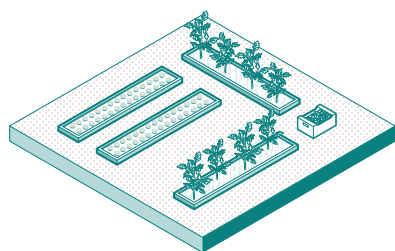
Figura 20. Serre d'Ahuntsic. Courtesy of Lufa Farms.

3.10

In tempi recenti si è osservato un rinnovato interesse nell'agricoltura urbana e peri-urbana, cioè quei comparti produttivi, che a vario titolo ed entità, si colloca fisicamente nelle zone di alta urbanizzazione e in qualche modo ne occupa gli interstizi, ponendosi anche come ostacolo alla definitiva scomparsa dell'agricoltura in quei contesti. Tale fenomeno viene giustificato da una sempre maggiore attenzione e valorizzazione delle aree verdi ed ai benefici socio-economici-ambientali che essa apporta. Una delle peculiarità fondamentali di questo tipo di agricoltura è la prossimità ai mercati ed ai consumatori, nonché alle attività a monte ed a valle del processo produttivo che ne sono quindi agevolate dalla prossimità.

Sistemi di coltivazione a scala urbana e peri-urbana





Sistemi di coltivazione alla scala urbana e peri-urbana

- Floating farms
- Orti sociali
- Food forest
- Agroforestazione

TEMI*

BENEFICI**



* TEMI presenti o potenzialmente presenti in almeno uno degli interventi tipo della sezione.

** I presenti BENEFICI si intendono "potenziali" in quanto in funzione delle scelte tecnico-agronomiche adottate, che influiscono sul contributo quali-quantitativo dell'intervento.

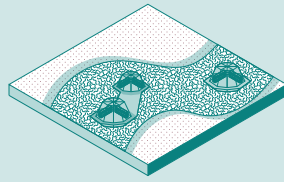
Esempio di KPI per la quantificazione dei benefici

- Accessibilità agli spazi verdi
- Posti di lavoro creati
- Produttività del lotto
- Utilizzo di acqua stoccata/acqua totale
- Numero di attività di informazione/sensibilizzazione al pubblico

SCHEDA NBS:

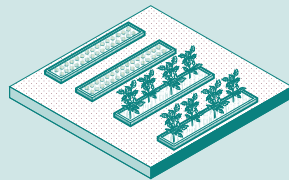
Sistemi di coltivazione alla scala urbana e peri-urbana

SCHEDA 1.



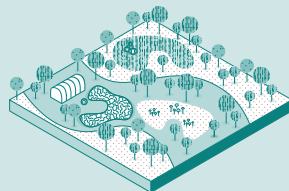
Floating farm

SCHEDA 2.



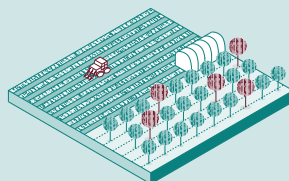
Orti sociali

SCHEDA 3.

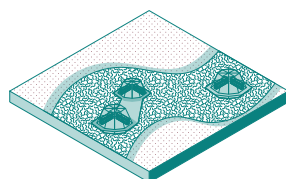


Food forest

SCHEDA 4.



Agroforestazione



Floating Farm

Indicazioni progettuali e tecniche

Il consumo di cibo e la crescita della popolazione mondiale aumenteranno vertiginosamente nei prossimi anni. La scarsità di acqua potabile e di terre coltivabili sono due tra gli ostacoli maggiori per soddisfare i cambiamenti sia quantitativi che qualitativi della domanda di cibo. Le floating farms sono sistemi completamente autonomi per le coltivazioni fuori suolo in grado di dissalare l'acqua di mare o di purificare l'acqua inquinata attraverso un processo di evaporazione/condensazione interamente alimentato dall'energia solare, chiamato distillazione solare. Sono quindi moduli galleggianti per la coltivazione, senza consumo di suolo, acqua dolce o energia proveniente da fonti non rinnovabili ed esterne al modulo. Ovunque sia presente uno specchio d'acqua, questo può essere utilizzato per la coltivazione sulle fattorie galleggianti, all'interno delle quali sono installati sistemi di coltivazione idroponica, una tecnica di coltivazione fuori terra che garantisce un risparmio di acqua fino al 70% rispetto alle culture tradizionali, grazie al riuso continuo dell'acqua.

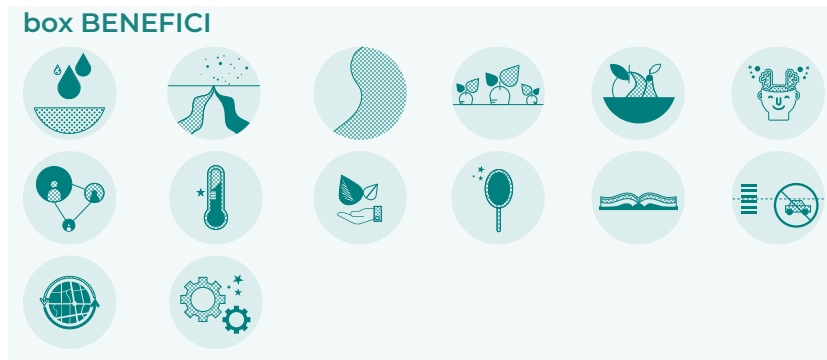
Aspetti manutentivi

- Messa a dimora delle piantine in coerenza con i cicli produttivi
- Monitoraggio fitosanitario ed eventuali trattamenti
- Correzione dell'apporto di acqua
- Correzione della miscela nutritiva
- Raccolta
- Sostituzione del substrato o rigenerazione
- Verifica e manutenzione dei sistemi elettrici-impiantistici

Lista piante

Su substrato inerte

- Pomodoro
- Melanzana
- Peperone
- Cetriolo



Idroponica

- Basilico
- Lattuga

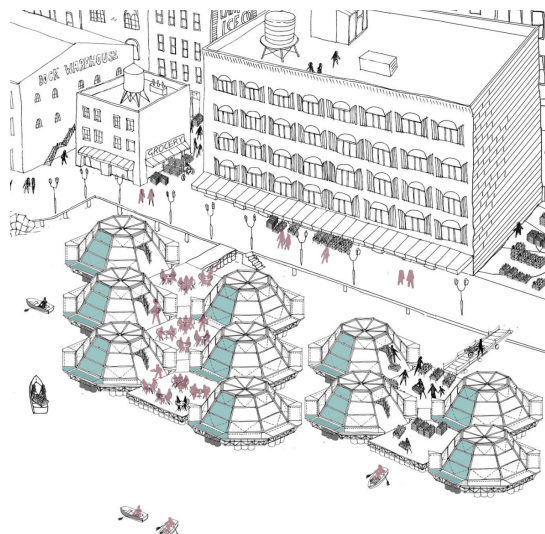
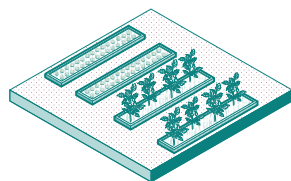


Figura 21. Jellyfish Barge. Courtesy of Pnat srl.



Orti sociali

Indicazioni progettuali e tecniche

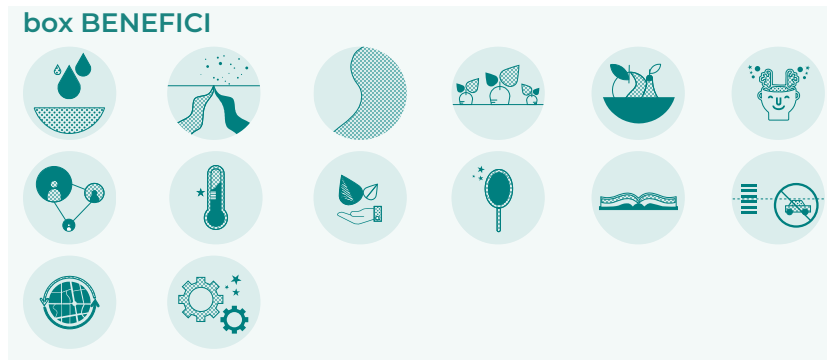
Gli orti urbani o orti sociali sono degli appezzamenti di terreno di dimensioni medio-piccole, inseriti in aree urbane che vengono concessi a persone in condizioni di disagio, anziane o marginalizzate, che lo impiegano come spazio fisico per la coltivazione di ortaggi. Queste soluzioni, oltre a rappresentare una risorsa alimentare per chi se ne prende cura, rappresentano anche luoghi per promuovere l'integrazione sociale, per recuperare valori agricoli e ambientali in aree fortemente antropizzate. Spesso si tratta di coltivazioni biologiche o a minimo impatto ambientale (ridotto consumo di fertilizzanti, acqua, pesticidi, mezzi meccanici).

Aspetti manutentivi

- Messa a dimora delle piantine in coerenza con i cicli produttivi
- Monitoraggio fitosanitario ed eventuali trattamenti
- Monitoraggio dell'irrigazione
- Manutenzione/sostituzione di eventuali elementi di supporto delle colture
- Potature
- Raccolta
- Lavorazione/rigenerazione del terreno tra cicli produttivi consecutivi

Lista piante

- Pomodoro
- Melanzana
- Lattuga
- Ravanelli
- Bietola
- Fave
- Cipolle/ Aglio
- Zucche/Zucchine
- Sedano



- Prezzemolo
- Basilico
- Cavolo/ Cavolfiori
- Rape
- Spinaci
- Cardi
- Porri
- Radicchi
- Asparagi
- Finocchi
- Salvia
- Rosmarino
- Maggiorana
- Pepolino
- Dragoncello
- Santoreggia

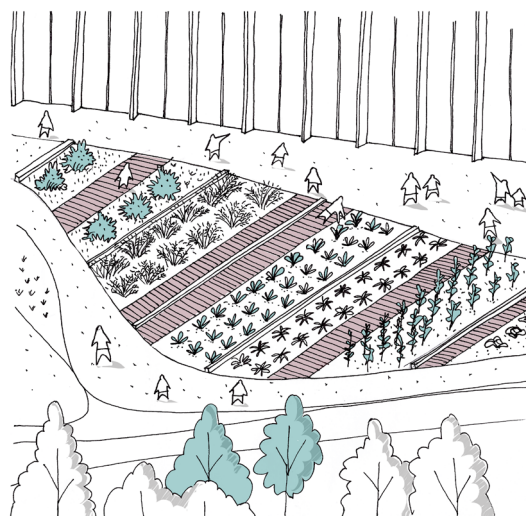
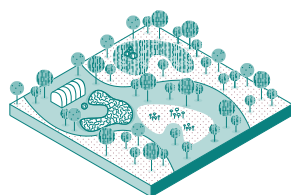


Figura 22. Schizzo di progetto per orti sociali. Courtesy of Pnat Srl.



Food forest

Indicazioni progettuali e tecniche

La Food Forest è una foresta che si compone principalmente di specie caratterizzate dalla produzione di frutti eduli. È un tipo di coltivazione che simula un ecosistema boschivo su più strati: alberi ad alto fusto, alberi di media altezza, arbusti, erbacee, bulbose, tappezzanti, rampicanti. Mira ad imitare i processi caratteristici di un ecosistema a “bosco immaturo”: mentre la foresta matura è dominata da grandi alberi che lasciano penetrare poca luce, un bosco immaturo è caratterizzato da alberi di diversa dimensione, arbusti ed erbe. L’alternanza di zone ombreggiate a zone più illuminate offre una varietà di nicchie ecologiche ad elevata produttività. I processi ed i cicli naturali mantengono la fertilità del terreno e la salute delle piante; non necessita di irrigazione, concimazione ed aratura. In questo modo è possibile creare dei sistemi di produzione di cibo che richiedono molte meno risorse e manutenzione di quelle correntemente richieste dall’agricoltura contribuendo inoltre al miglioramento del suolo e dell’habitat naturale.

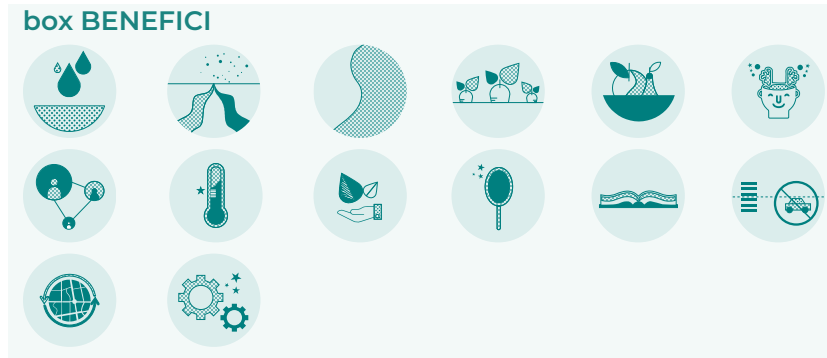
Lista piante

Strato Arboreo

- Noce
- Ciliegio
- Nocciolo
- Gelso
- Melo
- Acero
- Frassino

Strato Arbustivo

- Albicocco
- Pesco
- Pero
- Cotogno
- Susino



- Cachi
 - Melograno
 - Fico
- Strato Basale**
- Lamponi
 - Ribes
 - Uva spina
- Ortaggi Perenni**
- Fave
 - Ceci
 - Piselli
 - Bietole
 - Girasoli

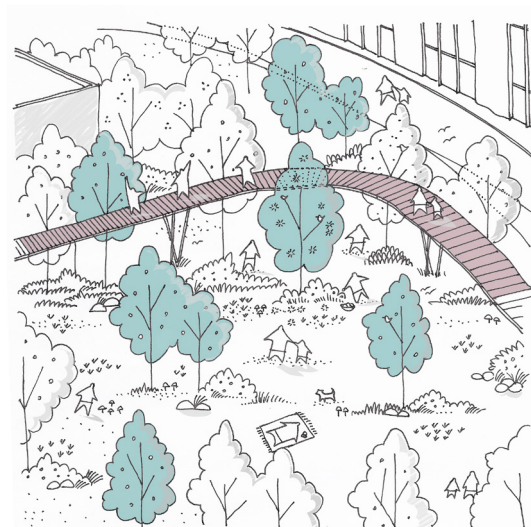
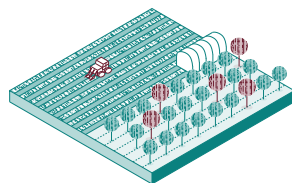


Figura 23. Schizzo di progetto per una food forest. Courtesy of Pnat Srl.



Agroforestazione

Indicazioni progettuali e tecniche

Per agroforestazione si intende la tecnica di coltivazione che vede la presenza simultanea di alberi e colture a taglia bassa (frumento, mais, orticole ed erbacee) ed eventualmente con la presenza di animali da allevamento. Dalla co-presenza di questi elementi si può ricavare benefici sia economici, che ambientali:

infatti la presenza di alberi ad alto fusto permette di stoccare la CO_2 , migliorano le caratteristiche chimico-fisiche-biologiche del terreno, migliorano la qualità dell'acqua e costituiscono una riserva di legno da destinare al taglio ed alla vendita, mentre le colture basse possono essere destinate alla produzione alimentare o di foraggio. Parallelamente si creano delle strutture sopra e sotto suolo, che costituiscono un rifugio per uccelli, piccoli mammiferi ed insetti. Affinchè ci sia una totale manifestazione dei potenziali di questa tecnica e quindi vengano instaurate delle sinergie tra i diversi livelli di colture, è necessaria una corretta ed attenta pianificazione. Si deve prendere in considerazione i seguenti aspetti:

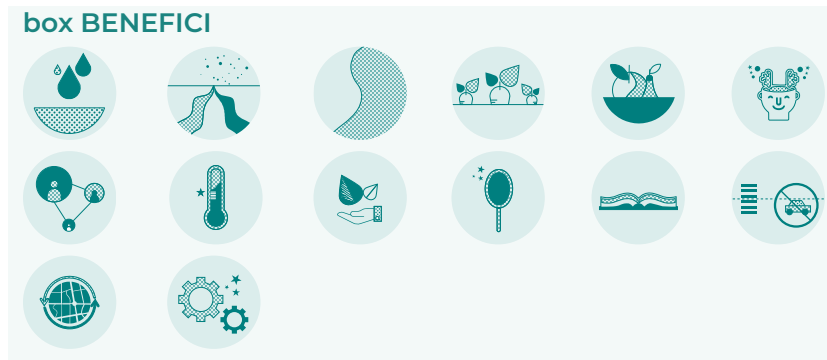
- Scelta delle colture che riducano la competizione dei cicli produttivi
- Apparati radicali con caratteristiche differenti, permettono di raggiungere "bacini" di acqua e nutrienti dislocati a diverse profondità
- Limitata competizione per il nutrimento
- Limitazione della diffusione di malattie

Aspetti manutentivi

Si dovranno svolgere tutte le attività usuali in campo agricolo e, se prevista, potatura e taglio delle alberature.

Scelta delle piante

Le specie devono essere selezionate in base all'adattabilità alle condizioni e alle caratteristiche pedoclimatiche del luogo; la parte adibita a coltivazione può prevedere cereali, ortaggi, o piante officina-



li, mentre le alberature possono essere scelte tra le specie usate per la produzione di legno per arredo, carta o fruttifere.

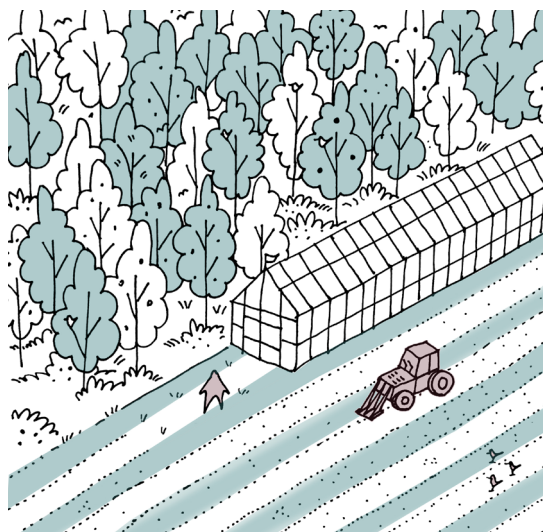
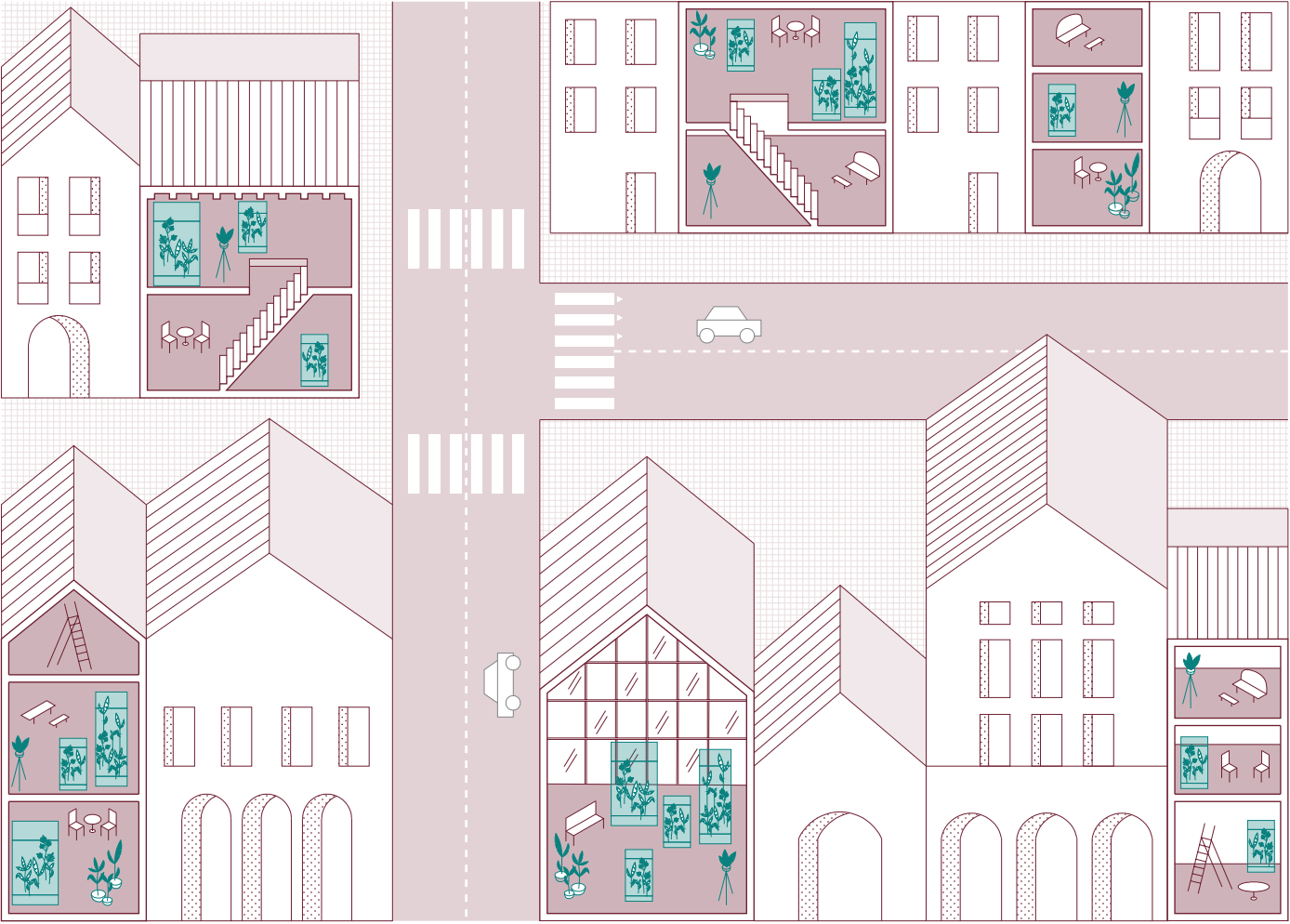


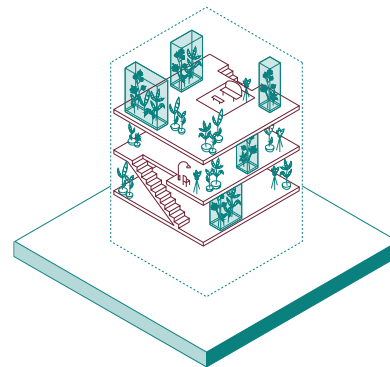
Figura 24. Schizzo di progetto per agroforestazione. Courtesy of Pnat Srl.



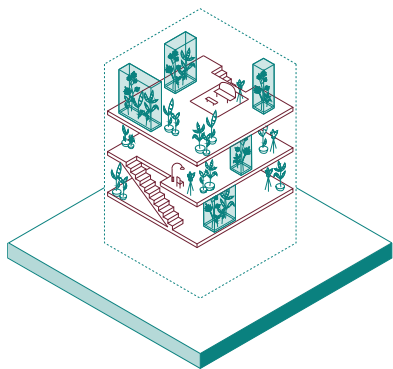
3.11

In media trascorriamo il 93% della nostra giornata in spazi chiusi dove l'aria è generalmente più inquinata di quella esterna. Le fonti responsabili dell'inquinamento indoor sono diverse: gli occupanti e le loro attività; l'edificio e la sua manutenzione (ad esempio i detergenti e deodoranti); e l'inquinamento esterno "importato" negli edifici attraverso la ventilazione. La ventilazione ha un ruolo ambiguo: porta gli inquinanti urbani nell'edificio (in particolare CO_2 , NO_2 , O_3 e PM), mentre riduce le concentrazioni di inquinanti prodotti da fonti indoor, in particolare i VOCs (ad esempio benzene e formaldeide). I sistemi di filtrazione più comuni attualmente in uso sono i sistemi di filtrazione meccanica. Esiste un altro tipo di filtrazione che utilizza le piante per purificare l'aria. Sostanzialmente esistono due meccanismi di azione possibili: la filtrazione passiva e quella attiva. La filtrazione passiva è esercitata da piante esposte al contaminante presente in atmosfera, la filtrazione attiva è quella esercitata dal sistema pianta-suolo-microrganismi nei confronti di inquinanti presenti in un flusso di aria che attraversa il filtro sotto l'azione di una pressione esterna. I sistemi più efficienti nella rimozione degli inquinanti presenti nell'aria indoor sono rappresentati

Verde Indoor



da quelli attivi perché in grado di trattare attraverso il ricircolo e successivi trattamenti elevati volumi di aria.

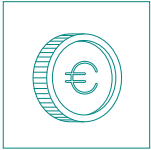
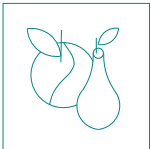
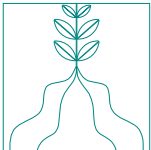


Verde indoor

- Filtrazione botanica

TEMI*

BENEFICI**



* *TEMI* presenti o potenzialmente presenti in almeno uno degli interventi tipo della sezione.

** *I presenti BENEFICI* si intendono “potenziali” in quanto in funzione delle scelte tecnico-agronomiche adottate, che influiscono sul contributo quali-quantitativo dell'intervento.

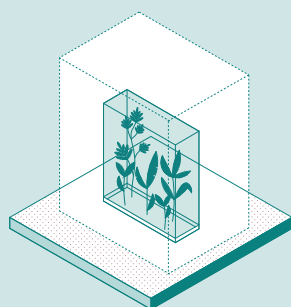
Esempio di KPI per la quantificazione dei benefici

- Riduzione dei VOC
- Riduzione dei giorni di malattia/assenteismo

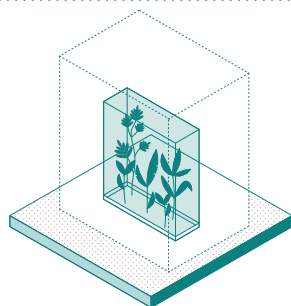
SCHEDA NBS:

Verde Indoor

SCHEDA 1.



Filtrazione botanica



Filtrazione botanica

Indicazioni progettuali e tecniche

La tecnologia prima descritta prende il nome di Filtrazione botanica. Poiché le piante catturano molecole inquinanti e le incorporano nella loro biomassa, il filtro ha una durata indefinita ed è quindi molto più efficiente rispetto alla filtrazione meccanica. I sistemi di depurazione dell'aria indoor prevedono la realizzazione di impianti attraverso i quali viene fatta passare l'aria da depurare. L'aria fluisce attraverso delle vasche/contenitori dove vengono messe a dimora le piante, per poi tornare, depurata, nell'ambiente. Quando le sostanze inquinanti passano attraverso il substrato di coltura, vengono bloccate e quindi assorbite dalle radici delle piante e/o degradate dai microrganismi presenti nel substrato. Gli inquinanti rimanenti vengono assorbiti dalle foglie attraverso gli stomi, degradati e convertiti in nutrienti.

Aspetti manutentivi

- Monitoraggio fitosanitario ed eventuali trattamenti
- Rimozione elementi senescenti
- Monitoraggio irrigazione e ventilazione
- Monitoraggio e pulizia della sensoristica

Lista piante

- Aglaonema
- Ficus lyrata
- Philodendron squamiferum
- Aspidistra
- Ficus 'Alii'
- Platycerium
- Asplenium
- Howea forsteriana
- Rhipsalis
- Calathea
- Microsorium
- Strelitzia Nicolai

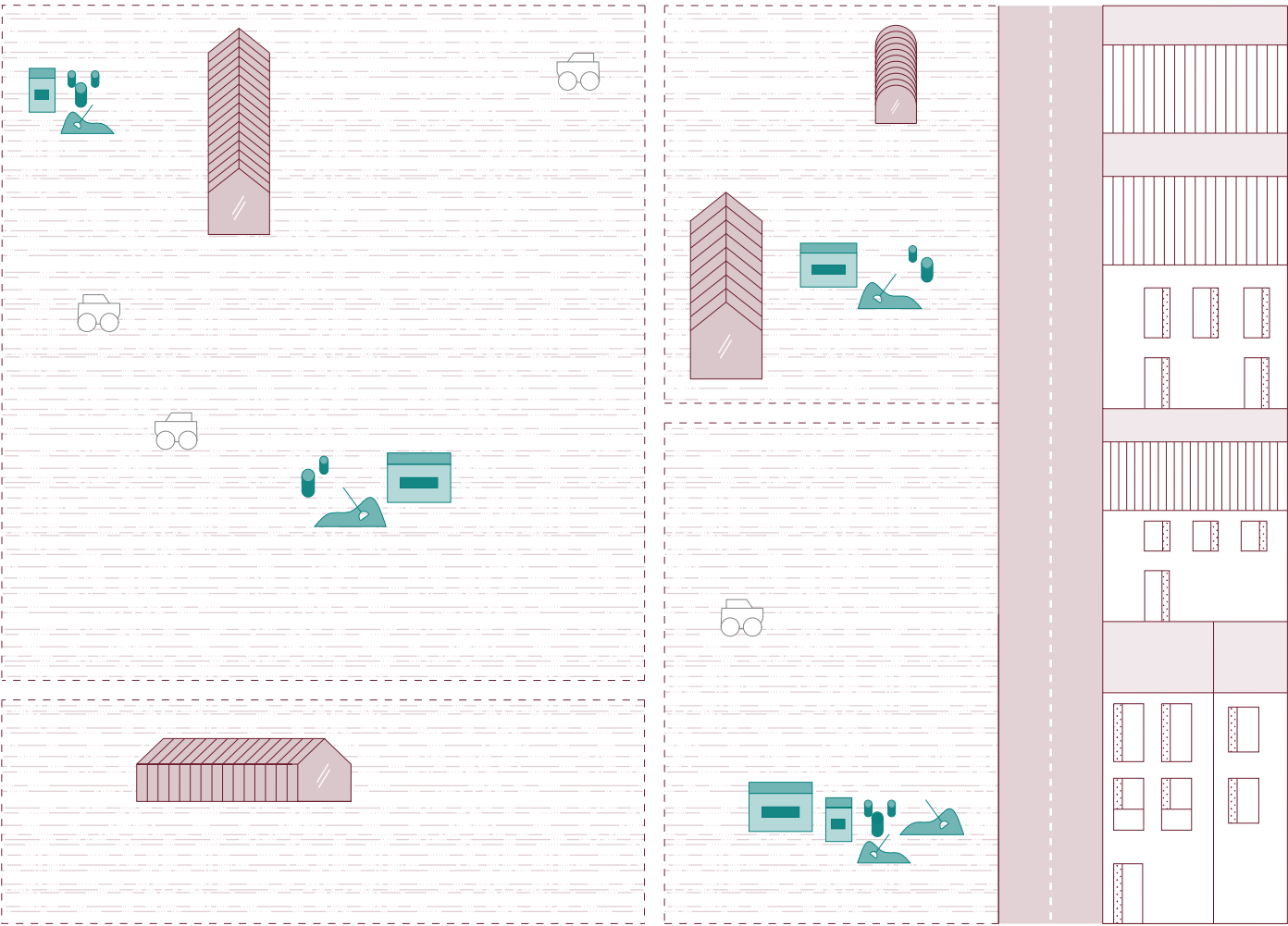
box BENEFICI



- Chamadorea
- Musa
- Strelitzia reginae
- Dieffenbachia
- Philodendron monstera



Figura 25. Fabbrica dell'Aria®. Courtesy of Pnat Srl.



3.12

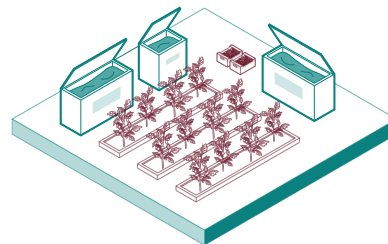
Il compostaggio è definito come la decomposizione biologica aerobica controllata della materia organica in un prodotto stabile, chiamato compost. Il compost permette il riciclo di rifiuti organici e riduce la quantità di rifiuti che vanno a discarica, riduce le emissioni di GHG (se correttamente gestito), aumenta fertilità e biodiversità del suolo riducendo quindi la domanda di fertilizzanti chimici.

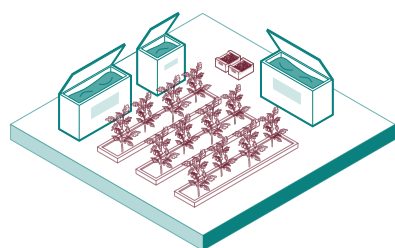
In funzione del tipo di rifiuto in ingresso all'impianto, si possono distinguere 3 tipi di compost:

- **Compost Verde** – prodotto con solo scarti a verde
- **Compost Organico** - prodotto mescolando scarti alimentari ed a verde
- **Compost da Fanghi** – quando vengono introdotti anche fanghi provenienti da altri trattamenti

Gli standard italiani per l'End-of-Waste sono normati dalla Legge sui fertilizzanti (D.Lgs 75/2010 e successivi) e possono essere suddivisi in parametri agronomici, ambientali e sanitari. Quando questi sono rispettati, il compost può entrare sul mercato: il destinatario principale è l'agricoltura, seguita dal giardinaggio ed impieghi nella cura del paesaggio. i

Trattamento rifiuti organici



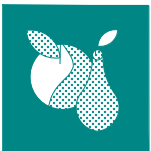


Trattamento dei rifiuti organici

- Compostaggio comunitario

TEMI*

BENEFICI**



* *TEMI* presenti o potenzialmente presenti in almeno uno degli interventi tipo della sezione.

** *I presenti BENEFICI* si intendono “potenziali” in quanto in funzione delle scelte tecnico-agronomiche adottate, che influiscono sul contributo quali-quantitativo dell’intervento.

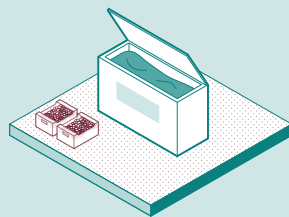
Esempio di KPI per la quantificazione dei benefici

- Km di trasporto pesante evitati per conferimento rifiuti ad impianto centralizzato
- N° posti di lavoro creati
- Riduzione % fertilizzanti chimici impiegati
- Aumento del numero di specie animale presente o aumento della relativa popolazione

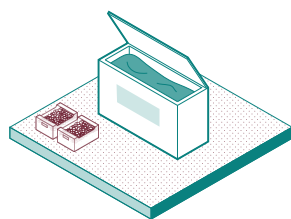
SCHEDA NBS:

Trattamento dei rifiuti organici

SCHEDA 1.



Compostaggio comunitario



Compostaggio comunitario

Indicazioni progettuali e tecniche

Il compostaggio decentralizzato, noto anche come compostaggio comunitario, si riferisce ad un sistema di deviazione e trattamento di rifiuti organici provenienti da scarti domestici e verdi, che vengono convogliati in un determinato quartiere e lì messi in ambiente controllato. Attualmente la normativa di riferimento è il DM 29 dicembre 2016 n°266 in combinazione con il D.Lgs n°152/2006 (Testo Unico Ambientale) che nell'art. 180 incoraggia le pratiche di compostaggio esercitate lì dove il rifiuto è prodotto, grazie a specifici strumenti di pianificazione e riduzione delle tasse.

I principali vantaggi del compostaggio decentralizzato rispetto ai sistemi centralizzati sono:

- Costi di trasporto inferiori
- Costi di manutenzione ridotti
- Ridotta richiesta di competenze per la gestione
- Tecnologia semplice
- Alta qualità del compost finale grazie all'alto grado di separazione e minimo rischio di contaminazione
- Utilizzo del compost sui campi come ammendante.

A questo si associa anche la riduzione della richiesta di costruzione di nuovi impianti di smaltimento, la creazione di piccole aziende locali per la gestione e la relativa creazione di posti di lavoro. Generalmente "l'impianto" di compostaggio comunitario si figura come un serbatoio di forma variabile in plastica in cui l'aerazione necessaria viene garantita da un'apertura sul fondo o sul bordo e dove la miscelazione dei rifiuti di norma viene operata manualmente. Tra gli aspetti da tenere in considerazione quando si intende adottare questo tipo di soluzione ci sono la produzione di GHG come metano, ammoniaca e NO₂, di odori e residuo liquido. Per far fronte a questi impatti negativi, è in fase di sviluppo una nuova generazione di reattori comprensivi di un'unità di pretrattamento, biofiltri,

box BENEFICI



miscelazione automatica con immissione di aria e un serbatoio di stoccaggio per il percolato.

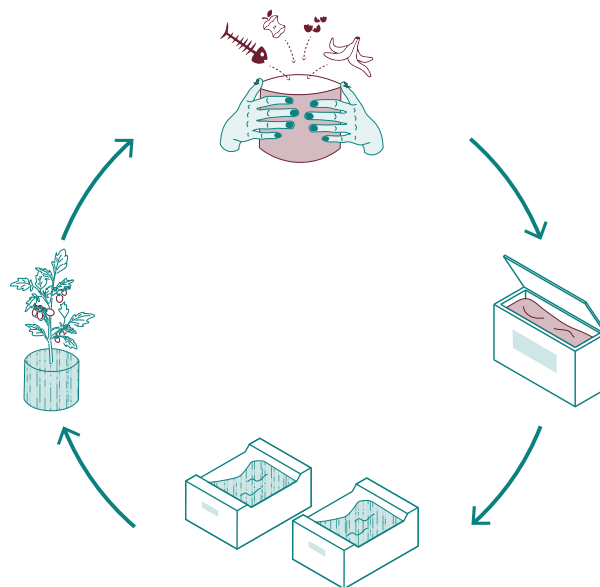


Figura 26. Schema compostaggio.

Bibliografia

- FAO - Guidelines on urban and peri-urban forest
- Pnat - Linee Guida Prato Urban Jungle
- Ferrini et al. "Climate is changing: are we changing too?" 2019
- Life METRO ADAPT – Soluzioni Naturalistiche per la Città Metropolitana di Milano
- UNALAB- performance and impact monitoring of NBS D3.1
- Ecosystems and Human Well-being: A Report of the Millennium Ecosystem Assessment
- <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/provisioning-services/en/>
- Papadakis, et al. "An experimental investigation of the effect of shading with plants for solar control of buildings"
- Mangone et al. "Forest microclimates: Investigating the performance potential of vegetation at the building space scale "
- Cross river partnership - Creating Parklets for Community and Business Resilience
- Woods Ballard et al. - The SuDs Manual 2015
- Remida - Le piante per le fitotecnologie
- Urban GreenUP - D1.1 NBS catalogue
- UNALAB - technical handbook NBS 2019
- CREA - agricoltura e città 2015
- CONSORZIO ITALIANO COMPOSTATORI – Activity Report
- Bruni et al. "Decentralized Community Composting: Past, Present and Future Aspects of Italy"

· Roe, J.J., Thompson, C.W., Aspinall, P.A., Brewer, M.J., Duff, E.I., Miller, D., Mitchell, R., Clow, A., 2013. Green space and stress: evidence from cortisol measures in deprived urban communities.

· Amoly, Dadvand, Forns, López-Vicente, Basagaña, Julvez, Alvarez-Pedrerol, Mark, N., Sunyer, 2014. Green and Blue Spaces and Behavioral Development in Barcelona Schoolchildren: The BREATHE Project.

· Tamosiunas, A., Grazuleviciene, R., Luksiene, D., Dedele, A., Reklaitiene, R., Baceviciene, M., Vencloviene, J., Bernotiene, G., Radisauskas, R., Malinauskiene, V., Milinaviciene, E., Bobak, M., Peasey, A., Nieuwenhuijsen, M.J., 2014. Accessibility and use of urban green spaces, and cardiovascular health: findings from a Kaunas cohort study.

· MIPAF, 2019. La pianificazione alimentare: concetti e modelli. Documento realizzato nell'ambito del Programma Rete Rurale Nazionale 2014-20. Piano di azione biennale 2017-18.

· Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L.J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J.A., de Vries, W., Majele Sibanda, L., Afshin, A., Chaudhary, A., Herrero, M., Agustina, R., Branca, F., Lartey, A., Fan, S., Crona, B., Fox, E., Bignet, V., Troell, M., Lindahl, T., Singh, S., Cornell, S.E., Srinath Reddy, K., Narain, S., Nishtar, S., Murray, C.J.L., 2019. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems.

· Raymond et al. 2017: “An Impact Evaluation Framework to Support Planning and Evaluation of Nature-based Solutions Projects

· Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., Stansfeld, S., 2014. Auditory and non-auditory effects of noise on health.

· Papadakis, G., Tsamis, P., Kyritsis, S., 2001. An experimental investigation of the effect of shading with plants for solar control of buildings.

· Peterson, G., Allen, C.R., Holling, C.S., 1998. Ecological Resilience

· Ricklefs, R.E., 2006. Evolutionary diversification and the origin of the diversity

Bibliografia

- (COM, 2013) – New EU Forest Strategy: For Forests and the forest-based sector. Brussels, 20-9-2013.
- DEFRA, 2005 – Final report prepared for: The Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). Economics for the Environment Consultancy (eftec), London.
- (FAO, 2010) – Global Forest Resource Assessment 2010. Rome.



PNAT
INSPIRED
BY PLANTS

SEDI | Firenze, Manifattura
Tabacchi, via delle Cascine 33

| Venezia, San Donà di Piave,
Corso Silvio Trentin 24

CONTACT | info@pnat.net | www.pnat.net