



Comune di Campi Bisenzio

Città Metropolitana di Firenze

SINDACO E
ASSESSORE ALL'URBANISTICA
Andrea Tagliaferri

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Letizia Nieri

RESPONSABILE SETTORE 5
GOVERNO DEL TERRITORIO
Michela Brachi

GARANTE DELL'INFORMAZIONE
E DELLA PARTECIPAZIONE
Maria Leone

piano operativo

linee guida alla progettazione di Nature Based Solutions

PROGETTO URBANISTICO
coordinatore
Riccardo Luca Breschi

Andrea Giraldi

responsabile ufficio di piano
Letizia Nieri

ufficio di piano
Paolo Canepari
Christian Ciampi
David Innocenti

STUDI IDROLOGICI E IDRAULICI
A4 Ingegneria stp arl
David Malossi

STUDI GEOLOGICI
Idrogeo srl
Simone Fiaschi
Alessandro Murratzu
Alessio Calvetti

VAS E VINCA
Terre.it srl
Fabrizio Cinquini
Michela Biagi
Paolo Perna
Francesca Furter

STUDI ANALISI e BENEFICI
PLANT BASED SOLUTION
Stefano Mancuso
PNAT srl

STUDIO MOBILITA', TRAFFICO
Andrea Debernardi
META srl

STUDIO ASPETTI ACUSTICI
Francesco Borchi
Sara Delle Macchie
VienRose Ingegneria srl



DOC.1a

PNAT (Project Nature) è una società multidisciplinare composta da scienziati vegetali, architetti, designer e ingegneri. Fondata come spin-off dell'Università degli Studi di Firenze dal prof. Stefano Mancuso assieme alle agronome e botaniche Elisa Azzarello, Camilla Pandolfi e agli architetti Antonio Girardi e Cristiana Favretto, progetta soluzioni per integrare le piante nella città, negli edifici e negli oggetti d'uso e far sì che la presenza delle piante negli spazi di vita dell'uomo forniscano il massimo beneficio possibile.

sedi

Firenze, Manifattura Tabacchi,
via delle Cascine 33

Venezia, San Donà,
Corso Silvio Trentin 24

contatti

info@pnat.net
www.pnat.net

NATURE BASED SOLUTIONS

Le Nature Based Solution (NBS) sono soluzioni che utilizzano elementi e processi naturali per aumentare la sostenibilità e la resilienza delle aree urbane.

Ripristinare sistemi naturali in città e integrarli alle infrastrutture tradizionali è un modo innovativo ed efficace per affrontare sfide socio-ambientali come: il cambiamento climatico, l'inquinamento dell'acqua, la sicurezza alimentare, la perdita di biodiversità, la gestione di calamità naturali e la tutela della salute delle persone.

Semplificare l'applicazione di queste soluzioni per renderle più facilmente attuabili è l'obiettivo di questo manuale. Lo scopo è di promuovere questo tipo di interventi su piccola e grande scala tra le amministrazioni e i cittadini.

linee guida alla progettazione di
NATUREBASEDSOLUTIONS

linee guida alla progettazione di

NATURE BASED SOLUTIONS.

per il Comune di Campi Bisenzio



linee guida alla progettazione di

NATURE BASED SOLUTIONS.

per il Comune di Campi Bisenzio



PNAT
INSPIRED
BY PLANTS

coordinamento scientifico e progettuale:

Stefano Mancuso

Antonio Girardi

Elisa Azzarello

team di progetto:

Lucia Castellani

Giorgia Magrì

Livia Pacini

Werther Guidi Nissim

consulenze:

Guido Engelke

Nessuna parte di questo libro può essere riprodotta o trasmessa in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo elettronico, meccanico o altro senza l'autorizzazione scritta dei proprietari dei diritti.

© PNAT

A cura di PNAT

per il Comune di Campi Bisenzio

INDICE

Prefazione

INTRODUZIONE

.1 *LE CATEGORIE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI*

.1a Supporto alla vita

.1b Approvvigionamento

.1c Regolazione

.1d Valori culturali

.2 *I DRIVERS DI CAMBIAMENTO*

.2a Indiretti

.2b Diretti

.3 *LE INFRASTRUTTURE VERDI IN AREE URBANE E PERIURBANE PER IL RIPRISTINO DEI SERVIZI ECOSISTEMICI IN AMBITO URBANO*

.3a NBS Nature Based Solution

.3b Connessioni ecologiche

Approfondimento - casi studio

.4 *ANALISI DEL TERRITORIO DI CAMPI BISENZIO*

.4a Inquadramento ecologico del territorio

.4b Gli interventi inseriti nel Piano

.5 *LINEE GUIDA PER LA DEFRAMMENTAZIONE ECOLOGICA: il progetto della Greenline*

.5a Una fascia boscata ampia e indisturbata

.5b Una fascia boscata come habitat

.5c Terreni privati come habitat

.5d Connettere la fascia boscata alla rete ecologica

.5e Stepping stones lungo la fascia boscata

Approfondimento - gestione sostenibile del bosco

Approfondimento - il valore degli ecosistemi boschivi

.6 SCHEDE DI DEFRAMMENTAZIONE ECOLOGICA

.6a Il parco fluviale

.6b La vegetazione nelle aree parcheggio

.6c Le alberature stradali

Approfondimento - aspetti manutentivi

.7 STIMA DEI BENEFICI PRODOTTI DALLA GREENLINE E DA ALCUNE AREE DI TRASFORMAZIONE

.7a Metodologia di calcolo

.7b Greenline

.7c Aree di trasformazione

.7d Conclusioni

Prefazione a cura di

Stefano Mancuso da

“LA PIANTA
DEL MONDO”

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 dato che, anche se molto variabile nella sua entità a

“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. ”

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”.

“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 maggiore 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 prodotta, 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”.

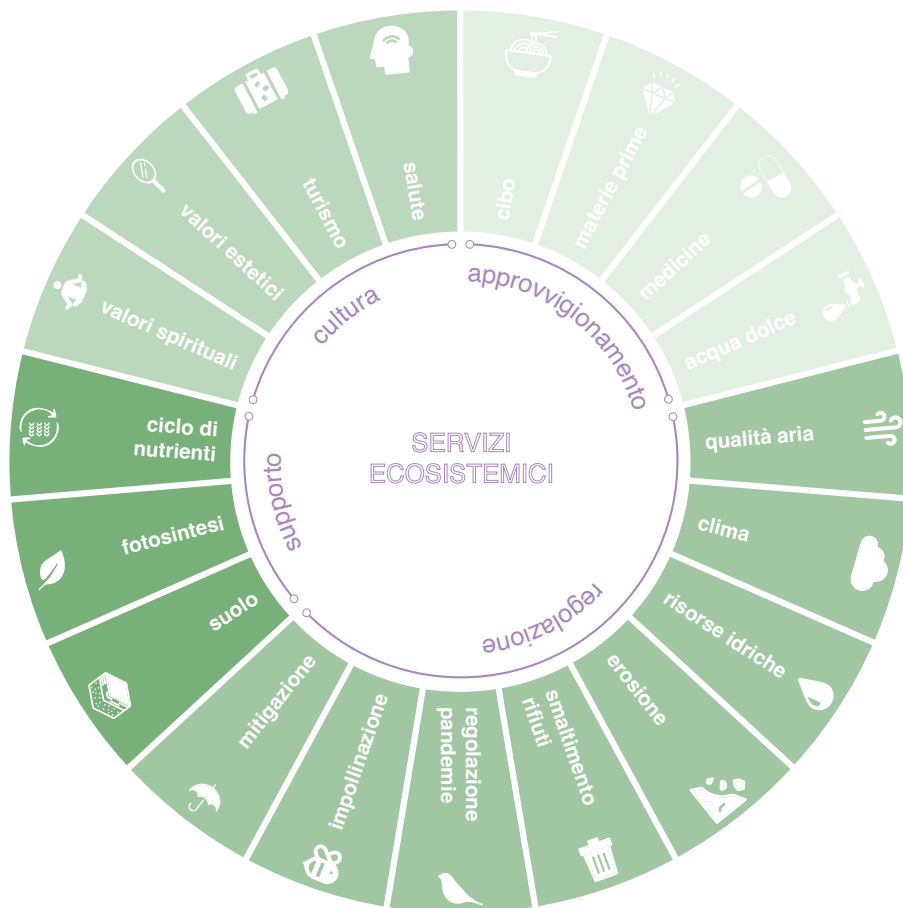


Bibliografia

1. *Matthews T.K., Wilby R.L., Murphy C. (2017) - Communicating the deadly consequences of global warming for human heat stress. PNAS 114: 3861–386.*
2. *Phelan P.E. et al. (2015) - Urban Heat Island: Mechanisms, Implications, and Possible Remedies. Annual Review of Environment and Resources. 40: 285-307.*
3. *Oke T.R. (1982) - The energetic basis of the urban heat island. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. 108 (455): 1–24.*
4. *Bastin J-F. et al. (2019) - The global tree restoration potential. Science 365: 76-79.*

CAPITOLO .1

LE CATEGORIE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI



LE CATEGORIE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI

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 scienziati 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:

- Supporto alla vita ("Supporting")
- Approvvigionamento ("Provisioning")
- Regolazione ("Regulating")
- Valori culturali ("Cultural")

.1a 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.

.1b 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 atinta 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 stato 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 ecc... Dal 1960 ad oggi la raccolta mondiale di legname è aumentata del 60%, mentre il 55% del consumo totale di legno è impiegato come legna da ardere, unica fonte di energia per cucinare e riscaldare 2.6 miliardi di persone. Gli ecosistemi naturali forniscono una varietà di microrganismi, piante e funghi ed animali, che offrono rimedi per molti tipi di problemi di salute. Sono usati nella medicina popolare e tradizionale e per lo sviluppo di prodotti farmaceutici e cosmetici.

.1c 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. Di seguito vengono descritti i servizi apportati dal verde in ambito urbano e non solo:

Qualità dell'aria

L'inquinamento atmosferico è divenuto una delle maggiori cause di mortalità sia nei paesi sviluppati sia in paesi in via di sviluppo. 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 O_3 , polveri sottili ($PM_{2.5}$ e PM_{10}), CO, SO_x , NO_x e piombo. Tra tutti, il PM_x è ritenuto il contaminante più pericoloso perché può provocare gravi danni di salute, tra cui problemi respiratori dovuti all'inalazione delle particelle più piccole. Queste sono prodotte dai veicoli, impianti industriali e dai sistemi di climatizzazione.

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 (contaminati). Quest'ultima si presenta quando un flusso di aria intercetta la superficie fogliare della pianta e la particella tende a rimanervi adesa finché un evento meteorologico (pioggia) non farà cadere a terra i contaminanti, oppure (vento) non li riporterà in sospensione. Alberi con diverse caratteristiche (forma e scabrosità della foglia, densità, sempreverde/decidui) permetteranno di rimuovere differenti particelle in varia quantità. Una stima in tal senso può essere calcolata a mezzo del software I-Tree. Parallelamente, la vegetazione può essere fonte di composti organici biogenici (BVOC), che in presenza di luce e di NO_x reagiscono a formare l' O_3 . Tuttavia, la vegetazione ha effetti anche sulla mitigazione della temperatura, che riduce le emissioni di BVOC e quindi rallenta la formazione dei contaminanti secondari.

Assorbimento CO_2

Le piante sono organismi autotrofi che sintetizzano carboidrati a partire da CO_2 e H_2O 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, funzionando da veri e propri "depositi di carbonio" (carbon sink). Il tasso di assorbimento della CO_2 varia sia al variare delle condizioni ambientali (temperatura, disponibilità di luce, ecc...) che in funzione delle caratteristiche della specie (superficie fogliare, tassi di crescita, etc.) e dell'individuo (età, stato di salute, ecc...). Tale capacità di immagazzinare la CO_2 atmosferica sotto forma di biomassa vegetale o di sostanza organica del suolo costituisce un elemento cardine nella lotta ai cambiamenti climatici.

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 CO₂ immagazzinata ritorna rapidamente in atmosfera. Se invece l'albero viene sostituito con nuove piante ed utilizzato per elaborare prodotti in legno (legname da opera), il carbonio rimane immagazzinato per decenni, forse addirittura per secoli. Ogni elemento in legno rappresenta quindi un "serbatoio" di stoccaggio di CO₂.

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. Il comfort termico estivo negli edifici è infatti molto importante specialmente nelle grandi città dove le temperature sono elevate a causa dell'aumento di diverse attività umane (come ad esempio il traffico) e dalla mancanza di aree verdi. Inoltre, le piante, tramite l'evapotraspirazione, rilasciano acqua sotto forma di vapore e consumano energia termica, che altrimenti contribuirebbe a riscaldare l'aria. Oltre al risparmio energetico che può essere ottenuto utilizzando gli alberi in ambiente urbano come dispositivi di ombreggiatura, si devono anche considerare i benefici generali per l'ambiente, tra i quali la riduzione delle emissioni di gas serra ottenuta grazie al risparmio di energia, e l'influenza estetica degli interventi verdi.

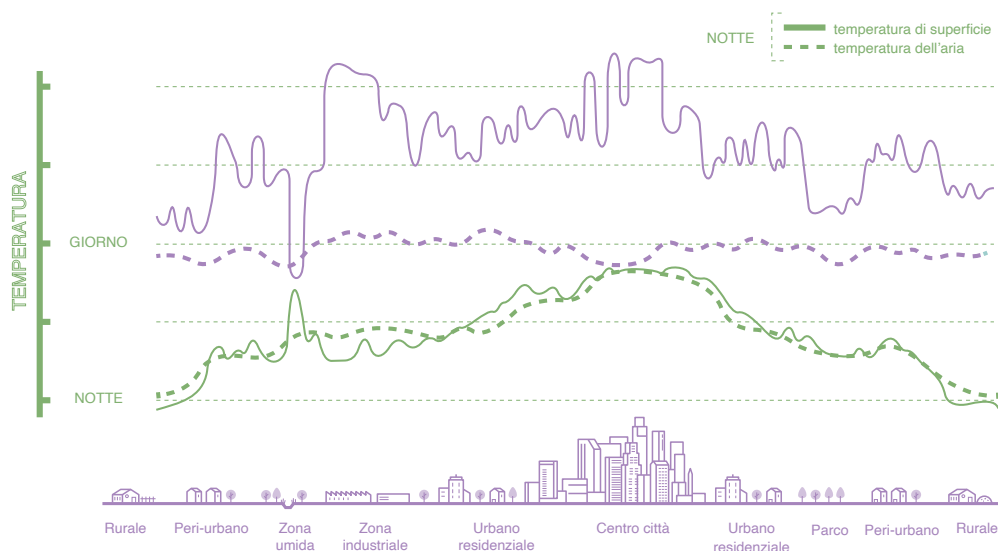


fig.1 Rappresentazione della fluttuazione della temperatura dell'aria e delle superfici in funzione dello sviluppo urbanistico (Rielaborazione grafica. Fonte: Ferrini et al. "Role of vegetation as a mitigating factor in the urban context")

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. Infatti, già negli ultimi anni si possono osservare variazioni significative nella frequenza, nell'intensità e nella distribuzione dei fenomeni meteorologici. Eventi molto intensi e sempre più frequenti alle nostre latitudini, portano alla formazione del run-off 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 tramite 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. Tra questi si individua la fitodepurazione: una tecnologia di depurazione che utilizza varie specie vegetali per degradare, estrarre o immobilizzare sostanze inquinanti presenti nell'acqua. I meccanismi d'azione dei processi su cui si basa la

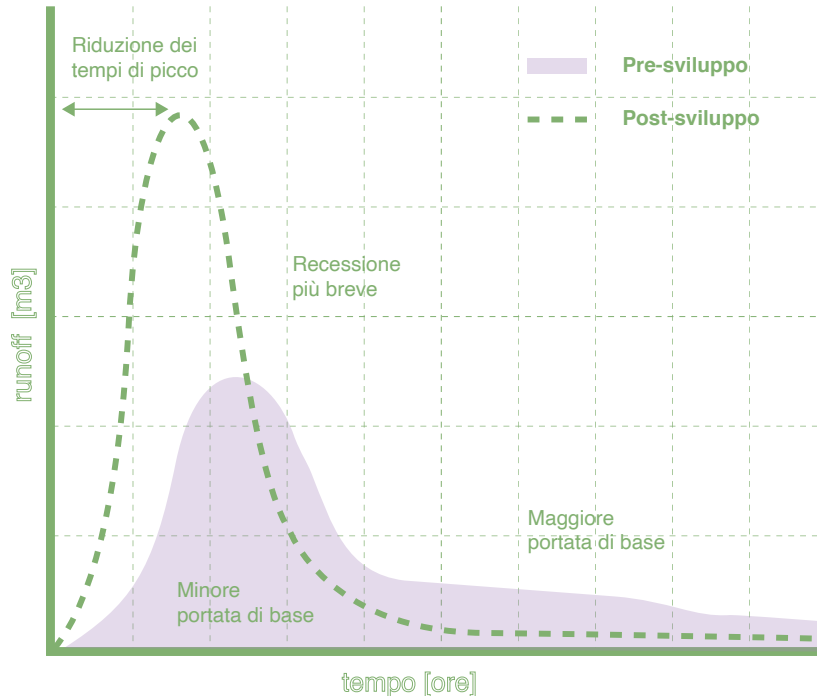


fig.2 Implicazioni dell'urbanizzazione sulla distribuzione temporale delle acque di pioggia (Rielaborazione grafica. Fonte: Shafique 2017).

fitodepurazione sono molteplici: degradazione, estrazione e fissazione o immobilizzazione.

Decontaminazione del suolo

Tecnologie di decontaminazione che si fondano sulle capacità delle piante di decomporre, degradare o trasformare composti pericolosi in composti non pericolosi, prendono generalmente il nome di fitorimediazione. Tra i composti che possono prevedere l'uso di queste tecnologie vi sono quelli inorganici o organici (PCB, IPA) ed i metalli pesanti. I processi che coinvolgono il fitorimediazione sono:

- Fitoestrazione: accumulo nel tessuto vegetale
- Fitostabilizzazione: stabilizzazione degli inquinanti intorno alle radici
- Fitodegradazione: assorbimento dei contaminanti e successiva degradazione ad opera di enzimi
- Fitovolatilizzazione: rimozione dei contaminanti dal terreno e conseguente rilascio in atmosfera

Rizodegradazione: le piante rilasciano essudati radicali che bio-stimolano microrganismi nella rizosfera che degradano i contaminanti.

.1d Valori culturali (“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 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. Turner-Skoff e collaboratori evidenziano miglioramenti anche nella riduzione di sintomi della sindrome da deficit di attenzione ed iperattività.

Parallelamente sussiste anche il concetto di biofilia, cioè un innato bisogno degli esseri umani di connettersi alla natura, che ha portato allo sviluppo di una specifica progettazione che considera le persone come un organismo biologico da incorporare nell'ambiente costruito moderno con l'obiettivo di migliorare la salute, il fitness e il benessere delle persone (Kellert, 2008). Il verde infatti è un elemento che la maggior parte delle persone riconduce a sensazioni di bellezza, piacevolezza e benessere. Il verde urbano riesce poi a generare una spinta sociale: quando esiste una componente vegetazionale

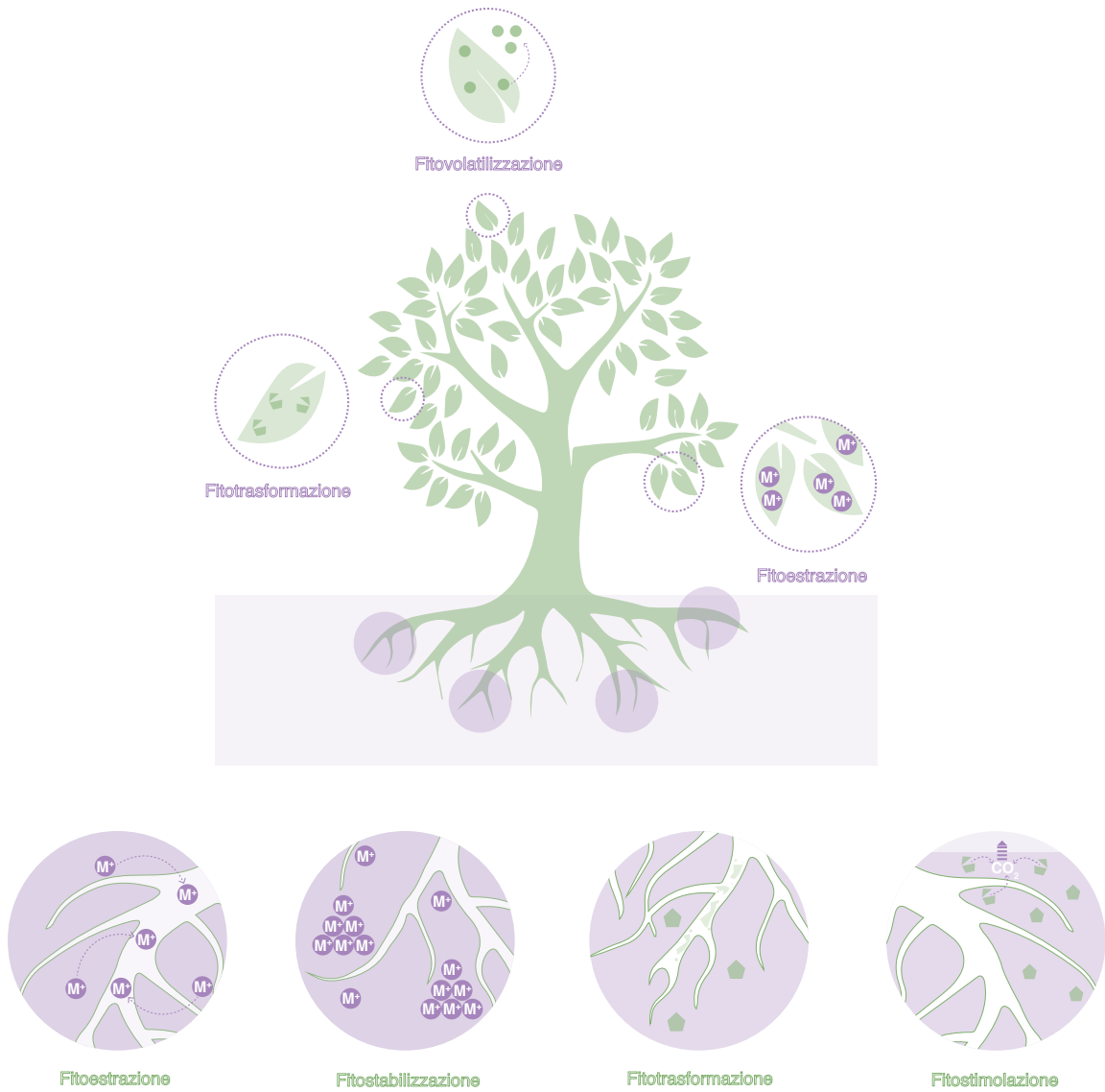


fig.3 Processi di decontaminazione del suolo operati dalla vegetazione (Rielaborazione grafica. Fonte: Favas et al.)

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 che fa 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. Di seguito si riporta uno schema tratto dal MEA che evidenzia le connessioni tra i servizi ecosistemici ed i miglioramenti nelle condizioni di vita dell'uomo, dove lo spessore della freccia indica "l'intensità" della connessione tra i due emisferi.



SERVIZI ECOSISTEMICI
VITA SULLA TERRA - BIODIVERSITÀ

COMPONENTI DEL BENESSERE



fig. 4 Rielaborazione grafica. Fonte: Ecosystems and Human Well-being: A Report of the Millennium Ecosystem Assessment

CAPITOLO .2

I DRIVERS DEL CAMBIAMENTO

I DRIVERS DEL CAMBIAMENTO

Con il termine “drivers” si intendono tutti quei fattori, naturali o antropici, che comportano dei cambiamenti negli ecosistemi e quindi anche sul benessere dell’uomo, alla scala sia del tempo che dello spazio. Alcuni cambiamenti si manifestano palesemente in tutte le regioni del globo (cambiamento climatico), altre prendono forme più limitate come cambiamenti nella politica. Parallelamente cambiamenti della sfera socioculturale avvengono lentamente, su archi temporali che possono interessare diversi anni o decenni; diversamente mutamenti economici hanno ripercussioni pressoché immediate. Proprio per questa molteplicità di manifestazione, alcuni fattori possono essere preponderanti in alcune aree piuttosto che altre. Si possono distinguere i drivers diretti, che influenzano direttamente gli ecosistemi ed i loro servizi, e quelli indiretti che alterano i drivers diretti.

.2a Indiretti

Il Millennium Ecosystem Assessment individua 5 drivers indiretti: crescita demografica, l’attività economica, fattori sociopolitici, fattori culturali e sviluppo tecnologico. Complessivamente questi fattori influenzano la domanda di servizi ecosistemici e la relativa produzione e consumo, e conseguentemente ne influenzano la sostenibilità. Inoltre, essi interagiscono a livelli diversi e con “intensità” peculiari delle singole regioni e questo richiede l’intervento di molteplici organi decisionali operanti nelle diverse aree di interesse. Basti pensare come la crescita demografica e lo sviluppo economico portino ad aumentare la pressione su alcuni servizi ecosistemici di approvvigionamento e come questa pressione dipenda largamente dal livello tecnologico presente.

.2b Diretti

Le principali cause dirette del cambiamento che ha interessato gli ecosistemi sono di varia natura e forma: dal cambiamento dell'uso del suolo, alla modifica dei corsi dei fiumi, all'inquinamento fino ad arrivare al sovrasfruttamento ed al cambiamento climatico. Difficilmente la degradazione di un ecosistema può essere riconducibile ad un solo fattore, ma piuttosto ad un sistema di con-cause o ad un effetto a cascata che porta ad un depauperamento dell'habitat ed alla sua degradazione. Nel caso degli ecosistemi terrestri, il fattore che più marcatamente ha influenzato i servizi ecosistemici è stato il mutamento degli habitat. Un classico caso può essere la conversione di un'area boschiva in area coltivata: la deforestazione implica l'assenza della rimozione di inquinanti aerei e della CO₂, e la conversione ad un'agricoltura intensiva può portare ad un livello elevato di nutrienti nel terreno, ad un aumento del consumo di acqua ed alla presenza di piante non autoctone o invasive. Per gli ecosistemi marini il fattore che maggiormente ha influenzato lo stato è la pesca: il WWF ha stimato che attualmente il 31% degli stock ittici con valore di mercato

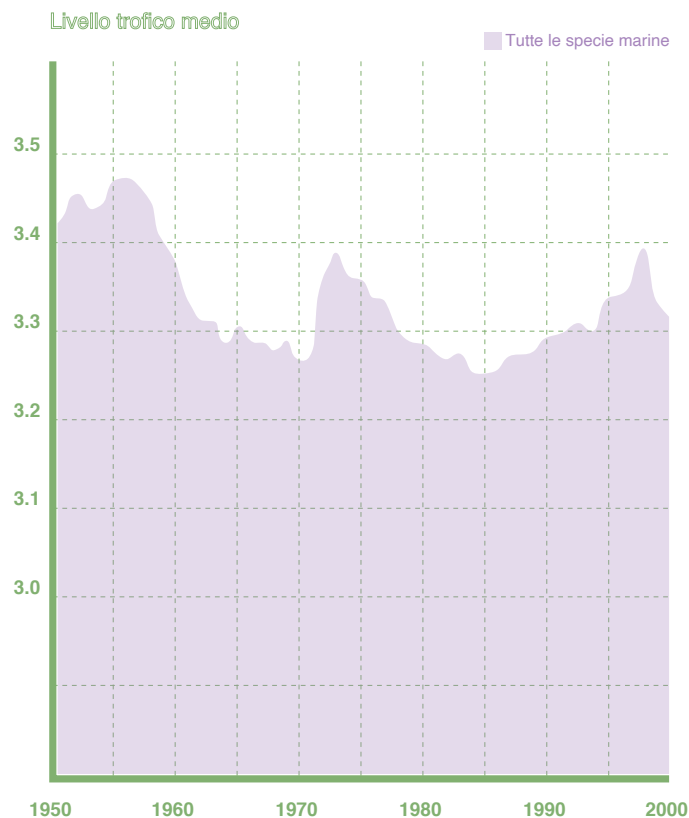


fig. 5 Andamento del livello trofico delle specie marine (Rielaborazione grafica. Fonte: Ecosystems and Human Well-being: A Report of the Millennium Ecosystem Assessment)

è sfruttato al di sopra del livello di sostenibilità ed il 61% è sfruttato a pieno regime. Questa situazione affonda le radici sia in attività di pesca non sostenibile, compresa la pesca illegale, nella distruzione di habitat critici e la cattura accidentale di specie minacciate. Non fa eccezione il Mediterraneo in cui il 93% degli stock valutati è soggetto a sfruttamento. Inoltre, la pesca industriale in 50 anni ha comportato la perdita del 90% della biomassa di pesce rispetto ai livelli di pesca pre-industrializzata a cui si aggiunge uno split del livello trofico delle popolazioni pescate (da più alte a più basse), poiché i livelli più alti sono esauriti (cfr. fig. 5). Alcuni studi riportano la perdita ed il guadagno di aree forestate tra il 1980 ed il 2000, evidenziando come regioni più povere siano interessate maggiormente dalla conversione in aree agricole, poiché generalmente caratterizzate da una resa minore delle colture. Trend diametralmente opposto interessa invece gli Stati più industrializzati, dove si vede un ritorno a zone boschive ed aree ri-naturalizzate. Altrettanto importante e riconosciuto è il fenomeno dell'inquinamento dovuto ad alte concentrazioni di nutrienti (cfr. fig. 6) immessi nel ciclo biogeochimico

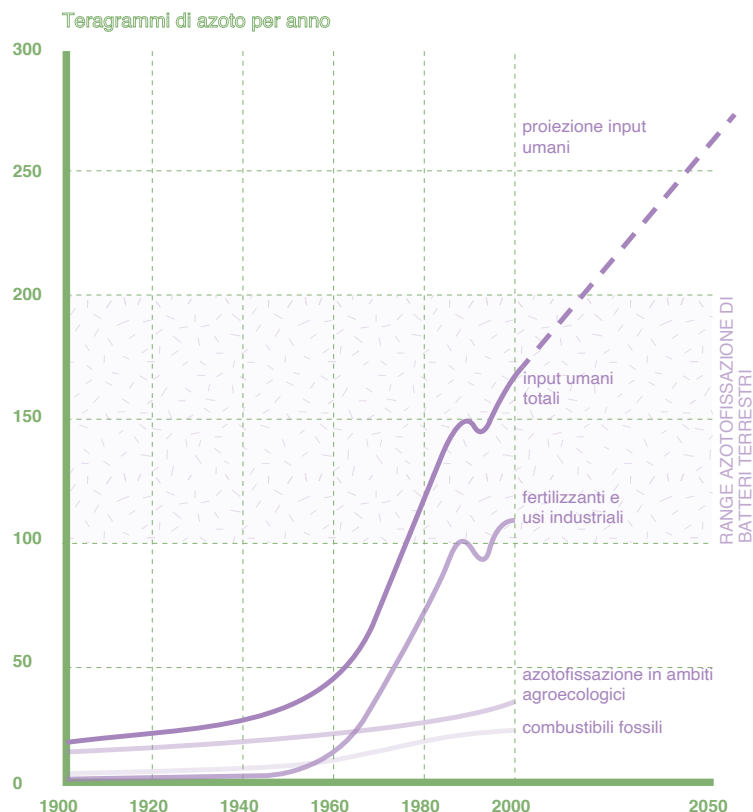


fig.6 Trend globale nella formazione di azoto reattivo (Rielaborazione grafica. Fonte: Fonte Ecosystems and Human Well-being: A Report of the Millennium Ecosystem Assessment)

attraverso i fertilizzanti impiegati in agricoltura o altri processi industriali. Un flusso eccessivo di azoto contribuisce all'instaurarsi del fenomeno di eutrofizzazione sia di acque dolci che salate, e dell'acidificazione delle acque superficiali e degli ecosistemi terrestri. La presenza di ossidi di azoto, inoltre, combinati con la radiazione elettromagnetica (nella lunghezza d'onda degli UV), porta alla formazione di O₃ terrestre che ha effetti negativi sulla salute. Inoltre a causa delle sue caratteristiche tossiche, l'O₃ ha effetti negativi anche sulla produttività della vegetazione (foreste e colture) in quanto inficia l'attività di fotosintesi e riduce la capacità di assorbimento della CO₂. Di seguito, si riportano in sintesi i trend che interessano gli ecosistemi considerati ed i relativi impatti sulla biodiversità (cfr. fig. 7)



i drivers del cambiamento

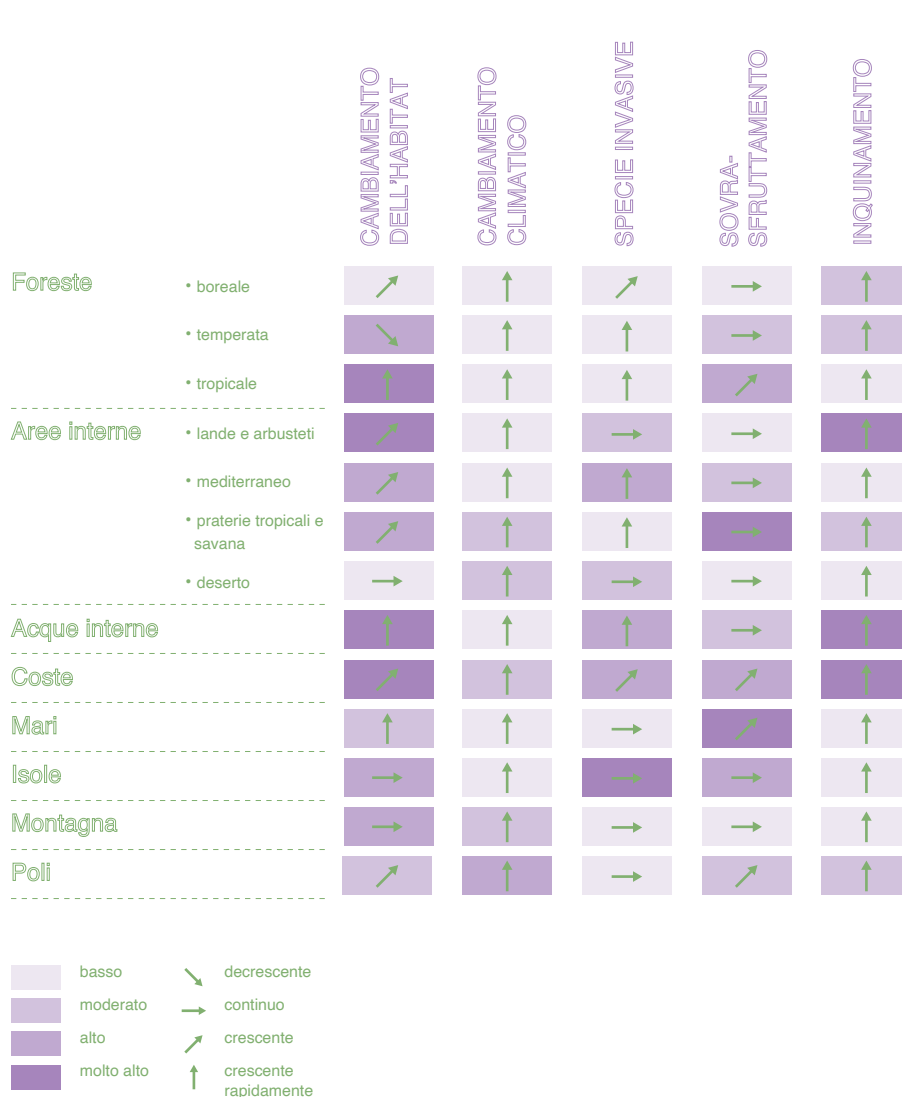


fig. 7 Rappresentazione degli ecosistemi e dei relativi drivers diretti di cambiamento, evidenziandone l'intensità d'impatto sulla biodiversità (celle colorate) e trend attuali (freccie)

LE INFRASTRUTTURE VERDI IN AREE URBANE E PERIURBANE

per il ripristino dei servizi ecosistemici in
ambito urbano

LE INFRASTRUTTURE VERDI IN AREE URBANE E PERIURBANE

per il ripristino dei servizi ecosistemici in ambito urbano

Le infrastrutture verdi possono essere definite reti di aree naturali e seminaturali, pianificate a livello strategico con altri elementi ambientali, progettate e gestite in maniera da fornire un ampio spettro di servizi ecosistemici e per proteggere la biodiversità negli insediamenti urbani e periurbani. Tali servizi, forniti dalla natura, sono di vario tipo: di approvvigionamento (cibo, acqua, legname ecc.), di regolazione (del clima, del ciclo delle acque, delle precipitazioni etc.), di supporto (la fotosintesi, la formazione del suolo, la depurazione dell'aria e delle acque ecc.), di benessere (di attività culturali, educative, ricreative ecc.). Crescenti e insostenibili pressioni antropiche - inquinamento, prelievi, consumo di suolo - stanno intaccando e riducendo l'entità di tali servizi, depauperando la biodiversità e compromettendo la resilienza degli ecosistemi. Fanno parte di queste infrastrutture gli spazi verdi (o blu, nel caso degli ecosistemi acquatici) e altri elementi fisici in aree sulla terraferma (incluse le aree costiere) e marine. Le zone umide multifunzionali, così come i sistemi sostenibili di drenaggio urbano, le foreste e le cinture urbane, così come le aree verdi e i parchi urbani, sono tutte infrastrutture verdi fondamentali per il mantenimento della biodiversità e per il ripristino della continuità ecologica. Inoltre, rappresentano importanti luoghi di vita e inclusione sociale. Da un altro lato ancora svolgono anche un ruolo non trascurabile nel miglioramento dell'ambiente fisico urbano contrastando fenomeni alluvionali e isole di calore e catturando CO₂, inquinanti e particolato dall'aria. Progettare e realizzare infrastrutture verdi si rende necessario sia per

arginare il crescente degrado, sia per sviluppare e valorizzare i servizi ecosistemici. In questa loro duplice funzione, le infrastrutture verdi assumono un ruolo strategico per una green economy che punta su un'elevata qualità ecologica e sulla ricostituzione e valorizzazione del capitale naturale, basi indispensabili per il benessere e per un durevole sviluppo economico. La realizzazione di infrastrutture verdi promuove un approccio integrato alla gestione del territorio, con effetti positivi anche dal punto di vista economico: sia per la prevenzione, la riduzione dei danni e delle spese di ripristino derivanti dal dissesto idrogeologico e ambientale, sia per le attività e gli investimenti che sono in grado di promuovere, rafforzare e assicurare nel tempo. Gli investimenti per la pianificazione, la conservazione, la manutenzione, il recupero, il miglioramento, il completamento e la realizzazione di infrastrutture verdi, producono risultati e ritorni anche economici nel tempo e sono in grado di generare nuove opportunità di lavoro. Le infrastrutture verdi forniscono servizi che possono essere, a volte, alternativi (si pensi a opere di prevenzione di frane e alluvioni), a volte complementari, più efficaci e meno impattanti, di quelli forniti dalle tradizionali infrastrutture "grigie", realizzate in cemento e altri materiali inerti. Lo sviluppo delle infrastrutture verdi - come ben indicato dalla strategia UE 2020 per la tutela della biodiversità - ha altresì un ruolo importante per il ripristino degli ecosistemi degradati, per proteggere il nostro capitale naturale, che è un fattore trainante nel percorso di sviluppo di una green economy in grado di assicurare una crescita intelligente, sostenibile e durevole. Gli agglomerati urbani rappresentano dei veri e propri ecosistemi che accolgono circa il 50% della popolazione mondiale. Essi hanno la tendenza ad accrescersi con il progressivo abbandono delle campagne, ad espandersi, a consumare suolo e ad occupare il territorio circostante determinando il fenomeno dello sprawl e della diffusione e dispersione delle costruzioni. In questo contesto le infrastrutture verdi assumono un'importanza fondamentale nel garantire continuità ecologica a livello di territorio e per la riqualificazione delle città e delle aree periurbane più in generale. Le infrastrutture verdi rappresentano uno strumento essenziale per la rigenerazione ecologica dell'ambiente urbano, sono anche elementi determinanti per incrementare la resilienza delle città e contribuire all'adattamento ai cambiamenti climatici globali. Inoltre, portano nella loro realizzazione lo sviluppo di servizi ambientali ed attività operative con chiaro e forte indirizzo di sostenibilità, capaci di generare un ri-orientamento del modello di sviluppo economico nella direzione della green economy. Le infrastrutture verdi urbane (dai parchi ai giardini, dalle alberature dei viali fino

ai tetti e alle pareti verdi, dagli orti alle aree agricole periurbane, ai boschi) possono essere progettate, gestite e potenziate per svolgere specifici servizi, come l'assorbimento della CO₂ e degli inquinanti atmosferici, per ridurre le isole di calore, per migliorare l'assorbimento delle acque meteoriche, per ridurre i costi della depurazione delle acque, per supportare diffusione della mobilità ciclopedonale, per alimentare un'agricoltura a filiera corta, per migliorare la vivibilità e le attività ricreative.

Lo sviluppo delle infrastrutture verdi, oltre a migliorare la qualità ecologica delle aree urbane, è in grado anche di generare incrementi netti nei valori del capitale costruito e di attrarre investimenti. Vanno anche viste, infatti, non solo come componenti degli "ecosistemi" e strutture di collegamento, a rete, con aree naturali, ma anche come infrastrutture in grado di agire come "tecnologie ambientali verdi". È questo il caso di quelle infrastrutture che vengono realizzate con finalità di fitorimediazione (o fitostabilizzazione) e biorimediazione. Infatti, in questo caso, svolgono una vera e propria funzione di sostituzione e/o supporto e integrazione di tecnologie ingegneristiche e chimiche "classiche". Le infrastrutture verdi utilizzate come "ripristino" di aree degradate, recupero di aree industriali, discariche, etc. svolgono tutte un ruolo di tecnologia ambientale.

.3a Nature Based Solution

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. Questo è ben illustrato nella figura estratta da Raymond et al. 2017 (cfr. fig. 8, pag successiva).

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]

Questa si basa sull'individuazione di tre tematiche cardine:

- biodiversità e servizi ecosistemici
- biodiversità e cambiamenti climatici,
- biodiversità e politiche economiche

per ognuna delle quali è stato individuato un obiettivo strategico.

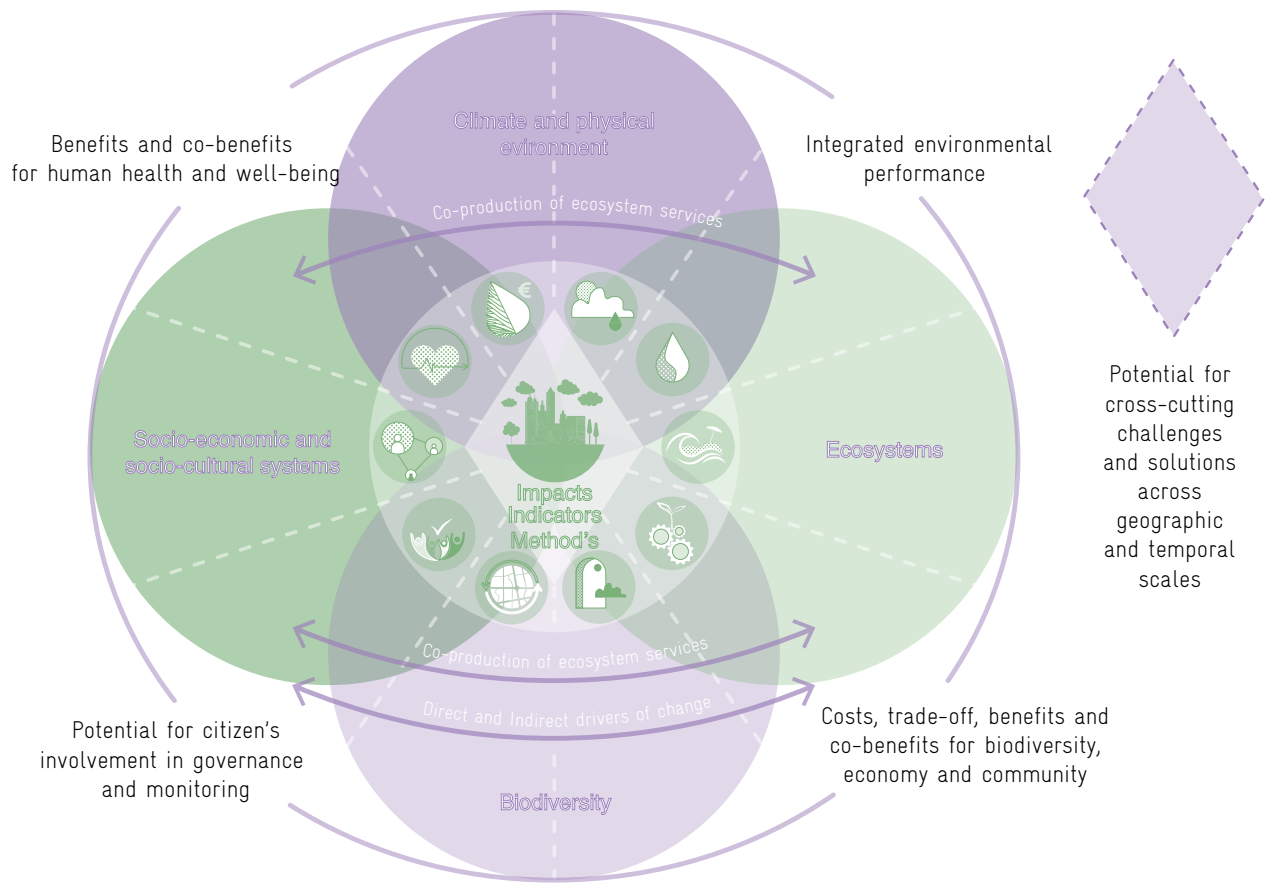
Infatti, ripristinando habitat ed ecosistemi si favorisce il reintegro e la proliferazione delle comunità di piante, animali e microrganismi, che a loro volta garantiscono alcuni servizi ecosistemici principali (fotosintesi, flusso di nutrienti, fertilizzazione del suolo ...)

Come già detto, le NBS possono assumere varie forme in funzione del contesto in cui devono essere calate ed in funzione dei servizi che vengono richiesti. Di seguito sono elencate le più diffuse NBS di cui verranno esplicitate le principali caratteristiche e i benefici:

- Messa a dimora degli alberi
- Sistemi di trattamento e regimentazione delle acque (SUDs)
- Pavimentazioni permeabili inverdite, demineralizzazioni e fitorimediao
- Verde verticale
- Facciate verdi e living wall
- Interventi sugli elementi orizzontali degli edifici

Nelle pagine successive verranno descritti gli esempi di NBS di cui sopra, con esempi chiari di progetti realizzati con successo e con semplici indicazioni tecniche.





- | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | | | |
| Climate Mitigation and Adaptation | Water Management | Coastal Resilience | Green Space Management | AirQuality |
| | | | | |
| Urban Regeneration | Participatory Planning and Governance | Social Justice and Social Cohesion | Public Health and Well-being | Economic Opps and Green Jobs |

fig.8 Co-relazioni ed interdipendenza tra uomo, ecosistemi e NBS (Rielaborazione grafica. Fonte: Raymond et al. 2017: "An Impact Evaluation Framework to Support Planning and Evaluation of Nature-based Solutions Projects")

LEGENDA

■ TEMI*



●—● ARIA



●—● ACQUA



●—● SUOLO



●—● SOCIALITA'



●—● COMFORT



●—● BIODIVERSITA'

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

■ benefici**



stoccaggio CO₂



riduzione contaminanti atmosferici



attività fisica all'aperto



trattamento acque prima pioggia



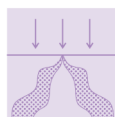
cura del bene comune



decontaminazione



rigenerazione ecologica



riduzione runoff superficiale



benessere psicologico



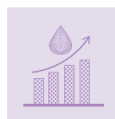
costruzione di spazi comuni



comfort termico



comfort acustico

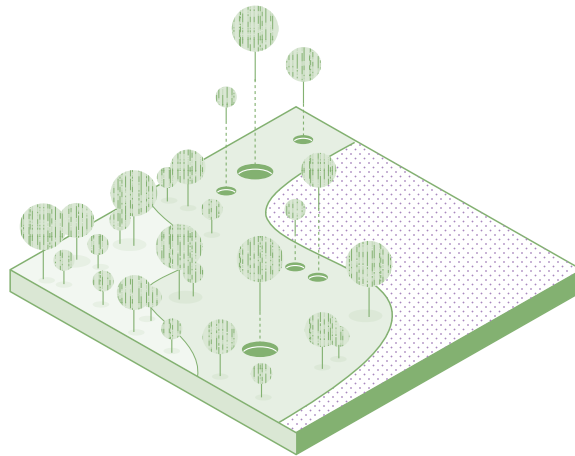


incremento biodiversità



biofilia

** I presenti BENEFICI si intendono "potenziali" poiché in funzione delle scelte tecnico-agronomiche adottate, che influiscono sul contributo quali-quantitativo dell'intervento. La presenza di ulteriori/ altri benefici è relativa al contesto e alle specifiche tecniche definite in fase di progettazione



Messa a dimora degli alberi

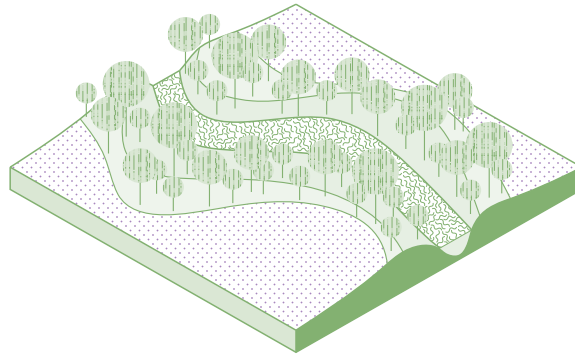
La più “classica” è la messa a dimora di alberi in parchi, parcheggi e lungo le strade che permette di raggiungere non solo obiettivi di miglioramento dell’aria ed assorbimento della CO₂, ma garantisce ombra e quindi maggiore comfort termico ed aiuta nella gestione quali-quantitativa delle acque di pioggia. Per aiutare la valutazione delle specie di alberi da mettere a dimora, nel caso di rimozione di inquinanti aerei ed assorbimento della CO₂, viene in supporto I-Tree, un software sviluppato dal Servizio Foreste del Dipartimento dell’Agricoltura degli Stati Uniti d’America (USDA) per valutare, analizzare e quantificare i benefici e la struttura del verde urbano. In ogni installazione che preveda la messa a dimora di alberi in varie modalità e forme, è buona prassi seguire alcune accortezze nella scelta della specie (Ferrini et al. “Climate is changing: are we changing too?” 2019):

- Criterio bioecologico: solidità, tolleranza alle secche o alla scarsa ossigenazione, basso, o meglio nullo, rischio di 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 (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

nature based solution



Placa de Paisos Catalan. Courtesy of EMF Estudi Marti Franch



Sistemi di trattamento e regimentazione delle acque (SUDs)

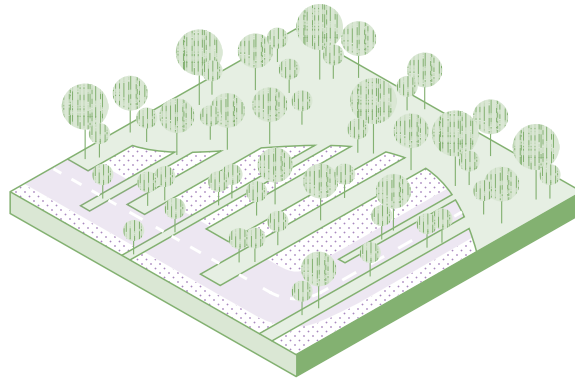
Altro intervento che può trovare inserimento in ambito urbano sono i sistemi di trattamento e regimentazione delle acque (SUDs) che operano trattendo l'acqua piovana, depurandola dagli inquinanti e rilasciandola lentamente, così da arginare il rischio di ruscellamento e da non sovraccaricare gli impianti fognari e di smaltimento delle acque né i naturali corsi d'acqua. Questi comprendono i rain gardens ed i canali inerbiti.



nature based solution



Biomatrix floating garden. Courtesy of Biomatrix water



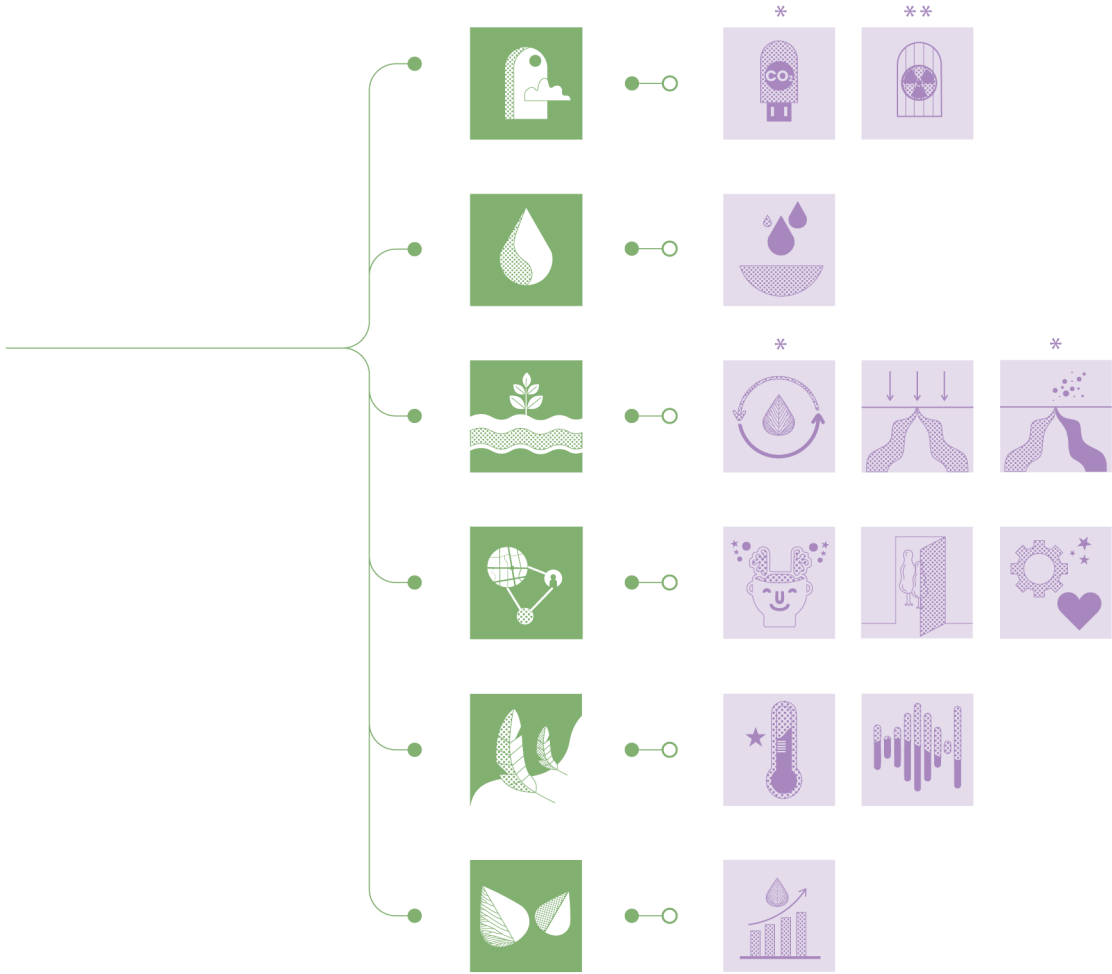
Pavimentazioni permeabili inverdite, demineralizzazioni e fitorimediazione

In generale il suolo fornisce i servizi essenziali per la vita sul nostro pianeta: produzione di cibo, infiltrazione e pulizia dell'acqua e protezione dalle inondazioni, habitat per lo sviluppo e la vita delle piante, aree ricreative, microregolazione del clima, ecc. È una risorsa così cruciale che non può essere ignorata. Tuttavia, in particolare nelle aree urbane, il suolo viene impermeabilizzato a causa della presenza delle abitazioni e delle infrastrutture. In questo caso interventi che possono mitigare gli impatti di un suolo impermeabile o contaminato sono pavimentazioni permeabili inverdite, demineralizzazione fino a veri e propri sistemi di fitorimediazione.

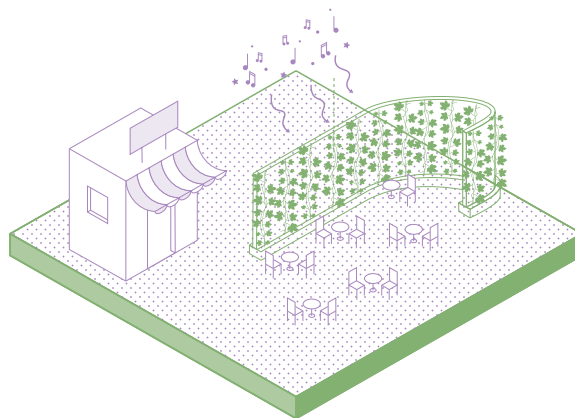
* Il diagramma alla pg successiva mostra alcuni benefici contrassegnati con l'asterisco poiché relativi soltanto al fitorimediazione

** Valido soltanto per impianti che prevedono l'inserimento di alberi, altrimenti si può considerare trascurabile

nature based solution



Texture garden. Courtesy of Studio Basta

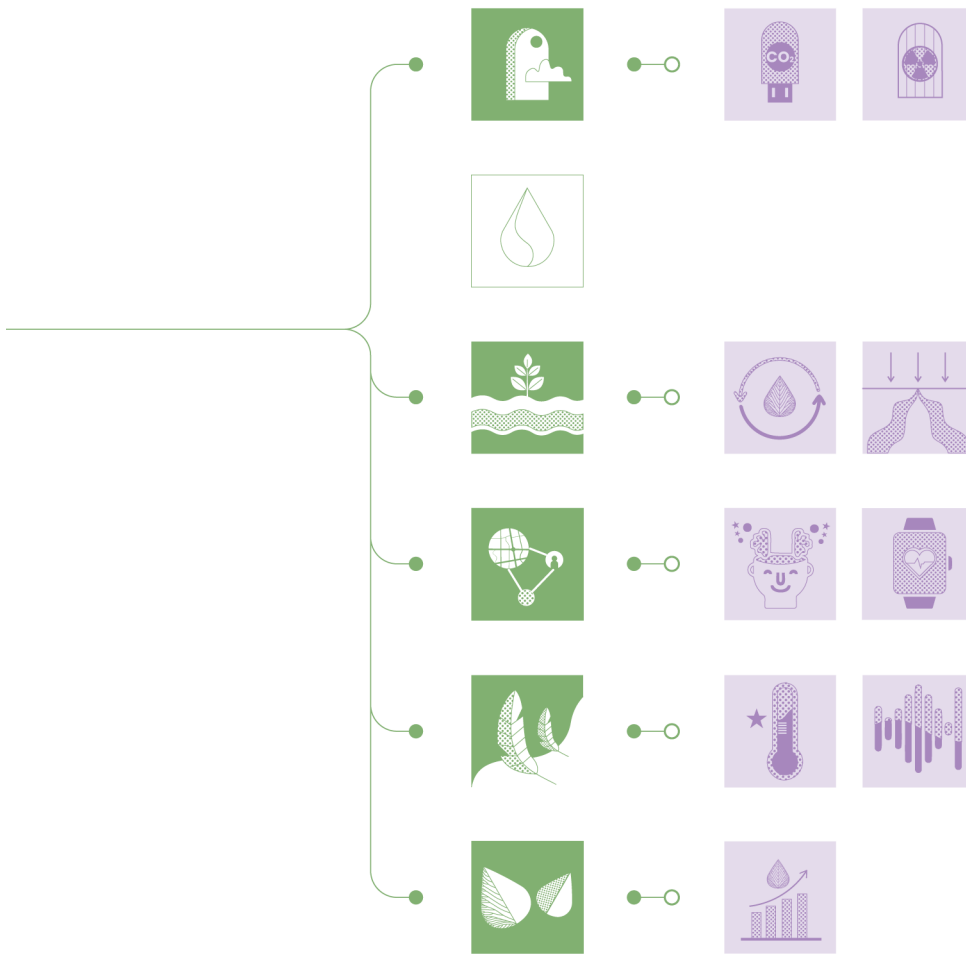


Verde verticale

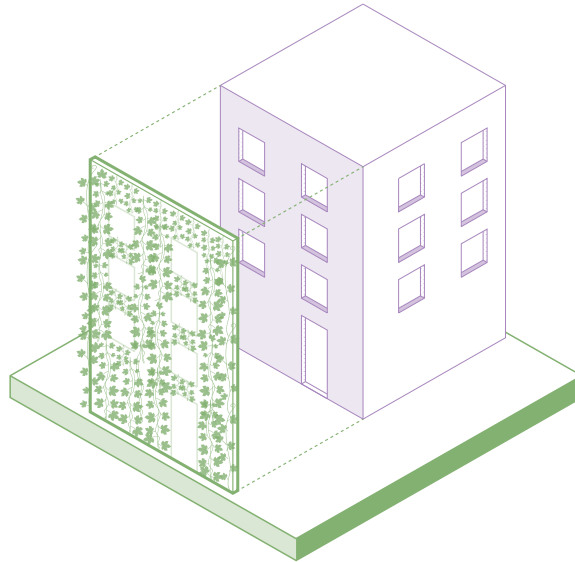
L'architettura verde verticale assume forme diverse: dalle barriere acustiche/visive, alle pareti verdi. Le barriere verdi sono progettate in primis come elementi di separazione degli spazi e di isolamento acustico che impiegano le piante come parte costitutiva. Progettate come barriere visive (oltre che filtri), sono adatte a separare spazi di pubblica fruizione e percorsi pedonali da strade trafficate o aree industriali. Un'area sì fatta può essere realizzata tramite l'accostamento di alberi, arbusti o siepi, piantati direttamente nel suolo o in vasche.



nature based solution



Grön Bullerskärm. Courtesy of LAND arkitektur



Facciate verdi e living wall

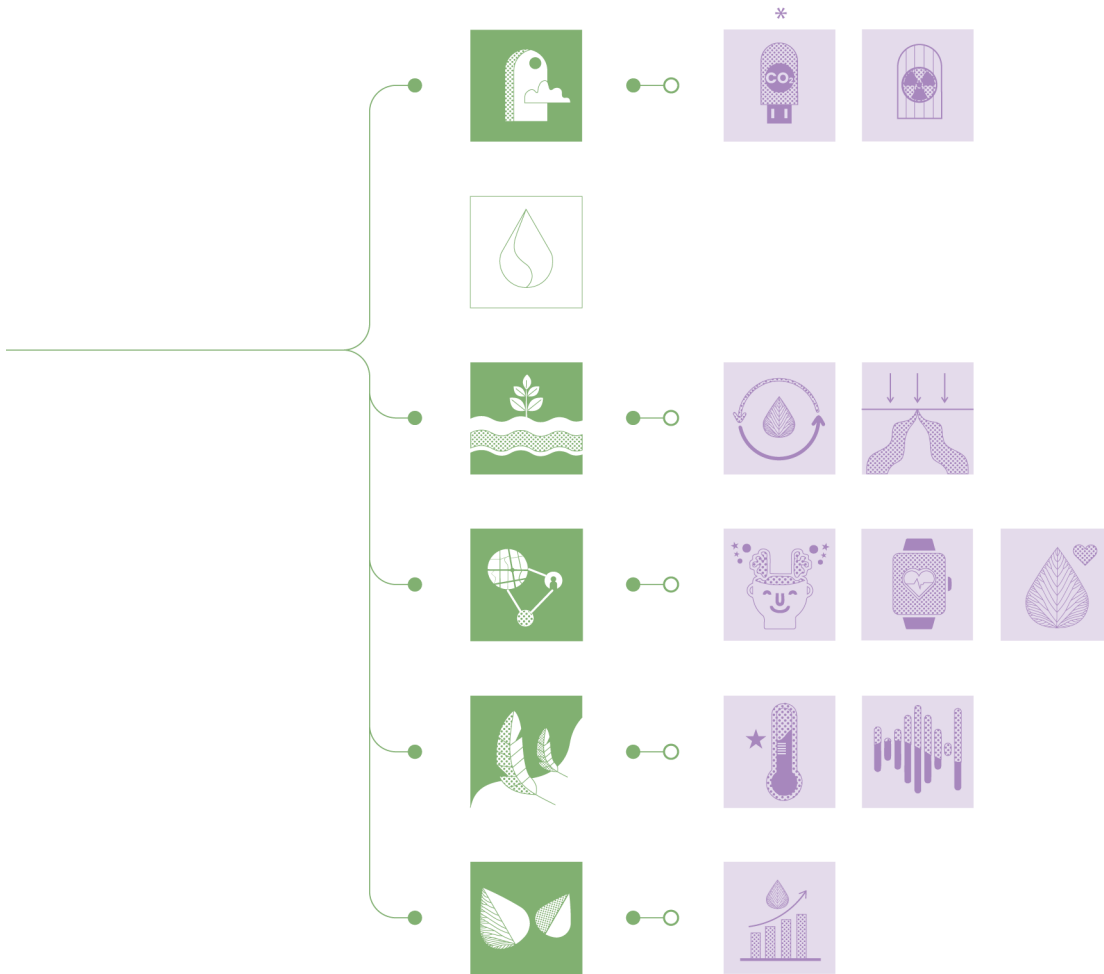
Con il termine “Pareti Verdi” si intendono superfici verticali vegetate, che si distinguono in facciate verdi e living walls, la cui differenza fondamentale è la modalità con cui le piante sono ancorate alla struttura: le prime sono caratterizzate da una coltivazione a terra e l’uso di piante rampicanti (o cascanti) eventualmente supportati da reti metalliche; le seconde prevedono l’utilizzo di elementi prefabbricati in cui le piante vengono coltivate in diverso substrato.

Si tratta di soluzioni tecnologiche leggere e flessibili, che, comparate ad altre tecniche di verde verticale, non presentano costi elevati di impianto e di manutenzione e possono essere facilmente applicate a qualunque edificio o struttura, senza che questa venga sovraccaricata.

Le facciate verdi, o le pareti verticali in generale, offrono molteplici vantaggi dal punto di vista estetico, ambientale, economico e psicologico. Schermando l’irraggiamento diretto e favorendo l’isolamento termico dell’edificio cui si appoggiano, permettono di ridurre il consumo energetico per la climatizzazione degli ambienti interni, contribuendo così direttamente ed indirettamente all’assorbimento (o mancata emissione) di CO₂.

* Assorbimento e mancata emissione di CO₂

nature based solution



Hoi An Hotel. Courtesy of Vo Trong Nghia Architects



Interventi sugli elementi orizzontali degli edifici

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. Queste coperture possono assumere valenze diverse in funzione delle caratteristiche tecnico-strutturali e della vegetazione scelta: il tetto giardino prevede la copertura parziale o totale del tetto ed è utilizzato soprattutto ai fini di fruibilità della copertura come spazio per attività all'aperto ed a fini estetici. È un intervento di natura intensiva che comporta un aggravio sulla struttura. In alternativa, una soluzione che non implica aggravio sulla struttura e quindi facilmente realizzabile è il verde pensile estensivo, la cui caratteristica principale è l'essere accessibile per sola manutenzione e quindi utile all'aspetto ambientale, ma non socio-culturale.



* Assorbimento e mancata emissione di CO₂

nature based solution



Tetto verde. Courtesy of DAKU

.3b Connessioni ecologiche

Nel corso della propria vita è assai probabile che un vivente debba spostarsi alla ricerca di cibo, rifugio e di luoghi dove riprodursi e tramandare la propria specie. Impedirgli di spostarsi – o impedire ai suoi geni di muoversi – significa ridurre le possibilità dell'individuo e della specie di vivere e perpetuarsi. In un habitat isolato all'interno di una "matrice" non ospitale possono sopravvivere solo piccole popolazioni composte da pochi individui, la cui sopravvivenza è a rischio immediato se sopraggiungono variazioni che rendono questo ambiente meno adatto. Siccome i cambiamenti – ad esempio dovuti all'inquinamento o al riscaldamento globale – possono essere rapidissimi, gli organismi sono costretti a spostarsi per assecondarne le dinamiche. In un tale scenario, diventa di fondamentale importanza fornire agli organismi la possibilità di spostarsi tra porzioni di habitat idoneo. Tale obiettivo è raggiungibile tramite un aumento generalizzato della permeabilità del paesaggio ai movimenti e tramite l'implementazione di una rete ecologica. Una delle principali funzioni delle aree verdi in ambiente urbano e periurbano è la tutela delle reti ecologiche presenti al livello del territorio. Tale funzione è particolarmente importante in quelle aree urbanizzate che conservano tuttora al proprio interno una dotazione significativa di aree rurali e aree a valore ambientale. La salvaguardia e qualificazione di queste aree appare essenziale per promuovere funzioni di riequilibrio anche ecologico delle diverse criticità ambientali presenti e future. A tal riguardo, le principali criticità che si riscontrano nella pratica sono rappresentate da fenomeni di impoverimento delle relazioni ecologiche ed ambientali tra pianura e i sistemi collinari e montani che la circondano a causa delle urbanizzazioni continue e saldature lungo la linea pedecollinare; dalla frammentazione della rete ecologica e dalla progressiva interclusione dei corridoi ecologici dovuta alla crescente diffusione delle aree urbanizzate; dalla progressiva saturazione degli spazi aperti tra nuclei insediativi e conseguente desertificazione ecosistemica; dalla riduzione della biodiversità con la semplificazione delle trame agrarie e delle colture, e dalla canalizzazione di corsi d'acqua naturali. La letteratura in materia individua alcuni fenomeni responsabili di alterazioni della struttura ecologica e del paesaggio. Esistono fattori insediativi, legati alla diffusione degli insediamenti umani: essi si distinguono essenzialmente per tipo di configurazione (es. aggregata centrale, aggregata lineare, diffusa, isolata) e per densità del tessuto (es. continuo, a prevalenza di spazi edificati, discontinuo, a prevalenza di spazi non edificati). Altri fattori responsabili della degradazione ecologica del territorio sono rappresentati dalle infrastrutture legate alla mobilità, anch'esse distinguibili per configurazione (semplice =

unica infrastruttura o complessa = fascio di più infrastrutture) o per tipo (a raso, su rilevato, su strutture portanti puntiformi). Ad essi si accompagnano anche fattori infrastrutturali tecnologici in cui ricadono, oltre alla tipologia molto frequente delle linee aeree per il trasporto di energia elettrica, le opere per la regimazione idraulica dei corsi d'acqua e la difesa idrogeologica degli insediamenti e quelle per le trasmissioni elettromagnetiche. Infine, esistono fattori di tipo produttivo suddivisi essenzialmente in quelli responsabili di fenomeni diffusi (ad esempio le monoculture agrarie estese) e quelli puntuali, responsabili sia di fenomeni concentrati (ad esempio l'escavazione o lo stoccaggio finale di inerti) sia di fenomeni insediativi puntiformi e di grandi dimensioni (es. le grandi strutture commerciali e terziarie localizzate in prossimità dei nodi della rete di viabilità primaria). Le aree verdi definite secondo l'Unione Europea come "una rete pianificata strategicamente di aree naturali, seminaturali insieme ad altri elementi ambientali, progettata e gestita allo scopo di fornire una vasta gamma di servizi ecosistemici quali ad esempio la depurazione dell'acqua, una migliore qualità dell'aria, lo spazio per il tempo libero, la mitigazione e l'adattamento al cambiamento climatico, la tutela e l'incremento della biodiversità in ambito rurale e urbano oltre che nei territori naturali" costituiscono uno strumento efficace per contrastare tali fenomeni degenerativi a livello territoriale. Esse infatti sono in grado di riqualificare le connessioni fra la pianura e sistema collinare e montano, mitigare i fenomeni di saldatura degli insediamenti urbani, evitando la saturazione dei varchi "strategici" per il funzionamento della componente ecologica. Esse sono anche in grado di tutelare, valorizzare, ampliare e connettere le zone umide, gli ambienti naturali e seminaturali di valore ecologico, proteggendo in tal modo la biodiversità. In questo contesto le aree e infrastrutture verdi devono essere viste in stretta connessione con il tema delle reti ecologiche. In ambito nazionale, l'applicazione dei concetti relativi alla tutela delle connessioni ecologiche in sede di pianificazione urbanistica e territoriale ha evidenziato un'evoluzione significativa nel corso degli anni. In una fase iniziale essa si è manifestata prevalentemente attraverso approcci volti ad assicurare la costituzione o il mantenimento di corridoi ecologici per gli spostamenti della fauna mobile. Più recentemente il concetto di protezione delle connessioni ecologiche a scala territoriale ha assunto un valore più ampio riconoscendo la necessità di mantenere sistemi naturali integri sul territorio al fine di salvaguardare la biodiversità *sensu lato*.

Quando si parla di connessione ecologica, è importante evidenziare la differenza fra connettività spaziale e connettività funzionale. La connettività spaziale è rappresentata dalla disposizione fisica degli spazi verdi in un

contesto territoriale. La connettività funzionale invece, prende in esame le modalità in cui le specie animali interagiscono con la connettività spaziale. Allo stesso ambiente, infatti, non tutte le specie si relazionano allo stesso modo. Quando si interviene sulla rete ecologica, è importante considerare che per alcune specie, habitat fisicamente distanti possono risultare comunque ecologicamente connessi. Da un punto di vista strutturale una rete ecologica a livello territoriale è costituita solitamente da un insieme interconnesso di strutture che, anche come convenzionalmente adottato dalla Pan-European Strategy for Conservation of Landscape and Biodiversity e dalla Pan-European Ecological Network, sono rappresentate da:

- **Core areas** cioè biotopi, habitat naturali e seminaturali, caratterizzati da un elevato grado di naturalità. Queste aree costituiscono l'ossatura della rete ecologica. Si tratta di aree con caratteristiche di "centralità", tendenzialmente di grandi dimensioni, in grado di sostenere popolamenti ad elevata biodiversità e quantitativamente rilevanti, di ridurre così i rischi di estinzione per le popolazioni locali costituendo al contempo una importante fonte di diffusione per individui mobili in grado di colonizzare (o ricolonizzare) nuovi habitat esterni;
- **Buffer zones** ossia zone contigue e le fasce di rispetto adiacenti alle core areas. Hanno funzione protettiva nei confronti di queste ultime riguardo agli effetti deleteri della matrice antropica (effetto margine) sulle specie più sensibili.
- **Corridoi ecologici**, superfici finalizzate a favorire i fenomeni di dispersione e lo svolgersi delle relazioni dinamiche fra i diversi habitat. La loro funzione è mantenere e favorire le dinamiche di dispersione delle popolazioni biologiche fra aree naturali, impedendo così le conseguenze negative dell'isolamento. Essi hanno lo scopo quindi di mitigare gli effetti negativi della frammentazione ecologica.
- **Stepping stones**, patches di habitat naturale collocati in una matrice antropizzata, che fungono da aree di sosta e rifugio per specie relativamente vagili o di collegamento tra le diverse aree core.

Le strategie per la tutela delle reti ecologiche a livello territoriale sono sostanzialmente riconducibili a due tipi fondamentali: i) interventi passivi (salvaguardia delle valenze naturali esistenti, ii) azioni specifiche (rivolte al ristabilimento delle condizioni ecologiche pregresse). Tra queste ultime si annoverano le azioni volte a preservare l'integrità delle reti ecologiche presenti sul territorio e al miglioramento della funzionalità ecologica degli habitat esistenti anche attraverso l'adozione di opportuni modelli agricoli,

selvicolturali di gestione delle aree verdi pubbliche e private. Seguono poi interventi di riqualificazione in cui ricadono interventi spondali di ingegneria naturalistica (consolidamento di versante; siepi e filari arborei-arbustivi in aree agricole; rinaturalizzazioni polivalenti; colture a perdere; piantagione di essenze gradite alla fauna; formazione di microhabitat). Altra azione è rappresentata dalla costruzione di nuovi habitat (nuovi nuclei boscati extraurbani; bacini di laminazione; recuperi di cave; ecosistemi-filtro; barriere antirumore; fasce tampone; fasce arboree stradali e ferroviarie; filari stradali; strutture ricreative con elementi di interesse naturalistico; oasi di frangia periurbana). Infine, è possibile proporre opere specifiche di deframmentazione. Esempi di opere di deframmentazione sono rappresentati da ponti biologici (sovrappassi o gallerie artificiali utilizzabili soprattutto per ungulati ed altri mammiferi terrestri), sottopassi (tunnel utilizzabili da anfibi, rettili e mammiferi di mole medio-piccola).

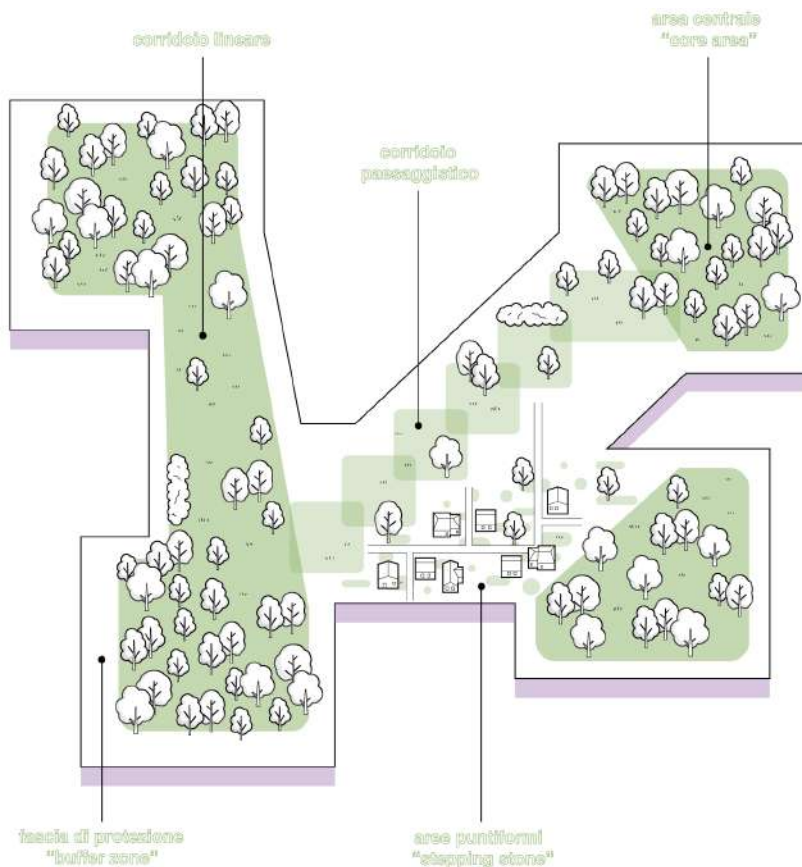


fig. 9 La rete ecologica come sistema interconnesso di habitat: la geometria della rete è fondata sul riconoscimento di aree centrali (core areas), fasce di protezione (buffer zones) e fasce di connessione (corridoi) a garantire la permanenza dei processi ecosistemici e la connettività per le specie sensibili.

Il corridoio fluviale del Lambro milanese

Località: Regione Lombardia

Gruppo di lavoro: Antonio Longo, Daniela Masotti, Alessandro Giacomel

Estensione: 2.460 ha

Anno: 2013-2016

Il Lambro milanese è la spina dorsale di un territorio caratterizzato dall'alternanza di diversi spazi e situazioni qualificate o altamente problematiche. Il contesto si presenta come fortemente frammentato e presenta possibili punti di appoggio per un progetto di riconnessione e ricostruzione territoriale. L'ambito di analisi interessa un'area di oltre 2.460 ettari, che si snoda entro un corridoio di 1.000 m di larghezza e caratterizzata da un mosaico eterogeneo di aree agricole, incolte, parchi urbani, orti spontanei e attrezzati, aree industriali dismesse e abbandonate, giardini privati e pubblici, permeato e assediato su tutti i fronti da edifici e strade. A scala regionale il Lambro costituisce un corridoio ecologico di comunicazione tra i corridoi fluviali del Lambro meridionale e del Po a sud e le colline del Varesotto e dell'alta Brianza a nord, ambiti territoriali che nella Rete Ecologica

Regionale (RER) sono individuati come "Aree importanti per la biodiversità". Lo studio, promosso da ERSAF insieme a Comune di Milano, Politecnico di Milano, Parco Media Valle del Lambro e Legambiente, con il contributo di Fondazione Cariplo, include, oltre al corridoio fluviale principale, gli spazi aperti ad esso direttamente connessi e gli spazi aperti urbani in continuità o eventualmente frammentati che possono concorrere al consolidamento della funzionalità ecologica. Il progetto mira alla realizzazione di una rete ecologica a scala territoriale, ossia di un sistema connesso di habitat che in forme diverse caratterizzano il territorio naturale, agricolo e urbano. Nel contesto metropolitano si compone di aree verdi (naturalistiche, agricole e fruibili), del sistema delle acque superficiali, ma anche delle aree urbane riconquistate dalla natura. La RER deve essere considerata una infrastruttura al pari

di quelle viabilistiche e ferroviarie: la connessione tra habitat garantisce infatti la vita delle specie animali e vegetali ed è garanzia per la biodiversità. Sviluppare la rete ecologica permette collegamenti e scambi tra aree contrastandone l'isolamento e la frammentazione. Il corridoio fluviale del Lambro, dalla sua sorgente sino al Po, costituisce uno dei corridoi primari della RER, prevista dal Piano Territoriale Regionale. Un progetto che prende forma e si sviluppa anche grazie al

coinvolgimento e alla partecipazione delle realtà locali, sia sociali che istituzionali. Il progetto si colloca quindi entro una visione estesa di riqualificazione ambientale e fruizione degli spazi, volta a dare forma a un nuovo parco di scala metropolitana che si estende dal Parco di Monza a Melegnano dando maggiore forza al ruolo che tale porzione di territorio gioca entro l'intera Regione Urbana Milanese.



Corridoio fluviale del Lambro milanese.

Connessione ecologica dal Bosco di Vanzago al Parco delle Groane

Località: Regione Lombardia

Gruppo di lavoro: STUDIO ENGEL Milano

Estensione: 1.650 ha

Anno: 2014-2016

Il progetto, che ha visto riuniti in partenariato i comuni di Pogliano Milanese (capofila) Rho, Pregnana Milanese, Vanzago e il WWF Italia, ha gettato le basi per la realizzazione di interventi in grado di tutelare le aree naturali e agricole residue in un contesto territoriale a rischio di ulteriore consumo del suolo. L'area d'intervento è parte importante della Rete Ecologica Regionale (RER) lombarda. Quest'area è infatti attraversata da un corridoio ecologico da mantenere e, in parte, realizzare che unisce l'Oasi Bosco WWF di Vanzago al Parco delle Groane, due aree naturali definite dalla Regione Lombardia "Aree prioritarie per la biodiversità" nella Pianura Padana lombarda.

In quest'area sono ancora presenti habitat importanti come i querceti di farnia e rovere, fontanili e acque sorgive, piccole zone umide e brughiere. La fauna è ancora ricca e costituita da numerose specie di

mammiferi, anfibi, rettili e uccelli, alcune a rischio di estinzione in Italia. Col passare del tempo, nell'area metropolitana milanese si è verificata una rapida e progressiva "erosione" di suolo agricolo, sia in termini qualitativi sia quantitativi.

Lo sviluppo metropolitano ha aggredito l'agricoltura sottraendo terra, inquinando le acque, circondando le strutture produttive e condizionandone le attività. Inoltre la pianificazione urbanistica ha provocato aspettative di vere e proprie rendite urbane con il conseguente abbandono delle aree utilizzate o utilizzabili per l'attività agricola.

Il progetto ha comportato uno studio articolato nelle seguenti attività:

- Analisi di tutti gli strumenti di pianificazione territoriale, paesaggistica, ambientale e urbanistica in relazione al corridoio ecologico.
- Aggiornamento e sistematizzazione dei dati

riguardanti la presenza di specie faunistiche, con particolare attenzione a quelle ritenute di maggiore rappresentatività per il mantenimento della qualità dei sistemi naturali.

- Studio delle aree agricole e degli assetti proprietari.
- Analisi strutturale, per evidenziare le tessere che compongono il mosaico paesaggistico.

Lo studio ha permesso di definire il piano degli strumenti operativi e gestionali per la riconnessione ecologica dell'area, individuando due aree prioritarie d'intervento

e fattibilità tecnica ed economica delle realizzazioni. I principali interventi scaturiti da questo studio vanno dalla realizzazione di sottopassi faunistici di diversa entità a interventi sulla vegetazione arborea e arbustiva a integrazione delle piccole aree boscate presenti lungo i fossi e i confini dei campi. Rientrano in questa fase anche gli interventi necessari al superamento della barriera costituita dalla linea ferroviaria Milano - Domodossola, che risultano particolarmente impegnativi e la cui realizzazione richiede la collaborazione fra diversi Enti.



Connessione ecologica dal Bosco di Vanzago al Parco delle Groane.

Masterplan del Kilometro Verde

Località: Parma

Gruppo di lavoro: Studio Bellesi Giuntoli

Estensione: 55 ha

Anno: 2016

Il masterplan del Kilometro Verde ha l'obiettivo di valorizzare paesaggisticamente e ambientalmente il tratto dell'autostrada A1 nelle vicinanze di Parma. L'idea è quella di riqualificare paesaggisticamente il territorio di Parma con particolare attenzione al tratto di 11 chilometri dell'autostrada A1 che attraversa la Città, contribuendo alla mitigazione dell'inquinamento e all'aumento

della biodiversità

Il masterplan del Kilometro Verde è stato commissionato da Davines e sviluppato dallo Studio Bellesi Giuntoli con la collaborazione di Stefano Mancuso dell'Università di Firenze, Direttore del LINV International Laboratory of Plant Neurobiology.



Masterplan del Kilometro Verde.

Agriparc Du Mas Nouguier

Località: Montpellier, France

Estensione: 18 ha

Anno: 2009 - 2011

L'agriparc Du Mas Nouguier è una riserva agricola interamente mantenuta dalla città di Montpellier. Condotta in agricoltura biologica, la tenuta contribuisce alla conservazione dell'identità del territorio e alla valorizzazione dell'ambiente di vita. I terreni agricoli convivono con altre attività per i cittadini, preservando la biodiversità e valorizzando il patrimonio e la cultura del territorio. Accessibile

a tutti, offre una bellissima passeggiata in mezzo ai vigneti. Gli apiari vengono utilizzati per sviluppare laboratori didattici e per raccogliere il miele dai bambini in età scolare. Ulivi, pini centenari e un grande prato impreziosiscono questo piccolo angolo di campagna del paese.



Agriparc Du Mas Nouguier.

Bibliografia

- *EU guidance on integrating ecosystems and their services into decision-making (Part 1/3)*
- *Ecosystems and Human Well-being: A Report of the Millennium Ecosystem Assessment*
- <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/provisioning-services/en/>
- <https://www.nwf.org/Educational-Resources/Wildlife-Guide/Understanding-Conservation/Ecosystem-Services#:~:text=A%20regulating%20service%20is%20the,carbon%20storage%20and%20climate%20regulation>
- *Mori et al: "Air pollution deposition on a roadside vegetation barrier in a Mediterranean environment: Combined effect of evergreen shrub species and planting density"*
- *Irga et al: "Plant-microbe interaction within phytosystems used for air treatment"*
- *Raymond, C.M., Berry, P., Breil, M., Nita, M.R., Kabisch, N., de Bel, M., Enzi, V., Frantzeskaki, N., Geneletti, D., Cardinaletti, M., Lovinger, L., Basnou, C., Monteiro, A., Robrecht, H., Sgrigna, G., Munari, L. and Calfapietra, C. (2017): "An Impact Evaluation Framework to Support Planning and Evaluation of Nature-based Solutions Projects"*
- *Favas et al. "Phytoremediation of soils contaminated with heavy metals and metalloids at mining areas. Potential of native flora"*
- *Papadakis, et al. "An experimental investigation of the effect of shading with plants for solar control of buildings"*
- *Turner-Skoff et al. "The benefits of trees for livable and sustainable communities"*
- *Mangone et al. "Forest microclimates: Investigating the performance potential of vegetation at the building space scale "*
- *Kellert, S.R." Dimensions, elements and attributes of biophilic design. Biophilic design: the theory, science and practice of bringing buildings to life."*
- *Shafique "Green stormwater infrastructure with low impact development concept: A review of current research"*
https://www.wwf.it/il_pianeta/impatti_ambientali/pesca_eccessiva_e_illegale/
- *Ferrini et al. "Role of vegetation as a mitigating factor in the urban context" 2020*

- Ferrini et al. "Climate is changing: are we changing too?" 2019
<https://www.minambiente.it/pagina/strategia-nazionale-la-biodiversita>
- ARPA-INU (2003) *Gestione delle aree di collegamento ecologico funzionale. Indirizzi e modalità operative per l'adeguamento degli strumenti di pianificazione del territorio in funzione della costruzione di reti ecologiche a scala locale.*
- Bommarco, R., Kleijn, D., Potts, S.G. (2013): "Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security."
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., Müller, F. (2014): "Ecosystem Service Potential, Flows and Demands - Concepts for Spatial Localisation, Indication and Quantification."
- Dhyani, Shalini, Gupta, Anil Kumar, Karki, Madhav (2020) : "Nature-based Solutions for Resilient Ecosystems and Societies. Springer-Verlag Berlin Heidelberg"
- Karsten Grunewald Olaf Bastian (2015): "Ecosystem Services – Concept, Methods and Case Studies. Springer-Verlag Berlin Heidelberg"
- Council of Europe, 1996
- Council of Europe, UNEP & ECNC (1996) : *The Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy: A vision for Europe's natural heritage.* European Centre for Nature Conservation, Tilburg
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.* Island Press, Washington, DC. (Trend 1980-2000 delle aree boschive - Ecosystems and Human Well-being: A Report of the Millennium Ecosystem Assessment).
- Jongman, R.H.G., Bouwma, I.M., Griffioen, A. et al. (2011): "The Pan European Ecological Network: PEEN"
- da Silva, J. M. C. & Wheeler, E. (2017): "Ecosystems as infrastructure"
- European Commission's Directorate-General Environment (2012). "The Multifunctionality of Green Infrastructure. Science for Environment Policy. In-depth Report. Science Communication Unit, University of West England, Bristol. "
- Mazza, L., Bennett, G., De Nocker, L., Gantioler, S., Losarcos, L., Margerison, C., Kaphengst, T., McConville, A., Rayment, M., ten Brink, P., Tucker, G., van Diggelen, R. (2011). *Green Infrastructure Implementation and Efficiency. Final report for the European Commission, DG Environment on Contract ENV.B.2/SER/2010/0059.* Institute for European Environmental Policy, Brussels and London.

CAPITOLO .4

ANALISI DEL TERRITORIO DI CAMPI BISENZIO

ANALISI DEL TERRITORIO DI CAMPI BISENZIO

Il Comune di Campi Bisenzio si sviluppa su un territorio pianeggiante del Parco della Piana, in un contesto che nel corso del tempo ha subito importanti trasformazioni apportate dall'uomo. La componente mineralizzata della città si estende principalmente al centro del Comune, e nella fascia periferica a Nord dell'Autostrada Firenze-Mare, occupata in prevalenza da edifici destinati ad attività industriali.

4.a Inquadramento ecologico del territorio

Dal punto di vista ecosistemico, il territorio viene classificato come "agroecosistema", ossia un sistema composto quasi esclusivamente da campi agricoli, frammentati da pochi spazi di fitocenosi residuale. La componente forestale originaria del territorio, ad oggi quasi del tutto assente, doveva essere costituita principalmente dai generi *Alnus*, *Carpinus*, *Quercus* e *Salicaceae*. La rete ecologica che attraversa il Comune si dirama mettendo in connessione tre ambienti primari, che possiamo definire le aree core del territorio. A Nord, troviamo i monti e le colline Pratesi, al centro il Parco Agricolo della Piana, e a Sud il Fiume Arno. Il Comune è attraversato da Nord a Sud dal Fiume Bisenzio, che nasce a Cantagallo (PO) e sfocia nel Fiume Arno. Il Bisenzio assume un ruolo importante nella rete ecologica, in quanto rappresenta un'arteria di connessione tra i territori del Parco della Piana a Nord e a Sud della città, e su scala più grande, connette i colli pratesi al Fiume Arno. Altri elementi importanti dal punto di vista ecologico, sono le aree protette degli Stagni di Focognano, il Lago Oceano a Sud-Ovest del territorio comunale, e i parchi urbani più o meno attrezzati che si distribuiscono all'interno del Comune.

4.b Gli interventi inseriti nel piano

Tra gli interventi di riqualificazione ecologica previsti nel Piano, di particolare rilievo sono le opere di messa a dimora di alberi, azione precedentemente descritta all'interno della catalogazione delle Nature-Based Solution. In un contesto pianiziale come quello di Campi Bisenzio, il cui territorio è costituito da numerose aree ad elevato rischio idraulico, un importante beneficio che offre la messa a dimora di alberi è quello di favorire la riduzione del rischio di ruscellamento delle acque, che vengono intercettate dalle foglie e dal fusto e parzialmente assorbite dalle radici e dal suolo permeabile. Dal punto di vista strutturale, questi interventi possono essere distinti in nuovi corridoi ecologici e nuove stepping stones, che saranno disseminate nel territorio urbano, e che complessivamente contribuiranno alla deframmentazione della rete ecologica del Comune. Per quanto riguarda i nuovi corridoi ecologici, assume importante rilievo il

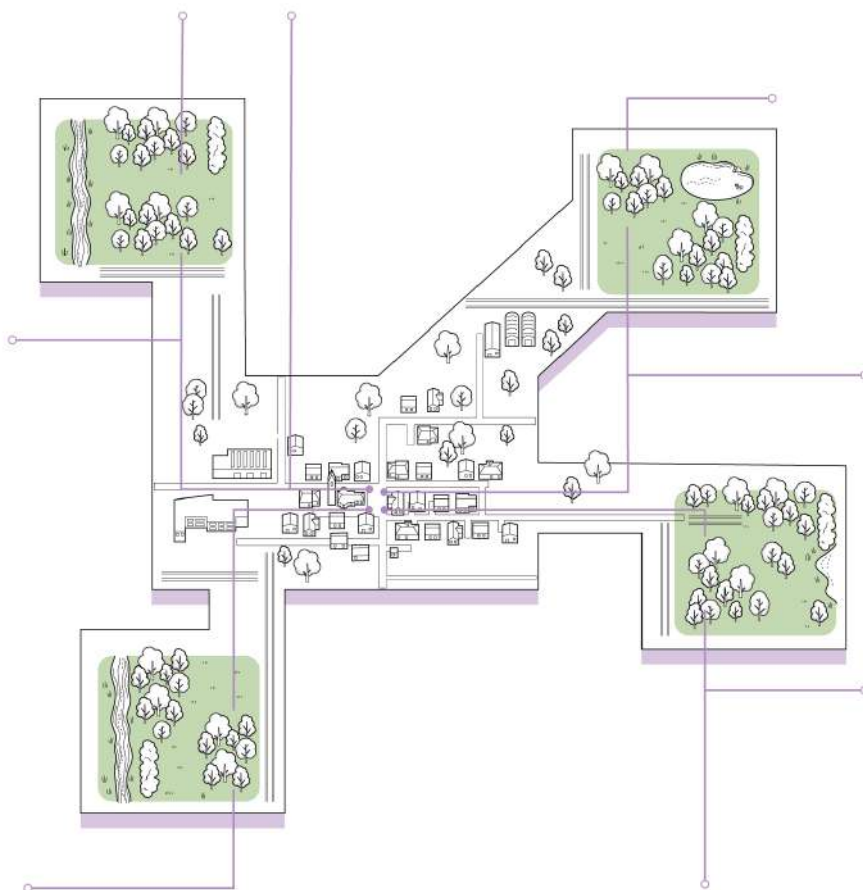


fig. 10 La rete ecologica come sistema interconnesso di habitat: la geometria della rete è fondata sul riconoscimento di aree centrali (core areas), fasce di protezione (buffer zones) e fasce di connessione (corridoi) a garantire la permanenza dei processi ecosistemici e la connettività per le specie sensibili.

progetto della Greenline, un'ampia fascia boscata che si estenderà lungo il tratto che avrebbe dovuto ospitare la nuova autostrada. La Greenline si troverà lungo il confine Ovest che separa i territori del Parco Agricolo della Piana dalla città, e sarà costeggiata dalla nuova infrastruttura stradale della Circonvallazione Ovest. Oltre ad avere la funzione di collegamento tra i territori del Parco della Piana, la Greenline assume anche valore dal punto di vista comunicativo: al progetto dell'autostrada viene sostituita una grande infrastruttura verde, che purifica l'aria della città. E' prevista inoltre la realizzazione di un Parco Fluviale lungo il Bisenzio, e l'inserimento di alberature stradali lungo alcuni tratti della nuova Circonvallazione. L'insieme di questi corridoi andrà a costituire un anello molto importante dal punto di vista ecologico, che andrà progettato e preservato inserendo delle connessioni che consentano la frammentazione degli elementi che ostacolano il passaggio degli animali. Sono infine previsti numerosi interventi puntuali di riforestazione, che andranno a costituire nuove stepping-stones della rete ecologica del Comune di Campi Bisenzio.

Nei Capitoli che seguono verranno restituite alcune Linee Guida per il progetto della Greenline, e alcune Schede di deframmentazione ecologica che potranno rappresentare una guida all'inserimento della Nature-Based Solution relativa alla messa a dimora di alberi in specifiche aree, in particolare nel Parco Fluviale, lungo le infrastrutture stradali e nelle aree parcheggio.



Bibliografia

- *COMUNE DI CAMPI BISENZIO, Città Metropolitana di Firenze, 2021. PROGETTO DEGLI INTERVENTI DI RIFORESTAZIONE, Art.4 d.l 14/10/2019, n.111 convertito, con modificazioni, dalla Legge 12/12/2019, n.141, PROGETTO DEFINITIVO, RELAZIONE TECNICA GENERALE*

LINEE GUIDA PER LA DEFRAMMENTAZIONE ECOLOGICA DEL TERRITORIO DI CAMPI BISENZIO: IL PROGETTO DELLA GREENLINE

LINEE GUIDA PER LA DEFRAMMENTAZIONE ECOLOGICA DEL TERRITORIO DI CAMPI BISENZIO:

Il progetto della Greenline

L'evoluzione dei contesti urbani ha portato ad una sempre maggiore frammentazione degli habitat facenti parte della rete ecologica delle città, che nel tempo sono stati trasformati in spazi verdi residuali con poca biodiversità. Tuttavia, conoscendo i benefici ambientali e psicologici associati alla ricchezza ecologica degli spazi fruibili dai cittadini, diventa importante ripristinare una rete in grado di connettere i piccoli habitat e le aree core del territorio urbano. Fra le strategie di cui si possono avvalere i progettisti per mitigare gli effetti dell'urbanizzazione, si annoverano la tutela delle aree ecologiche presenti, e la realizzazione di connessioni efficaci fra gli spazi vegetati esistenti, come i corridoi verdi e le stepping-stones. Queste connessioni, che consentono lo spostamento della fauna, hanno a loro volta il vantaggio di innescare un processo di espansione delle specie vegetali grazie alle attività svolte dagli animali, come l'impollinazione e la dispersione dei semi. Il presente Capitolo vuole restituire alcune indicazioni che possano essere utili per il progetto della Greenline, che affiancherà l'infrastruttura stradale della nuova Circonvallazione Ovest del Comune e che rappresentano uno strumento per la pianificazione degli interventi sulla rete ecologica. Le fasi di progetto dei corridoi ecologici prevedono l'analisi delle aree naturali presenti sul territorio, lo studio delle modalità con cui queste aree possono essere interconnesse, e la pianificazione delle strategie per tutelare la rete ecologica. La letteratura mette in evidenza una serie di raccomandazioni che verranno illustrate di seguito, che hanno come obiettivo quello di tutelare la biodiversità e la dispersione degli animali all'interno del territorio urbano.

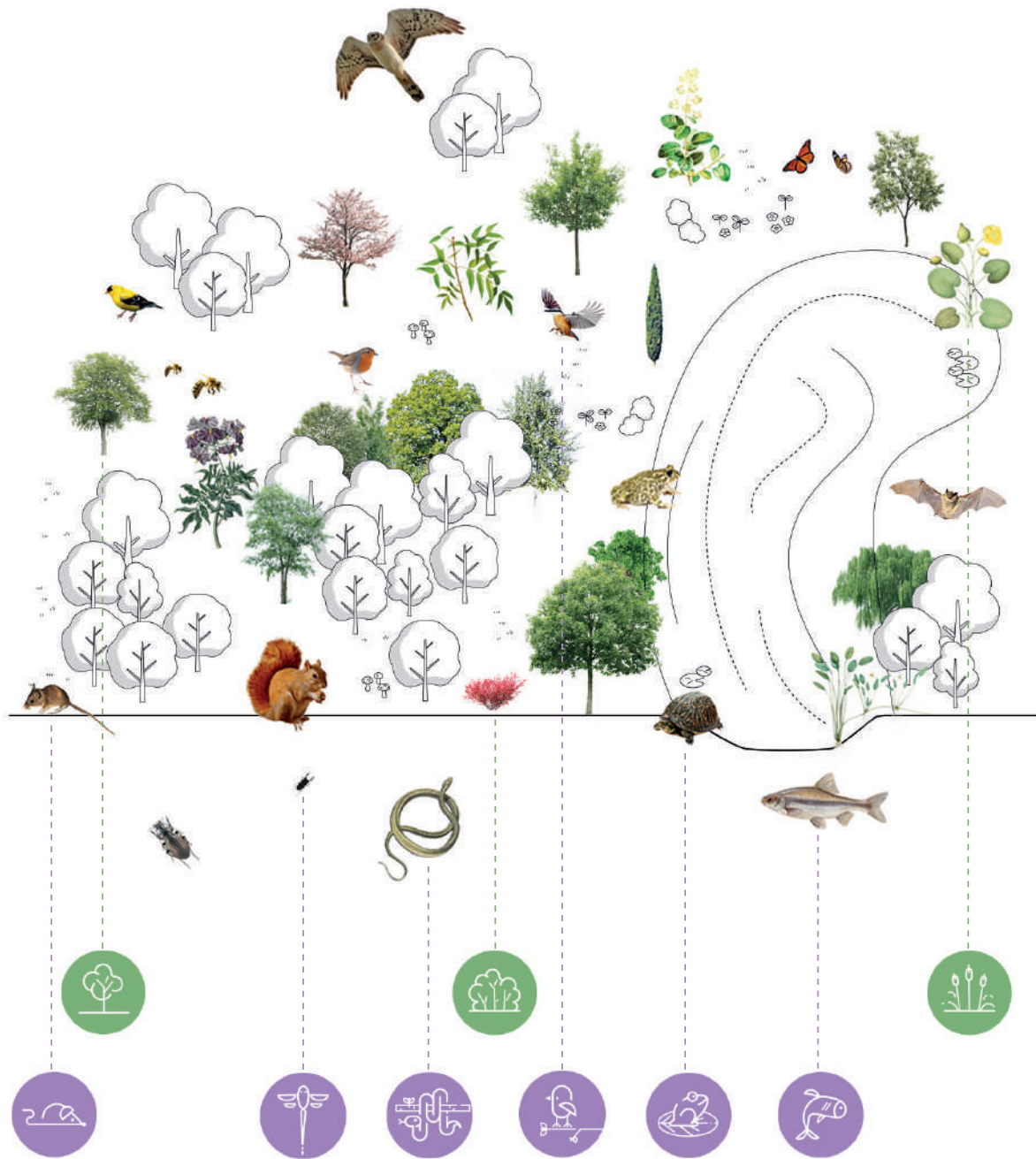
.5a Una fascia boscata ampia e indisturbata

Per essere definita bosco - o foresta - una fascia boscata deve avere una superficie di almeno 2000 metri quadrati e larghezza 20 metri, ed essere coperta per almeno il 20% da alberi (testo Unico Forestale (T.U.F)).

La prima raccomandazione, nella progettazione di fasce boscate, consiste nel creare corridoi verdi che abbiano una larghezza ampia. La larghezza del corridoio deve essere sufficiente ad offrire alla fauna i servizi ecosistemici necessari, e allo stesso tempo deve consentire l'isolamento dell'habitat dai campi agricoli circostanti, le cui attività potrebbero arrecare disturbo agli animali. Non sempre però è possibile progettare corridoi verdi di larghezza sufficiente a garantire queste condizioni, perché molto spesso ai progetti viene assegnata già in partenza un'area dedicata circoscritta. Altra difficoltà consiste nel fatto che a ciascuna specie animale si associa una larghezza del corridoio ecologico più idonea alla sua sopravvivenza. A specie differenti corrisponde dunque una larghezza efficace differente, e non sempre è facile dimensionare il corridoio in modo da tutelare tutte le popolazioni animali della rete ecologica. In particolare, per le specie animali adattate ai contesti in cui l'uomo è presente, la larghezza del corridoio verde sufficiente alla sopravvivenza è molto inferiore a quella necessaria a garantire la vita delle specie più sensibili ai disturbi antropici. In linea generale, buona norma progettuale consiste nel dimensionare le fasce boscate con una larghezza di 150 metri, da ampliare a 300 metri se l'obiettivo del progetto è quello di promuovere il popolamento del bosco anche da parte delle specie più sensibili.

Altro elemento di disturbo, oltre al fattore antropico dovuto alle attività agricole dei campi limitrofi, può essere rappresentato dall'eccessiva permeabilità delle attività ricreative all'interno della fascia boscata. Una massiccia fruizione del bosco e la sua conseguente frammentazione, dovuta alla presenza di percorsi pedonali e ciclabili, potrebbe portare all'allontanamento di specie animali come uccelli e mammiferi sensibili, e diminuire di conseguenza il grado di biodiversità del corridoio ecologico. Un buon compromesso progettuale per ovviare a questa perdita di biodiversità consiste nel posizionare i sentieri e i percorsi ciclabili ai margini della fascia boscata, allontanandosi dal suo centro; questa azione permette di mantenere una più ampia fascia verde indisturbata, e allo stesso tempo di garantire la funzione ricreativa del bosco.





Specie vegetali e animali che popolano un sistema complesso e sinergico.

.5b Una fascia boscata come habitat

Per tutelare la biodiversità della rete ecologica, le fasce boscate dovrebbero essere progettate esse stesse come dei veri e propri sistemi complessi composti da una pluralità di habitat.

La qualità del progetto dal punto di vista della biodiversità vegetale assume un'importanza fondamentale; le specie arboree e arbustive devono essere scelte in modo da offrire cibo e riparo alle specie animali. La scelta della vegetazione della Greenline dovrà essere svolta a seguito di una analisi delle specie arboree naturalmente presenti sul territorio, in modo da garantire una specificità omogenea. Si consiglia di comporre il corridoio ecologico con specie arboree ed arbustive che bene si adattino alle caratteristiche pianeggianti del territorio. La scelta delle essenze arboree dovrà vertere su specie che abbiano una elevata resistenza ai parassiti, bassa capacità allergenica e alta capacità di stoccaggio dell'anidride carbonica. In prossimità dell'infrastruttura stradale, si consiglia inoltre di evitare l'inserimenti di specie con elevato sviluppo pollonifero e con crescita radicale superficiale, in modo da evitare interferenze con il manto stradale.

La distribuzione delle specie arboree lungo il corridoio ecologico dovrà essere studiata cercando di restituire l'aspetto naturale tipico dei boschi. In particolare, si dovrà prevedere una prima fascia centrale in cui saranno distribuite principalmente le specie vegetali di grandezza più elevata, a cui seguiranno lateralmente esemplari arborei di medie dimensioni alternati ad arbusti. Le fasce più periferiche del corridoio ecologico saranno popolate quasi esclusivamente da arbusti. Il congiungimento del corridoio ai terreni agricoli presenti potrebbe avvenire attraverso l'inserimento di una fascia esterna a coltura erbacea.

Di seguito si riporta un elenco con le possibili specie arboree e arbustive da impiegare; in funzione della loro altezza a maturità, gli alberi sono stati suddivisi tra elementi dominanti e dominati.

Potenziali specie arboree dominanti

- Acer platanoides
- Acer pseudoplatanus
- Aesculus hippocastanum
- Alnus glutinosa
- Celtis australis
- Cupressus sempervirens
- Ginkgo biloba
- Gleditsia triacanthos
- Liquidambar styraciflua
- Magnolia grandiflora
- Picea abies
- Platanus hybrida
- Populus alba
- Prunus avium
- Quercus cerris
- Quercus robur
- Salix alba

- Tilia cordata
- Tilia platyphyllos
- Tilia x europaea

Potenziali specie arboree dominate

- Acer campestre
- Albizia julibrissin
- Carpinus betulus
- Cercis siliquastrum
- Fraxinus angustifolia
- Fraxinus ornus
- Ligustrum lucidum
- Malus sylvestris
- Morus alba "Fruitless"
- Ostrya carpinifolia
- Parrotia persica
- Prunus serrulata
- Pyrus calleriana

Potenziali specie arbustive

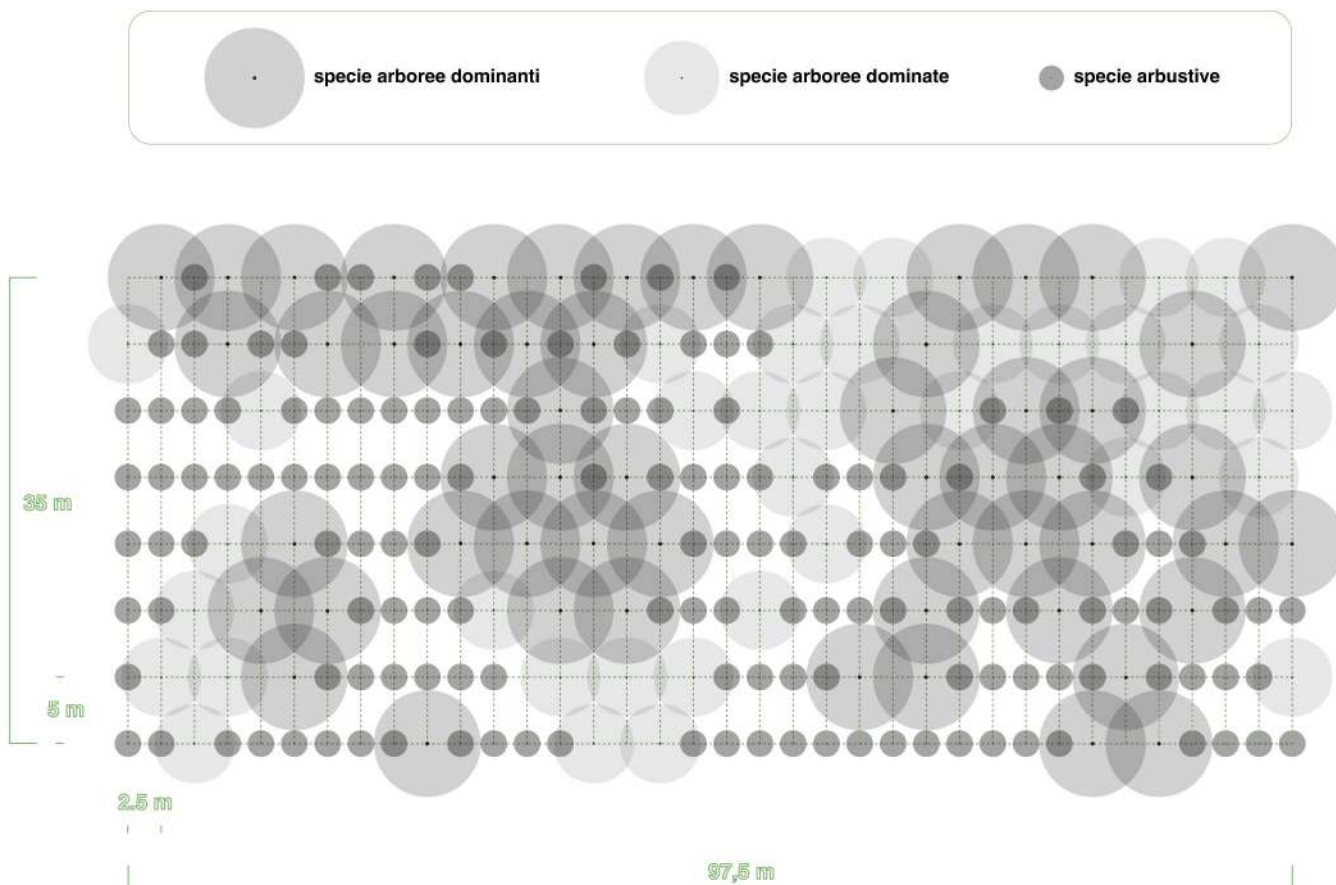
- Cornus mas
- Cornus sanguinea
- Corylus avellana
- Crataegus monogyna
- Euonymus europaeus
- Frangula alnus
- Ilex aquifolium
- Laurus nobilis

- Ligustrum vulgare
- Prunus spinosa
- Rhamnus catharticus
- Salix caprea
- Salix purpurea
- Sambucus nigra
- Viburnum lantana
- Viburnum opulus



Per ottenere l'effetto di bosco naturale, le essenze dovranno essere disposte in maniera mista in funzione della loro altezza, colorazione, caducità delle foglie. Saranno inoltre da scegliere specie arboree a diversa età, in modo da garantire una stratificazione vegetale ancora più variegata. La continuità spaziale delle chiome degli alberi assume un'importante funzione ecologica, sia perché diventa un fattore di collegamento per le specie animali che si muovono su di esse, ad esempio per gli uccelli durante il processo migratorio, sia perché diventa elemento di tutela delle specie aviarie più sensibili e vulnerabili; questo aspetto viene favorito anche dalla presenza di una fitta vegetazione arbustiva, che però può rappresentare una criticità laddove si voglia associare alla fascia boscata anche la funzione ricreativa. Un sottobosco troppo denso può diventare difficile da gestire, e trasmettere ai fruitori del bosco una sensazione di pericolo. Una strategia per ovviare a questo problema può essere quella di progettare la fascia boscata suddivisa per aree; le più lontane dalle attività antropiche saranno dedicate alla tutela delle specie animali sensibili, quelle più vicine ai percorsi ricreativi saranno invece destinate ad accogliere le specie più adattate al contesto urbano.

Nello schema che segue si riporta una tipologia di sesto di impianto che potrebbe essere utilizzato per la messa a dimora degli alberi e arbusti della Greenline. Nell'esempio sono inserite specie arboree dominanti e dominate, e specie arbustive a riempire gli spazi vuoti. Lo schema è rappresentato da una rete in cui ogni maglia ha dimensioni 2,5 m x 5 m, in modo da avere una distanza minima arbusto-arbusto e albero-arbusto di 2,5 metri, mentre fra albero-albero ci sarà una distanza minima di 5 metri. Questo schema, che copre una superficie totale di ampiezza 35 m x 87,5 m, può essere ripetuto e specchiato fino a coprire l'intera area di progetto. Per permettere la fruizione della Greenline da parte dei cittadini, questo schema di impianto potrà essere integrato a camminamenti e percorsi ciclabili, posti preferibilmente lungo i margini della fascia boscata. Considerando che la Greenline confinerà in alcune zone con il Sito di Interesse Comunitario ZSC 'Stagni della Piana Fiorentina e Pratese' e che in alcune di queste aree nel corso degli anni la natura si è ripresa sviluppando una vegetazione autoctona e paludosa come era originariamente, si ritiene che in fase di progetto dovrà essere tenuta in conto la salvaguardia dell'habitat naturale circostante e dovrà essere strettamente valutata l'interazione tra queste aree e la Greenline.



.5c Terreni privati come habitat

La sostanziale componente di territorio che può essere riqualificato dal punto di vista ecologico appartiene ai privati, che diventano importanti attori nella gestione delle fasce boscate e delle aree verdi progettate. Nel lungo periodo infatti, diventa difficile garantire il mantenimento della vegetazione, ed è quindi fondamentale sensibilizzare i proprietari terrieri sul tema della biodiversità, anche incentivandoli ad inserire nuove specie vegetali nelle aree che risultano più vulnerabili dal punto di vista ecologico. Questa collaborazione da parte dei privati consente di ampliare ulteriormente la rete ecologica, anche nei territori di loro proprietà. Nel contesto di Campi Bisenzio, i campi agricoli dei privati limitrofi al corridoio della Greenline, andrebbero trattati anch'essi come habitat e integrati efficacemente alla rete ecologica. Per conservare la biodiversità di questi ecotoni di transizione, sarebbe importante che i campi venissero coltivati con agricoltura biologica, evitando l'utilizzo di pesticidi e favorendo l'utilizzo di specie entomogame che attirino le api e gli insetti impollinatori. Questi insetti, che sostengono la salute e la riproduzione delle piante selvatiche, svolgono un ruolo importante nel fornire cibo e riparo a molti altri invertebrati, mammiferi, uccelli, rettili e altre specie collegate tra loro nella catena alimentare. Tra i campi coltivati e la Greenline è dunque importante prevedere delle zone di transizione (zone buffer). Lasciare posto allo sviluppo di aree ricche di flora entomogama (wildflower strips) ai margini delle colture di pieno campo costituisce un sistema efficace, non solo per creare un habitat adatto a favorire la presenza di insetti utili alla lotta biologica ai fitoparassiti, ma anche per contrastare la presenza di piante infestanti e incrementare la biodiversità negli agroecosistemi.

.5d Connettere la fascia boscata alla rete ecologica

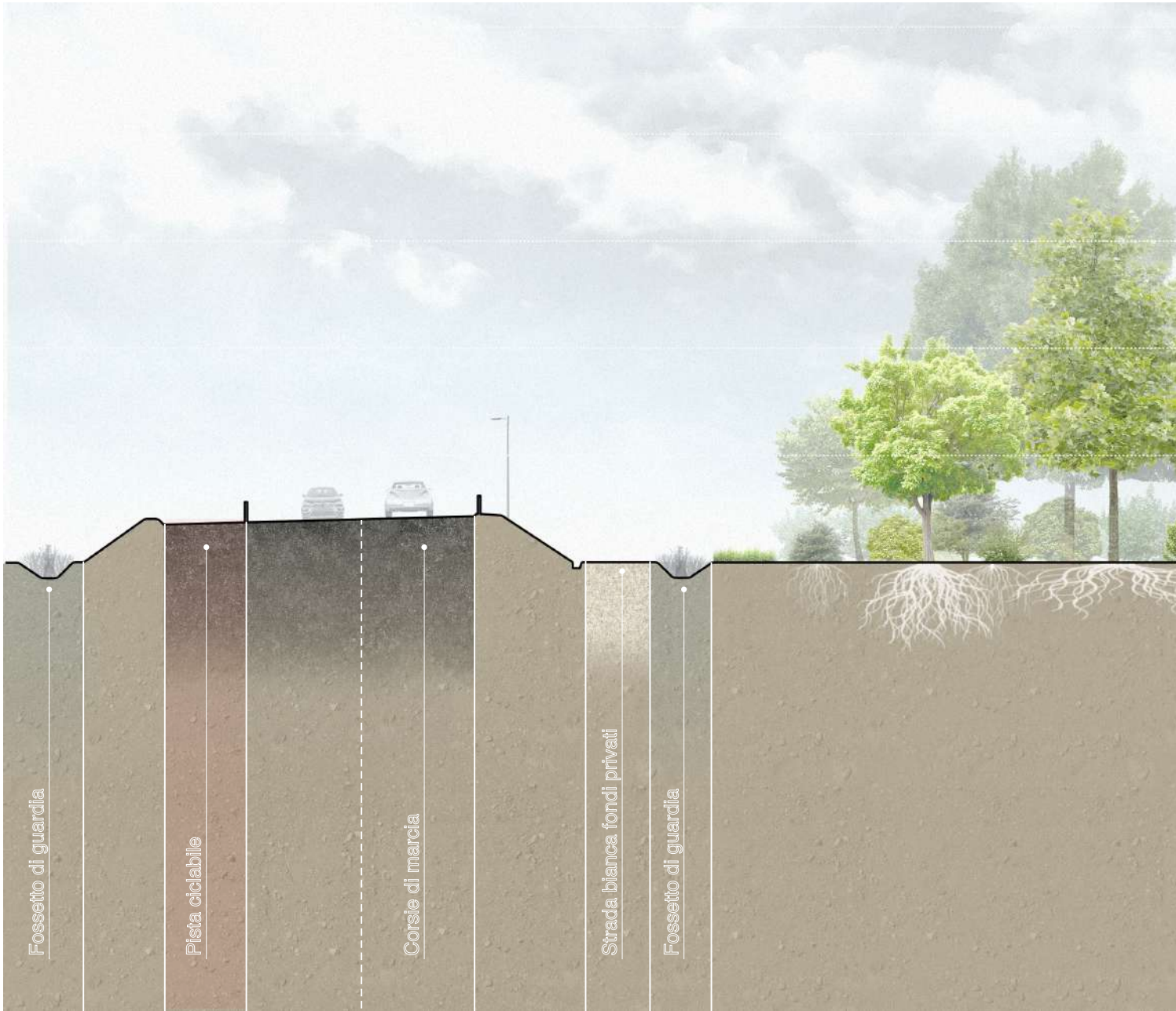
Sembra evidente che ci debba essere una connessione fisica tra la città e la nuova fascia boscata - strade, piste ciclabili o percorsi pedonali - per permetterne la fruizione da parte dei cittadini. Meno evidente forse è il fatto che anche le piante e gli animali dovranno potersi muovere da e verso la fascia boscata. La Greenline quindi non va pensata come un'infrastruttura verde isolata, un episodio naturale solitario e separato dal paesaggio circostante, ma come strettamente connessa con la città e con la rete ecologica del territorio. La Greenline va pensata come un episodio collegato ad una serie di altri spazi verdi di dimensioni e caratteristiche diverse: il corso d'acqua, piccoli e grandi parchi, aree agricole, strade alberate, spazi verdi spontanei, tetti verdi e giardini residenziali. In particolare, si osserva che la

connessione della Greenline ai due corridoi ecologici del Fiume Bisenzio e delle alberature stradali della Circonvallazione Sud, formerà un anello ecologico importante che coprirà una consistente area del Comune. E' importante che agli animali venga garantita la permeabilità ecologica all'interno di questo anello, e dunque tutte le interruzioni fisiche che ostacolano il passaggio della fauna dovrebbero essere frammentate. In posizione trasversale rispetto all'asse delle infrastrutture stradali presenti, si consiglia di progettare sottopassi faunistici, per permettere il passaggio di anfibi, rettili e mammiferi di piccole dimensioni. La vegetazione dovrà essere progettata in modo da indirizzare la fauna verso i sottopassi presenti; questo obiettivo potrà essere perseguito inserendo anche delle recinzioni atte ad evitare che gli animali attraversino la strada.

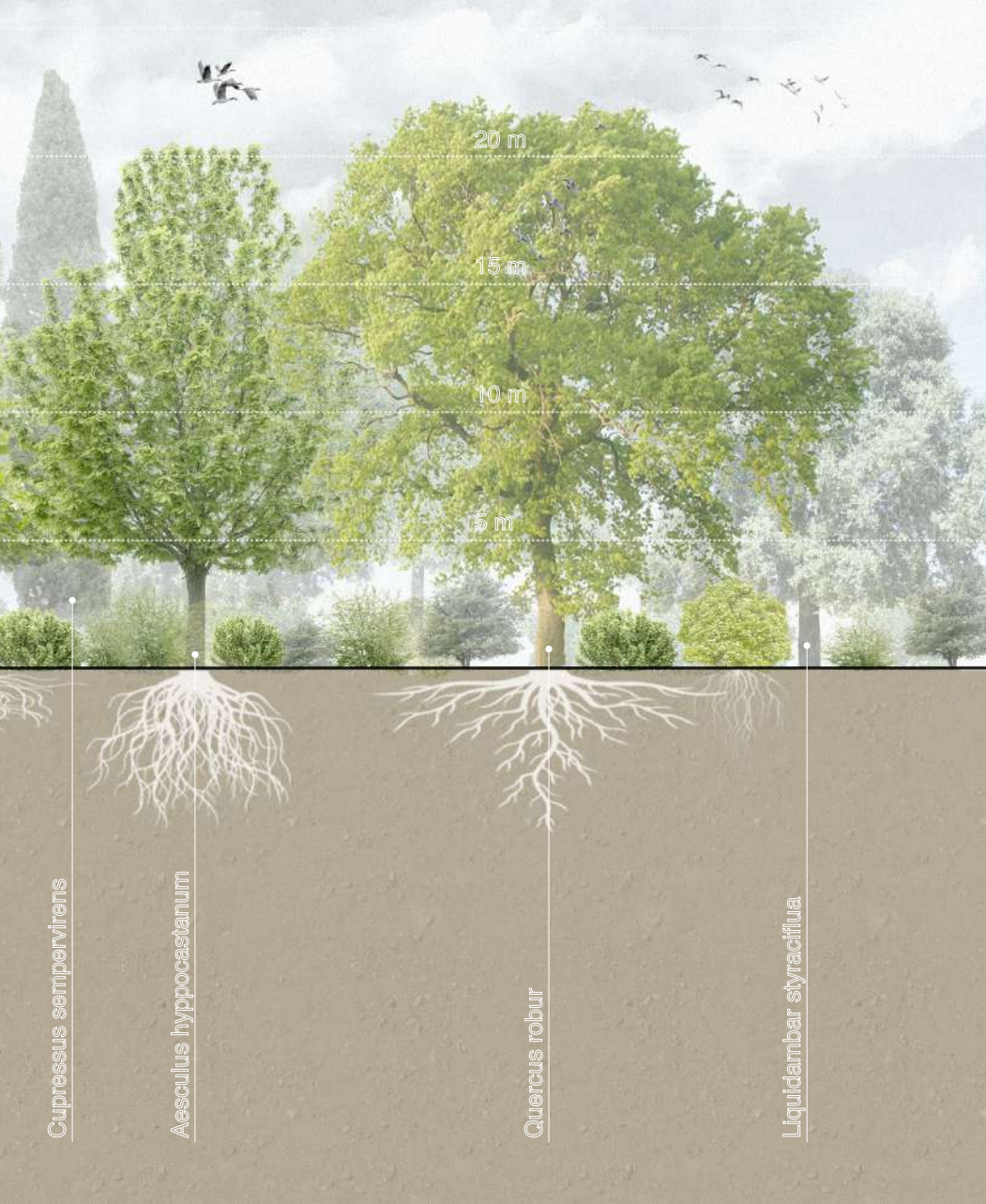
Nelle immagini che seguono si riportano i punti di connessione della Greenline, a Nord con il Fiume Bisenzio, e a Sud con le alberature stradali che saranno messe a dimora lungo la nuova Circonvallazione. Si osserva che in entrambi questi punti sono presenti delle rotonde che rappresentano un ostacolo fisico al passaggio degli animali, e che pertanto si consiglia di integrare con connessioni che mettano in comunicazione i due corridoi ecologici.

-  Il Parco Fluviale
-  La Greenline
-  Alberature stradali





il progetto della greenline



sezione - greenline



connessione Nord ●




connessione Sud ●



.5e Stepping stones lungo la fascia boscata

Un buon metodo progettuale per connettere ecologicamente una fascia boscata alle restanti aree del territorio, consiste nel pianificare l'inserimento di stepping stones. Queste sono piccole aree verdi disseminate nel contesto urbano, che fungono da aree di sosta e rifugio per le specie animali. Aumentare il numero di queste aree consente di favorire la dispersione degli animali all'interno della rete ecologica, soprattutto delle specie che per spostarsi hanno bisogno di connessione spaziale, come i piccoli mammiferi. La vegetazione all'interno di tali aree deve essere autoctona e varia, in modo da attrarre più specie possibile. Bisogna ricordare che una vegetazione densa e varia può da un lato incrementare la presenza delle specie animali, ma dall'altro lato può aumentare il senso di pericolo per gli abitanti, e dunque è importante riuscire sempre a trovare un compromesso fra le esigenze antropiche e quelle ecologiche. Le stepping stones diventano efficaci se inserite in un contesto complessivamente permeabile al passaggio degli animali; generalmente, se il territorio è caratterizzato da elementi che ostacolano il passaggio, si consiglia di inserirle più vicine tra di loro, mentre nelle aree in cui sono presenti numerosi spazi verdi le distanze fra di esse possono essere superiori. La letteratura suggerisce che una buona distanza fra queste aree può variare da un chilometro a cento-duecento metri. Anche la dimensione delle stepping stones è un parametro da dimensionare con cautela; aree verdi troppo piccole, infatti, anziché tutelare le specie potrebbero favorirne la predazione. Una buona dimensione può variare fra i mille e duemila metri quadrati, considerando che aree inferiori ai duemila metri quadrati andranno a tutelare prevalentemente le specie più adattate ai contesti urbani, e meno quelle sensibili e vulnerabili. Per essere progettate in maniera corretta, sia le fasce boscate che le stepping stones devono far parte di una pianificazione più ampia che prenda in considerazione tutta la rete ecologica del territorio. Sulla base di queste considerazioni, tutti gli interventi puntuali di forestazione previsti nel Piano assumono una grande importanza, in quanto vanno a rappresentare delle nuove stepping stones disseminate nel territorio urbano. In particolare sono state prese in considerazione, oltre alle Aree di Trasformazione, le Aree del progetto di forestazione urbana da Convezioni, gli alberi del progetto Bando Città Metropolitana, gli alberi in aree private e l'area verde di Rocca Strozzi. Le aree che fiancheggiano la Greenline potranno diventare importanti punti di sosta durante gli spostamenti degli animali; di particolare importanza saranno inoltre gli interventi di messa a dimora di alberi nelle zone intermedie che incrementano il collegamento tra il corridoio ecologico del Fiume Bisenzio e la Greenline.



- Il Parco Fluviale
- La Greenline
- Alberature stradali
- Stepping stones





Il valore degli ecosistemi boschivi

Gli ecosistemi boschivi ospitano una grande varietà di alberi, cespugli, sottobosco, dove vive un'immensa biodiversità terrestre e acquatica. Soprattutto nelle regioni tropicali umide, le foreste rappresentano il tipo di habitat più ricco di specie al mondo. Il patrimonio forestale italiano comprende un'ampia varietà di tipologie di boschi, dai boschi di latifoglie, ai boschi di conifere tipici dell'ambiente alpino, fino alle pinete costiere mediterranee. I boschi planiziali che fino a qualche secolo fa ricoprivano gran parte dei territori pianeggianti del Paese, tuttavia, ad oggi sono stati ampiamente trasformati in monocolture agricole, aree industriali e città diffuse, lasciando la natura relegata in zone di frangia. Oggi, le formazioni boschive di pianura sopravvivono in rari e frammentati episodi. Dal secondo '900 ad oggi la superficie forestale italiana è aumentata costantemente – è passata da 5,6 a 11,1 milioni di ettari – ma

questo incremento ha interessato principalmente le aree marginali di collina e montagna, dove il bosco si è allargato in aree agricole abbandonate. Invece le formazioni forestali planiziali risultano discontinue, destrutturate e ridotte in estensione. Anche se in Italia la superficie forestale complessiva aumenta – la copertura boschiva supera il 38% del territorio nazionale – alcuni territori dove le foreste sono diventate rare e fragili necessitano di aumentare gli sforzi per ingrandire e proteggere il proprio patrimonio. I principali driver che alterano e mettono in pericolo le foreste di pianura sono di origine antropica, in particolare l'alterazione dell'assetto idrico e l'espansione urbana e agricola. Altro fattore di rischio deriva dalla loro stessa conformazione: i singoli impianti forestali sono sostanzialmente isolati e di limitata superficie. Si considera che un'estensione di 100-200 ettari è la dimensione

minima per garantire che un bosco sia in grado di auto ripararsi e di sopravvivere a eventi calamitosi naturali. In uno scenario futuro in cui gli eventi metereologici estremi sono considerati più probabili e più frequenti, è importante rafforzare la resilienza degli ecosistemi forestali consentendo loro di adattarsi all'emergenza climatica. Le foreste forniscono un'ampia gamma di servizi ecosistemici di importanza critica come la regolazione del clima, la produzione di biomassa, l'approvvigionamento idrico e la purificazione delle acque, la fornitura di habitat adatti a molte specie di piante e animali – tra cui gli insetti impollinatori – oltre al sequestro della CO₂ e i servizi ecosistemici culturali. Piantare alberi è una delle strategie più efficaci per mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici e migliorare la salute pubblica nelle nostre città. Si tratta di una misura di salute pubblica, oltre che di tutela del Pianeta, anche perché ogni

anno tra i 3/4 milioni di persone in tutto il mondo muoiono a causa dell'inquinamento atmosferico. Gli studi hanno dimostrato che gli alberi sono una soluzione economica per vincere entrambe queste sfide, anche se mancano politiche pubbliche adeguate ad aumentare l'uso dei benefici che ci assicurano questi "polmoni verdi".

Gestione sostenibile di un bosco

I principi guida per la gestione consapevole e sostenibile dei boschi suggeriscono di contenere l'utilizzo di specie esotiche ed aliene, poiché occupano lo spazio ecologico di altre specie autoctone che rischiano di venire meno, provocando la degradazione dell'habitat e aumentando il rischio di comparsa di patologie esotiche potenzialmente distruttive in un ambiente diverso dal loro naturale. Risulta invece importante mantenere e salvaguardare le fasce ecotonali e le radure (zone non boscate ma intercluse da bosco), poiché sono una preziosa riserva di biodiversità oltre che una importante risorsa paesaggistica. Anche le specie arbustive e suffrutticose del sottobosco devono essere preservate, poiché forniscono nutrimento e protezione alla fauna presente.

Per quanto concerne gli aspetti manutentivi, si consiglia di evitare di effettuare interventi forestali in

periodi in cui potrebbero causare disturbo alla flora ed alla fauna presente (generalmente fra marzo e giugno). In presenza di attività di potatura, è auspicabile effettuare tagli netti agli organi vegetali, così da non danneggiare la pianta, sfavorire gli attacchi di patogeni potenzialmente pericolosi e favorire il ricaccio. I nuovi alberi sopravviveranno solo se correttamente irrigati, con impianti di irrigazione ad hoc o con irrigazioni di soccorso da prevedersi durante la stagione primaverile-estiva.

Bibliografia

- Regione Toscana, Giunta Regionale, Direzione Generale Competitività del sistema regionale e sviluppo delle competenze, Area di coordinamento Politiche per lo Sviluppo Rurale, A cura di: G. Calamini, G. Colangelo, G. Giovannini, R. Laforzezza, F. Maetzke, B. Mariotti, S. Nocentini, F. Salbitano, G. Sanesi, A. Tani, 2013. *L'impianto, la gestione e la valorizzazione multifunzionale dei boschi periurbani. interventi forestali non produttivi per la valorizzazione dei boschi*
- COMUNE DI CAMPI BISENZIO, Città Metropolitana di Firenze, 2021. *PROGETTO DEGLI INTERVENTI DI RIFORESTAZIONE, Art.4 d.l 14/10/2019, n.111 convertito, con modificazioni, dalla Legge 12/12/2019, n.141, PROGETTO DEFINITIVO, RELAZIONE TECNICA GENERALE*
- Benvenuti S., Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie, Università di Pisa, 2009. *"Wildflower Strips" come innovazione agronomica dedicata alla tutela degli impollinatori*
- Lynch A. J., Department of Geography, Ohio University, 2018. *Creating Effective Urban Greenways and Stepping-stones: Four Critical Gaps in Habitat Connectivity Planning Research*
- Consorzio Forestale, KilometroVerdeParma Impresa Sociale, 2021. *Linee guida per gli interventi di forestazione*
https://www.kilometroverdeparma.org/wp-content/uploads/2021/06/KilometroVerdeParma_Libretto_LineeGuida_2021.pdf
- Piano di Sviluppo Rurale dell'Emilia Romagna, 2014-2020. *Italy - Rural Development Programme (Regional) - Emilia-Romagna*
- DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2018, n. 34. *Testo unico in materia di foreste e filiere forestali*
- Repertorio B, Repertorio degli interventi di riqualificazione ambientale
https://www.cittametropolitana.mi.it/export/sites/default/pianificazione_territoriale/PTCP/PTCP_2003/allegati_ptcp2003/Allegati_Rep_B.pdf
- Città Metropolitana di Milano, Comune di Grezzago, *IL PROGETTO DI CORRIDIOIO ECOLOGICO*
http://halleyweb.com/c015110/include/mostra_foto_allegato.php?servizio_egov=sa&idtesto=583&&nodo=nodo3

SCHEDE DI DEFRAMMENTAZIONE ECOLOGICA

- a. Il parco fluviale
- b. La vegetazione nelle aree parcheggio
- c. Le alberature stradali

SCHEDE DI DEFRAMMENTAZIONE ECOLOGICA

Nel presente Capitolo si propongono alcune schede, che hanno la funzione di Linea Guida per gli interventi di messa a dimora di alberi in contesti come il parco Fluviale, i parcheggi le strade , con l'obiettivo di incrementare la permeabilità ecologica del territorio del Comune. Le informazioni riportate sono indicazioni generali, che, dove possibile, si è cercato di contestualizzare al territorio specifico di Campi Bisenzio. In particolare, si è potuto fare riferimento a sezioni effettive relative alla Circonvallazione, per le quali si riporteranno anche delle Linee Guida grafiche nei capitoli di pertinenza. Ogni scheda è strutturata con una introduzione generale al tema, a cui seguono alcune indicazioni progettuali e una valutazione delle possibili specie vegetali da utilizzare.

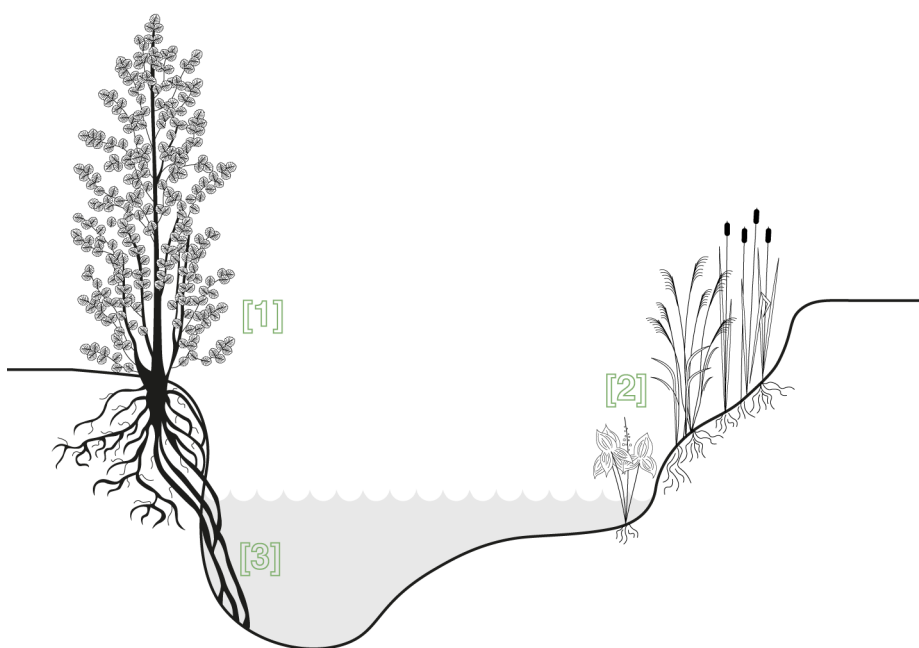
a. Il parco fluviale



Indicazioni generali

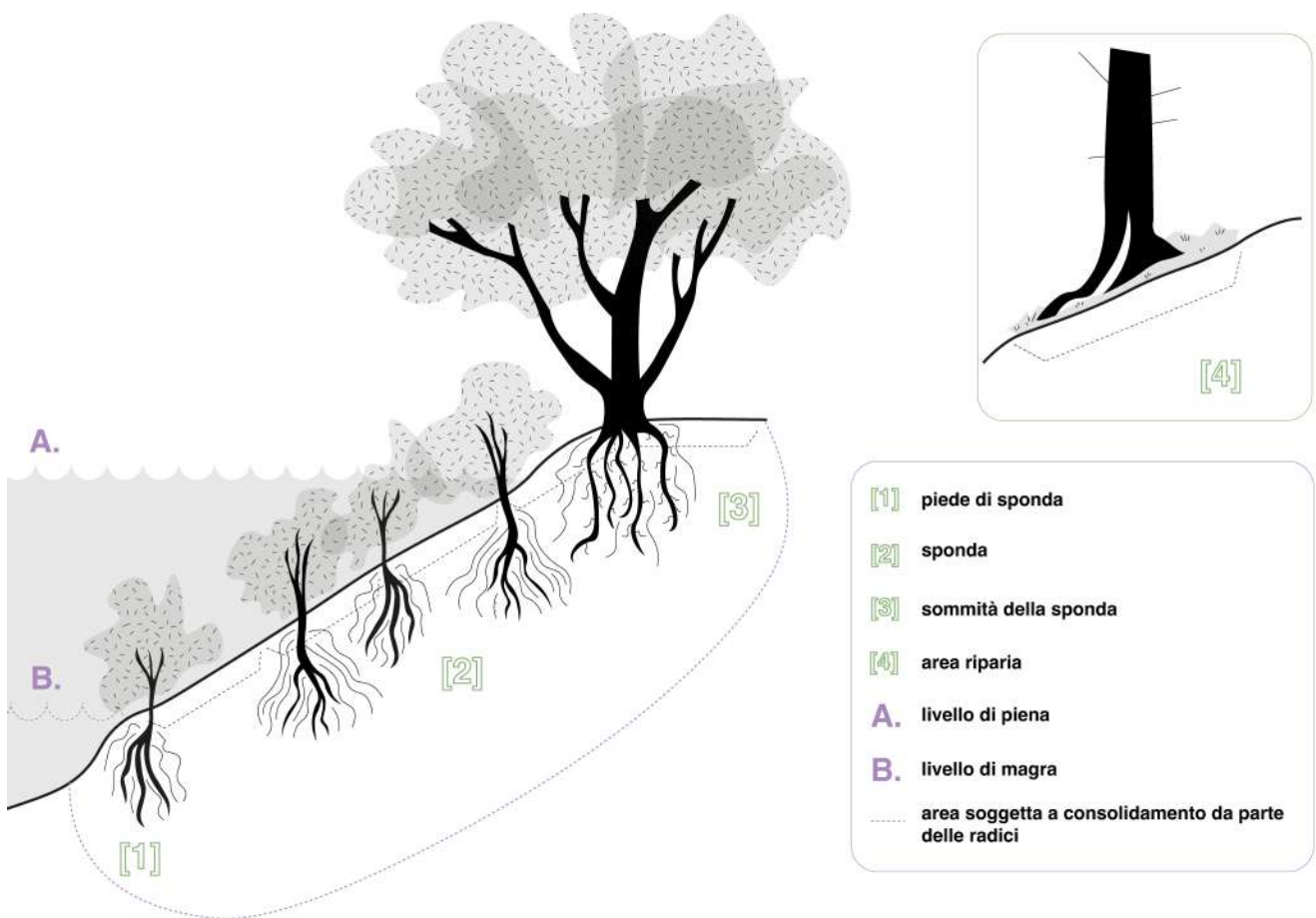
L'importanza di ricostituire gli ecosistemi acquatici delle città è un tema molto attuale. Nel corso del tempo, la necessità di estendere le aree agricole e il crescente sviluppo urbano e industriale hanno portato ad un sempre maggiore danneggiamento ecosistemico dei corpi idrici, di volta in volta modificati a seconda delle esigenze antropiche. A questo sfruttamento è seguita un'estesa frammentazione degli ecotoni ripariali, con conseguente perdita di biodiversità.

In epoca recente, lo sviluppo della consapevolezza del valore ecologico dei corsi d'acqua ha portato al ripensamento dei tratti fluviali urbani, in cui diventa necessario trovare il giusto compromesso fra le esigenze antropiche e quelle ecosistemiche. La vegetazione ripariale rappresenta un ecotono di transizione fra l'ambiente acquatico e quello terrestre, ed è ricca di biodiversità. Dal punto di vista ecologico, le piante sulle sponde fluviali hanno una funzione di vitale importanza: rappresentano il punto di partenza attorno a cui ruota il ciclo ecologico ed alimentare del fiume. Gli alberi e gli arbusti sulle rive dei corsi d'acqua vengono popolati dagli insetti, che si nutrono delle foglie e vi depongono le uova. La presenza di invertebrati attira l'avifauna, che a sua volta trova alimento e riparo sugli alberi, i quali, grazie alla vicinanza all'acqua, diventano tappa fondamentale del processo migratorio. Cadendo nell'acqua, gli insetti diventano cibo per i pesci, che trovano un importante rifugio fra le radici arboree che giungono fino al letto del fiume. La vegetazione dunque, apporta nutrimento ai consumatori primari che popolano l'ecosistema fluviale, e allo stesso tempo, grazie alla sua capacità di rimozione degli inquinanti, evita i danni prodotti dall'eutrofizzazione fluviale.



- [1] l'ombreggiamento mantiene le acque fresche ed ossigenate
- [2] tra la vegetazione molti insetti trovano rifugio e gli uccelli nidificano
- [3] le radici sommerse sono un ottimo rifugio per i pesci

Le chiome degli alberi, inoltre, apportano un ombreggiamento funzionale alla vita degli animali acquatici. Il riscaldamento eccessivo dell'acqua infatti, oltre ad abbassare la concentrazione di ossigeno disciolto, per il troppo calore potrebbe portare alla morte dell'ittiofauna. L'ombreggiamento evita anche la proliferazione delle piante acquatiche, il cui accrescimento incontrollato tenderebbe ad ostruire l'alveo. Vista l'importanza vitale data dalla vegetazione ripariale negli ecosistemi fluviali, diventa fondamentale agire sul territorio urbano attuando strategie per la riqualifica delle sponde dei corsi d'acqua. La rete ecosistemica delle città risulta spesso frammentata dalla presenza delle arterie stradali e ferroviarie, che creano delle aree ecologicamente isolate le une dalle altre. In queste aree gli animali rimangono confinati, e localmente



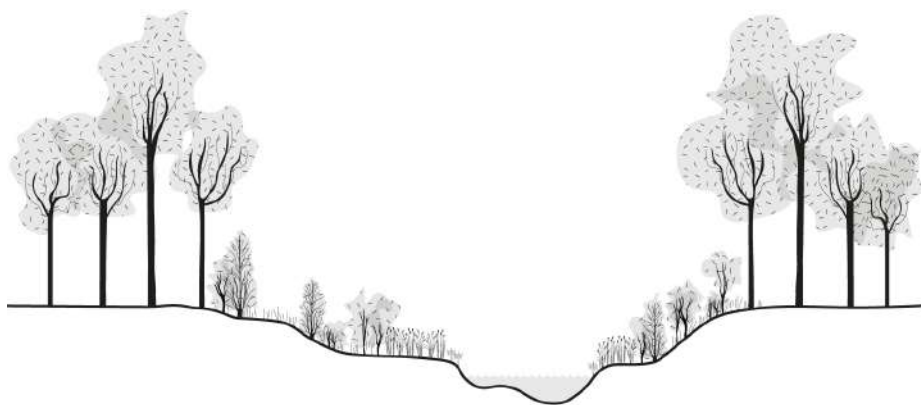
Rielaborazione grafica. Fonte: Autorità di bacino interregionale del Fiume Magra, 1998. ELEMENTI DI PROGETTAZIONE AMBIENTALE DEI LAVORI FLUVIALI

rischiano di estinguersi; per far fronte a questa criticità, si può tentare di deframmentare la rete ecologica inserendo sottopassi e sovrappassi faunistici. Il primo elemento su cui intervenire per consentire lo spostamento degli animali e il rimescolamento delle specie, tuttavia, dovrebbe essere proprio il corso d'acqua, che rappresenta il principale corridoio ecologico urbano e che su larga scala collega gli ecosistemi che fanno parte di tutto il bacino. Altro fattore da tenere in considerazione nella progettazione del verde ripariale, è la sicurezza idraulica dell'alveo. In generale, la presenza di vegetazione fluviale apporta una riduzione del rischio idraulico del bacino idrografico, in quanto all'aumento della scabrezza del letto fluviale e della resistenza alla corrente segue la riduzione dei picchi di piena. Le radici delle piante svolgono un'importante

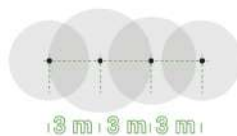
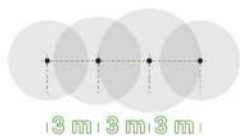
azione antierosiva e compattano il suolo ripariale, conferendo stabilità all'alveo. Localmente tuttavia, bisogna prestare attenzione all'inserimento di vegetazione ed evitare che questa possa indurre fenomeni di esondazione. Nel corso del tempo, le modifiche sull'alveo fluviale legate alla crescente urbanizzazione, hanno comportato la riduzione delle sezioni dei corsi d'acqua; e in presenza di sezioni ridotte, è più probabile che la vegetazione risulti sfavorevole e aumenti il rischio di allagamenti.

Indicazioni progettuali

Il progetto della vegetazione ripariale deve essere svolto nel rispetto della Normativa Vigente per la località di intervento. Qualora la Normativa consenta la piantumazione di specie vegetali in prossimità del corso d'acqua, al progetto dovrà precedere un'approfondita analisi del sito dove verranno piantate le specie arboree. Gli aspetti fondamentali da conoscere sono le caratteristiche morfologiche del luogo, il contesto urbano in cui si trova, le condizioni climatiche e ambientali. L'obiettivo progettuale da raggiungere dovrà essere tarato sulla base delle caratteristiche idrologiche del corso d'acqua; in particolare, è necessario essere a conoscenza dei livelli idrici relativi alle portate di magra e di massima piena, per definire la distanza tra l'asse fluviale e i sestri di impianto. Buona norma è quella di impiantare le specie vegetali oltre il limite del livello di massima piena, allontanandosi dall'alveo di modellamento, onde evitare fenomeni di esondazione. In generale, se si dispone di una fascia di larghezza pari a circa 10 metri lungo il corso d'acqua, si consiglia di disporre 4 filari di alberi ad una distanza di 3 metri l'uno dall'altro, scegliendo specie con diversa classe di grandezza in modo da ottenere in sezione un profilo vegetale omogeneo. Se si prevede di lasciare le alberature a crescita spontanea, nel sesto d'impianto bisognerà considerare l'ingombro della chioma nel suo massimo sviluppo. Quando si sceglie di piantare alberi per scopi paesaggistici e ricreativi, come nel Parco Fluviale, le specie vegetali devono essere integrate



a percorsi pedonali e ciclabili, sempre garantendo la permeabilità ecologica fra gli ambienti vegetati. E' importante che la vista del corso d'acqua sia sempre visibile al fruitore del Parco, per favorire la connessione fra l'ambiente ripariale e gli abitanti della città. Per questo motivo, è consigliabile progettare la vegetazione ripariale planimetricamente disposta in macchie ellittiche irregolari (di circa 40-60 mq) lungo il corso d'acqua, tra le quali lasciare spazi aperti erbosi privi di vegetazione o con alberi e arbusti singoli.



Specie vegetali

Le specie vegetali devono essere scelte in modo da garantire un buon grado di biodiversità vegetale, tenendo anche in considerazione quelli che sono i potenziali effetti avversi dovuti all'utilizzo di un eccessivo numero di specie. Da un lato, una vegetazione variegata garantisce una maggiore resistenza agli attacchi parassitari e una migliore funzione estetica, dovuta alla varietà delle classi di grandezza, alla colorazione e forma delle foglie, e al portamento della chioma. Dall'altro lato però, specie vegetali diverse comportano una maggiore difficoltà legata alla manutenzione. La scelta delle specie dovrà quindi tenere in considerazione entrambi questi aspetti, combinando insieme 3-4 specie arboree con altrettante specie arbustive.

Sono da prediligere le specie con buone caratteristiche estetiche in termini di colore, fioritura e profumazione, scegliendo ad esempio il *Prunus avium*. Importante funzione delle alberature del Parco sarà quella di offrire ombreggiatura ai fruitori; sarà dunque opportuno prevedere anche l'inserimento di specie con chioma densa e sporgente, come l'*Alnus glutinosa*.

Sulla base di queste esigenze, le seguenti specie vegetali ripariali e igrofile sono state selezionate come idonee all'impianto nel Parco Fluviale.



Acer campestre



Cercis siliquastrum



Quercus robur



Cornus mas



Euonymus europaeus



Sambucus nigra

Lista potenziali specie arboree

- Acer campestre
- Alnus glutinosa
- Cercis siliquastrum
- Carpinus betulus
- Fraxinus excelsior
- Malus sylvestris
- Prunus avium
- Quercus robur
- Salix alba

Lista potenziali specie arbustive

- Cornus mas
- Cornus sanguinea
- Crataegus monogyna
- Euonymus europaeus
- Salix purpurea
- Sambucus nigra

c. La vegetazione nelle aree parcheggio



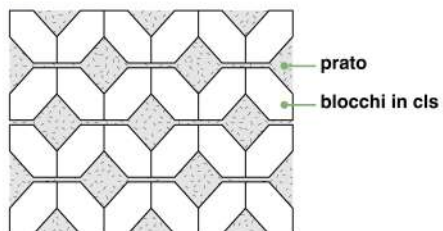
Indicazioni generali

I parcheggi sono spazi pubblici che si prestano bene ad essere parzialmente convertiti ad aree verdi. In un contesto urbano altamente edificato e con alte percentuali di pavimentazioni impermeabili, il ripristino parziale del filtraggio idrico del suolo offre un contributo importante nella riduzione del rischio idraulico della città. L'inserimento di specie arboree nelle piastre parcheggio comporta inoltre un aumento delle superfici ombreggiate, e contribuisce all'attenuazione delle isole di calore.

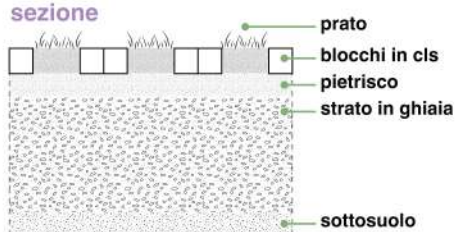
Progettare i parcheggi integrati alla vegetazione contribuisce ad aumentare il comfort psichico ed ambientale degli abitanti, a ridurre l'inquinamento dell'acqua e dell'aria della città, e rappresenta una scelta strategica anche per la riqualificazione estetica degli spazi.

grigliato in cls inerbiti

pianta

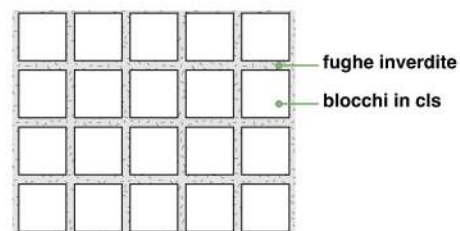


sezione

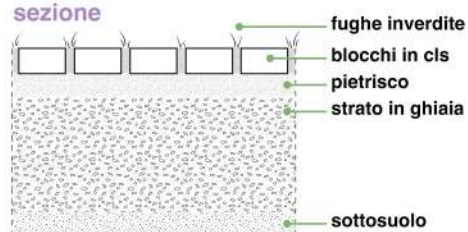


masselli con fughe inerbite

pianta



sezione



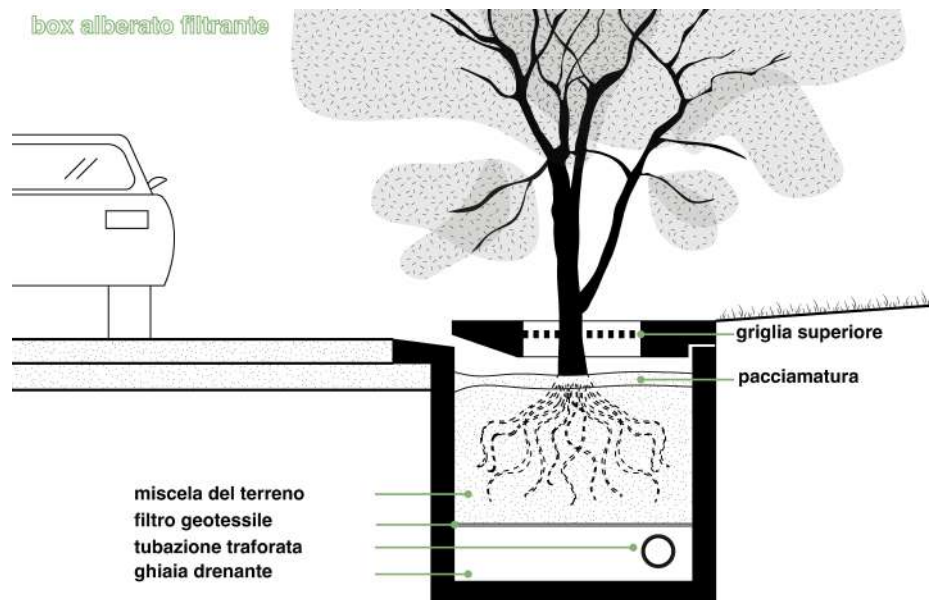
Rielaborazione grafica. Fonte: PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE, Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'ambiente, 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche

Indicazioni progettuali

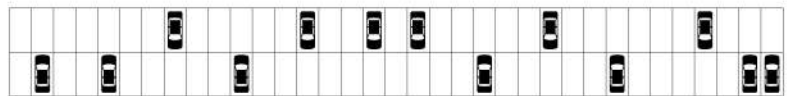
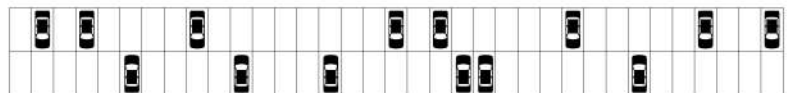
L'inserimento delle alberature nelle aree parcheggio deve essere svolto nel rispetto della Normativa Vigente per la località di intervento, e in conformità al Codice della Strada. Per aumentare la percentuale di superfici verdi, si possono sfruttare gli spazi inutilizzati vicino alla strada e agli edifici presenti, e si può agire andando a ridurre il numero degli stalli parcheggio, convertendo parte di essi in aree permeabili alberate. In questo caso la singola zona verde che si ottiene avrà le dimensioni dello stallo, pari a 5 m x 2,5 m. Gli stalli verdi potranno essere ripensati inserendo singoli alberi o filari oppure box alberati filtranti.

box alberati filtranti sono delle aree di biofiltrazione che aiutano nella gestione delle acque superficiali urbane. Sono costituiti da un box in calcestruzzo, plastica o acciaio che viene interrato e riempito con materiale con buone capacità drenanti. Le acque di dilavamento vengono convogliate all'interno del box filtrante; qui vengono depurate dal substrato e dai microrganismi, prima di confluire nel terreno o nel sistema di scarico. All'interno dei box filtranti andranno inserite specie arboree con buone caratteristiche di resistenza agli inquinanti presenti nelle acque urbane e a cicli di siccità alternata a pioggia. Le pavimentazioni dei posteggi dovrebbero essere progettate o sostituite con pavimentazioni permeabili, qualora sia possibile la riconversione. Queste pavimentazioni drenanti consentono l'infiltrazione della pioggia nel terreno, e vengono realizzate con asfalti porosi, pietre, o grigliati. Le intercapedini vuote vengono riempite con terreno fertile ed erba. Le caratteristiche di questa tipologia di manto fanno sì che gli inquinanti presenti nell'acqua vengano rimossi per

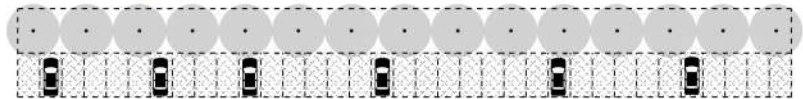
opera del terreno, dei microrganismi e delle piante. La percentuale di permeabilità offerta varia in base alla tipologia di pavimentazione. Affinché l'intervento apporti un miglioramento dal punto di vista della gestione delle acque di ruscellamento, la progettazione deve prendere in esame alcuni aspetti, e in particolare le caratteristiche geologiche del terreno originario e della sua permeabilità. Dovrà essere valutata la quantità di acqua che la pavimentazione dovrà assorbire e il volume di traffico da supportare. Di norma è bene prevedere un sistema fognario di troppo pieno a supporto della pavimentazione. Le piastre parcheggio sono caratterizzate dalla presenza di pavimentazioni generalmente asfaltate e impermeabili. (cfr. immagine pg successiva)



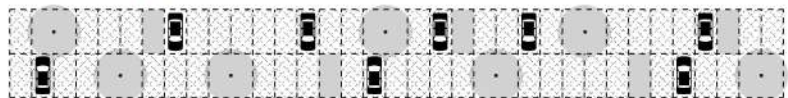
piastra parcheggio priva di vegetazione



soluzione [1]



soluzione [2]



Rielaborazione grafica. Fonte: Comune di Padova, 2022. IL PIANO DEL VERDE DEL COMUNE DI PADOVA

soluzione [1]



filari alberati



parcheggi con pavimentazione
drenante inverdita

soluzione [2]



alberi isolati



parcheggi con pavimentazione
drenante inverdita

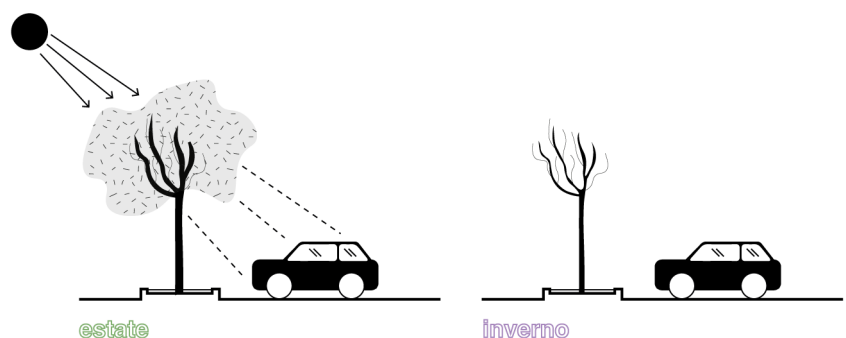


aiuole

Nell'immagine di fianco si riporta la schematizzazione esemplificativa di una piastra parcheggio priva di vegetazione. Una prima soluzione progettuale potrebbe consistere nella sostituzione parziale o totale delle pavimentazioni impermeabili con le pavimentazioni drenanti precedentemente esposte, e nella sostituzione di una consistente parte degli stalli con aiuole destinate ad accogliere filari alberati e verde tappezzante. Qualora non fosse possibile sostituire le piastre parcheggio con filari alberati, è possibile adottare una seconda soluzione, che prevede la conversione di singoli stalli parcheggio in aree verdi che vadano ad accogliere alberi isolati. Anche in questo caso, buona norma progettuale consiste nella sostituzione, ove possibile, delle pavimentazioni impermeabili con superfici drenanti.

Specie vegetali

La scelta delle specie vegetali da utilizzare deve essere fatta tenendo in considerazione le caratteristiche proprie delle essenze arboree; dovrà essere valutata la capacità di stoccaggio di anidride carbonica e inquinanti, il grado di allergenicità, lo sviluppo pollonifero e radicale. Sono da prediligere le specie arboree con apparato radicale fittonante o fascicolato, evitando la messa a dimora di alberi con radici superficiali, che potrebbero interferire con le superfici impermeabili. Sono inoltre da evitare le specie con possibile sviluppo parassitario, e quelle che producono spine o frutti voluminosi. Saranno da preferire le specie con chioma densa e sporgente, ottimizzandone la posizione e l'orientamento, in modo da restituire un ombreggiamento efficace ai posti auto. L'ombreggiamento dei posti auto dovrà essere favorito in estate ed evitato in inverno: per questo motivo si consiglia di inserire nel progetto specie arboree caducifoglie, che consentano il passaggio dei raggi solari nei mesi freddi dell'anno.



Rielaborazione grafica. Fonte: Comune di Padova, 2022. IL PIANO DEL VERDE DEL COMUNE DI PADOVA

Le specie arboree scelte dovranno avere buone prestazioni in termini di stoccaggio degli inquinanti e buone caratteristiche di resistenza.

A ciascun albero dovrà essere destinata un'aiuola con area pari ad almeno 4 metri quadri, e un'area di pertinenza con pavimentazione permeabile. Si consiglia di utilizzare alberi di seconda grandezza, che generalmente hanno un'area di pertinenza che rientra in una circonferenza di raggio 3 metri, dove il tronco dell'albero si trova al centro. La restante parte delle superfici destinate a verde dovranno essere saturate con specie erbacee.



Acer pseudoplatanus



Liriodendron tulipifera



Gleditsia triacanthos

Lista potenziali specie arboree

- Acer campestre
- Acer pseudoplatanus
- Acer rubrum
- Aesculus hippocastanum
- Albizia julibrissin
- Carpinus betulus
- Fraxinus ornus
- Gleditsia triacanthos
- Liriodendron tulipifera
- Morus alba "Fruitless"
- Ostrya carpinifolia
- Prunus pissardi
- Quercus robur

b. Le alberature stradali

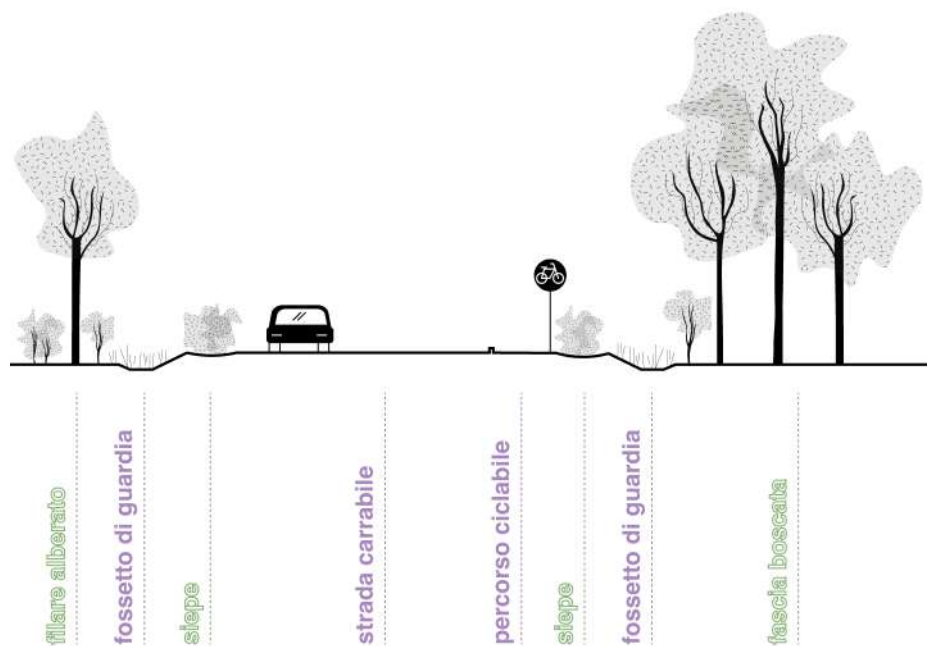


Indicazioni generali

L'integrazione degli alberi nel progetto stradale nasce da un legame antico; in passato, esse avevano la principale funzione di rendere ben visibili i percorsi. Oltre alla funzione di riconoscibilità, gli alberi posti ai margini delle strade rendevano più solido il terreno grazie alla presenza delle radici, offrivano ombra ai viandanti nel caldo estivo e riparo dalle intemperie nei mesi invernali. Dal punto di vista della sussistenza, potevano restituire legna e frutti di cui cibarsi durante il cammino. A partire dalla seconda metà del '900, le specie arboree lungo le strade sono diminuite drasticamente. Oggi invece, con l'aumento della domanda di spazi urbani verdi accessibili dai cittadini, si presenta la necessità di ricreare quel legame; la strada torna ad essere uno dei principali punti urbani da pensare e progettare in maniera integrata alle alberature, per ridurre gli effetti dell'inquinamento sulle città e incrementare i luoghi di incontro e passaggio per i cittadini. Le alberature stradali rappresentano una piccola parte della componente arborea urbana, ma giocano un ruolo importante sia dal punto di vista del comfort climatico, sia sul lato estetico ed economico degli immobili. Oltre ad apportare innumerevoli benefici ecologici, gli alberi strategicamente sistemati nello spazio urbano offrono numerosi servizi come l'ombreggiamento, il raffrescamento e la mitigazione delle isole di calore. Se sistemati in prossimità di edifici, aiutano a schermare i raggi solari estivi, riducendo il carico termico e determinando un minore utilizzo degli impianti di condizionamento. I benefici dovuti alla presenza del verde interessano anche il benessere degli abitanti in termini di salute fisica (soprattutto

respiratoria) e mentale, generando un impatto positivo anche sulla percezione della sicurezza. La creazione di aree verdi alberate all'interno delle città e vicino alle strade è la strategia più economica ed efficiente per ridurre la concentrazione di anidride carbonica e inquinanti atmosferici. Bisogna infatti ricordare che anche se la capacità di riduzione della concentrazione di inquinanti nell'aria da parte del verde urbano è funzione di molte variabili (specie vegetale, età, andamento del vento, larghezza e porosità della struttura, tipo di contaminante considerato, etc.), l'entità della captazione e la conseguente riduzione di concentrazione nell'aria, nella maggior parte dei casi, è proporzionale alla vicinanza delle specie vegetali alla sorgente di emissione e tende a ridursi man mano che ci si allontana.

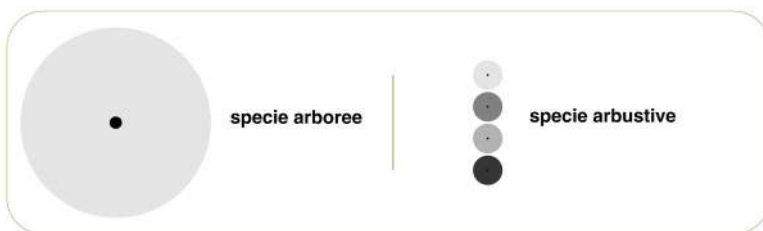
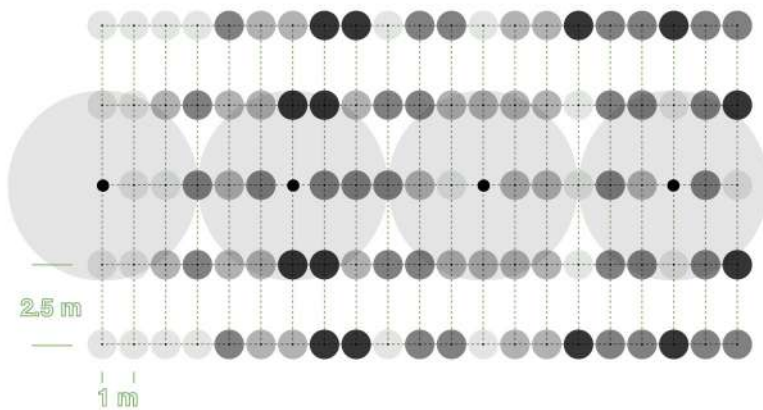
sezione stradale tipo



Indicazioni progettuali

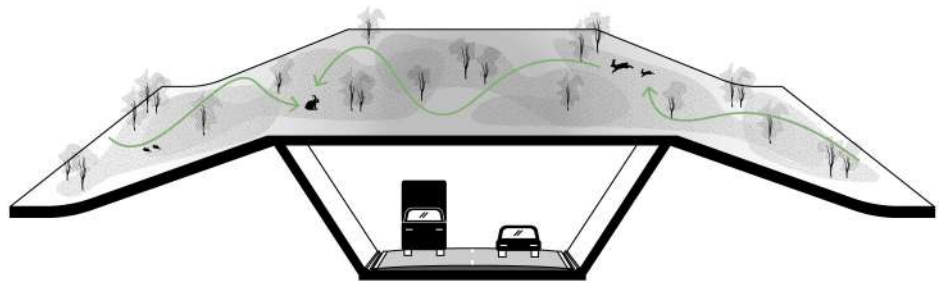
Il progetto delle alberature stradali deve essere svolto nel rispetto della Normativa Vigente per la località di intervento, e in conformità al Codice della Strada. Immaginando di poter realizzare una fascia vegetale con larghezza pari ad almeno 10 metri, e costituita da un filare centrale di alberi, un buon criterio di progettazione consiste nell'integrare il filare di alberi ad una fascia di arbusti distribuiti su cinque file distanti 2,5 metri l'una dall'altra, e in cui la fila centrale di arbusti si distribuisce in punti collineari al filare alberato. Nel sesto d'impianto, la distanza minima tra arbusto-arbusto e arbusto-albero sarà di 1 metro. L'inserimento di alberature lungo le infrastrutture stradali contribuisce allo sviluppo di nuovi corridoi ecologici, che devono essere opportunamente progettati per essere integrati all'ecosistema locale. Per assicurare la sopravvivenza e la tutela della vita degli animali, diventa fondamentale progettare la connessione fra le alberature stradali, separate dal manto asfaltato. La connessione fra i due corridoi ecologici si ottiene grazie alla progettazione di passaggi per la fauna, inserendo anche interventi che impediscano fisicamente l'attraversamento stradale da parte degli animali. La localizzazione dei punti di intervento deve essere fatta sulla base di un'analisi della biodiversità locale condotta da esperti del settore, che permetta di verificare la qualità della rete ecologica in termini di permeabilità faunistica e di individuare i più probabili punti di interferenza con l'infrastruttura stradale. Ciascuna specie possiede esigenze ecologiche differenti; solitamente risulta difficile trovare un elemento di connessione che sia idoneo a tutte le

Indicazioni di impianto delle specie arbustive

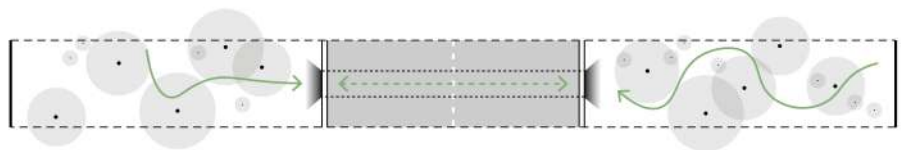
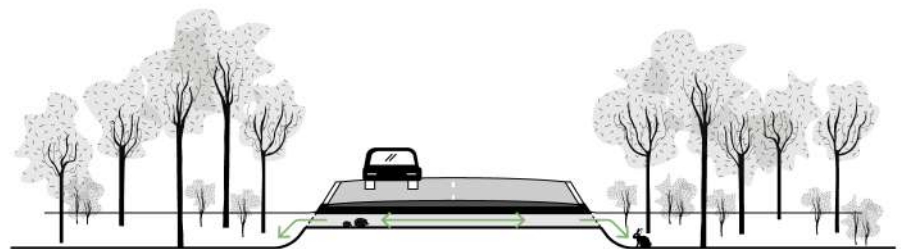


specie animali del territorio, e pertanto generalmente si utilizza la tipologia di passaggio adatto alla specie presente più a rischio. I passaggi sono condotti artificiali posti perpendicolarmente all'asse stradale, che si dividono principalmente in sottopassi e sovrappassi. Dovrebbero essere considerati fin da subito come parte fondamentale del progetto stradale; buona norma sarebbe quella di inserirne uno ogni duecento metri circa. Possono anche essere realizzati sulle infrastrutture esistenti rendendo idonei elementi già presenti, a patto che l'uscita sul lato opposto risulti chiaramente visibile. Il posizionamento della vegetazione assume un ruolo importante nel garantire la sopravvivenza delle specie animali. Gli alberi e gli arbusti dovranno essere posizionati in modo da invitare la fauna ad attraversare i sovrappassi e sottopassi presenti (anche attraverso

sovrappasso faunistico



sottopasso faunistico



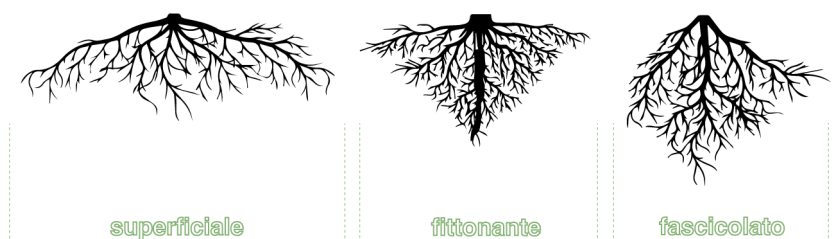
l'utilizzo di recinzioni), e avrà inoltre la funzione di schermare la vista dei veicoli. In presenza di densi strati di vegetazione, le alberature stradali portano anche all'innalzamento della traiettoria di volo degli uccelli che volano in prossimità dell'infrastruttura, evitando così che vi si avvicinino. Non sempre è possibile progettare vere e proprie fasce boscate lungo le strade. In presenza di estese superfici mineralizzate, come ad esempio nei centri urbani delle città, le scarse aree destinate a verde fanno sì che l'inserimento di alberature debba spesso limitarsi alla messa a dimora di alberi singoli o disposti lungo un unico filare. A seconda che ci si trovi in una zona industriale, periferica o nel centro storico della città, le strade possiedono attributi diversi, e le alberature devono essere progettate di conseguenza, in funzione delle caratteristiche dell'infrastruttura

e del contesto urbano. Le strade possono variare per dimensione, per numero di corsie, per larghezza dei marciapiedi, per la presenza di parcheggi e piste ciclabili. In base a queste caratteristiche, gli alberi possono essere disposti in filari lateralmente alla strada, al centro lungo aiuole che separano le corsie di marcia, o ancora all'interno di singole aiuole permeabili in corrispondenza dei marciapiedi. In un ambiente edificato, particolare attenzione dovrà essere posta alle caratteristiche della chioma della specie scelta. In particolare, saranno da prediligere alberi con classe di grandezza dipendente dallo spazio disponibile, e con chioma fastigiata. Nel caso di messa a dimora di singoli alberi su superfici impermeabili, un buon criterio progettuale consiste nel piantare l'albero all'interno di un box filtrante.

Specie vegetali

La scelta delle specie vegetali da utilizzare deve essere fatta tenendo in considerazione le caratteristiche proprie delle essenze arboree; dovrà essere valutata la capacità di stoccaggio di anidride carbonica e inquinanti, il grado di allergenicità, lo sviluppo pollonifero e radicale. Nel progetto di alberature stradali, bisogna prediligere la scelta di specie con apparato radicale fittonante o fascicolato, evitando la messa a dimora di alberi con radici superficiali, che andrebbero ad interferire con il manto stradale apportando danni all'infrastruttura e alla pianta stessa. Da evitare sono inoltre le specie che presentano elevata probabilità di sviluppo parassitario. Nel progetto dei filari alberati, buona norma sarebbe la scelta di utilizzare almeno due essenze arboree diverse, al fine di attenuare gli effetti dovuti a eventuali attacchi parassitari. Altro elemento da tenere in considerazione è l'aspetto estetico della specie, e dunque le sue caratteristiche fogliari in termini di caducità e colore, la forma della chioma e la produzione di frutti. Per aumentare la biodiversità del corridoio ecologico, diventa utile l'inserimento di

APPARATO RADICALE



specie vegetali che producono frutti che attirano gli animali. Bisogna infine valutare le caratteristiche del luogo di impianto, assicurandosi che lo spazio sia sufficiente ad accogliere l'ingombro della pianta nel suo massimo sviluppo. Tenendo conto di tutti questi aspetti, è stata stilata una lista con esempi di specie arboree e arbustive da ritenersi idonee all'inserimento lungo l'infrastruttura stradale. Per facilitare la gestione delle alberature stradali, è sempre bene scegliere gruppi di specie con le medesime necessità manutentive.



Aesculus hippocastanum



Cupressus sempervirens



Prunus spinosa

*clone resistente al cancro colorato.

Lista potenziali specie arboree

- Acer campestre
- Aesculus hippocastanum
- Carpinus betulus
- Cercis siliquastrum
- Cupressus sempervirens
- Fraxinus oxycarpa
- Liquidambar styraciflua
- Liriodendron tulipifera
- Quercus ilex
- Quercus robur
- Parrotia persica
- Platanus x acerifolia*
- Pyrus calleryana

Lista potenziali specie arbustive

- Cornus mas
- Cornus sanguinea
- Crataegus monogyna
- Prunus spinosa
- Sambucus nigra

Sezioni tipo

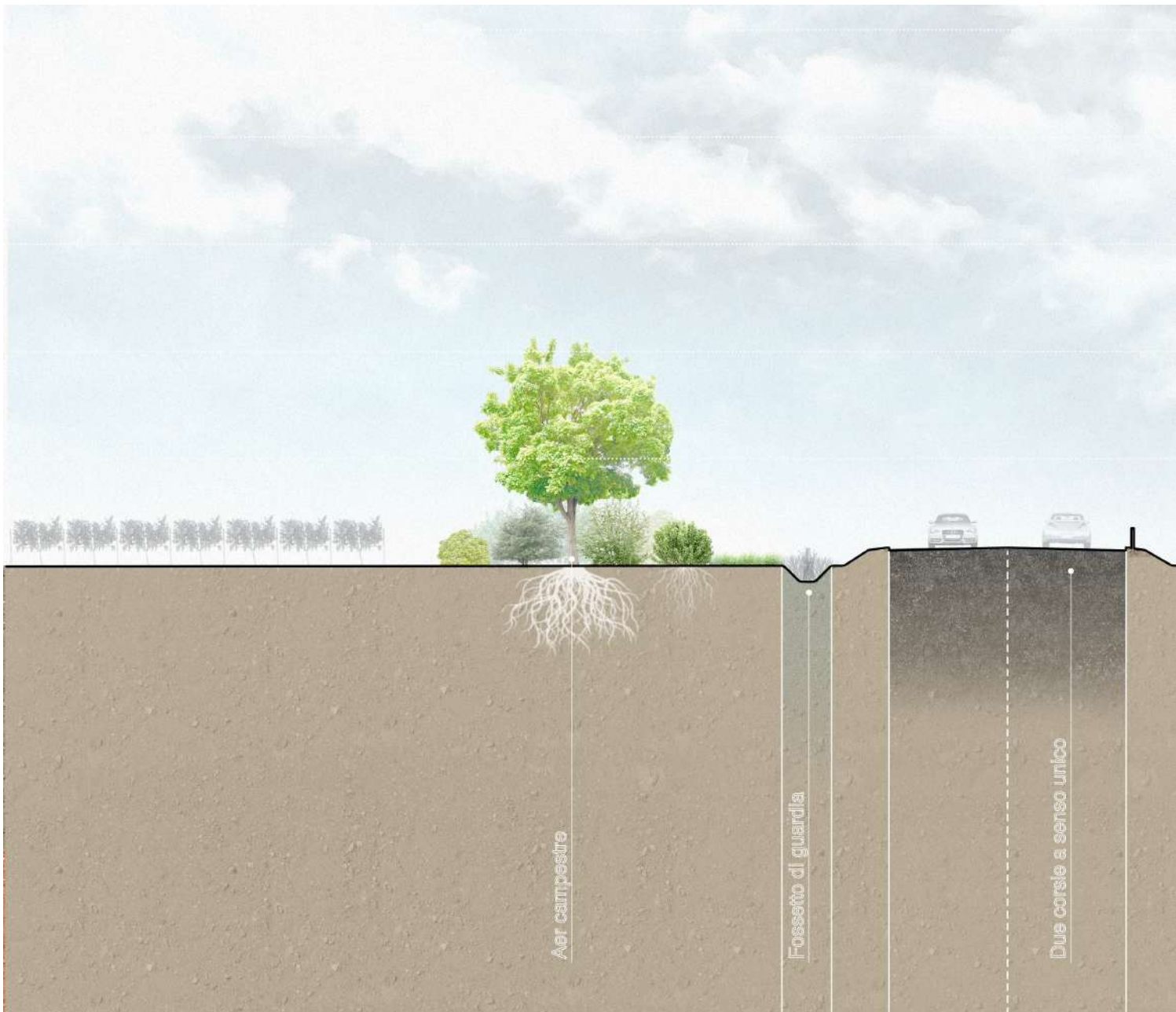
Di seguito vengono illustrate alcune sezioni tipo del progetto della nuova Circonvallazione del Comune di Campi Bisenzio, che sono state prese in esame per restituire delle Linee Guida grafiche sull'inserimento delle alberature lungo questa tipologia di strada. Il progetto della nuova Circonvallazione prevede la riqualificazione e l'inserimento di nuove strade principalmente di categoria periurbana. In particolare, nella zona Est del Comune è in fase di progettazione il collegamento stradale dalla rotatoria di Via Padule alla rotatoria di Via Prunaia. Nella parte a Ovest della bretella, è presente un'area che si estende per circa 30 metri che sarà destinata a verde pubblico. Il progetto prevede inoltre l'inserimento di alberature lungo le strade già esistenti della Circonvallazione di Capalle a Nord del Comune, e lungo la Circonvallazione Sud, dove una fascia di terreno di circa 40 metri verrà acquisita da parte del Comune e potrà essere alberata. Sempre in fase di progettazione è la grande fascia alberata della Greenline, che correrà ad arco nella zona periurbana ad Ovest del Comune, (cfr. Capitolo 5) e che sarà affiancata da una nuova strada di prolungamento della Circonvallazione Sud a partire dalla rotatoria di Via Barberinese fino a ricongiungersi alla Circonvallazione di Capalle.

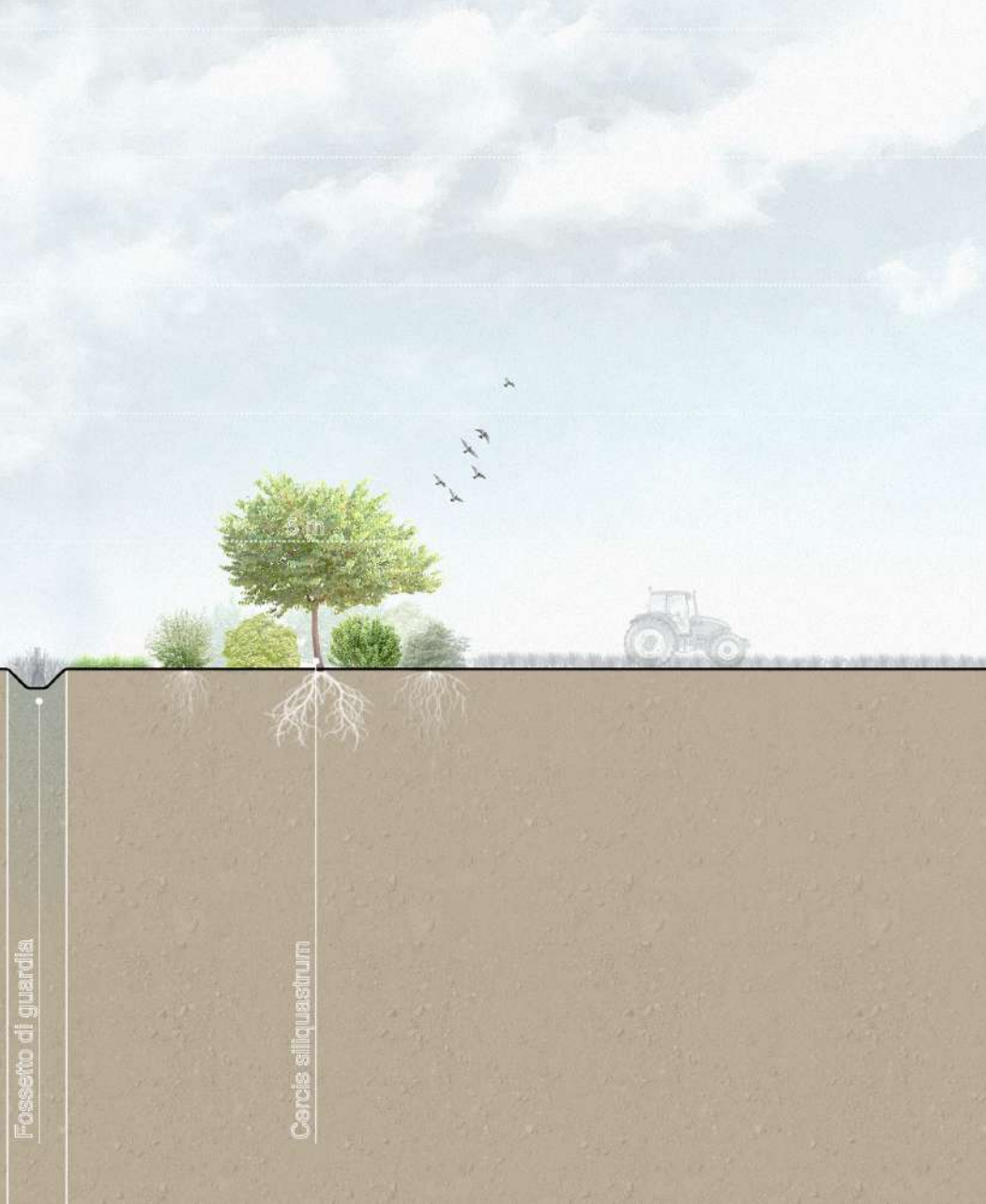


capalle •

circonvallazione sud •

bretella est •





sezione - capalle







sezione - bretella est





Acer campestre

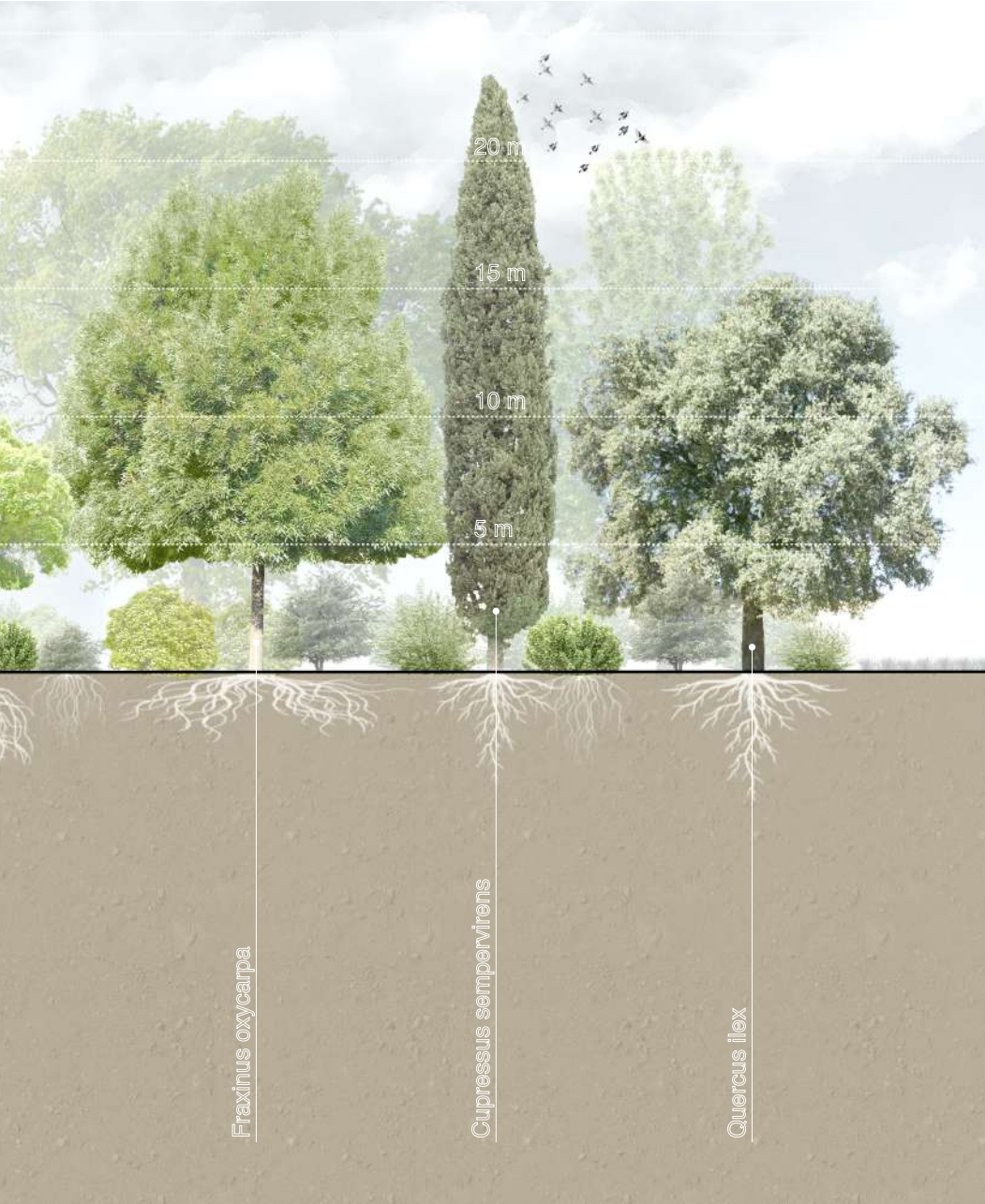
Fossetto di guardia

Circonvallazione SUD

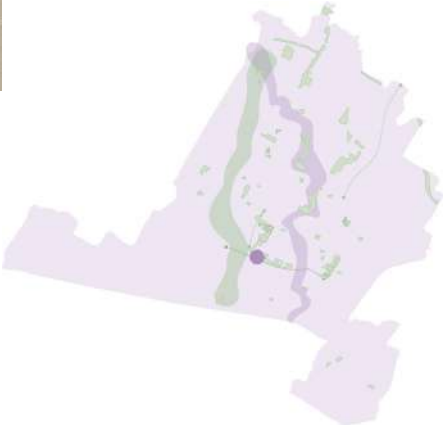
Pista ciclabile

Fossetto di guardia

Acer campestre



sezione - circonvallazione sud





Aspetti manutentivi

La messa a dimora di nuove piante è un'operazione che necessita di competenze specifiche e di una corretta preparazione tecnica. I nuovi alberi sopravviveranno solo se correttamente irrigati, con impianti di irrigazione ad hoc o con irrigazioni di soccorso da prevedersi durante la stagione primaverile-estiva. Le alberature devono essere gestite tenendo conto della sicurezza dei luoghi e delle persone che li frequentano e, nello stesso tempo, cercando di mantenere il più possibile in salute le piante così da massimizzarne gli effetti benefici.

In generale deve essere previsto un piano di cura del patrimonio arboreo comunale con una programmazione ciclica pluriennale. Il piano deve prevedere le potature, i vari trattamenti che comprendono la fertilizzazione, eventuali irrigazioni di soccorso. Inoltre, la manutenzione delle alberature deve essere sempre eseguita da personale tecnico specializzato.

Le operazioni di potatura devono avvenire solo se strettamente necessarie, ad esempio per rimuovere materiale vegetale secco o asportare branche o rami compromessi. Oltre al piano di cura deve essere previsto un controllo periodico e continuativo delle alberature e i dati relativi ai controlli devono essere registrati. Dai controlli periodici possono essere inseriti interventi o consigliate analisi specifiche.

La manutenzione della vegetazione ripariale deve essere volta al mantenimento della sicurezza idraulica dell'alveo e a garantire la conservazione del ruolo ecosistemico del corridoio ecologico. In particolare, si deve evitare che la vegetazione vada ad ostruire la sezione ostacolando il regolare deflusso dell'acqua, sempre ricordando l'importanza della biodiversità ripariale. Buona norma consiste nell'apportare tagli

di vegetazione solo quando questa viene identificata come pericolosa dal punto di vista della sicurezza idraulica.

In presenza di box alberati filtranti, le attività manutentive ordinarie consistono nella pulizia superficiale, mentre periodicamente dovranno essere effettuate verifiche sulla qualità del substrato, sulla struttura e sulle tubazioni in entrata e in uscita. Le attività di potatura, se previste, verranno svolte annualmente.

Le pavimentazioni permeabili inerbite dovranno essere mantenute periodicamente con attività di taglio dell'erba, e in presenza di spazi vuoti con il ripristino del materiale vegetato. Se utilizzati per parcheggi con alta frequenza diurna, si potrebbero infatti riscontrare difficoltà nel mantenimento del manto erboso, a causa della mancanza di luce e dell'irradiazione di calore dalla

parte inferiore delle autovetture. Le principali operazioni ordinarie da effettuare consistono nel controllare che la superficie del pavimento sia libera da sedimenti e assicurarsi che il sistema si prosciughi fra due eventi piovosi consecutivi. Bisogna infatti cercare di preservare la permeabilità della pavimentazione, evitando che il carico veicolare e l'accumulo dei solidi sospesi provochino l'intasamento delle aree adibite all'infiltrazione.

Bibliografia

- *Comune di Padova, 2022. IL PIANO DEL VERDE DEL COMUNE DI PADOVA*

- *COMUNE DI CAMPI BISENZIO, Città Metropolitana di Firenze, 2021. PROGETTO DEGLI INTERVENTI DI RIFORESTAZIONE, Art.4 d.l 14/10/2019, n.111 convertito, con modificazioni, dalla Legge 12/12/2019, n.141, PROGETTO DEFINITIVO, RELAZIONE TECNICA GENERALE*

- *Città Metropolitana Milano, LIFE METRO ADAPT, Strategie e misure di adattamento al cambiamento climatico nella Città Metropolitana di Milano, 2020.*
https://www.cittametropolitana.mi.it/export/sites/default/Life_Metro_Adapt/documenti/ALBERATURE-STRADALI_fin.pdf
https://www.cittametropolitana.mi.it/export/sites/default/Life_Metro_Adapt/documenti/AREE-DI-BIORITENZIONE-VEGETATE_fin.pdf
https://www.cittametropolitana.mi.it/export/sites/default/Life_Metro_Adapt/documenti/BOX-ALBERATI-FILTRANTI_fin.pdf

- *Repertorio B, Repertorio degli interventi di riqualificazione ambientale*
https://www.cittametropolitana.mi.it/export/sites/default/pianificazione_territoriale/PTCP/PTCP_2003/allegati_ptcp2003/Allegati_Rep_B.pdf

- *REGIONE PIEMONTE, Assessorato Agricoltura, Tutela della fauna e della flora, 2005. Fauna selvatica ed infrastrutture lineari. Indicazioni per la progettazione di misure di mitigazione degli impatti delle infrastrutture lineari di trasporto sulla fauna selvatica*

- *Woods Ballard B., Wilson S., Udale-Clarke H., Illman S., Scott T., Ashley R., Kellagher R., 2015. The SuDS Manual*

- *Pazzagli R., "Scienze e ricerche", n. 5, pp. 59-65, 2015. Gli alberi lungo le strade: una questione storica e ambientale*

- *Bucchi A., 2014. La storia delle strade, Relazione tenuta presso la "Scuola di Ingegneria e Architettura" della Università di Bologna*

- *Regione Emilia-Romagna, Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M. T., 2017 RIGENERARE LA CITTA' CON LA NATURA, Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici*

- *PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE, Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'ambiente, 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche*

- *Regione Toscana, Giunta Regionale, Direzione Generale Competitività del sistema regionale e sviluppo delle competenze, Area di coordinamento*

Politiche per lo Sviluppo Rurale, A cura di: G. Calamini, G. Colangelo, G. Giovannini, R. Laforzezza, F. Maetzke, B. Mariotti, S. Nocentini, F. Salbitano, G. Sanesi, A. Tani, 2013. L'impianto, la gestione e la valorizzazione multifunzionale dei boschi periurbani. interventi forestali non produttivi per la valorizzazione dei boschi

– *Regione Toscana, Giunta Regionale, Direzione Generale Competitività del sistema regionale e sviluppo delle competenze, Area di coordinamento Politiche per lo Sviluppo Rurale, 2012. Linee guida per la gestione della vegetazione di sponda dei corsi d'acqua secondo criteri di sostenibilità ecologica ed economica*

– *Autorità di bacino interregionale del Fiume Magra, 1998. ELEMENTI DI PROGETTAZIONE AMBIENTALE DEI LAVORI FLUVIALI*

– *J. Mori, A. Fini, M. Galimberti, M. Ginepro, G. Burchi, D. Massa, F. Ferrini, 2018. Air pollution deposition on a roadside vegetation barrier in a Mediterranean environment: Combined effect of evergreen shrub species and planting density*

– *J. Mori, H. M. Hanslin, G. Burchi, A. Sæbø, 2015. Particulate matter and element accumulation on coniferous trees at different distances from a highway*

STIMA DEI BENEFICI

STIMA DEI BENEFICI PRODOTTI DALLA GREENLINEE DA ALCUNE AREE DI TRASFORMAZIONE

L'obiettivo del presente Capitolo è quello di fornire una stima dell'abbattimento di gas climalteranti e delle sostanze inquinanti presenti nell'aria dovuto all'inserimento di alcuni dei progetti di deframmentazione ecologica previsti dal nuovo Piano Operativo per Campi Bisenzio. La stima è stata quantificata grazie all'ausilio di un modello matematico di simulazione, che stima le quantità di inquinanti e anidride carbonica rimossi da una data porzione di vegetazione. Un aspetto fondamentale per la fissazione del carbonio in ambiente urbano è la scelta di specie che siano idonee ad espletare tale funzione, oltre che adatte alle condizioni ambientali del sito in cui saranno messe a dimora. Nello specifico, per massimizzare la fissazione di carbonio è necessario privilegiare specie di grandi dimensioni, a rapido accrescimento e longeve, che siano resistenti alle malattie e, in ambito urbano, agli stress legati all'inquinamento. In ogni caso, è importante mantenere la copertura arborea, sostituendo prontamente gli individui morti e adottando specie in grado di riprodursi e di espandersi autonomamente in aree limitrofe all'impianto. Si consiglia inoltre di scegliere specie diverse, ma con uguali esigenze di gestione (irrigazione, potature, fertilizzazioni, etc.). In particolare, sono da privilegiare le specie con ridotte esigenze di manutenzione e che richiedono minimi interventi di potatura. Bisogna infine cercare di preservare il carbonio sequestrato nel suolo riducendo i disturbi a carico delle radici. Oltre all'anidride carbonica, le piante sono in grado di ridurre la quantità di composti inquinanti presenti nell'aria (polveri sottili, ossidi di azoto, etc.), "catturandoli" e riducendone la dispersione nell'ambiente.

Una delle caratteristiche che determina questa proprietà è rappresentata dalla morfologia e dall'anatomia delle foglie: la superficie fogliare, la dimensione e forma delle foglie e della chioma, la densità e la morfologia degli stomi, lo spessore e la struttura della cuticola sono fattori determinanti nel conferire alla specie vegetale la capacità di rimuovere inquinanti dall'aria. Inoltre, in particolare nei riguardi delle polveri sottili, la maggiore/minore capacità di cattura risulta legata alla rugosità della superficie fogliare e alla presenza di rivestimenti cerosi, di peli e altre strutture epicuticolari della foglia. Gli studi condotti dimostrano come mediamente gli alberi siano più efficienti nella cattura delle polveri rispetto agli arbusti, vista la loro maggiore superficie fogliare disponibile e grazie alla struttura articolata e complessa della chioma.

.7a Metodologia di calcolo

La stima dello stoccaggio di anidride carbonica e di inquinanti atmosferici rimossi è stata eseguita per la Greenline e per alcune delle Aree di trasformazione inserite nel Piano. Per il calcolo si è considerato di utilizzare come esempio le seguenti specie vegetali:

Specie arboree dominanti

- *Acer platanoides*
- *Aesculus hippocastanum*
- *Cupressus sempervirens*
- *Ginkgo biloba*
- *Liquidambar styraciflua*
- *Picea abies*
- *Populus alba*
- *Prunus avium*
- *Quercus cerris*
- *Quercus robur*
- *Salix alba*
- *Tilia platyphyllos*

Specie arboree dominate:

- *Acer campestre*
- *Carpinus betulus*
- *Cercis siliquastrum*
- *Fraxinus angustifolia*
- *Ligustrum lucidum*
- *Malus sylvestris*
- *Morus alba* "Fruitless"
- *Parrotia persica*
- *Prunus serrulata*

Specie arbustive:

- *Cornus mas*
- *Cornus sanguinea*
- *Corylus avellana*
- *Crataegus monogyna*
- *Euonymus europaeus*
- *Frangula alnus*
- *Laurus nobilis*
- *Ligustrum vulgare*
- *Prunus spinosa*
- *Salix caprea*
- *Salix purpurea*
- *Viburnum lantana*
- *Viburnum opulus*

Le simulazioni sono state svolte utilizzando i-Tree Eco, un'applicazione che fa parte di una suite di software (i-Tree Tools, 2015) sviluppata dal Servizio Foreste del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America (USDA) per valutare, analizzare e quantificare i benefici e la struttura del verde urbano. Questo strumento è stato progettato sulla base di valutazioni eseguite sul campo e fornisce dati dettagliati per prendere decisioni sostenibili (D. Nowak, 2013). Combina le caratteristiche delle specie arboree con informazioni sulla posizione, l'ambiente e la quantità di alberi e arbusti in base ai dati raccolti sul campo in modo da stimare la rimozione dell'inquinamento atmosferico. Molti comuni e istituzioni hanno utilizzato questo software per valutare i servizi eco-sistemici che gli alberi forniscono a una comunità (Martin et al., 2011, City of Providence 2014).

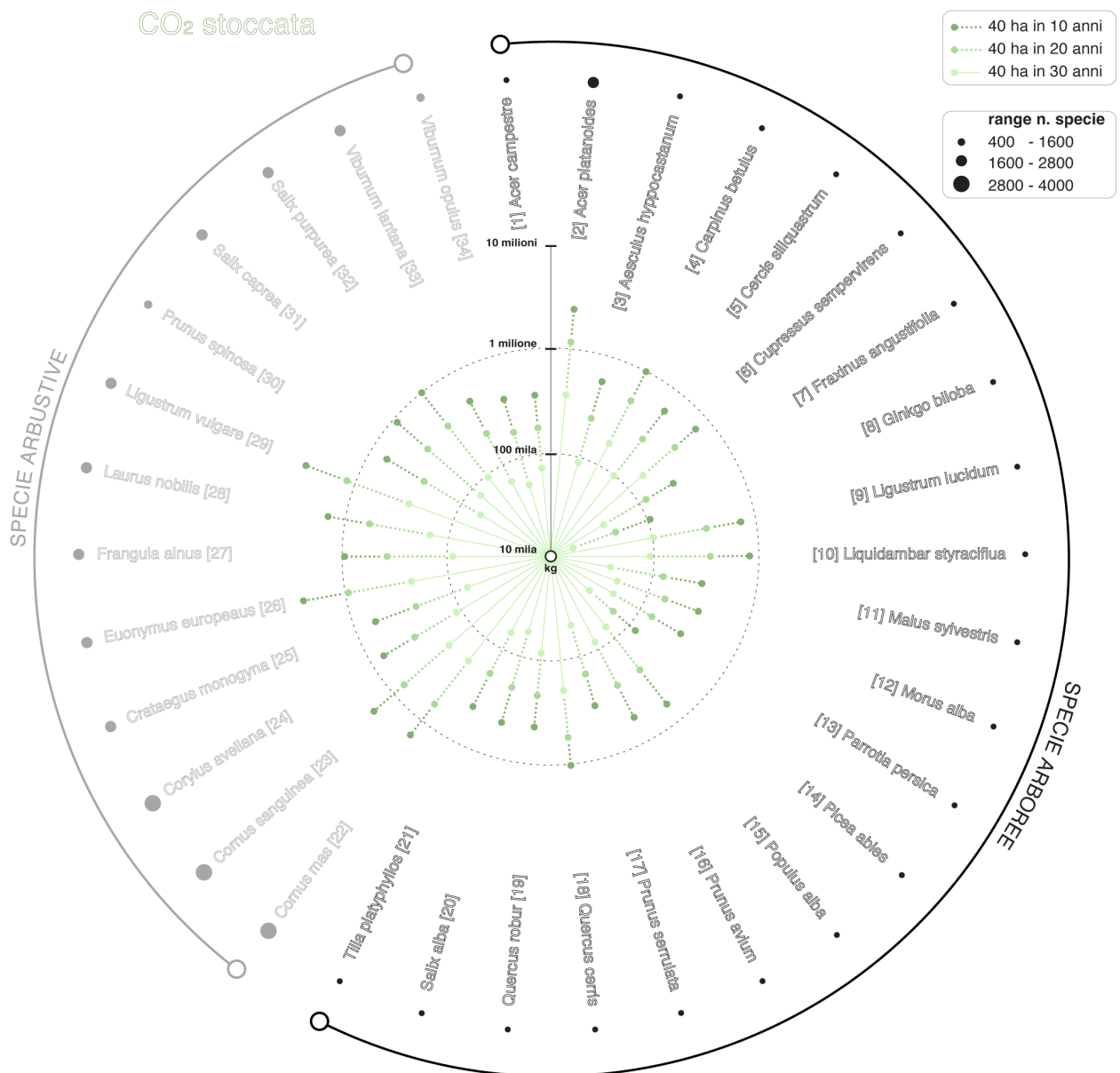
Tra i risultati che si possono ottenere modellando un progetto di forestazione urbana sono inclusi lo stoccaggio di anidride carbonica e l'abbattimento di inquinanti atmosferici come NO_2 (biossido di azoto), $\text{PM}_{2.5}$ e PM_{10} (Particulate matter). Nel calcolo sarà considerata la CO_2 stoccata definita come il "totale del carbonio presente nella pianta, accumulato dalla nascita al momento attuale, ovvero quanta CO_2 verrebbe rilasciata se noi tagliassimo la pianta e la bruciasimo."

Questo tipo di approccio richiede di fare alcune assunzioni. Ad esempio, nel modello è stato inserito che le piante messe a dimora abbiano inizialmente un diametro di 5 cm per gli alberi e 2 cm per gli arbusti e ipotizzando che ottimisticamente sopravvivranno fino a raggiungere la maturità (rateo di mortalità delle piante pari a 0%), cosa che potrà avvenire solamente nel caso in cui non sopraggiunga una malattia e che vengano adottate le opportune attività manutentive. Qualora questo non avvenga non si avrebbero gli stessi benefici stimati.

Gli abbattimenti relativi alle specie ipotizzate sono stati ottenuti utilizzando un modello previsionale con riferimento a 10, 20 e 30 anni e con riferimento a dati climatici e inquinanti validati per Campi Bisenzio nel 2015 (la banca dati per gli anni più recenti utilizzabile con il software è incompleta). Questi valori sono stati poi moltiplicati per il numero di alberi e arbusti ipotizzati per ciascuna specie in un ettaro di terreno; la stima finale è stata ottenuta moltiplicando gli abbattimenti relativi ad un ettaro di vegetazione per il numero complessivo di ettari della Greenline e delle Aree di trasformazione considerate.

.7b Greenline

La Greenline, se interamente realizzata, coprirà un'area complessiva pari a circa 40 ettari. È stato ipotizzato che, in totale, saranno messi a dimora circa 16800 alberi e circa 28800 arbusti. Nei grafici che seguono sono visibili le quantità di specie arboree ed arbustive ipotizzate per l'intera Greenline; in ciascun grafico vengono mostrati l'anidride carbonica stoccata e gli inquinanti NO₂, PM_{2.5} e PM₁₀, rimossi, rispettivamente in 10, 20 e 30 anni, dalle specie vegetali ipotizzate.

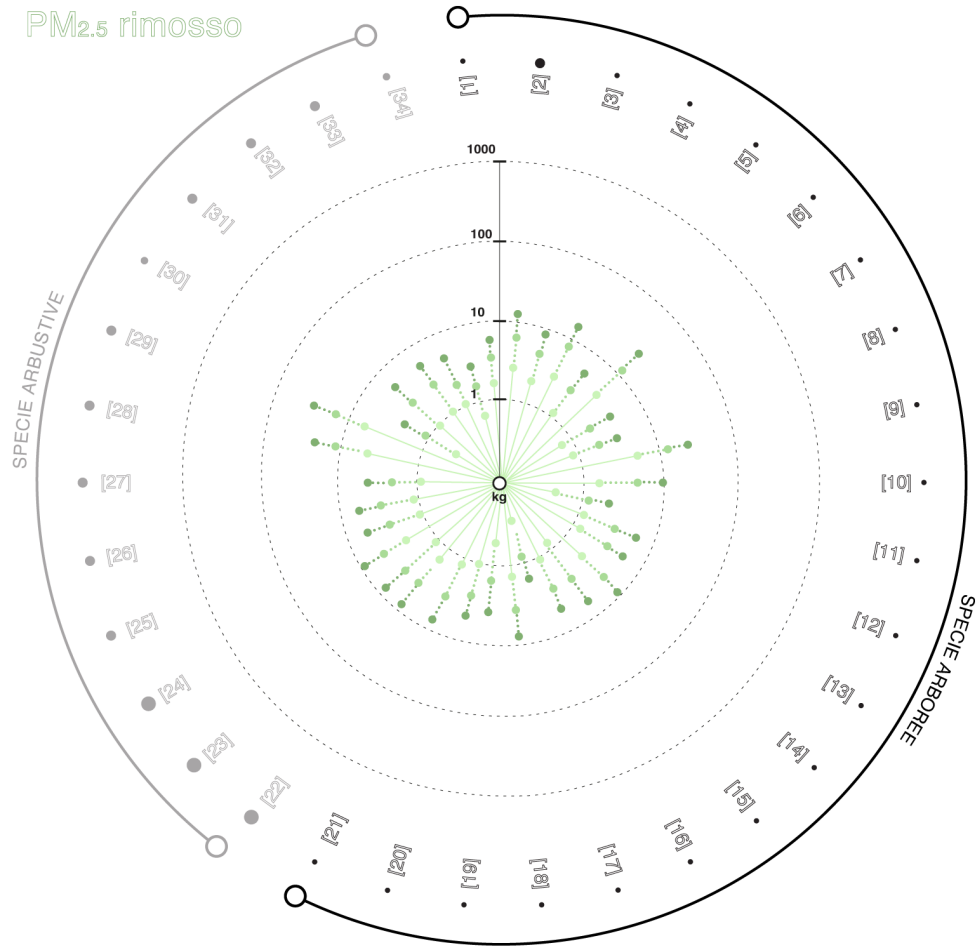


** I valori espressi nei grafici di riferimento sono visualizzati in scala logaritmica.

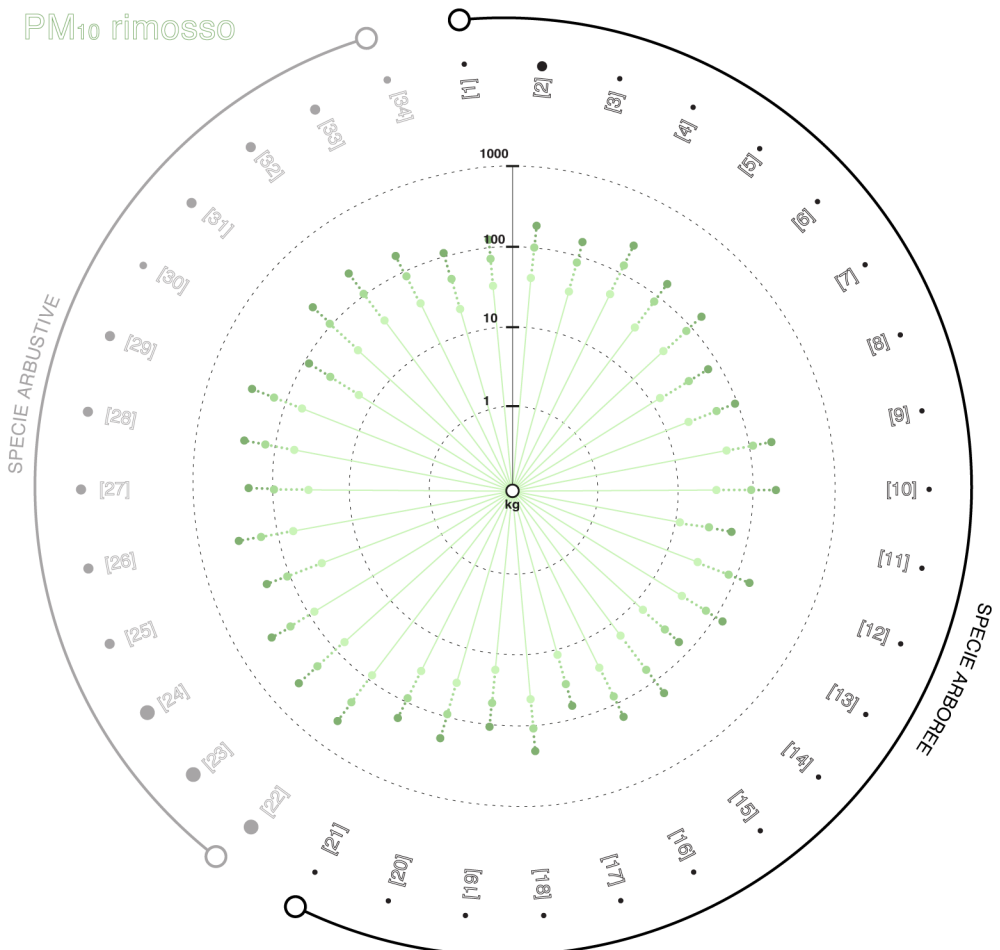
Secondo questa ipotesi è possibile osservare che in 30 anni la vegetazione della Greenline potrebbe stoccare circa 25380 tonnellate di anidride carbonica, 6490 chili di NO_2 , 280 chili di $\text{PM}_{2.5}$ e 6290 chili di PM_{10} .
Il prospetto che segue mostra l'andamento nel tempo dell'anidride carbonica stoccata dalle specie ipotizzate.

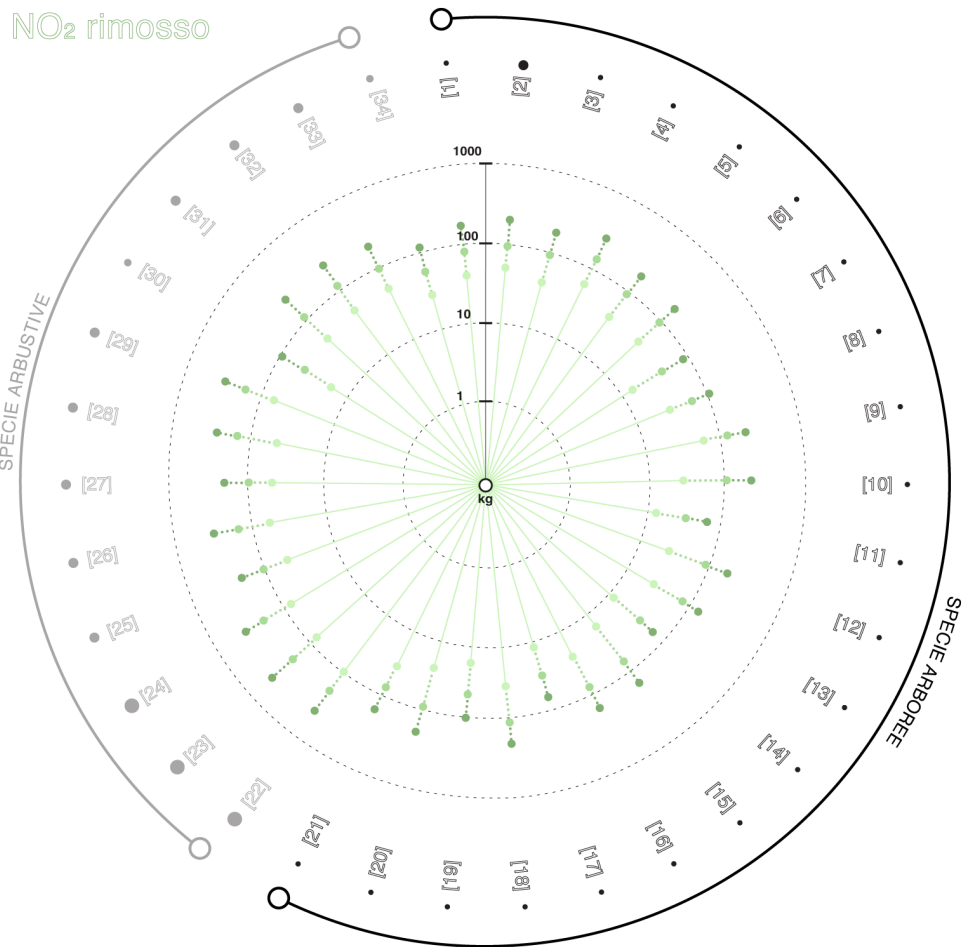


PM_{2.5} rimosso



PM₁₀ rimosso

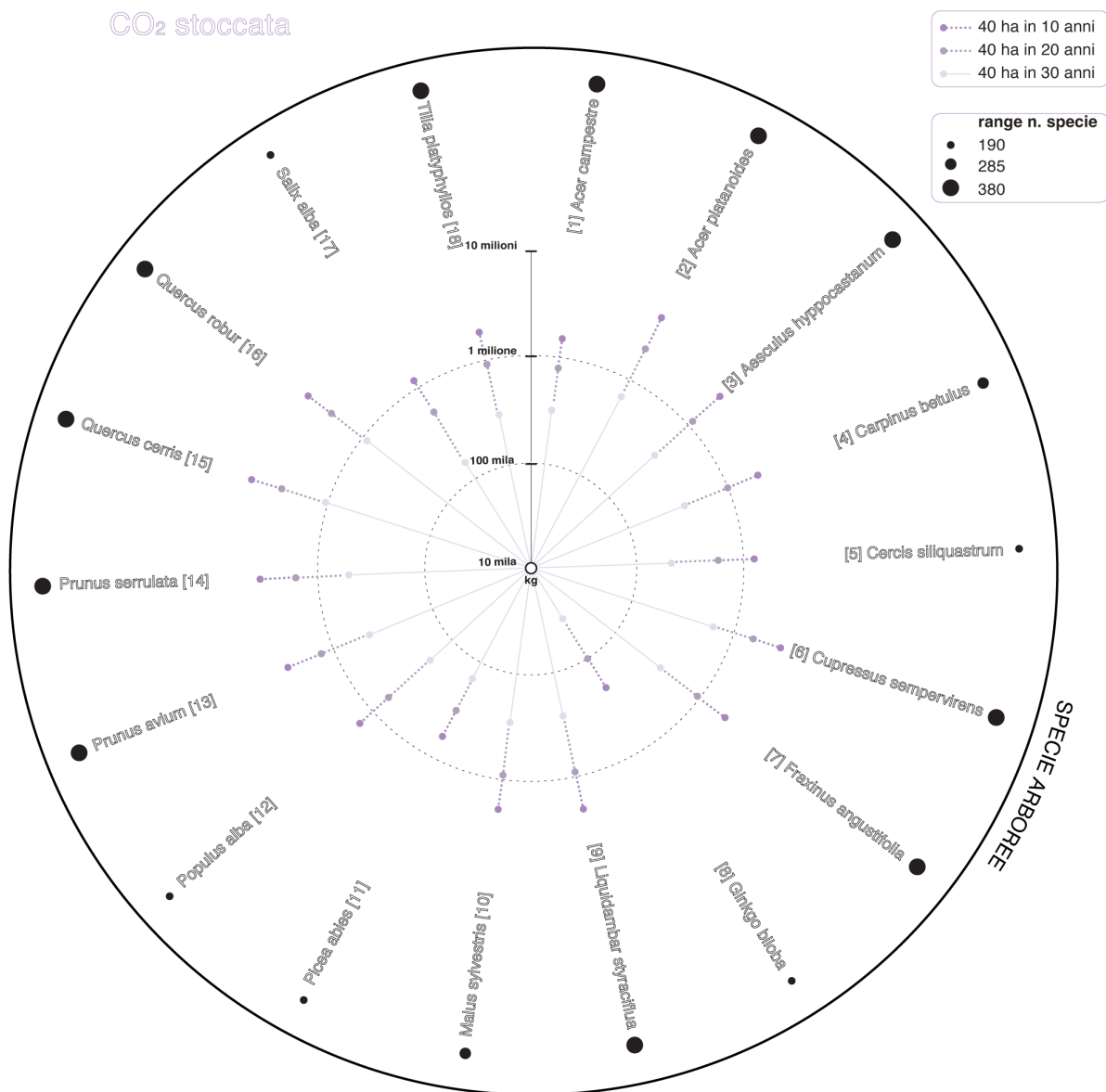




.7c Aree di trasformazione

Lo stesso approccio di calcolo è stato utilizzato per la stima di anidride carbonica stoccata e inquinanti rimossi dalle specie che potrebbero essere inserite in alcune delle Aree di Trasformazione previste nel Piano Operativo. Le Aree considerate nella stima, coprono complessivamente circa 19 ettari di territorio; per il calcolo sono state prese in considerazione solo gli insiemi di superfici di verde pubblico maggiori di 2000 metri quadrati. Nei grafici viene mostrato il numero di specie vegetali che potrebbero essere utilizzate nelle Aree di Trasformazione, scelte

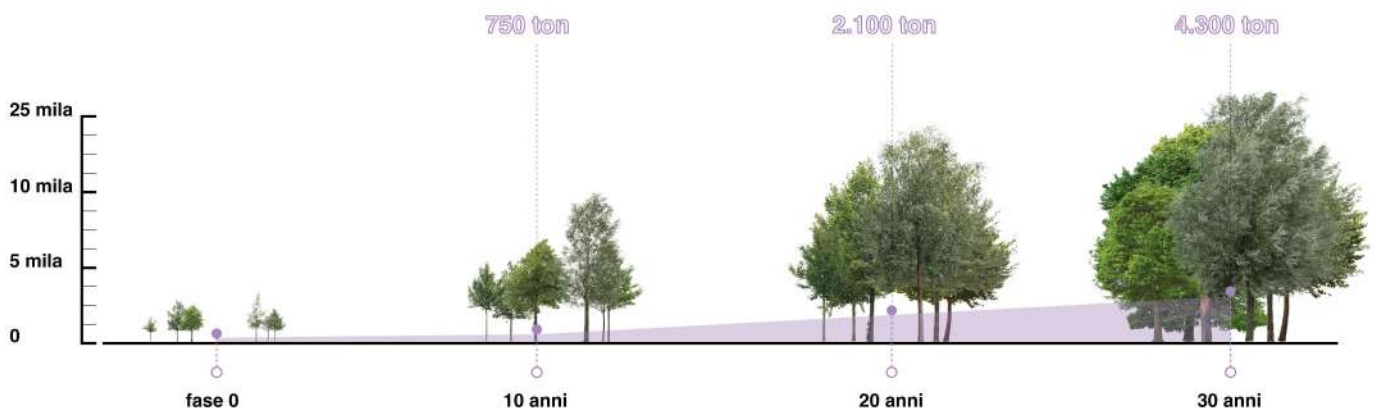
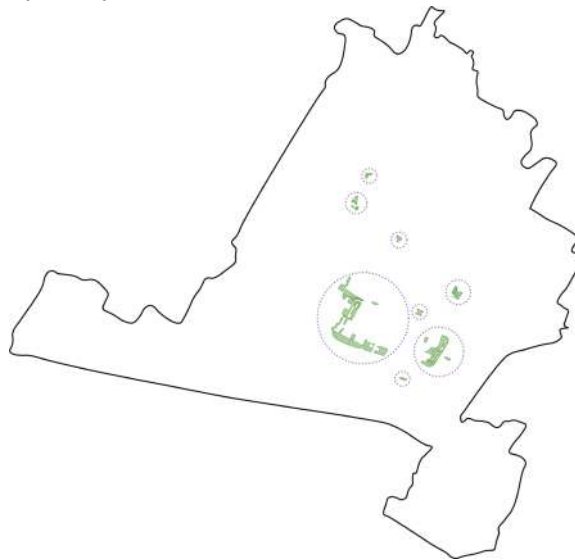
CO₂ stoccata



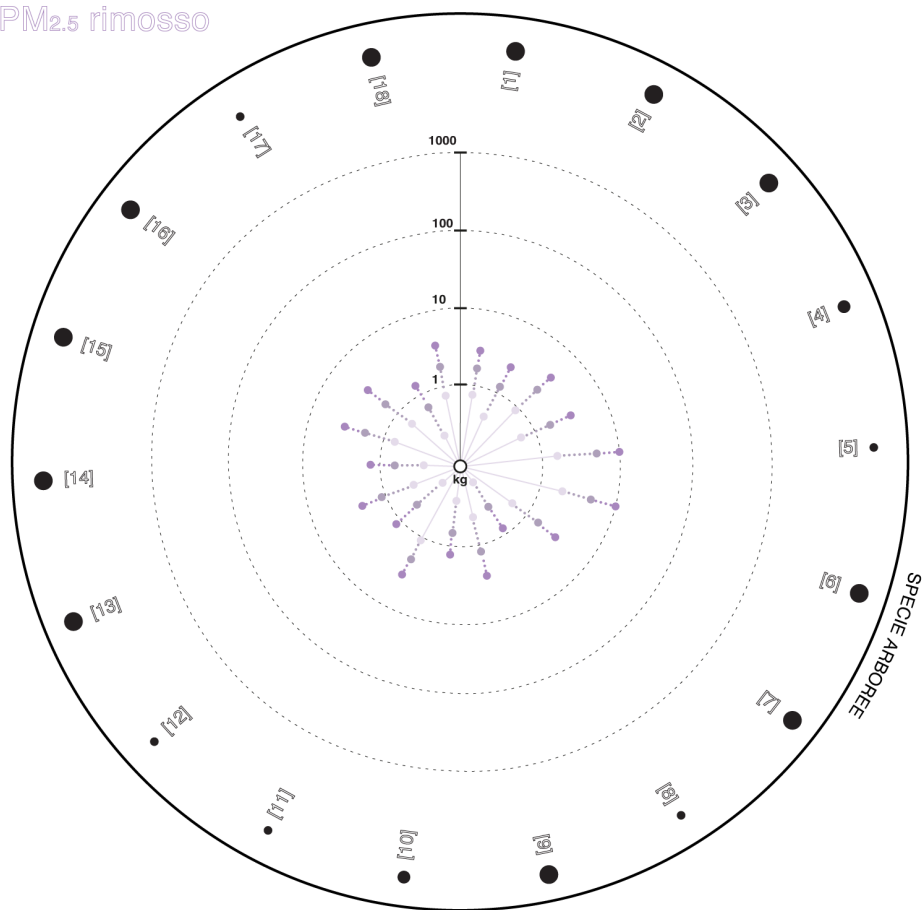
** I valori espressi nei grafici di riferimento sono visualizzati in scala logaritmica.

fra l'elenco di specie precedentemente mostrate per la Greenline; si consideri che in questo caso sono state prese in esame solo le specie arboree eventualmente presenti, senza considerare gli arbusti. In totale, il numero di alberi ipotizzato per i 19 ettari di aree di trasformazione è di 5700.

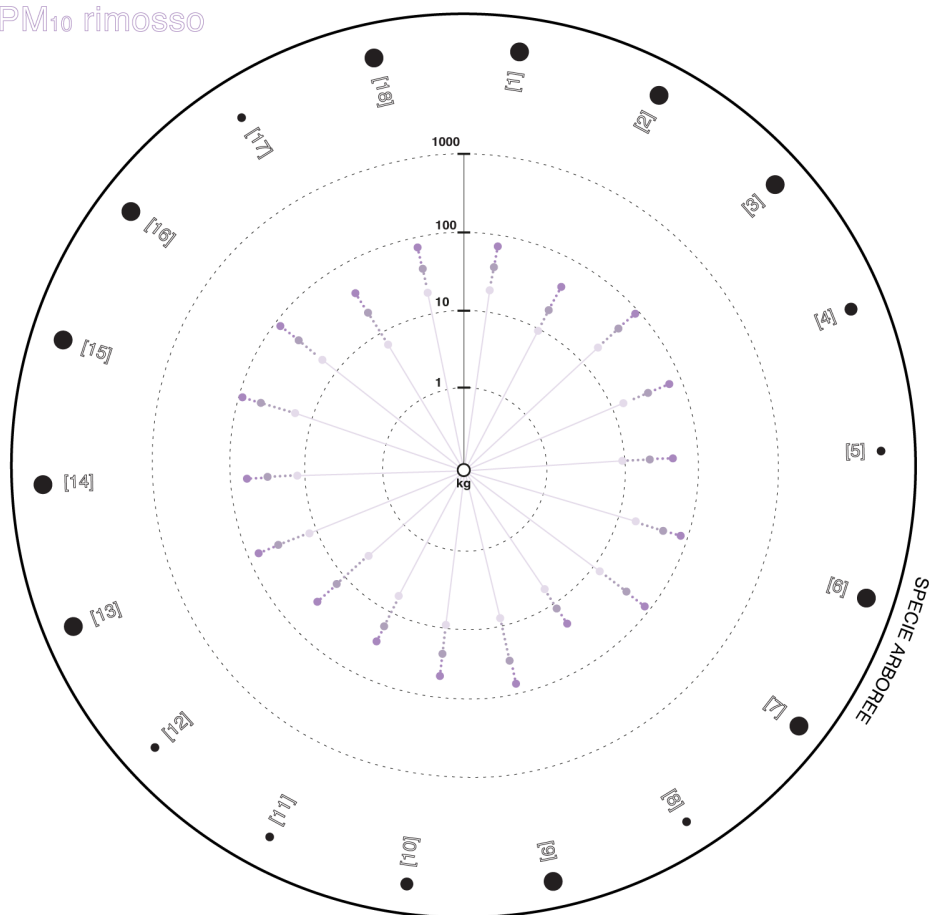
In ciascun grafico sono visibili l'anidride carbonica stoccata e gli inquinanti NO_2 , $\text{PM}_{2.5}$ e PM_{10} , rimossi rispettivamente in 10, 20 e 30 anni dalle aree di trasformazione prese in esame. In totale, l'anidride carbonica stoccata in 30 anni dai 19 ettari di Aree di Trasformazione ammonterebbe a circa 4300 tonnellate. Verrebbero inoltre rimossi circa 1075 chili di NO_2 , 50 chili di $\text{PM}_{2.5}$ e 1070 chili di PM_{10} . Il prospetto che segue mostra l'andamento nel tempo dell'anidride carbonica stoccata dalle specie ipotizzate.



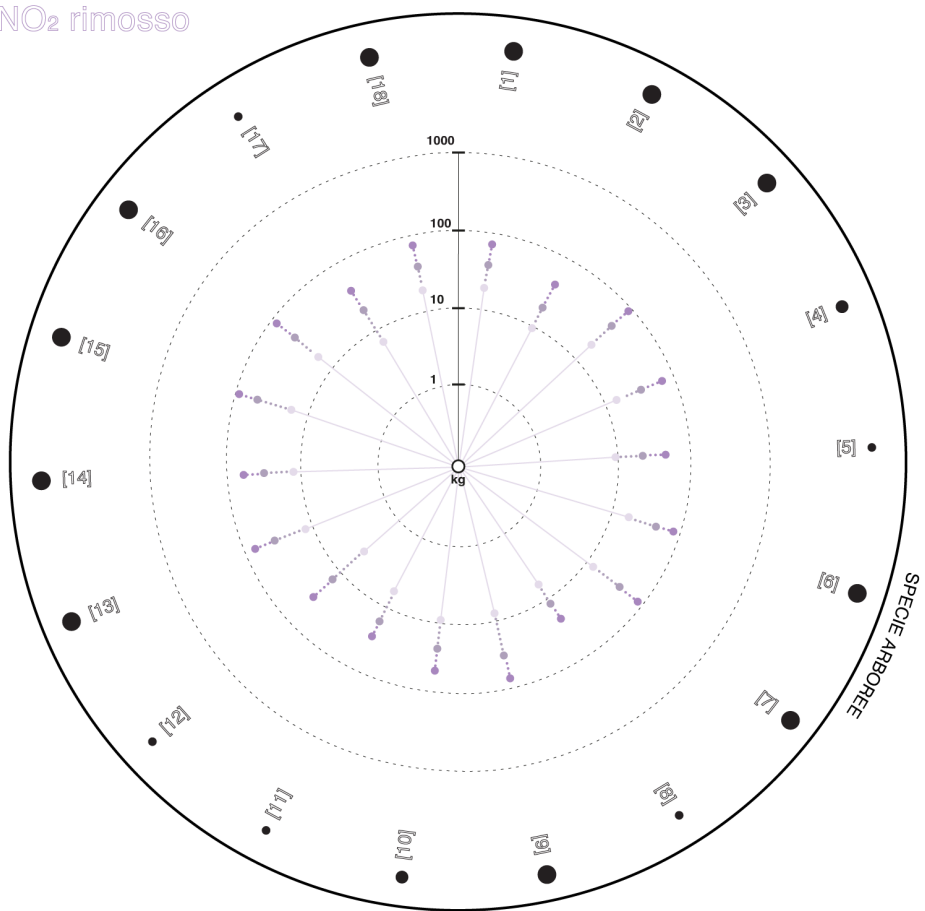
PM_{2.5} rimosso



PM₁₀ rimosso

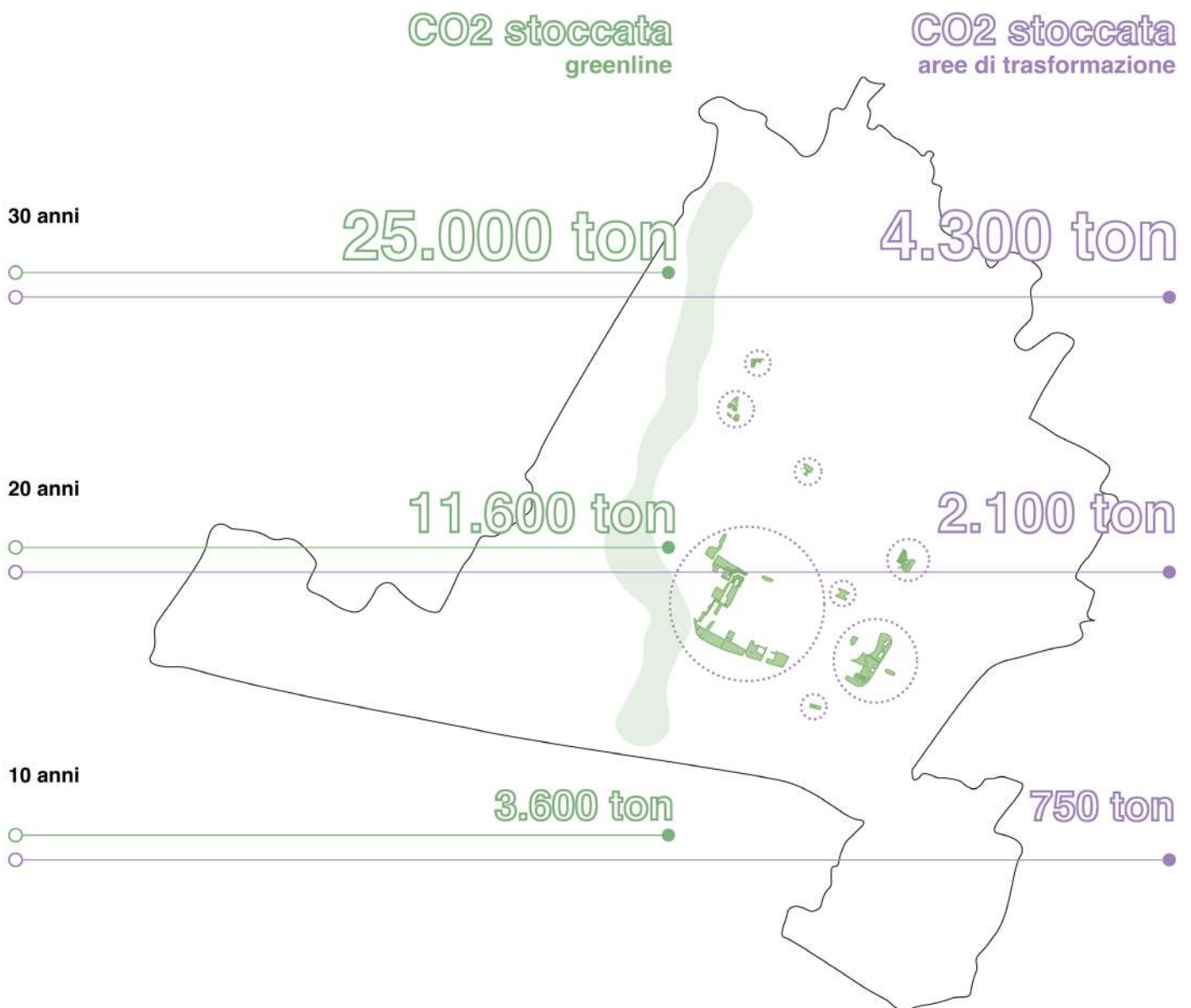


NO₂ rimosso



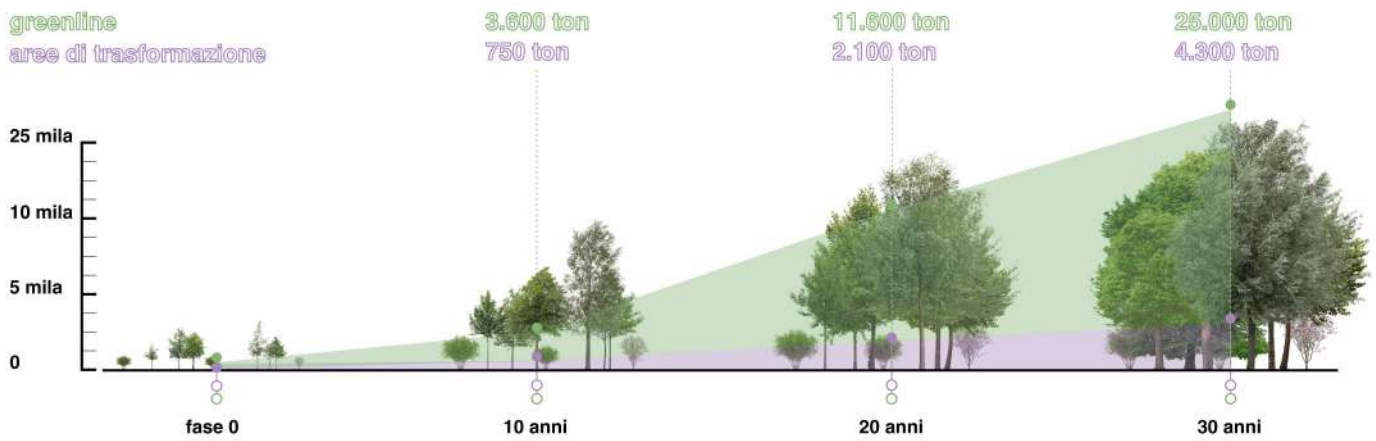
.7d Conclusioni

Gli interventi di forestazione presentati nei capitoli precedenti, saranno uno degli strumenti che aiuteranno il Comune di Campi Bisenzio ad affrontare le sfide del futuro. L'adattamento delle città al cambiamento climatico sta infatti emergendo come una delle maggiori sfide che gli urbanisti dovranno affrontare in questo secolo. Le infrastrutture verdi urbane potrebbero aiutare



conclusioni

le città ad adattarsi ai cambiamenti climatici e svolgere quindi un ruolo fondamentale nel migliorare la sostenibilità e la resilienza dei centri urbani e delle comunità che le popolano.



Bibliografia

- *Martin, N. A. (2011). A 100% tree inventory using i-Tree Eco protocol: A case study at Auburn University, Alabama*
- *City of Providence. (2014). Providence's Urban Forest: Structure, Effects and Values. Providence, RI.*
- *PNAT, LINEE GUIDA OPERATIVE PER LA REDAZIONE DEI PROGETTI INTEGRATI DI FORESTAZIONE URBANA, con riferimento alla DGR 612 del 18 maggio 2020 e relativi allegati*
- *Zelaya A., Henning J., Binkley M., i-Tree 2015, New Innovations for Assessing Community Tree Services and Values*
- *ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Manuali e Linee Guida 129/2015. Linee guida di forestazione urbana sostenibile per Roma Capitale*

