



Linee guida tecnico-scientifiche per la forestazione nell'area metropolitana di Bologna

Schede progettuali d'ambito

AMBITI PRODUTTIVI E POLI FUNZIONALI METROPOLITANI

FONDAZIONE VILLA GHIGI

Luglio 2021

AMBITI PRODUTTIVI E POLI FUNZIONALI METROPOLITANI

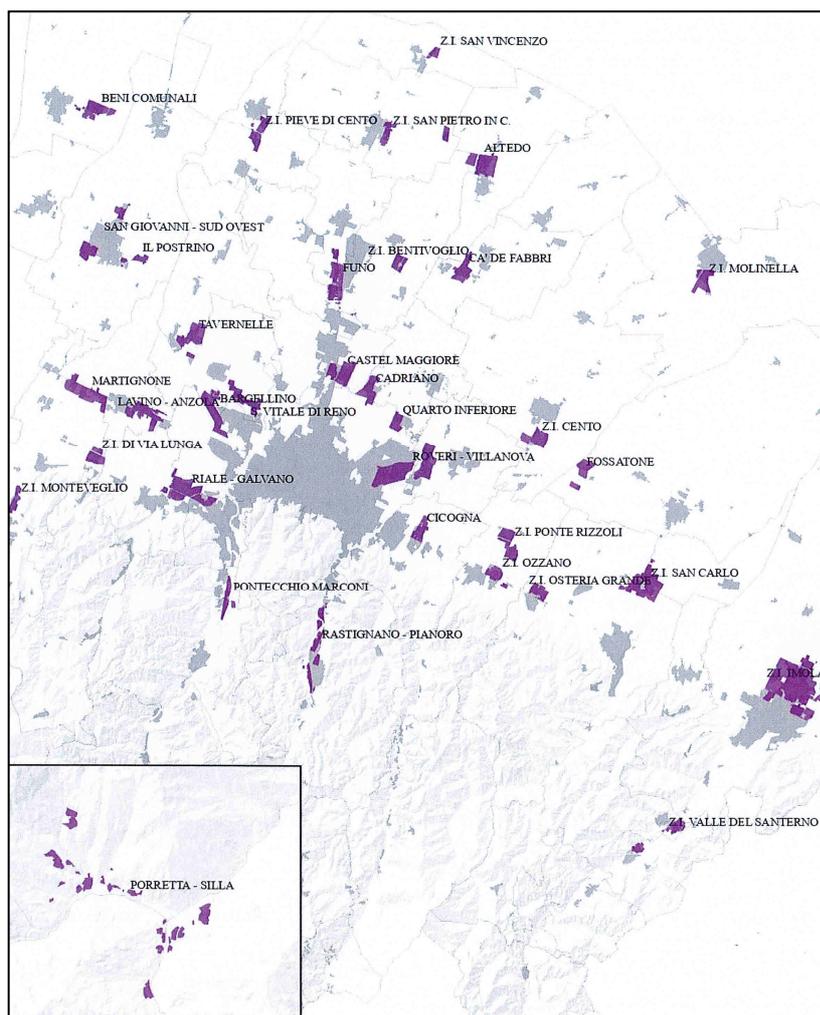
Stato di fatto, obiettivi e benefici

Il PTM definisce gli Ambiti produttivi come le aree specializzate per la produzione di beni e servizi di rilevanza sovracomunale e a forte attrattività di servizi e mezzi. I 32 ambiti, individuati dal PTM nella Carta della Struttura e descritti nell'allegato 14 del quadro conoscitivo diagnostico, sono localizzati in larga maggioranza in pianura o nell'area della conurbazione bolognese; fanno eccezione pochi ambiti di collina situati nei tratti più ampi dei fondovalle di Reno, Savena e Santerno e due distretti produttivi montani, uno tra Porretta e Silla e l'altro nella Valle del Santerno. Rispetto al capoluogo tali ambiti produttivi mostrano una posizione decisamente marginale a seguito del processo, avviato da decenni e spinto dall'espansione edilizia, di progressivo allontanamento dall'area urbana delle industrie e dei poli artigianali che si trovavano nella prima periferia.

I nuovi aggregati produttivi hanno formato estesi e densi insediamenti in territori in passato agricoli, andando a posizionarsi spesso a ridosso dei confini comunali ma talvolta anche in prossimità dei centri abitati dei comuni della pianura. La disposizione di questi insediamenti varia pertanto da situazioni dove l'ambito produttivo rimane quasi isolato fisicamente e circondato dal territorio agricolo ad altre dove è ormai rimasta una porzione ridotta di territorio aperto a fare da fascia tampone nei confronti dei vicini abitati, sino a casi nei quali gli ambiti produttivi e le aree residenziali ormai si compenetrano. Al loro interno i nuovi ambiti presentano ovviamente situazioni fortemente antropizzate: in molti casi il costruito si mostra saturo, con scarsi spazi residuali, in altri la situazione è meno compatta e permangono lotti inutilizzati o fasce aperte ai lati della viabilità di servizio. Fabbricati, aree di stoccaggio e parcheggi si caratterizzano in prevalenza per le ampie superfici legate alle necessità della produzione e

della gestione di mezzi e merci. Ne consegue la presenza di un'alta percentuale di superfici impermeabilizzate, in genere con una dotazione di verde assai ridotta, due fattori che concorrono all'instaurarsi di microclimi sfavorevoli, con il rischio di fenomeni quali le isole di calore e gli allagamenti improvvisi, i cosiddetti *flash flood*, derivati da eventi meteorici estremi, ormai sempre più frequenti negli ultimi decenni.

Il PTM prevede il consolidamento e la qualificazione degli ambiti produttivi esistenti, senza prevederne la realizzazione di nuovi, attivando processi di rigenerazione del territorio produttivo per aumentare la sostenibilità degli ambiti e ridurre gli impatti ambientali sugli ecosistemi. Gli interventi di forestazione possono quindi tendere a riequilibrare lo stato attuale, migliorando le condizioni



I 32 ambiti produttivi - Allegato 12 PTM

locali e mitigando le interferenze con il territorio urbano, soprattutto quando è ormai rimasto uno spazio ridotto tra ambiti produttivi e aree residenziali. I Poli funzionali metropolitani sono individuati dal PTM nella Carta della struttura e descritti in dettaglio nell'allegato 15 del Quadro conoscitivo diagnostico. A seconda della loro funzione sono divisi in Poli funzionali metropolitani integrati, aree dove sono concentrate funzioni strategiche o servizi ad alta specializzazione, e Poli metropolitani a marcata caratterizzazione commerciale, ovvero insediamenti commerciali di rilevanza metropolitana. La casistica dei questi Poli è abbastanza diversificata, riunendo contesti di grande estensione come l'Interporto a Bentivoglio e il Centergross a Castel Maggiore, il Centro Agroalimentare di Bologna (C.A.A.B.), l'Aeroporto, il Quartiere fieristico e altri di dimensioni inferiori situati nella conurbazione bolognese o inseriti all'interno del tessuto urbano consolidato, come ambiti universitari e ospedalieri. Mentre i primi presentano caratteristiche in qualche misura avvicinabili a quelle degli ambiti produttivi, gli altri, trovandosi in stretta relazione con l'urbanizzato, risultano più assimilabili ai contesti dei Centri di Mobilità per problematiche e possibili forme di intervento migliorativo.

In questi contesti le dotazioni di verde sono molto variabili, condizionate dalle destinazioni d'uso dei luoghi e spesso anche dalle previsioni di ampliamento delle strutture. Viste le differenze significative esistenti tra questi Poli, le ipotesi di incremento del verde attraverso interventi di forestazione andrebbero valutate caso per caso, anche perché in alcune situazioni possono risultare non realizzabili per i vincoli esistenti, come ad esempio nel caso dell'Aeroporto di Bologna, o non realizzabili per la mancanza di spazi adeguati da destinare a verde; è il caso, ad esempio, dei Poli Ospedalieri e di quelli collegati al sistema universitario bolognese, caratterizzati da un verde consolidato e storicizzato che difficilmente può essere arricchito, se non attraverso formazioni vegetali altamente tecnologiche, e che rischia invece di essere progressivamente eroso per lasciare il posto a nuove costruzioni e a strutture tecnologiche e impiantistiche destinate al loro funzionamento.

Nei Poli a marcata caratterizzazione commerciale, specie in quelli di recente realizzazione, il verde svolge una funzione primaria di arredo e di miglioramento della percezione del contesto generale, apportando un concreto benessere a chi li frequenta, ed è in questo senso che potrebbero essere programmati nuovi interventi di forestazione, operando cioè nuove introduzioni vegetali che possano esprimere anche un incremento di biomassa e una certa funzione ambientale.

Per gli anni a venire, negli ambiti suscettibili di sviluppo sarà necessario prevedere adeguate dotazioni di verde da realizzare sulla base di obiettivi condivisi che tengano conto dei benefici che sono in grado di apportare le differenti tipologie di verde. Nelle situazioni esistenti, invece, laddove non sia possibile intervenire con nuove piantagioni, è fondamentale garantire il mantenimento in condizioni ottimali della matrice di verde esistente attraverso interventi di cura che favoriscano il corretto sviluppo delle piante, in modo che queste possano svolgere al meglio i tanti servizi ecosistemici a esse collegati.



A sinistra, gli ambiti produttivi intorno a Cadriano risaltano nel mosaico della campagna bolognese. A destra, l'ambito produttivo di Imola, che si sviluppa come appendice dell'area urbana ormai senza alcuna discontinuità.



L'area dell'Interporto è uno dei maggiori Poli metropolitani integrati; occupa una superficie notevole e decisamente compatta al suo interno, mentre sono presenti alcune interessanti fasce arboree perimetrali di mitigazione (evidenziate dalla freccia rossa).



Due esempi di spazi residui (indicati dalla freccia rossa) di potenziale interesse per una forestazione funzionale a creare zone cuscinetto tra l'ambito produttivo e il centro abitato: a lato, l'ambito produttivo di Ca' de Fabbri; sotto, la zona industriale di Ozzano Emilia.



Obiettivi della forestazione negli ambiti produttivi

- Influenzare il microclima locale attraverso la riduzione dell'irraggiamento solare e l'evapotraspirazione per mitigare l'effetto isola di calore ove presente e apportare benessere alle persone che frequentano a vario titolo i luoghi e benefici anche in termini di risparmio energetico e maggiore sostenibilità ambientale.
- Migliorare la qualità dell'aria attraverso lo stoccaggio di CO₂ e la riduzione di altri inquinanti.
- Migliorare la qualità del paesaggio sia all'interno dell'ambito sia creando fasce di separazione visiva tra aree produttive e residenziali o schermando fabbricati e altre strutture di impatto paesaggistico.
- Ombreggiare aree di parcheggio di servizio per lavoratori e altri frequentatori.
- Riqualificare aree dismesse e recuperare superfici impermeabilizzate mediante l'utilizzo di *Based Nature Solutions* (NBS).
- Migliorare la gestione delle acque sia piovane che reflue per evitare un loro veloce allontanamento che può sovraccaricare la rete di regimazione locale e provocare *flash flood* basandosi sul principio dell'invarianza idraulica e della maggiore permeabilità al fine di raggiungere l'equilibrio idraulico del territorio.
- Creare zone per la fruizione locale, la ricreazione e la socialità rivolte a lavoratori e altri frequentatori in luoghi privi di altre dotazioni similari; favorire l'attività fisica e contribuire all'aumento del benessere e della salute fisica e mentale e alla prevenzione delle malattie.
- Trasformare in occasioni di reddito terreni non altrimenti utilizzati per beneficiare dei servizi ecosistemici resi durante il periodo di forestazione.

Benefici ambientali e socio-economici

Dal punto di vista dei servizi ecosistemici forniti dalle diverse tipologie di forestazione proposte per le aree circostanti i centri di mobilità, si possono individuare i seguenti benefici:

- a) **Servizi di supporto alla vita:** conservazione o ripristino delle funzioni del suolo; stoccaggio, filtrazione e trasformazione di nutrienti e acqua.
- b) **Servizi di regolazione:** riduzione dell'inquinamento atmosferico e miglioramento della qualità dell'aria; stoccaggio e sequestro di carbonio; mitigazione del microclima (miglioramento degli estremi climatici e mitigazione delle isole di calore); mitigazione degli eventi estremi.
- c) **Servizi di approvvigionamento:** fornitura di materie prime quali il legname.
- d) **Servizi culturali:** valori estetici; benefici per la salute fisica e mentale; opportunità ricreative e turistiche.

Indicazioni per la progettazione

Obiettivo primario per la forestazione in questi ambiti deve essere il raggiungimento del benessere delle persone e il miglioramento della qualità dell'aria e dell'ambiente attraverso l'abbattimento delle sostanze inquinanti e climalteranti. La matrice verde che caratterizza questi ambiti, inoltre, può risultare utile per favorire l'inserimento paesaggistico delle strutture nel contorno allargato e mitigarne l'impatto, soprattutto quando gli ambiti sono collocati nel territorio rurale di pianura o nei pressi di centri abitati.

Trattandosi di aggregati caratterizzati quasi sempre da limiti ben definiti, l'approccio progettuale e la gamma di tipologie di forestazione da applicare variano a seconda che si debba operare internamente a essi o al loro margine. Il presupposto fondamentale è rappresentato dalla disponibilità di spazio per gli impianti vegetali che all'interno degli ambiti produttivi potranno avere un aspetto in prevalenza lineare con la possibilità di ampliare le fasce verdi nelle situazioni più favorevoli, mentre nelle posizioni esterne all'ambito potranno in certi casi consentire di immaginare anche interventi areali di maggiore consistenza e quindi più significativi dal punto di vista della forestazione e del valore ecologico e ambientale delle nuove introduzioni. All'interno degli ambiti, vista la quantità di superfici edificate e pavimentate, si potranno prendere in considerazione anche interventi che puntino al recupero di suolo attraverso opere di depavimentazione e rinverdimento di strutture esistenti.

Le tipologie di verde che si possono sviluppare sono rappresentate, in sintesi, da alberi in filare o in gruppi, siepi, boschi permanenti, boschi produttivi e differenti sistemi di verde tecnologico. La scelta delle tipologie da impiegare verrà fatta sulla base dell'analisi del contesto svolta durante la fase preliminare della progettazione. Le verifiche preliminari comprenderanno ovviamente l'analisi dei vincoli normativi esistenti nell'area di intervento, la presenza di infrastrutture aeree e sotterranee e altri limiti spaziali, ma altre indagini conoscitive possono risultare utili per indirizzare le scelte progettuali e ottenere in qualche caso maggiori benefici socio-economici.

Nel caso di un'area rimasta libera all'interno dell'ambito produttivo, una verifica può riguardare ad esempio l'esistenza di eventuali esigenze specifiche da parte dei suoi potenziali fruitori che potrebbero essere rappresentati anche dai lavoratori delle aziende presenti che utilizzano lo spazio durante la pausa pranzo. In questa circostanza, infatti, si potrebbe decidere di progettare l'area verde o una sua porzione in funzione della fruizione locale e considerare anche l'inserimento di panchine e attrezzi ginnici. Una richiesta analoga potrebbe emergere anche quando un settore dell'area di intervento si avvicina a una zona residenziale. Sempre in fase preliminare i contatti con le proprietà private presenti possono essere l'occasione per realizzare azioni convergenti che risultino più efficaci per ampliare le aree di intervento e raggiungere gli obiettivi previsti, o anche la possibilità di trovare accordi per condividere forme e servizi legati alla manutenzione.

Accordi per l'inserimento di siepi e filari tra gruppi di fabbricati in collegamento con aree di realizzazione pubblica e con l'esterno dell'ambito produttivo possono essere utili per creare corridoi di ventilazione che contribuiscano a spostare masse d'aria verso le zone più interne, riducendo il rischio di isole di calore e apportando benessere e benefici anche economici per il risparmio energetico che ne può derivare nel periodo estivo. Lotti liberi all'interno dell'ambito in attesa di una sistemazione futura, ma che di fatto non sono utilizzati, potrebbero ospitare ad esempio una forestazione produttiva di breve periodo, fornendo durante questo tempo benefici per l'intero settore e un certo ritorno economico per la proprietà. Lotti di proprietà pubblica, invece, sui quali non sono emerse richieste particolari, possono essere destinati a una forestazione densa per ottenere masse arboree e arbustive in grado di realizzare un significativo stoccaggio di CO₂ e inquinanti e quindi una migliore qualità dell'aria, ma anche, a maturità, una buona copertura del suolo, in modo che l'ombreggiamento del terreno all'interno della formazione permetta la maggiore permanenza di umidità notturna e possa mantenere effetti benefici durante il giorno, produrre movimenti di masse d'aria locali e aumentare la ventilazione all'interno dell'ambito, intercettare le acque di pioggia in occasione di precipitazioni abbondanti, favorendo una più regolare regimazione delle acque meteoriche e limitando i danni legati a eventi alluvionali.

La creazione di un bosco permanente è l'intervento preferibile qualora si possa disporre di terreni al margine o all'esterno dell'ambito perché oltre all'azione di miglioramento della qualità dell'aria può avere un forte valore paesaggistico e ambientale, svolgendo un'azione schermante e fungendo da zona tampone nei confronti di eventuali centri abitati limitrofi. Nel caso in cui la nuova forestazione sia localizzata in adiacenza a corsi d'acqua o a altri elementi di potenziale o reale valenza naturalistica,

l'impianto può essere progettato e successivamente gestito in modo da favorire questo aspetto, divenendo parte integrante della rete ecologica locale. Nel caso in cui l'area oggetto di forestazione sia a contatto con un centro abitato, si potrà poi scegliere se modulare l'intervento di forestazione con un gradiente che vada da settori di bosco a copertura maggiore, a ridosso dell'area industriale o al centro della formazione, a settori più radi, sino ad arrivare a spazi più aperti con una struttura a prato alberato e attrezzati con percorsi e punti di sosta in vicinanza delle abitazioni per soddisfare le esigenze di fruizione dei residenti.

L'obiettivo di contrastare il rischio di allagamenti improvvisi può essere ricercato all'interno dell'ambito adottando soluzioni per il drenaggio e il recupero delle acque piovane mediante *Nature Based Solutions* (NBS), intercettando le acque di scorrimento tramite trincee infiltranti, box alberati filtranti o altre tecniche, ma anche convogliando le acque pluviali provenienti dai tetti di capannoni e altre strutture essere poi impiegate nelle operazioni di irrigazione a servizio delle nuove introduzioni vegetali. Le zone boscate a margine o esterne possono anche essere luoghi dove immaginare il recupero di altri reflui non o moderatamente inquinanti provenienti dalle zone produttive attraverso aree di bioritenzione vegetate o l'impiego di altri sistemi di fitodepurazione.

Nella scelta delle piante si dovrà tenere conto delle differenze di contesti già evidenziate, che da un lato richiedono attenzione nell'utilizzare le specie arboree e arbustive in linea con le caratteristiche microclimatiche rilevate durante le indagini preliminari, ma dall'altro possono offrire una varietà più ampia di specie rispetto ad altri ambiti.

Per interventi all'interno delle zone produttive, trattandosi di luoghi molto costruiti e assimilabili alle aree più urbanizzate, la scelta può rivolgersi in prevalenza verso specie con alte prestazioni in termini di stoccaggio di CO₂ e inquinanti. Per l'individuazione della specie si può fare riferimento alla tabella delle piante suggerite per l'ambito urbano inserita nella scheda dei Centri di Mobilità. In questo caso, a esclusione delle aree per le quali si è ipotizzata una funzione di tipo fruitivo o dove sono presenti eventuali abitazioni, si può valutare l'opportunità di impiegare anche specie con caratteristiche di allergenicità media o alta, tenendo conto che la permanenza delle persone (lavoratori, trasportatori, clienti) negli spazi esterni è in genere ridotta.

Maggiore attenzione va riposta, invece, nei confronti delle specie che emettono alti livelli di composti organici volatili (COV o, in inglese, *VOC Volatile Organic Compound*) perché questi possono sommarsi ad altre fonti inquinanti presenti nell'area e, a seconda dei casi, occorre valutare se utilizzarle in maniera moderata o escluderle totalmente. Possono risultare preferibili, quindi, specie come carpino bianco e ontano nero, con allergenicità media o alta (concentrata in un periodo breve all'inizio della primavera), ma con bassa emissione di VOC, mentre da valutare può essere l'impiego di platano, sofora, liquidambar, leccio, tutte specie con alta emissione di VOC. Il leccio, quercia sempreverde, svolge però una funzione di assorbimento di inquinanti tutto l'anno e resiste bene alla siccità, mentre carpino e ontano necessitano di maggiore umidità. Si tratterà di volta in volta di valutare l'equilibrio tra vantaggi e svantaggi e ricercare delle composizioni miste per non eccedere in un senso o nell'altro. In tutti i casi, comunque, conviene differenziare quanto più possibile la selezione di piante da introdurre anziché realizzare impianti monospecifici; l'impiego di diverse specie arboree e arbustive, infatti, favorisce la stabilità della formazione nei confronti di eventuali attacchi parassitari e consente di sopperire all'eventuale insuccesso o scarso attecchimento di alcune di essenze in modo da non compromettere l'impianto nel suo complesso.

Nelle aree marginali o esterne si dovrà scegliere sempre in base al contesto paesaggistico e alla destinazione d'uso della formazione vegetale. Per un bosco in un terreno di pianura occorrerà fare riferimento alle formazioni tipiche planiziali con possibilità di aggiungere specie legate al paesaggio rurale tradizionale della campagna bolognese come riportato nella tabella inserita nella scheda di approfondimento dell'Ecosistema agricolo. Se è un corso d'acqua a segnare il confine dell'ambito, si potranno aggiungere specie igrofile come salice bianco e pioppo bianco. Nelle aree tampone dove si è ipotizzata una formazione boschiva a gradienti si potrà prevedere anche una composizione mista che vada da specie strettamente autoctone nei settori a maggiore densità sino a una percentuale contenuta di specie naturalizzate o esotiche nei prati alberati prossimi alle zone residenziali.

Un supporto nella scelta potrà venire anche dall'analisi delle preesistenze che vegetano spontaneamente nell'area o in zone limitrofe per valutare le caratteristiche microclimatiche del sito, da fare in fase preliminare insieme all'analisi del suolo (tessitura, pH, ma anche presenza di sostanze estranee, perché nei terreni situati entro gli ambiti produttivi è probabile ritrovare inerti di vario genere

e granulometria rimasti dal processo edilizio e non è da escludere la presenza di inquinanti derivanti dalle attività produttive e dal traffico delle merci).

Indicazioni per impianto, manutenzione e relativi costi

Le operazioni da svolgere in fase di realizzazione degli interventi variano a seconda del luogo in cui si opera e della tipologia di verde scelta e comprendono una serie di interventi preparatori, la messa a dimora delle piante e le successive fasi di manutenzione.

La preparazione del terreno in aree a vocazione agricola può comportare interventi modesti che riguardano l'eliminazione della vegetazione infestante, la lavorazione del terreno con eventuale concimazione, prevedendo arature sull'intera superficie e successivi passaggi di affinamento o, in alternativa, interventi puntiformi di preparazione delle buche. In situazioni di terreno degradato, invece, può rendersi necessario l'allontanamento dal substrato di detriti di varia natura e dimensione fino a operare vere e proprie bonifiche (con eliminazione di oggetti ingombranti come carcasse di auto e moto, elettrodomestici, ecc.) che devono prevedere il corretto smaltimento dei materiali rimossi e il loro conferimento in discariche autorizzate. Spesso nei terreni degradati si rinvencono a varie profondità inerti edili residui dei precedenti processi di edificazione delle strutture produttive; soprattutto in queste situazioni sono da prevedere tecniche di lavorazione del terreno particolari come la rippatura, che a differenza della tradizionale aratura non comporta il rivoltamento degli orizzonti del suolo, evitando così di portare in superficie strati meno fertili o, come detto in precedenza, scarti edili e rifiuti; a completare le operazioni di miglioramento del substrato si possono inoltre considerare le concimazioni di fondo organiche o minerali e anche l'eventuale apporto di nuovo terreno agrario, intervento quest'ultimo costoso e che si giustifica solo in determinate situazioni particolarmente sfavorevoli per garantire il successo della forestazione. Per quanto riguarda le concimazioni, risultano fondamentali soprattutto in presenza di terreni di scarsa qualità per facilitare l'affermazione e la crescita delle piante e andranno valutate di volta in volta in base alle caratteristiche del sito d'impianto e alle disponibilità economiche. Possono tuttavia non essere necessarie su terreni ex agricoli e quando il modello di forestazione scelto tende verso formazioni a prevalente funzione naturalistico-ambientale, come siepi e formazioni boscate. Un altro intervento particolare per il miglioramento del substrato e delle condizioni generali dell'area di intervento, potenzialmente legato ai contesti produttivi, è la necessità di procedere alla deimpermeabilizzazione di porzioni di superfici pavimentate attraverso la demolizione del fondo, la rimozione del materiale di risulta e il suo conferimento in discarica.

La scelta del materiale vivaistico andrà valutata a seconda delle diverse tipologie di formazioni da realizzare. Per i filari alberati collegati a viabilità e parcheggi o creati per schermare le strutture produttive, è bene optare per piante già formate, di altezza superiore ai 2-2,5 m, impalcate alte per svolgere al meglio e in tempi brevi la loro funzione principale e creare meno ostacoli alla circolazione di persone e mezzi; in questi casi, date le dimensioni delle piante, la fornitura degli alberi deve essere in vaso, anche se più costosa, perché in grado di dare maggiori garanzie di attecchimento rispetto a piante in zolla. Alberi adulti e già formati sono da prevedere anche nel caso di impianti collegati a interventi edilizi per la realizzazione di nuove strutture, sulla base delle prescrizioni contenute nei regolamenti del verde e in quelli edilizi dei singoli comuni che diano indicazioni dettagliate riguardo alle distanze di impianto degli alberi rispetto a edifici, infrastrutture e reti tecnologiche (aeree e interrato) e rispetto all'area di pertinenza delle piante, vale a dire lo spazio che va mantenuto a permeabilità profonda per un'ampiezza correlata alla tipologia di specie scelta e al diametro della pianta. A riguardo si ricorda, ad esempio, che nel *Regolamento del verde pubblico e privato* del Comune di Bologna gli alberi si differenziano in base alla dimensione della chioma a maturità in tre categorie: prima grandezza, come querce, frassino maggiore, platano, ippocastano, bagolaro e altri (raggio della chioma a maturità > 6m; sviluppo in altezza a maturità maggiore di 18 m); seconda grandezza, come frassino meridionale, liquidambar, ciliegio, gelso bianco e gelso nero (raggio della chioma a maturità tra 3 e 6 m; sviluppo in altezza a maturità tra 12 e 18 m); terza grandezza (raggio della chioma a maturità < 3m; sviluppo in altezza a maturità tra 4 e 12 m). L'area di pertinenza di un albero, inoltre, è calcolata in una circonferenza intorno al fusto di 5 m di raggio per piante con diametro tra 20 e 50 cm, 7 m di raggio con diametro da 51 a 100 cm e 9 m di raggio con diametro che supera i 100 cm. Una pavimentazione

superficiale permeabile all'interno dell'area di pertinenza deve garantire sempre almeno 50 cm di raggio di permeabilità profonda intorno al fusto. Se la copertura è semipermeabile, il raggio deve essere: di almeno 1 m per alberi di prima grandezza (altezza a maturità maggiore di 18 m, ampiezza chioma superiore a 6 m); almeno di 2 m per alberi di seconda grandezza (altezza tra 12 e 18 m, ampiezza tra 3 e 6 m) e di terza grandezza come corniolo, albero di Giuda e varie specie fruttifere (altezza inferiore a 12 m, ampiezza inferiore a 3 m).

Riguardo alla scelta del materiale vivaistico, nei contesti più aperti adatti alla realizzazione di siepi, fasce verdi di mitigazione e formazioni boscate, il materiale vegetale può essere invece giovane (postime di 1 o 2 anni), riducendo di molto i problemi di attecchimento della nuova formazione e i costi iniziali dell'impianto; in questi casi è bene impiegare ecotipi locali, sia perché più adattabili alle condizioni ambientali del sito sia per tutelare il germoplasma delle specie indigene dei popolamenti naturali della nostra regione; per la fornitura del materiale, quindi, occorre affidarsi a vivai locali in grado di certificare la provenienza delle piante (che devono essere prodotte e commercializzate nel rispetto del D.Lgs. 386/2003 e della L.R. 10/2007). È importante, inoltre, che il materiale vivaistico sia sempre privo di difetti strutturali e di ferite, ben conformato, esente da infezioni e dotato di un apparato aereo e radicale adeguato e in buone condizioni; nel caso di alberi di un certo sviluppo deve essere garantita una giusta proporzione tra altezza e diametro del fusto.

In tutte le diverse tipologie di forestazione, comunque, occorre rispettare sempre l'epoca più idonea per l'impianto, che alle nostre latitudini coincide con il riposo vegetativo delle specie, tenendo conto che eventuali piantine a radice nuda o in zolla hanno sicuramente tempi ottimali di piantagione più ridotti rispetto alle piante in contenitore (nel caso di piante a radice nuda e in zolla, il tempo fra il prelievo dal vivaio e la messa a dimora deve essere il più breve possibile oppure le radici devono essere protette e mantenute umide).

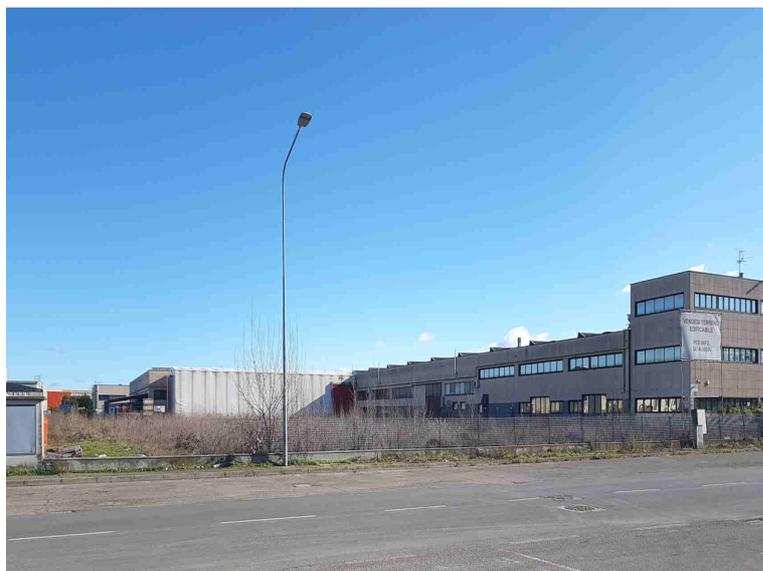
Per quanto riguarda la messa a dimora delle piante, dovranno essere adottate tutti gli accorgimenti per garantire il loro attecchimento e sviluppo ottimale: formazione di buche di dimensioni adeguate, corretta posa di pali tutori e legature, messa a dimora degli esemplari alla giusta altezza rispetto al piano di campagna per rispettarne il colletto, apporto di terriccio, di concimazione organica e, in tutti i casi in cui sia possibile, anche di micorrize per facilitare l'assorbimento radicale e compensare eventuali carenze di nutrienti nel suolo. Soprattutto nel caso di alberi di un certo sviluppo, più sensibili alla crisi di trapianto, e di specie di pregio con costi di fornitura importanti, all'atto della messa a dimora si suggerisce di miscelare al terriccio specifiche sostanze (polimeri granulari a base di potassio e sali di ammonio) in grado di trattenere l'umidità del terreno e contenere il fabbisogno idrico delle piante.

Un aspetto importante per una maggiore garanzia di successo dell'intervento di forestazione riguarda la necessità di proteggere le piante da danni derivanti dalla fauna selvatica. Nei nuovi impianti, soprattutto quelli realizzati in situazioni dove la presenza antropica non è continua perché legata agli orari di lavoro o all'apertura delle attività commerciali, si deve prevedere la possibilità di una frequentazione notturna da parte di ungulati e, in misura minore, di roditori anche durante il giorno. È necessario pertanto prevedere l'utilizzo di forme di protezione dei fusti come i *tree shelter*, da sostituire in caso di danneggiamenti.

Per quanto riguarda la manutenzione, l'intervento fondamentale e più oneroso, che assorbe la maggior parte delle risorse da prevedere negli anni successivi alla messa a dimora delle piante, riguarda le irrigazioni di soccorso, che devono essere garantite per diversi mesi all'anno a causa dei lunghi periodi siccitosi che stanno caratterizzando gli ultimi anni in seguito al cambiamento climatico in atto. Si dovranno pertanto programmare un numero sufficiente di bagnature, tendenzialmente non meno di 10 all'anno per i primi 3-4 anni, da diminuire gradualmente negli anni successivi fino al completo affrancamento delle piante. Le irrigazioni, che possono essere effettuate con autobotte o per mezzo di tubi collegati a un impianto idrico di adduzione, dovranno consentire di impregnare adeguatamente il terreno fino a una profondità di almeno 30 cm dal piano di campagna. Una valida alternativa alle irrigazioni di soccorso, da valutare di volta in volta a seconda delle situazioni, è rappresentata dalla realizzazione di un impianto di irrigazione automatizzato a servizio delle nuove introduzioni vegetali, prevedendo sempre sistemi a basso consumo idrico come gli irrigatori a goccia. Fra le pratiche utili per contenere l'evapotraspirazione del terreno e limitare le crisi idriche delle piante, si ricorda anche la predisposizione di un'adeguata pacciamatura al piede di alberi e arbusti, da realizzare con cippato derivato dalla trinciatura di materiale legnoso da reintegrare periodicamente, per uno spessore non inferiore a 10 cm, o anche attraverso la posa di elementi in materiale naturale (juta, fibra di cocco, ecc.).

Gli altri interventi da prevedere negli anni successivi all'impianto vanno calibrati in base alla natura, composizione e destinazione d'uso della formazione e riguardano il controllo della vegetazione infestante, lo sfalcio delle superfici prative, la verifica di tutori e legature, le eventuali potature di formazione di alberi e arbusti e le concimazioni.

Di seguito si forniscono indicazioni generali e specifiche riguardo alle tipologie di verde suggerite per questo ambito, compresa la stima dei costi di impianto e manutenzione delle diverse formazioni, che fa riferimento a una serie di prezziari tra cui quello della Regione Emilia-Romagna, quelli delle Camere di Commercio locali e, per le alcune voci mancanti, gli elenchi prezzi dei comuni capoluogo o di regioni confinanti (in particolare la Toscana); i costi indicati nella stima sono al netto di IVA. Si sottolinea che nel caso in cui l'intervento di forestazione coinvolga in varie forme il volontariato attraverso la partecipazione di cittadini e associazioni nelle diverse fasi di progettazione, realizzazione e manutenzione degli impianti vegetali, i costi possono ridursi anche in maniera significativa.



Un lotto residuo in attesa di sistemazione all'interno della Z.I San Carlo (Castel Guelfo) potenziale area per intervento di forestazione.



Uno scorcio del pregevole parco di Villa Orsi rimasto all'interno del Polo funzionale Centergross.

ALBERI IN FILARE E IN PICCOLI GRUPPI

Formazioni alberate disposte in gruppi e filari rappresentano il corredo verde che già oggi caratterizza gli ambiti produttivi come pure i poli metropolitanici integrati bolognesi. Nelle aree produttive sono frequenti lunghi viali alberati che sottolineano la trama della viabilità interna di servizio e segnano quella ai confini, con specie come tigli, bagolari, frassini, pioppi e altre caducifoglie che trovano spazio anche a corredo delle aree a parcheggio con la funzione prevalente di ombreggiare e mitigare le temperature. Gli svettanti filari di pioppi cipressini sono un segno distintivo di molti ambiti produttivi e la loro funzione schermante nei confronti di strutture che impattano sul territorio è molto diffusa e tradizionalmente usata nella pianura bolognese. In genere i filari sono costituiti da tratti omogenei di lunghezza variabile composti da alberi della stessa essenza adeguatamente distanziati tra loro in base alle caratteristiche di accrescimento della specie (portamento e sviluppo a maturità) e ai vincoli esistenti. Venendo agli spazi interni degli ambiti produttivi e dei poli metropolitanici e a quelli legati direttamente alle pertinenze delle singole strutture, prevale invece un verde di arredo, di dimensioni sempre contenute e soggetto a regolare manutenzione, con una ricca compagine di alberi e arbusti di matrice ornamentale che forma una trama diffusa di giardinetti, prati alberati, siepi e angoli dotati a volte di una qualche qualità dal punto di vista estetico e anche paesaggistico, che possono risultare funzionali anche sotto il profilo naturalistico e ambientale, a vantaggio del benessere di coloro che li frequentano.

Il potenziamento della dotazione di verde degli ambiti produttivi attraverso l'impianto di alberi in filari e gruppi, sia in spazi verdi pubblici sia privati, deve in effetti rispondere alle diverse valutazioni e indicazioni generali date nelle pagine precedenti, favorendo, dove è possibile, connessioni con il verde esistente nel contorno dell'area di impianto. Nella scelta delle specie da introdurre, dato il contesto paesaggistico in cui l'impianto si inserisce, possono risultare adatte specie sia autoctone sia esotiche, puntando in particolare a quelle che stanno dimostrando maggiori capacità di mitigare condizioni ambientali critiche e di incidere positivamente sulla qualità dell'aria. Si ricorda l'importanza di verificare le presenze di alberi e arbusti che vegetano negli spazi limitrofi all'area di impianto, tenendo presente che una corretta scelta delle specie sulla base delle dimensioni raggiunte a maturità evita di procedere negli anni successivi all'impianto a manutenzioni frequenti; alberature che vegetano in prossimità di strutture e edifici sono spesso soggette a potature di contenimento delle chiome costrette in spazi troppo ridotti, che vengono alla fine spesso risolte con drastiche capitozzature o tagli che ne pregiudicano in via definitiva uno sviluppo sano e naturale.

Nel caso in cui le formazioni siano realizzate lungo la viabilità, oltre al rispetto delle distanze dai confini di proprietà, occorre tenere anche conto dei vincoli di distanza dettati dal Codice della Strada, che variano a seconda che si intervenga nei centri abitati o fuori da essi.

Nel primo caso le distanze minime da rispettare sono:

- 0,5 m dal confine stradale per siepi e arbusti di altezza inferiore ai 2,5 m;
- 1,5 m dal confine stradale per alberi non ad alto fusto;
- 3 m dal confine stradale per alberi ad alto fusto.

Fuori dai centri abitati le distanze minime da rispettare sono:

- 1 m dal confine stradale per siepi di altezza non superiore a 1 m;
- 3 m dal confine stradale per siepi di altezza superiore a 1 m;
- per gli alberi la distanza non può essere inferiore alla massima altezza raggiungibile dalla specie e comunque mai inferiore a 6 m.

Nella scelta del materiale vivaistico, da valutare in base alle diverse situazioni ed esigenze, è bene considerare che esemplari arborei già sviluppati (di altezza intorno a 2-2,5 m) consentono di ottenere più rapidamente un pronto effetto della formazione, ma necessitano di maggiori cure sia nella fase di impianto sia nei primi anni successivi alla loro messa a dimora, oltre ad avere un costo iniziale di fornitura e impianto significativo. Materiale vivaistico di giovane età, come ad esempio postime di 2-3 anni, consente di ridurre i problemi di attecchimento e i costi iniziali dell'impianto e può rappresentare una valida alternativa in tutti i casi in cui le formazioni da realizzare non devono rispondere a norme o a esigenze specifiche. Nel caso in cui l'impianto arboreo sia collegato a progetti edilizi all'interno dei comparti produttivi, ad esempio, le dimensioni degli alberi sono dettate dalle prescrizioni rilasciate all'atto delle concessioni e riportate nei relativi regolamenti comunali; in genere si privilegiano alberi adulti, con diametro del fusto pari a 6 cm, e altezza non inferiore a 2-2,5 m.

Interventi manutentivi

Per quanto riguarda la manutenzione dei filari e dei gruppi alberati, gli interventi risultano più concentrati nei primi anni successivi all'impianto e comportano in primo luogo le indispensabili irrigazioni di soccorso che costituiscono il fattore più importante e oneroso da prevedere dopo la messa a dimora delle piante per garantire il buon esito della forestazione. Le irrigazioni di soccorso devono essere programmate per diversi mesi all'anno, soprattutto in considerazione delle mutate condizioni climatiche che, allungando i periodi siccitosi, portano a stress la vegetazione. Si dovranno pertanto prevedere un numero sufficiente di bagnature, tendenzialmente non meno di 10-12 interventi all'anno per i primi 3-4 anni, da diminuire gradualmente negli anni successivi fino al completo affrancamento delle piante. Le irrigazioni, che possono essere effettuate con autobotte o per mezzo di tubi collegati a un impianto idrico di adduzione, dovranno consentire di impregnare adeguatamente il terreno fino a una profondità di almeno 30 cm dal piano di campagna. Una valida alternativa alle irrigazioni di soccorso, da valutare qualora sia possibile l'allaccio alla rete idrica, è rappresentata dalla realizzazione di impianti di irrigazione automatizzati con sistemi a basso consumo idrico, che dal punto di vista economico offrono buoni vantaggi quando le formazioni prevedono numeri significativi di esemplari (per poche unità di alberi il costo è paragonabile a quello delle irrigazioni di soccorso con autobotte o per mezzo di tubi collegati a un impianto idrico di adduzione).

Per quanto riguarda le potature di allevamento e formazione degli alberi, devono essere eseguite tenendo conto delle esigenze e caratteristiche delle singole specie e secondo le moderne tecniche di arboricoltura per garantire il corretto sviluppo degli alberi, limitandosi ai tagli strettamente necessari per consentire alle piante di svilupparsi secondo il loro portamento naturale; in particolare vanno sempre previsti tagli di ritorno o di selezione rispettosi del collare di corteccia del ramo. Altri interventi manutentivi da prevedere nei primi anni sono la revisione dei tutori e delle relative legature, un intervento spesso sottovalutato che se non eseguito pregiudica gravemente il corretto sviluppo delle piante, come pure il controllo di arelle o *shelter* e la loro rimozione quando non risultano più necessari.

La fase di allevamento e formazione delle alberature varia in base alla specie prescelta e deve essere attentamente monitorata per intervenire tempestivamente e correggere eventuali criticità. Quando il filare raggiunge la fase adulta, è bene impostare un piano di gestione della formazione per monitorare lo stato vegetativo e fitosanitario delle piante e, se necessario, procedere a verifiche specialistiche al fine di verificarne la stabilità ed evitare danni a seguito di stroncature o crolli.

A seconda della longevità delle specie utilizzate e del loro stato fitosanitario, che può essere condizionato da stress di varia natura (eventi climatici, fitopatologie, attacchi parassitari, inquinanti, ecc.), si dovranno prevedere anche potature di carattere straordinario, come pure il rinnovo delle alberature quando lo stato vegetativo o fitosanitario risulti particolarmente precario.

Esempio schema filari

Si propone la realizzazione di un filare alberato lungo una fascia prativa adiacente un tratto di viabilità nell'ambito produttivo Zona Industriale San Carlo, nel territorio comunale di Castel Guelfo. Sul lato opposto della via è presente un allineamento monospecifico di giovani alberi di rusticano rosso (*Prunus cerasifera Pissardii*).

La specie arborea scelta è l'albero delle lanterne (*Koelreuteria paniculata*), una caducifolia esotica di origine asiatica, di terza grandezza, con alte prestazioni riguardo all'assorbimento di inquinanti gassosi e la capacità di trattenere polveri sottili, buona capacità di sequestro di CO₂ e scarsa allergenicità. La specie presenta anche una buona funzione decorativa per la sua bella fioritura estiva e la presenza di frutti a forma di lanterna richiamati dal nome comune della specie. Si è valutato di non replicare il filare di rusticano rosso ma piuttosto di introdurre un'essenza con prestazioni più adatte ai caratteri ambientali del contesto produttivo in modo da differenziare la composizione del corredo vegetale dell'area; *Koelreuteria paniculata* è, infatti, una specie appartenente alla famiglia botanica delle Sapindacee, mentre il rusticano rosso appartiene alla famiglia delle Rosacee (fra le più ricche e diffuse nel nostro territorio).

Alberi ad alto fusto: albero delle lanterne (*Koelreuteria paniculata*), di circonferenza 16-18 cm, in zolla; sesto di impianto 8 m.

Costo di massima per l'impianto e la manutenzione di filare monospecifico di albero delle lanterne (*Koelreuteria paniculata*) di lunghezza 25 m

metri	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
6																											
5																											
4																											
3																											
2																											
1																											
0																											



Ipotesi di realizzazione di siepe filare con funzione di arredo verde e assorbimento di inquinati gassosi e stoccaggio CO₂.

Impianto comprensivo di preparazione del terreno e formazione delle buche, fornitura e messa a dimora di esemplari arborei in vaso (circonferenza del fusto di 16-18 cm), tutoraggio degli alberi, protezioni del colletto mediante *shelter* (altezza non inferiore a 20 cm), protezione del tronco mediante stuoie in cannuccia di bambù, stesa di pacciamatura in cippato di legname per uno strato non inferiore a 10 cm su di una superficie non inferiore a 1 mq (in alternativa geostuoia di superficie 50x50 cm); intervento comprensivo anche di impianto di irrigazione a servizio delle alberature provvisto di programmatore elettronico a batteria, tubazioni in polietilene, ala gocciolante, elettrovalvole, filtro a

rete, riduttore di pressione (compresi gli scavi e i reinterri necessari per la sua realizzazione): € 1.900

Manutenzioni giovanili (fino al settimo anno) comprensive di sfalcio delle superfici prative adiacenti al filare, eventuali risarcimenti delle piante non attecchite, reintegrazioni di pacciamatura e *shelter*, controllo della verticalità delle piante, controllo di tutori e legature, manutenzione periodica dell'impianto di irrigazione e smontaggio al termine del periodo, concimazione, potatura di allevamento e di formazione: € 700

Totale generale impianto e manutenzione filare (al netto di IVA) € 2.600

SIEPI

Siepi e fasce alberate sono formazioni vegetali che partecipano alla composizione del corredo verde degli ambiti produttivi e insieme ai filari compongono una trama diffusa di verde che svolge differenti funzioni. Siepi ornamentali mantenute in forma libera o potate in forma obbligata spesso definiscono i lotti e le pertinenze delle singole unità produttive o trovano posto a margine della viabilità e dei comparti. In molti casi si tratta di formazioni monospecifiche, composte dalle dense chiome sempreverdi di arbusti come lauroceraso, laurotino, agazzino e alloro che, oltre alla funzione schermante, aiutano a contenere polveri e rumori e possono favorire la nidificazione e il rifugio di parte della fauna che abita questi ambiti. Un ruolo naturalistico ancora più efficace è svolto dalle siepi miste di alberi e arbusti autoctoni che possono ugualmente trovare posto in questi contesti di pianura e richiamano la vegetazione potenziale del territorio favorendone la biodiversità. Le ricche fioriture di molte specie arbustive, autoctone o esotiche, e le belle colorazioni autunnali delle chiome di tante caducifoglie rimarcano il ruolo ornamentale di molte siepi che spesso si incrociano negli ambiti produttivi e sorprendono per il tocco di bellezza che donano al paesaggio.

L'impianto di nuove siepi per arricchire la dotazione di verde degli ambiti di riferimento, in spazi verdi sia pubblici sia privati, deve rispondere alle diverse valutazioni e indicazioni generali delle pagine precedenti e, come nel caso di filari e gruppi alberati, puntare a dare quanto più possibile continuità al verde esistente nel contorno dell'area di impianto.

Nella scelta delle specie da introdurre, dato il contesto paesaggistico in cui l'impianto si inserisce, possono risultare adatte essenze sia autoctone sia esotiche, puntando in particolare a quelle che stanno dimostrando maggiori capacità di mitigare condizioni ambientali critiche e di incidere positivamente sulla qualità dell'aria. Per favorire la funzione schermante delle siepi è possibile impiegare esemplari di specie arboree a portamento policormico, in grado di sviluppare ramificazioni anche vicino a terra e rendere più fitta la formazione. Un ruolo efficace in tal senso, oltre che dai sempreverdi, è svolto anche da specie a foglia caduca come il carpino bianco, per la sua attitudine a conservare le foglie secche sui rami fino al tardo inverno per poi perderle poco prima dell'apertura delle gemme. In tal modo il carpino bianco, soprattutto nella varietà a portamento piramidale, ha il pregio di creare in tempi rapidi dense cortine verdi di frequente utilizzate per mascherare elementi o vedute di scarso pregio e trova spesso posto anche in spazi assai ridotti. Quando invece gli spazi a disposizione lo consentono, tenuto conto del rispetto di distanze da confini e viabilità e delle verifiche relative alla presenza di strutture e reti tecnologiche, è sempre opportuno favorire formazioni arboreo-arbustive più strutturate, prevedendo impianti su più fila parallele in grado di sviluppare biomasse capaci di svolgere con più efficacia le funzioni già richiamate tra cui anche quella naturalistico- ambientale di collegamento ecologico con il sistema della rete ecologica locale. In tal senso è possibile privilegiare alberi e arbusti dai frutti eduli ricercati dalla fauna selvatica e specie di interesse per la loro fioritura, cercando di garantire la maggiore scalarità di fioriture nell'arco dell'anno.

Interventi manutentivi

Per quanto riguarda la manutenzione delle siepi, le modalità e la frequenza degli interventi variano di molto a seconda del modello di formazione realizzata. Nei primi anni successivi all'impianto devono essere garantite le irrigazioni di soccorso, per favorire l'attecchimento delle piante e il loro primo sviluppo, come pure lo sfalcio delle fasce prative a ridosso della siepe ed eventuali risarcimenti delle fallanze e della pacciamatura al piede delle piante. Le potature di allevamento hanno l'obiettivo di favorire lo sviluppo ottimale di alberi e arbusti e definire la futura fisionomia della formazione. Dopo i primi anni dall'impianto, la siepe sarà poi soggetta a potature di mantenimento differenti a seconda della tipologia di siepe: dai tagli in forma obbligata delle siepi che necessitano di un maggiore contenimento in altezza e larghezza, in numero non inferiore a 2-3 interventi annui, alle potature in forma libera da eseguire non più di una volta all'anno per le formazioni che possono crescere in modo più naturale, sia per la disponibilità di spazio, sia per favorire il loro ruolo ecologico-ambientale e schermante. Riguardo a questo ultimo aspetto, per migliorare la funzione schermante delle siepi è bene che le potature non interessino le ramificazioni più basse delle piante arboree, scegliendo semmai individui a portamento policormico, e che vengano salvaguardati i ricacci alla base degli arbusti così da rendere più dense le formazioni. Nel caso di arbusti dotati di belle fioriture o di fogliame o frutti

decorativi, modalità ed epoca di esecuzione delle potature dovranno tenere conto delle caratteristiche delle specie per non pregiudicare il loro valore ornamentale.

Esempio schema siepe

Si propone la realizzazione di una siepe arboreo-arbustiva con funzione di mitigazione ambientale e di miglioramento delle qualità paesaggistiche da collocare a margine di un tratto di viabilità che delimita l'ambito produttivo Bargellino nel territorio comunale di Calderara di Reno, al confine con quello di Bologna. La formazione è articolata su tre fila: la centrale è formata da esemplari arborei di olmo giapponese (*Zelkova serrata*) e carpino bianco (*Carpinus betulus*), le due laterali sono costituite da arbusti in gruppi monospecifici. La disposizione consente di rispettare le distanze sia dal fronte strada sia dal confine della struttura produttiva.

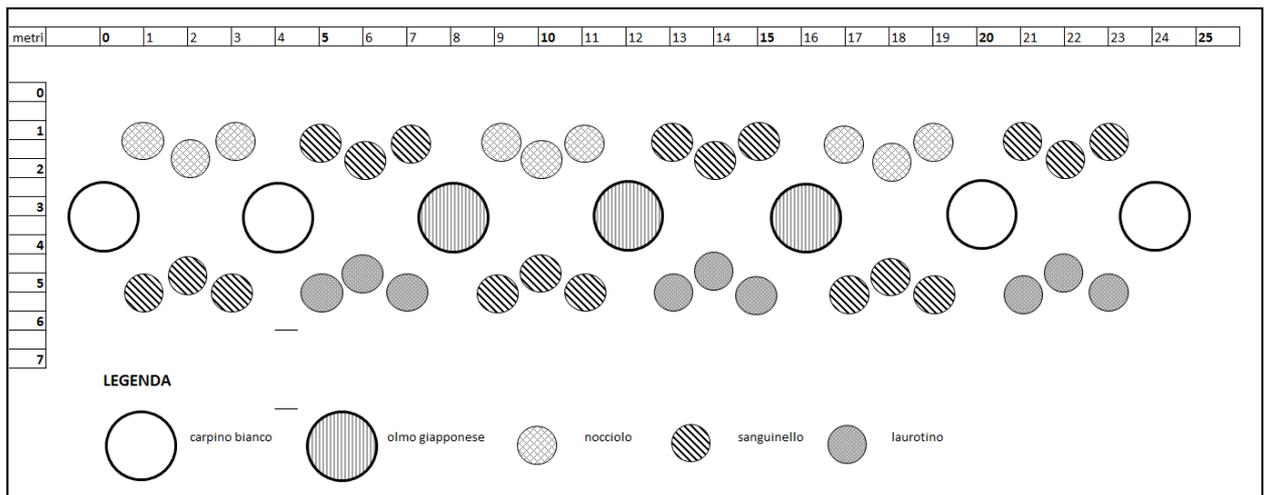
Nella scelta delle specie sono state privilegiate essenze con buone capacità di migliorare la qualità dell'aria attraverso l'abbattimento delle sostanze inquinanti e climalteranti. Attualmente l'area di impianto è una fascia a prato in cui vegeta una macchia di olmo campestre (*Ulmus minor*).

Alberi: carpino bianco (*Carpinus betulus*) e olmo giapponese (*Zelkova serrata*)

Arbusti: sanguinello (*Cornus sanguinea*), nocciolo (*Corylus avellana*) e laurotino (*Viburnum tinus*)

Sesti di impianto: filare arboreo 4 m; fasce arbustive con gruppi monospecifici disposti a quinconce distanziati tra di loro 1 m circa.

Costo di massima per l'impianto e la manutenzione di siepe (lunghezza 25 metri)



Ipotesi di realizzazione di siepe a più file con funzione di assorbimento di inquinanti gassosi e stoccaggio CO₂ a margine della strada e dell'ambito produttivo di Bargellino.

Impianto comprensivo di preparazione del terreno, fornitura e messa a dimora di esemplari arborei e arbustivi in vaso (alberi con circonferenza del fusto di 10-12 cm, arbusti di altezza media 1 m), tutoraggio agli alberi, protezioni del colletto e tronco di alberi e arbusti mediante *shelter*, stesa di pacciamatura in cippato di legname per uno strato non inferiore a 10 cm su di una superficie non inferiore a 1 m² (in alternativa geostuoia di superficie 50x50 cm), prima irrigazione: € 2.300

Manutenzioni giovanili (fino al settimo anno) comprensive di controllo della vegetazione erbacea al colletto delle piante e sfalcio delle superfici prative adiacenti alla fascia, eventuali risarcimenti delle piante non attecchite, eventuali reintegrazioni di pacciamatura e *shelter*, controllo della verticalità delle piante, di tutori e legature, irrigazioni di soccorso (n. 10 interventi annui per i primi 3 anni, n. 5 interventi annui per i successivi), concimazioni, primi interventi di potatura di allevamento e formazione, primi tagli per il prelievo di legname: € 8.500

Totale generale impianto e manutenzione siepe (al netto di IVA) € 10.800

BOSCHI E FASCE BOScate

Alcuni ambiti produttivi del territorio vedono già ora la presenza di formazioni boscate più o meno estese che li delimitano verso l'esterno e formano vere e proprie aree cuscinetto di mitigazione visiva delle attività produttive e di compensazione degli impatti generati dalle stesse. Si tratta in genere di rimboschimenti in larga parte sostenuti dai programmi di sviluppo rurale che la Regione Emilia-Romagna sta portando avanti da alcuni decenni su terreni agricoli, che oltre alla funzione ambientale e ecologico-paesaggistica possono svolgere in certi casi anche una funzione produttiva.

Gli impianti forestali a fini produttivi sono costituiti da latifoglie autoctone di pregio, tra cui ciliegio, farnia e noce, spesso consociate ad altri alberi e arbusti accessori che favoriscono la crescita delle prime. La presenza di queste formazioni, che una volta raggiunta la maturità sono dotate di una notevole biomassa, è in grado di dare vita nel tempo a habitat di interesse naturalistico, risultando così strategica per il supporto agli agroecosistemi, soprattutto se gli impianti forestali sono gestiti mediante interventi culturali contenuti ed eseguiti secondo principi di sostenibilità. Il taglio delle specie arboree di pregio per la produzione di legname da opera avviene al termine del loro turno (variabile tra i 30 e i 40 anni), mentre le specie accessorie consociate possono essere oggetto di tagli già a partire dal sesto-settimo anno dall'impianto, con relativa produzione di legname impiegabile a scopi energetici, nella forma di cippato e/o legna da ardere, con la possibilità di nuovi tagli programmabili negli anni a venire.

Negli ultimi anni sono in fase di studio e sperimentazione sul campo impianti produttivi di biomassa legnosa concepiti con turni sempre più brevi, anche detti *Short Rotation Forestry*, che rappresentano nuovi modelli culturali funzionali alla definizione di una filiera della biomassa legnosa destinata a fini energetici; questi impianti possono trovare collocazione oltre che negli ambiti rurali anche in quelli produttivi in situazioni diverse: su terreni non utilizzati, in attesa di vendita o edificazione, in spazi marginali, consentendo di fatto un ritorno economico per i proprietari coinvolti che possono tornare ad averne la disponibilità in tempi relativamente ridotti. Per quanto riguarda la scelta delle essenze arboree e arbustive, il rapporto tra le diverse specie costituenti la formazione, il sesto e lo schema di impianto, devono essere compiute valutazioni di volta in volta sulla base delle caratteristiche delle specie prescelte, dei parametri ambientali della stazione e delle finalità dell'intervento; sono ovviamente da privilegiare piante con buona capacità di sequestrare CO₂ e trattenere polveri sottili e con alte prestazioni riguardo l'assorbimento di inquinanti gassosi. Per i dettagli relativi a queste tipologie di impianti si rimanda alla scheda di approfondimento dell'Ecosistema agricolo di pianura, dove si riporta anche una tabella relativa ai turni minimi di utilizzo delle diverse specie arboree.

Quando l'aspetto produttivo della formazione boscata da realizzare resta secondario o non è considerato, la creazione di un nuovo bosco punta in primo luogo a esaltarne la funzione naturalistico-ambientale per la conservazione della biodiversità del territorio e per il potenziamento della rete ecologica locale. In questo caso il riferimento da tenere presente sono i boschi planiziali naturali di pianura con la compagine di alberi e arbusti tipici. Le recenti sperimentazioni per la creazione di boschi di pianura prevedono schemi d'impianto di tipo misto, con alberi intercalati ad arbusti in modo non geometrico ma per file parallele ad andamento curvilineo per ridurre l'artificialità del sesto d'impianto; le fila dovranno essere adeguatamente distanziate per facilitare gli interventi di cura e agevolare le operazioni meccaniche per la loro manutenzione (con notevole riduzione dei costi).

Gli arbusti possono essere impiegati sia all'interno delle formazioni, a gruppi monospecifici o plurispecifici inseriti lungo le fila alternati agli alberi, sia per delimitare i lotti e ricreare il mantello di arbusti tipico dei margini dei boschi naturali; in quest'ultimo caso è bene che la fascia arbustiva sia di adeguata larghezza e sia costituita da specie eliofile legate ad ambienti aperti e luminosi.

Nel caso in cui la superficie da rimboschire sia sufficientemente ampia, per perseguire la maggiore complessità strutturale ed efficacia ecologica è possibile integrare nell'impianto anche radure prative, che possano nel tempo essere colonizzate da differenti specie erbacee e da macchie di arbusti, e finanche uno o più specchi d'acqua, sfruttando depressioni naturali o realizzandone artificialmente attraverso movimenti del terreno. In certi contesti le formazioni boscate possono assumere anche una funzione ricreativa e sociale legata alla possibile frequentazione. In tal caso la struttura dell'impianto può prevedere settori a differente fisionomia: da quelli più densi con scarsa manutenzione ad altri da destinare a prati alberati che possono essere attrezzati per attività ricreative di vario tipo; in questi casi il corredo vegetale può arricchirsi di altre essenze vegetali, ad esempio alberi da frutto.

Per quanto riguarda densità e sesti di impianto, questi variano di molto a seconda del modello scelto; si possono considerare circa 2.000 piante per ettaro, includendo anche gli arbusti, che possono rappresentare fino al 60%-70% dell'intera formazione, con distanza media tra le file di 2,5-3 m e distanza sulle file che può variare tra i 3 e i 4 m per gli alberi e tra 1 e 2 m per gli arbusti.

Per l'impianto di norma è bene utilizzare materiale giovane (postime di 1 o 2 anni in pane di terra, vasetto o fitocella), facendo precedere la messa a dimora da un'adeguata concimazione organica seguita da una lavorazione meccanica del terreno per una profondità non inferiore a 40 cm, con successivi passaggi di affinamento.

Interventi manutentivi

Oltre alle indicazioni riportate nella parte generale della scheda, per quanto riguarda la manutenzione delle formazioni boscate gli interventi variano di molto a seconda della tipologia di impianto e delle sue finalità. Sono sempre da prevedere interventi più concentrati nei primi anni successivi all'impianto, comprensivi soprattutto delle irrigazioni di soccorso per garantire l'attecchimento delle piante e il loro primo sviluppo, di eventuali sostituzioni di piante secche o in condizioni critiche da eseguire già nel primo anno, della revisione di tutori e *shelter*, del risarcimento dello strato di pacciamatura al piede delle piante e della loro periodica concimazione; riguardo agli sfalci, essi riguarderanno sia le fasce lungo le file per garantire il controllo delle erbe infestanti soprattutto nell'area di pertinenza dei nuovi esemplari posti a dimora, sia le aree degli interfilari e le fasce di margine; soprattutto in queste ultime è bene procedere in modo selettivo salvaguardando, quando presenti, i ricacci spontanei di alcune specie arbustive ad attitudine pollonifera (come nocciolo e sanguinello) e altre presenze sopraggiunte nell'area dalle zone limitrofe al fine di infittire il mantello di arbusti.

Per quanto riguarda le potature di allevamento e formazione, esse dovranno essere funzionali a correggere eventuali difetti strutturali delle piante e favorire la naturale architettura della chioma e la dominanza apicale negli alberi. Gli interventi di diradamento sono particolarmente importanti nel caso di impianti creati anche con finalità produttive per selezionare gli alberi migliori, garantirne lo sviluppo ottimale e attuare un parziale prelievo di legname. I tagli di diradamento avranno anche lo scopo di ridurre l'ombreggiamento all'interno della formazione e determinare una fisionomia irregolare e più simile a quella delle formazioni boscate naturali.

Esempio schema bosco permanente di tipo naturalistico-ambientale

Si propone la realizzazione di un bosco misto di latifoglie con funzione naturalistico-ambientale costituito da specie arboree e arbustive adatte a contesti di pianura. Nello specifico, la formazione interessa un terreno agricolo coltivato a seminativo, posto tra il centro abitato di Stiatico e un'area destinata all'ampliamento dell'ambito produttivo sovracomunale Funo-Stiatico in comune di San Giorgio di Piano. La formazione boscata è articolata in diversi settori, con zone più dense verso il comparto produttivo e aree più aperte verso l'abitato, nelle quali si alternano radure prative e zone a prato alberato. Data la vicinanza del centro abitato, è anche possibile attrezzare una porzione dell'area per la fruizione dei residenti della zona.

Per quanto riguarda la scelta delle specie vegetali, queste variano a seconda dei diversi settori della nuova formazione. Nei tratti di bosco più densi, con prevalente funzione naturalistico-ambientale, vengono impiegate essenze autoctone tipiche dei boschi di pianura secondo le modalità già indicate nella scheda di approfondimento della Rete ecologica e idrica. Fra le specie arboree si segnalano: alberi di grande sviluppo come farnia (*Quercus robur*), frassino meridionale (*Fraxinus angustifolia*) e pioppo bianco (*Populus alba*); alberi di medio sviluppo come carpino bianco (*Carpinus betulus*) e acero campestre (*Acer campestre*), arbusti di grande taglia come nocciolo (*Corylus avellana*), sanguinello (*Cornus sanguinea*) e sambuco (*Sambucus nigra*); arbusti di piccola taglia come prugnolo (*Prunus spinosa*), frangola (*Rhamnus frangula*) e spincervino (*Rhamnus cathartica*). Gli arbusti sono disposti all'interno del settore boscato, in modo da formare gruppi monospecifici, e ai suoi margini per creare una fascia mista continua che simula il mantello ecotonale tipico delle formazioni boscate naturali.

Venendo alle zone più aperte, da destinare a prato alberato, il corredo di specie da impiegare si può arricchire di altre tipologie fra cui alberi da frutto come ciliegio dolce (*Prunus avium*), ciliegio acido (*Prunus cerasus*), mirabolano (*Prunus cerasifera*), cotogno (*Cydonia oblonga*), melograno (*Punica granatum*), fico (*Ficus carica*), nespolo (*Mespilus germanica*) e presenze tipiche della campagna bolognese come gelso bianco (*Morus alba*), gelso nero (*Morus nigra*) e noce (*Juglans nigra*); anche la rosa selvatica (*Rosa canina*) può risultare interessante per realizzare macchie da mantenere in forma libera. Nel complesso si tratta di una formazione in grado di svolgere molte funzioni per la ricchezza e diversità del suo corredo verde: naturalistico-ambientale, estetico-paesaggistica, fruitiva e sociale e, infine, culturale e didattica.



Ipotesi di realizzazione di bosco permanente con funzione naturalistico-ambientale e di fascia cuscinetto tra il nuovo ambito produttivo previsto sui terreni agricoli in primo piano e l'abitato di Stiatico.



Le aree, indicate dalle frecce gialle, su cui è prevista l'espansione dell'ambito produttivo esistente sull'altro lato della strada e, indicate con le frecce rosse, le zone di intervento su cui viene ipotizzata la creazione del bosco permanente.

VERDE TECNOLOGICO

Con il termine verde tecnologico si sottintendono tutte le soluzioni che abbinano elementi vegetali a elementi costruiti per svolgere specifiche funzioni come l'arredo verde, la mitigazione dell'impatto paesaggistico di un edificio, la riduzione dell'impatto visivo e acustico, il risparmio energetico, la regolazione del deflusso delle acque. La componente vegetale è nella maggioranza dei casi parte integrante delle strutture a cui è collegata, mentre può non essere collegata al suolo naturale, anzi rimanere in posizione decisamente sopraelevata (verde pensile) rispetto a esso, su superfici che possono essere sia piane che inclinate o verticali. Il verde tecnologico trova applicazioni in molte situazioni (palazzi pubblici e privati, industrie, capannoni, padiglioni ospedalieri, aeroporti, quartieri fieristici, ecc.) quando si vuole mantenere tutti i servizi ecosistemici forniti dalle piante, ma mancano spazi e suolo per l'inserimento di alberi e arbusti.

La progettazione e realizzazione di verde tecnologico è un campo molto specialistico e gli interventi vanno progettati e seguiti da professionisti di varie discipline (ingegneri, agronomi, architetti) specializzati nel settore contestualmente agli edifici sui quali si vanno a inserire ed eseguiti da ditte qualificate che devono attenersi alla normativa vigente (Norma UNI 11235 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde") e garantire la corretta esecuzione dei lavori per non provocare nel tempo difetti o danni ai solai e alle altre strutture portanti.

Vista la quantità di superfici piane (coperture di fabbriche, depositi, capannoni, ipermercati, ecc.) presenti sia negli ambiti produttivi che nei poli metropolitani, l'incremento del verde mediante la realizzazione di **coperture a verde pensile** (i cosiddetti "tetti verdi") andrebbe sicuramente incentivata con contributi specifici per aziende ed enti o richiesta come forma di compensazione; un uso diffuso di coperture a verde pensile in certi ambiti potrebbe raggiungere nel complesso superfici significative in grado di fornire servizi ecosistemici di un certo rilievo. Oltre ai benefici diretti legati alla capacità di assorbimento di CO₂ e inquinanti, si aggiungono i vantaggi indiretti prodotti dalle coperture a verde in termini di risparmio energetico, che si traducono in una minore produzione di sostanze climalteranti e in una ricaduta positiva sul microclima locale. Alcuni studi recenti in questo settore suggeriscono, inoltre, di combinare l'installazione di pannelli solari con una copertura a verde, ottenendo un doppio vantaggio energetico: isolamento termico e produzione di energia; inoltre, la presenza del rivestimento verde assicura una temperatura ambiente inferiore a quella di un tetto semplice e questo favorisce le prestazioni dei pannelli che dipendono molto dalla temperatura di esercizio.

Un'ulteriore funzione non secondaria svolta da queste strutture riguarda poi l'azione regolatrice delle acque meteoriche. Le coperture a verde sono formate da una serie di strati di vario spessore; il numero e lo spessore e altre caratteristiche possono variare a seconda delle tecniche, ma oltre a strati isolanti e antiradice a protezione del solaio e al substrato più superficiale che serve alla crescita delle piante, è sempre presente uno strato drenante con la funzione di raccogliere e rallentare il deflusso delle acque piovane, rifornire di acqua le piante, mantenere umidità per rinfrescare le parti sottostanti ed evitare un sovraccarico della rete scolante.

Le coperture a verde pensile più adeguate rispetto a tali situazioni sono quelle definite di tipo estensivo, che prevedono un basso grado di manutenzione essendo rivestite da vegetazione quasi sempre erbacea,



Esempio di copertura a verde con Sedum sp.

a differenza delle coperture a verde pensile intensivo che richiedono un maggiore livello di manutenzione perché possono comprendere anche grandi arbusti e alberi ed essere spazi fruibili al pari di un giardino o utilizzati per la produzione di alimenti (orti pensili).

Le sistemazioni più frequenti utilizzano per la componente vegetale varie specie del genere *Sedum* (*Sedum dasyphyllum*, *S. album*, *S. fioriferum*), capaci di vegetare in un substrato anche ridotto (di solito 8 cm) e di resistere alle difficili condizioni ambientali che si riscontrano in queste situazioni (marcati sbalzi termici

giornalieri, maggiore ventilazione, minore possibilità di approvvigionamento idrico per la presenza dello strato antiradice, ecc.). Le formazioni di *Sedum*, una volta avviate, formano un tappeto di rivestimento compatto e richiedono una manutenzione ridotta. Altre sistemazioni prevedono formazioni a prato naturale con varie specie della famiglia delle *Poacee* o, ancora, formazioni variegiate che impiegano più specie erbacee perenni per raggiungere una maggiore biodiversità e movimentano la superficie della copertura, offrendo in questo modo spazi per la crescita di altre piante e opportunità per la sosta e il nutrimento dell'avifauna e di altri piccoli animali.

Nel contesto degli Ambiti produttivi e dei Poli metropolitani questa tipologia può trovare applicazione soprattutto nel caso di nuove costruzioni, ma anche in occasione di interventi di manutenzione straordinaria del coperto di fabbricati di vario genere, previa verifica della portanza dei solai.

Un'altra forma di verde tecnologico, a sviluppo questa volta verticale, è costituito dalle **pareti verdi**. Le pareti verdi sono sistemi di inverdimento che vengono impiegati in edifici residenziali e altri fabbricati al fine di ottenere vantaggi in termini di miglioramento estetico e risparmio energetico. La copertura verde delle facciate verticali viene realizzata in questo caso con specie vegetali rampicanti o ricadenti sostenute da supporti di vario genere (reti metalliche, cavi o altro) oppure con sistemi modulari inseriti direttamente sulle pareti (chiamati *living wall*), con specie erbacee e arbustive allevate mediante substrato organico, soluzioni nutritive e impianto di irrigazione automatizzato. La scelta delle piante dipenderà dall'esposizione della parete e dalla funzione prevalente che essa deve svolgere, impiegando ad esempio specie sempreverdi se serve una protezione anche invernale dai venti freddi e specie caducifoglie se c'è necessità di rinfrescare le strutture durante l'estate. Nelle esposizioni settentrionali vengono utilizzate, ad esempio, differenti varietà di ortensie e azalee, edera a crescita lenta e *Lonicera pileata*, un arbusto sempreverde di origine asiatica; nelle parti più soleggiate sono impiegati invece mirto (*Myrtus communis*), *Abelia nana*, *Photinia nana*, *Yucca* e differenti varietà di *Carex*.

I costi del verde tecnologico sono sempre piuttosto consistenti e possono variare secondo le tecniche e i materiali impiegati dalle ditte specializzate e le

specie vegetali che si utilizzano. Sensibili differenze di costo si avranno anche quando si tratta di realizzazioni ex novo di fabbricati o quando si interviene su strutture già esistenti.

Per quanto concerne le coperture a verde pensile l'Associazione Italiana Verde Pensile (AIVEP) dispone di un prezzario aggiornato che permette di avere un'idea dei costi di diverse soluzioni base. Per il contesto bolognese, si riportano di seguito le voci di elenco prezzi dedotte dal prezzario delle Opere edili della Camera di Commercio di Bologna relative alla realizzazione delle due tipologie di tetto verde sopradescritte.

Formazione di **tetto verde di tipo estensivo**, realizzato con il sistema completo per tetti verdi secondo le disposizioni e specifiche contenute nella norma UNI 11235. In particolare si dovrà garantire il rispetto dei requisiti relativi alla capacità drenante del sistema e alla capacità agronomica dell'elemento di accumulo idrico e del substrato di coltivazione, in modo da favorire il corretto sviluppo delle specie vegetali ospitate. Le caratteristiche della stratigrafia: strato drenante e riserva idrica, in lastre di polietilene o in elementi di schiuma di polietilene dallo spessore da 25 a 40 mm, strato di separazione/filtro costituito da tessuto non tessuto, in grado di garantire passaggio all'acqua 0,1 cm/sec., strato di cultivo adatto alla costruzione dei tetti verdi, per uno spessore medio compattato di 10 cm costituito da miscuglio di torba bionda, lapillo vulcanico, sostanza organica humificata, fibre vegetali e concime complesso. Il substrato dovrà essere esente da infestanti con PH neutro o subacido; porosità totale > 60%; capacità di ritenzione idrica > 35% vol. Fornito in opera con esclusione di impianto d'irrigazione e trasporto in quota dei materiali.



Esempio di parete verde con sistema a moduli e specie adatte a situazioni soleggiate (Bologna).

Per superfici fino a 200: 69 euro/mq Per superfici da a 200 a 500: 63 euro/mq
Per superfici da a 500 a 2000: 58 euro/mq Per superfici oltre 2000: 54 euro/mq

Formazione di **tetto verde di tipo intensivo** realizzato con il sistema completo per tetti verdi, secondo le disposizioni e specifiche contenute nella norma UNI 11235. In particolare, si dovrà garantire il rispetto dei requisiti relativi alla capacità drenante del sistema e alla capacità agronomica dell'elemento di accumulo idrico e del substrato di coltivazione, in modo da favorire il corretto sviluppo delle specie vegetali ospitate. Le caratteristiche della stratigrafia: strato drenante e riserva idrica, in lastre di polietilene o in elementi di schiuma di polietilene dallo spessore compreso tra 40 a 60 mm; strato di separazione/filtro costituito da tessuto non tessuto, in grado di garantire passaggio all'acqua 0,1 cm/sec; strato di drenaggio e compensazione idrica in materiale naturale per uno spessore di 10 cm.; strato di separazione/filtro costituito da tessuto in grado di garantire passaggio all'acqua 0,1 cm/sec; strato di coltivo adatto alla costruzione dei tetti verdi per uno spessore medio compattato di 25 cm costituito da miscuglio di torba bionda, lapillo vulcanico, sostanza organica humificata, fibre vegetali e concime complesso. Il substrato dovrà essere esente da infestanti con PH neutro o subacido; porosità totale > 60%, capacità di ritenzione idrica > 35% vol. Fornito in opera con esclusione di impianto d'irrigazione e trasporto in quota dei materiali.

Per superfici fino a 200: 120 euro/mq Per superfici da a 200 a 500: 110 euro/mq
Per superfici da a 500 a 2000: 104 euro/mq Per superfici oltre 2000: 98 euro/mq

Messa a dimora, in talee, di *Sedum* o altre crassulacee, nella dose di 50 g/mq. Compreso manutenzione ordinaria e di avviamento per un anno dalla messa a dimora della vegetazione: 6,70 euro/mq

Fornitura e posa di stuoia precoltivata, con supporto geotessile biodegradabile, tipologia vegetale: *Sedum*, in non meno di 4 specie diverse (esempio indicativo delle specie: *Sedum album*, *S. reflexum*, *S. floriferum*, *S. sexangulare*) idoneo per coperture a verde di tipo estensivo, su strato portante della vegetazione adeguatamente preparato e livellato, posa con stretto accostamento dei bordi, annaffiamento con almeno 30 l/m² per 2-3 volte, mantenendo comunque umido il substrato fino alla completa radicazione, incluso sfrido e ripristino di eventuali mancanze di substrato: 42,00 euro/mq

Interventi manutentivi

Per quanto riguarda la **manutenzione delle coperture a verde pensile** l'intervento principale è rappresentato dal controllo della vegetazione naturale invadente per evitare che questa impedisca un regolare attecchimento dei nuovi impianti; particolare attenzione va prestata nei riguardi di specie con apparati radicali vigorosi che possono infiltrarsi negli strati sottostanti, danneggiare le strutture e andare a occludere le vie di deflusso delle acque meteoriche. L'azione di diserbo va effettuata con particolare attenzione, sempre per non andare ad alterare la serie di strati e compromettere la funzione drenante della copertura. Meno importante è l'irrigazione di soccorso, perché le realizzazioni sono in genere dotate di impianti di irrigazione automatizzati; inoltre, tra i principi del verde estensivo è previsto che le formazioni, in particolare quelle a *Sedum*, diventino in breve autosufficienti dal punto di vista idrico. Da verificare è, invece, la presenza di ristagni idrici che possono provocare la marcescenza degli apparati radicali di varie specie; nel caso ampie parti della copertura rimangano scoperte, si dovrà procedere a integrazione con nuovi impianti rivedendo eventualmente la scelta delle specie.

Per le pareti verdi gli interventi consistono nel monitoraggio dello stato vegetativo delle piante e nella sostituzione di quelle perdute per disseccamento, che viene fatta in genere procedendo alla sostituzione di moduli interi già preparati in vivaio. Sono, infine, da prevedere potature di contenimento, che possono essere necessarie una o due volte all'anno in base alla crescita per le specie rampicanti e in numero maggiore per le pareti che utilizzano sistemi modulari.

Suggerimenti per approfondimenti

Dessi V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M.T., *Rigenerare la città con la natura. Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione a adattamento ai cambiamenti climatici*, Regione Emilia-Romagna - Politecnico di Milano, Maggioli Editore, 2017.

Città Metropolitana di Milano, *Life METRO ADAPT - Strategie e misure di adattamento al cambiamento climatico nella Città Metropolitana di Milano*, 2020.

Abram P., *Verde pensile in Italia e in Europa*, Il Verde Editoriale, 2006.

AA.VV., *Preliminary evaluation of a short rotation forestry poplar biomass supply chain in Emilia Romagna Region*, Journal of Agricultural Engineering 2013, Vol. XLIV (s2): e74.

Canesin C., *La Short Rotation Forestry in Nord Italia. Limiti e potenzialità del suo impiego sotto differenti scenari: produzione di biomassa e prove di fertilizzazione*, Tesi di laurea Università degli studi di Padova, Dipartimento territorio e Sistemi Agro-forestali, Anno Accademico 2009-2010.

Regione Toscana, *Piano regionale per la Qualità dell'Aria Ambiente, Linee Guida della Regione Toscana per la messa a dimora di specifiche specie arboree per il sequestro di CO2, l'assorbimento di biossido di azoto, materiale particolato fine e ozono*, 2018.

Regione Emilia-Romagna, *Elenco dei prezzi delle opere pubbliche e di difesa del suolo della Regione Emilia-Romagna*, 2019.

Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura di Bologna, *Prezzi informativi delle opere edili in Bologna*, 2019.

Comune di Bologna, Settore Ambiente e Verde, *Servizio per la manutenzione e riqualificazione del patrimonio verde comunale di durata quadriennale. Elenco prezzi unitari*, 2018.