



SEZIONE 3

SCHEDE

TECNICHE

PARCHEGGI VERDI	31
Aree verdi	31
Viabilità	32
Stallo auto	32
ALBERATURE STRADALI	39
Criteri progettuali e realizzativi	39
VERDE DI QUARTIERE	45
Aree verdi	45
Aree gioco	46
AREE CANI	48
SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE E GESTIONE DELLE ACQUE (SUDS)	49
Raccolta dell'acqua meteorica	50
Trincee filtranti	54
Canali vegetati (Swales)	58
Bacini di infiltrazione e bioritenzione	59
Verde pensile	62
AMBITI CON FUNZIONALITÀ ECOLOGICA O DI PROTEZIONE	67
Criteri progettuali e realizzativi	68
Criteri gestionali	69
Scheda 1	70
Scheda 2	71
Scheda 3	73
Scheda 4	75
Scheda 5	77
Scheda 6	79



Nelle successive schede vengono riportate le diverse tipologie di aree verdi e le indicazioni per una loro corretta gestione.

Inoltre, vengono riportate informazioni riguardo la CO₂ assorbita dalle diverse tipologie in oggetto e il costo indicativo di realizzazione.

La stima della CO₂ assorbita per le diverse tipologie di aree verdi viene calcolata come media, utilizzando i dati riportati dalle schede tecniche del progetto Qualiviva.

Per le piante destinate alla ceduzione, la stima è stata fatta utilizzando i dati relativi all'assorbimento di CO₂ dei primi 10 anni delle specie in oggetto; dato riportato dalla rielaborazione dei criteri per la selezione di specie arboree e arbustive destinate alla mitigazione ambientale del CNR di Bologna, svolta da Politec Technology s.r.l. - Calcolo della Carbon Footprint per l'abbattimento delle emissioni tramite piantumazione -.

I costi di realizzazione delle aree con funzionalità ecologica e di protezione fanno riferimento agli impianti estensivi del prezzario regionale forestale.

Per gli impianti "intensivi" (viali alberati, parcheggi, verde di quartiere ecc.), i costi fanno riferimento al prezzario Assoverde 2022, considerando una fornitura di specie autoctone (Acer campestre, Celtis australis, Carpinus betulus...) con altezza compresa tra 2,5 e 3 m in zolla.

I prezzi sono indicativi, in quanto i costi delle opere possono variare in funzione dei singoli casi specifici.



PARCHEGGI VERDI

In caso di realizzazione di nuovi parcheggi pubblici o a uso pubblico, il progetto deve soddisfare i Criteri Minimi Ambientali (CAM).

Lo scopo è quello di rendere la città più accogliente, raccogliere e filtrare le acque piovane, contrastare il fenomeno dell'isola di calore e contribuire a ridurre le polveri sottili e l'inquinamento.

Per raggiungere questi obiettivi, il progetto deve rispettare le norme e i criteri di seguito elencati.

AREE VERDI

Criteri progettuali e realizzativi

1. La superficie adibita al verde deve coprire almeno il 15% di quella totale del parcheggio.
2. Il perimetro dell'area sia delimitato da una cintura verde di altezza non inferiore a 1 metro.
3. Le aiuole devono essere protette contro gli urti delle autovetture tramite dissuasori nel caso di parcheggi a raso.
4. L'aiuola può essere pacciamata con materiali naturali o con inerti (pietriscio, ciottoli chiari ecc distesi sopra un telo pacciamante filtrante), totalmente oppure solo attorno ad ogni albero e il resto inerbito o piantumato con arbusti. Quest'ultima sistemazione è altamente raccomandata. In questo ultimo caso, il pacciamante deve occupare almeno lo spazio qui riportato:
 - Fascia di 1 m per alberi di II grandezza;
 - Fascia di 40 cm per alberi di III grandezza;
 - Fascia di 30 cm per gli arbusti.

5.

Caratteristiche delle specie arboree:

- possibilmente specie autoctone o naturalizzate, adatte alla fascia fitoclimatica compresa tra *Lauretum* e *Castanetum*;
- normalmente caducifoglie di II o III grandezza;
- buona resistenza agli inquinanti, siccità e compattazione;
- chioma globosa, espansa o di ampio ombrello;
- legno resistente;
- produzione di fiori piccoli con frutti secchi leggeri;
- polline a basso potere allergenico e impollinazione entomofila.

6.

Di seguito sono riportate alcune specie che più si possono adattare a crescere in questo contesto urbano:

Specie autoctone e naturalizzate

Alberi di II grandezza	Alberi di III grandezza	Arbusti
<i>Acer platanoides</i>	<i>Acer campestre</i>	<i>Cornus mas</i>
<i>Carpinus betulus</i>	<i>Acer monspessulanum</i>	<i>Laburnum anagyroides</i>
<i>Celtis australis</i>	<i>Amelanchier lamarckii</i>	<i>Phillyrea latifolia</i>
<i>Fraxino angustifolia</i>	<i>Cercis siliquastrum</i>	<i>Tamarix gallica</i>
<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Prunus dulci</i>	
<i>Quercus ilex</i>		

Specie alloctone

Alberi di II grandezza	Alberi di III grandezza	Arbusti
<i>Albizia julibrissin</i>	<i>Catalpa bignonioides</i>	<i>Cornus florida</i>
<i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Koelreuteria paniculata</i>	<i>Hibiscus syriacus</i>
<i>Sophora japonica</i>	<i>Pyrus calleryana</i>	<i>Lagerstroemia indica</i>

Tabella 3, 4

Vengono proposte tre diverse soluzioni di progettazione di parcheggi verdi (Schema 1.1, 1.2, Schema 2 e Schema 3).

In caso di realizzazione di parcheggi a pettine con filari alberati (Schema 1.1 e 1.2), l'area verde deve essere larga almeno 2 m e gli alberi di II grandezza vanno piantati a una distanza di 5 m l'uno dall'altro. Nel caso dello Schema 3 la distanza tra gli alberi è pari a 3,5 m.

I filari (schema 1 e 3) devono essere orientati possibilmente in direzione N-S per ottimizzare l'ombreggiamento dei posti auto.

In caso di adozione dello Schema 2, gli alberi più grandi, di II grandezza, possibilmente vanno piantati a Sud per ottimizzare l'ombreggiamento.

Negli Schemi 1.1, 1.2, 2, e 3, per la stessa classe di grandezza, possono essere messe a dimora specie diverse.

Nello Schema 1.2 viene riportato un esempio di parcheggio con un filare alberato integrato con dei sistemi di gestione sostenibile delle acque meteoriche: trincee filtranti e bioswales. Per la progettazione e scelta delle specie di queste ultime, si rimanda alla sezione dei SuDS del prontuario.

Criteri gestionali

- 1.** Le piante devono essere irrigate tramite impianto di irrigazione fisso, oppure devono essere previste dalle 15 alle 20 irrigazioni di soccorso all'anno, utilizzando dai 20 ai 40 litri d'acqua a pianta (a seconda delle sue dimensioni) per almeno 5 anni.
- 2.** Per l'impianto delle specie arboree e preparazione del sottofondo, seguire le indicazioni del prontuario (rif capitolo PREPARAZIONE DEL TERRENO).

- 3.** Prevedere potature di contenimento della chioma.

VIABILITÀ

Criteri progettuali

È possibile impiegare asfalti e/o calcestruzzi drenanti; è importante realizzare un adeguato sottofondo che permetta al contempo l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo (strati filtranti) e la stabilità della sovrastruttura stradale in funzione dei carichi attesi.

STALLO AUTO

Criteri progettuali

- 1.** I posti auto devono essere orientati, possibilmente, in relazione ai punti cardinali per ottimizzare la posizione degli alberi in funzione dell'ombreggiamento.
- 2.** La pavimentazione deve avere un coefficiente di deflusso compreso tra 0 e 0.6.
- 3.** Per la pavimentazione possono impiegarsi diversi materiali dalle betonelle, alle pavimentazioni cementizie drenanti, non sono ammessi i grigliati plastici o cementizi inerbiti.
- 4.** La pavimentazione deve possibilmente avere una colorazione chiara, in modo da aumentare l'albedo dell'area e ridurre l'effetto isola di calore.

15-120 €/mq

Costo pavimentazione drenante

(prezzo strettamente in funzione della tipologia scelta)

PAVIMENTAZIONE PERMEABILE

- — Ghiaia fina
- — Ghiaia grossolana
- — Geotessuto
- — Suolo naturale

Figura 19
Sesione tipo pavimentazione permeabile

Figura 20
Esempi di pavimentazioni permeabili




LEGENDA

- Pavimento semipermeabile
- Aiuola
- Albero di III grandezza

Figura 21:
Schema 1.1 - Parcheggio a pettine con filari alberati e stalli semipermeabili

Tabella 5
Costi di impianto e manutenzione standard

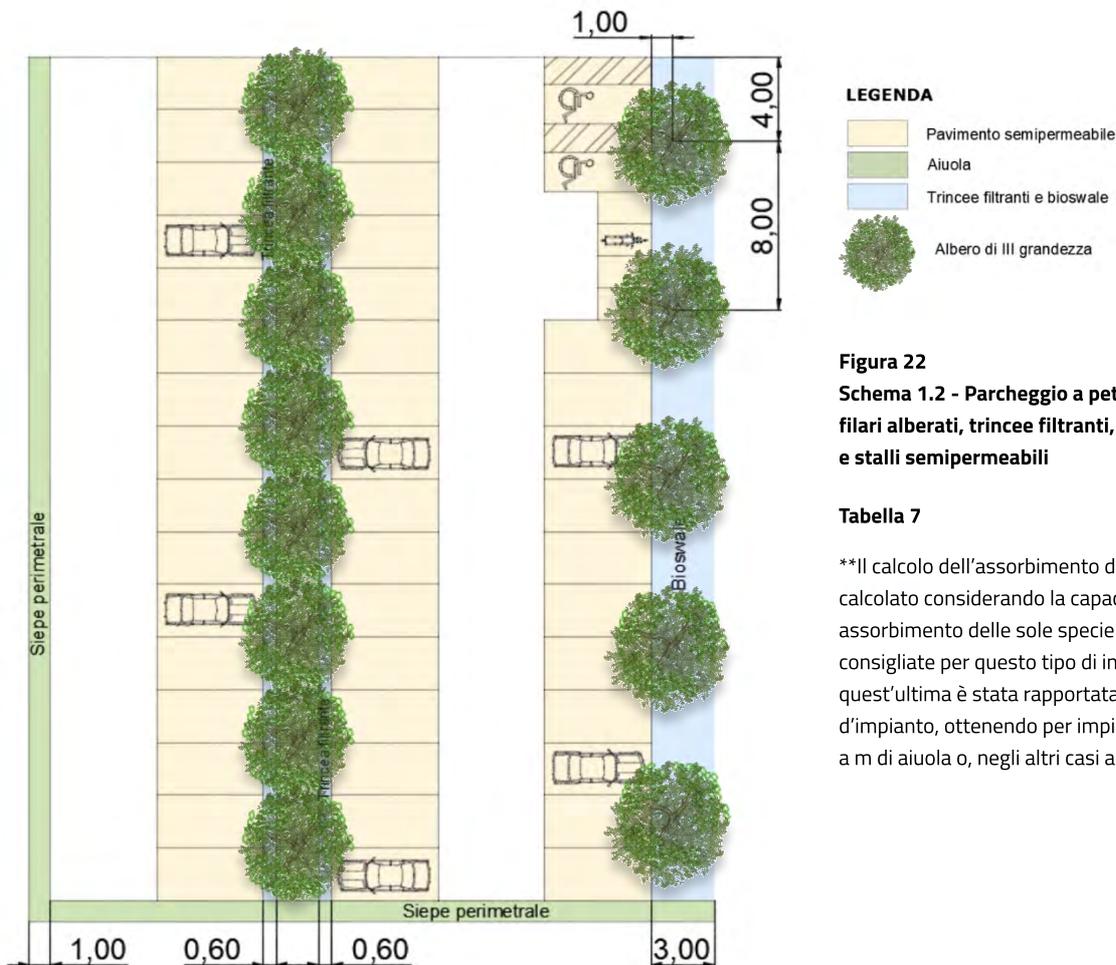
Tabella 6

**Il calcolo dell'assorbimento di CO2 è stato calcolato considerando la capacità di assorbimento delle sole specie arboree consigliate per questo tipo di interventi; quest'ultima è stata rapportata al sesto d'impianto, ottenendo per impianti in filare valori a m di aiuola o, negli altri casi a mq della stessa.

	Impianto	Irrigazione di soccorso (primi 5 anni)	Manutenzione ordinaria
Componente arborea (compresa fornitura)	150 €/pianta	5€/pianta per rrigazione	
Componente arbustiva - siepe(compresa fornitura)	25€/m	4€/m	
Aiuole	58.2€/m ²	0.15€/m ²	
Impianto di irrigazione	2.5 €/m		
pavimentazione drenante (prezzo strettamente in funzione della tipologia scelta)	15-120 €/m ²		

Richieste	Dimensioni
Area verde (aiuola + siepe perimetrale)	Min. 15% dell'area del parcheggio
Aiuola perimetrale con h=1 m e densità al 75%	2 arbusti/mq
Aiuola alberata	Larghezza aiuola= 2 m
Aiuola pacciamata	Telo pacciamante, ciottoli chiari
Classe di grandezza degli alberi	III grandezza
Distanza tra gli alberi	5 m
Stalli permeabili o semipermeabili	Coefficiente di deflusso max 0.6
Altro	Le aiuole alberate possono avere anche arbusti

Assorbimento CO2** 41 Kg/(anno*m)


LEGENDA

- Pavimento semipermeabile
- Aiuola
- Trincee filtranti e bioswale
- Albero di III grandezza

Figura 22
Schema 1.2 - Parcheggio a pettine con filari alberati, trincee filtranti, bioswale e stalli semipermeabili
Tabella 7

**Il calcolo dell'assorbimento di CO₂ è stato calcolato considerando la capacità di assorbimento delle sole specie arboree consigliate per questo tipo di interventi; quest'ultima è stata rapportata al sesto d'impianto, ottenendo per impianti in filare valori a m di aiuola o, negli altri casi a mq della stessa.

Richieste	Dimensioni
Area verde (aiuola + siepe perimetrale)	Min. 15% dell'area del parcheggio
Aiuola perimetrale con h=1 m e densità al 75%	2 arbusti/mq
Aiuola alberata	Larghezza aiuola = 2 m
Aiuola pacciamata	Telo pacciamante, ciottoli chiari
Trincee filtranti	Larghezza 0.60 m
Bioswale	Larghezza 3.0 m
Pendenza delle sponde Bioswale per evitare erosione	1:4-1:3
Profondità invaso (consigliata, variabile a seconda delle necessità di invaso)	0.20 m
Classe di grandezza degli alberi	III grandezza
Distanza tra gli alberi dell'aiuola alberata	5 m
Distanza tra gli alberi della bioswale	8 m
Impianto alberi della bioswale	A circa 1 m dagli stalli auto
Stalli permeabili o semipermeabili	Coefficiente di deflusso max 0.6
Altro	Le aiuole alberate possono avere anche arbusti

Assorbimento CO₂** 32 Kg/(anno*m)

Figura 23:
Esempio di parcheggio con trincea drenante

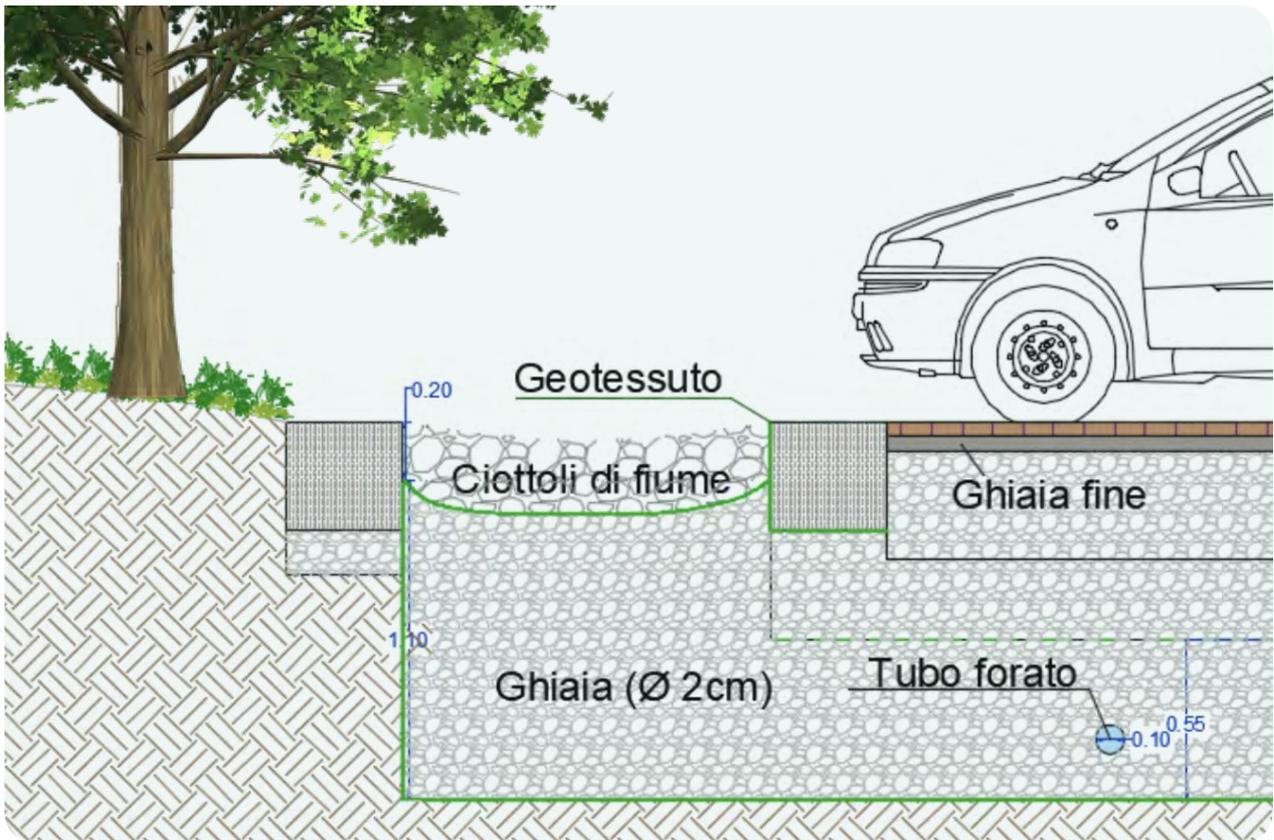
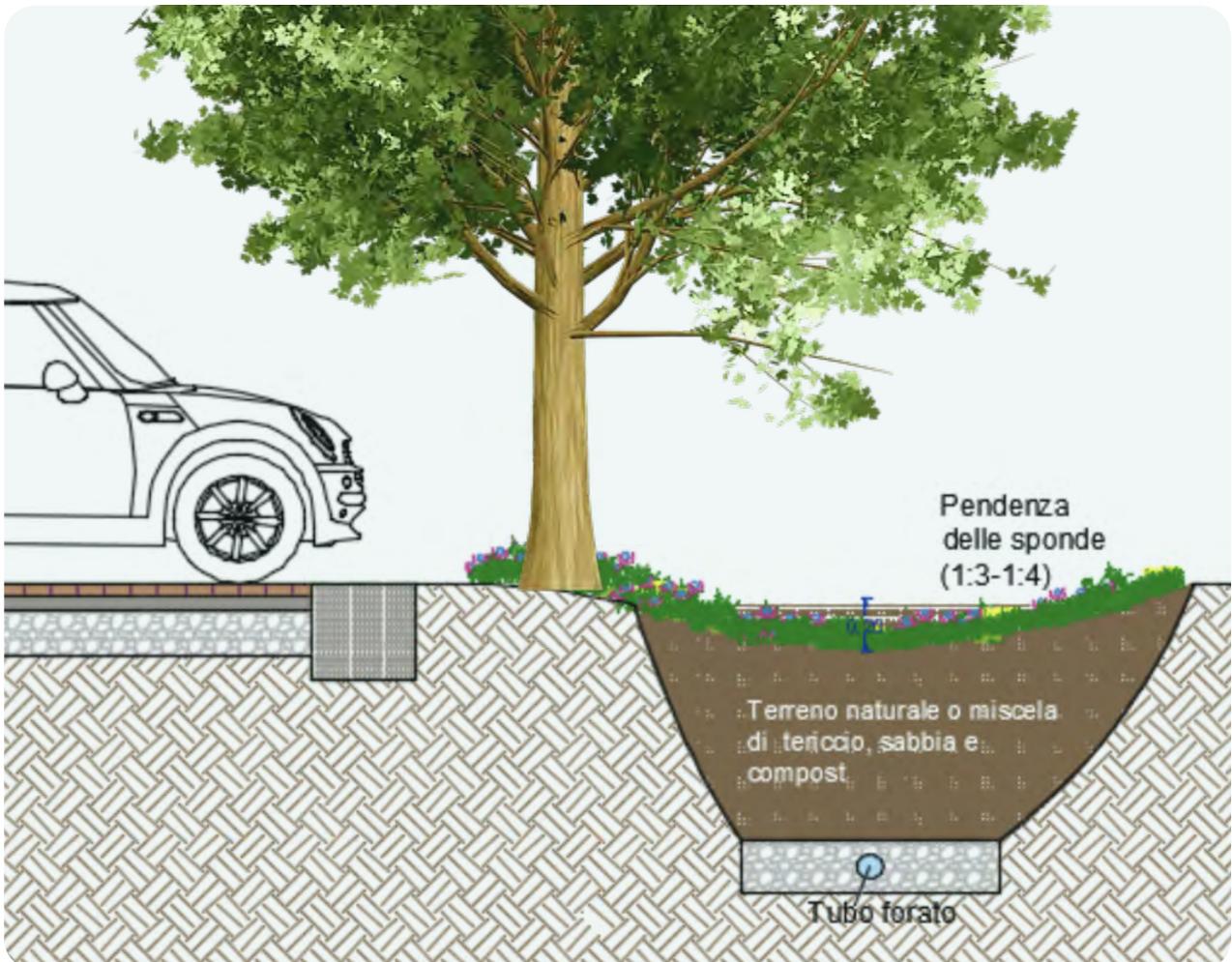


Figura 24:
Esempio di parcheggio con bioswale




LEGENDA

- Pavimento semipermeabile
- Aiuola
- Albero di II grandezza

Figura 25:
Schema 2 - Parcheggio a pettine con
stalli semipermeabili e alberati

Tabella 8

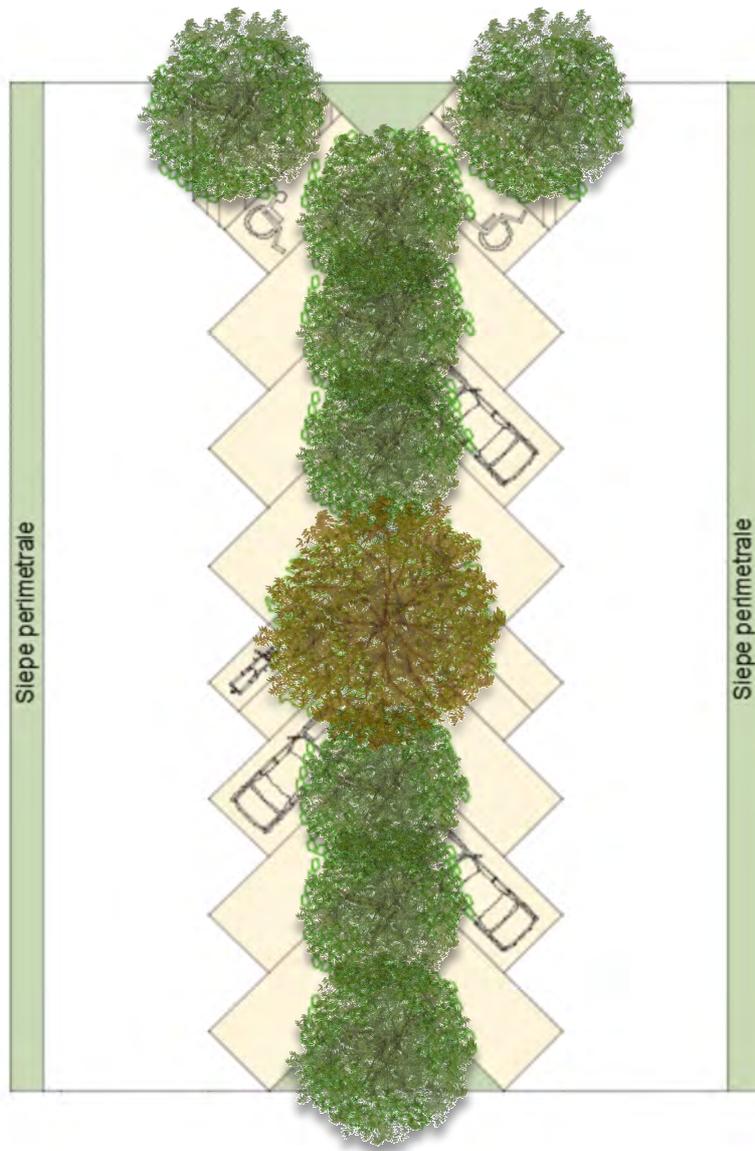
**Il calcolo dell'assorbimento di CO₂ è stato calcolato considerando la capacità di assorbimento delle sole specie arboree consigliate per questo tipo di interventi; quest'ultima è stata rapportata al sesto d'impianto, ottenendo per impianti in filare valori a m di aiuola o, negli altri casi a mq della stessa.

Richieste
Dimensioni

Area verde (aiuola + siepe perimetrale)	Min. 15% dell'area del parcheggio
Aiuola perimetrale con h=1 m e densità al 75%	2 arbusti/mq
Stallo alberato	2.5 m x 5.0 m, albero piantato al centro dello stallo
Aiuola pacciamata	Telo pacciamante, ciottoli chiari
Classe di grandezza degli alberi	II grandezza
Stalli permeabili o semipermeabili	Coefficiente di deflusso max 0.6
Distanza alberi negli stalli	10 m
Altro	Gli stalli alberati possono avere anche arbusti

Assorbimento CO₂**

30 Kg/(anno*m)


LEGENDA

- Pavimento semipermeabile
- Aiuola
- Albero di III grandezza
- Albero di II grandezza

Figura 26:
Schema 3 - Parcheggio a spina di pesce con stalli semipermeabili
Tabella 9

**Il calcolo dell'assorbimento di CO₂ è stato calcolato considerando la capacità di assorbimento delle sole specie arboree consigliate per questo tipo di interventi; quest'ultima è stata rapportata al sesto d'impianto, ottenendo per impianti in filare valori a m di aiuola o, negli altri casi a mq della stessa.

Richieste
Dimensioni

Area verde (aiuola + siepe perimetrale)	Min. 15% dell'area del parcheggio
Aiuola perimetrale con h=1 m e densità al 75%	2 arbusti/mq
Aiuola alberata	2.5 x 2.5 m
Aiuola pacciamata	Telo pacciamante, ciottoli chiari
Classe di grandezza degli alberi	II grandezza
Stalli permeabili o semipermeabili	Coefficiente di deflusso max 0.6
Distanza alberi in aiuole	3,5 m
Altro	Le aiuole alberate possono avere anche arbusti

Assorbimento CO₂**

27 Kg/(anno*m)

ALBERATURE STRADALI

Le alberature stradali in ambiente urbano assolvono o possono assolvere numerose funzioni come:

- ombreggiamento delle superfici pavimentate ed altre superfici riflettenti attenuandone il riverbero;
- filtro per polveri e gas inquinanti;
- riduzione del rumore;
- arricchimento della biodiversità e habitat per la fauna;
- schermatura di strutture antiestetiche e la uniformazione in aree con disordinato; sviluppo edilizio migliorandone la percezione
- riduzione del deflusso superficiale.

Nel contempo una alberatura stradale in ambiente urbano comporta

- costi di manutenzione delle piante;
- sollevamento delle superfici pavimentate a causa degli apparati radicali;
- interferenza con le linee elettriche e telefoniche e azione degli apparati radicali sulle condotte ed ostacola alla loro messa in opera o manutenzione;
- caduta di sostanze imbrattanti, foglie e frutti o schianto di rami nonché costi per la spazzatura del fogliame in autunno.

La pianificazione delle alberature, la corretta progettazione ed una gestione consapevole delle alberature devono mirare a massimizzare le funzioni positive delle piante e limitare gli inconvenienti.

Tutto ciò risulta possibile con una appropriata scelta delle specie più adatte alle condizioni dell'area in esame, l'utilizzo di sesti d'impianto corretti e di opportune tecniche di impianto e manutenzione.

■ Criteri progettuali e realizzativi

La scelta della specie

Primariamente la scelta della specie va indirizzata in funzione delle caratteristiche del sito d'impianto e degli spazi che questo può assicurare alle piante messe a dimora.

È necessario rispettare i seguenti parametri dell'area di pertinenza in funzione della grandezza della pianta secondo la successiva tabella.

L'area di pertinenza è definita da una circonferenza a terra che ha come centro il fusto dell'albero.

RAGGIO DELL'AREA DI PERTINENZA

ALBERO DI I GRANDEZZA	ALBERO DI II GRANDEZZA	ALBERO DI III GRANDEZZA
4 m	3 m	2 m

Tabella 10

Successivamente va considerata la distanza dagli edifici in base allo sviluppo della chioma e dell'apparato radicale.

La scelta delle specie deve inoltre considerare i seguenti fattori:

- resistenza all'inquinamento atmosferico e del terreno;
- resistenza alla siccità ed alla compattazione del terreno, considerando che per quest'ultimo fattore si deve assolutamente rispettare l'area di pertinenza che deve mantenere la permeabilità per almeno il 60% della superficie;
- superficialità dell'apparato radicale;
- solidità strutturale;
- dimensione dei frutti, produzione di sostanze zuccherine o allergeniche.

La successiva tabella indica per le specie autoctone/naturalizzate l'idoneità per i singoli fattori all'impiego per la costituzione di alberature stradali anche extraurbane.



- Non adatta
- Valutabile
- Adatta

SPECIE ARBOREA

COLLOCAZIONE URBANA

SPECIE	NOME COMUNE	Strade ampie	Strade strette	Zona pedonale
▪ Aesculus hippocastanum	▪ Ippocastano	●	●	●
▪ Acer campestre	▪ Acero campestre	●	●	●
▪ Acer monspessolanum	▪ Acero minore	●	●	●
▪ Acer platanoides	▪ Acero riccio	●	●	●
▪ Acer pseudoplatanus	▪ Acero di monte	●	●	●
▪ Acer saccharinum	▪ Acero saccharino	●	●	●
▪ Albizia Julibrissin	▪ Acacia di Costantinopoli	●	●	●
▪ Arbutus unedo	▪ Corbezzolo	●	●	●
▪ Carpinus betulus	▪ Carpino bianco	●	●	●
▪ Catalpa bignonioides	▪ Albero dei sigari	●	●	●
▪ Celtis australis	▪ Bagolaro	●	●	●
▪ Celtis occidentalis	▪ Bagolaro americano	●	●	●
▪ Ceratonia siliqua	▪ Carrubo	●	●	●
▪ Cercidiphyllum japonicum	▪ Falso albero di Giuda	●	●	●
▪ Cercis siliquastrum	▪ Albero di Giuda	●	●	●
▪ Cornus florida	▪ Corniolo da fiore	●	●	●
▪ Cornus mas	▪ Corniolo	●	●	●
▪ Cupressus sempervirens	▪ Cipresso	●	●	●
▪ Fraxinus angustifolia	▪ Frassino ossifillo	●	●	●
▪ Fraxinus excelsior	▪ Frassino maggiore	●	●	●
▪ Fraxinus ornus	▪ Orniello	●	●	●
▪ Ginkgo biloba	▪ Ginkgo	●	●	●
▪ Hibiscus syriacus	▪ Ibisco cinese	●	●	●
▪ Koelreuteria paniculata	▪ Albero dorato della pioggia	●	●	●
▪ Laburnum anagyroides	▪ Maggiociondolo	●	●	●
▪ Lagerstroemia indica	▪ Mirto crespo	●	●	●
▪ Laurus nobilis	▪ Alloro	●	●	●
▪ Ligustrum japonicum	▪ Ligustro del Giappone	●	●	●
▪ Liquidambar styraciflua	▪ Liquidambar	●	●	●
▪ Liriodendron tulipifera	▪ Albero dei tulipani	●	●	●
▪ Magnolia grandiflora	▪ Magnolia	●	●	●
▪ Malus spp.	▪ Melo	●	●	●
▪ Olea europaea	▪ Olivo	●	●	●
▪ Ostrya carpinifolia	▪ Carpino nero	●	●	●
▪ Platanus x acerifolia	▪ Platano comune	●	●	●
▪ Populus alba	▪ Pioppo bianco	●	●	●
▪ Populus nigra	▪ Pioppo nero	●	●	●
▪ Prunus cerasifera	▪ Mirabolano	●	●	●
▪ Prunus dulcis	▪ Mandorlo	●	●	●
▪ Pyrus calleryana cv. 'Chanticleer'	▪ -	●	●	●
▪ Quercus cerris	▪ Cerro	●	●	●
▪ Quercus ilex	▪ Leccio	●	●	●
▪ Quercus pubescens	▪ Roverella	●	●	●
▪ Quercus robur	▪ Farnia	●	●	●
▪ Robinia pseudoacacia "umbraculifera"	▪ Robinia inermis	●	●	●

Tabella 11



- Non adatta
- Valutabile
- Adatta

SPECIE ARBOREA**COLLOCAZIONE URBANA**

SPECIE	NOME COMUNE	Strade ampie	Strade strette	Zona pedonale
▪ Sophora japonica	▪ Robinia del Giappone	●	●	●
▪ Sorbus aria	▪ Sorbo montano	●	●	●
▪ Sorbus aucuparia	▪ Sorbo degli uccellatori	●	●	●
▪ Sorbus torminalis	▪ Ciavardello	●	●	●
▪ Tamarix gallica	▪ Tamerice comune	●	●	●
▪ Taxodium distichum	▪ Cipresso calvo	●	●	●
▪ Tilia cordata	▪ Tiglio selvatico	●	●	●
▪ Tilia platyphyllos	▪ Tiglio nostrano	●	●	●
▪ Tilia tomentosa	▪ Tiglio argentato	●	●	●
▪ Tilia x europea	▪ Tiglio europeo	●	●	●
▪ Ulmus pumila	▪ Olmo piccolo	●	●	●
▪ Zelkova carpinifolia	▪ Olmo del Caucaso	●	●	●
▪ Zelkova serrata	▪ Zelkova giapponese	●	●	●

Distanze di rispetto e schemi di impianto

Nel caso concreto possono presentarsi diverse opportunità di incrementare il verde stradale sia riprogettando il verde della viabilità esistente, magari modificando i rapporti spaziali tra superficie di transito e superfici a verde, sia nel caso di nuova viabilità.

Nel primo caso dovrà essere prevista una qualificata dotazione di verde soprattutto mediante la costruzione di filari arborei mono o plurispecifici con piante poste non necessariamente a distanza costante.

Alcune regole generali possono tuttavia definirsi, lasciando poi al progettista adattare alle singole situazioni la scelta delle specie e le disposizioni delle piante.

Lungo le strade in cui sia previsto un filare solo da un lato questo deve essere posizionato in questo modo:

- Viale con sviluppo Est-Ovest: impianto sul lato SUD per consentire maggiore ombreggiamento,

- Viale con sviluppo Nord-Sud: impianto sul lato OVEST per ridurre i pericoli di schianto sulla carreggiata causati dai venti che spirano prevalentemente da Nord-Est.

DISTANZE DI RISPETTO

Le distanze dalla viabilità indicate nelle figure successive sono le minime da rispettare, possono comunque variare a seconda del tipo di sottofondo stradale, dal tipo di aiuola utilizzato e dalle specifiche condizioni del suolo e delle infrastrutture.

Impianto in spazi contenuti strade e marciapiedi stretti

Strade strette: con carreggiata inferiore a 3,5 m e marciapiedi larghi 2,5 m.

Utilizzo di alberi di 3° grandezza o arbusti allevati ad alberello con distanza minima dal ciglio della strada.

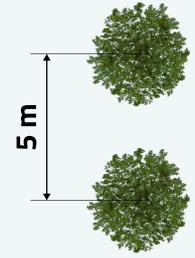
La distanza minima tra alberi e illuminazione dovrebbe essere 3 m e il sesto di impianto tra gli alberi 7 m.



3a GRANDEZZA
 $h < 10m$



Figura 27-1
Alberi di III grandezza



2a GRANDEZZA
 $10m < h < 16m$

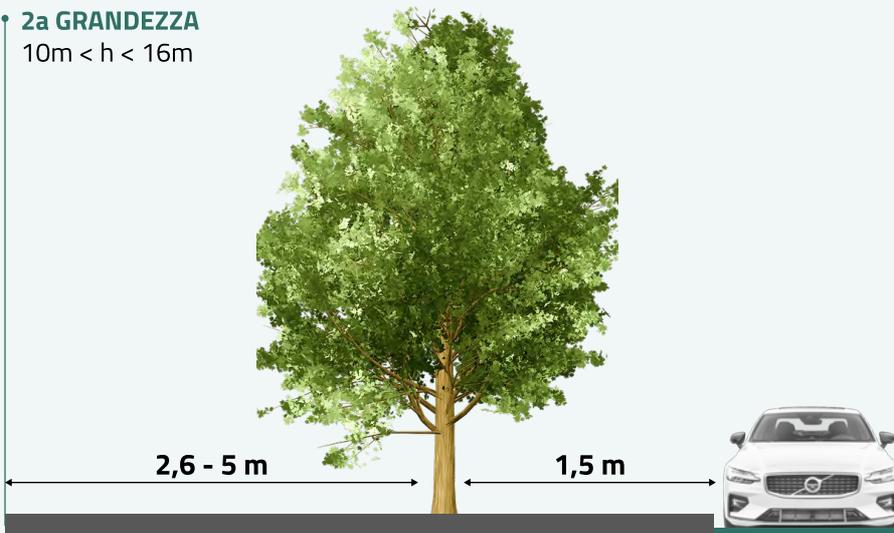
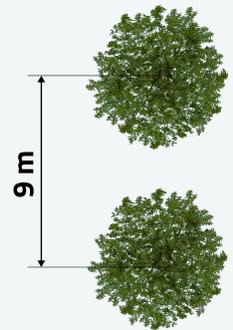


Figura 27-2
Alberi di II grandezza



1a GRANDEZZA
 $h > 16m$

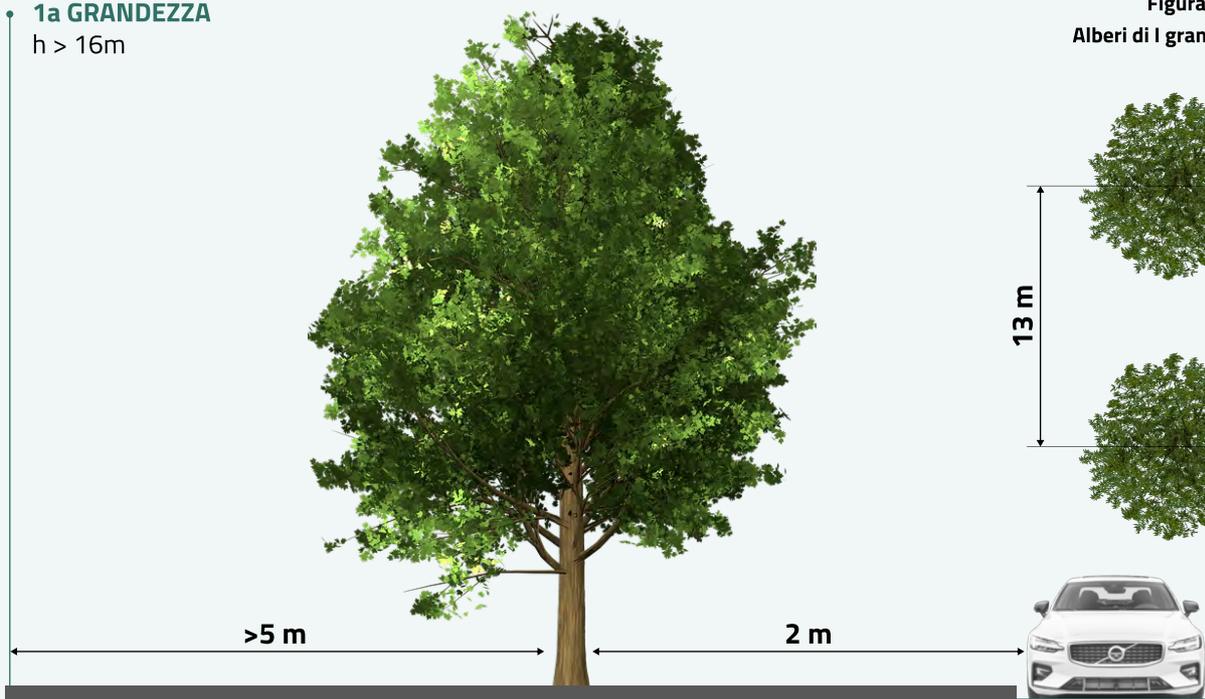
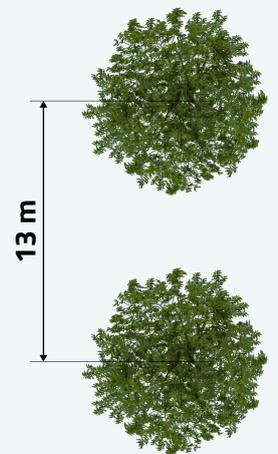


Figura 27-3
Alberi di I grandezza



Impianto in strade e marciapiedi di media larghezza

Strade con larghezza della carreggiata compresa tra 3,5 e 6 m, dove si possono piantare alberi di 2° grandezza.

La distanza minima tra alberi e lampioni dovrebbe essere di 4,5 m e di 9 m il sesto di impianto tra gli alberi.

Impianto in strade ampie:

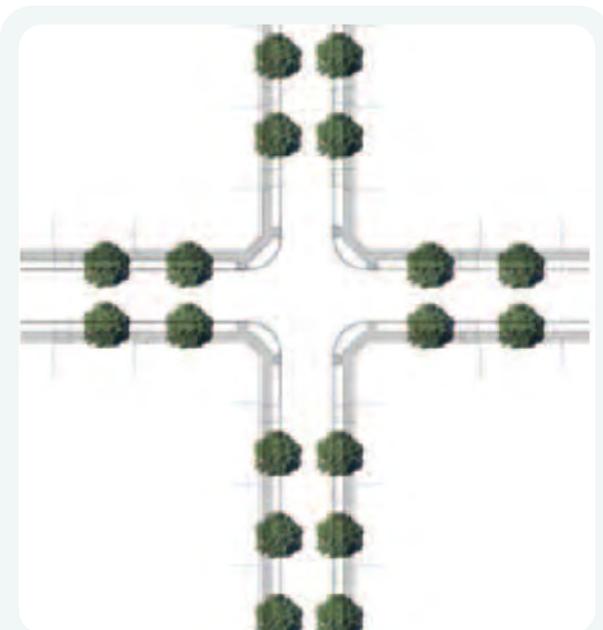
Strade con larghezza maggiore di 6 metri, dove si possono piantare alberi di 2° e 3° grandezza.

La distanza minima tra alberi e lampioni dovrebbe essere di 6,5 m e di 13 m il sesto di impianto tra gli alberi.

In ogni caso, la distanza tra alberi e semafori e altri segnali deve essere maggiore di 3 m e maggiore di 1 m tra alberi e cordoli.

Figure 28, 29, 30
Schemi d'impianto

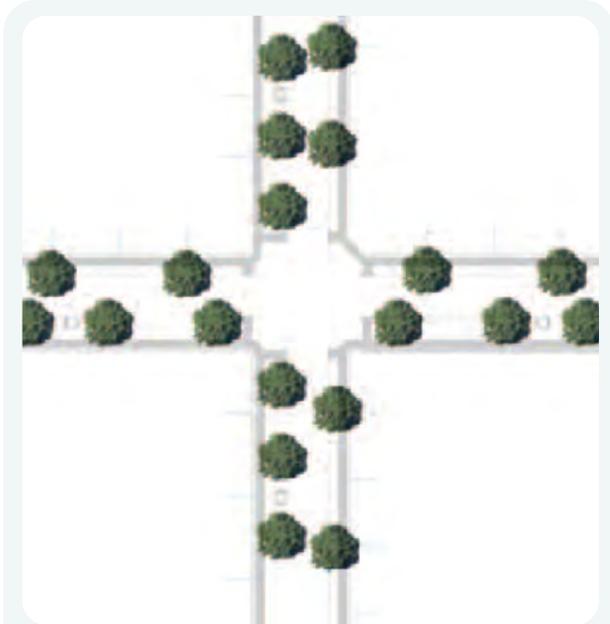
SCHEMI D'IMPIANTO



Impianto formale

È lo schema più semplice che utilizza una singola specie simmetricamente distanziato.

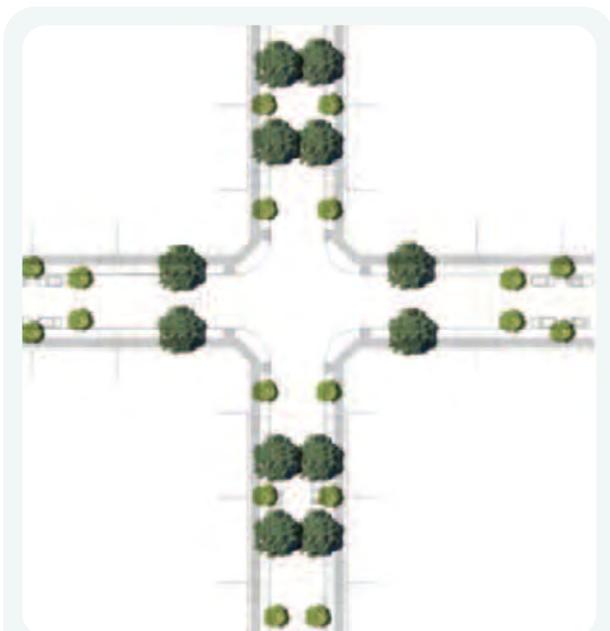
È utile nei parchi, e dove vi siano edifici con ampie facciate e condizioni di uniformità.



Impianto informale

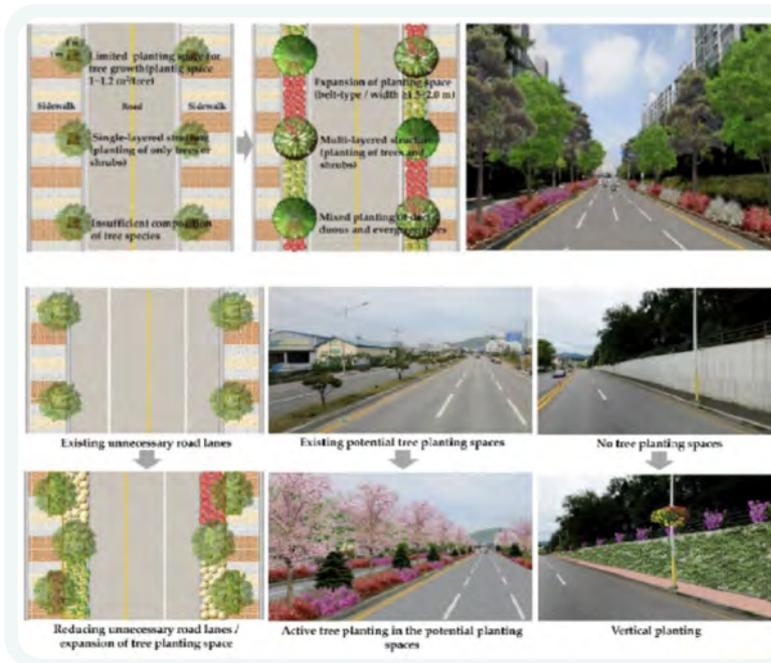
Le piante sono disposte asimmetricamente e possono essere distribuite sia lungo la carreggiata che nella stessa a delimitare i parcheggi in linea.

È utile dove si hanno singole case di abitazione o edifici di sviluppo contenuto con spazi per gli impianti contenuti anche per la presenza di strutture distribuite.



Impianto per gruppi multipli

Le piante sono disposte per gruppi di specie multiple in uno schema a filare con gruppi di specie diverse per cercare di ottimizzare lo spazio limitato all'interno della strada collocando sia grandi alberi che alberi di minori dimensioni per massimizzare l'effetto visuale cercando di riprodurre uno schema regolare.


Figura 31
Filari su aiuole continue

Indipendentemente dalle dimensioni dell'albero, nelle piantagioni stradali lo spazio delle piante è in genere di 1 o al massimo 1,5 mq.

Poiché le radici degli alberi si sviluppano in superficie anziché in profondità è estremamente importante garantire uno spazio sufficiente ad esempio creando delle aiuole sostituendo le situazioni preesistenti con impianti a tazza anche, se necessario e possibile, riducendo la larghezza della carreggiata.

Criteri gestionali

- 1.** Le piante devono essere irrigate tramite impianto di irrigazione fisso, oppure devono essere previste dalle 15 alle 20 irrigazioni di soccorso all'anno, utilizzando dai 20 ai 40 litri d'acqua a pianta (a seconda delle sue dimensioni) per almeno 5 anni.
- 2.** Prevedere potature di contenimento della chioma.

Tabella 12

Messa a dimora compresa la posa di tre pali tutori (esclusa fornitura)	150 €/pianta
Fornitura	50-100 €/pianta
Irrigazioni di soccorso	6 € /(pianta*anno)

Tabella 13
Assorbimento di CO2

Filare III grandezza	29 Kg/(anno*m)
Filare II grandezza	24 Kg/(anno*m)
Filare I grandezza	21 Kg/(anno*m)

VERDE DI QUARTIERE

Are verdi

In linea di massima uno spazio verde deve avere una sua dominante ben precisa. In altre parole, l'utente deve poter caratterizzare con facilità il parco giardino in modo, che le varianti distribuite qua e là vengano apprezzate per la loro originalità e unicità. Gli elementi a disposizione per realizzare delle aree verdi sono relativamente pochi tappeti erbosi, piante erbacee, piante arbustive e suffruticose, piante sarmentose, piante arboree di prima seconda e terza grandezza. È giocando sull'armonica distribuzione di questi elementi che si conferisce equilibrio alla sistemazione a verde.

Non devono esistere contrasti quantitativi e spaziali tra tappeti erbosi e masse arboree ad esempio con aree completamente aperte soleggiate ed altre eccessivamente ombreggiate le aree verdi non devono essere troppo lunghe e strette pena la difficoltà di sistemarle con gusto, gli angoli acuti danno la sensazione di artificiosità. I rilievi hanno un aspetto più convincente se posti lungo il lato convesso delle aree verdi mentre la parte centrale e quella concava devono essere mantenute piane o in depressione.

Considerando gli standard urbanistici consueti si propone una discretizzazione delle aree verdi in tre classi:

Aree con superficie < di 500 mq

Aree con superficie > 500 e < 1000 mq

Aree con superficie > di 1000 mq



Figura 32
Parco Martin Luther King, Clichy-Batignolles, (Progetto paesaggistico di Jaqueline Osty, foto di Elena Farnè)

Parametri dimensionali per aree verdi < 500 mq

Per queste aree che hanno dimensioni contenute è importante mantenere comunque una superficie libera ed aperta per il prato e la viabilità pedonale. Difficilmente troveranno posto strutture quali aree gioco o altri significativi elementi di arredo.

Pertanto si ritiene che il rapporto tra i diversi elementi dello spazio verde possa essere:

- alberi di 2° grandezza 21% della copertura;
- alberi di 3° grandezza 9% della copertura;
- macchie arbustive 8% della copertura;
- rain garden 5% della copertura;
- aree a prato e pedonali 58%.

7 Kg/(anno*mq)
Assorbimento di CO2

Parametri dimensionali**per aree verdi > 500 mq < 1000 mq**

Queste aree hanno dimensioni tali da potere contenere anche parti per il gioco o per elementi significativi di arredo urbano.

Pertanto si ritiene che il rapporto tra i diversi elementi dello spazio verde possa essere:

- alberi di 1° grandezza 6% della copertura;
- alberi di 2° grandezza 14 % della copertura;
- alberi di 3° grandezza 5 % della copertura;
- macchie arbustive 6 % della copertura;
- rain garden 6% della copertura;
- aree a prato e pedonali 54%.

20 Kg/(anno*mq)**Assorbimento di CO2****Parametri dimensionali****per aree verdi >1000 mq**

Queste aree che hanno dimensioni importanti possono assumere funzionalità plurime pertanto non si ritiene utile dare parametri o indicazioni progettuali che devono essere lasciati alla scelta del progettista.

Aree gioco

Il gioco è un momento di aggregazione per i bambini piccoli e per fasce di età diverse, per stimolare il movimento e la socializzazione. L'area gioco deve risultare un luogo diversificato, sicuro, lontano da traffico e smog, dove la vegetazione ricopre un ruolo importante come benessere psicofisico e come elemento naturale da esplorare.

La collocazione e selezione delle attrezzature ludiche per fasce di età richiede un'attenta progettazione. Attrezzature per l'infanzia devono trovarsi in prossimità dei luoghi di incontro per adulti, al contrario, ad esempio, di quelle per i bambini di età scolare.



Figura 33
Area gioco, Ex Colonia Bedin Aldighieri, Vicenza

Le dimensioni dell'area gioco vanno rapportate con la superficie del parco/giardino (come indicato in Tabella 4), in quanto, un grande parco richiama anche famiglie di zone lontane. Luogo, dimensioni e utenza diventano quindi altri parametri che influenzano il contesto, che dovrà essere integrato con opportuni elementi come distese erbose, recinzioni, sistemi di seduta, tavoli ed elementi di arredo, fontanelle, cestini per i rifiuti, ecc..

I principi a cui la progettazione deve ispirarsi sono molteplici:

- offrire un'ampia varietà di opportunità ludiche che soddisfino interessi e abilità per i diversi fruitori: bambini e ragazzi, portatori di handicap (creando un'area gioco inclusiva e non integrata), adulti ed anziani;
- mettere a disposizione dei bambini ampi spazi, collocando le attrezzature in vari punti per incentivare la loro mobilità fisica. In un'ottica di inclusione, le attrezzature devono essere raggiungibili in carrozzina;
- lavorare con le proporzioni in modo che il bambino si senta a proprio agio;
- prediligere le curve nel disegno dell'area per esprimere giocosità;
- puntare su materiali naturali e strutture innovative in grado di stimolare una percezione del luogo fortemente collegata all'aspetto naturalistico.

Criteria progettuali

Tipologia	Superficie totale (mq)	Superficie minima area gioco (mq)
Giardino isolato	< 1.000	350
Giardino di quartiere	1.000-5.000	500
Parco di circoscrizione	5.000-10.000	700
Parco urbano	>10.000	1.000

Tabella 14
Superficie minima area gioco

Elementi essenziali

- Fontanella con acqua potabile
- Zone d'ombra (specie arboree)
- Panchine ed eventualmente anche tavoli
- Servizi igienici per parchi con superficie maggiore di 5000 mq
- Cestini per la raccolta differenziata
- Un accesso carrabile di servizio
- Attrezzature ludiche e pavimentazione antitrauma

Specie arboree

La selezione delle specie arboree deve tenere in considerazione che i bambini giocano con la vegetazione, manipolandola. Evitare dunque specie pungenti, allergeniche e con produzione di frutti pesanti, maleodoranti o velenosi.

Per le aiuole, scegliere specie con infiorescenze di più colori e con periodo di fioritura diversificata.

L'area giochi non è un luogo di passaggio, ma bensì di sosta più o meno prolungata. Per questo è importante assicurare più zone d'ombra per i fruitori. Nella progettazione vanno inseriti preferibilmente, a seconda dello spazio, alberi di I o II grandezza per favorire l'ombreggiamento nel periodo estivo. Le specie devono essere autoctone e ben inserite nel contesto fitoclimatico. Nella Tabella 15 vengono riportati alcuni esempi.

Specie	Nome	Grandezza	Allergenicità
Acer platanoides	Acero riccio	I	Scarsa
Celtis australis	Bagolaro	II	Nulla
Cercis siliquastrum	Albero di giuda	III	Nulla
Fraxinus ornus	Orniello	II	Media
Morus alba	Gelso	III	Scarsa
Quercus robur	Farnia	I	Media
Quercus ilex	Leccio	II	Media
S. torminalis	Ciavardello	II	Bassa

Tabella 15
Esempi di specie arboree per le aree gioco

Attrezzature ludiche e pavimentazioni

Le attrezzature ludiche, così come le pavimentazioni antitrauma, devono essere realizzate secondo la normativa esistente elaborata dall'Ente Italiano di Unificazione in attuazione alle direttive europee (EN 1176 "Attrezzature e superfici per aree da gioco", EN 1177 "Rivestimenti di superfici di aree da gioco", UNI 11123:2004 "progettazione dei parchi e aree da gioco all'aperto").

Devono essere fornite, per entrambe, la certificazione di conformità alla norma tecnica UNI EN così come la certificazione della corretta posa in opera.

Per adempiere all'aspetto naturalistico dell'area, scegliere pavimentazioni antitrauma costituite da materiali naturali (sabbia, ghiaia, corteccia, cippato) e attrezzature in legno. L'idea è quella di disporre di arredi duraturi, riparabili e facili da smaltire a fine vita.

In caso di utilizzo di attrezzature e pavimentazioni sintetiche, il materiale deve provenire da plastica/gomma riciclata; la colorazione della pavimentazione, inoltre, deve

essere di colore chiaro per attenuare il calore durante il periodo estivo.

Evitare i manti erbosi sintetici in quanto, anche se riciclabili, hanno una durata limitata e non rispecchiano l'idea di un'area verde naturale.

AREE CANI

Non tutti possono contare su un giardino o su grandi spazi aperti dove portare quotidianamente il proprio cane; soprattutto in città, dove la soluzione privilegiata è l'area cani ricavata all'interno dei parchi di quartiere.

Rispetto ai normali parchi, l'area cani garantisce un doppio vantaggio in quanto permette al proprietario di lasciar correre liberamente il proprio amico a quattro zampe con altri cani ed evita che i cani disturbino gli altri frequentatori del parco.

Criteri progettuali

Nelle aree cani è fondamentale la presenza di zone d'ombra e possibilmente la presenza di una fontanella, per permettere agli animali di bere.

L'area deve collocarsi in una zona di facile e sicuro accesso, lontana dall'affaccio di edifici residenziali e dalle strade più trafficate.

La recinzione deve essere robusta ed avere un'altezza adeguata anche per i cani di taglia grande. Ci devono essere uno o più cancelli che permettano di assicurare la chiusura dell'area in modo che i cani possano essere slegati in tranquillità.

All'interno devono essere installati sia cestini per le deiezioni canine, sia quelli per la raccolta differenziata oltre ad un accesso carrabile di servizio per una più facile manutenzione.

All'interno possono essere installate attrezzature per l'agility dog, preferendo materiali in legno per dare comunque naturalità al parco.

Essendo un'area di giochi ed incontri, è importante vi siano delle zone d'ombra per ripararsi dalle temperature estive e delle panchine per favorire la sosta dei padroni.

Specie arboree

Per offrire maggior ombreggiatura, scegliere specie arboree di I o II grandezza. Il numero di alberi va scelto in modo da garantire zone di ombreggiamento sia sull'area di sgambamento dei cani che sulla zona di sosta dei relativi proprietari (a ridosso delle panchine).

Le specie da prediligere sono quelle autoctone e adatte alle condizioni climatiche.

Per la presenza dei cani, vanno evitate specie vegetali velenose, invasive, pungenti, allergeniche e che possono essere attaccate da parassiti pericolosi (es. processionaria del Pino *Thaumetopoea pityocampa*). Di seguito vengono riportate alcune specie vegetali che non devono essere presenti in quest'area:

- *Castanea sativa*;
- *Colchicum* spp.;
- *Hydragea macrophylla*;
- *Ilex aquifolium*;
- *Laburnum anagyroides*;
- *Pinus* spp.;
- *Prunus laurocerasus*;
- *Robinia pseudoacacia*;
- *Taxus baccata*.

Per quanto riguarda le aiuole, in quest'area non sono necessarie, anzi, sarebbero un costo importante di manutenzione e inoltre potrebbero ospitare fiori pericolosi per i cani. In caso di esigenze di pacciamatura si consiglia di non utilizzare cortecce.

Le siepi lungo la recinzione sono un'ottima barriera che consente, sia ai cani che agli esterni all'area, di recare meno disturbo reciproco. Specie di arbusti adatte: *Cornus sanguinea*, *Viburnum lantana*.

SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE E GESTIONE DELLE ACQUE (SuDS)

Il drenaggio delle acque meteoriche e di dilavamento troppo spesso è stato sottovaluto o affrontato senza la necessaria pianificazione, con il risultato che, a fronte della crescente urbanizzazione ed impermeabilizzazione dei suoli, i picchi di piena delle fognature si raggiungono molto velocemente con conseguenze anche catastrofiche dovute all'esonazione dei corpi idrici in cui le reti scaricano, o reflussi ed allagamenti dovuti a sezioni di fognatura non sufficienti a smaltire le

portate che si generano anche per eventi di pioggia non eccezionali.

Accanto ai problemi idraulici, si accompagnano problemi legati agli impatti delle fognature miste e bianche sulla qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei, dovuti al trascinarsi nelle acque di dilavamento di sostanze solide e di vari tipi di sostanze inquinanti che si depositano sulle superfici drenate nei periodi di tempo secco.

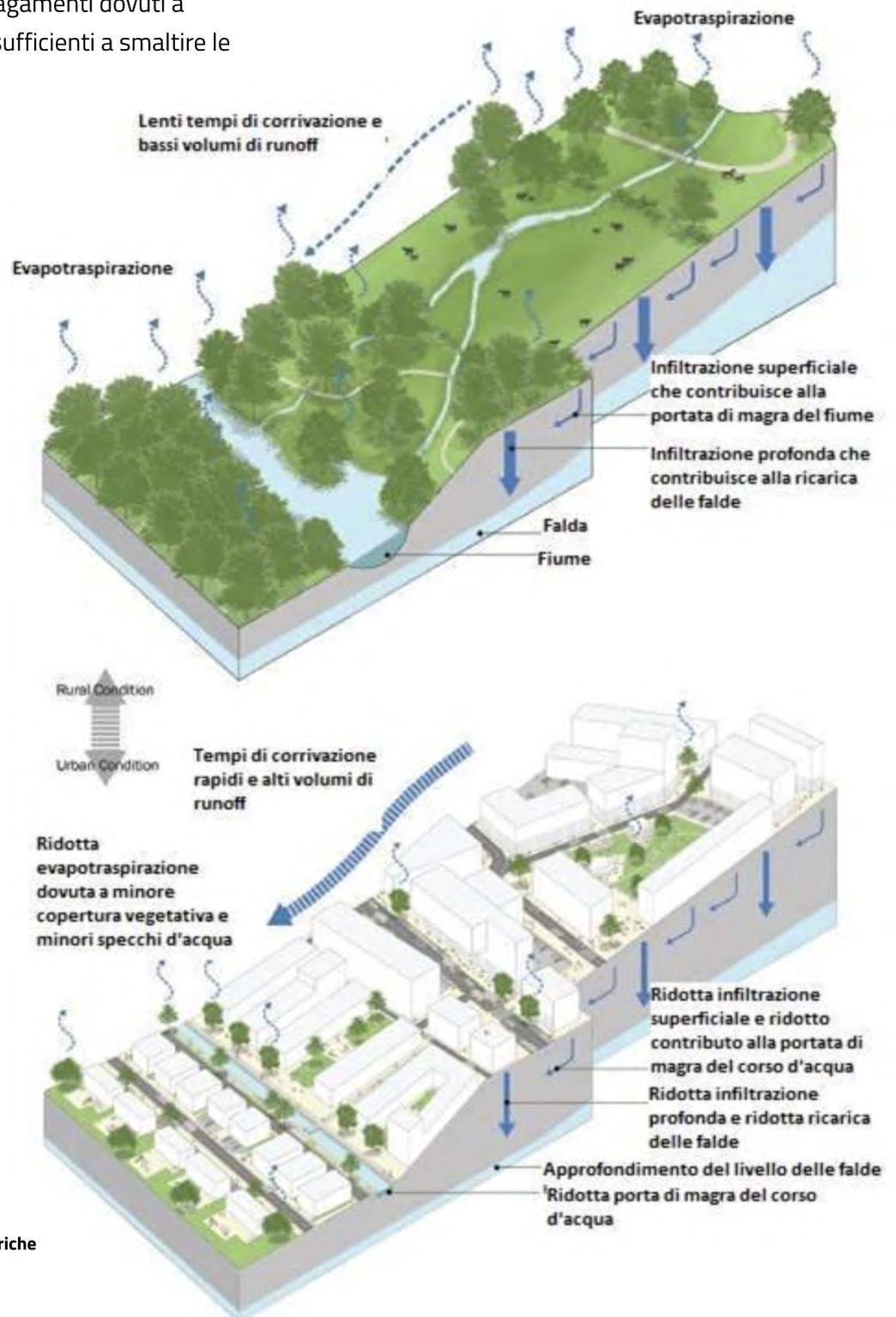
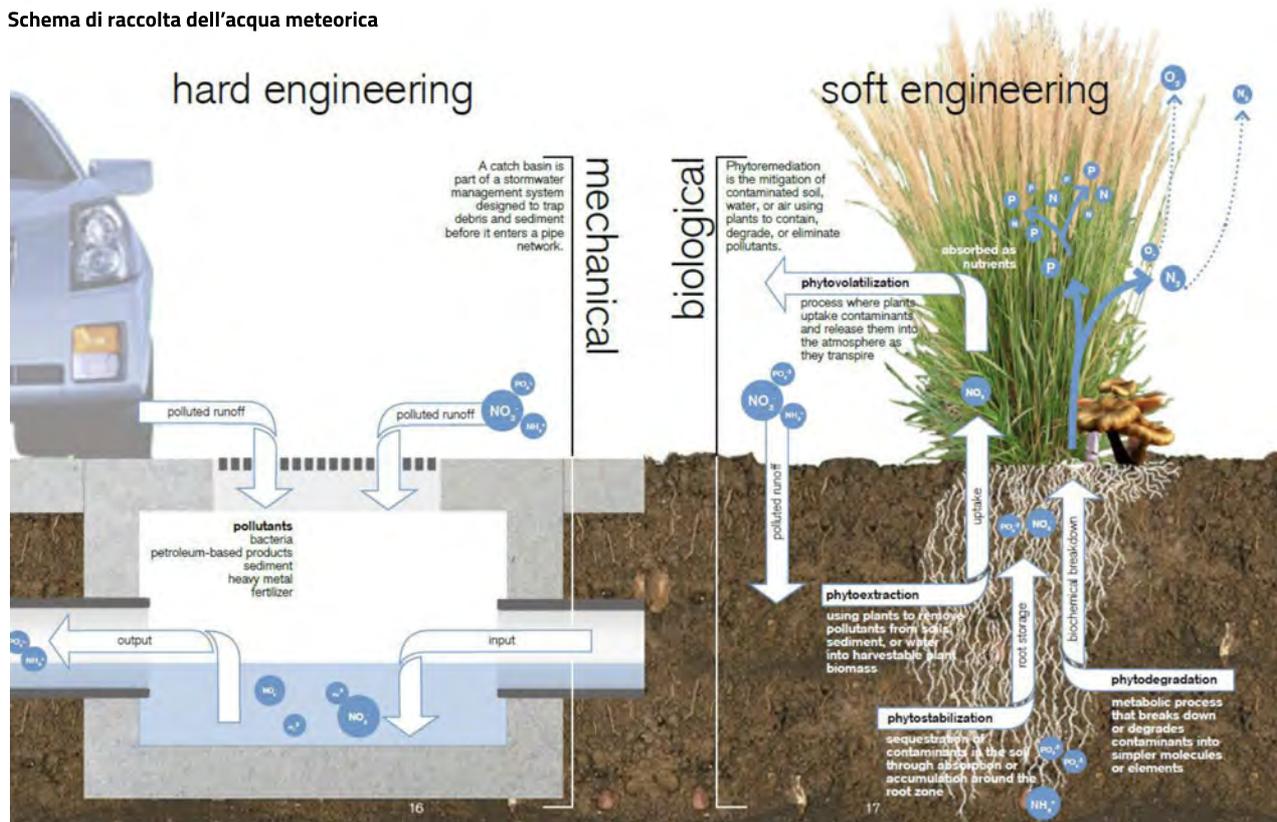


Figura 34
Schemi di drenaggio acque meteoriche

Figura 35
Schema di raccolta dell'acqua meteorica



Il Drenaggio Urbano Sostenibile (SuDS - Sustainable Drainage Systems) si pone l'obiettivo di gestire le acque di pioggia ricadenti in aree urbane in modo da:

- permettere alle città di comportarsi come le così dette città spugna (sponge cities);
- costruire infrastrutture verdi in grado di sfruttare tutti i benefici forniti dai servizi ecosistemici delle soluzioni naturali (nature-based solutions).

L'adozione di soluzioni SuDS diffuse sul territorio, dal punto di vista dei gestori del servizio idrico, comporterebbe i seguenti vantaggi:

- riduzione dei volumi di acque di pioggia scaricati in fognatura, aumentando l'efficienza degli impianti di depurazione esistenti a servizio di fognature miste, che si troverebbero a trattare minori quantità di acqua in testa e a lavorare con acque con un ridotto carico di inquinanti;
- possibilità di ridurre i volumi e/o di rispettare i principi di invarianza idraulica per mezzo di aree urbane multi-obiettivo, p.es. aree verdi, parchi e piazze dell'acqua, ecc..

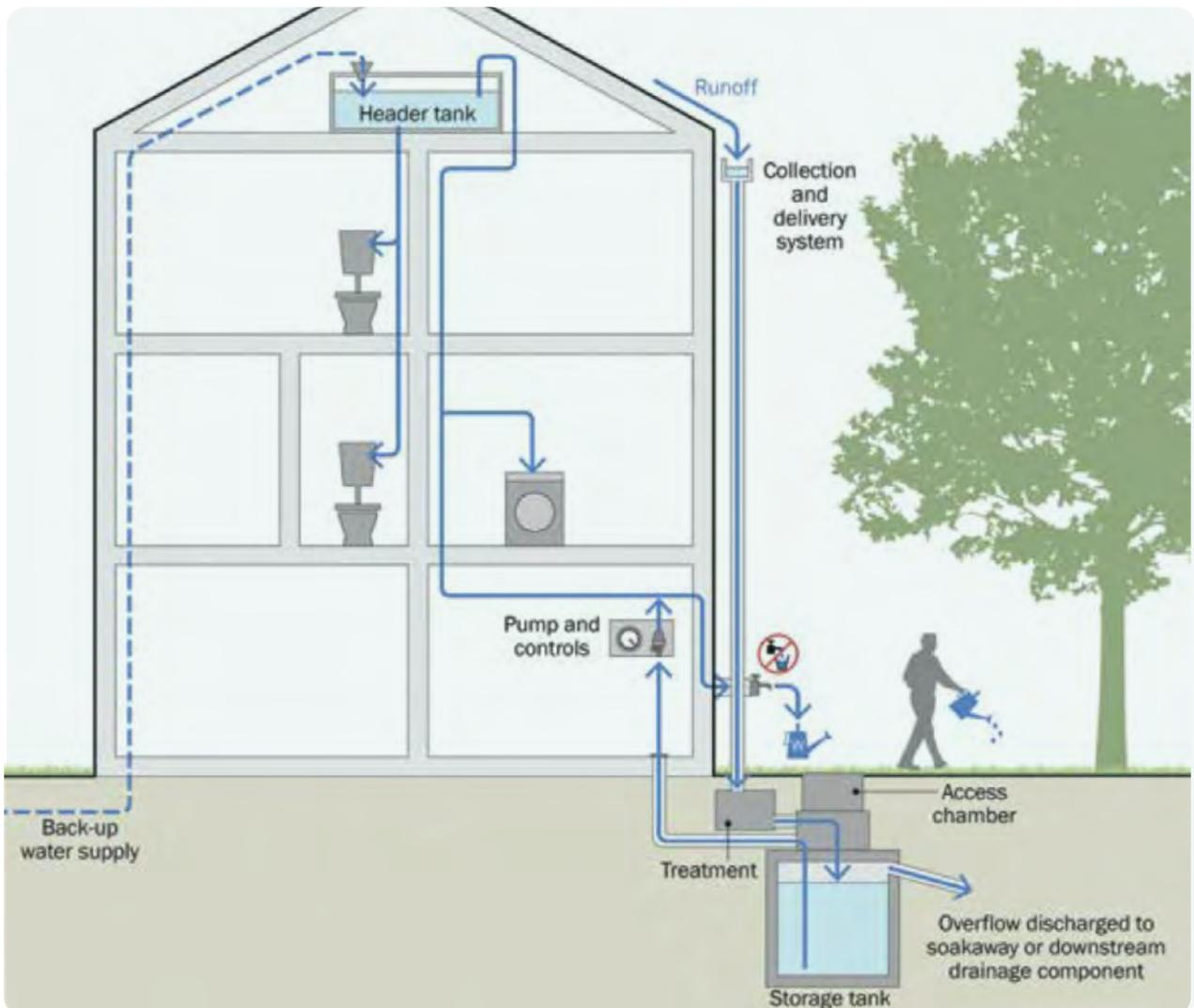
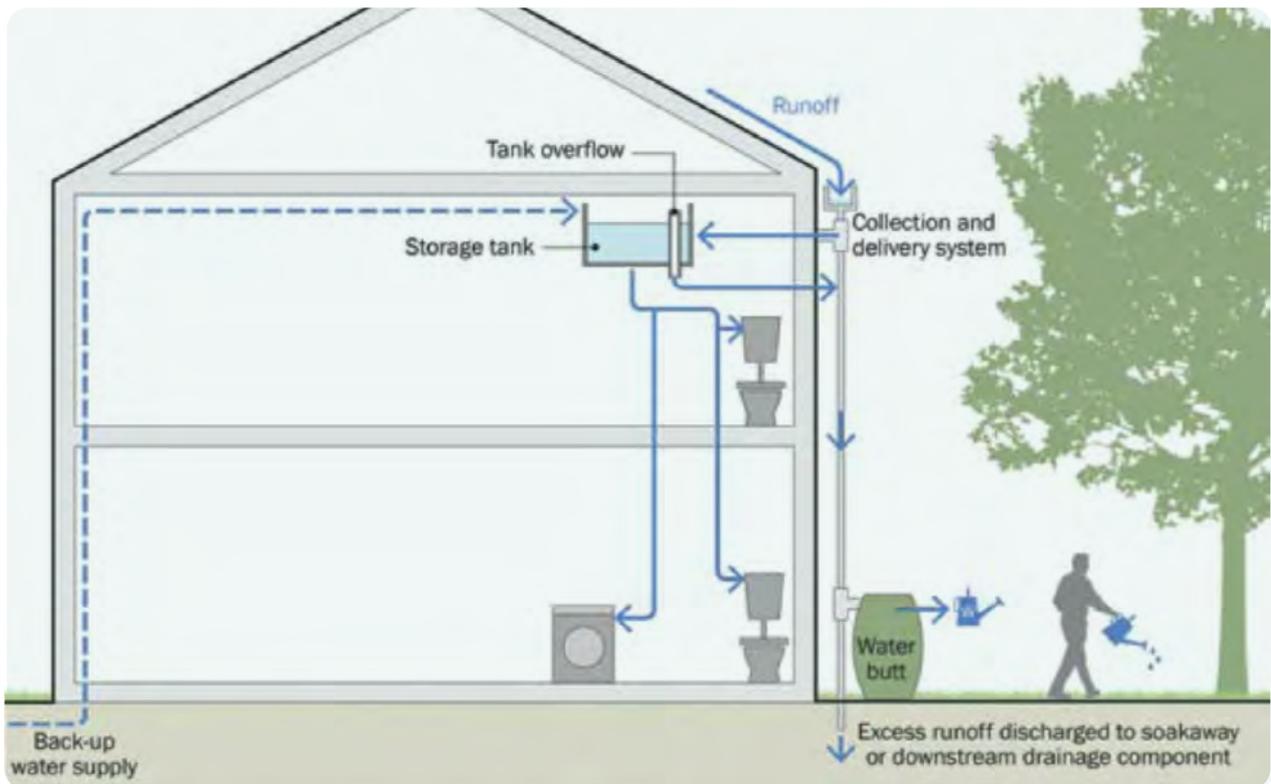
RACCOLTA DELL'ACQUA METEORICA

La raccolta delle acque meteoriche provenienti, ad esempio, dai tetti di un edificio o da qualsiasi altra superficie, ne prevede la raccolta, il filtraggio (l'eventuale trattamento se necessario) e il riutilizzo per l'irrigazione.

Nel caso in cui si voglia garantire una maggiore qualità delle acque volte al riuso, o nel caso le acque di pioggia provengano da superfici maggiormente inquinate, è bene aggiungere in testa al serbatoio un'area di bioritenzione.

L'acqua in eccesso in arrivo al serbatoio può essere smaltita collegando la tubazione di troppo pieno a sistemi di infiltrazione come, ad esempio, trincee filtranti o direttamente alla fognatura mista o alla fognatura delle acque meteoriche.

Figura 36
Schemi di sistemi di raccolta dell'acqua meteorica per il riutilizzo (CIRIA, 2015)



POSIZIONAMENTO E LIMITI DI UTILIZZO

I sistemi di raccolta dell'acqua meteorica possono essere utilizzati:

- in zone residenziali, commerciali e industriali;
- per nuove realizzazioni o riqualificazioni.

Il posizionamento dei serbatoi è influenzato da una serie di fattori:

- dimensione del serbatoio stesso;
- accesso al serbatoio per manutenzione;
- necessità di controllare la temperatura dell'acqua per limitare il rischio di congelamento in inverno e lo sviluppo di biofilm d'estate;
- vicinanza all'edificio e alle fondazioni dello stesso;
- presenza di sottoservizi;
- caratteristiche geotecniche del terreno;
- posizione della falda (rischio galleggiamento e schiacciamento del serbatoio con falda alta).

Non è raccomandato l'uso di questi dispositivi se le acque di deflusso possono venire a contatto con elementi contaminanti (ad esempio aree di lavaggio mezzi, aree stradali ad alto traffico veicolare).

È possibile prevedere di scaricare la prima parte del volume di runoff, quella più contaminata (effetto first flush), per limitare il rischio di contaminazione delle acque raccolte.

Criteri progettuali e realizzativi

MATERIALI

Il **sistema di raccolta** è composto da superficie di raccolta, converse, canali di gronda, bocchettoni, pluviali, pozzetti di drenaggio, caditoie, tubazioni di raccordo.

Filtro

Il **filtro** viene utilizzato per bloccare detriti nell'acqua (come foglie e sporcizia) dall'ingresso nel serbatoio dell'acqua. Dispositivi di questo genere vanno dalle semplici griglie per il trattenimento del fogliame da installare sulle calate a sistemi di filtrazione autopulenti posti in pozzetti interrati, in grado di intercettare la maggior parte dei solidi contenuti nelle acque di pioggia. L'efficienza di recupero di questi dispositivi è generalmente intorno al 70-80%, poiché parte delle acque di pioggia viene separata, utilizzata per l'autopulizia dei filtri e smaltita in fognatura.

Aree di bioritenzione o rain gardens

Da prevedere a monte del serbatoio in caso di superficie dilavante particolarmente inquinata.

Serbatoio di accumulo con scarico di troppo pieno

Per immagazzinare l'acqua raccolta dal tetto o da altre superfici è necessario un serbatoio di accumulo di dimensioni che possono variare a seconda dello spazio disponibile e di ciò per cui è utilizzato. Può essere interrato o posto sul lato dell'edificio. Per una proprietà domestica, il serbatoio può essere direttamente alimentato dalle grondaie che circondano la casa.

Nella scelta della tipologia di materiale del serbatoio (tipicamente in materiale plastico o cemento armato) è bene considerare:

- la necessità di protezione del materiale del serbatoio da agenti corrosivi presenti nelle acque raccolte o dovute ad eventuali disinfettanti usati;
- la vita utile del materiale;
- la resistenza al galleggiamento (in caso di falda alta);
- la resistenza strutturale;
- la semplicità di manutenzione nel caso di alimentazione con acque contaminate;
- l'estetica (se serbatoio esterno).

Pompa

Per i sistemi interrati è necessaria una pompa per dirigere l'acqua dove necessario.

Dimensionamento

Per il dimensionamento del sistema è necessario scegliere il grado di fabbisogno desiderato; si può distinguere fra 3 livelli di servizio:

- intermittente: il sistema è attivo solo nel periodo di massima piovosità;
- parziale: il sistema è attivo tutto l'anno per coprire una certa percentuale dei fabbisogni dell'utente;
- completo: il sistema è attivo tutto l'anno e soddisfa il fabbisogno completo dell'utente.

Altri parametri da considerare in fase di dimensionamento, a seconda del **collocamento del serbatoio** di accumulo sono:

- capacità strutturale dell'edificio (per serbatoi su solaio che alimentano a gravità);
- pressione massima per il riutilizzo;
- temperatura delle acque raccolte (la quale può essere problematica, per esempio, in serbatoi esterni posti a temperature al di sotto di 0°C).

Va dedicata attenzione alla **tipologia di acque** raccolte e se esse possano essere in qualche modo contaminate con inquinanti. Ad esempio, le acque raccolte da tetti realizzati con rame o zinco, o trattati con fungicidi od erbicidi potrebbero essere inadatte a particolari tipologie di riuso.

Il troppo pieno collegato alla fognatura dovrebbe essere provvisto di un **sifone** affinché i gas fognari non risalgano al serbatoio. Per escludere il ritorno d'acqua dalla fognatura piovana o mista deve essere installata una valvola di non ritorno a seconda della quota del troppo pieno.

Il **volume accumulabile** dal serbatoio va calcolato in base ai bilanci idrici su scala mensile, stimando gli ingressi (le acque di pioggia raccolte) e il fabbisogni di acqua per uso irriguo.

Criteri gestionali

Manutenzione ordinaria

Pulizia e riposizionamento i filtri se non sono dotati di dispositivo autopulente; da eseguirsi con cadenza **trimestrale**.

Da eseguirsi **annualmente** (o dopo eventi meteorici intensi)

- controllo della funzionalità del sistema, dalle opere di raccolta ai sistemi di distribuzione;
- verifica delle apparecchiature elettromeccaniche;
- verifica della qualità dell'acqua all'interno del serbatoio;
- controllo del serbatoio per verificare il non accumulo di detriti e sedimenti;
- controllo delle opere di alimentazione, distribuzione e troppo pieno;
- controllo dell'assenza di fenomeni erosivi in aree di scarico del troppo pieno.

Manutenzione straordinaria

Da eseguirsi ogni 5-10 anni

- pulizia del serbatoio;
- sostituzione o manutenzione straordinaria delle pompe di alimentazione (se presenti).

Costi

Fornitura cisterna	0.4-0.7€/l
Installazione cisterna superficiale	182.34 cad
Installazione cisterna sotterranea	20€/l
Manutenzione ordinaria	100€/anno
Manutenzione straordinaria	600€ ogni 5-10 anni

Tabella 16

TRINCEE FILTRANTI

Le trincee filtranti sono costituite da scavi riempiti con materiale ghiaioso sabbia e pietre oppure con elementi prefabbricati in materiali plastici realizzati con lo scopo di favorire l'infiltrazione, l'immagazzinamento (all'interno della trincea) e la successiva filtrazione dell'acqua meteorica nel sottosuolo (attraverso i lati e il fondo della trincea). Può essere presente anche un tubo forato (tubo di dispersione) per aumentare la capacità d'accumulo e per garantire una più regolare distribuzione delle acque lungo lo sviluppo della trincea. Le trincee possono essere riempite interamente con ghiaia senza essenze erbacee oppure possono essere riempite di ghiaia per la metà inferiore e di terreno estremamente permeabile nella parte superiore. La seconda tipologia può essere vegetata con la presenza di prato o tramite essenze vegetali erbacee ed arbustive ad alto valore decorativo.

Le trincee filtranti sono in grado di rimuovere un'ampia varietà di inquinanti dalle acque di pioggia, attraverso meccanismi assorbimento, precipitazione, filtrazione, degradazione chimica e batterica.

Una trincea filtrante contribuisce al mantenimento del bilancio idrico di un sito e alla ricarica delle falde sotterranee (l'efficienza depurativa del sistema deve essere tale da evitare rischi di contaminazione).

Sono generalmente realizzate per l'accumulo dei deflussi dalle superfici impermeabili limitrofe ad esse, ma possono inoltre essere realizzate per il convogliamento delle acque meteoriche in eccesso derivanti dai tetti verdi o dagli impianti per il recupero delle acque meteoriche.

Se ne consiglia l'utilizzo lungo la viabilità e nei parcheggi, sia di nuova installazione, sia quelli in fase di modifica.

Particolarmente per contesti in cui l'area drenata sia inferiore ai 2 ha e dove vi sia un tipo di suolo abbastanza permeabile da garantire sufficiente velocità di infiltrazione.

Tale dispositivo è tuttavia inadatto in terreni caratterizzati da carsismo, a meno di eseguire accurate indagini geologiche e geotecniche, e in terreni fortemente argillosi a causa della loro scarsa permeabilità.

Criteri progettuali e realizzativi

La progettazione deve tenere conto di **permeabilità del suolo, caratteristiche e profondità della falda.**

Dimensionamento

La trincea viene dimensionata in modo da ottenere uno svuotamento completo dalle 12 alle 24 ore successive alla fine dell'evento di pioggia e quindi in funzione dei terreni esistenti nel sito di intervento.

È buona pratica prevedere a monte del sistema un dispositivo in grado di trattenere sedimenti e materiale grossolano che possano intasare la trincea.

Si consiglia di tenere la base della trincea ad almeno 1 m sopra la falda al fine di:

- minimizzare il rischio di contaminazione della falda stessa;
- ridurre il rischio di innalzamento del livello della falda con conseguente diminuzione del volume utile della trincea.

La portata d'acqua infiltrata (Q) è ricavabile dall'equazione di Darcy nota la permeabilità del materiale costituente la trincea drenante.

La trincea deve essere generalmente munita di una condotta forata centrale del diametro minimo DN 200, che ha lo scopo di veicolare le acque non infiltrate alla rete di drenaggio senza comportare l'esondazione della trincea stessa. Attraverso tale condotta è pure possibile fare interventi di pulizia.

La condotta avrà fori del diametro minimo di 20 mm, in numero di 40 fori.

La larghezza delle trincee in media è di 60 cm, con profondità media di 1,20 m.

$Q=Av=A*k*i=A*k*\Delta h*L$, dove:

- **A:** sezione condotto
- **v:** velocità di deflusso
- **k:** coefficiente di permeabilità
- **i:** gradiente idraulico
- **Δh :** dislivello
- **L:** lunghezza condotto

Forme e materiali

In Tabella 17 sono riportate le dimensioni degli scavi, le dimensioni e gli spessori degli strati di ghiaia e di suolo tipici delle principali tipologie di trincee filtranti.

Figura 37

Esempio di trincea drenante





Tabella 17
Dimensioni tipo delle trincee filtranti e spessori dei vari strati

	Sezione scavo	Base minore (m)	Base maggiore (m)	Profondità della galleria	Altezza strato di ghiaia sul fondo (m)	Strato di suolo permeabile (m)
Trincee filtranti con suolo vegetato da specie erbacee con alto valore estetico	Trapezia	0.8	2	1.3	0.65	0.65
Trincee filtranti con suolo vegetato da specie erbacee rustiche	Trapezia	0.8	2	1.3	0.65	0.65
Trincee filtranti senza suolo e essenze vegetali	Trapezia o rettangolare	0.8	2	1.3	1.3	Suolo assente

Tabella 18
Tabella riassuntiva delle caratteristiche degli strati di una tipica trincea drenante

Strato	Funzione	Materiale / Spessore
Superficiale	Trattenuta sedimenti più grossolani	Pietrisco pezzatura 20-30 mm, spessore 150-300 mm
Geotessuto	Filtro e prevenzione dell'intasamento della trincea	-
Ghiaia	Infiltrazione delle acque	Pezzatura 40-75 mm
Sabbia	Trattenuta metalli pesanti, in particolare Zn e Pb	Spessore strato di 150-300 mm
Filtro laterale	Filtro e prevenzione intasamento	Geotessuto

Tabella 19

Specie vegetali utilizzabili

Specie erbacee

- Aruncus dioicus
- Filipendula ulmaria
- Lychnis flos.cuculi
- Mentha aquatica
- Caltha palustris
- Geum rivale
- Lysimachia nummularia
- Molinia caerulea
- Deschampsia cespitosa
- Iris pseudacorus
- Lythrum salicaria
- Osmunda claytoniana
- Echinacea purpurea
- Juncus effusus
- Matteuccia struthiopteris
- Petasites hybridus
- Eupatorium cannabinum
- Lobelia siphilitica
- Veronica longifolia.

Specie arbustive

- Cornus sanguinea
- Frangula alnus
- Salix purpurea
- Viburnum opulus

Installazione e accorgimenti costruttivi

Fasi di lavoro per la realizzazione dell'opera

- 1.** Sbancamento del terreno in funzione della grandezza della galleria progettata.
- 2.** Collocazione di uno strato di geotessuto filtrante sulle pareti sul fondo dello scavo per evitare l'intasamento della stessa da parte delle particelle fini.
- 3.** Riempimento del fondo con ghiaia lavata e collocazione della tubatura microforata per il drenaggio (avvolta anch'essa con uno strato di geotessuto per evitare l'intasamento dei pori).
- 4.** Riempimento dello scavo con ghiaia lavata fino a raggiungere circa la metà della profondità della buca e infine copertura, fino al piano campagna, con il suolo di riporto opportunamente miscelato con sabbia e sostanza organica per aumentarne la porosità e le capacità di drenaggio.

Tali dispositivi sono particolarmente adatti in zone sia commerciali che residenziali medio-alta densità, in cui l'area drenata sia inferiore a 2 ha. Non sono consigliati invece in aree scoscese.

Superficie formante il deflusso	> di 2 ha
Caratteristiche del suolo richieste	Terreno che non deve presentare strati impermeabili e alti contenuti di particelle fini come limo e argilla.
Granulometria del suolo ottimale	Terreno contenente almeno il 40% di sabbia, contenuto di sostanza organica tra 8-10%, spessore minimo del suolo 60 cm
Topografia ottimale	Pianeggiante, pendenza massima consigliata del 6%
Materiale impiegato	Ghiaia lavata, geotessuto permeabile, tubo forato per il drenaggio, suolo permeabile preesistente o di riporto se non presente nel sito e essenze vegetali erbacee ed arbustive.

Criteri gestionali**Manutenzione ordinaria**

- Ispezione e rimozione dei sedimenti accumulati per prevenire l'intasamento della tubazione drenante e la diminuzione della capacità filtrante del sistema.
- Taglio delle specie erbacee sulla fascia inerbita (1 volta all'anno minimo), in particolare:
 - in caso di trincee filtranti con specie erbacee ad elevato valore estetico procedere a pulitura, eliminazione delle malerbe, taglio erba e potatura arbusti con cadenza mensile;
 - in presenza di specie rustiche si procederà con il taglio dell'erba con cadenza trimestrale;
 - nel caso di trincee filtranti senza suolo ed essenze vegetali basterà procedere con il diserbo delle essenze infestanti che colonizzano la trincea con cadenza annuale.
- Rimozione di sedimenti accumulati e oli/grassi dai pretrattamenti.

Manutenzione straordinaria:

- Asportazione e sostituzione dello strato di ghiaia fine quando completamente intasato dai sedimenti.

Costi

	Costo di acquisto comprensivo di posa [€/m]	Costo di manutenzione annuale [€/m2]
Trincee filtranti con suolo vegetato da specie erbacee con lato valore estetico	117-119	10-20
Trincee filtranti con suolo vegetato da specie erbacee rustiche	81-93	5-10
Trincee filtranti senza suolo ed essenze vegetali	44-53	2-3

Tabella 21**CANALI VEGETATI (swales)**

Si tratta di fossati lineari aperti, poco profondi, dalla forma trapezoidale o parabolica. Le sponde sono inerbite o vegetate con specie resistenti all'erosione e all'allagamento.

Il loro scopo principale è quello di filtrare e rimuovere gli inquinanti mediante la captazione del flusso di acqua piovana.

Data la loro struttura lineare i canali sono adatti ad essere inseriti lungo corsie stradali di zone industriali e residenziali di medie dimensioni, vicino ad aree di parcheggio per ridurre la percentuale di superficie impermeabile o per convogliare le acque di runoff in spazi pubblici, creando possibilità di arredo paesaggistico e di fruizione.

Vanno posizionati dove vi è lo spazio per accogliere la profondità e la larghezza di stoccaggio supplementari.

Da evitare il posizionamento dei canali in aree eccessivamente ombreggiate, in modo da evitare limitazioni nella crescita dell'erba.

Criteri progettuali e realizzativi

Il dimensionamento dei canali vegetati deve tenere conto di:

1. Adeguata capacità di convogliamento della portata di progetto;
2. Gestione delle portate massime previste, con eventuale dimensionamento dei sistemi di collettamento delle acque di troppopieno;
3. Svuotamento di metà delle acque drenate dai canali vegetati in meno di 24 ore, in modo da garantire la funzionalità degli stessi per eventi successivi.

Nella progettazione di un canale vegetato asciutto è importante determinare la sezione di deflusso rispetto alla portata massima di progetto, in modo da definire le caratteristiche geometriche della stessa.

PARAMETRO	VALORI INDICATIVI DI DIMENSIONAMENTO
Profondità canale	0.5-2m. in aree fruibili profondità ridotta a 1.2-1.5 m
Base inferiore	0.6-2.5 m
Pendenza longitudinale	0.5-6%. Se maggiore del 3% inserire piccoli sbarramenti
Profondità massima pelo libero per condizioni di sicurezza	0.4-0.6m
Sbarramenti controllo	Posizionati ad intervalli di 10-20 m
Velocità massima consentita per evitare erosione	1m/s

Tabella 22

Importante conoscere la **profondità della falda**, che deve essere ad almeno 1m dal fondo del canale.

L'utilizzo dei canali vegetati è consigliato per **superfici servite inferiori ai 2 ha**.

Se ne consiglia l'alimentazione lateralmente e no da punti di accesso, altrimenti prevedere dissipatori di energie per limitare fenomeni erosivi.

Per ridurre la pendenza si consiglia la realizzazione di piccoli sbarramenti di controllo, realizzabili in diversi materiali. A valle di questi ultimi, prevedere sistemi di controllo dell'erosione.

TIPOLOGIA DI MANTO ERBOSO: nei canali asciutti deve essere in grado di sopportare lunghi periodi, sia di siccità, che di pioggia; deve inoltre essere resistente a l'accumulo di sedimenti. Preferibili specie vegetali native del sito. Consigliata una piantumazione fitta.

Criteri gestionali

Manutenzione ordinaria

Sono necessari controlli e manutenzione regolari. Tali controlli possono essere a carico di manodopera non specializzata, quindi realizzabili in contemporanea a quelli previsti per la manutenzione di spazi pubblici o strade, di conseguenza con un minimo aumento dei costi. Tipicamente si utilizzano fertilizzanti, da evitare nel caso di posizionamento del canale in aree di acquifero sensibile.

Manutenzione straordinaria

- Sfalciatura manto erboso e piantumazioni
- Rimozione sedimenti
- Ispezione sponde e letto da rifiuti e detriti
- Ripulitura del canale da rifiuti e detriti depositatisi

Annualmente è necessario verificare la velocità di infiltrazione.

BACINI DI INFILTRAZIONE E BIORITENZIONE

I bacini di infiltrazione sono aree modellate in modo tale da creare dei piccoli invasi profondi tra 0.3 e 0.6 m che hanno la funzione di accumulare momentaneamente e smaltire tramite infiltrazione i deflussi prodotti da una superficie impermeabile.

Questi piccoli bacini possono anche prevedere una permanenza di acqua al loro interno nel lungo periodo purché venga gestito il problema della proliferazione di insetti.

Questi sistemi permettono il filtraggio e la depurazione dell'acqua raccolta con ottime rimozioni di principali inquinanti veicolati dalle acque di pioggia di dilavamento: essi consentono di abbattere oltre il 90% dei solidi sospesi totali. Inoltre, le aree di bioritenzione hanno un effetto benefico anche in termini di riduzione del rischio idraulico, aumento della biodiversità, oltre a poter essere utilizzato come elemento di arredo urbano.

Le acque di dilavamento vengono convogliate tramite deflusso superficiale all'area di bioritenzione vegetata. La fascia con copertura erbosa effettua un'azione di filtraggio del materiale più grossolano e di rallentamento della velocità di deflusso nell'area di ristagno c'è un accumulo temporaneo e un'ulteriore deposizione di materiale trasportato punto lo strato di materiale organico effettua una prima filtrazione



delle acque meteoriche favorisce la crescita di microrganismi che provvedono ad una degradazione della materia organica trasportata punto lo spessore di suolo vegetativo svolge la funzione di sistema di filtrazione; le particelle argillose del suolo forniscono siti per l'assorbimento di inquinanti punto la vegetazione garantisce la stabilità del suolo partecipa all'azione di trattamento.

I bacini di infiltrazione devono essere realizzati su suoli con elevata permeabilità (almeno 13 mm/h). I terreni più idonei sono quelli sabbiosi con presenza di ghiaia grossolana in quanto facilitano il drenaggio ed evitano il formarsi di ristagni idrici.

La topografia ottimale per questo tipo di opera è quella pianeggiante.

Il materiale impiegato per effettuare questo tipo di bacini è il suolo esistente. Nel caso non si raggiunga la permeabilità minima necessaria è fondamentale effettuare eventuali aggiunte di sabbia, ghiaia e sostanza organica per aumentare le capacità di drenaggio del terreno.

Per mantenere nel tempo l'elevata permeabilità del bacino, sono di fondamentale importanza la presenza di essenze vegetali erbacee rustiche come, per esempio, alcune varietà di Festuca arundinacea, Lolium perenne e Poa pratensis.

Criteri progettuali e realizzativi

Posizionamento ottimale:

- lungo il margine della carreggiata stradale;
- parcheggi;
- rotonde stradali;
- aree pedonali.

Nel caso di rain garden, che sono piccoli bacini di infiltrazione, è possibili posizionarli anche nelle aiuole. Se posizionati in prossimità di edifici, i bacini devono essere collocati ad una distanza di

almeno 5 m dagli edifici per impedire che le acque penetrino nelle fondazioni. Si consiglia il posizionamento lontano da grandi alberi per consentire la massima esposizione.

I bacini di laminazione non sono consigliati nelle aree con pendenze elevate.

Dimensionamento

Il dimensionamento dei bacini di infiltrazione è generalmente condotto risolvendo l'equazione di continuità, mettendo a sistema la portata infiltrata, la legge d'efflusso e la forma dell'invaso stesso.

$$Q=A*V = C_q * h_0^{3/2} * b * \sqrt{2g}$$

- Q: portata (m³ s⁻¹)
- A: sezione liquida (m²)
- V: velocità della corrente (m s⁻¹)
- C_q: coefficiente di efflusso
- h₀: carico sullo stramazzo (m)
- b: larghezza dello stramazzo (m)
- g: accelerazione di gravità (9,81 m s⁻²)

Tipicamente sono dimensionati con un'area pari al 2-4% dell'area drenata. La larghezza dovrebbe essere compresa tra gli 0.6 e i 20m per renderne possibile realizzazione e manutenzione. La lunghezza massima consigliata è di 40 m, mentre la superficie massima di 800 mq.

PARAMETRO VALORI INDICATIVI

Pendenza area limitrofa	<30%
Profondità area ritenzione	0.15-0.2 m
Strato di terreno	0.5-0.75 m
Strato filtrante principale	0.75-1 m
Velocità massima ammissibile nel punto di immissione per limitare l'erosione	0.5 m/s, massimo 1.5 m/s per eventi con tr=100 anni

Tabella 23

Specie vegetali impiegabili

Caratteristiche da considerare nella scelta delle specie

- Resistenza alla siccità ed al ristagon idrico
- Resistenza agli inquinanti elevata
- Ridotte necessità di manutenzione

Specie vegetali utilizzabili

Specie erbacee

- | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| ▪ Festuca Arundinacea | ▪ Lysimachia nummularia | ▪ Matteuccia struthiopteris | ▪ Eupatorium cannabinum |
| ▪ Lolium Perenne | ▪ Lythrum salicaria | ▪ Mentha aquatica | ▪ Filipendula ulmaria |
| ▪ Poa Pratensis. | ▪ Petasites hybridus | ▪ Aruncus dioicus | ▪ Geum rivale |
| ▪ Molinia caerulea | ▪ Iris pseudacorus | ▪ Echinacea purpurea | ▪ Lychnis flos-cuculi |
| ▪ Juncus effusus | ▪ Osmunda claytoniana | ▪ Lobelia siphilitica | ▪ Veronica longifolia |
| ▪ Deschampsia cespitosa | | ▪ Caltha palustris | |

Specie arbustive

- | | | | |
|--------------------|------------------|------------------|-------------------|
| ▪ Cornus sanguinea | ▪ Frangula alnus | ▪ Salix purpurea | ▪ Viburnum opulus |
|--------------------|------------------|------------------|-------------------|

Specie arboree

- | | |
|----------------------|---------------|
| ▪ Amelanchier laevis | ▪ Acer rubrum |
|----------------------|---------------|

Tabella 24

Installazione e accorgimenti costruttivi

- In caso di **installazione lungo i cordoli stradali**, prevedere adeguati sistemi di dissipazione in prossimità delle aperture per limitare il rischio di erosione;
- Sbancamento dei primi 20 cm del terreno, rimodellamento tramite escavatore e pala meccanica (meglio se dotata di GPS per formare un bacino avente dimensioni e pendenze richieste);
- In caso della presenza di terreni poco permeabili è necessario miscelare sabbia, ghiaia e sostanza organica alla terra di coltivo per migliorarne le caratteristiche fisiche.
- Per facilitare il drenaggio profondo delle acque attuare una lavorazione profonda del terreno tramite ripuntatori (60 cm di profondità);
- Per la lavorazione, miscelazione e affinamento del terreno superficiale (primi 15 cm) utilizzare trattrici accoppiate a fresatrici;
- Idrosemia con collanti e ammendanti di essenze erbacee rustiche su tutta la superficie del bacino.

■ Criteri gestionali

Manutenzione ordinaria

Procedere con il taglio dell'erba (totale 5 tagli all'anno) e rimozione dei rifiuti con cadenza annuale.

Controllo e pulizia di ingresso/uscita e verifica della corretta capacità di infiltrazione con cadenza trimestrale.

Manutenzione straordinaria

- rimozione e smaltimento dei sedimenti trasportati dal deflusso, dissodamento del terreno tramite ripuntatore con profondità di lavorazione tra 40 e 60 cm con cadenza annuale;
- potatura delle specie arboree con cadenza annuale.

■ Costi

Movimenti terra	10-16€/mq
Semina specie erbacee, comprensivo di lavorazioni, concimazione e prima irrigazione	5€/mq
Acquisto e piantumazione specie arbustive	20-40€/mq
Acquisto e piantumazione specie arboree	30-50€/mq

Tabella 25

VERDE PENSILE

Le coperture rinverdite, rispetto a quelle di tipo tradizionale, oltre a consentire il controllo qualitativo (filtrazione) e quantitativo (assorbimento, detenzione, evapotraspirazione) delle acque di pioggia hanno il pregio di migliorare sotto l'aspetto ambientale ed estetico il contesto urbano in cui si inseriscono nonché aumentare l'assetto coibentante dell'abitazione e ridurre le dispersioni energetiche.

In relazione alle caratteristiche tecnico-costruttive degli edifici ed agli usi previsti, si distingue tra rinverdimento estensivo e intensivi.

I rinverdimenti estensivi sono sistemazioni prossime alle condizioni naturali, ampiamente in grado di mantenersi e svilupparsi autonomamente; lo spessore del substrato è pari a 2-10 cm e hanno una modesta spesa di manutenzione. I rinverdimenti intensivi possono essere semplificati, con spessore del substrato compreso tra 10 e 20 cm e spese di manutenzione medie con la necessità di periodica irrigazione, oppure intensivi con substrato maggiore di 20 cm e spese di manutenzione alte anche in relazione alla presenza di piante erbacee alte, arbusti ed in qualche caso anche alberi. In entrambe le tipologie, il substrato di coltivazione deve presentare elevata permeabilità e basso peso specifico.

I criteri di progettazione sono collegati alla pendenza delle coperture (la situazione ottimale si ha con pendenze limitate o nulle) e della propensione e/o disponibilità da parte del proprietario all'esecuzione degli interventi di gestione e manutenzione delle coperture (irrigazione, concimazione, tagli, ecc.).

La riduzione dei deflussi dipende dalla pendenza delle coperture, dal substrato utilizzato, dalla struttura e dallo spessore degli strati, nonché dall'intensità e dalla durata della precipitazione.

In via approssimativa, i coefficienti di deflusso dei tetti verdi variano in relazione allo spessore del substrato utilizzato per il rinverdimento. È possibile ottenere anche valori del coefficiente di deflusso che arrivano fino a 0.25.

I rinverdimenti che richiedono la minore quantità e minor costo di manutenzione sono quelli estensivi, che consistono in sistemazioni prossime alle condizioni naturali, ampiamente in grado di mantenersi e svilupparsi autonomamente.

- Spessore del substrato: 2-10 cm;
- vegetazione rustica estremamente frugale e bassa (se. *Sedum* spp.);
- carico sul tetto: 60-240 kg/m².

Campi di applicazione

Coperture di condomini, Capannoni industriali, Cantine vitivinicole, Scuole ed edifici pubblici; Infrastrutture; Terrazze private; Piazze, aree verdi pubbliche e garage interrati.

Normativa

La progettazione e l'esecuzione è regolata da norme ufficiali come, ad esempio, la norma **UNI 11235:2007**.

Criteri progettuali e realizzativi

Dimensionamento

I criteri progettuali devono tenere in considerazione:

- gli obiettivi e le funzioni di una copertura a verde;
- la possibilità di costituire compensazione ambientale nei confronti della impermeabilizzazione del suolo;
- l'analisi del contesto ovvero l'entità della radiazione solare incidente, la meteorologia del sito, la qualità dell'aria;
- gli agenti che si riversano sull'elemento di verde pensile ovvero agenti idrici, biologici, chimici, fisici.

Gli elementi progettuali saranno pertanto: la valutazione dei carichi, il termoisolamento, tenuta all'acqua, la protezione dall'azione delle radici, la progettazione dell'elemento drenante e dell'accumulo idrico.

In particolare si provvederà alla progettazione di:

- progettazione dell'elemento drenante in aggregati naturali o prefabbricati plastici;
- progettazione dell'elemento di accumulo idrico;
- progettazione dell'elemento filtrante in aggregato naturale o in geosintetico;
- progettazione dell'elemento di ancoraggio della vegetazione;
- progettazione dello strato antierosione.

- progettazione dello strato colturale;
- progettazione dello strato di vegetazione;
- progettazione dell'eventuale impianto di irrigazione.

La norma UNI 11235:2007 definisce lo spessore minimo raccomandato dello strato colturale in funzione della struttura della vegetazione da impiegare come riportato di seguito:

TIPO DI VEGETAZIONE	SPESSORE DELLO STRATO COLTURALE (cm)
Erbacee perenni a piccolo sviluppo	8
Grandi erbacee perenni, piccoli arbusti tappezzanti	10-15
Tappeti erbosi	15
Arbusti di piccola taglia	20

Tabella 26

Figura 38
Schema della struttura del verde pensile



- — Vegetazione
- — Substrato di coltivazione
- — Elemento filtrante
- — Elemento drenante
- — Strato protettivo
- — Barriera per le radici
- — Strato isolante
- — Membrana impermeabile
- — Elemento portante

Forme e materiali

I materiali utilizzati per la realizzazione di un verde pensile sono:

- strato bituminoso per favorire l'incollaggio delle membrane;
- barriera al vapore;
- strato isolante per limitare le dilatazioni della superficie portante (fibra di vetro o roccia);
- manto impermeabile anti-radice;
- strato drenante (argilla espansa);
- strato filtrante (tessuto non tessuto);
- substrato di coltivazione.

Specie vegetali impiegabili

per la realizzazione di tetti verdi di tipo estensivo si consiglia l'utilizzo di specie appartenenti ai generi Sedum, Sempervivum e Allium.

Criteri gestionali

Si rimanda alla norma UNI 11235:2007

"istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture a verde" per dettagli sugli accorgimenti costruttivi e sugli interventi di manutenzione. Questi ultimi sono brevemente riassunti di seguito.

Manutenzione ordinaria

Nel caso di tetti verdi estensivi non risultano necessari interventi, mentre per quanto riguarda quelli intensivi si ricorre alle seguenti operazioni con cadenza settimanale:

- manutenzione e taglio delle essenze vegetali;
- pulizia e smaltimento di foglie secche;
- rimozione delle specie infestanti;
- concimazione e irrigazione del substrato.

CARATTERISTICHE	TIPO SISTEMA (espresso in base alla vegetazione prevista)						
	Prato fruibile	Tappeto di sedum	Prato - pascolo	Tappeto di perenni	Arbusti e suffrutici	Orto	Siepi ed alberi
Spessore substrato (cm)	15-25	8-10	12-15	10-15	15-35	25-35	35-100
Peso (kg/m2)	220-400	120-160	160-300	120-300	220-550	300/550	450/1500
Coefficiente deflusso	0,35-0,25	0,50-0,40	0,40-0,30	0,40-0,35	0,35-0,15	0,25-0,20	<0,20
Manutenzione	Medio-Alta	Medio-Bassa	Bassa	Medio-Bassa	Medio-Bassa	Alta	Medio-Alta
Fabbisogno idrico	Alto	Basso	Basso	Medio-Basso	Medio-Basso	Alto	Alto
Fruibilità	Alta	Nulla	Bassa	Bassa	Media	Media	Alta
Isolamento termico	Alto	Basso	Medio	Medio-Basso	Alto	Alto	Alto
Abbattimento inquinanti (PM10, O3, NOX, CO2, SO2)	Medio	Basso	Medio	Medio-Basso	Medio	Basso	Alto
Tasso di concimazione	Alto	Basso	Basso	Medio-Basso	Medio	Medio-Alto	Alto

Tabella 27

Matrice delle proprietà del sistema per le tipologie di verde pensile più comuni

Manutenzione straordinaria

Si prevede quanto segue da svolgersi con cadenza annuale:

per tetti verdi estensivi

- irrigazione delle piante nel primo mese dopo il trapianto;
- taglio della vegetazione;
- rimozione delle specie infestanti;
- rimpiazzo delle essenze morte.

per tetti intensivi:

- manutenzione impianto di irrigazione;
- rimpiazzo delle specie vegetali morte;
- pulizia canali di scolo.

Costi

	Costo di acquisto comprensivo di posa [€/mq]
Verde pensile estensivo (escluse le piantumazioni)	50-100 €/mq
Verde pensile intensivo (escluse le piantumazioni)	70-160€/mq
Manutenzione ordinaria (intensivi)	160€/anno
Manutenzione straordinaria	160-250€

Tabella 28

AMBITI CON FUNZIONALITÀ ECOLOGICA O DI PROTEZIONE

Premessa

Il Comune di Vicenza, nel redigendo Nuovo Piano degli Interventi con previsioni urbanistiche di rigenerazione urbana e nuovi ambiti di urbanizzazione, ha inteso dare massimo rilievo all'utilizzo del verde naturale in tutte le sue declinazioni ecosistemiche.

Si è posta così la necessità di individuare quegli ambiti che sono in grado di esprimere una elevata funzionalità ecologica e per essi dare indicazioni puntuali per la loro realizzazione.

In coerenza con gli strumenti urbanistici vigenti (PAT e PI) si sono individuati quali sono i potenziali ambiti a funzionalità ecologica o di protezione.

Trattasi cioè di aree che apportano benefici sistematici per l'intera collettività in termini di abbattimento di emissioni clima-alteranti, polveri sottili, di contrasto alle isole di calore urbane, di riduzione del deflusso meteorico, di incremento e salvaguardia delle funzioni ecosistemiche.

Sono stati individuati i seguenti ambiti:

1. Aree adiacenti a corridoi ecologici principali e secondari, ambiti di connessione naturalistica, zone SIC/ZPS, (artt. 36 e 37 NTO PAT) e aree adiacenti a ambiti di interesse ambientale (art. 45 NTO PAT)

SCHEDA 1

2. Aree adiacenti a corsi d'acqua e specchi lacuali (art 12 NTO PAT) **SCHEDA 2**
3. Aree adiacenti ad ambiti boscati (art. 6 NTO PAT) **SCHEDA 3**
4. Aree che per dimensioni dell'intervento possono esprimere caratteri di naturalità (sup. ottimale > 2.000 mq o > 30% della superficie ambito di intervento di trasformazione) **SCHEDA 6**

Gli ambiti a funzionalità ecologica per essere tali devono essere adiacenti alle aree di cui ai punti 1, 2, 3. Per interventi di rilevanza superficiale di cui al punto 4, si ritiene che la dimensione prevista possa esprimere valore di alta funzione ecologica.

Sono stati inoltre considerati quegli ambiti che, posti a confine con aree agricole e produttive (**SCHEDA 4**) possono fungere a protezione dalle derive dei prodotti fitosanitari.

Infine, si sono considerati quegli ambiti indicati dal PI quali "contesti figurativi-Ville venete", di cui, all'art. 14 delle NTO del PI. **SCHEDA 5**

Per essi è stata proposta la realizzazione di fasce a filtro e di inserimento paesaggistico.

Per ciascuno degli ambiti sopra elencati vengono indicate le dimensioni spaziali minime che esse devono possedere, le tipologie di impianto, le specie da utilizzare per massimizzare il valore ecologico e le specie da impiegare.

Le modalità esecutive saranno quelle previste dalla L.R. 2 maggio 2003, n. 13 ed in particolare dalle Linee guida per la progettazione e realizzazione degli impianti (ALLEGATO C, DGR n. 1242 del 1 settembre 2020) che di seguito sono sinteticamente richiamate.



Figura 39
Fascia boscata plurifilare a separazione degli ambiti agricoli e produttivi
Castegnero (VI) - foto Progea

AMBITI CON FUNZIONALITÀ ECOLOGICA O DI PROTEZIONE

SCHEDA 1 - AREE AD ALTA NATURALITÀ

Aree adiacenti a corridoi ecologici principali e secondari, ambiti di connessione naturalistica, zone SIC/ZPS (artt. 36 e 37 NTO PAT)

Aree adiacenti a ambiti di interesse ambientale (art. 45 NTO PAT)



SCHEDA 2 - POTENZIAMENTO DELLA VEGETAZIONE RIPARIALE

Aree adiacenti a corsi d'acqua e specchi lacuali (art. 12 NTO PAT)



SCHEDA 3 - ORLI URBANI

Aree adiacenti ad ambiti boscati (art. 6 NTO PAT)



SCHEDA 4 - FILTRO VERDE PERIURBANO

Aree adiacenti agli ambiti agricoli e produttivi (art. 32 NTO PAT)



SCHEDA 5 - FILTRO VERDE URBANO

Aree filtro di connessione urbana e mitigazione visiva (art. 14 NTO PI)



SCHEDA 6 - BOSCO URBANO

Aree che per dimensioni dell'intervento possono esprimere caratteri di naturalità (sup. ottimale > 2.000 mq o 30% della superficie ambito di intervento di trasformazione)



Criteria progettuali e realizzativi

Scelta della specie

In conformità alla ALLEGATO C, DGR n. 1242 del 1 settembre 2020, le specie impiegabili sono

- Specie da utilizzare per la costituzione del bosco planiziale tipico (Quercio-carpineto e sue varianti più o meno igrofile) e per la realizzazione anche degli altri interventi lineari:

SPECIE ARBOREE

- Acer campestre (a)
- Carpinus betulus
- Fraxinus oxycarpa (u)
- Fraxinus excelsior (*) (u)
- Quercus robur (u)
- Ulmus minor (a) (u)

SPECIE ARBUSTIVE

- Cornus sanguinea (a) (u)
- Corylus avellana (a)
- Crataegus monogyna (a)
- Crataegus oxycantha
- Euonymus europaeus
- Frangula alnus (u)
- Ligustrum vulgare (a)
- Prunus spinosa (a)
- Rhamnus cathartica (a) (u)
- Sambucus nigra (u)

Tabella 29

(a): specie in grado di tollerare la siccità

(u): specie in grado di tollerare l'umidità

(*): da utilizzare limitatamente ad ambiti di risorgiva

- Specie da utilizzare nei suoli umidi anche periodicamente sommersi (falda superficiale o affiorante, rive di corsi d'acqua):

SPECIE ARBOREE

- Salix alba
- Alnus glutinosa
- Populus alba
- Populus nigra

SPECIE ARBUSTIVE

- Salix cinerea
- Salix purpurea
- Salix triandra
- Viburnum opulus

Tabella 30

Età e dimensione delle piantine

Vanno utilizzate piantine giovani, dell'età di 1, 2 o 3 anni. Le dimensioni della chioma devono essere proporzionate al grado di sviluppo dell'apparato radicale: va perciò verificato che le radici siano ben sviluppate, ed in particolare che oltre agli eventuali fittoni, tipici di alcune specie (querce) o alle radici ancoranti, di grosse

dimensioni ed andamento pressoché verticale, sia abbondantemente sviluppato il capillizio di radici minori, deputate all'assorbimento e con aspetto fascicolato. Nel caso di piante con pane di terra, questo può essere verificato osservando le superfici laterali del pane stesso, lungo le quali dovrà essere visibile un fitto reticolo di sottili radici.

In relazione al volume del contenitore di coltivazione, va stabilita un'altezza massima. Contenitori con capienze pari a circa mezzo litro o poco meno non dovranno corrispondere a piantine molto più alte di una novantina di centimetri. L'altezza minima varia in funzione della specie e della sua velocità di accrescimento iniziale.

Provenienza e biodiversità

Vanno utilizzate piante autoctone di provenienza locale (Veneto ed altre regioni del bacino padano) sicura e documentabile.

Preparazione del terreno e tecniche d'impianto

1. lavorazione in profondità (circa 80 cm) con l'ausilio di un ripuntatore;
2. concimazione di fondo preferibilmente con letame bovino maturo (circa 800 q/ha);
3. aratura superficiale (circa 30 cm) per incorporare la sostanza organica;
4. leggera fresatura o erpicatura poco prima dell'impianto.

Tecnica di impianto e utilizzo di pacciamature

- La piantina forestale va immersa nel terreno fino al colletto; nel caso di piantine con pane di terra, basta che la superficie superiore del pane di terra si trovi a livello del terreno o appena un dito sotto.



- L'impiego di film plastico pacciamante consente di controllare efficacemente la crescita delle infestanti erbacee. In caso di impiego di film plastico EVA, questo va necessariamente asportato e smaltito dopo al massimo 3 (4) anni dall'impianto.
- Nel caso di impianto per gruppi ed in tutti i casi in cui non si intendano impiegare pacciamature lineari si può ricorrere a pacciamatura localizzata con biodischi, dischi o quadrati in cellulosa, sughero o fibra di cocco, la cui durata ed efficacia sono limitate nel tempo ad 1-2 anni circa.

■ Criteri gestionali

Negli anni sono necessarie le seguenti operazioni colturali e manutentive:

- 1° anno: irrigazioni di soccorso;
- 2° anno ceduzione degli arbusti e irrigazioni di soccorso;
- 3° anno irrigazioni di soccorso;
- 4° anno asporto e smaltimento del film plastico pacciamante e potature di allevamento degli alberi sia a ceppaia che a fusto intero;
- Dal 10° anno eventuale intervento meccanizzato di ceduzione degli arbusti o contenimento delle chiome.

■ Costi

I.3.1	Irrigazioni di soccorso eseguita con autobotti o similari	cad	1,06
I.3.7	potature	cad	8.5
D.1.2*	Taglio della vegetazione arbustiva e arborea di piccole dimensioni eseguito con motosega compreso l'accatastamento ordinato del materiale. Il prezzo comprende il taglio e l'accatastamento ordinato del materiale	€/mq	4.2
a.1.	rimozione telo	€/h	30

Tabella 31



Aree adiacenti a corridoi ecologici principali secondari, ambiti di connessione naturalistica, zone SIC/ZPS, (artt. 36 e 37 NTO PAT)

Aree adiacenti a ambiti di interesse ambientale (art. 45 NTO PAT)

Riferimento normativa urbanistica

Zone SIC/ZPS, (artt. 36 e 37 NTO PAT)
Ambiti di interesse ambientale (art. 45 NTO PAT)

Funzioni:

1. ecologica;
2. a tutela della qualità delle acque se in continuità con gli corsi d'acqua;
3. filtro;
4. paesaggistica.

Tipologie

Banda boscata plurifilare della larghezza complessiva di 7 m con eventuale prato polifita nell'interfilare.

Costo per metro lineare di fascia

Tipologia 1

Costo impianto 3 p/ml		26,25€
Costo prato mq/m	1€	3€
Totale		29,25€

14 Kg/(anno*mq)

Assorbimento di CO2

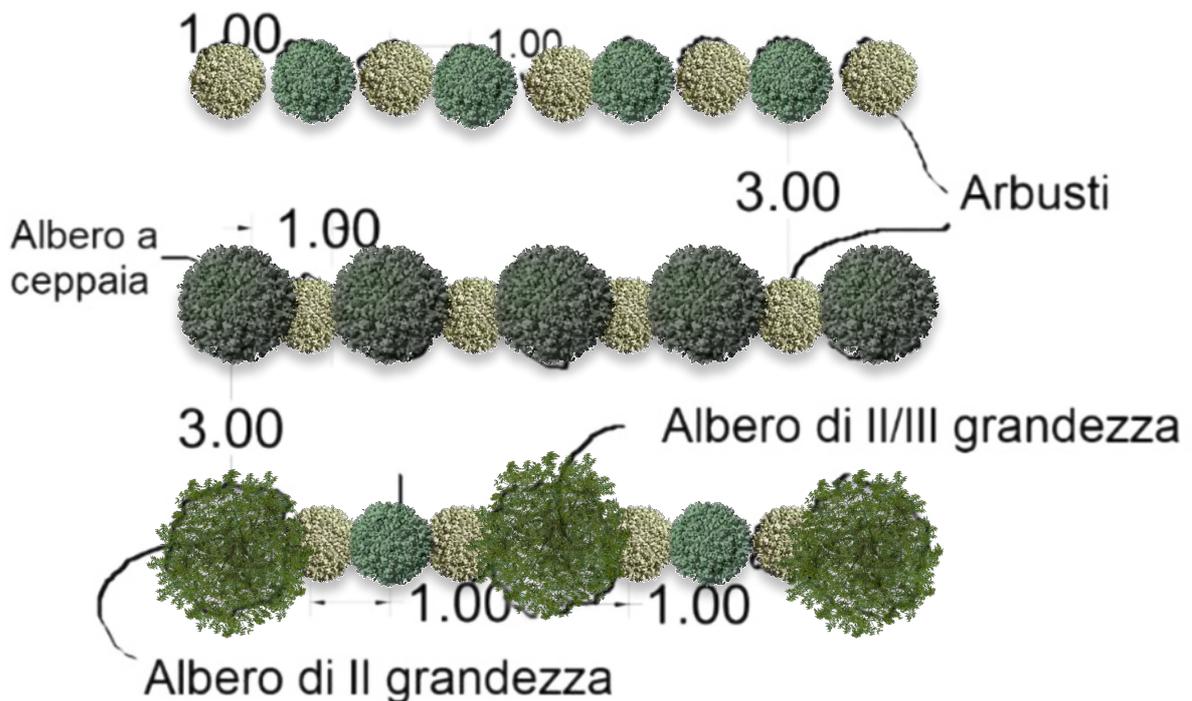


Figura 40
Vista in pianta



Aree adiacenti a corsi d'acqua e specchi lacuali (1/2)

Riferimento normativa urbanistica

art. 12 NTO PAT

Funzioni:

1. ecologica;
2. a tutela della qualità delle acque;
3. filtro;
4. paesaggistica.

11 Kg/(anno*mq)

Assorbimento di CO2

TIPOLOGIA1

5 Kg/(anno*mq)

Assorbimento di CO2

TIPOLOGIA2

Costo per metro lineare di fascia

Tipologia 1

Costo impianto 1 p/ml		8,75€
Costo prato mq/m	1€	3€
Totale		11,75€

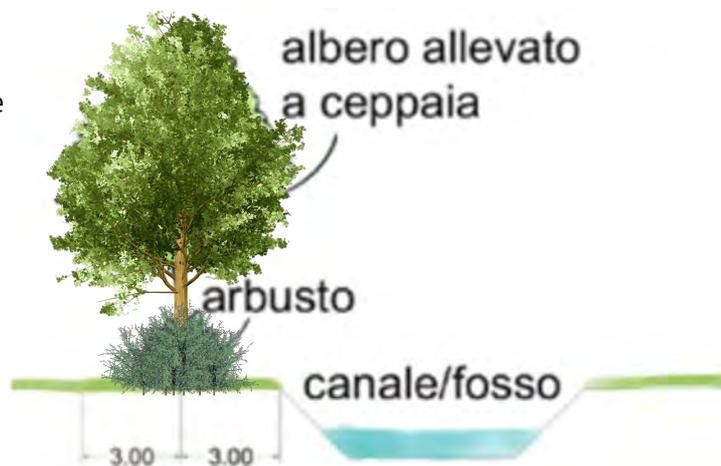
Tipologia 2

Costo impianto 2 p/ml		17,5€
Costo prato mq/m	1€	3€
Totale		20,5€

Tipologie

Fascia della larghezza di 6 m monofilare e in parte a prato polifita

- Sezione tipo



Fascia della larghezza di 8 m con plurifilare e in parte a prato polifita

- Sezione tipo



Figura 41
Tipologie

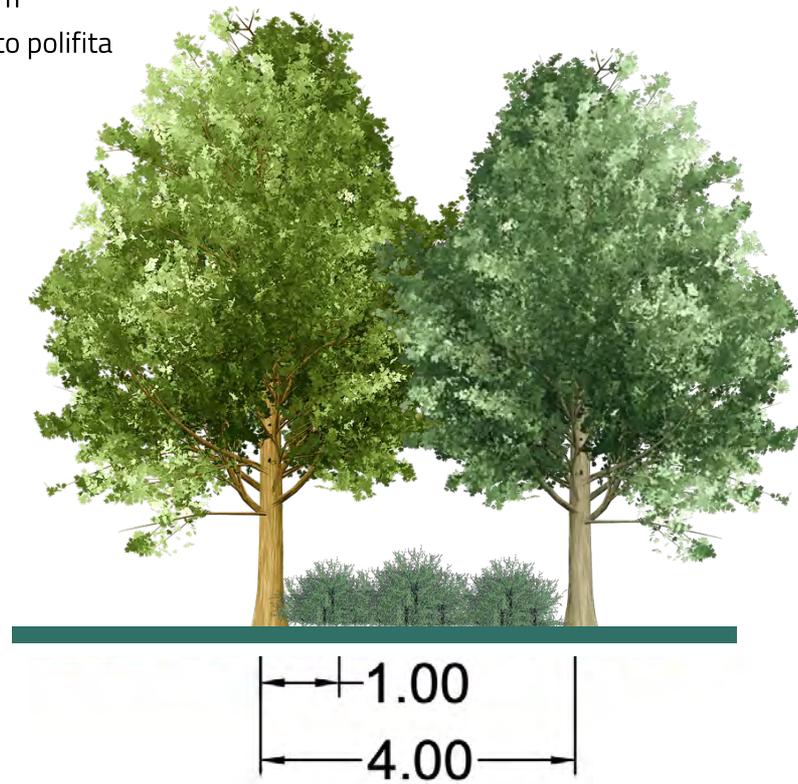


Aree adiacenti a corsi d'acqua e specchi lacuali (2/2)

Tipologie

Fascia della larghezza di 6 m
monofilare e in parte a prato polifita

- Sezione tipo



Fascia della larghezza di 8 m
con plurifilare e in parte a prato polifita

- Sezione tipo

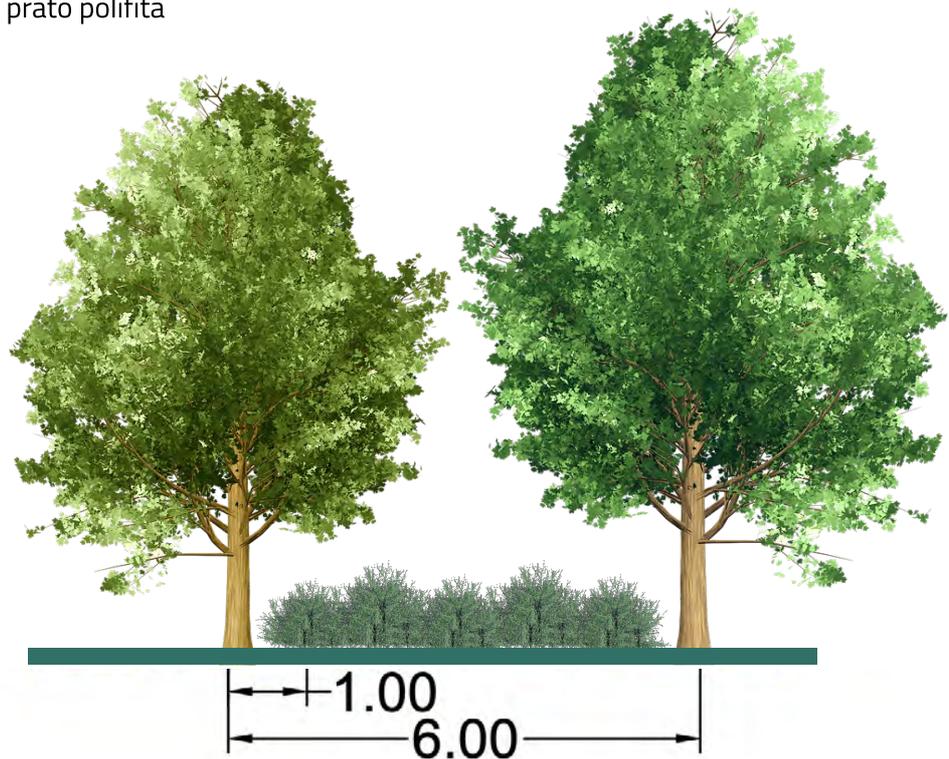


Figura 42
Tipologie

**Aree adiacenti a ambiti boscati (1/2)**

Criteri progettuali per la creazione di formazioni ecologicamente rilevanti come mantelli ed orli, degli ambiti urbani e in interconnessione con ambiti boscati.

Riferimento normativa urbanistica

L.R. 52/78

Funzioni:

1. assorbimento CO₂;
2. creazione di formazioni ecologicamente rilevanti come mantelli ed orli;
3. filtro – connessione.

Specie indicate per la situazioni termofile**Alberi**

Fraxinus ornus
Cercis siliquastrum
Ostrya carpinifolia

Arbusti

Viburnum lantana
Cotinus coggygria
Prunus spinosa
Pistacia terebinthus

Specie indicate per la situazioni mesofile:**Alberi**

Prunus avium
Carpinus betulus
Acer campestre

Arbusti

Euonymus europaeus
Cornus sanguinea
Rosa alba
Crataegus sp

Tipologie

Impianto a gruppi di specie arbustive ed arboree e semina di prato polifita: in situazioni termofile con suoli superficiali impiego di specie xerotolleranti, in situazioni mesofile impiego di specie mesofile; larghezza del gruppo 7 mq con un totale di 7 arbusti ed un albero.

Costo per metro quadrato considerando gruppi della larghezza minima di 5 m separati da 3 m come da schemi, ampiezza areale del gruppo 25 mq.

tipologia orlo mantello

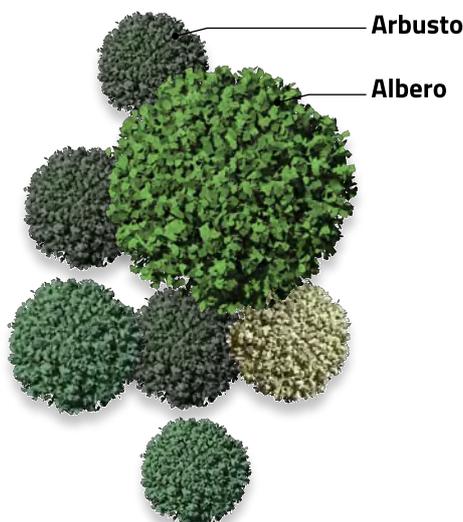
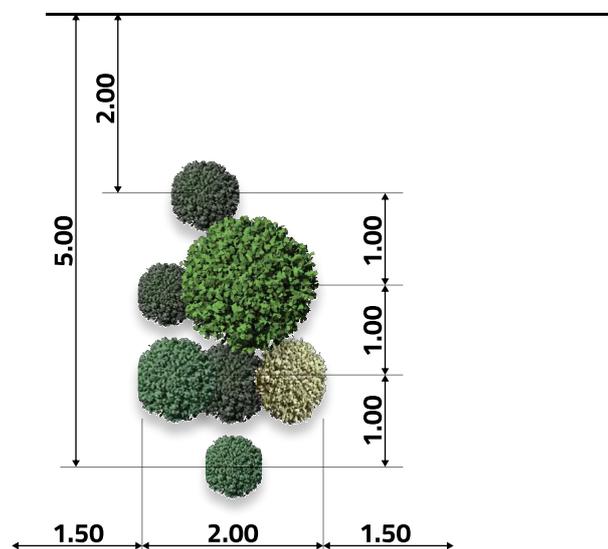
Costo impianto 7 p/25 mq	61,25€
-----------------------------	--------

Costo prato mq/m	1€	25€
---------------------	----	-----

Totale a mq di plot	3,45€
----------------------------	--------------

7 Kg/(anno*mq)**Assorbimento di CO₂**

Figura 43
Esempio di aggregazioni

**Limite di ambito boscato****Limite di ambito urbano**

Aree adiacenti a ambiti boscati (2/2)**Figura 44****Prospetto mantello mesofilo in esposizioni fresche e suoli profondi**

Semina tra i gruppi di specie erbacee autoctone del mesobrometo

**Figura 45****Prospetto esposizioni calde e suoli superficiali**

Semina tra i gruppi di specie erbacee autoctone del xerobrometo



**Aree adiacenti agli ambiti agricoli e produttivi (1/2)**

Realizzazione di aree filtro di connessione periurbana rispetto a:
 ambiti ad agricoltura intensiva e con finalità di abbattimento della deriva dei prodotti fitosanitari
 ambiti produttivi con finalità di mascheramento e filtro di ambientale

Riferimento normativa urbanistica

art. 32 NTO PAT e ZTO D del PI

Funzioni:

1. filtro – connessione;
2. assorbimento CO₂.

Specie indicate**Alberi allevabili a ceppaia**

Carpinus betulus
 Acer campestre
 Ostrya carpinifolia

Arbusti

Euonymus europaeus	Viburnum opulus
Cornus sanguinea	Philadelphus coronarius
Crataegus sp	Viburnum lantana
Ligustrum vulgare	Prunus psinosa

Tipologie

- fascia della larghezza di m 3,5 bifilare con porosità ottica > del 50%;
- sezione tipo.

Costo per metro**tipologia siepe
bifilare costo al ml**

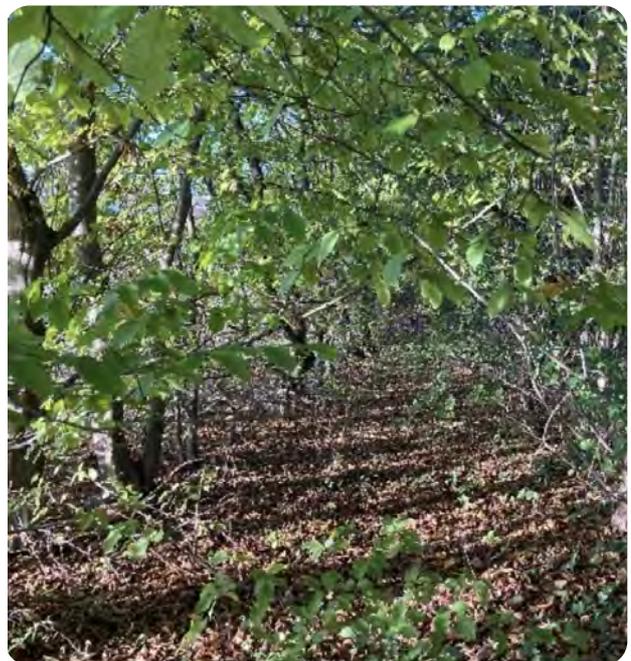
costo impianto 1 p/ml in due file	17,50€
--------------------------------------	--------

37 Kg/(anno*mq)**Assorbimento di CO₂****Figura 46**

Vista di un area filtro a confine con zona industriale



Vista della stessa dall'interno del duplice filare a sx carpino bianco allevato a ceppaia





Aree adiacenti agli ambiti agricoli e produttivi (2/2)

Figura 47
Esempio di distanze tra elementi arborei



**Aree filtro di connessione urbana e mitigazione visiva (1/2)**

Per quinta si intende la protezione visiva di un sito o di un oggetto architettonico da intrusioni architettoniche e non, deturpanti od incoerenti, introdotte nelle loro pertinenze o nel loro contesto figurativo da interventi impropri o incauti.

Appare opportuno che la quinta sia costituita da insiemi arborati piuttosto che da muri o simili. Le specie arboree più adatte sono quelle ricorrenti e tipiche delle sistemazioni agrarie storiche e tradizionali della campagna veneta quali ad esempio le piantate di gelso ed acero campestre, i filari di pioppo cipressino, i filari di carpino bianco dei giardini delle ville storiche.

Funzioni:

1. ecologica;
2. filtro;
3. paesaggistica.

Specie indicate:

Le specie arboree più adatte sono quelle ricorrenti e tipiche delle sistemazioni agrarie storiche e tradizionali della campagna veneta quali ad esempio le piantate di gelso ed acero campestre, i filari di pioppo cipressino, i filari di carpino bianco dei giardini delle ville storiche.

Tra le specie pertanto impiegabili a costruire quinte arborate a protezione e nei contesti figurativi rientrano:

- la farnia (*Quercus robur*), anche con portamento fastigiato;
- il pioppo nero cipressino (*Populus nigra* var. *italica*);
- il carpino bianco (*Carpinus betulus*) anche con portamento fastigiato;
- il gelso (*Morus alba* e *nigra*).

Tipologie

Il filare va realizzato a distanza opportuna dai fabbricati/viabilità e con una densità di una pianta ogni 5-6 metri, per le piante a portamento fastigiato, maggiore per piante a portamento libero.

Per una visuale più armoniosa si consiglia l'impianto monospecifico.

In caso sia richiesta una quinta molto densa e coprente, la sua realizzazione può prevedere una siepe monofilare arbustiva adiacente ad un filare arboreo. In mancanza di spazio è possibile creare una siepe monofilare arboreo arbustiva.

Costo per metro**tipologia siepe
bifilare costo al m l.**

costo impianto 1 p/m in due file	52,50€
-------------------------------------	--------

37 Kg/(anno*mq)**Assorbimento di CO2**



Aree filtro di connessione urbana e mitigazione visiva (2/2)

Figura 48

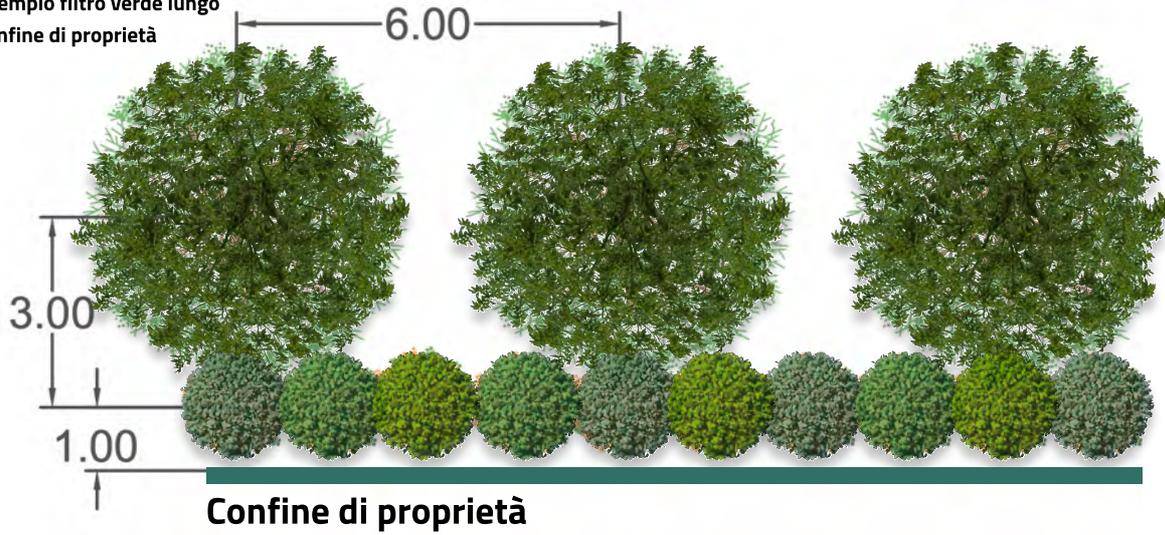
Villa Zileri – Biron di Sotto

Lo storico filare di Pioppo cipressino



Figura 49

**Esempio filtro verde lungo
confine di proprietà**



Aree che per dimensioni dell'intervento possono esprimere caratteri di naturalità da destinare ad alta funzionalità ecologica (1/2)

(sup. ottimale > 2.000 mq o 30% della sup. ambito intervento di trasformazione)

Riferimento normativa urbanistica

nessuno

Funzioni:

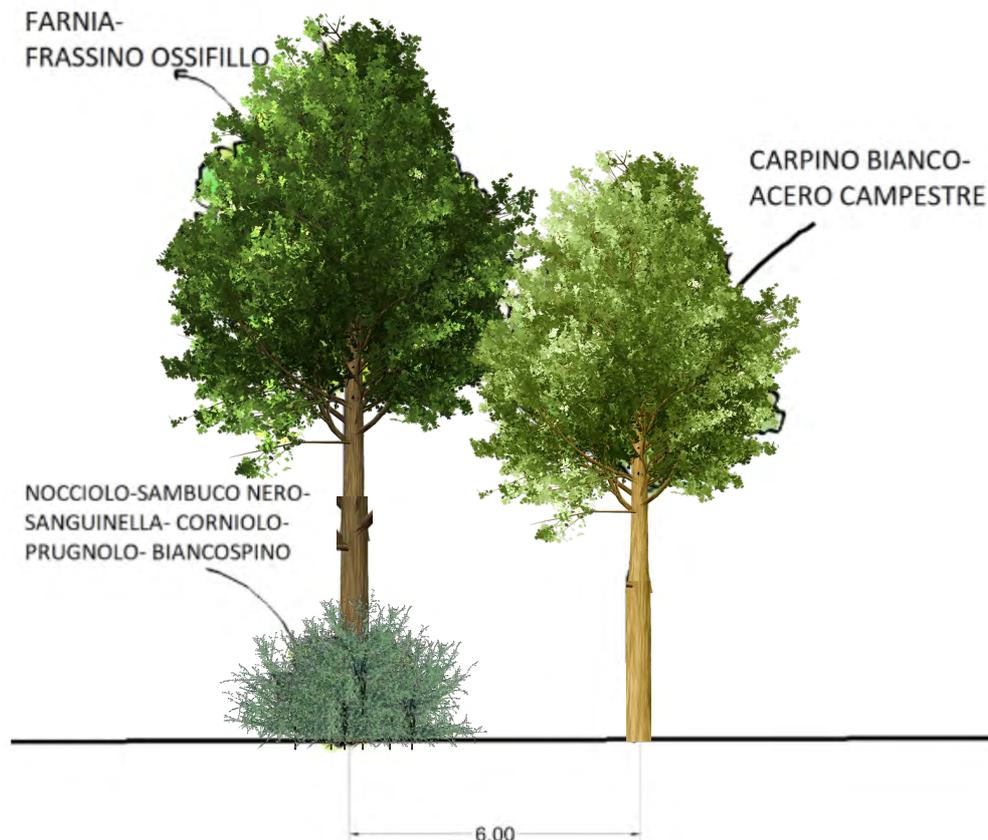
1. ecologica;
2. filtro;
3. paesaggistica.

Costo per unità minima di 2000 mq di area boscata:**tipologia bosco di pianura**

costo impianto: 1653 piante/ha	14464€
costo unità minima di 2000 mq	2.893€

Tipologie

Area boscata: larghezza minima 20 mq, Impianto a file parallele sinusoidali per mascherare, nel tempo, l'assetto artificiale dell'imboschimento, larghezza degli interfilari negli impianti a file parallele 3,5 metri affinché lo sfalcio dell'erba nel corso dei primissimi anni di vita dell'impianto possa essere fatto con l'utilizzo di trattore.

43 Kg/(anno*mq)**Assorbimento di CO2****Figura 50****Prospetto laterale di due file che si ripetono**

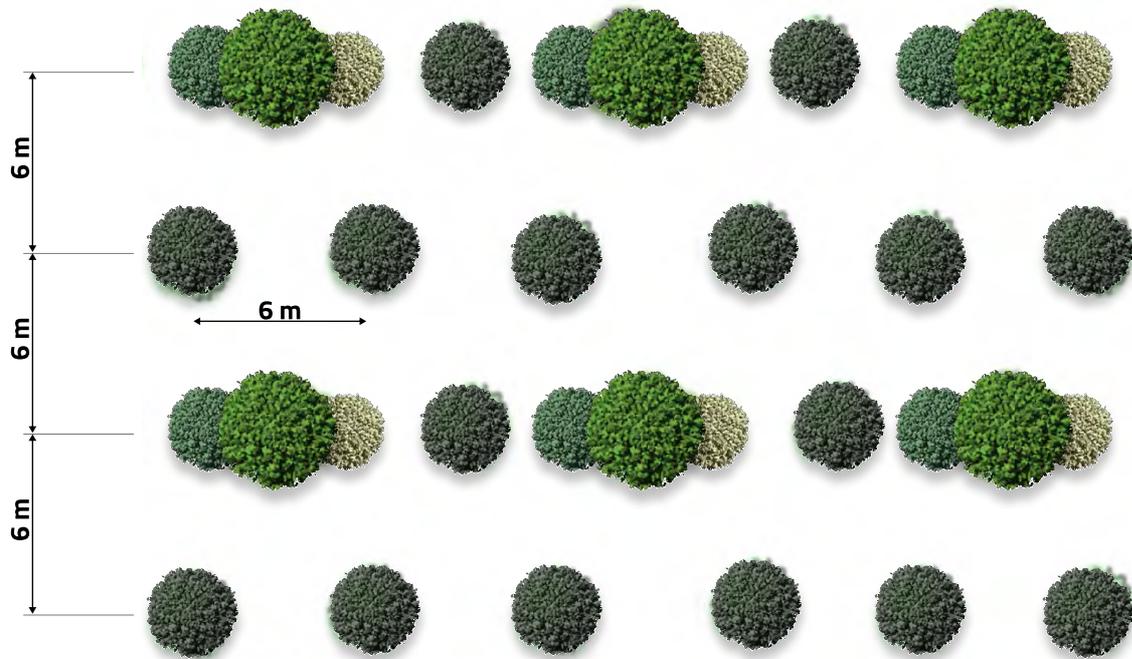


Aree che per dimensioni dell'intervento possono esprimere caratteri di naturalità da destinare ad alta funzionalità ecologica (2/2)

(sup. ottimale > 2.000 mq o 30% della sup. ambito intervento di trasformazione)

Figura 51

Densità approssimata di 1653 piante/ha
(esclusi gli arbusti perimentali ecotonali)



FARNIA-FRASSINO OSSIFILLO
1 ogni 10-12 m, sesto quadrato
(Qualche sporadico olmo, tiglio, melastro)



CARPINO BIANCO- ACERO CAMPESTRE
Tra due file di farnia va inserita una fila di carpini,
1 individuo ogni 6m
Nella fila di farnia: ad intervallare il gruppo con i noccioli



**NOCCIOLO-SAMBUCO NERO-SANGUINELLA-
CORNILO-PRUGNOLO-BIANCOSPINO**
Prima e dopo la farnia



SEZIONE 4

ALLEGATI



- **ATTO UNILATERALE D'OBBLIGO
PER LA REALIZZAZIONE DEL
VERDE CON FUNZIONALITÀ
ECOLOGICA**
file editabile
- **CALCOLO DELLA
MINIMIZZAZIONE DELLE
EMISSIONI DI CO₂eq E
DELL'INDICE DI RIDUZIONE
DELL'IMPATTO CLIMATICO**
foglio di calcolo
- **GUIDA ALLA SCELTA DELLE
SPECIE ARBOREE**
foglio elettronico

BIBLIOGRAFIA

Arborete. (2020). VALUTAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO ARBOREO - Manuale operativo. (L. Sani, A cura di) Gifor editrice.

Ballard, B. W. (2015). The SuDS Manual.

Tratto da scotsnet.org.uk: <http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf>

Cariñanos P. et al., Estimation of the Allergenic Potential of Urban Trees and Urban Parks: Towards the Healthy Design of Urban Green Spaces of the Future. Int. J. Environ. Res. Public Health, 2019

Comune di Bologna. (2022, 11 29). Linee guida sull'adozione di tecniche di drenaggio urbano sostenibile per una città più resiliente ai cambiamenti climatici. Tratto da https://www.comune.bologna.it/myportal/C_A944/api/content/download?id=6328303072e6b400994c57c0

Comune di Bologna, Sostenibilità è Bologna. (2022, 12 05). Regolamento Edilizio - Allegato. Regolamento del verde pubblico e privato.

Tratto da [comune.bologna.it: http://sit.comune.bologna.it/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/b25b3048-a733-4c02-9563-abfa6151005d/RE_AllegatoRegolamentoVerdePubblicoPrivato.pdf](http://sit.comune.bologna.it/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/b25b3048-a733-4c02-9563-abfa6151005d/RE_AllegatoRegolamentoVerdePubblicoPrivato.pdf)

Comune di Milano. (2020). LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE DEI SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE NEL TERRITORIO COMUNALE.

Tratto da <https://www.boscodellamusica.concorrimi.it/allegati/6.3%20Linee%20Guida%20per%20la%20progettazione%20dei%20sistemi%20urbani%20di%20drenaggio%20sostenibile%20nel%20territorio%20comunale.pdf>

Comune di Milano. (2022, 12 05). REGOLAMENTO D'USO E TUTELA DEL VERDE PUBBLICO E PRIVATO. Tratto da [comune.milano.it: https://www.comune.milano.it/documents/20126/1003516/Regolamento+d%27uso+e+tutela+del+verde+pubblico+e+privato.pdf/686eb7d4-f765-4c8e-a9d3-ce59e034181a?t=1551271304040](https://www.comune.milano.it/documents/20126/1003516/Regolamento+d%27uso+e+tutela+del+verde+pubblico+e+privato.pdf/686eb7d4-f765-4c8e-a9d3-ce59e034181a?t=1551271304040)

www.comune.milano.it/documents/20126/1003516/Regolamento+d%27uso+e+tutela+del+verde+pubblico+e+privato.pdf/686eb7d4-f765-4c8e-a9d3-ce59e034181a?t=1551271304040

Regolamento+d%27uso+e+tutela+del+verde+pubblico+e+privato.pdf/686eb7d4-f765-4c8e-a9d3-ce59e034181a?t=1551271304040

Comune di Padova. (2022, 12 01). Piano del verde comunale.

Tratto da <https://www.padovanet.it/informazione/piano-del-verde-comunale>

Comune di Piacenza. (2022). LINEE GUIDA PER LA GESTIONE DELLA BIODIVERSITÀ NELLE AREE VERDI PUBBLICHE E PRIVATE DEL COMUNE DI PIACENZA.

Tratto da <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=piacenza+linee+guida+verde>

BIBLIOGRAFIA

Daniele Masseroni, F. M. (2018). MANUALE SULLE BUONE PRATICHE DI UTILIZZO DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE.

Tratto da https://www.gruppocap.it/content/dam/groupcap/assets/documents/documents-web/media-e-comunicazione/news/Manuale%20SuDS_ese_LR.pdf
DM-11-ottobre-2017 <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2017/11/06/259/sg/pdf>

Franco Agostoni, C. M. (1991). Manuale di progettazione di SPAZI VERDI. Zanichelli.

Hirons A. D., Thomas P. A., Applied Tree Biology, Hoboken, NJ : Wiley, 2018
Immobiliare.it, Spazi verdi urbani e valori immobiliari: nel raggio di un chilometro il prezzo di una casa può variare fino al 12%, Milano, 2020

Johnson, Tim-"Trees and permeable paving: future symbionts. Johnson T. City Of Mitcham & University Of South Australia. 2015

Klug, P. (2015). LA CURA DELL'ALBERO ORNAMENTALE IN CITTÀ - Impianto, potatura, sicurezza. Boca (NO). La corretta potatura degli alberi . (s.d.).
Tratto da <http://www.conalpa.it/la-corretta-potatura-degli-alberi/>

Linee guida per la scelta del materiale vivaistico per gli alberi della città e definizione degli standard qualitativi. (2022, 12 05).
Tratto da <https://www.monzaflora.it/it-IT/news/linee-guida-per-la-scelta-del-materiale-vivaistico/>

Marone E., Riccioli F., 2008, Valutazione e benefici/esternalità del verde urbano

Michau, E. (1990). l'élagage- la taille des arbres d'ornement. Parigi: Ministère de l'environnement, Institut pour le développement forestier.

Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali. (2011). Qualiviva. La qualità nella filiera florovivaistica nazionale attraverso l'utilizzo e la divulgazione delle schede varietali e di un capitolato unico di appalto per le opere a verde.

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. (2022, 12 05). Linee guida per la gestione del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile.

Tratto da Conaf.it: <https://www.conaf.it/sites/default/files/Linee%20guida%20pubblicate%202017.pdf>

Politec Technology s.r.l.- Calcolo della Carbon Footprint per l'abbattimento delle emissioni tramite piantumazione-2017

BIBLIOGRAFIA

Provincia di Bergamo. (s.d.). La gestione del verde urbano e rurale. Manuale di buone pratiche e suggerimenti.

Tratto da https://issuu.com/arboricoltura/docs/www-manuale-manutenzione_verde_2014/1

Regione Emilia Romagna, Amministrazione provinciale di Ravenna, Ente Nazionale formazione addestramento professionale - Ravenna. (1987). PROGETTARE LE AREE VERDI. (M. L. Boriani, A cura di) Bologna: Editrice QUEB Bologna.

Regione Emilia Romagna-SOS4LIFE. (2022, 12 05). Territorio.

Tratto da Regione Emilia Romagna: <https://territorio.regione.emilia-romagna.it/urbanistica/pubblicazioni/pubblicazioni>

Regione Veneto- Azienda regionale foreste. (1993). I filari.

Sandro Bruschi, M. D. (1989). IL VERDE PUBBLICO - Tipologia, progetti, attuazione, normative tecniche, gestione. La nuova Italia scientifica.

L. Sani- CORSO DI FORMAZIONE. Dalla valutazione iatrogenica alla valutazione ragionevole (2021)

Street Tree Management in Barcelona

Veneto Agricoltura - Centro vivaistico e per le attività fuori foresta, Montecchio Precalcino. (2008).

Tratto da https://www.venetoagricoltura.org/upload/pubblicazioni/SIEPI-E219_screen.pdf

