

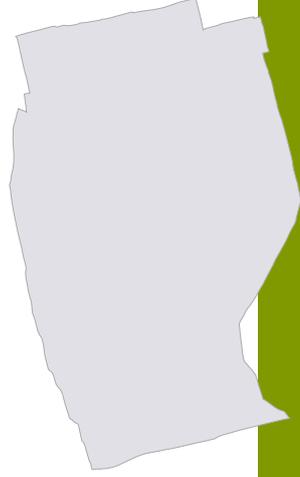
Sindaco  
dott.ssa Morena Martini

Assessore Urbanistica-Edilizia Privata  
ing. Giorgio Campagnolo

Progettista: Responsabile Ufficio Tecnico  
dott. Adriano Ferraro

Progetto cartografico ed informatizzazione  
ing. Luca Zanella

**4**



## PRONTUARIO PER LA QUALITA' ARCHITETTONICA, LA MITIGAZIONE AMBIENTALE E L'EFFICIENZA ENERGETICA

Elaborato adeguato alle D.C.C. di approvazione n. 35 e n. 37 entrambe del 18/06/2018

PIANO DEGLI INTERVENTI - VARIANTE N. 8

giugno 2018





# Prontuario per la qualità architettonica, la mitigazione ambientale e l'efficienza energetica

- Art. 1 Generalità
- Art. 2 Materiali certificati
- Art. 3 Orientamento dell'edificio
- Art. 4 Tipologie
- Art. 5 Isolamento termico
- Art. 6 Protezione dal sole
- Art. 7 Tetti verdi
- Art. 8 Ventilazione naturale - Tetti e pareti ventilate
- Art. 9 Illuminazione naturale diretta e indiretta
- Art. 10 Fonti energetiche rinnovabili
- Art. 11 Mitigazioni per l'effetto barriera e la continuità ambientale
- Art. 12 Mitigazione dal rischio idraulico e difesa del suolo
- Art. 13 Opere di ingegneria naturalistica

## **Art. 1 Generalità**

1. Il Prontuario per la Qualità Architettonica, la Mitigazione Ambientale e l'Efficienza Energetica (d'ora in poi denominato Prontuario) del Piano degli Interventi è redatto ai sensi dell'art.17, comma 5 delle Legge Urbanistica Regionale L.R.11/04.

2. I principi costruttivi e le buone pratiche enunciati nel Prontuario sono integrativi del regolamento edilizio e di igiene comunale, nonché delle norme attuative del vigente Piano degli Interventi; la loro applicazione deve comunque ottemperare le specifiche disposizioni di legge o aventi valore di legge vigenti.

## **Art. 2 Materiali certificati**

La scelta dei materiali edilizi deve essere orientata a minimizzare l'impatto che essi esercitano :

- sulla salute e sul benessere abitativo degli occupanti dell'edificio, al fine di prevenire efficacemente la sick building syndrome, ovvero la “sindrome da costruzione malsana”;
- sull'ambiente e sulle persone, in termini di costi ambientali e sociali relativi alla loro produzione, uso e destinazione, non solo in relazione al costo di base primario, ma per il peso del loro intero ciclo di vita (acquisizione delle materie prime, trasporto, manifattura/trasformazione, smaltimento).

Per un intervento edilizio di qualità si dovrà pertanto utilizzare materiali o componenti con certificazione europea “Ecolabel” o analoga certificazione di qualità e salubrità.

Deve essere comunque garantito il rispetto delle normative vigenti in materia di protezione dagli incendi, prestazioni di isolamento, qualità termica ed acustica, caratteristiche igrometriche e statiche degli edifici.

## **Art. 3 Orientamento dell'edificio**

L'orientamento geografico delle pareti dell'edificio influisce in maniera significativa sulla possibilità di sfruttare favorevolmente gli apporti energetici naturali.

Per un corretto orientamento:

- gli edifici di nuova costruzione dovrebbero essere realizzati con l'asse longitudinale principale lungo la direttrice geografica Est-Ovest, con una tolleranza di  $\pm 20^\circ$ ;
- gli edifici di nuova costruzione collocati all'interno del lotto in modo tale da minimizzare le interferenze dovute alla presenza di edifici circostanti ed alle loro ombre portate. Le distanze fra edifici contigui devono garantire il minor ombreggiamento possibile delle facciate, misurato al solstizio invernale - 21 dicembre - in modo da privilegiare i rapporti edificio-ambiente e consentire il miglior sfruttamento possibile degli apporti energetici naturali, specialmente nella ventilazione e illuminazione;

- negli edifici di nuova costruzione e negli interventi di ristrutturazione edilizia la distribuzione dei vani interni sia concepita allo scopo di favorire il benessere abitativo degli occupanti e contribuire al miglioramento del microclima interno, disponendo preferibilmente:
  - gli ambienti nei quali si svolgono le attività principali a Sud-Est, Sud e Sud-Ovest;
  - gli spazi con minori esigenze di riscaldamento e di illuminazione, quali vani accessori e corridoi, preferibilmente nella porzione Nord dell'edificio, fungendo da elemento di transizione tra il fronte più freddo e gli spazi più utilizzati;
  - le aperture di maggiori dimensioni nel quadrante geografico Sud-Est, Sud-Ovest, in modo da poter godere del maggiore soleggiamento invernale. Si raccomanda l'impiego di idonee strutture o accorgimenti tecnici atti a rendere le aperture vetrate schermabili in estate, quando l'apporto della radiazione solare più intenso.

#### Art. 4 Tipologie

La forma dell'edificio influisce in maniera significativa sull'intensità degli scambi termici. Il passaggio di energia tra ambienti riscaldati e non, o tra interno ed esterno dell'edificio, avviene attraverso le superfici di contatto dei vani e le pareti dell'involucro: maggiore è la superficie che racchiude il volume riscaldato, più elevato sarà lo scambio energetico.

Per edifici compatti la superficie disperdente risulta inferiore rispetto a edifici articolati, rendendo più semplice il raggiungimento di una maggiore efficienza termica, senza interventi specifici sulle strutture isolanti.

La forma ottimale si ottiene con un'impostazione planivolumetrica che preveda:

- basso indice di compattezza, calcolato come rapporto tra superficie disperdente e volume interno riscaldato ( $S/V < 0,4$ );
- una maggiore altezza del fronte Nord rispetto al fronte Sud, al fine di ottenere un orientamento e/o un'inclinazione della copertura favorevole allo sfruttamento degli apporti energetici solari;
- porticatura sul fronte Sud, di altezza e profondità idonea a schermare la parete retrostante dalla radiazione solare diretta;
- negli edifici di nuova costruzione e negli interventi di ristrutturazione edilizia:
  - sia minimizzata la superficie di contatto tra vani riscaldati e vani non riscaldati;
  - balconate e terrazzi siano concepiti come elementi esterni, strutturalmente svincolati dell'involucro riscaldato, impiegando preferibilmente struttura leggera con ancoraggi, evitando ponti termici disperdenti;
  - logge coperte e verande svolgano funzione di elementi di accumulo dell'energia termica solare, al fine di ottenere un apporto energetico favorevole al bilancio termico complessivo.

#### Art. 5 Isolamento termico

Le prestazioni energetiche dell'involucro contribuiscono in modo preminente all'efficienza energetica complessiva dell'edificio, e costituiscono settore d'intervento privilegiato nella riduzione dei consumi per riscaldamento/raffrescamento.

Nel rispetto delle disposizioni di legge nazionali di cui al D.Lgs. 192/05 e successive modificazioni e integrazioni, l'isolamento termico dell'involucro è ricercato minimizzando gli scambi termici non controllati con l'esterno, che causano dispersione di calore nella stagione invernale e surriscaldamento in quella estiva:

- impiegando le più idonee tecniche costruttive atte a realizzare un sistema termoisolante e traspirante;
- utilizzando materiali o singole strutture dotati dei migliori requisiti di trasmittanza;
- evitando la formazione di ponti termici tra ambienti riscaldati e non, in corrispondenza di elementi strutturali dell'edificio, in corrispondenza dei serramenti esterni.

#### **Art. 6 Protezione dal sole**

Le superfici trasparenti delle pareti perimetrali costituiscono punto critico per il raggiungimento bilanciato di elevati livelli di isolamento termico, controllo efficiente dell'illuminazione naturale e sfruttamento degli apporti energetici naturali.

Al fine di mantenere condizioni adeguate di benessere termico anche nel periodo estivo, è necessario che l'organismo edilizio sia dotato di almeno uno dei seguenti sistemi di protezione:

- elementi fissi di schermatura e/o aggetti sporgenti, posizionati coerentemente con l'orientamento della facciata di riferimento, privilegiando la collocazione orizzontale sui fronti rivolti verso Sud e collocazione verticale per quelli esposti ad Est o ad Ovest;
- vetri fotosensibili, in grado di assicurare una corretta attenuazione della luce entrante nei momenti di maggior esposizione diurna;
- dispositivi mobili che consentano la schermatura e l'oscuramento graduale delle superfici trasparenti.

#### **Art. 7 Tetti verdi**

Le coperture degli edifici costituiscono punto critico per il raggiungimento di elevati livelli di isolamento termico a causa della naturale tendenza dell'aria calda a disperdersi verso l'alto. La sistemazione a verde delle coperture orizzontali è consigliata per la sua capacità di ridurre le escursioni termiche estive dovute all'insolazione sulle superficie.

La realizzazione e sistemazione delle superfici del tetto a verde, impiegando le tecniche costruttive più adeguate, concorrono inoltre a produrre effetti paesaggistici ed ambientali positivi, quali: trattenuta di polveri sottili dell'aria, trattenuta dell'umidità, recupero delle acque piovane.

Negli edifici di idonee dimensioni deve essere valutata la possibilità di rendere tali superfici accessibili al pubblico, ad integrazione del sistema degli spazi verdi urbani. Deve esserne comunque garantito l'accesso per la manutenzione.

#### **Art. 8 Ventilazione naturale - Tetti e pareti ventilate**

Il ricambio dell'aria negli ambienti interni degli edifici è essenziale per il conseguimento del benessere abitativo degli occupanti, inoltre il contatto tra masse d'aria fresca e le pareti dell'edificio contribuisce al controllo della temperatura dell'involucro.

Il miglioramento del benessere abitativo è soddisfatto attraverso soluzioni costruttive che favoriscano processi di aerazione naturale degli ambienti e possano limitare i consumi energetici per la climatizzazione estiva, quali:

- pareti ventilate per le strutture perimetrali,
- tetti ventilati per le coperture.

Sono inoltre raccomandate una distribuzione degli spazi interni favorevole alla ventilazione naturale dell'edificio, soluzioni architettoniche di pregio, per forme e materiali innovativi nella progettazione dello strato di rivestimento esterno delle pareti ventilate.

## **Art. 9 Illuminazione naturale diretta e indiretta**

Un'attenta progettazione dell'illuminazione degli ambienti interni, specie in edifici di ampie dimensioni, favorisce l'impiego della luce naturale, ovvero del daylighting, e contribuisce al conseguimento di un maggior benessere abitativo degli occupanti ed una riduzione dei consumi di energia elettrica.

Il miglioramento del daylighting è conseguibile mediante:

- adeguato assetto distributivo interno con opportuna collocazione dei locali principali;
- orientamento delle superfici vetrate a servizio dei locali principali entro un settore di  $\pm 45^\circ$  dal Sud geografico,
- possibilità di controllo della luce incidente sulle superfici vetrate, mediante dispositivi frangisole che consentano la schermatura e l'oscuramento graduale;
- impiego di vetri fotosensibili per il controllo dell'entità dei flussi luminosi;
- sistemi lucernario con vetri a selettività angolare o sistemi ad elementi prismatici trasparenti (c.d. HOE "Holographic Optical Element") in grado di riflettere la luce diretta verso l'esterno e di indirizzare verso i locali interni quella diffusa;
- diffusione della luce negli ambienti non raggiungibili dall'illuminazione solare diretta attraverso tubi di luce, condotti di luce, fibre ottiche.

## **Art. 10 Fonti energetiche rinnovabili**

### **10.1 Impianti solari termici**

I collettori solari possono essere installati su tetti piani, su falde esposte a Sud, Sud-Est, Sud-Ovest, Est e Ovest, fatte salve le disposizioni indicate dalle norme vigenti per zone e immobili sottoposti a vincoli. Sono comunque da seguire le seguenti indicazioni per l'installazione:

- gli impianti devono essere in andamento alla copertura inclinata (modo retrofit) o meglio strutturati in essa, salvo documentati impedimenti di oggettiva rilevanza;
- i serbatoi di accumulo, se non accorpati al collettore, devono essere coibentati e posizionati all'interno degli edifici;
- nel caso di coperture piane, i pannelli ed i loro serbatoi, potranno essere installati con inclinazione ritenuta ottimale, purché non visibili dal piano stradale sottostante ed evitando l'ombreggiamento tra di essi se disposti su più file.

L'installazione di tali impianti è da evitare su interventi che comportino significative e non mascherabili alterazioni dei caratteri storici, artistici e/o paesaggistici di immobili assoggettati a vincoli riportati nel Piano degli Interventi, compresa la Zona A.

### **10.2 Fotovoltaico**

Nel caso di immobili ricadenti all'interno della zona A del Piano degli Interventi, con esclusione dei casi in cui all'art. 11, comma 3 del D.Lgs. n. 115/2008, l'installazione di impianti fotovoltaici è subordinata al preventivo parere della Commissione Edilizia Integrata ai sensi del D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380, art. 4. Nelle zone assoggettate a vincolo paesaggistico tali impianti sono subordinati all'autorizzazione paesaggistica, ai sensi del D.Lgs. 42/04.

I moduli fotovoltaici possono essere installati su tetti piani, su falde esposte a Sud, Sud-Est, Sud-Ovest, Est e Ovest, fatte salve le disposizioni indicate dalle norme vigenti per immobili e zone sottoposte a vincoli. Sono comunque da seguire le seguenti indicazioni per l'installazione:

- gli impianti devono essere in andamento alla copertura inclinata (modo retrofit) o meglio strutturati in essa;
- nel caso di coperture piane, i pannelli potranno essere installati con inclinazione ritenuta ottimale, purché non visibili dal piano stradale sottostante ed evitando l'ombreggiamento tra di essi se disposti su più file.

L'installazione di tali impianti è da evitare su interventi che comportino significative e non mascherabili alterazioni dei caratteri storici, artistici e/o paesaggistici di immobili assoggettati a vincoli riportati nel Piano degli Interventi.

### **10.3 Impianti a biomassa**

E' preferibile l'installazione di impianti per la produzione di calore alimentati a biomasse (pellets, cippato, scarti di lavorazione di legno vergine) in abbinamento agli eventuali impianti termici già presenti nell'edificio.

Gli impianti dovranno rispettare le norme previste dal Testo Unico in materia ambientale (D.Lgs. 152/06).

### **10.4 Geotermia**

In alternativa ai generatori termici tradizionali si suggerisce l'installazione di impianti finalizzati allo sfruttamento dell'energia geotermica del suolo mediante pompe di calore abbinata a sonde geotermiche, con funzione di scambiatore di calore ai fini del riscaldamento e raffrescamento degli edifici.

Le sonde geotermiche verticali sono preferibili del tipo a circuito chiuso. Durante le operazioni di perforazione e ritombamento devono essere adottate tutte quelle misure di sicurezza atte a evitare:

- di penetrare strati impermeabili collegando tra loro diversi acquiferi;
- la contaminazione e l'inquinamento del sottosuolo e/o delle acque di falda, causati dall'utilizzo di additivi, da perdite o da altre irregolarità di esercizio dell'impianto;
- conseguenze negative per suolo e sottosuolo dovute a perdite di olio, carburanti, additivi o altri prodotti delle macchine perforatrici (il terreno sotto le perforatrici deve essere protetto mediante teli impermeabili e vasche di raccolta).

I fori per le sonde geotermiche verticali devono rispettare le distanze dai limiti di proprietà e comunque una distanza minima di 4 m (salvo consenso del proprietario adiacente). Le perforazioni non possono essere effettuate in prossimità di utenze idriche esistenti e comunque a 200 metri da pozzi di approvvigionamento idropotabile pubblico.

Durante le perforazioni e prima della messa in esercizio dell'impianto, deve essere redatto un rapporto con:

- dati puntuali relativi alla perforazione con indicazione della stratigrafia del sottosuolo, afflussi di acqua di falda, perdite di acque di perforazione, dati tecnici sul tipo di perforazione e di ritombamento, materiali e additivi utilizzati, situazioni ed eventi particolari;
- dati tecnici e risultati delle prove di tenuta della sonda geotermica.

Le disposizioni suddette si applicano limitatamente ed in conformità alle disposizioni emanate dalla Provincia di Vicenza e dalla Regione del Veneto, per le rispettive competenze, ai sensi dell'art. 31 comma 3 del Piano di Tutela delle Acque della Regione del Veneto.

Si sottolineano due particolarità del territorio di Rossano Veneto:

1. la profondità della falda, complessivamente maggiore di 20 m, fa sì che lo scambio termico massimo avvenga solo nei terreni più profondi, dai 20 ai 100 m di profondità (le sonde raggiungono la profondità di 100 m); questa situazione fa escludere l'utilizzo delle sonde a sviluppo orizzontale (all'interno dei terreni superficiali).
2. i terreni che caratterizzano il sottosuolo sono essenzialmente di natura ghiaiosa e pertanto presentano maggiori difficoltà e quindi maggiori tempistiche per essere perforati, soprattutto alle elevate profondità.

#### **Art. 11 Mitigazioni per l'effetto barriera e per la continuità ambientale**

Gli interventi di mitigazione dovranno costituire barriera ambientale (inquinamento acustico e da polveri), nonché barriera visiva rispetto al contesto paesaggistico, tramite la realizzazione di siepi e fasce tampone realizzate con essenze autoctone .

Allo scopo, per conseguire gli obiettivi della mitigazione, si dovrà cercare di rendere l'effetto il più naturale possibile, prevedendo arbusti prevalentemente sempreverdi su fascia discontinua interrotta e sfalsata su due o più file, per garantire un'adeguata copertura visiva dall'esterno, alternati a quelli a foglia caduca, in maniera sempre più rada.

Gli interventi devono inoltre garantire il mantenimento delle condizioni di naturalità e connettività esistenti, sia tramite impianti arborei nelle zone di maggiore fragilità ambientale o in presenza di paesaggi agrari portatori di valore naturalistico e lungo i corsi d'acqua minori, sia tramite il raccordo di siepi e filari alberati, anche con piccoli interventi che possano creare un sistema continuo.

Le opere di mitigazione consistenti nel recupero e riqualificazione ambientale con interventi di realizzazione di filari alberati e siepi, avverranno in concomitanza con l'inizio dei lavori di cantiere, compatibilmente con la stagione più adatta alla piantumazione, e appena dopo il posizionamento della recinzione.

La progettazione delle opere di mitigazione a verde deve tener conto dei seguenti obiettivi:

- realizzare un sistema para-naturale integrato al paesaggio naturale presente, che porti ad un complessivo miglioramento delle condizioni ambientali;
- ricostituire un equilibrio ecologico-paesaggistico dell'area coerente con le caratteristiche ambientali e la potenzialità del territorio;
- utilizzare un approccio progettuale basato sull'ecologia del paesaggio con particolare riguardo alla connettività ecologica.

Il lavoro deve essere affrontato tramite l'analisi e la valutazione delle caratteristiche del paesaggio, basata sullo studio degli aspetti più naturali presenti in loco e sulla potenzialità propria del sistema.

Un sesto d'impianto ottimale prevede una o più file, di alberi alternati ad arbusti e caratterizzate da un'elevata biodiversità. Una maggiore varietà floristica, infatti, rappresenta anche una maggiore diversità dal punto di vista faunistico. Inoltre la presenza di specie diverse minimizza l'azione dei parassiti e ne diminuisce la velocità di diffusione.

Inoltre il raggruppamento delle specie in macchie monospecifiche, oltre a riprodurre una distribuzione delle stesse più vicina alla naturalità, accentua il loro effetto estetico nei diversi periodi vegetativi (fioritura, bacche, foglie autunnali).

È importante l'impiego di materiale proveniente da vivai vicini all'area d'intervento in modo da garantire una più alta probabilità di attecchimento e una maggior resistenza ad attacchi parassitari. Questo comporta anche il mantenimento di biotipi locali e la conservazione del patrimonio genetico locale.

È necessario utilizzare materiale vivaistico sano, con buon vigore vegetativo, con rami ben sviluppati e regolarmente distribuiti, chioma ampia regolare distribuita lungo il tronco, sviluppo verticale e tendenzialmente conico del fusto. Sono da scartare tutti gli esemplari che abbiano subito forti potature, che presentino ferite lungo il tronco o sintomi di malattie e/o attacchi parassitari, con branche principali assurgenti e che presentino codominanze.

Tra le specie arboreo - arbustive previste vi segnalano a titolo esemplificativo:

Platanus acerifolia (Platano)  
Celtis australis (Bagolaro)  
Populus nigra (Pioppo)  
Morus Alba (Gelso)  
Alnus glutinosa (Ontano)  
Acer campestre (Acer oppio)  
Ulmus campestris (Olmo)  
Juglans regia (Noce)  
Gleditsia triacanthos (Spinacristi)  
Populus italica (Pioppo cipressino)  
Fraxinus ornus (Orniello)

#### **Specie arboree costituenti associazioni monospecifiche di recente introduzione**

Paulownia tomentosa (Paulonia)  
Carpinus sp. (Carpino)  
Fagus sp. (Faggio)  
Quercus sp. (Quercia)

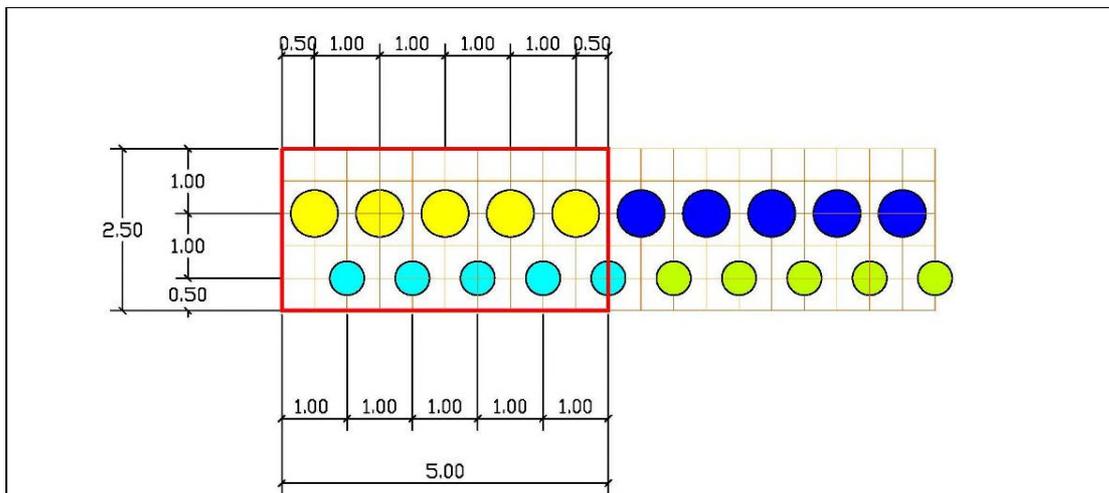
#### **Specie arbustive**

Sambucus nigra (Sambuco)  
Salix viminalis (Salice da vimini)  
Prunus cerasifera (Amolaro)  
Corylus avellana (Nocciolo)  
Cornus sanguinea (Sanguinella)  
Crataegus monogyna (Biancospino)  
Cornus mas (Corniolo)

#### **Sesto d'impianto**

Un sesto d'impianto ottimale prevede una o più file, di alberi alternati ad arbusti e caratterizzate da un'elevata biodiversità. Una maggiore varietà floristica, infatti, rappresenta anche una maggiore diversità dal punto di vista faunistico. Inoltre la presenza di specie diverse minimizza l'azione dei parassiti e ne diminuisce la velocità di diffusione.

Per la mitigazione ambientale e paesaggistica sono possibili due moduli d'impianto.



**Legenda:**

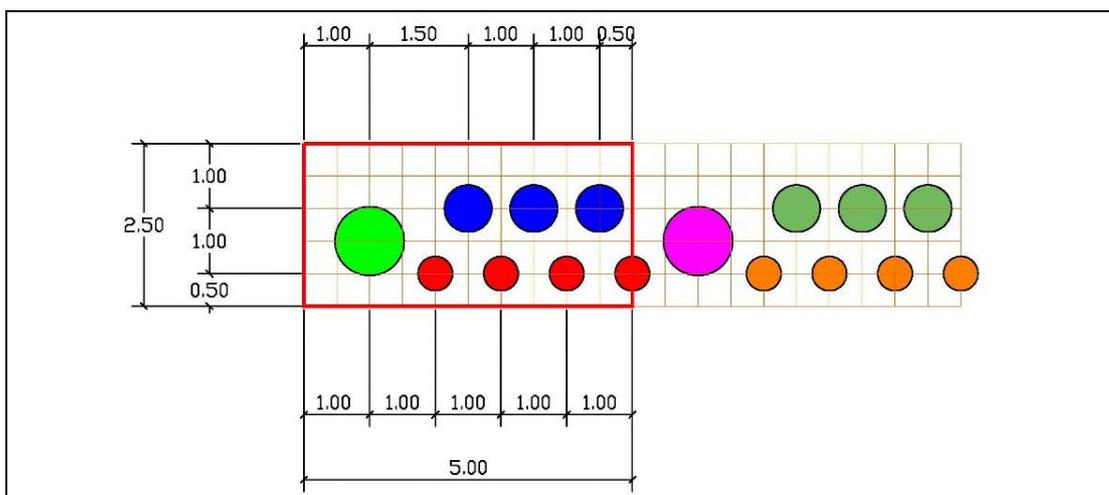
Arbusto grande 

Arbusto piccolo 

Il **modulo 1** copre una superficie di 5 m x 2,5 m ed è costituito da due file di arbusti distanti 1 metro e sfalsate di 50 cm tra di loro. Su un lato verranno messe a dimora le specie arbustive di maggior dimensioni mentre esternamente sono previsti gli arbusti più piccoli. La distanza tra una pianta e l'altra è di 1 metro.

Il **modulo 2** copre una superficie di 5 m x 2,5 m ed è costituito anche in questo caso da due file di piante distanti 1 metro e sfalsate di 50 cm tra di loro. A differenza del modulo 1 prevede l'inserimento di una specie arborea ad ogni modulo.

Anche nel modulo 2 sul un lato verranno messe a dimora le specie arbustive di maggior dimensioni mentre esternamente sono previste le specie arbustive più piccole.



### Legenda:

Albero	
Arbusto grande	
Arbusto piccolo	

Il modulo andrà riprodotto per un numero di volte pari alla lunghezza del filare previsto in fase di progetto. La larghezza della fascia sarà di 2,5 metri. I due sestri d'impianto prevedono il raggruppamento delle specie in macchie monospecifiche che, oltre a riprodurre una distribuzione delle stesse più vicina alla naturalità, accentua il loro effetto estetico nei diversi periodi vegetativi (fioritura, bacche, foglie autunnali).

L'elevata densità di impianto è dettata dall'esigenza di realizzare velocemente la copertura del suolo.

### Art. 12 Mitigazione del rischio idraulico e difesa del suolo

Si ottiene qualora, contestualmente alla realizzazione di interventi edilizi, siano predisposte misure di mitigazione idonee alla soddisfazione del principio "dell'invarianza idraulica" e al miglioramento di eventuali criticità idrauliche preesistenti.

Al fine di non gravare eccessivamente sulla rete di smaltimento delle acque devono essere previsti volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi che compensino, mediante un'azione laminante, l'accelerazione dei deflussi e la riduzione dell'infiltrazione causata dalle superfici permeabili.

I volumi di stoccaggio potranno consistere in:

- aree umide naturali o artificiali;
- sistemi di detenzione asciutta concentrata con controllo del flusso;
- sistemi di detenzione asciutta distribuita con controllo del flusso;
- opere di mitigazione per infiltrazione;
- pratiche specifiche di filtrazione/ infiltrazione/ depurazione;
- pratiche specifiche relative a sistemi stradali;
- pratiche specifiche per ridurre la superficie impermeabile;

Le aree umide naturali o artificiali constano di volumi di detenzione o di ritenzione sparsi o concentrati, con fondali a diverse profondità. Sono interventi che provvedono, generalmente, oltre alla mitigazione idraulica ad una funzione di miglioramento qualitativo dell'acqua di precipitazione.

Le opere di detenzione asciutta concentrata con controllo del flusso possono essere distinte in:

- opere fuori terra, nelle quali l'invaso si asciuga completamente tra due eventi significativi di pioggia ed è dotato di un apposito manufatto idraulico che permette la regolamentazione dell'effetto di laminazione,

- opere entro terra nelle quali l'invaso può essere fornito da vasche, condotte circolari, tunnel, ecc. con rilascio progressivo nelle giornate successive all'evento piovoso, oppure recupero delle acque per diverse finalità.

Le opere di detenzione asciutta distribuita sono finalizzate alla gestione idraulica ed ambientale dell'acqua di piena, sfruttano l'azione di laminazione di volumi distribuiti in modo più o meno omogeneo su una vasta area o su una intera zona.

La mitigazione per infiltrazione consiste in sistemi, prevalentemente trincee, bacini o pavimentazioni, progettati per catturare ed immagazzinare temporaneamente il volume caratteristico dell'acqua permettendo nel contempo l'infiltrazione nel sottosuolo.

Pratiche specifiche di filtrazione/ infiltrazione/ depurazione sono opere quali mezzi fossati secchi o umidi, o filtri in sabbia, dimensionate in genere sulla base del volume minimo necessario per la gestione delle acque di piena (water quality volume), affinché possano intercettarlo e immagazzinarlo temporaneamente, avviandolo successivamente attraverso un letto di filtrazione.

Le pratiche specifiche relative a sistemi stradali sono tese alla riduzione dell'area di tipo impermeabile in corrispondenza di zone funzionali alla viabilità e alla sosta tramite l'impiego di biofiltri puntuali alberati, parcheggi inerbiti, aiuole concave, ecc.

La riduzione dell'area totale impermeabile è ricercata attraverso:

- conservazione delle superfici naturali,
- scollegamento del deflusso dei pluviali e della aree impermeabili,
- impiego di serbatoi e cisterne per acqua piovana,
- realizzazione di tetti inerbiti o vegetati.

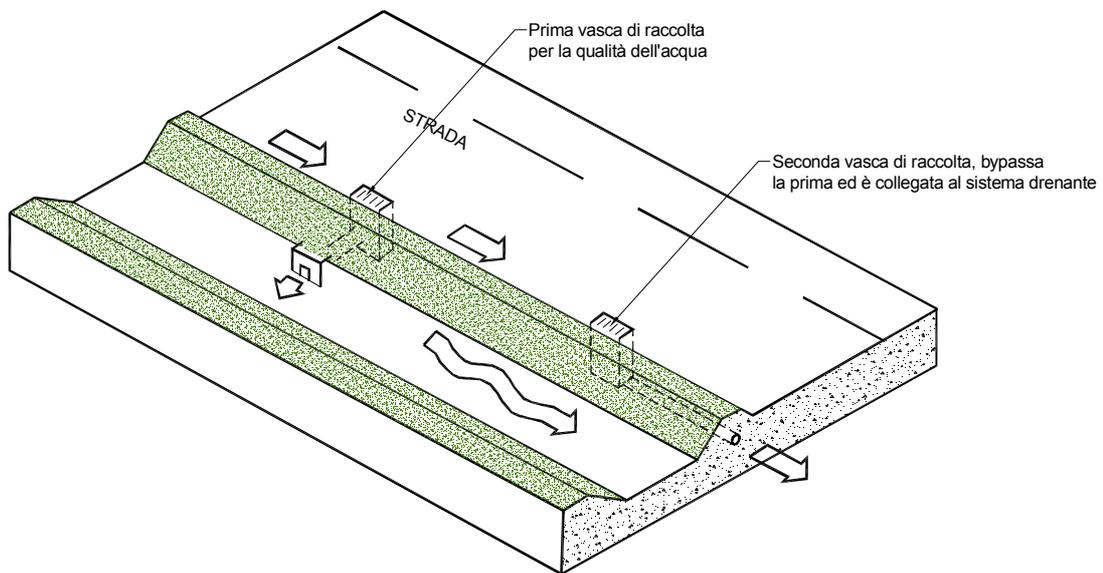
I metodi tradizionali di ricalibrazione e sistemazione di corsi d'acqua quali mitigazione idraulica deduttiva o stream restoration permettono il ritorno del sistema di drenaggio alla situazione antecedente il processo di urbanizzazione ristabilendo le funzioni acquatiche, fisiche, chimiche e biologiche della rete.

Qualora possibile è raccomandato il ricorso a tecniche mutuata dall'ingegneria naturalistica, al fine di poter integrare le opere di mitigazione idraulica con il sistema degli spazi verdi.

### **Drenaggio duale**

*Obiettivi specifici:*            *tutela dei corpi idrici superficiali e profondi*  
    *tutela delle acque potabili, di balneazione e per la vita dei pesci*  
    *tutela degli ecosistemi*

Il sistema di drenaggio stradale "duale" prevede 2 caditoie ad ogni punto di smistamento dell'acqua di deflusso superficiale. La prima caditoia è dimensionata per derivare verso un'area di infiltrazione (ad esempio verso un biofiltro lineare) una quantità di acqua corrispondente al volume minimo necessario alla gestione della qualità dell'acqua di pioggia (water quality volume); la seconda caditoia è dimensionata per drenare il maggior deflusso oltre il volume minimo necessario per gestire la qualità dell'acqua di pioggia entro il sistema di drenaggio convenzionale (cunetta+caditoia+tubo) in corrispondenza ad eventi a tempo di ritorno più elevato.

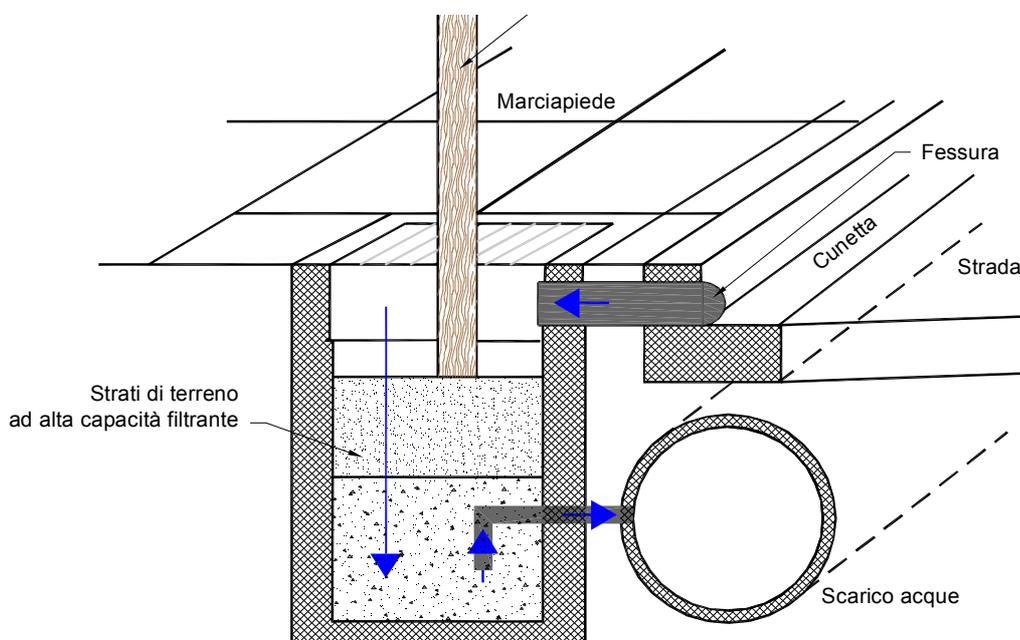


Schema sistema duale di drenaggio

## Biofiltro puntuale alberato

*Obiettivi specifici:* tutela dei corpi idrici superficiali e profondi  
tutela delle acque potabili, di balneazione e per la vita dei pesci  
tutela degli ecosistemi

Il biofiltro puntuale alberato utilizza le piante e la complessità del terreno per filtrare gli inquinanti presenti durante il deflusso delle acque di pioggia e nel contempo aiutare le piante a sopravvivere nel corso del tempo anche in periodi di siccità. La differenza di porosità del terreno (stratificazioni differenziate) e l'ampiezza delle aree di drenaggio contribuiranno altresì, stante il collegamento sottostante con tubi recettori posti lateralmente, alla mitigazione idraulica delle acque.



Esempio di schema di biofiltro puntuale alberato

## Art. 13 Opere di ingegneria naturalistica

L'ingegneria naturalistica è una disciplina tecnico-naturalistica che utilizza piante vive, o parti di esse, come materiale da costruzione in abbinamento con altri materiali inerti (legno, pietrame, reti zincate, geotessili, biostuoie ecc.) per numerosi interventi e rappresenta lo strumento operativo per il raggiungimento dell'obiettivo di una gestione del territorio a compatibilità ambientale nell'ottica della salvaguardia degli ecosistemi e dell'aumento della biodiversità.

Tali tecniche, risultano in molti casi un'alternativa possibile alle "opere in grigio", che distruggono unità ecosistemiche e ne impediscono qualunque possibile ricostruzione, in quanto creano una barriera impermeabile alla vita e recidono alla radice i legami tra le componenti viventi (piante, animali, suolo) e non viventi (substrato geologico, falda idrica, ecc.) dell'ecosistema stesso.

Pertanto i tecnici e i professionisti dovranno ispirarsi a questi principi e applicarli (nei casi in cui sia tecnicamente ed economicamente possibile) nella progettazione ed esecuzione delle opere, quali sistemazioni di corsi d'acqua o di dissesti, recupero di aree degradate, inserimento nel paesaggio di opere infrastrutturali, arredo del territorio ed altro, affinché il processo progettuale sia mirato a formare nuovi equilibri attraverso la creazione di ecosistemi in grado, per quanto possibile, di autosostenersi.

L'obiettivo generale dell'ingegneria naturalistica è quello di innescare negli ecosistemi non in equilibrio, e quindi meno stabili, processi evolutivi naturali che portino ad un equilibrio dinamico in grado di garantire una maggiore stabilità ed un miglioramento dei valori paesaggistici dell'ambiente in un quadro di aumento della complessità e della biodiversità dell'ecosistema.

Attraverso l'impiego di tecniche biologica possono essere perseguite le seguenti finalità:

### **finalità tecnico-funzionali:**

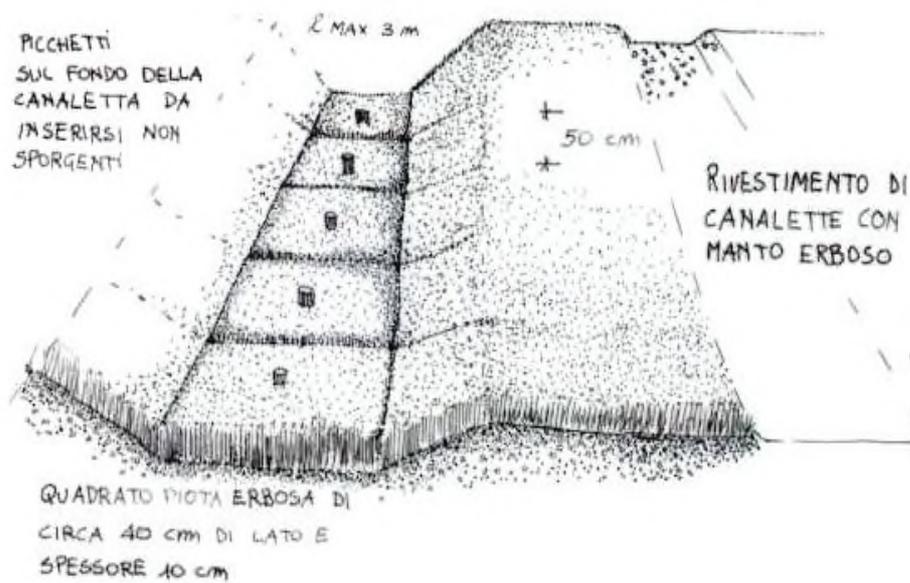
Si riassumono nelle azioni fisiche che le piante inducono sul suolo nel processo di consolidamento dei terreni sotto l'aspetto idrogeologico. Negli interventi di stabilizzazione dei pendii tali tecniche consentono in particolare: l'aumento della protezione dall'erosione mediante la copertura del suolo nudo con piante con funzione protettiva; il consolidamento del terreno, anche relativamente in profondità, mediante l'azione legante del reticolo radicale; l'aumento della ritenzione idrica delle precipitazioni meteoriche mediante l'incremento della macroporosità del suolo operata dallo sviluppo dei reticoli radicali; l'aumento dei tempi di corrivazione; l'arricchimento delle falde freatiche; la riduzione dell'erosione eolica attraverso l'azione frangivento; l'arresto o il rallentamento, nei terreni nudi, del movimento gravitativo del materiale incoerente, nonché l'arresto o il rallentamento del materiale nevoso attraverso la realizzazione di punti di resistenza allo scivolamento della coltre nevosa.

### **finalità naturalistiche:**

Le tecniche di ingegneria naturalistica, attraverso la creazione e/o ricostruzione di ambienti naturali con innesco di ecosistemi paranaturali mediante l'impiego di specie autoctone, permettono l'affermarsi di ecosistemi in grado, per quanto possibile, di autosostenersi. Inoltre consentono:

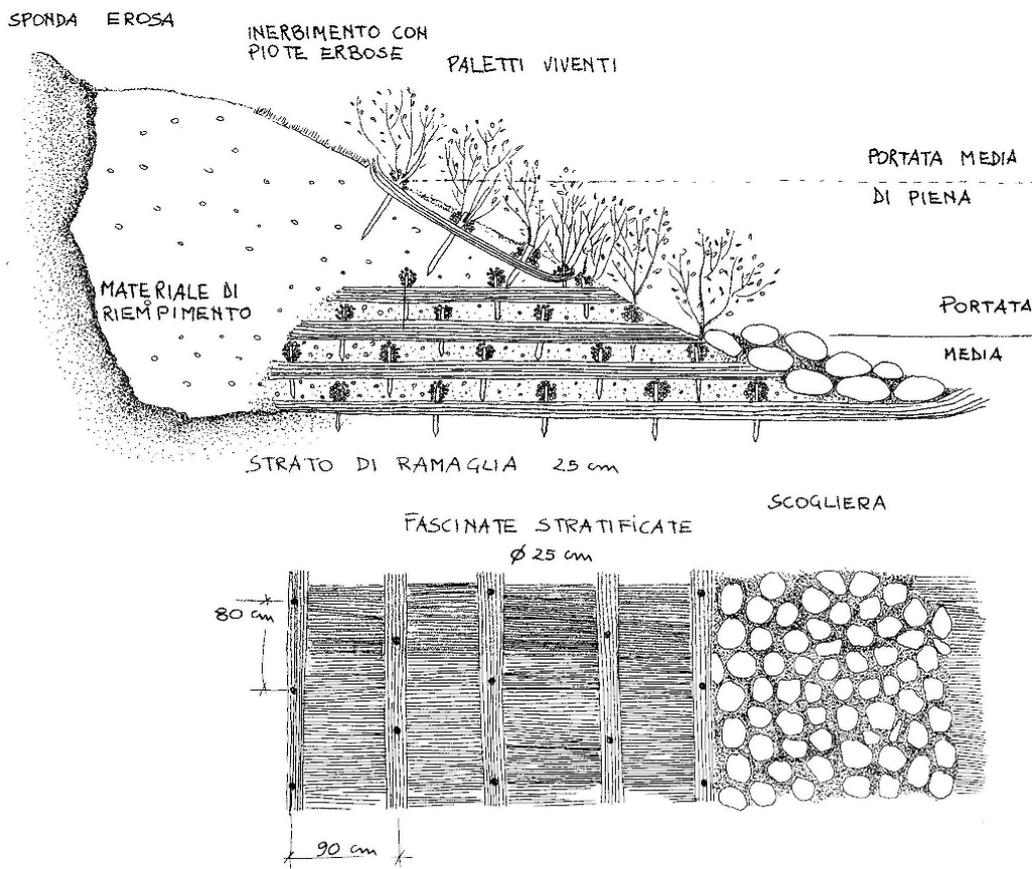
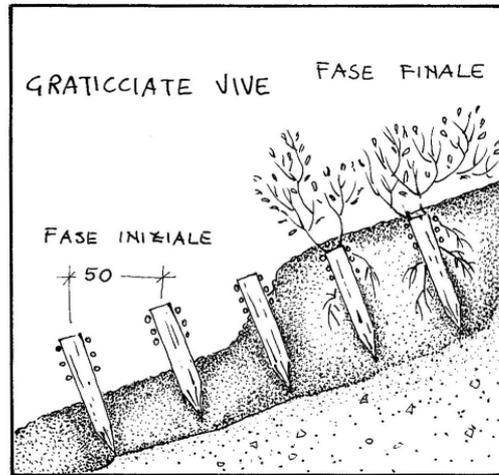
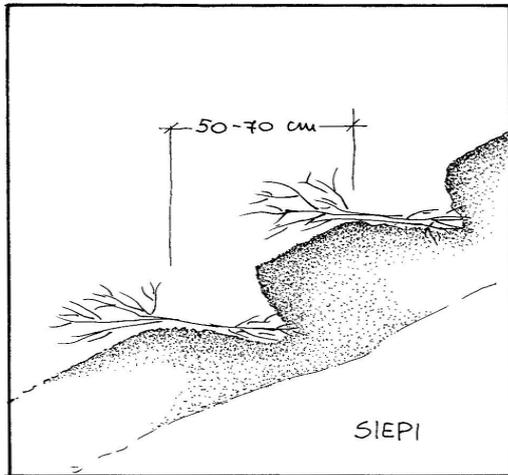
- il miglioramento delle condizioni microclimatiche (specialmente nei valori estremi) mediante l'incremento della vegetazione ed aumento dell'umidità stagionale;
- l'attivazione ed il potenziamento della microflora e della microfauna del terreno con innesco e potenziamento dei processi evolutivi dei suoli;
- lo sviluppo di associazioni vegetali in sintonia con le caratteristiche ecologiche della stazione.

**finalità estetico-paesaggistiche:** collegamento e armonizzazione con l'ambiente circostante, quale ripristino del paesaggio attraverso la mitigazione o il mascheramento di strutture ed infrastrutture del territorio o la ricomposizione delle ferite determinate dal degrado originato da cause antropiche o naturali, attraverso una progettazione integrata, di opere a limitato impatto ambientale e paesaggistico.



Canaletta inerbita quale soluzione biotecnica per il drenaggio delle acque piovane, di scolo, ecc..

Esempi di consolidamento superficiale del terreno



Sistemazione di una sponda fluviale con un'opera mista di consolidamento in verde e pietrame.

Tipo di interventi	Azioni	Benefici ecologici in termini di biodiversità e nuove unità ecosistemiche
Modifiche morfologiche in alveo	Demolizione tratti cementificati	Rivitalizzazione alveo con potenzialità per corridoi ecologici ed habitat acquatici e terrestri
	Realizzazione sinuosità con meandri	Habitat per macrobenthos, ittiofauna, avifauna e fitocenosi igrofile
	Realizzazione isole	Stadi di vegetazione igrofila e terrestre, avifauna
	Allargamento sezione con realizzazione di golene e tratti a minor battente idrico	Popolamenti elofitici, habitat per anfibi ed avifauna
	Realizzazione alveo di magra per il deflusso minimo	Ittiofauna e macrobenthos
	Realizzazioni sezioni asimmetriche	Stadi vegetazione igrofila e terrestre, popolamenti elofitici, habitat per anfibi ed avifauna
	Realizzazione aree di espansione	Stadi vegetazione igrofila, popolamenti elofitici, habitat per anfibi e avifauna
	Realizzazione spondale a varie pendenze	Stadi vegetazione igrofila e terrestre
	Realizzazione sponde ripide	Habitat per avifauna
	Realizzazione di rampe di risalita in pietrame o soglie basse in legname e pietrame	Continuità biologica per ittiofauna
Modifiche morfologiche fuori alveo	Realizzazione aree di espansione o laminazione	Stepping stones, stadi vegetazione igrofila e terrestre, popolamenti elofitici, habitat per ittiofauna, anfibi ed avifauna
	Realizzazione piccole aree umide	Stepping stones, , stadi vegetazione igrofila e terrestre, popolamenti elofitici, habitat per ittiofauna, anfibi ed avifauna
	Realizzazione di ecosistemi filtro per la fitodepurazione	Stepping stones, , stadi vegetazione igrofila e terrestre, popolamenti elofitici, habitat per ittiofauna, anfibi ed avifauna
Tecniche antierosive e di consolidamento	Impiego di tecniche di ingegneria naturalistica	Corridoi ecologici, boscaglia ripariale igrofila, cespuglieti igrofili, cespuglieti termomesofili, prati umidi.

delle sponde		Habitat per avifauna e micromammiferi
Riqualificazione ambiente fluviale fuori alveo	Realizzazione di fasce boscate sul ciglio delle sponde anche con espropri	Corridoi ecologici, boscaglia ripariale igrofila, cespuglieti igrofili, cespuglieti termomesofili, prati umidi.  Habitat per avifauna e micromammiferi

Benefici in termini di biodiversità derivanti da una gestione naturalistica dei corsi d'acqua