



# Piano del Verde e della Biodiversità

## ABACO NBS



MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



Museo  
Scienze Naturali  
Brescia



# INDICE

Sezione <b>0. INTRODUZIONE</b>	6
<b>GUIDA ALL'USO DELL'ABACO</b>	7
<b>PERCHE' LE NBS</b>	8
<b>COSA SONO LE NBS</b>	9
Infrastrutture Verdi e Blu e NBS	9
Funzioni e benefici delle NBS	11
<b>COME UTILIZZARLE</b>	13
Il progetto: dal contesto all'opera	13
Domande utili	14
Scale d'intervento e obiettivi	16
Scale spaziali e fasi del progetto	17
Sezione <b>1. NBS E PAESAGGI</b>	18
<b>AD OGNI PAESAGGIO LE PROPRIE NBS</b>	19
<b>I PAESAGGI DELLA CITTA' DI BRESCIA</b>	21
Gli ambiti di progetto e le Sub UPA - ISchema Metaprogettuale	21
L'Infrastruttura verde e blu di progetto	22
Gli ambiti di progetto	24
<b>LE NBS PER GLI AMBITI DI PROGETTO</b>	25
Le NBS per la città storica (Ambito A)	25
Le NBS per la città densa (Ambito C-D)	26
Le NBS per il fiume da svelare (Ambito B)	27
Le NBS per l'agricoltura in città (Ambito F)	28
Le NBS per la cintura agricola (Ambito H)	29
Le NBS per il Plis delle Colline (Ambito G)	30
Le NBS per il Plis delle Cave (Ambito I)	31
Le NBS per il paesaggio delle infrastrutture (Ambito E)	32
<b>CATEGORIE DI NBS</b>	33
<b>COME UTILIZZARLE</b>	35

# INDICE

## Sezione **2. SCHEDE**

	37	
<b>I. SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS)</b>	38	
<b>Interventi diffusi applicati al contesto urbano e 7a 7b, ove indicato</b>		
<i>Fossi vegetati, fossi e trincee drenanti (7a*)</i>	44	
<i>Gli "alberi della pioggia"</i>	54	
<i>Rain garden (7a*)</i>	57	
<i>Bacini di ritenuta (7a*)</i>	63	
<i>Stagni e zone umide (7a, 7b*)</i>	64	
<i>Strade e piazzali ad allagamento controllato</i>	65	
<i>Pavimentazioni permeabili</i>	66	
<i>Impianti per lo stoccaggio e il riuso dell'acqua meteorica</i>	67	
<b>II. NBS PER LA RIVITALIZZAZIONE DELLA CITTÀ</b>	68	
<b>a) Soluzioni per acque-suoli-vegetazione</b>		
<i>Giardini condivisi</i>	69	
<i>Orti urbani</i>	70	
<i>Prati urbani</i>	71	
<i>Micro parchi</i>	72	
<i>Strutture vegetali areali e lineari da associare al verde urbano esistente</i>	73	
<i>Strutture vegetali lineari lungo le strade urbane</i>	74	
<i>Strutture vegetali lineari nelle aree di parcheggio</i>	75	
<i>Riqualificazione dei corsi d'acqua in ambito urbano</i>	76	
<i>Tipologici per la riqualificazione di corsi d'acqua in ambito urbano o periurbano</i>	78	
<i>Riapertura dei corsi d'acqua tombati in ambito urbano</i>	79	
<i>Le chicane (4*)</i>	80	
<i>Percorsi ciclabili</i>	81	
<b>b) Soluzioni per le aree in trasformazione/transizione e recuperi ambientali</b>		
<i>Coltivazione fuori suolo nelle aree da bonificare</i>	82	
<i>Recupero ambiti estrattivi di pianura</i>	83	
<b>c) Verde tecnico</b>		
<i>Tetti verdi</i>	86	
<i>Pareti verdi</i>	87	
<i>Recinzioni verdi</i>	88	

\* riferimento ai codici delle  
azioni riportate nella Tav. 4  
«Scenario: Infrastruttura  
verde e blu dui progetto»

# INDICE

<b>Interventi diffusi applicati al contesto urbano (4*)</b>	89	
<b>III. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEI PAESAGGI INFRASTRUTTURALI</b>	99	
<i>Formazioni a T</i>	101	
<i>Forestazione e Biomassa/Colture no-food (7c*)</i>	102	
<i>Fasce filtro con pannelli fotovoltaici (7d*)</i>	104	
<i>Siepi e fasce tampone/filtro</i>	105	
<i>Zone umide per la raccolta e fitodepurazione, anche delle acque di dilavamento stradale (7a, 7b*)</i>	106	
<i>Trincee ed aree filtranti (Cfr. categoria I)</i>		
<i>Fossi vegetati (Cfr. categoria I)</i>		
<b>IV. NBS PER LA FUNZIONALITA' DEL RETICOLO IDROGRAFICO</b>	107	
<i>Riqualificazione fluviale, comprende la formazione di aree golenali: vegetazione riparia, zone e boschi umidi</i>	110	
<i>Rinaturalizzazione di corsi d'acqua e risagomatura degli alvei</i>	112	
<i>Rinaturalizzazione spondale mediante l'ingegneria naturalistica</i>	113	
<i>Opere varie di ingegneria naturalistica</i>	114	
<i>Formazione di stagni, zone umide e aree di ritenuta, anche collegate al reticolo</i>	115	
<i>Conservazione e rivitalizzazione delle risorgive e dei fontanili</i>	116	
<b>V. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI AGROECOSISTEMI</b>	117	
<b>a) Nelle aree di transizione città campagna</b>		
<i>Margini città campagna con equipaggiamento vegetale</i>	118	
<i>Orti urbani nelle aree di transizione</i>	119	
<i>Filari</i>	120	
<i>Siepi e fasce tampone/filtro</i>	121	
<i>Percorsi ciclabili</i>	123	
<b>b) Nelle aree agricole/rurali</b>		
<i>Inondazioni temporanee in aree agricole</i>	124	
<i>Riqualificazione e riconnessione del reticolo irriguo</i>	125	
<i>Filari (Cfr. categoria V.a)</i>		
<i>Siepi e fasce tampone/filtro (Cfr. categoria V.a)</i>		
<i>Stagni e zone umide (Cfr. categoria I.a)</i>		
<i>Percorsi verdi ciclabili ( Cfr. categoria V.a)</i>		
<i>Agrivoltaico</i>	128	
<i>Macchia boscata</i>	129	

\* riferimento ai codici delle  
azioni riportate nella Tav. 4  
«Scenario: Infrastruttura  
verde e blu dui progetto»



# INDICE

<b>VI. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI ECOSISTEMI FORESTALI</b>	131
<i>Gestione multifunzionale del bosco e selvicoltura naturalistica</i>	132
<i>Ricostruzione del mantello (fasce ecotonali arbustive - arboree)</i>	133
<i>Ambiti agricoli ai piedi dei versanti o su versante</i>	134
<i>Acque parassite ai piedi dei versanti</i>	135

*L'Abaco delle NBS per il Piano del Verde e della Biodiversità è uno degli elaborati di piano.  
L'Abaco è stato redatto dallo Studio Gioia Gibelli.*



# INTRODUZIONE

O.

---

## Guida all'uso dell'abaco

L'abaco delle NBS costituisce uno degli strumenti per l'attuazione e l'operatività del Piano. E' lo strumento che accompagna lo scenario di Tav 4 e i Quaderni degli Ambiti di Progetto. Il suo scopo è di facilitare la scelta delle NBS (Nature Based Solutions) più appropriate per rispondere alle vulnerabilità e fornire i SE prioritari delle SubUPA, nello sviluppo delle indicazioni progettuali presenti nel Piano del Verde e della Biodiversità, con la finalità di raggiungere un po' alla volta gli obiettivi delle tre città: *la città sana, la città sorgente, la città per le persone*.

Le NBS sono illustrate in schede, e sono accompagnate da note descrittive e realizzative.

L'Abaco è articolato in tre sezioni.

La sezione introduttiva (Sez. 0) illustra cosa sono le NBS, quali le loro funzioni e i benefici possibili; affianca il progettista nella loro selezione e uso in relazione alla scala e al contesto.

La sezione intermedia (Sez. 1) relaziona le NBS ai paesaggi della città di Brescia, corrispondenti agli Ambiti di Progetto, e per ciascuno elenca tipologie di NBS idonee ai diversi paesaggi.

La sezione finale (Sez. 2), più corposa, raccoglie le schede delle NBS divise in 6 macro categorie tematiche.

Per ogni NBS vengono delineati i principi guida di progettazione, i SE erogabili, esempi progettuali o realizzazioni.

Le NBS riportate non sono esclusive, ma orientative. Inoltre sono state selezionate alcune NBS ritenute più idonee al paesaggio bresciano, escludendo gli interventi più usuali e normalmente impiegati da tecnici e professionisti, che non è parso necessario inserire.

Infine va precisato che i SE erogabili dalle NBS dipendono dalla tipologia, ma anche dalle relazioni con le altre NBS e con il contesto, oltre che dalle situazioni locali e dalle manutenzioni che seguirannoinfatti. I SE vengono erogati da NBS in buona salute. Dunque la sapienza del progettista, l'attento esame dei luoghi e delle possibilità di manutenzione, sono imprescindibili per risultati efficaci.

## Basta piantare alberi per vincere le sfide della città contemporanea?

Le città odierne, organismi energivori e consumatori di grandi quantità di risorse, sono la causa prima dell'alterazione delle caratteristiche ecologiche ed idrologiche, della perdita di biodiversità e degrado dei paesaggi locali, ma anche di areali molto estesi. Le dimensioni e le modalità insediative, le pressioni sugli ecosistemi e i territori indotte sia dalla concentrazione di popolazione, sia dai comportamenti singoli e collettivi, hanno determinato un metabolismo urbano sempre più dissipativo, dipendente da materie prime, risorse ed energia necessarie alla vita delle città, prodotti in luoghi sempre più lontani a fronte di una produzione sempre più ingente di scarti. A ciò si aggiunge un'infrastrutturazione crescente di gran parte dei territori di pianura per la gestione dei flussi in entrata e uscita dalle città, causa prima della frammentazione e dell'impoverimento di habitat anche molto lontani dalle città, nonché dell'alterazione dei cicli idrologici e biogeochimici in areali ampissimi.

Oggi, la sostenibilità delle città che, in Europa, ospitano più del 70% della popolazione è la chiave di volta irrinunciabile per la sostenibilità globale.

Non si tratta solo di una svolta energetica: è la struttura urbana la prima variabile fondamentale per riequilibrare un metabolismo impazzito. Dunque i luoghi urbani devono essere ripensati per migliorare sé stessi e, di conseguenza, il territorio esterno alla città. Il verde urbano è parte integrante del ripensamento. Basti pensare che un'infrastruttura verde strategicamente pianificata è in grado di ridurre le temperature estive di 3-4°. Il risparmio energetico per la climatizzazione di edifici inseriti in una città rinfrescata, anche solo di pochi gradi, dalle piante anziché dai condizionatori, è enorme.

## Quale Infrastruttura Verde e Blu (IVB)?

E' necessario un approccio fortemente multidisciplinare, non scontato in un clima culturale dominato dalle specializzazioni: lo sforzo è di metodo, sia di studio che di progetto, di coinvolgimento e comunicativo. Perché le comunità urbane possano crescere insieme all'infrastruttura verde e blu che fornirà loro molti benefici, è necessaria una piena consapevolezza.

Per esempio se in una città l'isola di calore, le alluvioni urbane e la carenza di spazi per la socialità libera possono costituire altrettante criticità, ecco che sarà necessario definire i caratteri e le esigenze prioritarie di ogni ambito urbano, su cui fondare una IVB urbana idonea, realizzabile attraverso un sistema di NBS (Nature Based Solutions, ossia Soluzioni Basate sulla Natura), capaci di mitigare l'isola di calore e, al contempo, gestire le acque urbane fornendo spazi idonei alle diverse comunità, integrando il disegno di un nuovo paesaggio urbano coerente con il suo DNA, in breve il patrimonio di informazione sedimentato nel tempo che ne orienta i comportamenti spontanei.

Le NBS per generare benefici alla società, devono erogare Servizi Ecosistemici (SE) efficaci. I SE sono i benefici multipli forniti dagli ecosistemi alle società umane. Questi dipendono dalla capacità delle risorse naturali e delle funzioni ecologiche di fornire beni e servizi che soddisfino, direttamente o indirettamente, le necessità dell'uomo, grazie alla conservazione del capitale Naturale.

Gli studi sui SE permettono di evidenziare le funzioni ecologiche e sociali del verde urbano, le funzioni mancanti, le funzioni attese nelle diverse parti della città, così da fornire indirizzi chiari e monitorabili. SE efficaci richiedono acque e suoli di qualità, vegetazione diversificata con ruoli vari nella costruzione dei sistemi di verde urbano: non solo alberi, ma arbusti, vegetazione erbacea, opportunamente scelta ed aggregata in modo tale da poter effettivamente rispondere alle sfide della città contemporanea. Anche il tipo di manutenzione gioca un ruolo molto importante nell'erogazione di SE.

## Infrastrutture Verdi e Blu e NBS

Le **Infrastrutture Verdi e Blu (IVB)** sono state presentate ufficialmente nel 2013, all'interno della strategia europea sulle Green Infrastructures. Le IVB Si compongono di **NBS**, richiamate in molti documenti, tra cui la strategia di adattamento ai cambiamenti climatici dell'UE del 2021, come soluzioni per aumentare la resilienza.

Le NBS sono definite come segue.

**«Soluzioni ispirate e basate sulla natura, economicamente vantaggiose in quanto forniscono benefici sia ambientali che sociali ed economici e aumentano la Resilienza dei territori. Tali soluzioni portano nuovi e diversificati elementi e processi nelle città, nei paesaggi terrestri e costieri, attraverso interventi sistemici adatti ai luoghi ed efficienti in termini di risorse.»**

(2013, Fonte EU-Commissione Europea)

## Le NBS sono:

- *soluzioni*, dunque risposte adeguate a problemi che impongono scelte diverse in ogni luogo, a garanzia del rispetto delle diversità locali: *sono i problemi e la loro genesi*, insita nei caratteri, nelle diversità e nei processi di ogni paesaggio, *che informano le scelte*, dunque *i tipi di "soluzioni con la natura"*.

- *basate sulla natura* significa che i processi naturali sono alla base della costruzione delle NBS e della loro evoluzione. Dunque, non è sufficiente l'uso di elementi naturali, piante erbacee, arbustive, arboree, grandi o piccole, ma è necessario l'innescare di processi naturali, il più possibile spontanei, grazie a scelte progettuali adatte ai luoghi, costruite in modo da "copiare" e innescare processi spontanei con il minor apporto possibile di energia.

**Sono quindi tecniche sostenibili:** durevoli nel tempo, efficaci per l'adattamento ai Cambiamenti Climatici, per la transizione ecologica e, al contrario delle infrastrutture grigie che cominciano a degradarsi appena ultimate, le NBS ben progettate e realizzate, nel tempo si sviluppano e migliorano in aspetto e prestazioni. Dunque sono economicamente vantaggiose.

### Componente fondamentale delle NBS è la vegetazione.

La selezione della vegetazione e delle specie da utilizzare per progettare e costruire le NBS deve considerare:

- le condizioni climatiche
- le caratteristiche chimico/fisiche dei suoli
- i benefici/Servizi Ecosistemici (SE) necessari
- le caratteristiche delle specie rispetto ai Servizi Ecosistemici che la NBS deve erogare (raccolta polveri, filtrazione dell'acqua, ombreggiamento, sostegno alla biodiversità, ...)
- la capacità della vegetazione di autosostenersi nel tempo (mantenere funzioni e bassa manutenzione).

## Le NBS nella piramide delle IVB

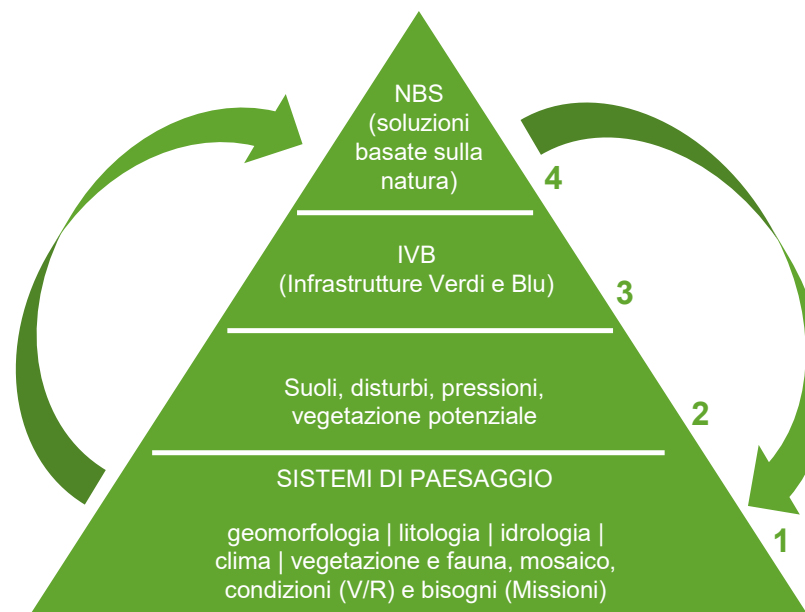
La piramide mostra che le NBS non vivono da sole, ma sono concatenate ai caratteri fisico-biologici e funzionali di ogni paesaggio, che sono le precondizioni alla base della pianificazione sostenibile del mosaico delle IVB, di cui le NBS costituiscono i tasselli strutturali: la progettazione e realizzazione delle NBS deve dunque basarsi su conoscenze di base e visione strategica.

1) La geomorfologia, la litologia, l'idrologia e il clima, sono *la base* della formazione di ogni sistema di paesaggio e dei suoi caratteri distintivi. Da queste dipendono, e si diversificano, tutti gli strati successivi, la vegetazione e i suoli, la fauna e gli ecosistemi in generale, anche quelli antropici: le culture nascono dalle risorse locali e si evolvono coi paesaggi. Ogni paesaggio ha caratteri e dimensioni proprie in cui l'acqua, nelle diverse forme, i suoli e la vegetazione rivestono un ruolo vitale e caratterizzante;

2. la vegetazione potenziale è il risultato dell'interazione tra clima, idro-geomorfologia, suoli e disturbi e costituisce il riferimento primario per definire la vegetazione di progetto, a fronte delle pressioni antropiche presenti;

3. le IVB sono intese come reti complesse, formate da diverse NBS che agiscono sinergicamente, adatte ai caratteri propri del paesaggio in cui sono localizzate;

4. le opportune NBS sono i tasselli che formano le GBI nei paesaggi e consentono l'erogazione dei SE necessari in base alle caratteristiche proprie e alle relazioni con il contesto.



## Funzioni e benefici delle NBS

Le NBS sono sempre sviluppate per soddisfare una gamma di funzioni specifiche, ad esempio mitigare gli effetti delle alluvioni, ridurre la temperatura estiva, l'erosione di suolo, i disturbi reciproci tra elementi incompatibili (ad esempio infrastrutture di trasporto e aree agricole), facilitare la cattura di carbonio nel suolo, l'impollinazione, aumentare la biodiversità, ecc. Le più efficaci in genere hanno un livello di complessità che permette di soddisfare più funzioni. Le schede riportate nella sez.2, danno conto di questa possibilità attraverso l'elenco dei SE erogabili da ogni tipologia rappresentata.

L'interesse comune è che gli investimenti per la realizzazione delle NBS diano i risultati migliori possibili.

Questo accade quando le NBS sono decisamente efficaci nel produrre pienamente i benefici attesi rispetto alle situazioni socio-ecologiche esistenti, possibilmente multifunzionali e riconosciute dalle comunità.

I benefici possono essere di vario genere, sia materiali (es: mitigare le temperature e migliorare la qualità delle acque) che immateriali (es. bellezza o silenzio). Alcuni di questi possono essere valutati, attraverso misure e parametri quantitativi (ad esempio i volumi d'acqua trattenuti da un rain garden), o con metriche qualitative come, ad esempio, indici che valutano il benessere o il gradimento della popolazione, o altri metodi comparativi.

## Il concetto di efficacia

L'efficacia delle NBS è definita come: il livello al quale sono raggiunti gli obiettivi e la misura entro cui i problemi chiave sono risolti.

Ad esempio:

Le NBS riescono a migliorare la resilienza climatica urbana?

Le NBS riescono a produrre benefici alla qualità dell'acqua?

Le NBS riescono a produrre benefici sociali?

Le NBS riescono a produrre benefici economici?

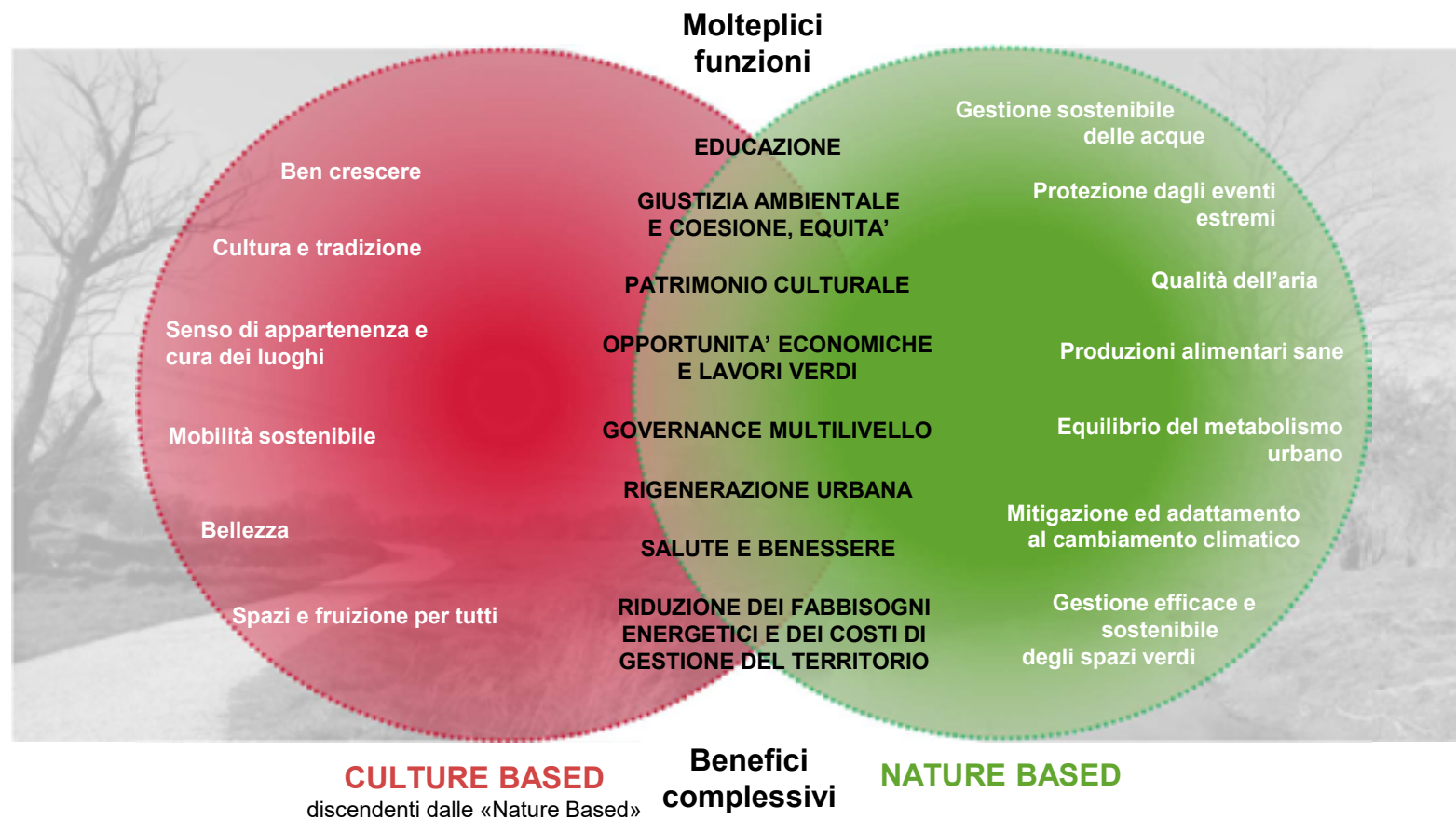
Le NBS riescono a produrre benefici alla biodiversità?

Il raggiungimento di più obiettivi o benefici attraverso interventi di NBS, è possibile solo attraverso un approccio integrativo a partire dall'inizio del processo.

Una sintesi alla fine di un percorso generico di analisi non è efficace.

E' necessario che le fasi di analisi siano impostate dall'inizio in modo integrato e focalizzate a capire i *problemi chiave*, definire gli *obiettivi*, i *limiti di progetto* e i *risultati attesi*, possibilmente sia alla scala locale che urbana.





Lo schema mette in relazione i "campi d'azione" delle "Nature Based Solutions" con quelli delle "Culture Based": queste ultime sono in parte generate, sicuramente condizionate, dalle Nature Based. L'integrazione di Nature and Culture può fornire benefici complessivi e risposte a molteplici bisogni sociali (colonna centrale dello schema). Le NBS sono dunque soluzioni win-win, che permettono di raggiungere molti benefici, sia ambientali che socio-economici, a diverse scale spaziali, tramite le interazioni di più funzioni.

## Il progetto, dal contesto all'opera

### Il “buon progetto” deve rispondere alle esigenze di scala urbana, di sub unità di paesaggio e di quartiere

Le esigenze locali derivano da un'integrazione tra:

- Istanze provenienti dai caratteri del paesaggio locale: geomorfologia, vegetazione, fauna, idrologia, aspetti culturali materiali e immateriali, ecc.
- Istanze provenienti dallo scenario di tav.4 e dai quaderni degli ambiti di progetto e, se pertinenti, dai "progetti speciali".
- Istanze e opportunità individuate attraverso una lettura “esperta” del contesto locale. Tra queste, non solo gli aspetti “fisici”, ma anche le modalità con cui le comunità possono interagire con il progetto, sia in fase di costruzione del progetto, che di costruzione e di gestione dell'opera.
- Indicazioni e desiderata delle comunità locali.

Esistono legami e condizionamenti reciproci tra la scala urbana e di subUnità di paesaggio, che vanno cercati, e di cui il progetto deve tener conto.

Seguono schemi con **DOMANDE UTILI** a progettisti e uno schema con le **FASI SINTETICHE** del processo progettuale.

## Domande utili: come scegliere le più efficaci NBS per il completamento / la costruzione del

### 1. TIPO DI PAESAGGIO/SUB UPA

Riportare la descrizione del paesaggio con riferimento ai caratteri dominanti e alle funzioni ecologiche caratterizzanti. La descrizione riporta anche per sommi capi gli esiti delle analisi di Vulnerabilità, e le indicazione dei SE prioritari

**La descrizione deve rispondere alle domande: IN CHE AMBITO SONO? QUALI SONO LE VULNERABILITÀ PRIORITARIE? QUALI ELEMENTI DI STATO DELLE IVB ESISTONO GIÀ? QUALI SERVIZI ECOSISTEMICI SONO GIÀ PRESENTI? IN CHE MISURA?**

### 2. VULNERABILITÀ E OBIETTIVI PER IL TIPO DI PAESAGGIO/SUB UPA

Gli obiettivi, in generale, riguardano la mitigazione/inversione dei processi che incidono sulla Vulnerabilità del paesaggio/UPA. Le Vulnerabilità prioritarie di ogni paesaggio/UPA sono rilette come obiettivi per invertire tali processi.

**Gli obiettivi devono rispondere alle domande: COSA NON FUNZIONA NELLA/E SUB UPA IN CUI RICADE IL PROGETTO? QUALI SONO I PROCESSI/FATTORI CHE INCIDONO SULLE VULNERABILITÀ PRIORITARIE? COME INVERTIRE TALI PROCESSI? IN ALTERNATIVA COME MITIGARLI? Se non possibile agire sulle cause, COME MITIGARE GLI EFFETTI DELLE VULNERABILITÀ?**

### 3. SERVIZI ECOSISTEMICI PRIORITARI

Individuati gli obiettivi per invertire i processi di Vulnerabilità, si cercano i SE efficaci.

**Le Missioni rispondono alle domande: QUALI SONO I SERVIZI ECOSISTEMICI PRIORITARI CHE AGISCONO POSITIVAMENTE NEI CONFRONTI DEI PROCESSI DI VULNERABILITÀ? QUALI SONO SCARSI E, DUNQUE, PRIORITARI E DA INSERIRE CON ABBONDANZA?**

### 4. MISSIONI DI PIANIFICAZIONE PER ATTUARE GLI OBIETTIVI E COSTRUIRE L'IVB

Dagli obiettivi e SE efficaci, si individuano le Missioni di pianificazione locale le azioni per l'IVB, a partire da quelle di scala vasta già indicate nei Quaderni degli ambiti di progetto.

**Le Missioni devono rispondere alle domande: QUALI INTERVENTI SERVONO PER INNESCARE I SE PRIORITARI? QUALI NBS SONO PIÙ ADATTE A EROGARE I SE SCELTI E AL TIPO DI PAESAGGIO?**

### 5. NATURE BASED SOLUTIONS EFFICACI

Scegliere la/le categorie di NBS più efficaci a costruire l'IVB adeguata a rispondere efficacemente agli obiettivi delineati

**Le NBS devono rispondere alle domande: COME COMPLETO L'IVB? QUALI NBS UTILIZZO EFFICACEMENTE? L'EROGAZIONE DI QUALI SERVIZI ECOSISTEMICI VIENE SUPPORTATA?**

### 6. VERIFICA E MONITORAGGIO DELL'IVB RISULTANTE

Verificare se l'IVB risultante, quale disegno integrato di IVB esistenti e NBS progettate, risponde complessivamente in modo efficace agli obiettivi definiti per il tipo di paesaggio/SUB UPA e introduce sufficientemente i SE prioritari, in particolare quelli scarsi.

**La verifica/monitoraggio risponde alle domande: QUALI SERVIZI ECOSISTEMICI STO INTRODUCENDO? A CHE VULNERABILITÀ STO DANDO RISPOSTA? CHE PRESTAZIONI RIESCO A OTTENERE?**

**ANALISI / DOMANDE**

**INDIVIDUAZIONE NBS IDONEE**

## Domande ulteriori utili per scegliere le più efficaci NBS per il completamento/costruzione dell'IVB

### LA SCALA VASTA (esigenze sovralocali)

**LE STRATEGIE GENERALI DELL'AMBITO DI PROGETTO E GLI OUTPUT DELLE ANALISI SULLE SUB UPA: GLI OBIETTIVI DI RIQUALIFICAZIONE DELLE SUB UPA**

#### **DOVE SIAMO?**

A partire dalle caratteristiche della Sub UPA, identificarne gli aspetti rilevanti per il progetto

- Struttura dell'IVB esistente e SE già erogati (cfr. mappe del PVB)
- aspetti rilevanti di scala vasta (fiume, tessuto urbano, infrastrutture, visuali verso i monti.....)
- ci sono progetti/trasformazioni previste, con i quali relazionarsi?
- servizi di contesto sinergici all'IVB (scuole, centri sportivi, parchi,
- .....

#### **CHE PROBLEMI CI SONO E QUALI SONO LE CAUSE?**

- Spazi aperti abbondanti/scarsi
- impermeabilizzazione abbondante/scarsa
- tessuto urbano prevalente residenziale/terziario/ artigianale...
- assenza scarsità di centri di aggregazione
- l'arcipelago verde di contesto è connesso/connettibile con gli spazi aperti presenti?
- quali elementi di vulnerabilità?
- quali problemi preesistenti è possibile risolvere/mitigare con il progetto?

**PROGETTO**

**LE ISTANZE DA TRASMETTERE  
ALLA SCALA LOCALE**

### LA SCALA LOCALE (esigenze locali)

**CHE PROBLEMI SPECIFICI CI SONO E QUALI SONO LE CAUSE? QUALI OPPORTUNITA'?  
LA RACCOLTA DELLE INDICAZIONI**

#### **DOVE SIAMO?**

L'ambito in cui s'inserisce l'opera determina molte delle scelte progettuali

- quali materiali ci sono in quell'ambito (naturali e artificiali): coerenze e contrasti
- quali aree disponibili?
- quale capacità di infiltrazione del suolo, vincoli, sottoservizi, etc.
- vegetazione scarsa/ sofferente
- verde privato significativo cui relazionare il progetto del verde pubblico
- ambiti di trasformazione?

#### **INFLUENZA DELL'AMBITO NELLA CARATTERIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI**

- 1) problemi da risolvere (criticità e opportunità)
- 2) obiettivi di progetto
- 3) funzioni (da obiettivi)
- 4) forme (da contesto)
- 5) dimensioni (da contesto, funzioni, spazio)
- 6) materiali (da contesto, funzioni)
- 7) finiture (da contesto, funzioni)

**PROGETTO**

**LE ISTANZE DA TRASMETTERE  
ALLA SCALA SOVRALocale**

## Scale d'intervento e obiettivi

Un approccio territoriale multilivello consente alla città di **adattarsi** ai cambiamenti e **divenire resiliente** dinanzi alle sfide dei rischi di alluvioni e delle ondate di calore in città.

Il "buon progetto" deve rispondere alle esigenze di scala urbana, di sub unità di paesaggio e di quartiere: la tabella a lato illustra sinteticamente la relazione tra le diverse scale e le azioni da mettere in campo per raggiungere gli obiettivi.

La realizzazione delle NBS può essere a carico dell'Amm.ne pubblica, ma anche di attori privati, spesso in partenariato.

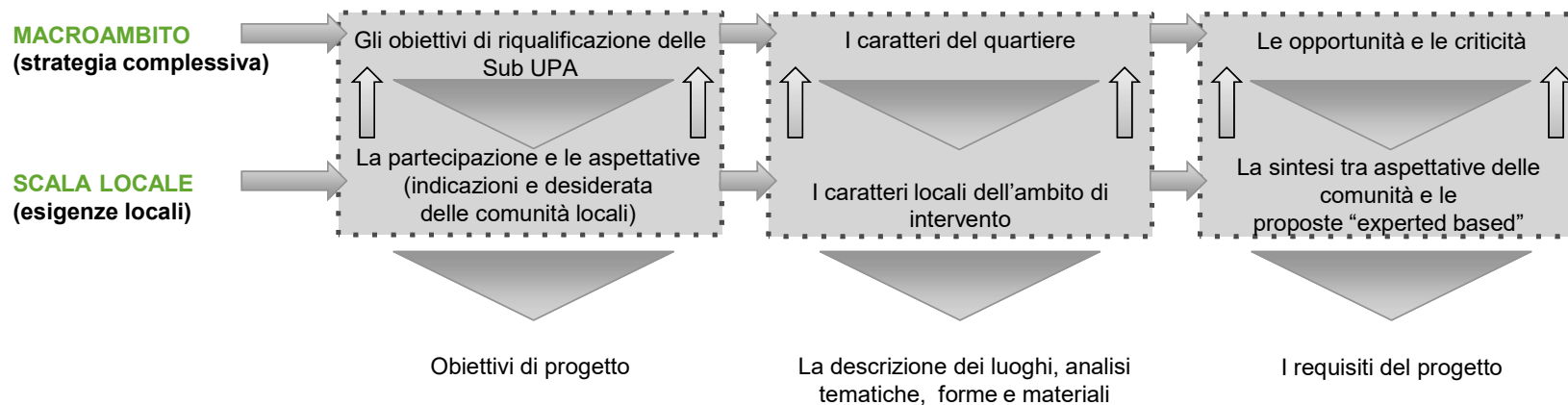
Le sfumature delle bande grigie verticali "PUBBLICO" e "PRIVATO" segnalano l'intensificazione del ruolo pubblico o di quello privato a seconda della scala d'intervento.

PUBBLICO

PRIVATO

AZIONI AMBITI DI INTERVENTO	MINIMIZZARE LE PROBABILITA' DI EVENTI DANNOSI	MINIMIZZARE GLI EFFETTI DEGLI EVENTI	STIMOLARE LA RESILIENZA
CITTA' DI BRESCIA	<p>Potenziare la naturalità diffusa negli ambiti periurbani e agricoli.</p> <p>Dare spazio a fiumi e corsi d'acqua e riconnettere il reticolo idrico minore.</p> <p>Inserire i SUDS nel regolamento edilizio o in altro strumento cogente e redigere un programma di rivegetazione urbana.</p> <p>Inserire nel Piano dei Servizi del PGT, le aree prioritarie per l'erogazione dei SE</p>	<p>Prevedere bacini/aree per la laminazione controllata nelle zone agricole e/o fitodepurazione delle acque urbane, attraverso il pagamento di SE di regolazione agli agricoltori.</p> <p>Curare i suoli urbani al fine di accrescere la sostanza organica e renderli "pozzi di carbonio": sinergie con i SuDS.</p> <p>Aumentare capillarmente l'ombreggiamento estivo a cura degli alberi e promuovere i tetti verdi sulle coperture orizzontali per ridurre le temperature.</p>	<p>Redigere un programma d'azione comprendente attori pubblici e privati per la realizzazione del sistema di infrastrutture verdi e blu e del programma di manutenzione comunale.</p> <p>La "città sorgente": trattare i reflui urbani ad un livello qualitativo tale da poterli usare per l'irrigazione della campagna.</p> <p>"Dare spazio all'acqua" allargando ove possibile, le sezioni del Mella e rinaturalizzare sponde e golene, inserendo vegetazione riparia flessibile idonea a rallentare il deflusso e resistere alle piene; ove possibile inserire sistemi di stagni e zone umide, importantissime "spugne".</p>
SUB UNITA' DI PAESAGGIO (SUB UPA)	Rinverdire la città, aumentare le aree di infiltrazione (NBS e SUDS diffusi), pianificare le zone filtranti come aree di servizio ambientale alla città.	Costruire aree verdi multifunzionali, manufatti adatti ad essere sommersi, interventi da valutare a seconda delle vulnerabilità delle SUB UPA.	Interventi diffusi di deimpermeabilizzazione, possibilmente rinverditi. Aumento dell'ombreggiamento con la vegetazione.
QUARTIERE	Facilitare accordi per la realizzazione di SUDS per la raccolta delle piogge delle aree industriali, anche in spazi pubblici. Deimpermeabilizzare, ridurre l'albedo, inserire filari misti di alberi e arbusti e prati fioriti.	Rain garden, aree di infiltrazione, siepi miste lungo le strade con specie idonee alla cattura delle polveri sottili.	Verde drenante multifunzionale (NBS) e spazi verdi condivisi, di quartiere.
EDIFICIO	Tetti verdi, pareti a verde verticale a Sud e Sud-Ovest e lungo le strade di grande traffico. Cisterne per la raccolta d'acqua, rinverdire i cortili.	Progettazione degli edifici adattabile, cisterne individuali e condominiale per la raccolta dell'acqua piovana, siepi miste di confine.	Impianti idrici duali con riuso delle acque bianche e, ove possibile, grigie. Rispetto dell'invarianza idraulica con SUDS, pompe per lo smaltimento delle acque dagli interrati.

## Scale spaziali e fasi del progetto



Lo schema a fianco mette in relazione la necessità di integrare le esigenze della città alle varie scale, individuate dai "pareri esperti", al fine di migliorare il metabolismo e, in generale, il paesaggio urbano con le aspettative delle comunità locali, attraverso il loro coinvolgimento.

Il processo integrato, permette di costruire nel tempo la consapevolezza e la responsabilità dei cittadini nei confronti dei luoghi di vita urbani, offrendo possibilità sempre maggiori e soddisfacenti di abitare la città.











## A diversi paesaggi, diverse IVB e diverse NBS

Il paesaggio si è costruito nei secoli con le acque, la terra che esse hanno scavato e depositato in un lavoro durato millenni, con la vegetazione che, con queste acque, e su questa terra si è formata, con gli animali che vivono di tutto ciò, dagli intrecci e dalle popolazioni umane che da questi intrecci hanno saputo inventare nuove e personalissime forme abitative, colturali, culturali, produttive.

Da qui sono nati il paesaggio e l'economia del territorio, uno effetto dell'altra, dove la terra e l'acqua sono state riconosciute per secoli come risorse da curare per conservarle e continuare ad usufruirne. Un paesaggio costruito dalle forze della natura e dagli sforzi dell'uomo, dove le risorse ambientali e umane hanno permesso l'evoluzione di un'economia capace di leggere le risorse disponibili e utilizzarle al meglio, interpretando le regole che mettevano in grado il paesaggio di conservare quelle risorse per un utilizzo continuo e duraturo, perché garantisse la vita a figli e nipoti.

Regole non scritte, che ne hanno determinato l'ordine e l'organizzazione per secoli, perché spontaneamente rispettate. Regole insite nelle caratteristiche fisiche dei paesaggi, in cui il reticolo irriguo, se pure modificato dall'uomo, segue direttrici e orientamenti che dipendono da una forza ineluttabile: la forza di gravità e da un'invariante strutturale decisiva: la geomorfologia.

Regole semplicissime ma ferree alle quale gli uomini si sono adeguati, capendone le ragioni, poiché seguire quell'ordine significava spendere meno energia, quando l'energia era la forza dell'acqua e degli animali, e ottenere i massimi risultati con il minore sforzo possibile.

Le nuove energie disponibili hanno permesso di abbandonare le regole, proiettando la normale e graduale evoluzione del paesaggio in una corsa alla trasformazione.

Trasformazioni "ignoranti", in quanto ignorano le regole ordinatrici che hanno modificato radicalmente e repentinamente la fisionomia di molti luoghi fino a renderli irriconoscibili ai propri abitanti, e a incidere su aree molto più vaste, così da modificare ampi ambiti di paesaggio, economie e società.

In molti casi le trasformazioni hanno portato crescita ma poco sviluppo, degrado diffuso, omogeneità dei frammenti al posto di quella ricchezza diversificata che solo l'integrità permette. E così la ripetizione delle case, delle strade, dei capannoni, sempre uguali, stanno cancellando il vero patrimonio di questo territorio: la terra e le acque, la cultura e l'economia derivata, infine il paesaggio da queste generato.

Il disfacimento del paesaggio non sta tanto nel singolo edificio o nella singola strada, siano essi belli o brutti, ma nella ripetizione di azioni insediative "ignoranti" che, nel tempo, distruggono un paesaggio senza sostituirlo con uno diverso, ma almeno di pari qualità.

Le tipologie degli oggetti che componevano il paesaggio sono cambiate, con esse anche le forme, le dimensioni, le distribuzioni degli oggetti originari e le relazioni che intercorrono tra gli oggetti stessi e tra di essi e le popolazioni. Processi che incidono sulla qualità delle risorse ambientali che risentono delle alterazioni del contesto, degradandosi: in breve cambia tutto.

La perdita delle risorse primarie è anche una perdita economica di tutti.

*Il paesaggio come risorsa economica:* una sfida da cogliere e uno stimolo per inventare nuove imprenditorie e nuove attività proiettate in un futuro mutevole in cui tutto ciò che riuscirà a staccarsi e distinguersi dal livellamento importato dalla globalizzazione, probabilmente acquisirà valori oggi insospettabili, proprio grazie alla sua rarità o, addirittura, unicità.

Ripartire dalle risorse reali da sempre presenti sul territorio, forse non sempre riconosciute, per costruire nuovi modelli di produzione: *produrre ambiente, paesaggio, qualità dei prodotti, cultura, conoscenza, salute, silenzio, ecc., da esportare, come un nuovo magnete per il mondo fuori.*

Ma per ripartire dalle risorse primarie è necessario che gli ambiti di paesaggio che le conservano, rimangano integri (ossia caratterizzati e organizzati), riconoscibili, sufficientemente ampi da garantire le funzioni che sostengono l'evoluzione durevole del paesaggio. I nuovi progetti dovrebbero sempre riferirsi ai caratteri di contesto, cercando di migliorarli e valorizzarli, anche qualora le proposte si pongano su un piano fortemente innovativo.

#### **Il paesaggio è il punto di partenza e di arrivo:**

- di **partenza** perché è dai suoi caratteri e dalle sue problematiche e qualità che derivano gli obiettivi;
- di **arrivo** in quanto sintesi di quanto accade sul territorio per via delle forze naturali e delle scelte umane, restituendo il risultato delle azioni programmate e realizzate.

Ogni paesaggio ha caratteri propri:

- **strutturali e strutturanti**, che afferiscono alla idro-geomorfologia, aspetto che, insieme al clima, agisce da determinante per la formazione dei suoli e degli ecosistemi;
- **biologici**, che afferiscono al suolo, alla vegetazione e agli ecosistemi;
- **funzionali**, che afferiscono alle interazioni tra ecosistemi e alle dinamiche e processi che agiscono sul territorio in tempi recenti, quali le dinamiche insediative, le infrastrutture, le modifiche delle pratiche agricole, ecc.

**Ogni paesaggio possiede pertanto proprie condizioni di equilibrio, proprie risorse e proprie Vulnerabilità.**

Ciò determina **esigenze differenziate in termini di benefici e SE e, dunque, delle proprie IVB e NBS.**

**Pertanto le IVB e le NBS non possono essere uguali ovunque.**

**La pianificazione delle IVB è dunque sostenibile se serve a trovare soluzioni adatte ad un determinato paesaggio.** Al contrario, se decontestualizzata, non è sostenibile.

Si ricorda che:

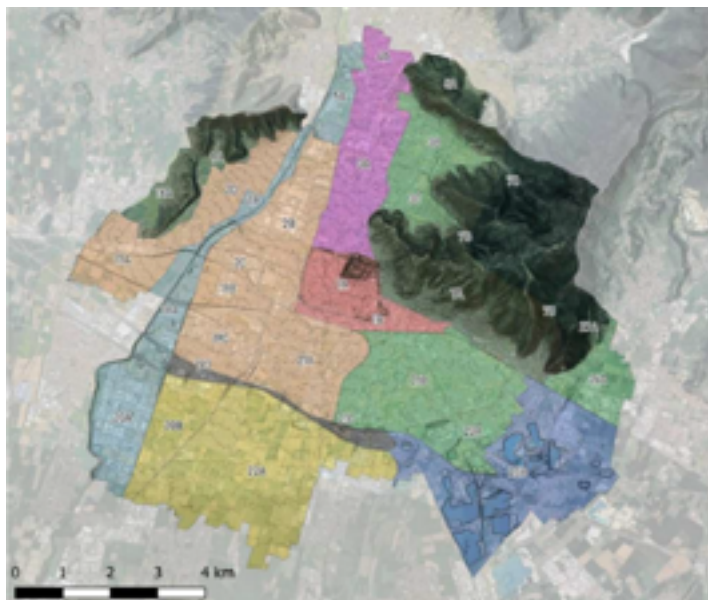
- le IVB rappresentano il luogo di produzione dei Servizi Ecosistemici anche all'interno dei paesaggi antropici (agricoli e/o urbani);
- l'attuazione della pianificazione sostenibile delle IVB avviene con NBS adatte.

Nel presente abaco si trattano le NBS nei diversi paesaggi della Piano del Verde di Brescia, corrispondenti agli Ambiti di Progetto.

A seguire si riportano gli elaborati planimetrici di riferimento per la progettazione dell'IVB:

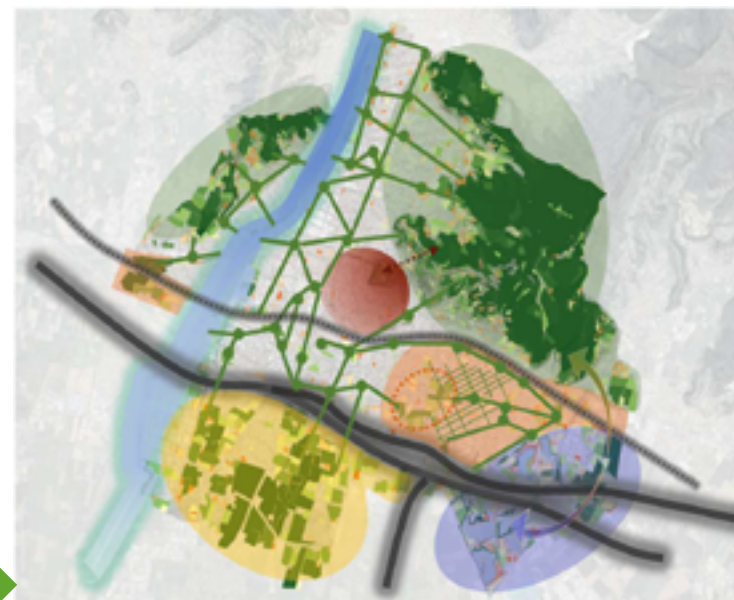
- **Il Quadro d'unione degli Ambiti di Progetto**, identificati dai retini colorati, con indicazione delle Sub UPA che li costituiscono (codici numerici);
- lo schema della **Macrostruttura dell'IVB comunale**, che definisce i "ruoli" territoriali e le caratteristiche delle macroaree individuate; e
- la tavola 4 del PDV, **Scenario: Infrastruttura verde e blu di progetto**, seguita dalla legenda relativa

Quadro d'unione degli Ambiti di Progetto con indicazione delle Sub UPA che li costituiscono



- A\_Città storica
- B\_Il fiume da svelare
- C\_Città densa della pianura alluvionale del Mella
- D\_Città densa della pianura alluvionale del Garza
- E\_Il paesaggio delle infrastrutture
- F\_Agricoltura in città
- G\_Plis delle colline
- H\_Cintura agricola
- I\_Plis delle cave

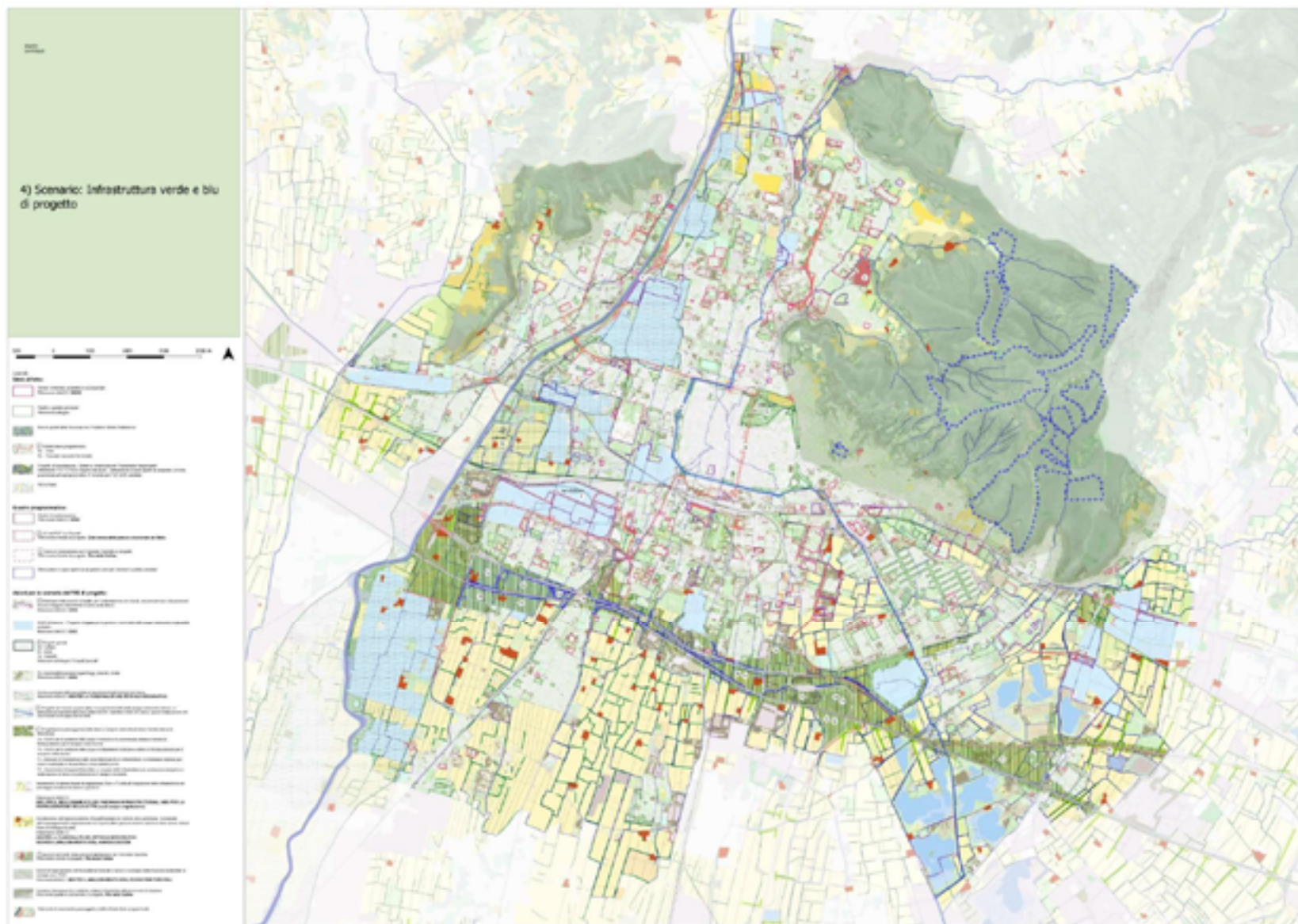
Schema metaprogettuale «Macrostruttura dell'IVB comunale»



- IL PLUS DELLE COLLINE  
SERBATOIO DEL CAPITALE NATURALE  
SE di regolazione, di supporto (habitat) e socio-culturali
- L'AGRICOLTURA URBANA E LA CITTÀ' GIARDINO  
SE di regolazione, socio-culturali e approvvigionamento
- IL PLUS DELLE CAVE  
SE socio-culturali e di regolazione
- IL FIUME DA SVELARE  
LA SGARBITA' di SE di regolazione e di supporto (habitat)
- IL PAESAGGIO DELLE INFRASTRUTTURE  
INTEGRARE E SITOARE  
SE di regolazione
- LA CINTURA AGRICOLA  
ADORNARE + MULTIFUNZIONALITA'  
SE di approvvigionamento e integrazione con gli altri SE
- LA CITTÀ' STORICA  
SE socio-culturali
- LA CITTÀ' Densa  
I FRAMMENTI E LA RETE  
SE di regolazione e socio-culturali



Scenario: Infrastruttura verde e blu di progetto (Tav.4)



## L'infrastruttura verde e blu di progetto

Legenda della tavola 4 «Scenario: Infrastruttura verde e blu di progetto». La legenda è dotata del riferimento alle categorie dell'abaco.

- Azioni per lo scenario della IVB di progetto:**
- 

④ Ridisegno della sezione stradale, per il rallentamento dei veicoli, una percorrenza ciclo-pedonale sicura e maggiore disponibilità di aree verdi efficaci.  
Riferimenti ABACO: **II. NBS PER LA RIVITALIZZAZIONE DELLA CITTÀ**
  - 

SUDS di insieme – Progetto integrato per la gestione sostenibile delle acque meteoriche negli ambiti produttivi.  
Riferimenti ABACO: **I. SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS)**
  - 

⑤ Progetti speciali  
5a - Caffaro  
5b - Molla  
5c - Castello  
Riferimenti: **PROGETTI SPECIALI**
  - 

De-impermeabilizzazione di parcheggi, piazzali, strade  
Riferimenti ABACO: **I. SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS)**
  - 

Verifica puntuale della possibilità di riapertura di tratti tombati del Garza.  
Riferimenti ABACO: **II. NBS PER LA RIVITALIZZAZIONE DELLA CITTÀ**
  - 

⑥ Progetto del fossato ai piedi delle mura per la raccolta delle acque meteoriche urbane, in particolare provenienti dall'area Caffaro tramite riapertura totale del Garza, oppure realizzazione del solo fossato al di sopra del torrente.  
Riferimenti ABACO:  
**I. SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS)**  
**II. NBS PER LA RIVITALIZZAZIONE DELLA CITTÀ**

- 

⑦ Progettazione paesaggistica della fascia a margine delle infrastrutture tramite interventi diversificati.  
7a – SUDS per la gestione delle acque meteoriche di provenienza urbana e sistemi di fitodepurazione per il recupero della risorsa  
7b – SUDS per la gestione delle acque di dilavamento stradale e sistemi di fitodepurazione per il recupero della risorsa  
7c – Interventi di forestazione nelle aree intercluse tra le infrastrutture. La biomassa legnosa può essere riutilizzata in alcune filiere come materia prima  
7d – Inserimento di impianti fotovoltaici a margine delle infrastrutture per produzione energetica e realizzazione di fascia di protezione tra il campo e la strada
- 

Inserimento di sistemi lineari di vegetazione (filari a T) volti all'integrazione delle infrastrutture nel paesaggio ricostruendo trame e giaciture.  
Riferimenti ABACO:  
**I. SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS)**  
**II. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEI PAESAGGI INFRASTRUTTURALI**
- 

Ricostruzione dell'agroecosistema (Riqualificazione del reticolo idrico principale, incremento dell'equipaggiamento vegetazionale nel rispetto delle giaciture tramite adesione delle idonee misure Piano di Sviluppo Rurale)  
Riferimenti ABACO:  
**IV. NBS PER LA FUNZIONALITÀ DEL RETICOLO IDROGRAFICO**  
**V. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI AGROECOSISTEMI**
- 

⑧ Area di intervento della vasca di laminazione per il torrente Garzetta  
Riferimenti:  
**QUADERNO DEGLI AMBITI DI PROGETTO**
- 

Azioni di miglioramento dell'ecosistema forestale e azioni a sostegno della fruizione sostenibile in sinergia con il PLUS  
Riferimenti ABACO:  
**VI. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI ECOSISTEMI FORESTALI**
- 

Cemiera: transizione tra il sistema urbano e il sistema collinare e nodi di relazione  
Riferimenti:  
**QUADERNO DEGLI AMBITI DI PROGETTO**
- 

Interventi di inserimento paesaggistico delle infrastrutture programmate  
Riferimenti ABACO:  
**II. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEI PAESAGGI INFRASTRUTTURALI**

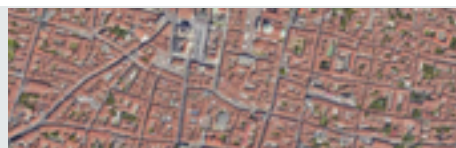
### Gli ambiti di progetto

Ad ogni paesaggio corrispondono NBS più appropriate di altre. Per questo motivo l'Abaco associa un elenco di NBS auspicabili ad ogni Ambito di Progetto.

Nella sezione 2 sono poi presentate le singole schede delle NBS ritenute più idonee ai paesaggi bresciani, raggruppate in categorie tematiche per agevolarne la consultazione.

#### Individuazione degli Ambiti di Progetto

- A\_Città storica
- B\_Il fiume da svelare
- C\_Città densa della pianura alluvionale del Mella
- D\_Città densa della pianura alluvionale del Garza
- E\_Il paesaggio delle infrastrutture
- F\_Agricoltura in città
- G\_Plis delle colline
- H\_Cintura agricola
- I\_Plis delle cave



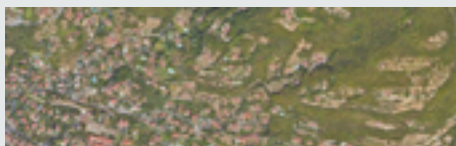
Ambito di progetto A  
Città storica



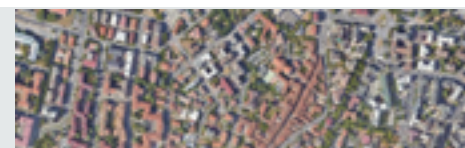
Ambito di progetto E  
Il paesaggio delle infrastrutture



Ambito di progetto F  
Agricoltura in città



Ambito di progetto G  
Plis delle Colline



Ambiti di progetto C  
Città densa della pianura alluvionale del Mella  
Ambiti di progetto D  
Città densa della pianura alluvionale del Garza



Ambito di progetto B  
Il fiume da svelare



Ambito di progetto H  
Cintura agricola



Ambito di progetto I  
Plis delle Cave



## Le NBS per la Città storica

- Dispositivi per migliorare il confort climatico, il benessere e la vegetazione
    - alberate ombreggianti
    - arredi verdi delle piazze
    - verde tecnologico (tetti verdi, pareti verdi)
    - pergole
    - micro parchi
  - Strutture vegetali areali (macchie arboree/arbustive) e lineari da associare al verde urbano esistente (filari, siepi e siepi arborate)
  - Percorsi ciclopedonali
  - Deimpermeabilizzazioni di parcheggi, piazzali, strade
  - Pavimentazioni drenanti/permeabili
  - SUDS per i tessuti urbani (residenziali, servizi, scuole, servizi sanitari, ecc) da associare al verde urbano esistente:
    - Fossi vegetati, fossi e trincee drenanti
    - Rain garden
- Per i tessuti misti (Sub UPA 1B):
- SUDS per infiltrazione e per trattenuta:
    - Impianti per lo stoccaggio e il riuso dell'acqua meteorica
    - Fossi vegetati, fossi e trincee drenanti
  - Riapertura di corsi d'acqua urbani tombati

### Categorie di riferimento dell'abaco:

- I. SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS)
- II. NBS PER LA RIVITALIZZAZIONE DELLA CITTÀ
- IV. NBS PER LA FUNZIONALITÀ DEL RETICOLO IDROGRAFICO

### Quaderno degli ambiti di progetto:

«A - AMBITO DI PROGETTO DELLA CITTÀ STORICA, Sub UPA 1A, 1B»



Ambito A  
Città storica



Microparchi



Giardini urbani



Aree pedonali e alberate  
ombreggianti



Aree drenanti vegetate



Integrazioni al verde esistente



Pavimentazioni drenanti



## Le NBS per la città densa

- Dispositivi per la mitigazione dell'isola di calore, cattura CO<sub>2</sub>, qualità urbana
  - alberate ombreggianti, verde tecnologico (tetti verdi, pareti verdi), pergole, micro parchi
- Strutture vegetali areali (macchie arboree/arbustive) e lineari da associare al verde urbano esistente (filari, siepi e siepi arborate)
- Strutture vegetali lungo le strade urbane (filari e alberate urbane con associati rain garden, fossi vegetati)
- Recinzioni verdi e siepi con funzione filtro e per la cattura delle polveri e l'assorbimento degli inquinanti
- Giardini condivisi
- Orti urbani
- Deimpermeabilizzazioni di parcheggi, piazzali, strade
- Percorsi ciclopedonali
- Ridisegno della sezione stradale
- SUDS per i tessuti urbani (residenziali, servizi, scuole, servizi sanitari, etc.) da associare al verde urbano esistente:
  - Trincee, fossi, fossi vegetati
  - Rain garden
- Riqualificazione reticolo idrografico minore
- Rinaturalizzazione di corsi d'acqua
- Riapertura di corsi d'acqua urbani tombati

### Per i tessuti industriali/produttivi

- SUDS per infiltrazione e per trattenuta:
  - Impianti per lo stoccaggio e il riuso dell'acqua meteorica
  - Fossi vegetati, fossi e trincee drenanti
- Strutture vegetali per recupero, stoccaggio, fitodepurazione e riuso dell'acqua meteorica e/o di processo produttivo:
  - Bacini di infiltrazione e bioritenzione
  - Fitodepurazione
- Strade e piazzali ad allagamento controllato
- Coltivazione fuori suolo in bancali, in contenitori, colture idroponiche o comunque fuori terra nelle aree da bonificare

### Categorie di riferimento dell'abaco:

- I. SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS)
- II. NBS PER LA RIVITALIZZAZIONE DELLA CITTÀ
- III. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEI PAESAGGI INFRASTRUTTURALI
- IV. NBS PER LA FUNZIONALITÀ DEL RETICOLO IDROGRAFICO

### Quaderno degli ambiti di progetto:

«B - AMBITO DI PROGETTO DELLA CITTA' Densa della Piana Alluvionale del Mella, Sub UPA 2B, 2C, 2D, 17A, 19B, 19C, 21A»

«C - AMBITO DI PROGETTO DELLA CITTA' Densa della Piana Alluvionale del Garza, Sub UPA 3A, 4A»

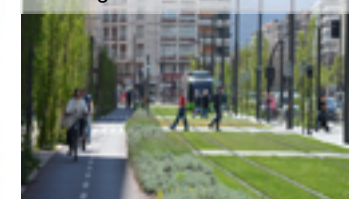
- Ambito C  
Città densa della pianura alluvionale del Mella
- Ambito D  
Città densa della pianura alluvionale del Garza



Parchi e aree verdi urbane



Ridisegno sezione stradale



Tetti verdi



Gestione sostenibile delle acque meteoriche da strade e piazzali



Fossi drenanti integrati nelle aiuole stradali



Riapertura canali tombati



## Le NBS per il fiume da svelare

- Riqualificazione fluviale
- Rinaturalizzazione di corsi d'acqua e risagomatura degli alvei
- Formazione di aree golenali:
  - vegetazione riparia
  - zone e boschi umidi
- Zone e boschi umidi, macchie e fasce boscate

### Per l'agroecosistema attraversato:

- Riqualificazione del reticolo idrografico minore
- Formazione di stagni, zone umide e aree di ritenuta, anche collegate al reticolo
- Aree agricole temporaneamente allagabili
- Equipaggiamento vegetazionale delle aree agricole:
  - filari
  - siepi e fasce tampone/filtro
  - macchie boscate

### Per i margini delle infrastrutture:

- Forestazione a completamento del progetto di "forestazione –Sistema infrastrutturale Autostrada-Tangenziale» e in coerenza con la trama del paesaggio
- Fasce filtro con pannelli fotovoltaici

### Per i tessuti industriali/produttivi

- SUDS per la gestione delle acque meteoriche di provenienza urbana e sistemi di fitodepurazione per il recupero della risorsa
- Deimpermeabilizzazioni di parcheggi, piazzali, strade e SUDS per l'infiltrazione

### Categorie di riferimento dell'abaco:

- I. SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS)
- III. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEI PAESAGGI INFRASTRUTTURALI
- IV. NBS PER LA FUNZIONALITA' DEL RETICOLO IDROGRAFICO
- V. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI AGROECOSISTEMI

### Quaderno degli ambiti di progetto:

«B - AMBITO DI PROGETTO DEL FIUME DA SVELARE, Sub UPA 2A, 5A, 19A, 20A»



Ambito B  
Il fiume da svelare



Rinaturalizzazione degli alvei



Aumento dello spazio fluviale



Aree umide e fitodepurazione



Boschi golenali e fasce tampone



Allagamenti area agricole temporanei



Fasce filtro dalle aree agricole



## Le NBS per l'agricoltura in città

- Margini città campagna con equipaggiamento vegetale:
  - filari
  - siepi e fasce tampone/filtro
  - macchia boscata
- Orti urbani
- Riqualificazione e riapertura dei corsi d'acqua tombati
- Riqualificazione e riconnessione del reticolo idrografico principale e minore:
  - Rinaturalizzazione di corsi d'acqua e risagomatura degli alvei
  - Rinaturalizzazione spondale mediante l'ingegneria naturalistica
  - Formazione di stagni, zone umide e aree di ritenuta
  - Conservazione e rivitalizzazione delle risorgive e dei fontanili
- Percorsi verdi ciclopedonali
- Sistemazioni agrarie al piede dei versanti in prossimità degli impluvi: interventi di disconnessione delle acque parassite
- SUDS per la gestione delle acque meteoriche di provenienza urbana
- Deimpermeabilizzazioni di parcheggi, piazzali, strade

### Categorie di riferimento dell'abaco:

- I. SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS)
- IV. NBS PER LA FUNZIONALITA' DEL RETICOLO IDROGRAFICO
- V. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI AGROECOSISTEMI
- VI. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI ECOSISTEMI FORESTALI

### Quaderno degli ambiti di progetto:

«F - AMBITO DI PROGETTO DELL'AGRICOLTURA IN CITTA', Sub UPA 3B, 3C, 21B, 23A, 26A»

Ambito F  
Agricoltura in città



Ricostruzione margine



Orti urbani per condividere



Percorsi verdi ciclopedonali



Agroecosistema con alternanza di boschi, filari e aree coltivate



Agricoltura urbana e didattica ambientale



Suds per la gestione delle acque meteoriche di provenienza urbana





## Le NBS per la cintura agricola

- Equipaggiamento vegetale dell'area agricola:
  - filari
  - siepi e fasce tampone/filtro
  - macchia boscata
  - colture no-food
- Orti urbani
- Inondazioni temporanee in aree agricole
- Percorsi verdi ciclopeditoni
- Riqualficazione e riconnessione del reticolo idrografico principale e minore:
  - Rinaturalizzazione di corsi d'acqua e risagomatura degli alvei
  - Rinaturalizzazione spondale mediante l'ingegneria naturalistica
  - Formazione di stagni, zone umide e aree di ritenuta
  - Conservazione e rivitalizzazione delle risorgive e dei fontanili
- Deimpermeabilizzazioni di parcheggi, piazzali, strade
- SUDS per la gestione delle acque meteoriche di provenienza urbana

### Per i margini delle infrastrutture:

- Formazioni a T
- Forestazione e Biomassa/Culture no-food
- Fasce filtro con pannelli fotovoltaici
- Siepi e fasce tampone/filtro

### Categorie di riferimento dell'abaco:

- I. SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS)
- IV. NBS PER LA FUNZIONALITA' DEL RETICOLO IDROGRAFICO
- V. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI AGROECOSISTEMI

### Quaderno degli ambiti di progetto:

«H - AMBITO DI PROGETTO DELLA CINTURA AGRICOLA, Sub UPA 20B, 22A»



Ambito H  
Cintura agricola



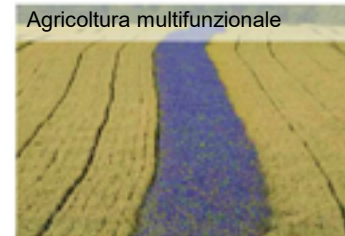
Aree agricole e sistemi lineari



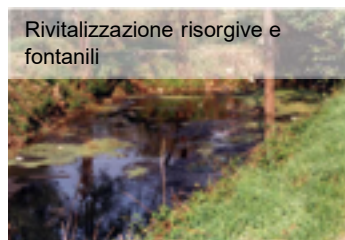
Riqualficazione reticolo irriguo



Itinerari e percorsi per la  
fruizione lenta



Agricoltura multifunzionale



Rivitalizzazione risorgive e  
fontanili



Stagni per la gestione delle  
acque e la conoscenza

## Le NBS per il Plis delle Colline

- Miglioramento dell'ecosistema forestale con metodi e strumenti della silvicoltura naturalistica
- Ricostruzione del mantello (fasce ecotonali arbustive - arboree)
- Gestione multifunzionale del bosco
- Gestione acque parassite ai piedi dei versanti
- Conversione delle sistemazioni dei vigneti da ritocchino a girapoggio con mantenimento dello strato erbaceo (versanti più acclivi)
- Miglioramento dell'ecosistema agricolo con equipaggiamento vegetale (siepi, filari) e riqualificazione del reticolo irriguo minore.
- Fruizione sostenibile (sentieristica, sinergie Plis, etc.)

### Categorie di riferimento dell'abaco:

- IV. NBS PER LA FUNZIONALITA' DEL RETICOLO IDROGRAFICO
- V. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI AGROECOSISTEMI
- VI. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI ECOSISTEMI FORESTALI

### Quaderno degli ambiti di progetto:

«G- AMBITO DI PROGETTO DEL PLIS DELLE COLLINE, Sub UPA 7A, 7B, 7C, 7D, 8A, 9A, 16A, 27A»

Ambito G  
Plis delle colline



Silvicoltura naturalistica



Miglioramento ecosistema forestale



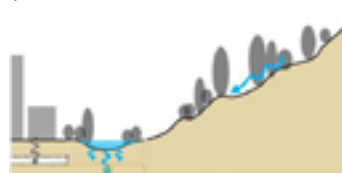
Ricostruzione del mantello



Fruizione sostenibile



Gestione acque parassite al  
piede dei versanti



Vigneti associati a fascia  
erbacea



## Le NBS per il Plis delle Cave

- Recupero ambiti estrattivi di pianura
  - Diversificazione habitat con modellazione morfologica sponale e isolotti
  - Rinaturalizzazione, controllo dell'erosione e della stabilità sponale
  - Fitodepurazione
  - Interventi compatibili per la fruizione (osservatori faunistici, passerelle, sentieri nelle aree meno naturali)
- Riqualificazione e riconnessione del reticolo idrografico principale e minore:
  - Rinaturalizzazione di corsi d'acqua e risagomatura degli alvei
  - Rinaturalizzazione sponale mediante l'ingegneria naturalistica
- Equipaggiamento vegetale dell'area agricola:
  - filari
  - siepi e fasce tampone/filtro
  - macchia boscata
- Mitigazione margini delle infrastrutture:
  - Formazioni a T
  - Forestazione e Biomassa/Culture no-food
  - Siepi e fasce tampone/filtro
- Deimpermeabilizzazioni di parcheggi, piazzali, strade
- SUDS per la gestione delle acque meteoriche di provenienza urbana

### Categorie di riferimento dell'abaco:

- I. SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS)
- II. NBS PER LA RIVITALIZZAZIONE DELLA CITTÀ
- IV. NBS PER LA FUNZIONALITÀ DEL RETICOLO IDROGRAFICO
- V. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI AGROECOSISTEMI

### Quaderno degli ambiti di progetto:

«I - AMBITO DI PROGETTO DEL PLIS DELLE CAVE, Sub UPA 23A, 23B»

Ambito I  
Plis delle cave



Recupero ambiti estrattivi di pianura



Aree umide e fitodepurazione



Rinaturalizzazione degli alvei



Funzioni ricreative



Macchie boscate, fasce filtro/tampone, vegetazione riparia



Inserimento paesistico delle infrastrutture esistenti e di progetto



# 1. LE NBS PER GLI AMBITI DI PROGETTO

NBS E PAESAGGI

## Le NBS per i paesaggi delle infrastrutture

- Deimpermeabilizzazioni di parcheggi, piazzali, strade

### Per l'agroecosistema attraversato:

- Riconnessione e riqualificazione del reticolo idrografico minore
- Formazioni vegetali diversificate con funzione filtro
  - Formazioni a T
  - Siepi e fasce tampone/filtro
  - Biomassa/Culture no-food
  - Forestazione
  - Fasce filtro con pannelli fotovoltaici

### Categorie di riferimento dell'abaco:

- I. SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS)
- III. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEI PAESAGGI INFRASTRUTTURALI
- V. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI AGROECOSISTEMI

### Quaderno degli ambiti di progetto:

«E - AMBITO DI PROGETTO DEL PAESAGGIO DELLE INFRASTRUTTURE,  
Sub UPA 19D, 21C»

Ambito E  
Il paesaggio delle infrastrutture





Le NBS nascono per affrontare in modo sostenibile alcune delle sfide odierne, quali: cambiamenti climatici, rischio idro-geologico e disastri ambientali, sicurezza alimentare, sicurezza dell'acqua, salute umana, scarsità di risorse e sviluppo sociale ed economico, degrado degli ecosistemi e del paesaggio causato dai processi di urbanizzazione e dai cambiamenti climatici, recupero e miglioramento della biodiversità. Possono essere ricondotte a categorie diverse, in base ai paesaggi all'interno dei quali la natura lavora per affrontare le sfide di cui sopra.

La letteratura nazionale e internazionale è molto ricca di abachi/cataloghi di NBS ai quali è comunque utile fare riferimento. Peraltro è parso utile riportare una scelta di NBS, espressamente riferite alle problematiche del territorio bresciano. Sono state suddivise in sei tematiche diverse.

Le categorie di NBS del presente abaco sono:

### **I. Sistemi urbani di drenaggio sostenibile (SUDS)**

Interventi per mitigare gli effetti, sia quantitativi che qualitativi, dell'impermeabilizzazione del suolo e del collettamento delle acque meteoriche in aree urbane e, contestualmente, migliorare i paesaggi urbani

### **II. NBS per la rivitalizzazione della città**

Includono:

#### **a) soluzioni per suoli-acque-vegetazione**

NBS che contribuiscono a strutturare l'IVB urbana; in questa categoria rientrano anche alcuni interventi della Categoria 1. Sono state scorporate in categorie diverse, per comodità di consultazione.

#### **b) soluzioni per le aree in trasformazione/transizione e recuperi ambientali**

#### **c) verde tecnico**

include le tipologie di NBS, generalmente applicate in ambiti urbani, che richiedono soluzioni tecnologiche particolari finalizzata a realizzare strati vegetativi su superfici che non sono in contatto con il suolo naturale.

### **III. NBS per il miglioramento dei paesaggi infrastrutturali**

include le tipologie di NBS atte a migliorare il Paesaggio delle Infrastrutture e fornire benefici in termini di riduzione dei disturbi in corrispondenza dei margini delle infrastrutture lineari e delle fasce dei paesaggi attraversati.

### **IV. NBS per la funzionalità del reticolo idrografico**

NBS utili ad un efficace funzionamento del reticolo idrografico, compresi gli ecosistemi fluviali (dunque che considera contemporaneamente aspetti idraulici, di qualità delle acque e, in generale, di paesaggio)

### **V. NBS per il miglioramento degli agroecosistemi**

includono:

#### **a) aree di transizione città campagna**

sono incluse in questa famiglia le NBS che possono aiutare a mitigare le interferenze (tipicamente fasce tampone) e ricostruire relazioni sinergiche (tipicamente elementi vegetali lineari e sistemi a rete) tra due paesaggi potenzialmente interferenti tra loro (dal punto di vista strutturale e funzionale).

#### **b) aree agricole/rurali**

distinto in Areale e Lineare; include quelle tipologie di NBS che contribuiscono a strutturare la GBI in paesaggi agricoli.

### **VI. NBS per il miglioramento degli ecosistemi forestali**

include le tipologie di NBS idonee alla gestione multifunzionale del bosco e delle sistemazioni al piede dei versanti e ai margini boscati.



### Quali NBS in quali paesaggi?

La tabella aiuta a selezionare le Nature Based Solutions (NBS) più adatte per il completamento / la costruzione della Infrastruttura Verde e Blu (IVB) nei diversi ambiti di paesaggio, mostrando i legami tra tipi di paesaggio e le categorie di NBS idonee. Nei titoli delle colonne sono individuate le 6 categorie in cui sono raggruppate le tipologie di NBS.

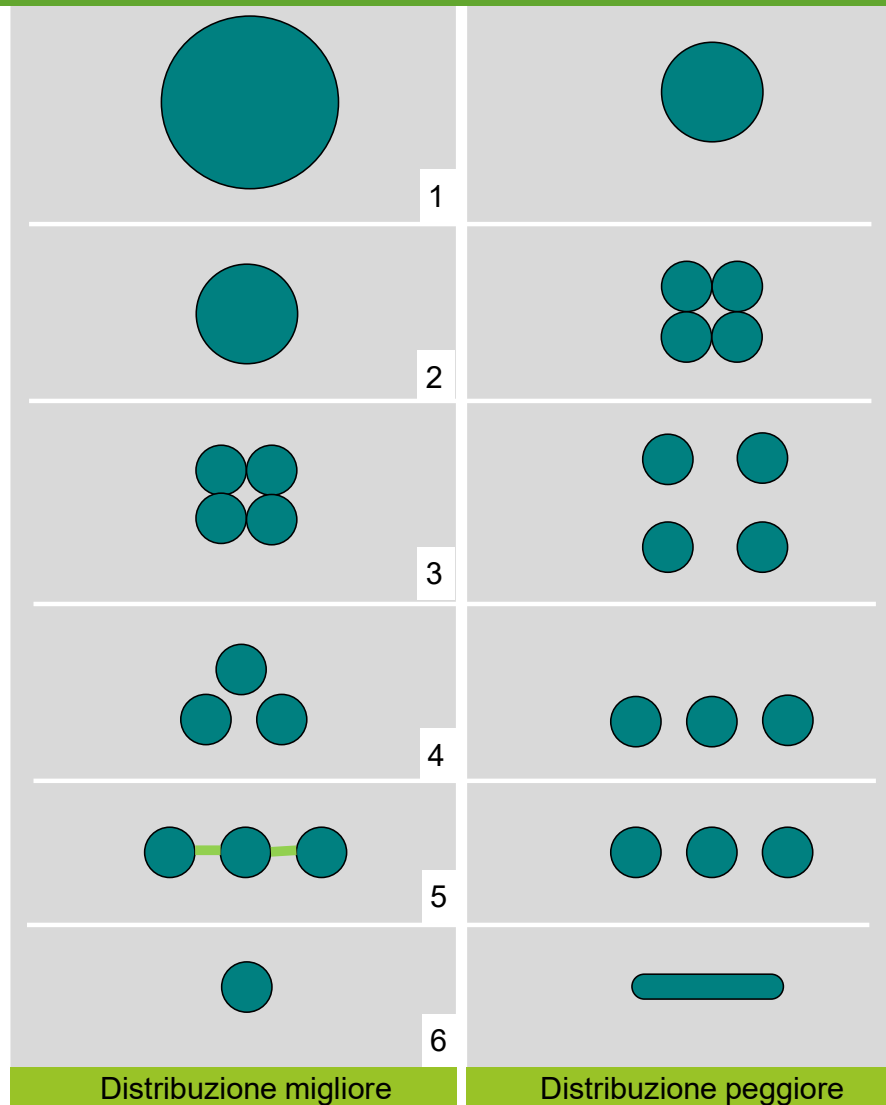
categorie di NBS  Ambiti di progetto	1. Sistemi Urbani di Drenaggio Sostenibile (SUDS)	2. NBS per il funzionamento del reticolo idrografico	3. NBS per il miglioramento dei paesaggi infrastrutturali	4. NBS per la rivitalizzazione della città			5. NBS per il miglioramento degli agroecosistemi		6. NBS per il miglioramento o degli ecosistemi forestali
				a) soluzioni per suoli-acque-vegetazione	b) Soluzioni per le aree in trasformazione/transizione e recuperi ambientali	c) verde tecnico	a) nelle aree di transizione città campagna	b) nelle aree agricole/rurali	
Città storica (A)		●		●		●			
Città densa (C-D)	●	●		●		●			
Paesaggi delle infrastrutture (E)	●		●	●	●				
Agricoltura in città (F)		●					●	●	
Cintura agricola (H)		●	●					●	
Fiume da svelare (B)		●	●				●	●	
Plis delle colline (G)							●		●
Plis delle cave (I)		●					●		●

### La lettura delle aree verdi: dimensioni e distribuzioni incidono sui benefici delle NBS

Gli schemi a fianco scaturiscono da alcune considerazioni del grande ecologo Diamond (1975), il quale, sintetizzando una quantità di osservazioni e dati, mise a punto lo schema ridisegnato.

Gli schemi sono indicativi per l'ottimizzazione della distribuzione degli spazi aperti: in genere le macchie tendenti al cerchio tendono a minimizzare la dispersione di energia (schema 1), una macchia grande è più efficace di tante piccole di medesima estensione totale (schema 2), se non è possibile avere un'unica macchia grande, è necessario ridurre al minimo le distanze tra le macchie (schema 3), configurazioni a gruppi sono più efficaci di quelle lineari (schema 4), più le macchie sono piccole e con distribuzione regolare, più è importante che siano connesse, se una macchia è piccola, meglio che tenda alla circonferenza piuttosto che alla linearità.

Si nota come le configurazioni presenti negli schermi possono riferirsi molto bene al verde urbano e fornirne indicazioni utili. Per esempio lo schema 6 ci racconta che le tipiche aiuole stradali a striscia sono poco efficaci, ma la 5 ci racconta quanto sia importante mantenere connesse al suolo le alberate attraverso strisce di terreno profondo unitarie, invece che in buche coperte da griglie.



### La lettura delle aree verdi: tipo di margine e forma per NBS capaci di portare benefici al contesto

Gli schemi a fianco scaturiscono da alcune considerazioni su dimensioni, forme e margini degli spazi aperti in riferimento al contesto (più o meno interferente) e agli effetti possibili sulle prestazioni degli spazi aperti.









I margini sono importanti per i meccanismi di scambio/relazione dello spazio aperto con il contesto adiacente (fonte: Gibelli et al, Il paesaggio delle frange urbane, 2000). La localizzazione in contesti fortemente contrastanti, dà origine a margini negativi, prefigurando l'abbassamento delle prestazioni e dei benefici verso la città costruita.

Più piccole sono le aree, più risentono di quanto avviene ai margini: in genere i benefici erogabili tendono ad essere minori.


Più il margine è frastagliato, più le interazioni saranno possibili: i margini frastagliati possono essere utili a riverberare gli effetti su un contesto più ampio, ma solo quando gli spazi aperti sono di grandi dimensioni e ben strutturati e il contesto non induce disturbi intensi e prolungati sull'area verde.


Pertanto, un'area verde di piccole dimensioni, circondata da cemento, con forma irregolare e con un margine frastagliato, risulta meno efficace nel produrre benefici al contesto. In un'area piccola è meglio una forma tendente alla circonferenza, in quanto ottimizza il rapporto superficie/perimetro riducendo le interazioni col contesto.

L'immagine a lato riporta una serie di casistiche con dimensioni, forme e tipi di margini diverse. La soglia che definisce le aree "piccole" non da esprimersi in termini di superficie, ma di megacalorie prodotte. Le aree di piccole dimensioni, sono individuate nella mappa "Funzionalità degli spazi aperti".

Codice	Combinazione	Esempio grafico	Commenti
1	Grande Poco frastagliato Margine positivo		Area resistente
2	Piccolo Poco frastagliato Margine positivo		Area vulnerabile per le ridotte dimensioni, ma sostenuta dal contesto
3	Medio Frastagliato Margine positivo		In caso di margini positivi, la frastagliatura aiuta le interazioni con il contesto
4	Medio Poco frastagliato Margine negativo		Area a rischio a causa dei margini negativi
5	Medio Frastagliato Margine negativo		Significativi interferenze e disturbi dal contesto per via di forma e margini
6	Piccolo Poco frastagliato Margine negativo		Area residuale, vulnerabile
7	Piccolo Frastagliato Margine positivo		Area residuale, ma sostenuta dal contesto. Modifiche al contorno possono incidere significativamente
8	Piccolo Frastagliato Margine negativo		Area residuale, molto vulnerabile e scarsamente efficace

#### Combinazioni tra ESTENSIONE, FRASTAGLIATURA E TIPO DI MARGINE

 margini positivi, interagiscono con elementi sinergici: possono aumentare l'erogazione di SE

 margini negativi, interagiscono con elementi contrastanti: possono incidere negativamente sull'erogazione di SE



# 2

---

# I. SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS)

FOSSI VEGETATI, FOSSI E TRINCEE DRENANTI

RAIN GARDEN

BACINI DI RITENUTA

GLI «ALBERI DELLA PIOGGIA»

STAGNI E ZONE UMIDE

STRADE E PIAZZALI AD ALLAGAMENTO CONTROLLATO

PAVIMENTAZIONI PERMEABILI

IMPIANTI PER LO STOCCAGGIO E IL RIUSO DELL'ACQUA METEORICA



## L'impatto dell'impermeabilizzazione del suolo e qualità dell'acqua

E' nota l'importanza della gestione delle acque urbane per la sostenibilità e vivibilità non solo delle città, ma anche dei paesaggi extraurbani, la cui salubrità dipende dalla qualità delle acque che li irrigano e li nutrono, comprese quelle di provenienza urbana.

L'acqua di pioggia è una risorsa che sta diventando sempre più preziosa a fronte delle scarsità/siccità prolungate indotte dai Cambiamenti Climatici.

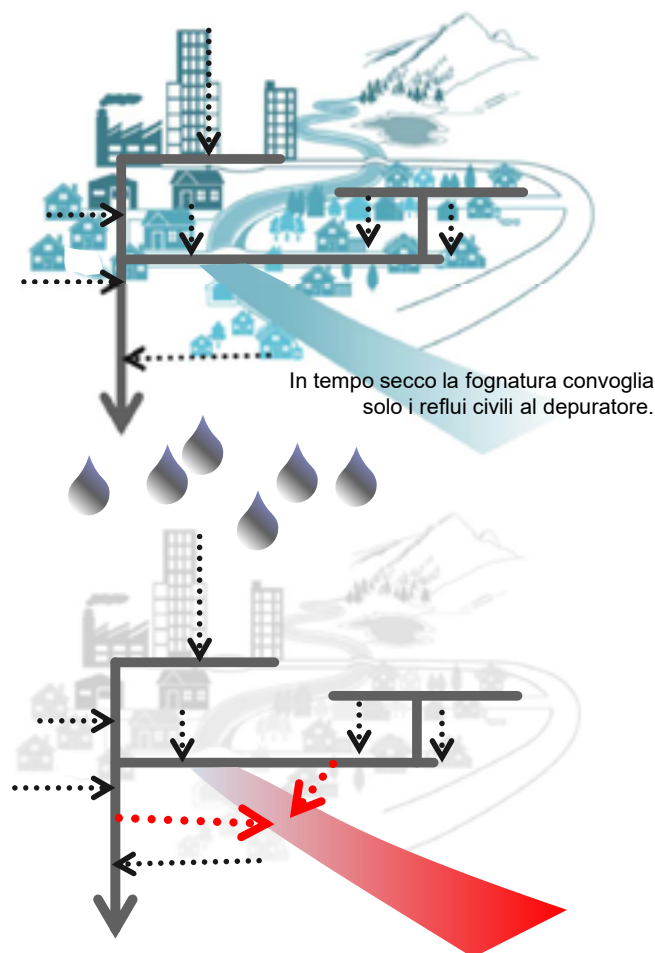
Le attuali modalità di gestione sono però totalmente inadeguate nei confronti della conservazione della risorsa acqua, della mitigazione delle alluvioni urbane, per la gestione del verde urbano, infine per gli ecosistemi fluviali interni e esterni alle aree urbane che ricevono le acque in uscita dalle città.

Infatti, quando piove sulle grandi aree urbanizzate, le masse d'acqua piovana scorrono molto velocemente sulle superficie impermeabili fino a trovare canaline, caditoie, tubi delle reti fognarie che dovrebbero recapitare i reflui diluiti all'impianto di depurazione.

Ma in eventi di pioggia consistenti, le reti fognarie vanno in pressione e quindi una porzione, anche consistente, degli scarichi fognari viene scolmata direttamente nel ricettore finale: in genere un fiume: **ecco che "con la pioggia inquiniamo i fiumi"**.

**Dal momento che nella maggior parte dei casi gli sfioratori lavorano anche con piogge limitate, anche i piccoli eventi generano gran parte del carico inquinante. Infatti, in questi casi, le concentrazioni di inquinanti sono maggiori.**

**Ecco perchè, per la qualità delle acque, è fondamentale inviare meno acqua piovana possibile in rete fognaria.**



Quando piove le reti vanno in pressione e si attivano gli sfioratori: i reflui diluiti dalla pioggia finiscono direttamente nei fiumi. La città inquina i fiumi con l'acqua di pioggia

## L'impermeabilizzazione e la gestione delle acque urbane

Oggi le acque urbane sono un problema crescente che le città faticano ad affrontare: le alluvioni urbane, infatti, sono ovunque in aumento. Prima delle grandi urbanizzazioni, una parte dell'acqua meteorica scorreva lentamente verso i fiumi. Una parte in superficie e una parte, rallentata dalla scabrezza del terreno, delle rocce e della vegetazione, si fermava e infiltrava andando a formare le acque sotterranee e a ricaricare le falde acquifere, i grandi magazzini d'acqua delle valli e delle pianure. Dalle falde superficiali, l'acqua lentamente defluisce verso il mare, talvolta riaffiorando a formare sorgenti e risorgive.

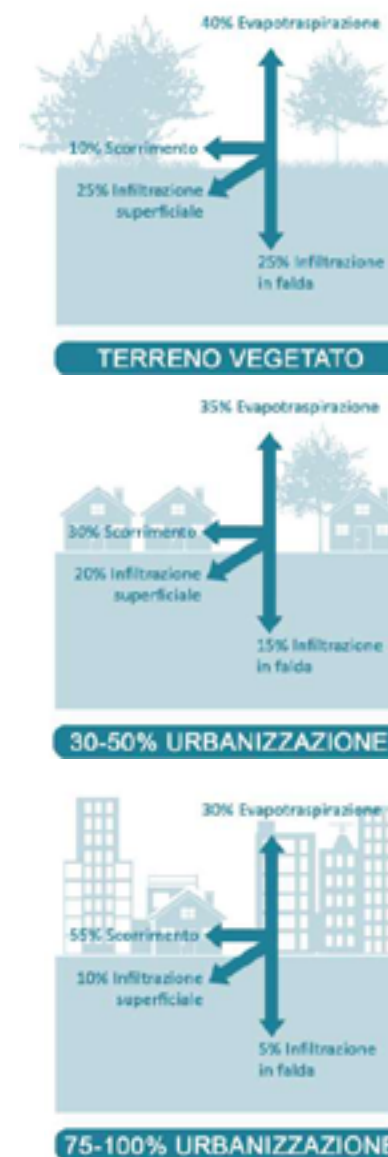
Questo processo è fortemente modificato dall'urbanizzazione: l'impermeabilizzazione dei suoli riduce sensibilmente l'infiltrazione, l'evapotraspirazione, la "scabrezza" delle superfici di scorrimento. Il risultato è un aumento considerevole del cosiddetto run-off, o scorrimento superficiale, che satura i sistemi di collettamento, provocando l'alluvione urbana con frequenze sempre maggiori e, come già scritto, l'inquinamento delle acque superficiali e, di conseguenza, della falda attraverso l'infiltrazione dagli alvei fluviali.

Si tratta di un ciclo dell'acqua totalmente alterato che nuoce alle persone e agli ecosistemi. La valutazione dei SE dell'acqua ha evidenziato come, a Brescia, il tema acque sia ancora più importante del tema del verde.

In ogni caso gli orientamenti del PDV portano sempre a ricercare la migliore integrazione tra acqua, suoli e vegetazione, in nome di una efficacia e una resilienza sempre migliori, così come la Natura ci insegna.

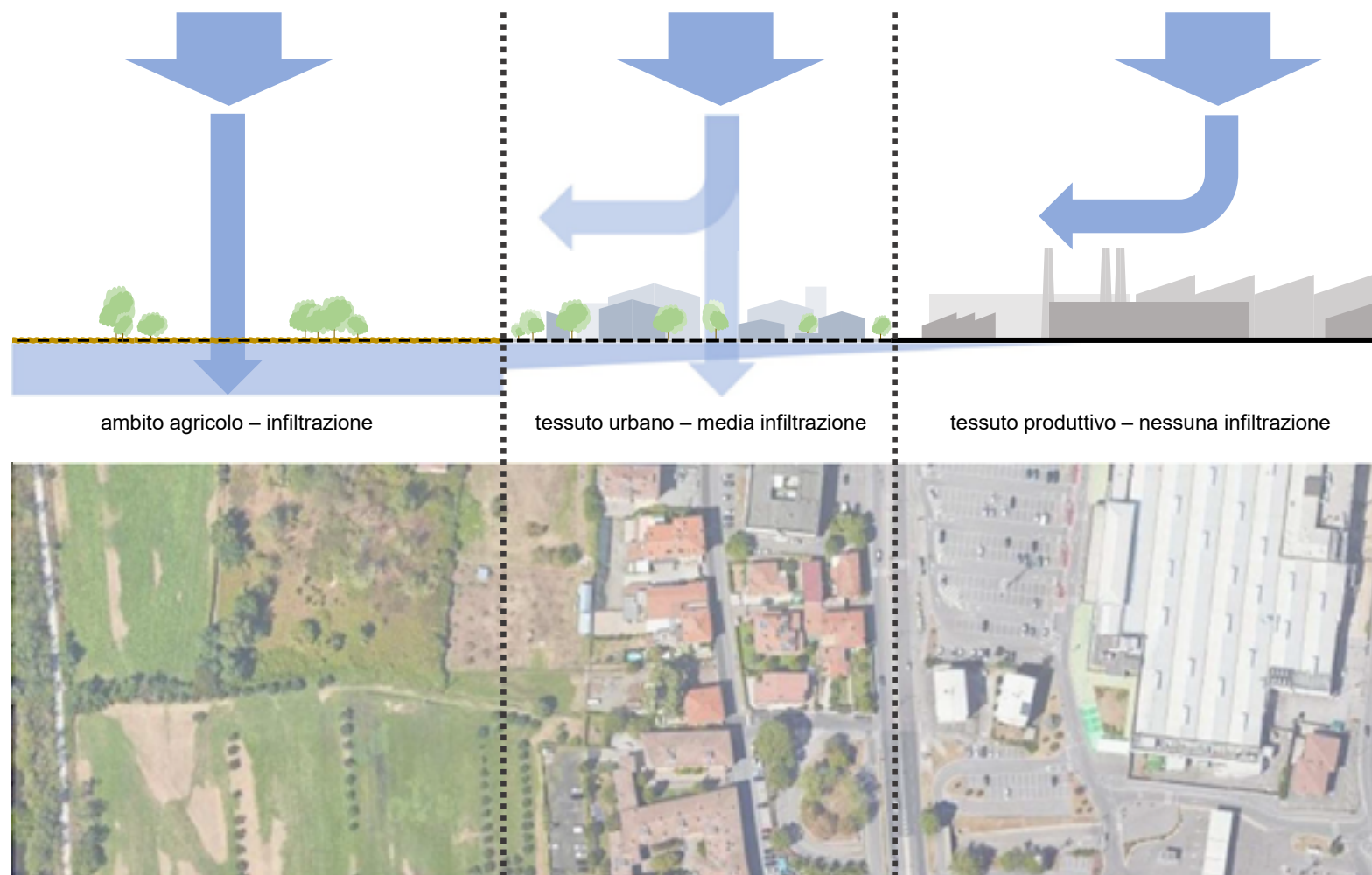
Un tema ulteriore proprio della città di Brescia, è dato dalla presenza del SIN Caffaro, dell'inquinamento dei suoli, delle rogge e della falda che interessa un'area molto ampia nella zona ovest della città, che non può essere interessata da infiltrazioni, per evitare l'ulteriore diffusione di inquinanti. D'altra parte proprio questa caratteristica richiede una cura particolare alle acque e ai suoli, impiegando la vegetazione.

Il PDV ha previsto soluzioni varie a questo proposito, descritte nei quaderni e nel Progetto speciale "Caffaro".





Esempi di diversi livelli di impermeabilizzazione dei suoli a Brescia, nell'ambito della Città densa della piana alluvionale del Mella



## La deimpermeabilizzazione

Per riequilibrare l'assetto idraulico e idrologico delle città, e per fornire maggiori opportunità al verde urbano e alle sue funzioni fondamentali, è necessario ripristinare alcune condizioni cancellate al fine di riequilibrare il ciclo dell'acqua.

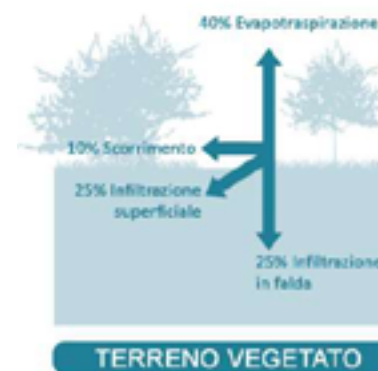
A questo proposito è necessario porsi come obiettivo non solo l'invarianza idraulica, che è dovuta, ma anche l'invarianza idrologica che significa che ogni goccia d'acqua che cade sul suolo deve essere gestita dove cade, e restituita al territorio in condizioni di qualità almeno discreta, lasciando che l'acqua piovana torni a nutrire il paesaggio. I cambiamenti climatici ci presentano siccità estive prolungate, non solo piogge più intense. Meno acqua viene distribuita alla terra durante i periodi di pioggia, più i paesaggi soffriranno le siccità estive, intensificando i problemi legati all'isola di calore. Il verde urbano di Brescia ha sofferto tantissimo l'estate calda del 2023. E' molto probabile che altre ne verranno in futuro.

**La deimpermeabilizzazione** è l'intervento più semplice ed efficace in quanto oltre a migliorare la gestione delle acque, riduce il riscaldamento estivo procurato dall'asfalto e dal cemento, e si presta a creare nuovi spazi per la vegetazione.

**La deimpermeabilizzazione consiste nel rendere nuovamente permeabili aree precedentemente sigillate** (ad es. parcheggi, strade, ciclabili e piazze) **attraverso l'introduzione di materiali drenanti, piccole aree vegetate e/o sistemi di ritenzione vegetata a lato strada.**

L'insieme di queste tipologie di intervento viene chiamata SUDS.

- pavimentazioni permeabili e materiali drenanti,
- fasce filtranti e aree allagabili (fossi drenanti, fasce vegetate, rain garden, etc.)
- spazi urbani morfologicamente diversificati per l'allagamento temporaneo e graduale infiltrazione (piazze e strade)



### Il ruolo dei SuDS nella deimpermeabilizzazione, nel miglioramento della qualità delle acque e del paesaggio

Per mitigare gli effetti, sia quantitativi che qualitativi, dell'impermeabilizzazione del suolo e del collettamento delle acque meteoriche in aree urbane e, contestualmente, migliorare i paesaggi urbani, si sostiene l'impiego diffuso dei Sistemi di Drenaggio Sostenibile, SuDS: sono **opere 'puntuali' che, opportunamente articolate e replicate sul territorio, possono costituire un efficacissimo sistema di gestione delle acque meteoriche, alternativo e/o complementare ai sistemi tradizionali.**

**Si tratta di soluzioni basate sulla natura, NBS**, che coniugano in un'unica soluzione una serie di funzioni importanti: la riduzione del run-off e la creazione di spazi verdi multifunzionali, la permeabilità dei suoli e l'infiltrazione, il miglioramento del microclima, la riduzione degli inquinanti, aumentano l'umidità dei suoli urbani e la loro componente organica che cattura il carbonio atmosferico. Infine, se opportunamente progettati migliorano significativamente il paesaggio urbano.

Tutte queste funzioni permettono di ridurre significativamente la quantità di pioggia sprecata e degradata attraverso l'invio nelle reti fognarie e di aumentare l'acqua reimpressa nel ciclo idrologico.

**Un sistema articolato di SuDS ha inoltre il vantaggio di contribuire alla riqualificazione del paesaggio urbano**, in alternativa a grandi opere quali le vasche di laminazione che, oltre ad avere un impatto notevole sul territorio, difficilmente riescono a garantire funzioni aggiuntive rispetto a quella idraulica, in ragione della scarsa multifunzionalità e 'adattabilità' strutturale che le caratterizza.



Fotosimulazione interventi diffusi in applicazione di SUDS e NBS nell'area industriale di Sesto Uteriano

Fonte: Masterplan degli interventi di drenaggio urbano e gestione delle acque meteoriche nelle aree produttive, a valle della verifica delle criticità e delle possibili soluzioni.  
Progetto pilota per l'area del Sud Est Milano (cod. GEN17006)  
Committente: Polis-Lombardia – Istituto regionale per il supporto alle politiche della Lombardia - Raggruppamento: RTP Studio Majone – Iridra - Gibelli.

## Fossi vegetati

Realizzazione di fossi drenanti sviluppati per raccogliere parte delle acque meteoriche provenienti da strade, parcheggi e per migliorare la qualità del paesaggio urbano.

L'intervento di scavo del fosso prevede: abbassamento del piano di campagna dell'aiuola, rimozione di parti di cordolo stradale e modifica di caditoie e pozzetti (per consentire il deflusso delle acque nelle aiuole).

Gli interventi previsti lungo le strade si articolano in soluzioni tipologiche differenti che comprendono l'inserimento di diversi elementi per la gestione sostenibile delle acque urbane:

- fossi vegetati,
- fossi drenanti non vegetati,
- trincee drenanti con camminamento sopraelevato.

Le pagine successive illustrano l'articolazione di queste componenti all'interno di sezioni tipologiche stradali varie.

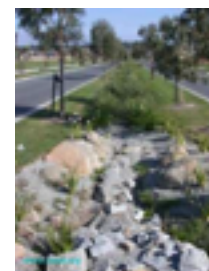
### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Riequilibrio del metabolismo urbano
- Riequilibrio del ciclo idrologico
- Regolazione del microclima
- Regolazione del deflusso
- Infiltrazione delle acque
- fascia filtro di raccolta degli inquinanti stradali
- Qualità fisico percettiva del paesaggio
- Miglioramento percezione e fruizione antropica

Scegliere specie di piante resistenti agli allagamenti e alla siccità (erbacee annuali o perenni, arbusti e alberi di piccola dimensione, canneto).

Si può prevedere la realizzazione di una canaletta di raccolta delle acque sui tratti di aiuola lato strada per agevolare il deflusso delle acque all'interno delle aree verdi.

### Alcuni esempi





### Fossi e trincee: tipologie di cordoli

Lo studio delle pendenze unitamente alla scelta dell'elemento che fa da margine tra la superficie impermeabilizzata (marciapiede, strada, parcheggio etc.) e la superficie drenante, consente di indirizzare le acque del deflusso superficiale verso aiuole, fossi, rain garden.

La scelta della tipologia di cordolo va effettuata in relazione alle quote di progetto e all'uso dello spazio impermeabile.



#### Cordolo ribassato

Il ribassamento del cordolo a livello della carreggiata - in corrispondenza del fosso vegetato, del rain garden o dell'aiuola in generale - agevola il ruscellamento delle acque verso le superfici drenanti.



#### Cordolo forato

Tipologia di cordolo prefabbricato che consente l'intercettazione delle acque e il loro recapito verso superfici drenanti a lato della carreggiata, del marciapiede, del parcheggio.



#### Cordoli alti e bassi in alternanza

Inserimento in alternanza di cordoli di diversa altezza che consentono alle acque di scorrimento superficiale di proseguire il deflusso verso superfici drenanti.

Tale soluzione può essere messa a punto con elementi di altezza diversa o con il posizionamento dello stesso elemento in piano o di taglio.

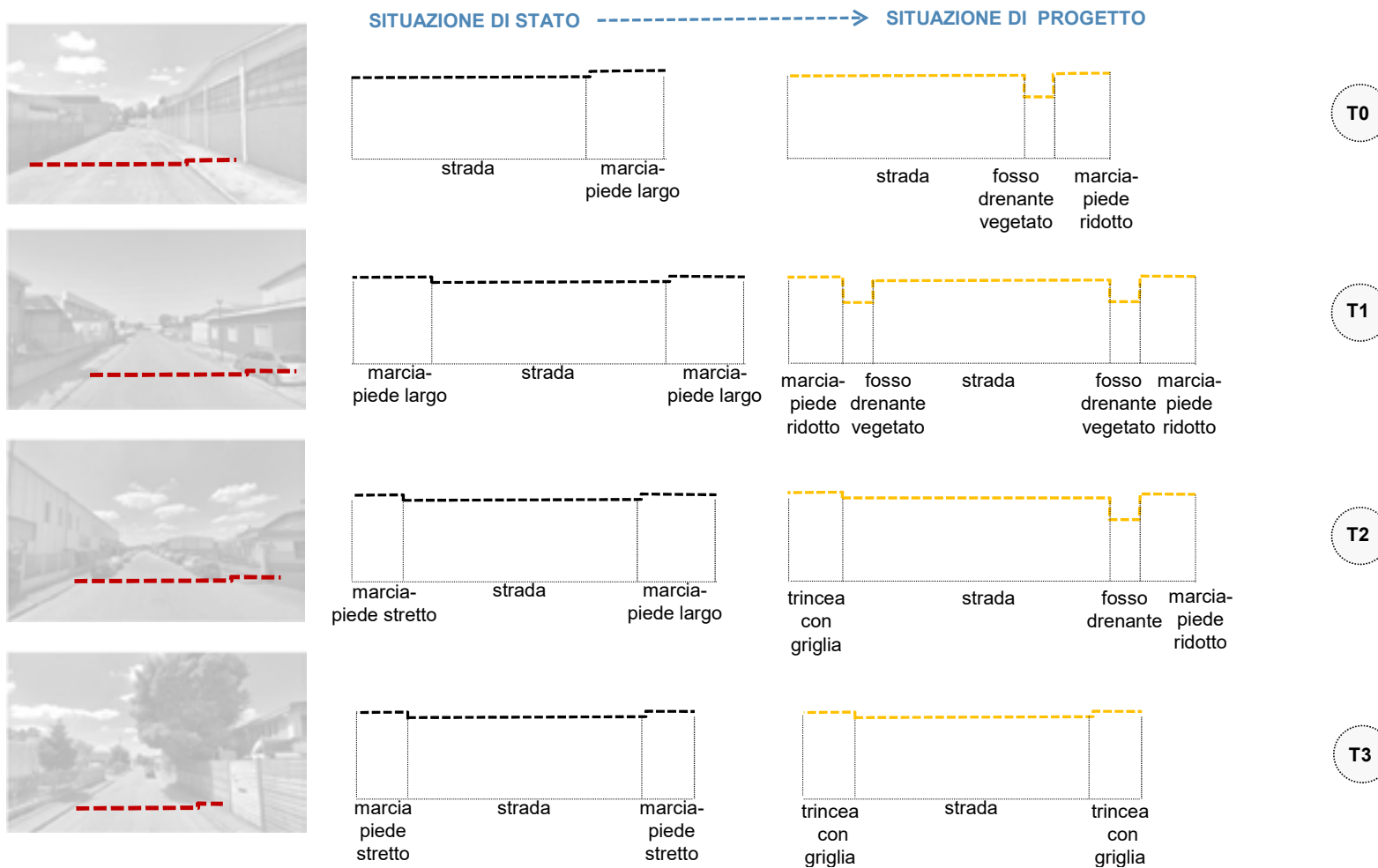
In caso di parcheggi, particolare attenzione va posta alle fondazioni dei cordoli per evitare che le ruote possano divellere il cordolo.



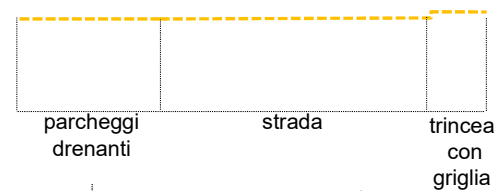
Parcheggio di Mesero, Progetto e foto Studio Gioia Gibelli

### Fossi e trincee drenanti – casistiche sezioni stradali

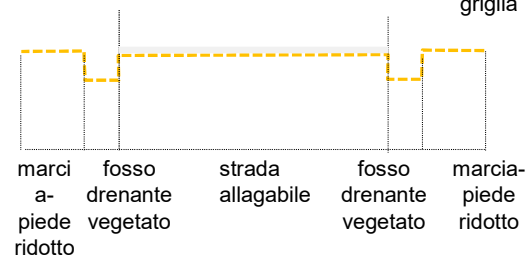
Fonte: Progetto Invarianza idraulica, Sesto Ulteriano,  
RTP Studio Majone- Iridra- Gibelli.



Fonte: Progetto Invarianza idraulica, Sesto Ulteriano,  
RTP Studio Majone- Iridra- Gibelli.

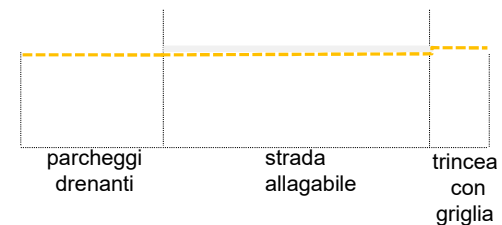
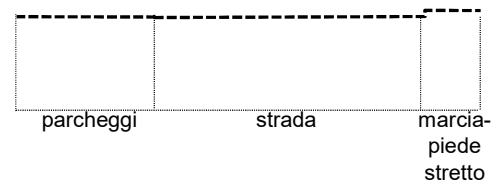


( T4



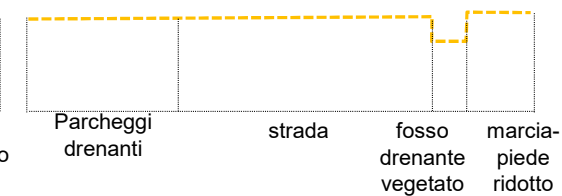
**T5**

## Strade prossime agli sfioratori e interessate da allagamenti



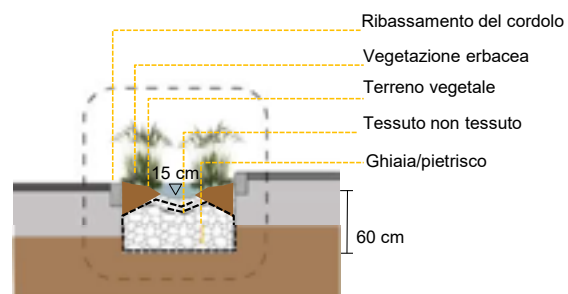
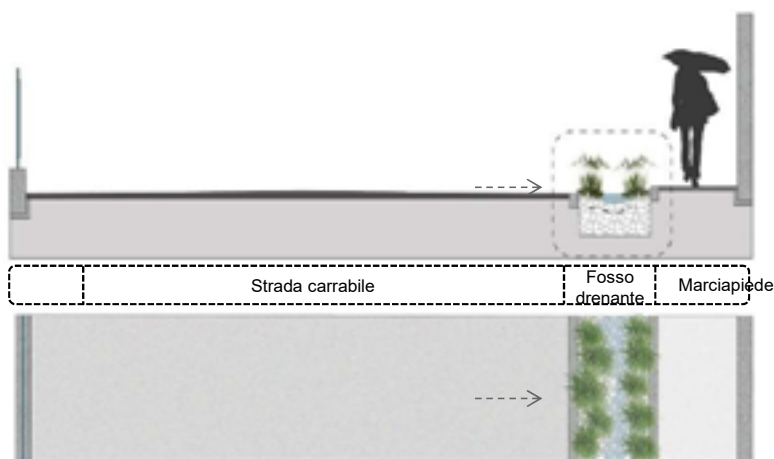
**T6**

Strade prossime  
agli sfioratori e  
interessate da  
allagamenti



( T7

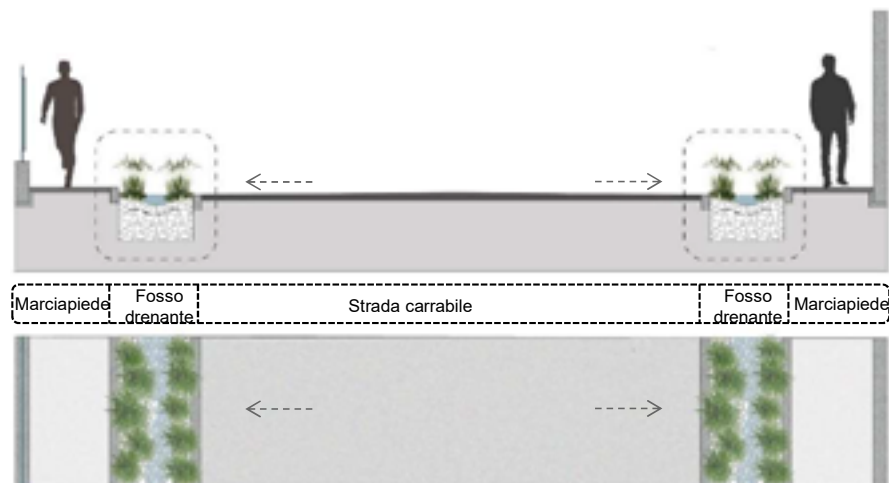
## Fossi e trincee drenanti – esempi applicativi



T0

**Inserimento di un fosso drenante vegetato**

Riduzione dei marciapiedi di ampiezza superiore a 1m e realizzazione di fosso drenante vegetato per la gestione delle acque meteoriche provenienti dalla strada su un lato della carreggiata; ribassamento del cordolo.



T1

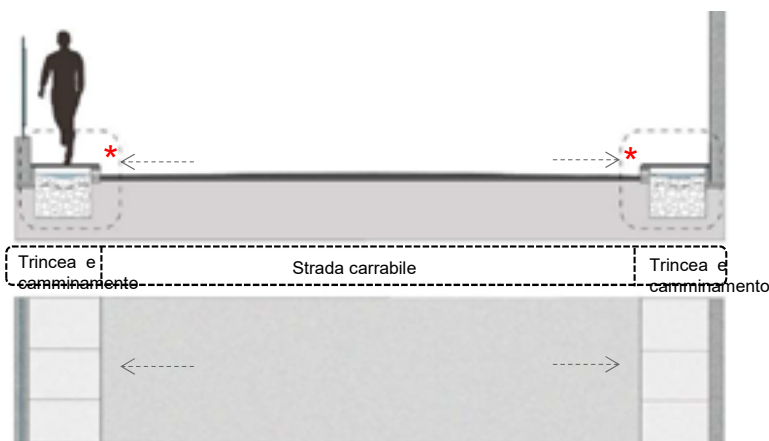
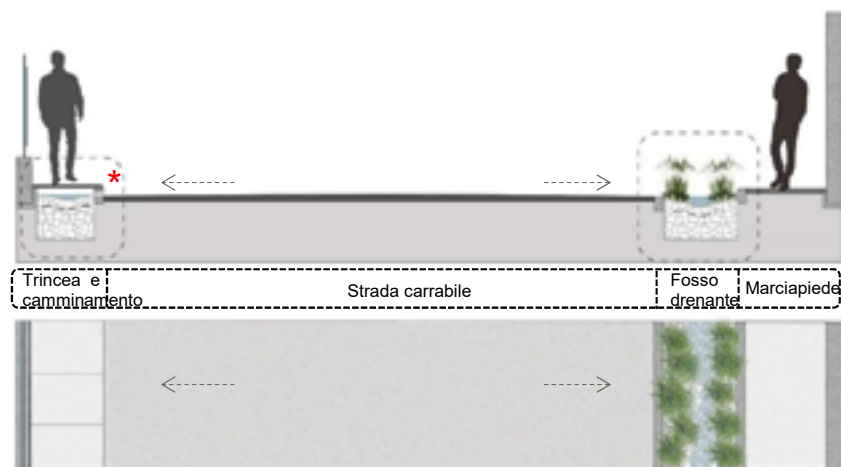
**Inserimento di due fossi drenanti vegetati**

Riduzione dei marciapiedi di ampiezza superiore a 1m e realizzazione di fosso drenante vegetato per la gestione delle acque meteoriche provenienti dalla strada su entrambi i lati della carreggiata; ribassamento dei cordoli.

Fonte: Progetto Invarianza idraulica, Sesto Uteriano,  
RTP Studio Majone- Iridra- Gibelli.



## Fossi e trincee drenanti – esempi applicativi



T2

**Inserimento di un fosso drenante vegetato e di una trincea drenante**

Riduzione dei marciapiedi di ampiezza superiore a 1m e realizzazione di fosso drenante vegetato per la gestione delle acque meteoriche provenienti dalla strada su un lato della carreggiata; sostituzione dei marciapiedi di ampiezza minore a 1 m con trincea drenante con copertura calpestabile di ampiezza massima 80 cm e cordolo forato\*; ribassamento del cordolo a livello della carreggiata in corrispondenza del fosso vegetato.

T3

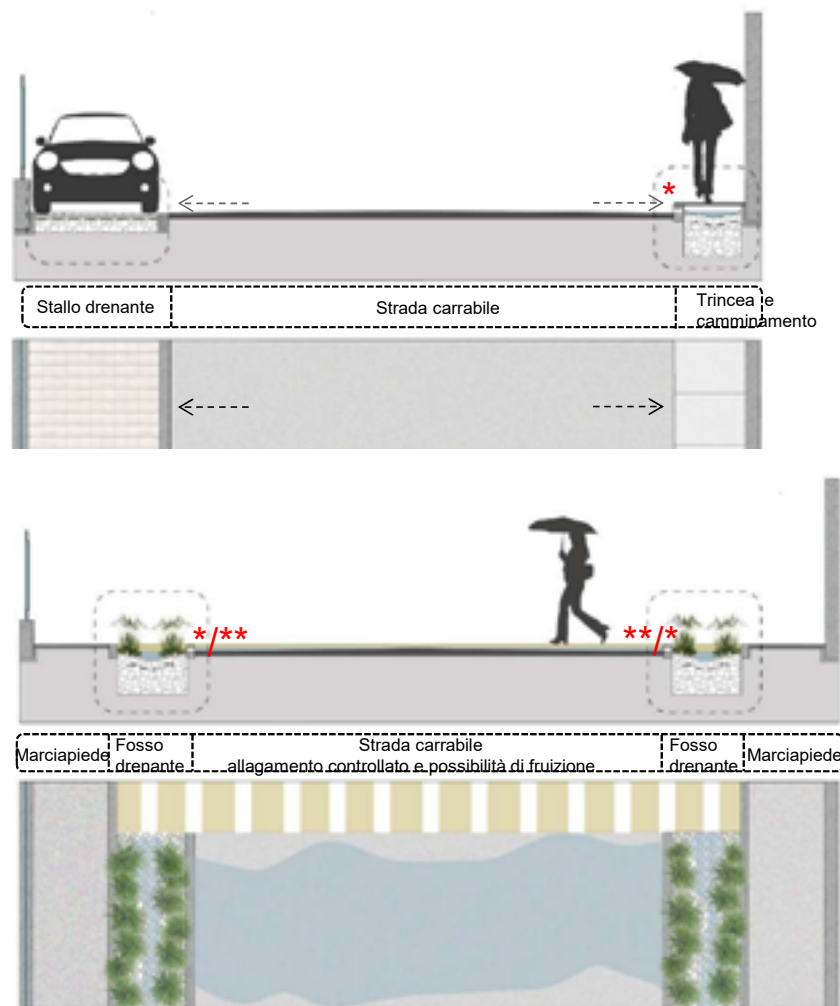
**Inserimento di due trincee drenanti**

sostituzione dei marciapiedi di ampiezza minore a 1 m con due trincee drenanti con copertura calpestabile di ampiezza massima 80 cm; inserimento di cordoli forati in corrispondenza delle trincee.



Fonte: Progetto Invarianza idraulica, Sesto Ulteriano, RTP Studio Majone- Iridra- Gibelli.

### Fossi e trincee drenanti – esempi applicativi



T4

#### Inserimento di una trincea drenante

Sostituzione dei marciapiedi di ampiezza minore a 1 m con trincea drenante con copertura calpestabile di ampiezza massima 80 cm; ribassamento dei cordoli a livello della carreggiata in corrispondenza degli stalli e inserimento di cordolo forato in corrispondenza della trincea; sostituzione della pavimentazione degli stalli con pavimentazione drenante.

T5

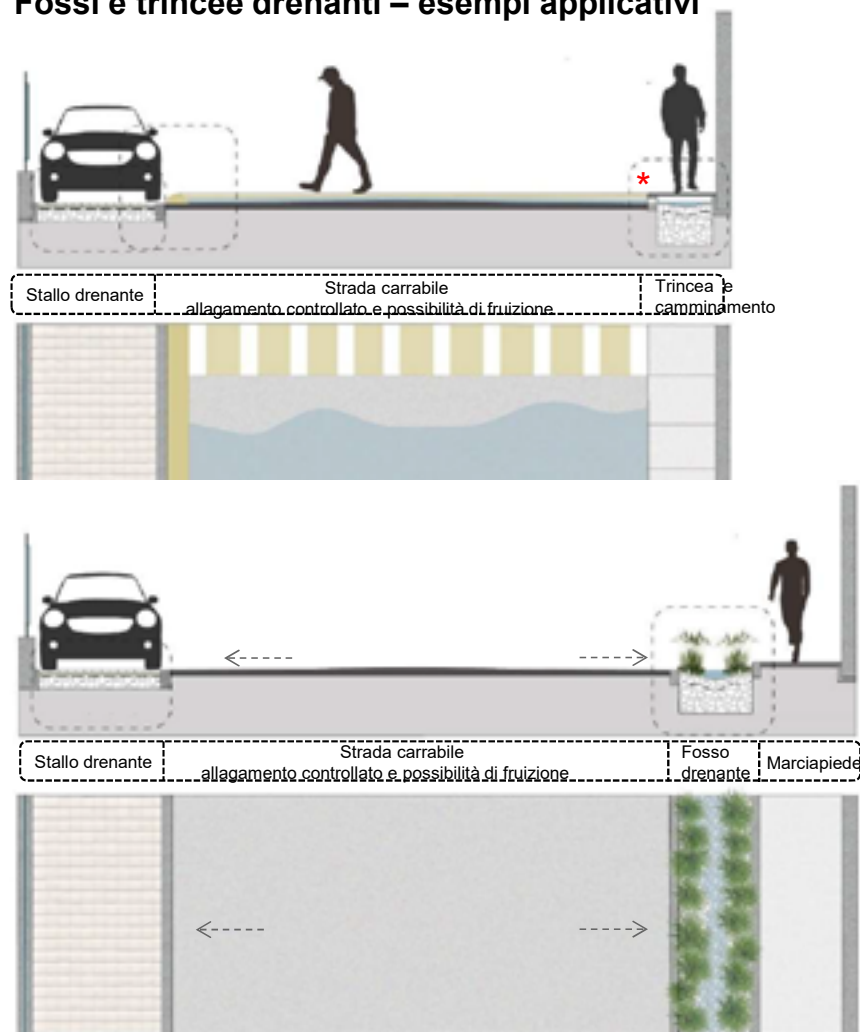
#### Strada allagabile e inserimento di due fossi drenanti vegetati

Riduzione dei marciapiedi di ampiezza superiore a 1 m e realizzazione di fosso drenante vegetato per la gestione delle acque meteoriche provenienti dalla strada su entrambi i lati della carreggiata; inserimento di cordolo forato (\*) o cordolo ad altezza alternata (\*\*) in corrispondenza dei fossi drenanti; con possibilità di allagamento parziale e controllato della carreggiata; una volta saturo il fosso drenante laterale è previsto l'allagamento di porzioni di strada. N.B. la strada rimane accessibile alle auto e l'attraversamento pedonale è garantito da elementi sopraelevati che connettono i due marciapiedi.



Fonte: Progetto Invarianza idraulica, Sesto Ulteriano, RTP Studio Majone- Iridra- Gibelli.

### Fossi e trincee drenanti – esempi applicativi



#### T6 Strada allagabile e inserimento trincea drenante

Sostituzione della pavimentazione degli stalli con pavimentazione drenante e posizionamento di cordolo per la definizione di aree di allagamento; sostituzione del marciapiedi con trincea drenante percorribile con cordolo forato (\*); una volta saturata la trincea laterale è previsto l'allagamento di porzioni di strada.

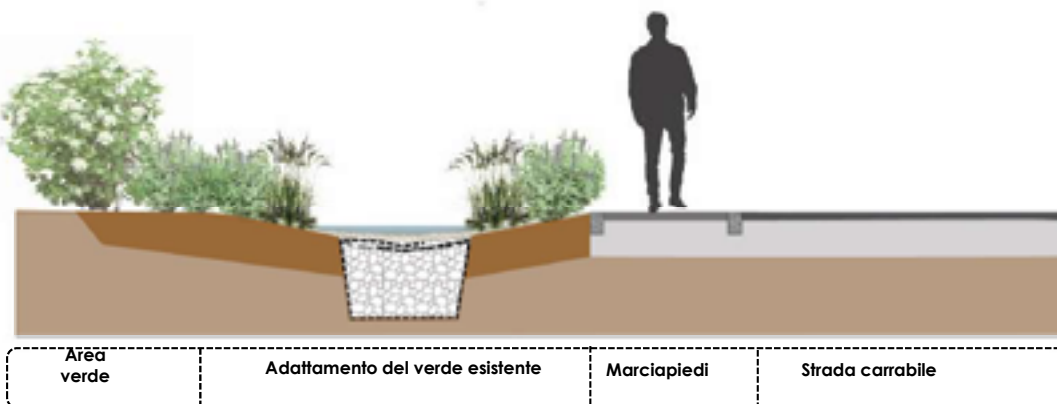
N.B. la strada rimane accessibile alle auto e l'attraversamento pedonale è garantito da elementi sopraelevati che connettono i due marciapiedi.

#### T7 Inserimento di fosso drenante vegetato e stallo con pavimentazione drenante

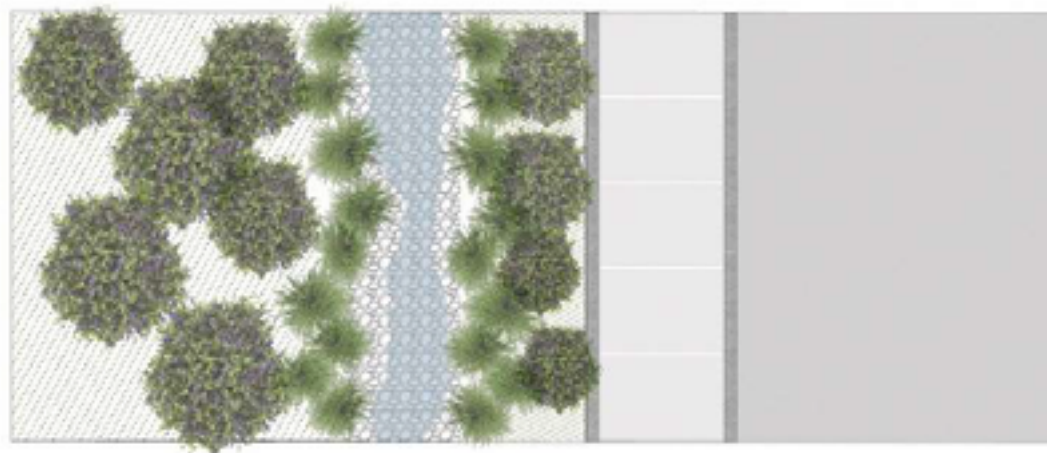
Sostituzione della pavimentazione degli stalli con pavimentazione drenante e ribassamento del cordolo riduzione del marciapiedi e inserimento di fosso drenante vegetato con ribassamento del cordolo.



Fonte: Progetto Invarianza idraulica, Sesto Uteriano, RTP Studio Majone- Iridra- Gibelli.

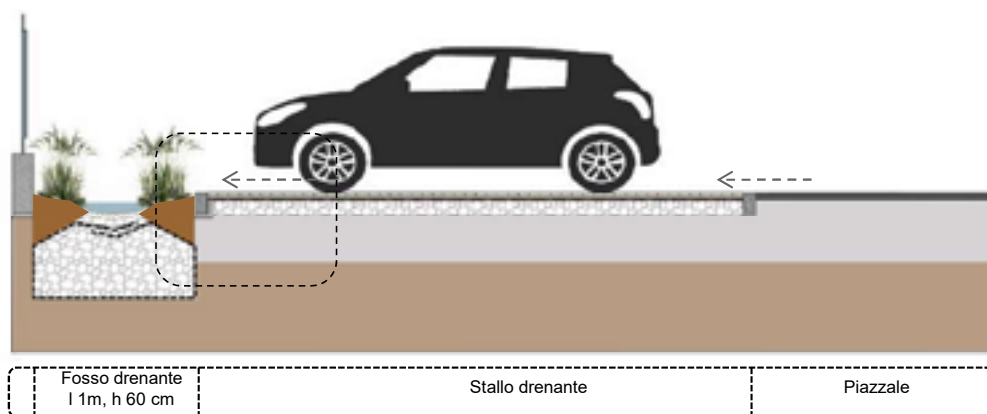
**Fossi e trincee drenanti – esempi applicativi****Adattamento delle aree verdi e dei marciapiedi per il collettamento delle acque**

Le aree verdi vengono adattate con l'inserimento di un fosso drenante e il ribassamento del terreno; ribassamento del marciapiedi a livello della strada; sostituzione del manto del marciapiedi con lastre scanalate in C.A. per l'incanalamento delle acque meteoriche verso l'area verde.



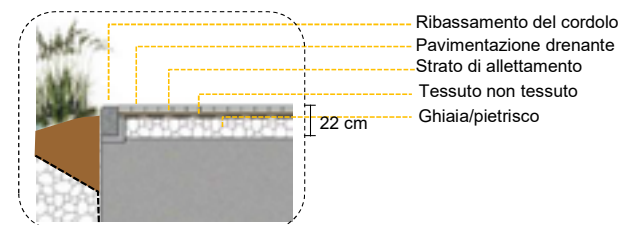
Fonte: Progetto Invarianza idraulica, Sesto Uteriano, RTP Studio Majone- Iridra- Gibelli.

## Fossi e trincee drenanti – esempi applicativi



## Inserimento di fosso drenante e di pavimentazione drenante in corrispondenza degli stalli

Realizzazione di fossi drenanti lineari per lo smaltimento delle acque piovane in eccesso provenienti dalle porzioni di parcheggio impermeabili; ribassamento del cordolo; sostituzione del rivestimento impermeabile con pavimentazione drenante in corrispondenza degli stalli.



Fonte: Progetto Invarianza idraulica, Sesto Ulteriano,  
RTP Studio Majone- Iridra- Gibelli.

### «Gli alberi della pioggia», un'esperienza francese

L'albero delle piogge è un albero la cui fossa di piantagione è stata pensata e dimensionata (in superficie e depressione) per gestire una parte delle acque di ruscellamento superficiale, nonché per favorire lo sviluppo dell'alberatura e la biodiversità urbana e del suolo.

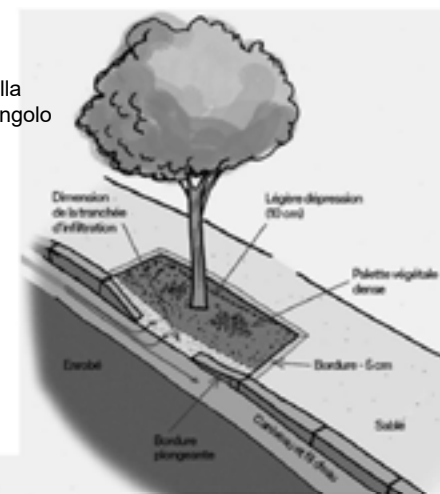
Questo intervento, declinabile in differenti tipologie, è applicabile sia ai progetti di riqualificazione urbana che alle nuove realizzazioni, al fine di disconnettere parte delle acque dal sistema intercettandone una parte e consentendone l'infiltrazione e/o lo stoccaggio.

Viene consigliata una superficie minima per albero di 10 mq di superficie, con una distanza degli scavi dal colletto dell'alberatura minima di 1,5 m. L'aumento della superficie verde consente di infiltrare la stessa quantità di acqua in tempi minori.

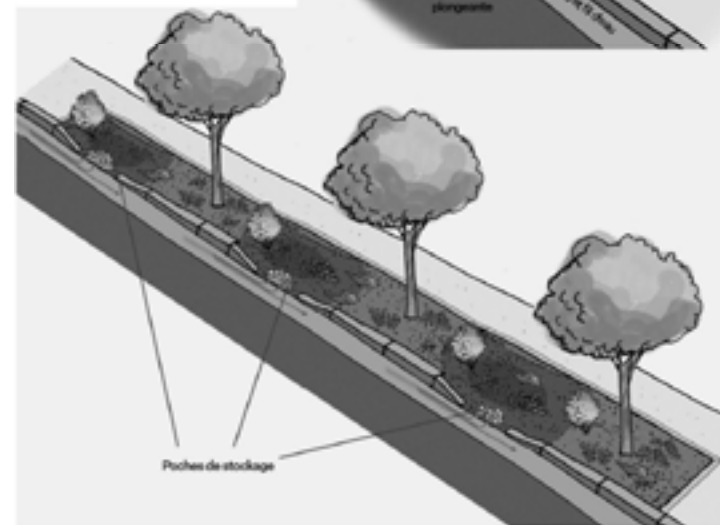
L'intervento prevede:

- La rimozione delle bordure esistenti e la rimozione di asfalto o pavimentazioni intorno all'albero per una superficie minima di 10 mq;
- Lo scavo di una depressione (avvalersi della consulenza di un agronomo che indichi se lo scavo vada effettuato con l'aria compressa al fine di non danneggiare le radici esistenti, in particolare là dove l'alberatura è già matura).
- La realizzazione di una bordura che preveda una porzione aperta pari a 2/3 della larghezza della fossa per facilitare l'ingresso dell'acqua di ruscellamento.
- La creazione di una zona di stoccaggio delle acque: per le aiuole di singole alberature si preveda una trincea drenante ed una depressione del terreno, per le aiuole continue si preveda una serie di depressioni tra un'alberatura e l'altra.

Albero della pioggia singolo

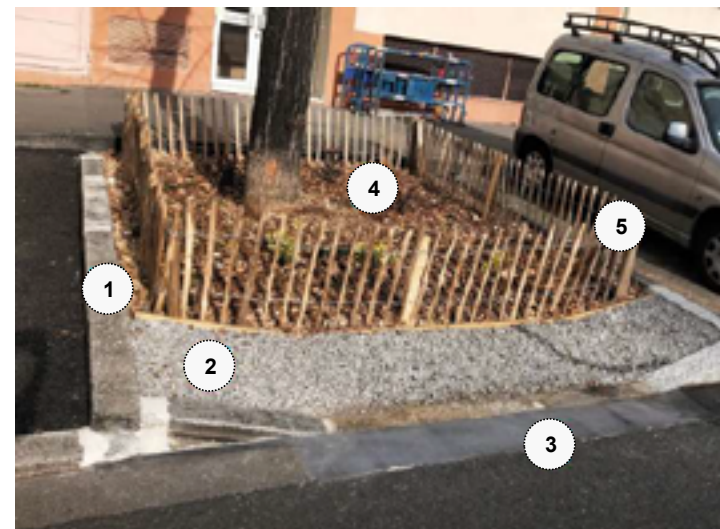
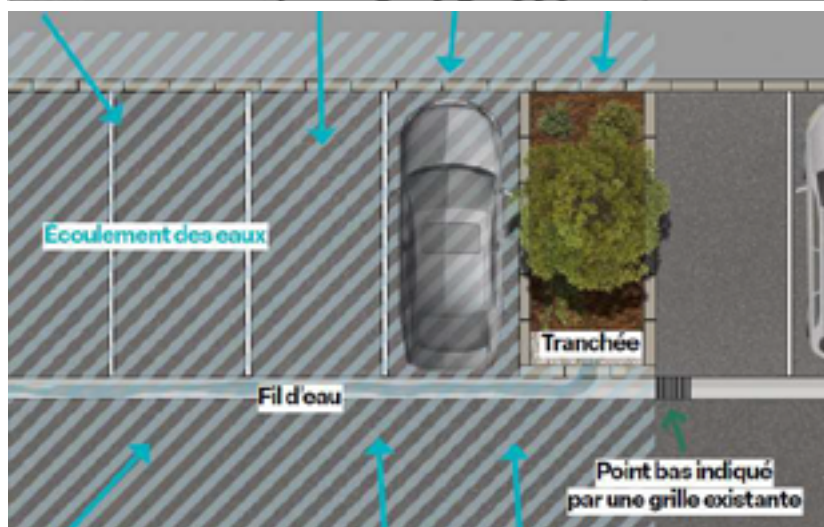
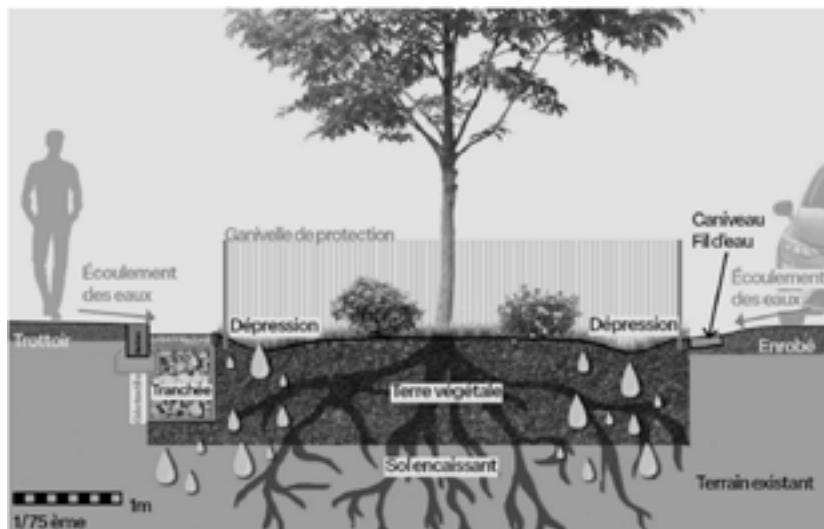


Applicazione dell'intervento con fascia continua



Fonte: Livret technique Les arbres de pluie, Métropole de Lyon, 2022





Esempio di intervento:

1. Aumento della superficie dedicata all'alberatura a 10 mq minimo
2. Zona di stoccaggio e infiltrazione
3. Ingresso libero e in pendenza: senza cordoli o con cordoli con spaziatura di 2/3, ad una quota inferiore
4. Zona depressa in cui viene apportato terreno fertile per aumentare la biodiversità (nell'ambiente esterno e nel suolo)
5. Recinzione per proteggere l'area

Fonte: Livret technique Les arbres de pluie, Metropole de Lyon 2022  
Photos : Thierry Fournier, Eric Soudan



Intervento su filare esistente, con depressioni intervallate tra le alberature



Intervento su nuovo filare, ove viene realizzato un fosso continuo



Fonte: Livret technique Les arbres de pluie, Metropole de Lyon, 2022



### Rain garden

Intercettare, trattenere, disperdere le acque meteoriche collettate da superfici impermeabilizzate circostanti.

Hanno, inoltre, funzione di:

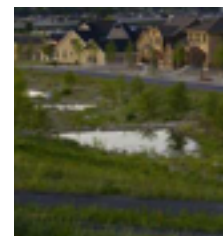
depurazione delle acque collettate attraverso i meccanismi biologici (fitodepurazione) e l'azione meccanica di un substrato di sabbia e ghiaia (infiltrazione graduale nel terreno), qualità urbana attraverso un attento inserimento paesistico.

L'intervento per la realizzazione dei rain garden prevede: scavo del terreno e modellazione, riempimento con ghiaia drenante di differente granulometria, modifiche dello spazio verde.

A seconda delle dimensioni degli spazi verdi liberi si potranno articolare soluzioni tipologiche differenti: rain garden di ampie dimensioni, rain garden di dimensioni contenute; rain garden in elementi spartitraffico o rotonde stradali, fasce drenanti.

#### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

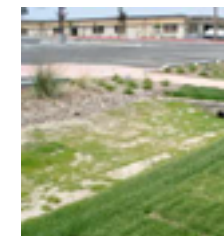
- Riequilibrio del ciclo idrologico
- Regolazione del microclima
- Regolazione del deflusso
- Infiltrazione delle acque
- Fitodepurazione e Qualità delle acque prodotte dal dilavamento delle superfici urbane, Controllo degli inquinanti
- Qualità fisico percettiva del paesaggio
- Formazione di microhabitat
- Impollinazione
- Riequilibrio del metabolismo urbano
- Riqualificazione aree degradate e/o marginali
- Ruolo didattico e culturale
- Miglioramento percezione e fruizione antropica



rain garden ampio



rain garden di dimensioni minori



fascia drenante

#### Alcuni esempi

A lato: Foto Studio Gioia Gibelli.  
Wageningen, Netherland

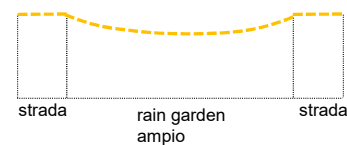
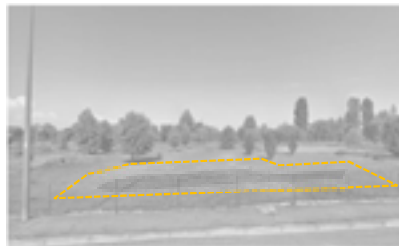


### Rain garden – casistiche

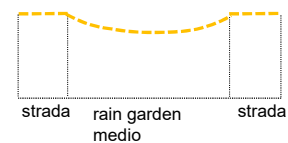
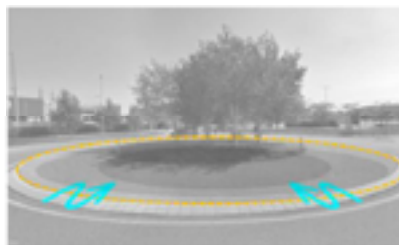
Immagini di riferimento che illustrano l'articolazione delle sezioni tipologiche riproposte nelle pagine a seguire

Fonte: Progetto Invarianza idraulica, Sesto Uteriano, RTP Studio Majone- Iridra- Gibelli.

SITUAZIONE DI STATO -----> SITUAZIONE DI PROGETTO



**rain garden in spazio verde ampio**



**rain garden in rotatoria**



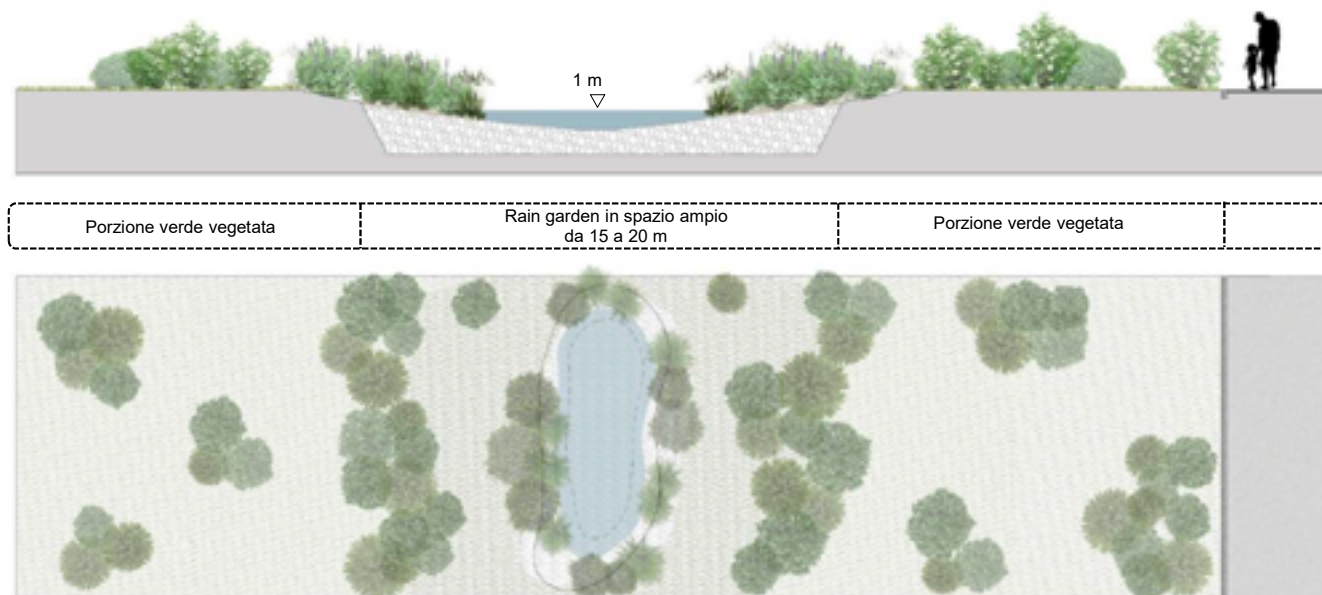
**fascia drenante in aree verdi di dimensioni ridotte e a sviluppo longitudinale**

## Rain garden – esempi applicativi

### Realizzazione di rain garden negli spazi più ampi

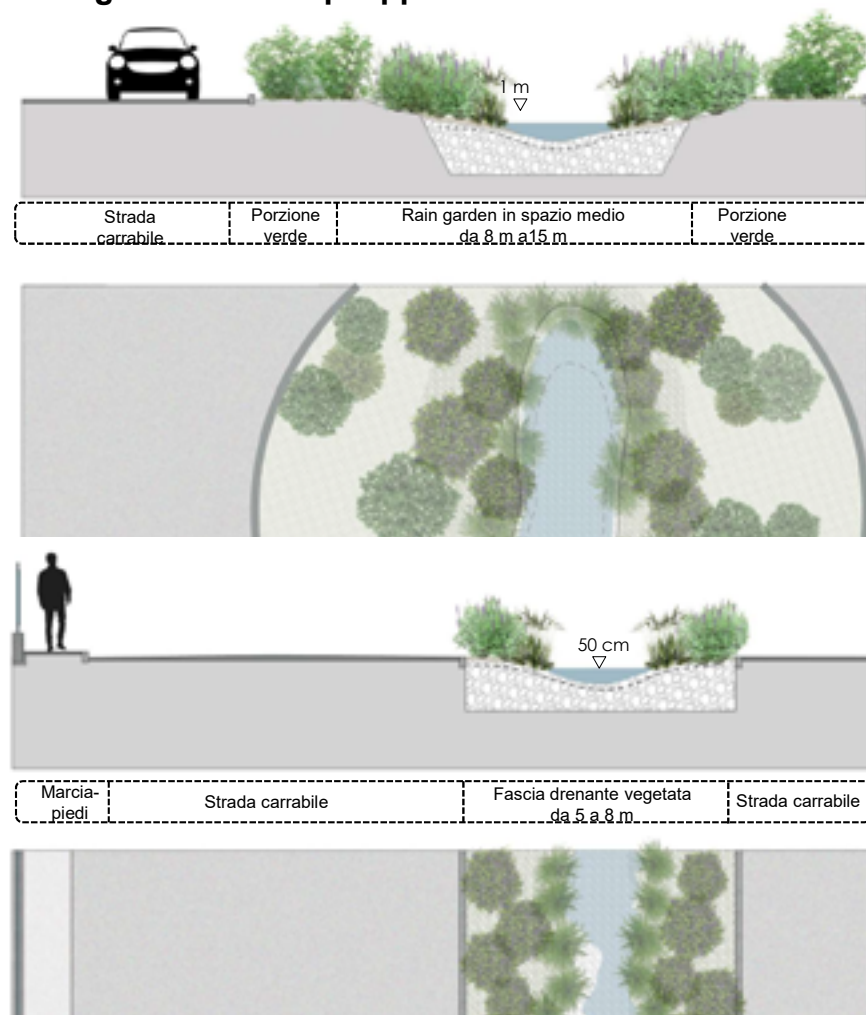
Il rain garden ha un modulo ripetibile a seconda della disponibilità di spazio; ha dimensioni variabili da 15 a 20 m e profondità di 1 m rispetto al piano di campagna.

N.B. Ragionevolmente si può considerare che nelle aree di maggiori dimensioni non tutta la superficie sarà interessata dalla presenza di rain garden; per questo motivo per le sole aree di maggiori dimensioni si considera che l'intervento venga applicato nello scenario ottimale attuazione 100% degli interventi) sul 50% della superficie totale.



Fonte: Progetto  
Invarianza idraulica,  
Sesto Ulteriano,  
RTP Studio Majone-  
Iridra- Gibelli.

## Rain garden – esempi applicativi



## Realizzazione di rain garden negli spazi di medie dimensioni

Il rain garden ha dimensioni contenute così da potersi adattare a spazi di medie dimensioni come le rotatorie stradali che vengono parzialmente deimpermeabilizzate; il rain garden ha dimensioni variabili da 8 a 15 m e profondità di 1 m rispetto al piano di campagna.

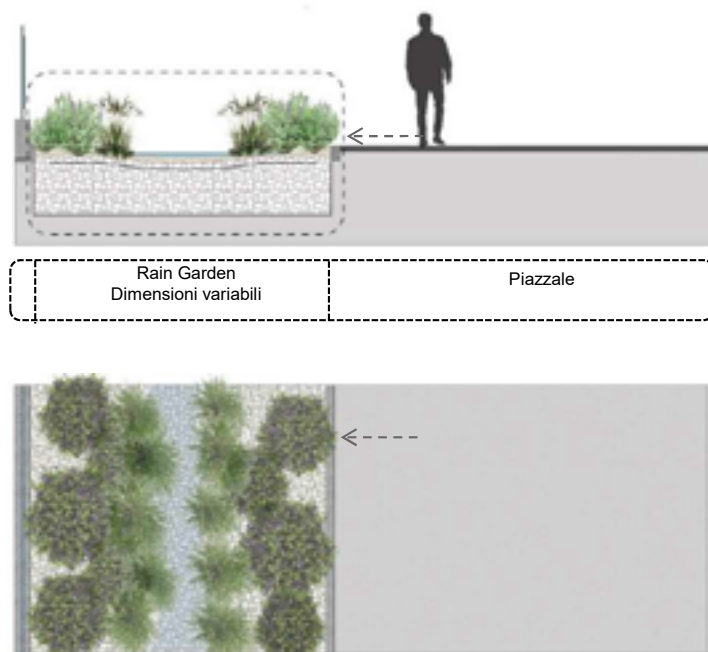
## Realizzazione di fascia drenante vegetata

La fascia drenante viene inserita nelle porzioni verdi con andamento longitudinale, laterali alle strade; la fascia ha dimensioni variabili da 5 a 8 m e profondità di 50 cm rispetto al piano di campagna.

Fonte: Progetto Invarianza idraulica, Sesto Ulteriano, RTP Studio Majone- Iridra- Gibelli.

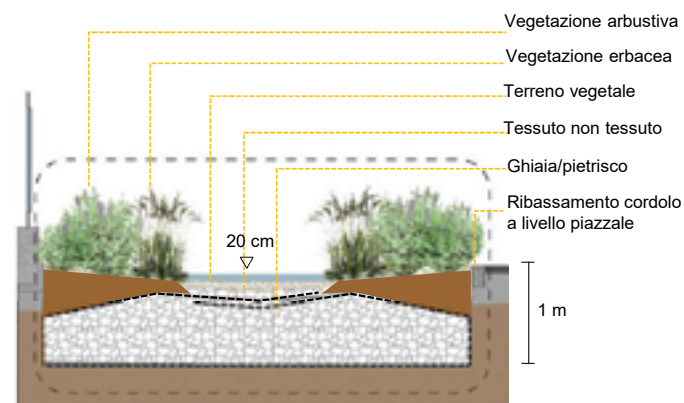


### Rain garden – esempi applicativi



#### Schemi tipologici : Realizzazione di rain garden negli spazi minori

Adattamento degli spazi verdi minori presenti all'interno dei piazzali/perimetri industriali con trasformazione in Rain Garden; i Rain Garden hanno dimensioni variabili in larghezza a seconda delle aree verdi presenti e profondità di circa 1 m; abbassamento del cordolo per la raccolta delle acque provenienti dal piazzale impermeabile.



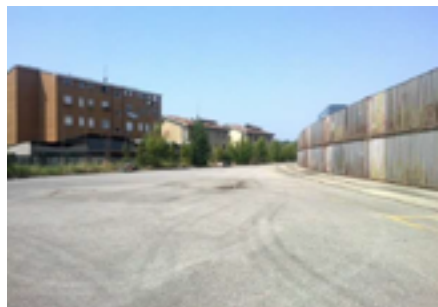
Fonte: Progetto Invarianza idraulica, Sesto Ulteriano, RTP Studio Majone- Iridra- Gibelli.

## Rain garden del Parco di Tregarezzo, Segrate (MI)

### Realizzazione di rain garden nelle aree prative

Il nuovo Parco di Tregarezzo nasce come opera di compensazione connessa alla rifunzionalizzazione di una parte dello scalo Mi-Smistamento avviato da TerAlp.

Obiettivo prioritario di **progetto** è stato quello di **restituire vivibilità e dignità alla frazione di Tregarezzo**, stretto tra l'asse viario della Rivoltana e il deposito di container dello scalo. Oggi al posto del piazzale si sviluppa il nuovo parco al servizio dei cittadini, un filtro verde tra l'abitato residenziale e l'area dello scalo, un grande giardino della pioggia, dove l'estate sarà un po' meno calda e il rumore della movimentazione dei container è rimasto un ricordo.



Prima dell'intervento



Dopo l'intervento, in tempo asciutto

Progetto e Foto  
Studio Gioia Gibelli



Sopra e sotto: dopo l'intervento, in tempo di pioggia



## Bacini di ritenuta

Si tratta di invasi artificiali naturaliformi, la cui funzione è quella di trattenere e infiltrare le acque meteoriche coltate dalle superfici impermeabilizzate urbane. L'impianto di opportune specie igrofile, permette sia il consolidamento delle sponde sia processi di degradazione della materia organica e di alcuni inquinanti. Le acque temporaneamente accumulate sono successivamente smaltite per infiltrazione.

A seconda delle dimensioni, della conformazione morfologica e del contesto, possono:

- garantire l'invaso di importanti volumi d'acqua, così da permettere la laminazione in caso di eventi meteorici importanti,
- qualificare e diversificare il paesaggio,
- interagire, sin dalle fasi di pianificazione e progettazione, con le nuove lottizzazioni garantendo agli ambiti di trasformazione un corretto inserimento paesaggistico, una connotazione naturalistica di pregio, l'assolvimento di funzioni ricreative e fruibili il contributo al rispetto dei requisiti per l'assolvimento degli obblighi connessi al regolamento di invarianza idraulica (R.R. 7/2017).

L'infiltrazione avviene solo dalle sponde, non dal fondo del bacino che è impermeabilizzato con argille e bentoniti, in modo tale da garantire la permanenza d'acqua anche nei mesi estivi.

La gestione del bacino, per i primi anni, necessita di interventi di manutenzione per il taglio, il controllo della vegetazione erbacea e l'eventuale ripristino successivo ad eventuali fallanze.

Le dimensioni variano a seconda del contesto, delle necessità e della disponibilità di spazio. Possono essere realizzati piccoli invasi di ritenuta, anche con carattere più artificiale, ma sempre mantenendo il contatto tra acqua, suolo e vegetazione, evitando l'impiego di massi e calcestruzzi per il consolidamento delle sponde, in quanto verrebbe eliminata la funzione di fitodepurazione e di fornitura degli habitat più importanti.



Bacino 1



Bacino 2



Bacini di laminazione delle acque di seconda pioggia provenienti dallo scalo intermodale di Gallarate e in grado di ricevere le piene dei torrenti Rile e Tenore. I due bacini comunicano per gravità attraverso un troppopieno, sono disegnati per espletare funzioni diverse: **mitigare gli effetti dell'impermeabilizzazione** dello scalo attraverso la raccolta delle acque di seconda pioggia e la reimmissione in falda, **migliorare la qualità delle acque** (funzione di fitodepurazione del primo bacino); restituire al Parco Ticino **habitat ad alto valore biologico** in un punto strategico per la rete ecologica

Progetto e foto Studio Gibelli



Bacino di raccolta e fitodepurazione delle acque di seconda pioggia provenienti dal futuro scalo intermodale Milano Smistamento (Segrate-MI)

Progetto e foto Studio Gibelli

### Stagni e zone umide

Si tratta di invasi che intercettano le acque meteoriche drenate dalle superfici impermeabili circostanti.

Servono ad intercettare, trattenere e disperdere le acque meteoriche coltate dalle superfici impermeabilizzate circostanti e, mediante l'impianto di opportune specie igrofile, realizzano sia processi di sedimentazione che di degradazione della materia organica e degli inquinanti.

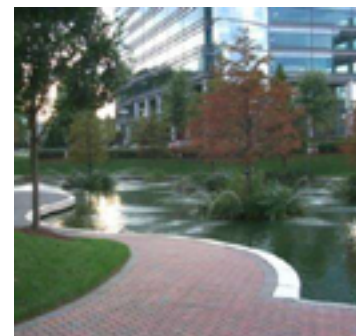
A seconda delle dimensioni, della conformazione morfologica e del contesto, possono:

- garantire l'invaso di importanti volumi d'acqua, così da permettere la laminazione dei colmi in caso di eventi meteorici importanti,
- qualificare e diversificare l'immagine urbana,
- interagire, sin dalle fasi di pianificazione e progettazione, con le nuove lottizzazioni garantendo agli ambiti di trasformazione un corretto inserimento paesaggistico, una connotazione naturalistica di pregio, l'assolvimento di funzioni ricreative e fruibili.

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Regolazione del deflusso e trattenuta delle acque nell'ecosistema
- Fitodepurazione e Qualità delle acque (la vegetazione spondale assorbe percolati, abbatta il carico organico e protegge dagli inquinanti )
- Mantenimento dei cicli vitali delle specie viventi
- Formazione e fornitura di habitat con la finalità di supportare la biodiversità vegetale e faunistica (temperatura, depositi, profondità, velocità dell'acqua; vegetazione) e diversificazione degli habitat
- Rafforzamento connessioni ecologiche
- Qualità fisico percettiva del paesaggio
- Riqualificazione aree degradate e/o marginali
- Ruolo didattico e culturale

### Alcuni esempi

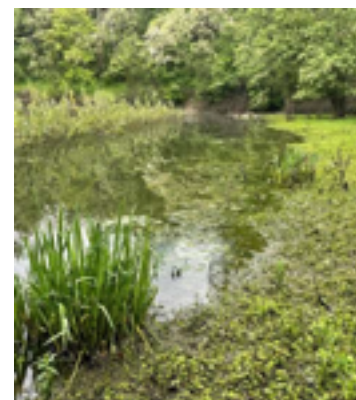


Sistemazioni integrate al paesaggio urbano o alle aree di parco



Bacino di infiltrazione e ritenzione delle acque di pioggia dello Scalo Intermodale Hupak, Gallarate. Progetto e foto Studio Gibelli.

Area umida derivata da impianto di fitodepurazione in ambito agricolo



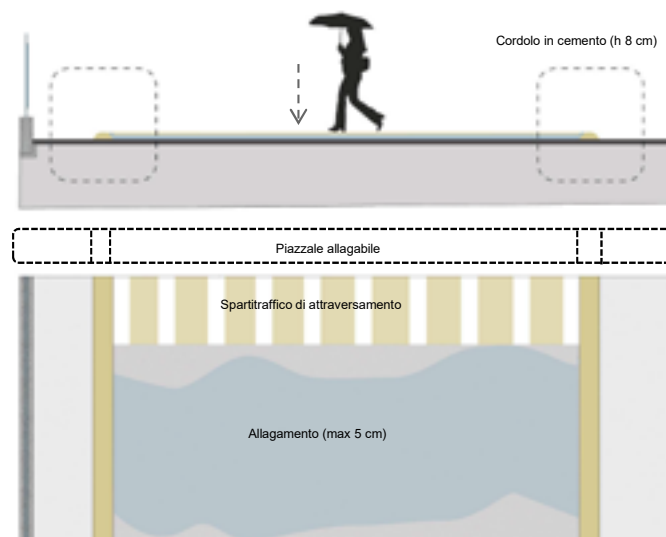


### Strade e piazzali ad allagamento controllato

Una piazza allagabile è soggetta ad allagamento controllato in caso di pioggia, con stoccaggio temporaneo e restituzione graduale dell'acqua.

La fruizione dipende dalle condizioni meteo: è asciutta durante la maggior parte dell'anno e, in caso di precipitazioni intense, diventa una vera e propria area allagata dove, però, è garantita la percorribilità di alcuni percorsi posti a quota di sicurezza. L'acqua, raccolta dai fabbricati limitrofi, è convogliata in canalette integrate con la progettazione.

Inserimento di cordoli per la delimitazione di porzioni di piazzali interessate da allagamento controllato



### Alcuni esempi



Bentheplein water square, Rotterdam (NL), De Urbanisten



Piazza della Stazione Ferroviaria di Padova, Italia, Cz studio



**Strada allagabile e inserimento di due fossi drenanti vegetati**  
Possibilità di allagamento parziale e controllato della carreggiata; una volta saturo il fosso drenante laterale è previsto l'allagamento di porzioni di strada.

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Riequilibrio del ciclo idrologico
- Regolazione del deflusso
- Qualità fisico percettiva del paesaggio
- Riqualificazione aree degradate e/o marginali
- Ruolo didattico e culturale
- Miglioramento percezione e fruizione antropica

### Pavimentazioni permeabili

In ambiente urbano è opportuno ridurre le superfici impermeabili: questo è possibile mediante l'utilizzo di pavimentazioni drenanti.

Superfici pavimentate permeabili possono essere in ghiaietto, calcestre, asfalto drenante, elementi lapidei (naturali o lavorati), lastre di pietra o altro materiale, autobloccanti, green-block e prati armati.



### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Riequilibrio del ciclo idrologico
- Regolazione del microclima
- Regolazione del deflusso
- Infiltrazione delle acque
- Qualità fisico percettiva del paesaggio
- Riqualificazione aree degradate e/o marginali



### Impianti per lo stoccaggio e il riuso dell'acqua meteorica

Si tratta di interventi applicati agli edifici che permettono di intercettare, stoccare e riutilizzare le acque meteoriche.

Il consumo domestico di acqua supera 150L per persona/giorno e il 50% dell'acqua domestica potrebbe provenire dalle piogge.

L'inserimento di cisterne permette la raccolta delle acque piovane che vengono riutilizzate anziché essere disperse.



Cisterne per la raccolta ed il riuso delle acque meteoriche collegate al pluviale, adatte ad essere ubicate in casa, sul terrazzo o in giardino.

#### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Riequilibrio del ciclo idrologico
- Regolazione del deflusso
- Ruolo didattico e culturale
- Approvvigionamento idrico (stoccaggio e riutilizzo della risorsa)



Cisterne per lo stoccaggio e il riutilizzo in ambito pubblico/privato.



# II. NBS PER LA RIVITALIZZAZIONE DELLA CITTÀ

a) Soluzioni per acque-suoli-vegetazione

GIARDINI CONDIVISI

ORTI URBANI

PRATI URBANI

MICRO PARCHI

STRUTTURE VEGETALI AREALI E LINEARI DA ASSOCIARE AL VERDE URBANO ESISTENTE

STRUTTURE VEGETALI LINEARI LUNGO LE STRADE URBANE

RIAPERTURA E RIQUALIFICAZIONE DEI CORSI D'ACQUA TOMBATI IN AMBITO URBANO

LE CHICANE

PERCORSI CICLABILI

b) Soluzioni per le aree in trasformazione/transizione e recuperi ambientali

COLTIVAZIONE FUORI SUOLO NELLE AREE DA BONIFICARE

BIOMASSA/COLTURE NO-FOOD (Cfr. categoria III)

FORESTAZIONE (Cfr. categoria V)

RECUPERO AMBITI ESTRATTIVI DI PIANURA

c) Verde tecnico

TETTI VERDI

PARETI VERDI

RECINZIONI VERDI

INTERVENTI DIFFUSI APPLICATI AL CONTESTO URBANO



## Giardini condivisi

Si tratta di aree verdi realizzate, mantenute, reinventate o «riattivate» mediante processi di cittadinanza attiva.

Creare aggregazione è il primo passo per la progettazione di un orto o un giardino condiviso; una volta identificato il luogo, le sue caratteristiche e risorse, si pianificano e organizzano attività stabilendo i ruoli dei diversi partecipanti, i partner finanziari e i mezzi di comunicazione.

Un esempio virtuoso è rappresentato da Zappata Romana, un progetto di studioUAP, nato nel 2010 con la mappatura degli orti e giardini condivisi di Roma. Le attività di Zappata Romana si sono poi estese alla ricerca sulle iniziative in atto dei giardini condivisi e degli orti condivisi, alla promozione e la circolazione di esperienze e competenze, al progetto Hortus Urbis.

Il sito [zappataromana.net](http://zappataromana.net) offre una guida pratica per la creazione di nuovi orti/giardini condivisi.

Un altro esempio è rappresentato dal Parco Segantini, a Milano, realizzato con un progetto partecipato.

Il progetto - concepito da Michel Desvigne e sviluppato dall'Area Verde e Agricoltura - ha visto nella fase di ideazione e realizzazione la partecipazione attiva della comunità: il Comune, coinvolgendo i cittadini, l'Associazione Parco Segantini, Italia Nostra Onlus, gli istituti scolastici (NABA, ITIS G.Giorgi) ha elaborato un modello progettuale innovativo per la costruzione, gestione e fruizione del parco.



Il giardino comunitario Lea Garofalo, Milano, Associazione Giardini in Transito



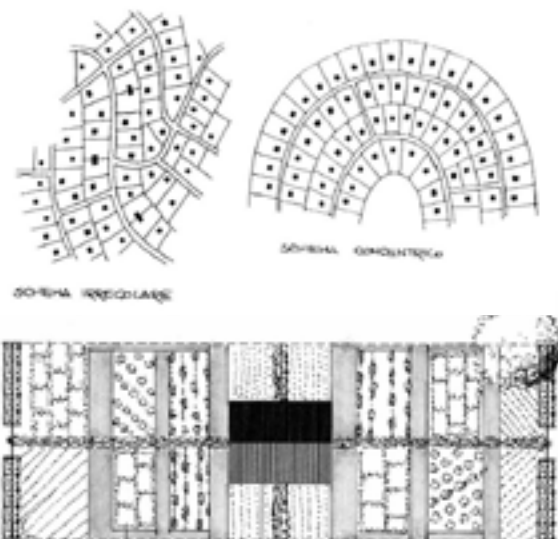
Attività della Zappata Romana, fonte [zappataromana.net](http://zappataromana.net)



Parco Segantini, Milano

## Orti urbani

Gli orti urbani fungono da luogo di aggregazione e scambio anche nelle piccole realtà. Costituiscono un'occasione di ridisegno dei margini urbani e di diversificazione funzionale interna alle aree verdi.



## Alcuni esempi



## Prati urbani

A seconda del tipo di manutenzione e delle specie utilizzate, i prati urbani possono favorire la biodiversità e l'impollinazione, migliorare il microclima e la qualità del paesaggio urbano, divenire elemento di attrazione e incentivare la fruizione dell'area verde.

### 2 tagli /anno alternati:

Le erbe fioriscono, si sviluppa il seme, il prato si risemina spontaneamente

-CO<sub>2</sub>, - manutenzione - fruizione

+ biodiversità, + rinnovo, + fertilità + resistenza alle siccità,  
+ ossigeno, + bellezza + cattura CO<sub>2</sub> - esigenza di irrigazione



## Alcuni esempi



### 10 tagli anno:

+ CO<sub>2</sub>, + manutenzione +fruizione

- biodiversità, - rinnovo, - fertilità -.....In definitiva meno SE e minore resilienza





## Micro parchi

In contesti urbanizzati ad alta densità, la presenza di spazi aperti a carattere residuale, sottoutilizzati, o abbandonati, anche di piccole dimensioni, possono rappresentare potenziali elementi sui quali basare azioni di riqualificazione diffusa della città.

Tali spazi possono essere convertiti e riattivati per ospitare nuove funzioni a carattere fruitivo e/o ecologico e contribuire all'equilibrio del sistema urbano.

L'efficacia delle azioni connesse alla riconversione di tali spazi assume maggiore significato se intesa all'interno di un sistema strategicamente pianificato di Infrastrutture Verdi e Blu, dove anche i «Micro-parchi» possono contribuire a fornire benefici multipli tra cui:

- sicurezza e presidio del territorio;
- fruizione, ricreazione, svago, incontro;
- mitigazione del degrado diffuso e miglioramento della qualità urbana;
- benefici a carattere ambientale (se pensati in un'ottica di sistema) tra cui: regolazione e gestione sostenibile delle acque, impollinazione, regolazione del microclima;

A seconda della localizzazione, delle dimensioni, del ruolo ricercato e atteso, i «Micro-parchi» possono prevedere diverse tipologie di allestimenti: con o senza elementi di arredo urbano; presenza di percorsi, aree pavimentate per il gioco, o aree verdi; strutture integrate o relazionate con edifici (es. strutture ombreggianti anche vegetate), vasche e fioriere, spazi per allestimenti temporanei, etc.

## Alcuni esempi



Aree di sosta, parklets, fioriere e sedute, arredo urbano, punti di ristoro con sistemazioni a verde, installazioni temporanee



Parco giochi su strada, arredi urbani per bambini, Ghent, Belgio



Parklets, panche e piccoli spazi verdi, Ghent, Belgio



Riqualificazione di uno spazio di risulta stradale con inserimento di aiuola vegetata drenante



Esempio di urbanistica tattica nella città di Milano in aree residuali della città

## Strutture vegetali areali (macchie arboree/arbustive) e lineari da associare al verde urbano esistente (filari, siepi e siepi arborate)

La diversificazione della struttura vegetale all'interno delle aree verdi dovrebbe riguardare sia l'articolazione della stratificazione vegetale (strato erbaceo, arbustivo ed arboreo) sia l'età delle diverse piante e formazioni vegetali (in particolare per le piante arboree).

Questo consente di avere una serie di benefici multipli tra cui:

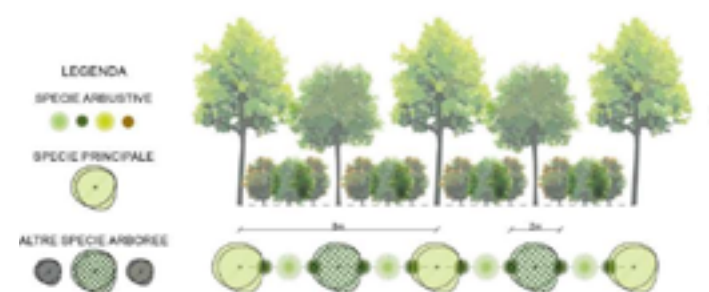
- una maggiore resilienza delle formazioni vegetali nei confronti sia di eventi meteo estremi, sia di parassiti, funghi, malattie varie che possono colpire determinate specie botaniche;
- una diversificazione degli habitat e quindi una maggiore biodiversità;
- la possibilità di godere di una componente vegetale in continua evoluzione;
- benefici a carattere ambientale tra cui, impollinazione, miglioramento del microclima/ombreggiamento, mantenimento dell'umidità e dell'attività microbica nei suoli, ecc.

Inoltre, la componente arbustiva, se associata a quella arborea può offrire anche ulteriori vantaggi.

Ad esempio, arbusti messi a dimora al piede degli alberi, consentono di:

- mantenere un ombreggiamento costante al suolo capace di limitare la crescita di erbacee invasive;
- mantenere un tenore di umidità maggiore in prossimità dell'albero che ne facilita la crescita e ne riduce le esigenze in termini di apporti idrici;
- proteggere il colletto della pianta durante le fasi di manutenzione del verde, evitando possibili danneggiamenti ad opera di decespugliatori;
- offrire valore ornamentale, nell'attesa che l'albero si sviluppi.

### Alcuni esempi



Schema tipo di filare arboreo-arbustivo disetaneo e multispecifico (piano del verde comune di Abano Terme)



Arbusti posizionati in prossimità del colletto della pianta arborea presso parco pubblico di Tregarezzo (Segrate –MI)

Foto e progetto – Studio Gibelli

## Strutture vegetali lineari lungo le strade urbane (alberate ombreggianti, filari urbani)

Impianto di specie arboree con sesto d'impianto regolare e lineare; tale elemento ha una notevole capacità ombreggiante, di miglioramento del microclima e di ricostruzione della trama paesaggio, ma presenta limitate funzioni ecologiche.

Può essere composto da un'unica specie (filare monospecifico) o da più specie (filare plurispecifico); la funzione estetica dipende dalla specie utilizzata, dal sesto d'impianto e dall'ubicazione.

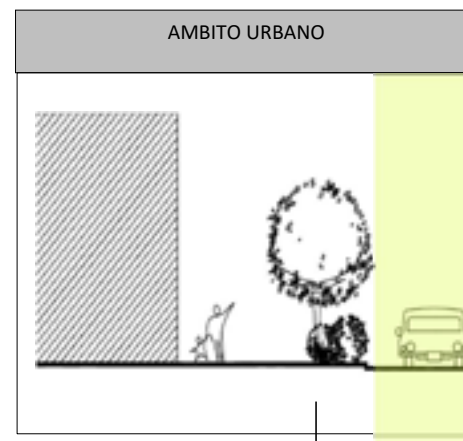
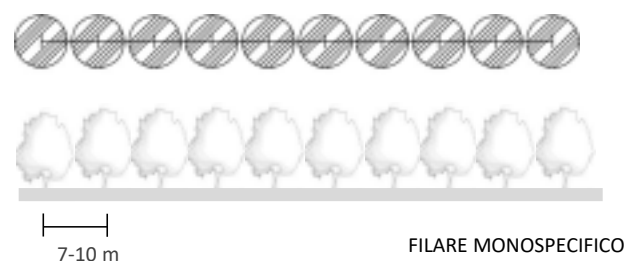
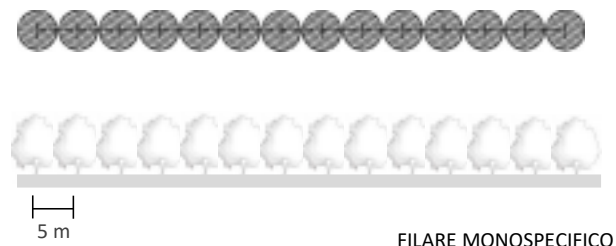
Riquaificano la viabilità inserendosi come elementi di equipaggiamento paesaggistico e di mitigazione climatica (ombreggiamento estivo).

La scelta delle specie dovrà tenere conto della sezione stradale a disposizione (specie di 1°, 2°, 3° grandezza) e di quelle varietà non sensibili all'inquinamento urbano, o particolarmente efficaci nel ridurre l'inquinamento stesso.

Impianto arbustivo e/o arboreo tra la strada e il marciapiede: gli arbusti possono catturare le polveri sottili emesse dai tubi di scarico delle auto molto meglio degli alberi.

L'abbinamento albero /arbusto, aumenta la sicurezza del percorso pedonale, migliora il confort climatico, mitiga le emissioni e aggiunge fioriture, magari alternate, alla monotonia della strada

### Alcuni esempi





## Strutture vegetali lineari nelle aree di parcheggio

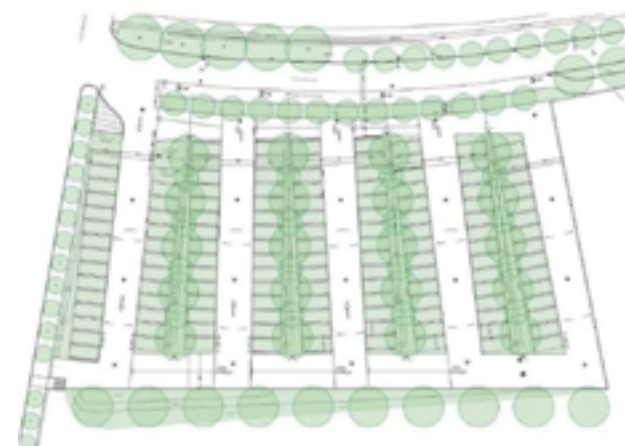
Le aree di parcheggio, perlopiù asfaltate, oltre a favorire il fenomeno dell'isola di calore e a creare situazioni di disagio, sono spesso sottoutilizzate poiché hanno una fruizione concentrata solo in alcune ore del giorno e della settimana.

Ripensare i parcheggi asfaltati con gli alberi e con una maggiore componente verde e di suoli permeabili può concorrere sia a rendere la città più accogliente e a misura d'uomo, sia a raccogliere e filtrare le acque piovane, contrastare il fenomeno dell'isola di calore e contribuire a ridurre le polveri sottili e l'inquinamento.

Per realizzare un parcheggio alberato (pubblico o privato) si può agire su più fronti:

- riducendo il numero di posteggi (nell'ordine del 15%) per aumentare l'ombra e le aree permeabili e andando a ridisegnare tutti gli spazi di risulta e di margine (in adiacenza alla strada di accesso e all'edificio);
- ripensando i manti dei percorsi pedonali con materiali permeabili o semi-permeabili;
- inserendo alberi e aiuole vegetate e sistemi di gestione sostenibile delle acque meteoriche, come giardini della pioggia
- Preoccuparsi che gli alberi siano posizionati in modo da proiettare l'ombra sulle auto in sosta prevalentemente nelle ore più calde, dunque da mezzogiorno in avanti.

### Alcuni esempi



Fonte: Immagini tratte da studio SAP Arch. paes Luigino Pirola  
Ampliamento parcheggio presso il cimitero del capoluogo -  
Comune di Nembro (BG)



### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Regolazione del microclima
- Sequestro di inquinanti
- Fitodepurazione
- Regolazione e infiltrazione delle acque
- Qualità fisico/percettiva del paesaggio urbano
- Riqualificazione aree degradate e/o marginali

## Riqualificazione dei corsi d'acqua in ambito urbano

Intervento di rimodellazione dell'alveo e rinaturalizzazione delle sponde del Rio Mödling, a Eisentorbrücke (AU).

Rinaturalizza di corso d'acqua in ambito urbano per la riduzione del rischio idraulico (rallentamento del deflusso), riequilibrio del ciclo dell'acqua (rimozione dell'alveo in cls), migliorare la qualità del paesaggio.

Progetto e foto di F. Florineth per gentile concessione

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Ricostruzione di habitat
- Regolazione del microclima
- Regolazione del deflusso
- Mitigazione degli eventi estremi
- Regolazione e infiltrazione delle acque
- Fitodepurazione e Qualità delle acque
- Capacità di regolazione degli inquinanti
- Qualità fisico percettiva del paesaggio
- Riqualificazione aree degradate e/o marginali

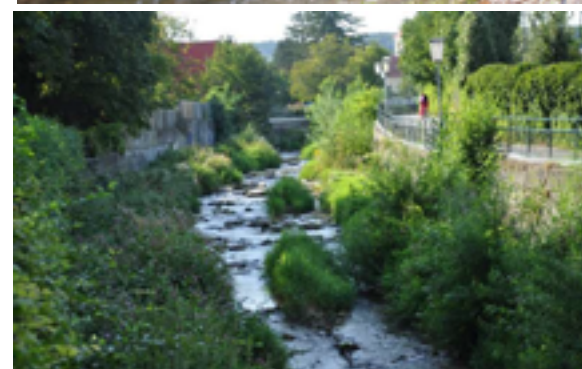
Fonte: Progetto e realizzazione F. Florineth



DURANTE LA  
DEMOLIZIONE  
DELL'ALVEO IN  
CEMENTO



APPENA DOPO LA  
COSTRUZIONE DI  
UNA RAMPA  
SINUOSA IN MASSI  
CICLOPICI 3 / 2006



LA RAMPA SINUOSA -  
DOPO 3 ANNI (2009)

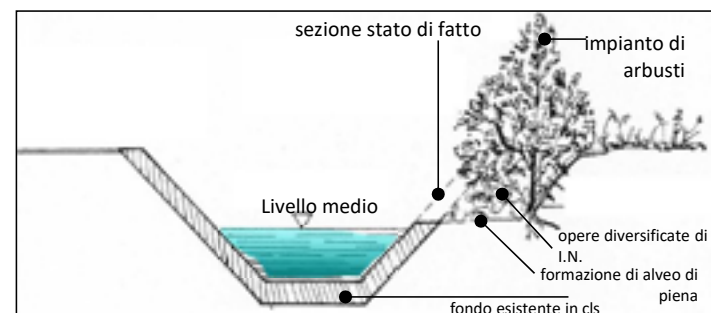
## Riqualficazione dei corsi d'acqua in ambito urbano

Esempio di riqualficazione di un canale artificiale mediante la modifica del manufatto in cemento, un parziale rimodellamento spondale e la rinaturalizzazione con idonee opere di ingegneria naturalistica.

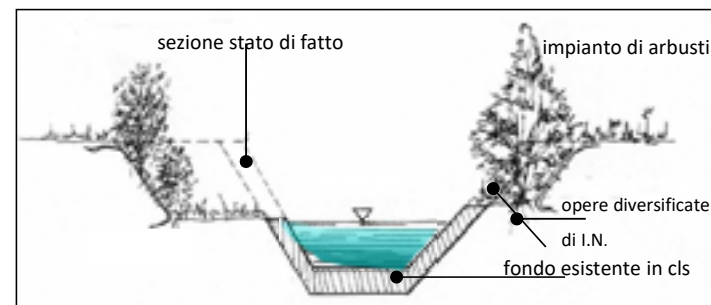
Tipologia di intervento di rinaturalizzazione proponibile anche in contesti urbani o aree caratterizzate dalla scarsità di spazio.

A seguire si riportano alcuni tipologici applicabili alle porzioni regimate del torrente Garza, in contesti in cui la fascia a lato del corso d'acqua è stretta oppure più ampia e a contatto con spazi aperti di varia natura.

Fonte tipologici: Abaco delle tipologie di canali in riferimento ai SE, Studio dei benefici ambientali derivanti dalla valutazione dei servizi ecosistemici generati dalle attività del consorzio di irrigazione e bonifica est-Ticino Villoresi ed est-Sesia. Mod. Committenti: Consorzio di Irrigazione e Bonifica Est Ticino Villoresi ed Est Sesia. Consulente: arch. Gioia Gibelli



SEZIONE TIPO: RINATURALIZZAZIONE CANALE SU UNA SOLA SPONDA



SEZIONE TIPO: RINATURALIZZAZIONE CANALE SU DUE SPONDE

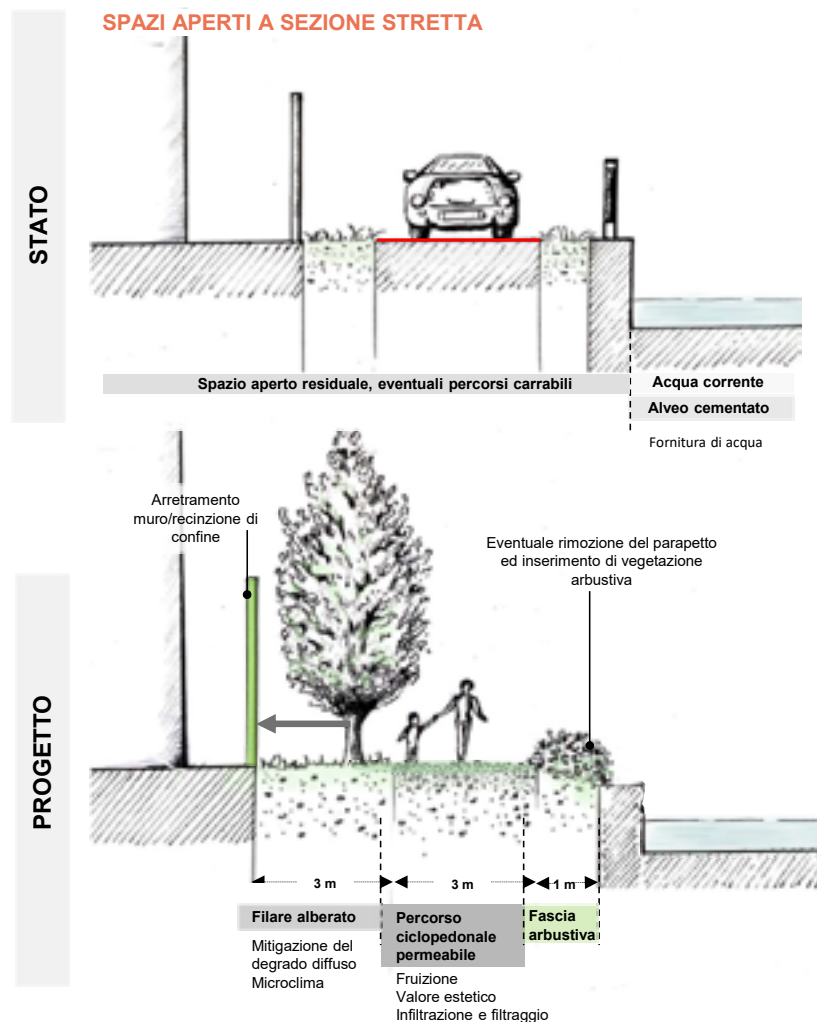
### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Mantenimento e ricostruzione di habitat
- Regolazione del microclima
- Regolazione del deflusso
- mitigazione degli eventi estremi
- Regolazione e infiltrazione delle acque
- Fitodepurazione e Qualità delle acque
- Capacità di regolazione degli inquinanti
- Qualità fisico percettiva del paesaggio
- Riqualficazione aree degradate e/o marginali
- Fruizione e ricreazione
- Educazione, senso di appartenenza e di responsabilità

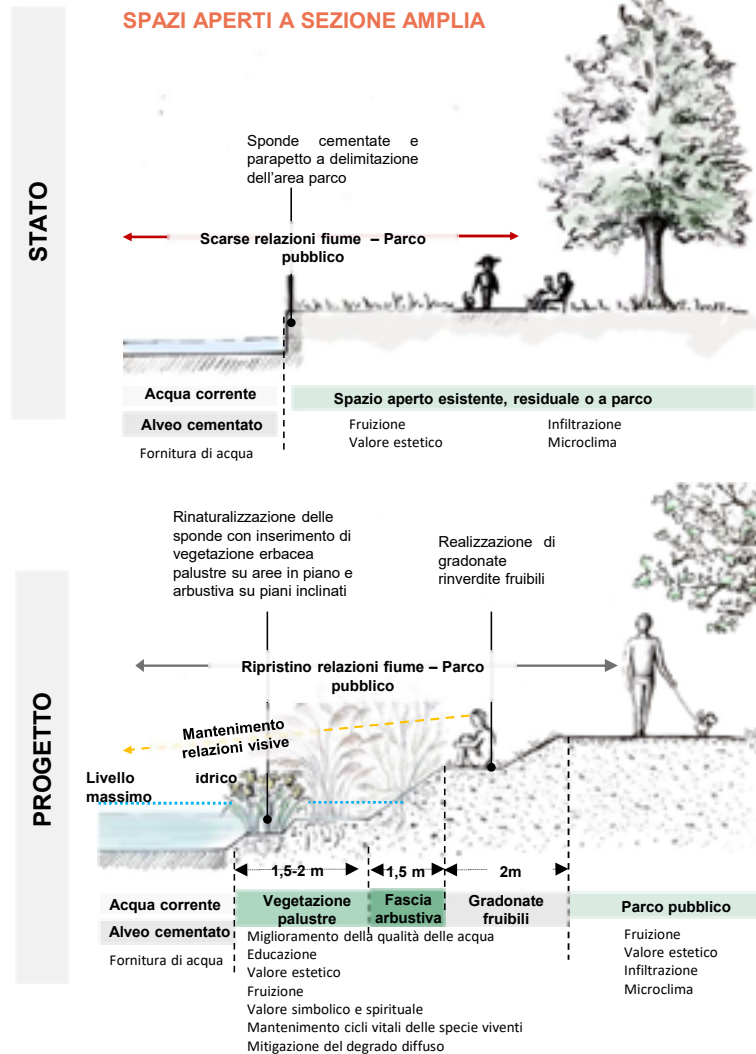


## Tipologici per la riqualificazione di corsi d'acqua in ambito urbano o periurbano

### SPAZI APERTI A SEZIONE STRETTA



### SPAZI APERTI A SEZIONE AMPLIA





## Riapertura dei corsi d'acqua tombati in ambito urbano

Intervento di stombatura del Rio Batan a Vitoria Gasteiz, Spagna.

L'intervento si inserisce in un più ampio progetto di riqualificazione urbana che ha portato al ridisegno della sezione stradale, il ritorno in superficie del rio, il rinverdimento e pedonalizzazione di ampi spazi che hanno modificato completamente il modo di vivere il centro città.



PRIMA DELL'INTERVENTO



A INTERVENTO CONCLUSO



VARIAZIONE SEZIONE STRADALE E NUOVE AREE PEDONALI, CICLABILI



DOPO L'INTERVENTO

## Le chicane

Si tratta di interventi funzionali al rallentamento del traffico veicolare e alla riorganizzazione della sezione stradale con inserimento di aiuole vegetate, aree pedonali/ciclabili, parcheggi auto.

L'intervento prevede di inserire degli slarghi vegetati e/o pavimentati disposti in maniera alternata a margine stradale con funzione di definire un tragitto non rettilineo per le auto in transito e costringerle a rallentare.

L'intervento può essere applicato su sedimi stradali in contesti urbani che per vari motivi richiedono un rallentamento del traffico veicolare (es in prossimità di scuole, quartieri residenziali, viabilità locale, ecc.).

L'inserimento delle chicane porta ad una ridefinizione dell'intero sedime stradale pur mantenendone la percorribilità e il numero di corsie carrabili originario, nonché gli eventuali parcheggi auto già esistenti che in questo caso potranno essere posizionati in continuità con gli slarghi delle chicane (vedi immagine a lato).

## Alcuni esempi



Comune di Rodovre, Danimarca. Le aiuole definiscono un tragitto non rettilineo per rallentare il traffico veicolare



Esempio di chi-cane con aiuole vegetate integrate al sedime stradale

## Percorsi ciclabili

Un corretto inserimento paesistico del percorso ciclabile si ottiene attraverso la coerenza tra il tracciato e l'ambito attraversato, i suoi caratteri, le sue risorse ed esigenze. Risultano pertanto essenziali:

- la localizzazione, configurazione spaziale e tipologica del percorso;
- la relazione con gli elementi esistenti e la valorizzazione delle visuali e del patrimonio culturale e naturale;
- la corretta ubicazione della segnaletica, delle soste, dei pannelli informativi etc.;
- la corretta localizzazione di elementi filtro a protezione del percorso (fasce tampone verso infrastrutture o insediamenti);
- la corretta localizzazione delle mitigazioni del percorso (siepi, filari, fasce arboree arbustive, opere di deframmentazione);
- la compatibilità e coerenza dei materiali prescelti con il contesto attraversato.

Sono da preferirsi piste ciclabili con finitura superficiale in calcestruzzo o terra battuta, in modo da garantire il più possibile la conservazione della permeabilità dei suoli.

Alle pavimentazioni in terra stabilizzata, è possibile associare pigmentazioni colorate da ubicarsi in corrispondenza degli incroci, con le strade o percorsi pedonali.

Una diversa colorazione può essere sufficiente per segnalare attraversamenti, pericoli o soste, senza ricorrere a cartelli e pali.

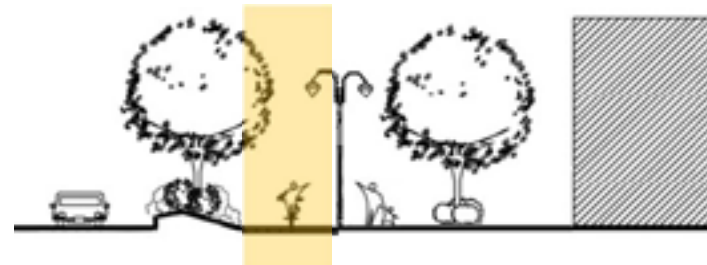
Al fine di promuovere e garantire forme di mobilità sostenibile, è utile prevedere parcheggi di interscambio, ovvero punti in cui è facilitato lo scambio tra i mezzi:

Auto – bici

Bici – treno/bus

Auto – treno/bus

### Alcuni esempi



Interscambio Bici/Auto.  
Viareggio, LU

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Qualità del paesaggio urbano
- Regolazione del microclima e contenimento del fenomeno dell'isola di calore (se associati a nuovi filari e siepi)
- Riqualificazione aree degradate e/o marginali



## Coltivazione fuori suolo nelle aree da bonificare

Le coltivazioni fuori suolo si distinguono da quelle tradizionali per l'assenza di coltivazione diretta del terreno agricolo.

Sono particolarmente indicate là dove la qualità del suolo è fortemente compromessa.

I sistemi fuori suolo si classificano in funzione del metodo di somministrazione della soluzione nutritiva:

- coltivazione idroponica: la coltivazione avviene in acqua in cui la radice è immersa direttamente nella soluzione nutritiva;
- coltivazione aeroponica: la coltura è sospesa in aria; la soluzione nutritiva viene diffusa alle radici per nebulizzazione;
- coltivazione su substrato come nel caso del gravel culture (in bancali con sabbia e ghiaia), in canaletta o in vaso/cassetta con irrigazione a goccia o subirrigazione (flusso e reflusso), in sacco di perlite (bag culture), substrato in fibra di cocco o lana di roccia.

Con la tecnica del fuori suolo è possibile massimizzare l'utilizzo di tutti gli input produttivi (acqua, fertilizzanti ecc.) ed ottenere rese al metro quadro superiori a quelle che si avrebbero coltivando con il metodo tradizionale.

Inoltre è possibile controllare gli elementi nutritivi delle piante in modo da garantire l'assenza di metalli allergenici come, ad esempio, il nickel.

### Alcuni esempi



## Recupero ambiti estrattivi di pianura

Gli ambiti estrattivi costituiscono delle 'ferite' nel territorio in cui s'inseriscono, indi per cui i temi progettuali devono essere fortemente interagenti con il paesaggio e con le sue componenti ambientali, percettive, culturali ed economiche.

Il progetto di ripristino di tali ambiti deve costituire un tema centrale, ancor prima dell'inizio della cavazione, e porta in sé grandi potenzialità: da una storica risorsa locale sfruttata ad uso privato, ad una risorsa culturale e ricreativa a servizio della collettività, risorsa ambientale a sistema con il mosaico locale e sovralocale.

Utili indicazioni e modalità di recupero delle cave lombarde possono essere reperite nella Delibera 10/495 del 25/07/2013 di Regione Lombardia.

### Cave in ambiti di pianura e di fondovalle:

Le attività estrattive si concentrano lungo i fiumi e nelle pianure alluvionali, sono caratterizzate dalla cavazione e trasformazione di ghiaie di varie granulometrie. Il ripristino a cessazione attività può prevedere la realizzazione di parchi con bacini lacustri aperti alla fruizione ed aree umide.

### Indirizzi generali per il recupero paesaggistico delle cave:

- riassorbire l'intervento nel paesaggio, recuperando la continuità con il sistema paesaggistico di riferimento, assimilabile alle condizioni pre-cava, riconoscendo e utilizzando i principali elementi del contorno, la maglia del paesaggio, le componenti biotiche e non;
- enfatizzare l'eccezionalità del sito che per la sua natura geologica, per caratteristiche dimensionali e spaziali non si vuole riassorbire nel paesaggio preesistente, ma come altri artefatti, può diventarne un elemento di arricchimento positivamente connotante.
- mitigare e compensare nel caso in cui non ci siano le condizioni per il riassorbimento né un progetto che integri l'inserimento paesaggistico.

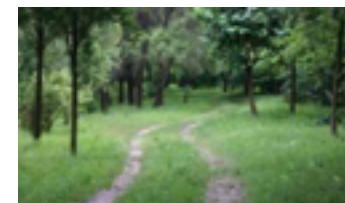
## Alcuni esempi



OASI BARCASSA ED OASI LIPU (PR)  
San Secondo Parmense, Torrile.  
1980-1988, progetto di Maurizio Ravasini.



CAVA DE POLI (CR)  
Rivolta d'Adda.  
Progetto di F.Ili De Polis s.r.l.



CAVA DI BIVILLE  
Biville, Francia.  
1990, Progetto dell'Atelier de Paysage (Anne-Sylvie Bruel, Cristophe Delmar).



## Recupero ambiti estrattivi di pianura

Nel recupero delle cave di pianura, il cui lascito è spesso un insieme di bacini di cava, per procedere con la rinaturalizzazione è necessario diversificarne la morfologia delle sponde al fine di ottenere habitat diversificati.

L'esempio riportato rappresenta una cava con falda affiorante recuperata con doppia funzione: ricreativa e naturalistica.

La sequenza vegetazionale lungo le sponde è direttamente influenzata dal gradiente d'acqua, dalla morfologia e dal tipo di substrato. Per avere una serie vegetazionale completa è necessario quindi provvedere ad una adeguata sistemazione delle sponde, funzionale alla formazione di cenosi diversificate.

- Cenosi a *Nuphar luteum* e *Ninphaea alba* (*Myriophyllo-Nupharetum*)
- Vegetazione palustre ovvero vegetazione dei canneti (*Phragmition*) e dei magno-cariceti (*Magnocaricion elatae*)
- Vegetazione a salici e pioppi (*Salici-Populetum*)
- Vegetazione ad ontano nero (*Alno-Ulmion*)
- Vegetazione a querce e carpino (*Carpinion*)

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Formazione di microhabitat
- Riequilibrio del ciclo idrologico
- Regolazione del microclima
- Regolazione del deflusso
- Trattenuta e Infiltrazione delle acque
- Fitodepurazione e Qualità delle acque
- Qualità fisico percettiva del paesaggio
- Riqualificazione aree degradate e/o marginali
- Ruolo didattico e culturale

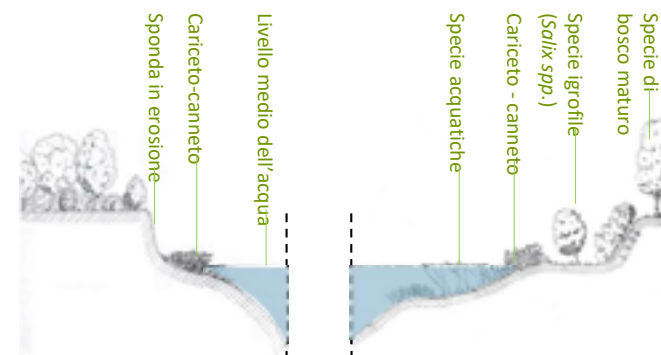
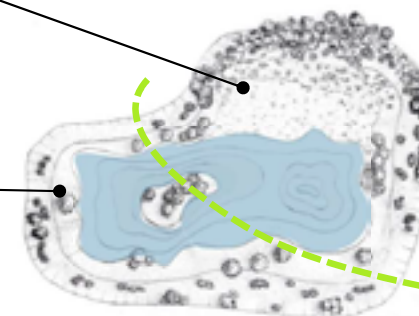
## Alcuni esempi

### ZONA NATURALISTICA

La sistemazione prevede accessibilità limitata e una successione vegetazionale ripariale lungo le sponde

### ZONA RICREATIVA

La sistemazione prevede l'accessibilità fino al lago, attrezzature e piccole costruzioni compatibili, punti d'appoggio per attività turistico-sportive



Sezione: sponda a pendenza ripida

Sezione: sponda a pendenza dolce

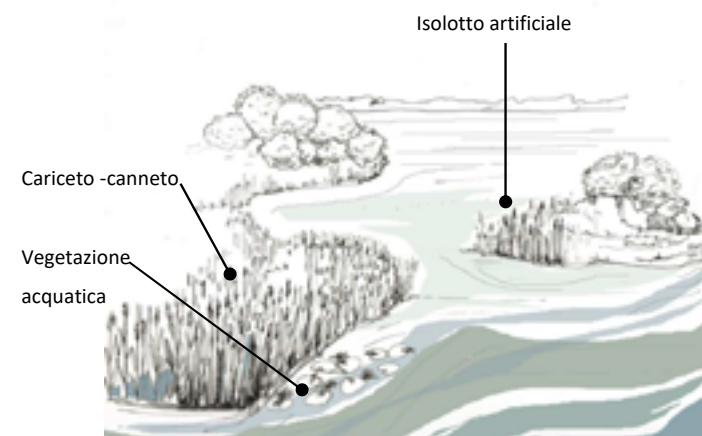
## Recupero ambiti estrattivi di pianura

Oltre ai modellamenti morfologici delle sponde - ove la sinuosità delle rive crea microhabitat diversificati - è indicato operare con tecniche di ingegneria naturalistica adeguatamente inserite nel contesto ed opportunamente scelte, le quali rendono vario il paesaggio migliorandolo dal punto di ecologico.

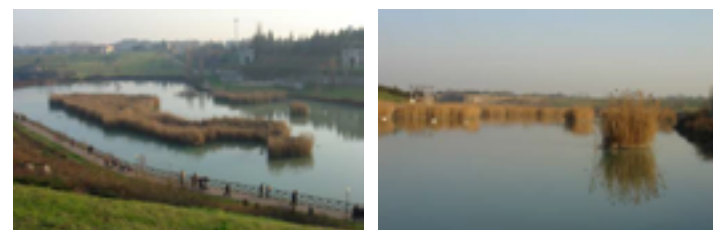
Tra gli interventi applicabili per la rinaturalizzazione dei bacini di cava:

- diversificazione habitat: modellazione morfologica spondale, isolotti artificiali (difficilmente raggiungibili dai predatori ed in grado di fornire all'avifauna habitat sicuri. interessanti dal punto di vista paesaggistico);
- rinaturalizzazione, controllo dell'erosione e della stabilità spondale: talee di salice, fascinata viva di salice, rulli spondali in fibra di cocco con culmi di canne, copertura diffusa, palificate, gradonate, etc.;
- interventi compatibili per la fruizione: osservatori faunistici, passerelle, sentieri nelle aree meno naturali.

### Alcuni esempi



Sezione tipo di isolotto artificiale





## Tetti verdi

Il verde pensile può essere applicato a edifici esistenti o di nuova costruzione. È importante che sia studiato un impianto di vegetazione il più possibile diversificata in modo da migliorare gli effetti positivi sull'ambiente prodotti dall'intervento.

I tetti verdi forniscono numerosi benefici:

- Sono ottimi isolanti e dunque riducono il fabbisogno energetico degli edifici
- mantengono temperature estive molto più basse dei materiali edilizi: la vegetazione anche bassa non supera in genere i 25-28 gradi a fronte dei 40-50 del cemento
- favoriscono l'evapotraspirazione con ulteriore effetto rinfrescante sull'edificio
- rallentano il deflusso superficiale soprattutto dei primi minuti di pioggia e rilasciano gradualmente le acque meteoriche captate.

Possono essere **di tipo intensivo** (fruibilità, possibilità di impianto di specie arbustive ed arboree, medio-alta manutenzione) o **estensivo** (ridotta accessibilità, possibilità di impianto di sole specie erbacee, ridotta manutenzione).

La stratificazione dello strato colturale cambia in funzione della vegetazione scelta.

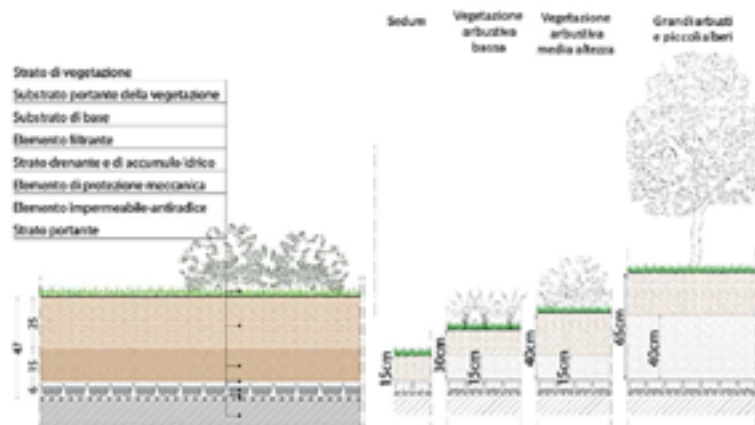
### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Regolazione del microclima e contenimento del fenomeno dell'isola di calore
- Rallentamento del run-off superficiale

### Solo nelle soluzioni intensive

- Impollinazione
- Qualità fisico percettiva del paesaggio
- Riqualificazione aree degradate e/o marginali
- Ruolo didattico e culturale
- Miglioramento percezione e fruizione antropica

## Rappresentazione schematica di stratigrafia del verde pensile



## Pareti verdi

Uso del verde verticale per mitigare l'impatto visivo e l'effetto dell'eccessivo soleggiamento e del vento.

Inoltre il verde verticale può contribuire alla cattura delle polveri sottili, soprattutto in prossimità di strade trafficate.

Il verde verticale **rampicante** garantisce una sostenibilità molto superiore al cosiddetto verde verticale tecnologico, il quale richiede cure, manutenzioni e apporti organici notevoli per sopravvivere.

## Alcuni esempi



### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Regolazione del microclima e contenimento del fenomeno dell'isola di calore
- Raffrescamento interno ed esterno
- Cattura polveri sottili
- Qualità del paesaggio urbano



## Recinzioni verdi

Le recinzioni verdi rivestono una notevole importanza in ambito urbano e extraurbano, divenendo un elemento di qualità paesistica e un alleato nella regolazione microclimatica e nella cattura delle polveri sottili.

In presenza di un muro di cinta viene a costituirsi una barriera impermeabile e respingente; la polvere, a causa dell'effetto catapulta, penetra all'interno del giardino/dell'area, depositandosi sui massetti cementizi e rimettendosi così in circolo al primo soffio di vento.

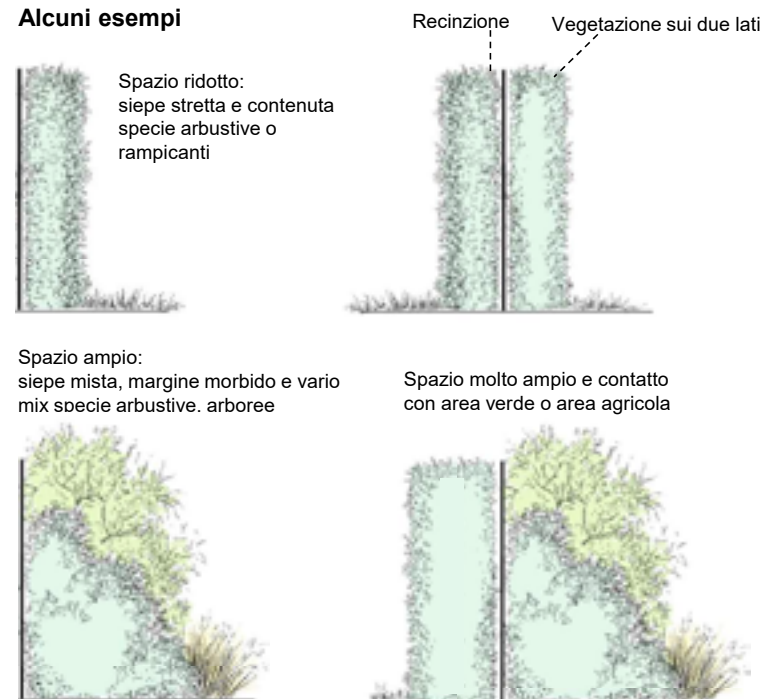
In presenza di recinzioni verdi la polvere e gli inquinanti della strada vengono trattenuti dalla struttura "a strati" della siepe, dalla scabrosità delle sue foglie, dagli umori resinosi e dall'umidità. In ogni caso, le polveri che oltrepassano, vengono arginati dall'arbusto contiguo e dal tappeto erboso.

In particolare le siepi informali multispecifiche sono una tipologia di siepe più resistente rispetto a quella monospecifica; risulta esteticamente piacevole, efficace per la biodiversità e richiede meno manutenzione.

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Regolazione del microclima e contenimento del fenomeno dell'isola di calore
- Cattura polveri sottili
- Qualità del paesaggio urbano

### Alcuni esempi



## Interventi diffusi applicati al contesto urbano

A seguire si riportano degli **esempi di interventi diffusi adatti ad essere "tradotti" per la risoluzione/miglioramento di alcuni nodi o tratti urbani della città di Brescia**; per ogni esempio è presentato uno stato attuale e uno di scenario che presenta interventi minimali (deimpermeabilizzazione parziale di alcune stratte stradali, formazione di aiuole ribassate, cordoli ribassati o forati, aumento delle superfici verdi e della vegetazione, etc.). Questi tipi di interventi possono essere realizzati anche in occasione della realizzazione di opere di manutenzione stradale, al fine di ottimizzare l'impiego delle risorse economiche disponibili.

Gli interventi di drenaggio urbano sono integrati alla vegetazione e alla razionalizzazione del traffico veicolare e ciclabile al fine di rendere i nodi più sicuri e accessibili anche per incentivare gli spostamenti a due ruote e a piedi, a vantaggio della salute psico-fisica delle persone e della crescita più sana dei bambini.

Possono inoltre essere integrati dalla piantagione di nuovi filari e macchie arbustive.

Si tratta di schemi indicativi di cosa sia possibile ottenere pensando allo spazio urbano come luogo da vivere e non solo da attraversare con mezzi più o meno veloci.

Li abbiamo chiamati "diffusi" perché sono ripetibili quasi ovunque, opportunamente adattati, e nella diffusione sta la loro forza di cambiare la città.




Uno spazio che quindi è pensato per il benessere delle persone che lo utilizzano attraverso l'uso integrato delle piante e dei sistemi di drenaggio delle acque.

## Interventi diffusi applicati al contesto urbano

La proposta prevede la rimozione dello spartitraffico centrale a fronte dell'accorpamento e dell'aumento della superficie permeabile e del verde a lato delle due corsie di traffico. I margini ribassati e i cordoli forati delle nuove aiuole permetteranno il deflusso superficiale verso le aree drenanti.



### LEGENDA

-  Mantenimento dei flussi di transito esistenti ma lieve spostamento della sezione stradale
-  Ampliamento e/o accorpamento delle aree verdi; conversione delle aree spartitraffico impermeabili in superfici drenanti; margini con cordoli ribassati o forati
-  Deflusso superficiale indirizzato verso le aree drenanti



## Interventi diffusi applicati al contesto urbano

La proposta prevede la parziale conversione degli spartitraffico impermeabili e dei marciapiedi in superfici drenanti, senza che questo implichi la modifiche dei flussi di traffico.

I margini ribassati e i cordoli forati delle nuove aiuole permetteranno il deflusso superficiale verso le aree drenanti.



### LEGENDA

-  Lieve spostamento della sezione stradale
-  Conversione della disposizione degli stalli del parcheggio, da pettine a lisca di pesce
-  Conversione delle aree spartitraffico impermeabili e di parte dei marciapiedi in superfici drenanti; margini con cordoli ribassati o forati
-  Deflusso superficiale indirizzato verso le aree drenanti

## Interventi diffusi applicati al contesto urbano

La proposta prevede l'accorpamento e l'aumento della superficie drenante e permeabile, a fronte di una maggior razionalizzazione del flusso pedonale. I margini ribassati e i cordoli forati delle nuove aiuole permetteranno il deflusso superficiale verso le aree drenanti, limitando l'inaridimento delle stesse e permettendo maggior irrigazione agli elementi vegetali presenti.



### LEGENDA

- Variazione dei flussi pedonali
- Ampliamento e accorpamento delle aree verdi; margini con cordoli ribassati o forati
- Deflusso superficiale indirizzato verso le aree drenanti







## Interventi diffusi applicati al contesto urbano

La proposta prevede l'ampliamento e l'accorpamento delle aree verdi e drenanti. I margini ribassati e i cordoli forati delle aiuole permetteranno il deflusso superficiale verso le aree drenanti, limitando l'inaridimento delle stesse e permettendo maggior irrigazione agli elementi vegetali presenti. La recente aggiunta di nuove alberature garantirà un maggior ombreggiamento delle aree circostanti, il miglioramento del paesaggio urbano e del microclima locale.

L'accorgimento di unire tra di loro le aree non asfaltate sui marciapiedi, è molto importante per dare maggior spazio alle radici delle piante e aumentare l'apporto idrico. Il tutto facilita la vitalità della vegetazione e ne riduce la pericolosità in caso di tempeste di vento.



### LEGENDA

-  Mantenimento dei flussi di transito esistenti
-  Variazione dei flussi pedonali
-  Ampliamento e accorpamento delle aree verdi; margini con cordoli ribassati o forati
-  Deflusso superficiale indirizzato verso le aree drenanti



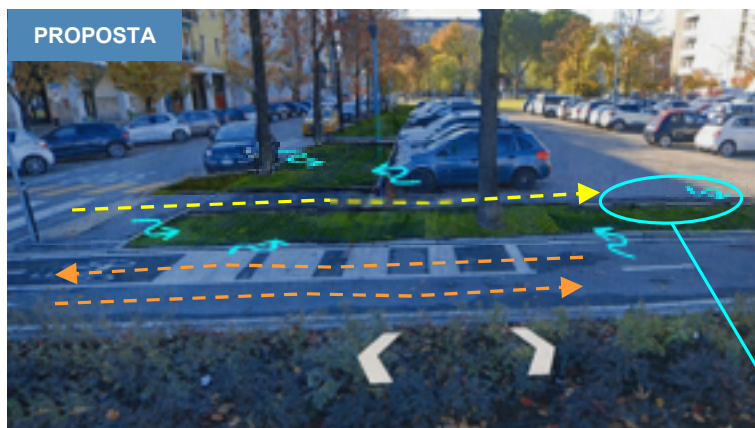
## Interventi diffusi applicati al contesto urbano

La proposta prevede l'ampliamento e l'accorpamento delle aree verdi e drenanti; la sostituzione dell'asfalto con pavimentazione drenante in corrispondenza degli stalli nel parcheggio, l'inserimento di aree a verde drenanti nelle zone non occupate dagli stalli. Nel parcheggio dello Stadio potrà essere garantito un maggior ombreggiamento con il posizionamento di pensiline fotovoltaiche per la produzione energetica. I margini ribassati e i cordoli forati delle aiuole permetteranno il deflusso superficiale verso le aree drenanti nuove e di progetto.



### LEGENDA

- Flussi carrabili
- Flussi pedonali
- Ampliamento e accorpamento delle aree verdi; margini con cordoli ribassati o forati
- Deflusso superficiale indirizzato verso le aree drenanti
- Sostituzione dell'asfalto con pavimentazione drenante
- Inserimento pensiline fotovoltaiche
- Nuove aree verdi drenanti



- ➔ Flussi carrabili
- ➔ Flussi ciclabili
- ➔ Flussi pedonali



Deimpermeabilizzazione e unificazione delle zone di suolo profondo



Deflusso superficiale

Interruzione di cordoli e ribassamento del terreno per convogliare il deflusso superficiale in suolo vivo







- ➡ Flussi carrabili
- ➡ Flussi ciclabili
- ➡ Flussi pedonali



Deimpermeabilizzazione  
Deflusso superficiale



Interruzione di cordoli e ribassamento del terreno per convogliare il deflusso superficiale in suolo vivo

## Interventi diffusi applicati al contesto urbano

La proposta prevede lo spostamento del percorso pedonale sul lato Nord adiacente l'area verde, l'ampliamento e l'accorpamento delle aiuole verdi sul lato dello Stadio.

I margini ribassati e i cordoli forati delle aiuole permetteranno il deflusso superficiale verso le aree drenanti.







Ipotesi attraversamento pedonale con dosso per rallentamento

Interruzione di cordoli e ribassamento del terreno per convogliare il deflusso superficiale in suolo vivo



Deimpermeabilizzazione



Deflusso superficiale



Flussi carrabili



Flussi ciclabili



Flussi pedonali





# III. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEI PAESAGGI INFRASTRUTTURALI

FORMAZIONI A T

FORESTAZIONE E BIOMASSA/COLTURE NO-FOOD

FASCE FILTRO CON PANNELLI FOTOVOLTAICI

SIEPI E FASCE TAMPONE/FILTRO

ZONE UMIDE PER LA RACCOLTA E FITODEPURAZIONE, DELLE ACQUE DI DILAVAMENTO STRADALE

TRINCEE ED AREE FILTRANTI (Cfr. categoria I)

FOSSI VEGETATI (Cfr. categoria I)



## Introduzione

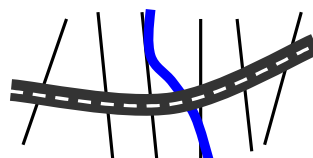
Gli effetti negativi determinati dalle infrastrutture stradali possono essere limitati alla scala locale, con ripercussioni benefiche anche sulla scala vasta. In particolar modo le interferenze degli assi stradali con la rete ecologica, con il sistema idrografico, con la mobilità delle specie e la continuità del mosaico paesistico ambientale, possono essere in parte risolte con interventi di potenziamento del sistema ambientale e con interventi di deframmentazione paesistica.

Gli interventi di potenziamento del sistema ambientale e di deframmentazione paesistica variano a seconda del contesto attraversato; devono essere coerenti e calibrati sui caratteri morfologici, identitari, strutturali e funzionali degli ambiti di pianura, fondovalle e montagna in cui si inseriscono.

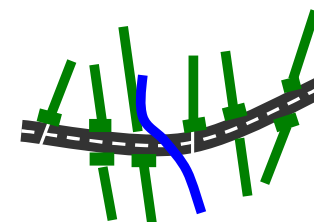
Gli interventi di deframmentazione paesistica consentono di connettere tra loro macchie paesistiche separate e/o di ripristinare connessioni ecologiche alterate dalla realizzazione di infrastrutture. Tra queste opere figurano i sovrappassi ed i sottopassi faunistici, particolarmente idonei a limitare gli impatti delle infrastrutture sulla mobilità della fauna.



ELEMENTI STRUTTURALI  
ESISTENTI



INTERRUZIONE  
INFRASTRUTTURALE



RETE DI SIEPI E FILARI PER LA RICOSTRUZIONE  
DELLA STRUTTURA PAESAGGISTICA

## La giacitura del paesaggio

Gli interventi a margine delle infrastrutture, sia per le nuove realizzazioni che in caso di mitigazioni di infrastrutture esistenti - devono concorrere alla ricostruzione del mosaico paesistico ambientale del territorio attraversato.

Questo può avvenire attraverso l'impianto di una rete di siepi e filari opportunamente posizionata, che riprenda l'orditura originaria del tessuto paesistico (cfr. schemi sotto). A Brescia le grandi infrastrutture si posizionano più o meno ortogonali alle linee di forza che hanno definito lo sviluppo dei paesaggi: gli andamenti Alpi/Po disegnati da millenni dalla forza di gravità.

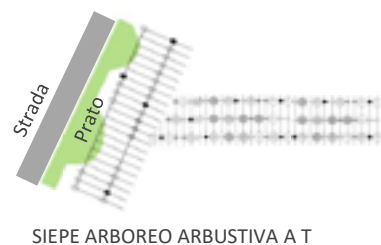
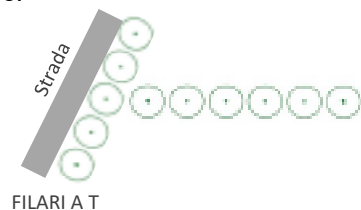
La ricucitura della trama del paesaggio tiene conto di questi andamenti, restituendo continuità agli elementi del paesaggio e alla sua percezione, valorizzandolo. La linea intermittente di vuoti e pieni che si forma, tende a rompere visivamente la continuità della barriera stradale, riducendone la forza, e si crea una struttura trasversale alla strada capace di 'assorbire' l'infrastruttura. Inoltre, in corrispondenza delle linee verdi e blu trasversali si possono realizzare sottopassi faunistici costruendo punti fisici di connessione.

Una sistemazione di questo tipo implica preferibilmente la partecipazione attiva degli abitanti.

## Formazioni a T

Impianto lineare di vegetazione a T che interessa i margini della nuova infrastruttura, svolgendo funzioni di mitigazione visiva e, localmente, di barriera acustica e anti inquinamento. L'inserimento di siepi e filari a T in maniera non continuativa lungo la strada, ha la funzione di interrompere il forte segno del tracciato mitigando lo squarcio prodotto dalla linearità e dal suo orientamento; consentono inoltre la ricostruzione del disegno di paesaggio rurale. La disposizione discontinua e ortogonale della vegetazione lungo l'infrastruttura non compromette la mitigazione visiva della stessa, costituita da sequenze visive non zenitali (cfr. simulazioni a lato).

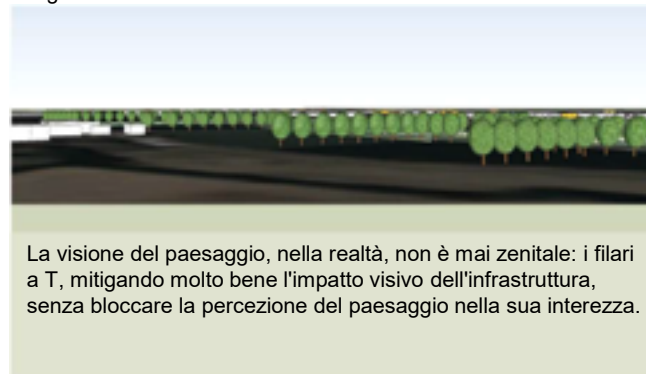
Recupero delle direttrici strutturanti del paesaggio, per la mitigazione dell'infrastruttura, con mantenimento del carattere "aperto" del paesaggio rurale, inserimento delle connessioni ecologiche, mitigazione visiva, riducendo l'"effetto barriera" ed evitando le trappole ecologiche formate dalle fasce vegetate a lato delle infrastrutture.



Progetto dell'infrastruttura



Progetto delle formazioni arboreo arbustive



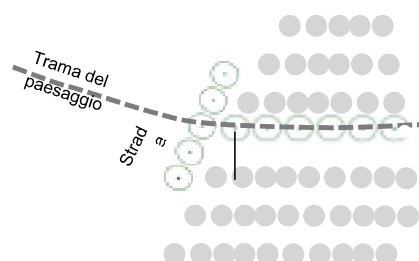
La visione del paesaggio, nella realtà, non è mai zenitale: i filari a T, mitigando molto bene l'impatto visivo dell'infrastruttura, senza bloccare la percezione del paesaggio nella sua interezza.

## Forestazione e biomassa / coltura no-food

Per mitigare gli impatti dovuti alla frattura del tessuto paesistico, alle polveri disperse e all'inquinamento del suolo e delle colture, è possibile inserire impianti di coltivazioni no food (es. pioppeti a cicli brevi) con lo scopo di ricostruire un margine stradale in grado di assorbire gli inquinanti, senza richiamare la fauna selvatica in zone di pericolo.

Con un opportuno inserimento di siepi e filari, è inoltre possibile la ricostruzione del disegno di paesaggio, in modo tale da mitigare lo squarcio prodotto dalla linearità e dalla giacitura della strada, salvaguardando l'economia agricola.

- Mitigazione dalle infrastrutture (fascia tampone)
- Produzione di legno (biomassa o di pregio)
- Riqualificazione paesistica



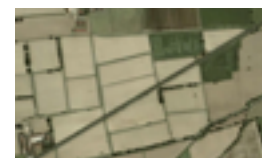
Colture a biomassa:  
ciclo di taglio medio/breve

Filare o siepe arborea arbustiva,  
semplice o a T (segno  
strutturante del paesaggio  
rurale): ciclo di taglio  
medio/lungo

## Alcuni esempi



1) Paesaggio rurale originario



2) Inserimento della strada



3) Inserimento di filari/siepi e  
colture a biomassa

SOPRA: schematizzazione di un'orditura  
paesistica, prima e dopo l'inserimento  
infrastrutturale e la ricostruzione del  
mosaico attraverso gli interventi di  
mitigazione e compensazione.

A DESTRA: progetto di Bernard Lassus per  
l'inserimento paesistico dell'autostrada A85  
Angers-Tours, Francia. Mod.





## Biomassa / coltura no-food Impianti a ciclo breve

L'impianto del pioppo (generalmente cloni di *Populus alba*) "da biomassa" può essere a file singole o a file binate, a seconda che il taglio previsto sia con turno biennale o con turno annuale.

Da un punto di vista della biodiversità tali impianti vegetali monospecifici hanno un valore scarsissimo.

I cicli di taglio e ricaccio del ceduo, chiamati turni, possono essere molto variabili:

- 2-3 anni per fascine
- 10-30 anni per paleria e legna da ardere
- fino a 40 anni o più per ottenere prodotti di maggior pregio, effettuando diradamenti selettivi.

Può essere adatto per: formazione di fasce di mitigazione stradale  
rigenerazione di aree/siti in aree urbane ed extraurbane degradati, contaminati e/o in attesa di recupero.

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

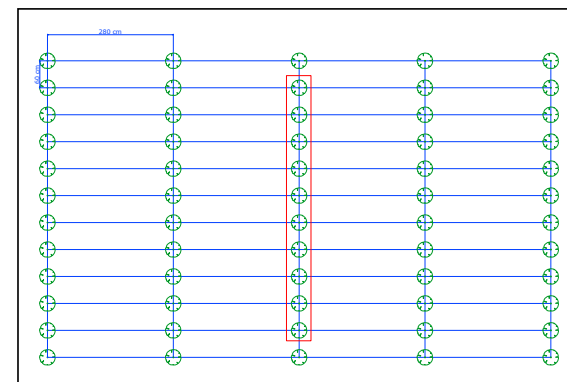
Per l'impianto puro (monospecifico)

- Produzione di materiale e prodotti forestali
- Regolazione del microclima

Per l'impianto misto (plurispecifico)

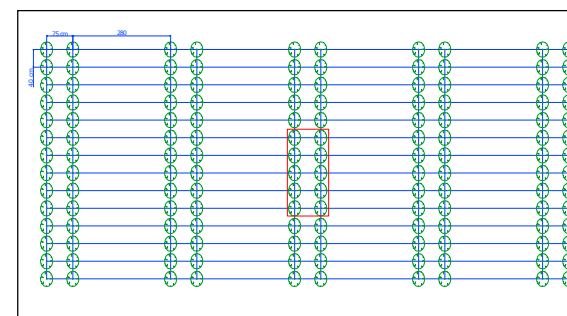
- Produzione di materiale e prodotti forestali
- Formazione e fornitura di habitat
- Regolazione del microclima
- Qualità fisico percettiva del paesaggio
- Riqualificazione aree degradate e/o marginali
- Miglioramento percezione e fruizione antropica

### Alcuni esempi



Schema di impianto a file singole

La pericolosità per le nidificazioni può essere mitigata con una rotazione del taglio che garantisca il mantenimento di macchie vegetate alternate a macchie tagliate.



Schema di impianto a file binate

## Fasce filtro con pannelli fotovoltaici

Lungo le infrastrutture, in coerenza con la trama del paesaggio e con gli interventi di riqualificazione del mosaico paesistico ambientale che su di essa si innestano, è possibile prevedere la posa di pannelli fotovoltaici.

Possono essere integrati alle barriere antirumore, ove previste, o posati sulle superfici a ridosso dell'infrastruttura.

E' possibile prevedere fasce di fotovoltaico al suolo, in corrispondenza delle zone che generalmente raccolgono la maggiore concentrazione di inquinanti nei suoli, nelle acque, nelle colture. Gli impianti così realizzati si pongono come "filtro" tra le infrastrutture e le colture.

Si consiglia una alternanza con gli elementi vegetali della trama paesistica, quali fasce di foreste urbane, filari doppi ortogonali all'infrastruttura, superfici di colture no food.

Va evitato l'uso estensivo del suolo per la creazione di impianti fotovoltaici poiché il suolo sotto i pannelli si inaridisce e perde sostanza organica: il degrado è inevitabile ed irreversibile a meno di urgenti appositi energetici per il recupero della fertilità. Inoltre i pannelli in estate si scaldano fino a temperature di 60°-70°: l'estensività tende, inevitabilmente ,ad incrementare l'isola di calore.

## Alcuni esempi



Autostrada del Brennero, integrazione tra barriera antirumore e pannelli fotovoltaici.

SOTTO: ipotesi di intervento



Pannelli fotovoltaici

Coltura no food

## Siepi e fasce tampone/filtro

Inserimento di elementi vegetali con lo scopo principale di schermare polveri e rumorosità generati dalle infrastrutture viarie, contribuire alla estetica e alla riconoscibilità del paesaggio attraversato, contribuire alla sicurezza stradale attraverso opportuni accorgimenti.

Le fasce vegetate, oltre a contribuire ad una diversificazione paesistica e ambientale del territorio attraversato, possono svolgere l'importante funzione di ripristinare la continuità ecologica e paesaggistica. Questo quando garantiscono una fascia sufficientemente ampia di spazio aperto tra l'infrastruttura e la vegetazione boschiva, se non costituiscono tratti troppo lunghi in adiacenza alle strade, se sono debitamente separate da reti per impedire alla fauna selvatica l'accesso alle strade, se confluiscono in by-pass per la fauna.

Per la realizzazione di fasce vegetate lungo le strade si deve tener conto dei vincoli normativi vigenti.

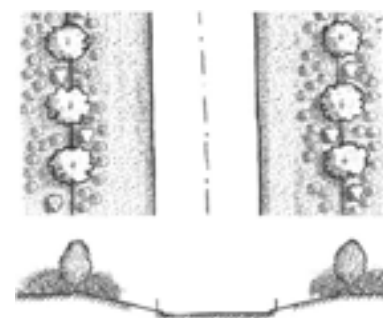
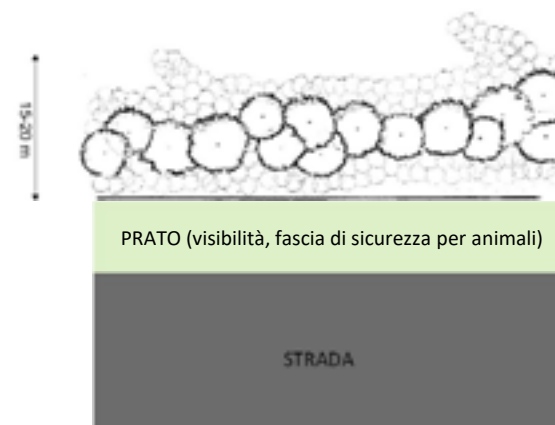
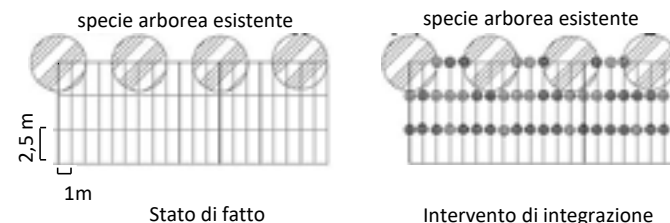
Per le fasce vegetate più prossime al sedime stradale, devono essere previste specie di dimensione e portamento compatibili con la fascia di terreno disponibile, in modo tale da non dover intervenire con tagli di potatura drastici.

Si possono prevedere inoltre abbinamenti di alberi e arbusti che rompano la linearità stradale riproducendo le direttrici del tessuto paesistico.



Piano del Verde e della Biodiversità

### Alcuni esempi



## Zone umide per la raccolta e fitodepurazione delle acque di dilavamento stradale

Si tratta di interventi che sfruttano i naturali processi di filtrazione, metabolizzazione e degradazione di sostanze organiche e inquinati ad opera del terreno e delle piante.

Il processo di fitodepurazione delle acque di dilavamento stradale avviene secondo diverse fasi: filtraggio e sedimentazione prima, successivamente di depurazione grazie all'impiego della vegetazione, e vede l'impiego di diversi sistemi integrati tra loro.

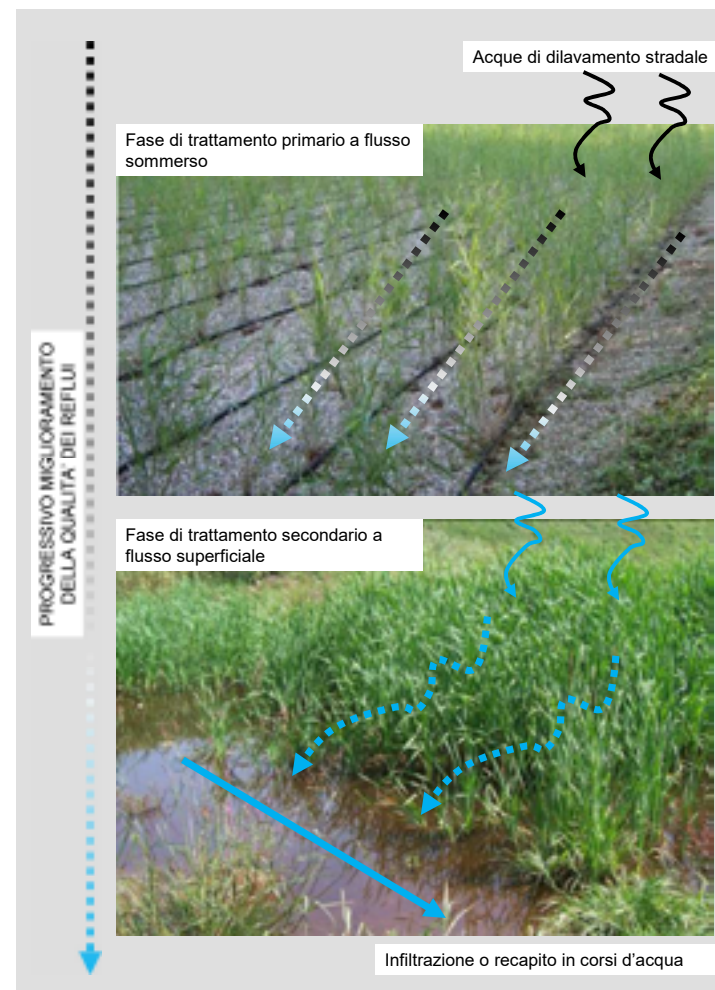
La prima fase, quella di trattamento primario, generalmente prevede l'impiego di sistemi detti a flusso sommerso, dove le acque di dilavamento stradale scorrono attraverso il substrato (ghiaia e sabbia) e subiscono una prima fase di filtrazione (operata fisicamente dal substrato) e degradazione (operata dalla vegetazione) dei composti organici, di solidi sospesi, di molte sostanze azotate (tra cui nitrati e azoto ammoniacale), di vari contaminanti volatili e di carica batterica.

La seconda fase è detta di trattamento secondario e prevede la realizzazione di un bacino/area umida dove viene effettuato il lagunaggio delle acque in superficie. Il bacino di lagunaggio, riceve i reflui già parzialmente depurati dal primo sistema di fitodepurazione e ne migliora ulteriormente la qualità dell'effluente in termini di rimozione di azoto e fosforo, nonché di organismi patogeni, metalli, idrocarburi naturali e di sintesi, composti organici come solventi clorurati.

Si tratta di fatto di un'area umida dove la componente di vegetazione palustre è dominante.

Infine una terza fase detta di affinamento/finissaggio. Si tratta anche in questo caso di un'area umida in stratta connessione con la precedente che ha il compito di trattenere ulteriormente le acque ormai depurate, contribuire ulteriormente al miglioramento della qualità, quindi restituirle al sistema per infiltrazione o in corsi d'acqua recettori.

Piano del Verde e della Biodiversità



# IV.

## NBS PER LA FUNZIONALITÀ DEL RETICOLO IDROGRAFICO

RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE, COMPRENDE LA FORMAZIONE DI AREE GOLENALI: VEGETAZIONE RIPARIA, ZONE E BOSCHI UMIDI  
RINATURALIZZAZIONE DI CORSI D'ACQUA E RISAGOMATURA DEGLI ALVEI  
RINATURALIZZAZIONE SPONDALE MEDIANTE L'INGEGNERIA NATURALISTICA  
FORMAZIONE DI STAGNI, ZONE UMIDE E AREE DI RITENUTA, ANCHE COLLEGATE AL RETICOLO  
CONSERVAZIONE E RIVITALIZZAZIONE DELLE RISORGIVE E DEI FONTANILI





## Introduzione

I corsi d'acqua costituiscono elementi estremamente importanti all'interno del paesaggio, in quanto concentrano in sé una quantità di funzioni essenziali al fine del mantenimento e del funzionamento dell'intero tessuto paesistico.

Tra le funzioni più importanti si citano:

- la capacità di modellare il territorio, base della formazione dei paesaggi;
- lo spostamento di materiali biotici e abiotici, tra cui l'acqua;
- la pulizia del bacino idrografico;
- la ricarica delle falde;
- il filtraggio e la depurazione;
- la formazione di habitat e nicchie ecologiche;
- la connessione tra aree naturali diverse;
- la fruizione antropica, compresa la componente estetico-percettiva.

Si nota come il deflusso dell'acqua non sia che uno dei tanti aspetti che determinano e tengono in vita un paesaggio fluviale. Si sottolinea inoltre che solo un corso d'acqua naturaliforme è in grado di sostenere tutte le funzioni citate.

La regimazione dei corsi d'acqua, al contrario, considera in modo prioritario la funzione di deflusso dell'acqua senza attenzione alle molteplici funzioni complementari.

La progettazione e gestione dei corsi d'acqua deve tener conto di tutti gli aspetti riportati, se l'obiettivo è quello di mantenere un paesaggio fluviale vitale e autorigenerante.

La riqualificazione dei corsi d'acqua si ottiene lavorando sulla diversificazione morfologica del tracciato e della sezione dell'alveo. Ad una morfologia adeguata si affiancano opere di consolidamento spondale effettuabili con l'Ingegneria Naturalistica.

Le finalità della riqualificazione sono quelle della restituzione delle funzioni ecologiche e paesaggistiche del corso d'acqua, in modo tale da consentire l'erogazione dei servizi ecosistemici: miglioramento della qualità dell'acqua, conservazione della biodiversità, cattura di CO<sub>2</sub>, conservazione del suolo, riduzione del rischio idraulico, complessivamente qualità del paesaggio.

La diversità morfologica dell'alveo è la base per una riqualificazione ottimale. L'eliminazione di opere in CLS e l'impiego di opere di Ingegneria Naturalistica per il consolidamento spondale, si pongono come buone pratiche in grado di attivare processi ecosistemici.

La rinaturalizzazione di tratti di fiume, se opportunamente progettata, risponde in genere a tutte le funzioni del corso d'acqua citate, migliorando la stabilità ecologica del sistema territoriale, spesso diminuisce le esigenze di manutenzione degli alvei, e inoltre contribuisce in genere a migliorare la "qualità paesistico-ambientale" del territorio circostante.

La rinaturalizzazione o il mantenimento dell'assetto naturaliforme è importante soprattutto nei tratti vallivi, e nelle pianure, dove il paesaggio è maggiormente sfruttato dall'uomo ed è quindi carente di elementi di naturalità: ciò ha diminuito l'efficienza ecologica del sistema fluviale nei confronti di tutto il territorio.

La diversificazione morfologica, accompagnata ad opere di Ingegneria naturalistica può costituire intervento efficace anche alla riduzione del rischio idraulico. Nel caso di corsi d'acqua che si sviluppano in aree libere, è possibile prevedere aree di espansione naturaliformi per l'accoglimento delle piene, realizzate con opere di ingegneria naturalistica, completate dalla formazione di boschi golenali, zone umide, ecc.

La “SPECIALIZZAZIONE” (intesa come monofunzionalità, cioè come l'incapacità a svolgere più funzioni diverse di un singolo elemento del paesaggio) indotta dagli usi antropici del territorio, è infatti un elemento di “instabilità”, poiché impedisce la presenza di funzioni complementari che contribuiscono alla mitigazione dei disturbi naturali e antropici e all'impiego di risorse diversificate di fronte ad eventi imprevedibili.

Nei casi in cui ci sia spazio disponibile è opportuno aumentare l'efficacia degli interventi, allargando le sezioni dei corsi d'acqua e diversificandone la morfologia al fine di aumentare la MULTIFUNZIONALITÀ FLUVIALE, in modo tale da ridurre le velocità di deflusso, intervenendo poi con opere di ingegneria naturalistica per i consolidamenti spondali.

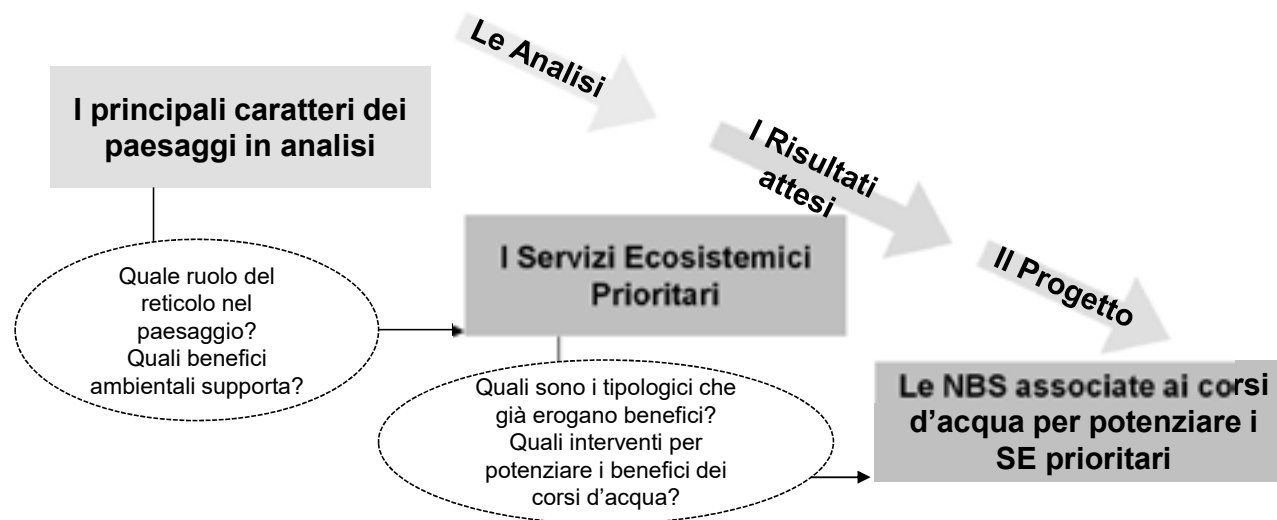
Ogni corso d'acqua esprime potenzialità proprie a seconda delle sue dimensioni, portate, morfologie e ambiti attraversati, mentre l'insieme dei corsi d'acqua/canali caratterizza in modo diverso gli ambiti, acquisendo un "ruolo" sempre diverso al mutare dei sistemi di paesaggio.

Ecco che è necessario individuare criteri utili a indirizzare le più opportune tipologie di intervento, sintesi delle istanze derivate dai punti precedenti.

In particolare, un aspetto chiave per la definizione dei valori dell'insieme dei corsi d'acqua e, a discendere, dei singoli tratti, è dato dal "ruolo ambientale" che svolgono all'interno dei diversi ambiti.

Per orientarsi nella selezione dei tipologici più idonei per intervenire lungo il reticolo idrografico è necessario porsi alcune domande, riportate nello schema sotto.

Nelle schede a seguire le NBS sono corredate da descrizioni ed esempi che consentono al progettista di contestualizzare l'intervento.



## Riqualificazione fluviale, comprende la formazione di aree golenali: vegetazione riparia, zone e boschi umidi

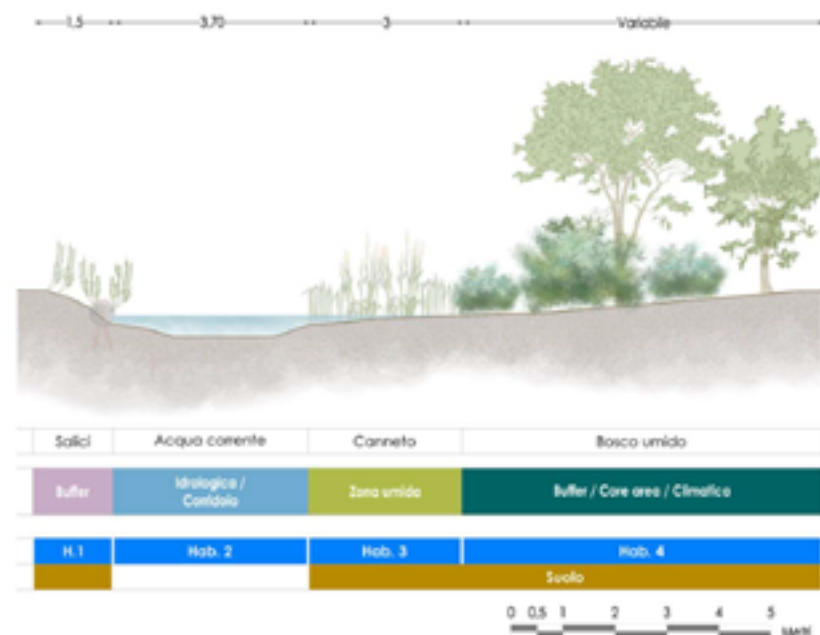
La realizzazione di macchie con vegetazione arboreo/arbustiva ed erbacea igrofila è spesso associata ad interventi di rinaturalizzazione di corsi d'acqua, fitodepurazione, formazione di fontanili, aree umide così da formare la serie vegetazionale completa tra la zona umida e il bosco planiziale.

Può essere localizzato tra campi agricoli e rogge o canali d'irrigazione, ha anche la funzione d'intercettare i nutrienti percolati nel suolo e rimasti inutilizzati, migliorando la qualità dell'acqua dei ricettori finali. L'intervento può risolvere due esigenze fondamentali: rinaturalizzare e rinforzare strutturalmente le sponde, mantenendo una stretta interazione tra terra e acqua.

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Mantenimento dei cicli vitali delle specie viventi
- Formazione e fornitura di habitat
- Regolazione del microclima
- Regolazione del deflusso
- Controllo dell'erosione
- Regolazione e infiltrazione delle acque
- Conservazione delle acque
- Infiltrazione delle acque
- Ossigenazione dell'acqua
- Fitodepurazione e Qualità delle acque
- Abbattimento dei nitrati di origine agricola tramite fasce tampone
- Rafforzamento connessioni ecologiche
- Qualità fisico percettiva del paesaggio
- Impollinazione

### Schema esemplificativo



Può essere adatto :

- per la rigenerazione di aree/siti degradati in aree urbane ed extraurbane, ambiti degradati, contaminati e/o in attesa di recupero se presenti unità acquatiche (acque lentiche e/o lotiche )
- per aumentare la complessità degli interventi finalizzati a migliorare la funzionalità del reticolo idrografico

L'impianto di macchia o fascia boscata igrofila - con andamento rettilineo/sinuoso dell'impianto prevede una densità di 1500 piantine/ha. prevedere la ricostruzione della struttura orizzontale e verticale del bosco, nonché il posizionamento delle specie arbustive lungo i margini (mantello).

## Riqualificazione fluviale, comprende la formazione di aree golenali: vegetazione riparia, zone e boschi umidi

Per la realizzazione di fasce filtro/tampone si prevede l'impianto di siepi arboreo-arbustive plurispecifiche a filare singolo o multiplo, lungo corsi d'acqua principali e minori, canali, fossi.

Modulo da 20m: 2 alberi e 30 arbusti.

Specie arboree e arbustive coerenti con la Sub UPA di riferimento, tra cui specie eduli e specie interessanti sotto il profilo ecologico.

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Rafforzamento delle connessioni ecologiche
- Incremento della biodiversità vegetale e faunistica
- Qualità fisico/percettiva del mosaico paesistico ambientale
- Fascia tampone
- Conservazione del suolo
- Mitigazione delle infrastrutture minori
- Delimitazione funzionale
- Ruolo didattico e culturale

### Schema esemplificativo



	Acqua corrente	Sterrata	
--	----------------	----------	--

Stato



	5	Variable	
	Siepi a più file	Acqua corrente	Sterrata
	Buffer / Corridolo	Idrologica / Corridolo	
	Hab. 1	Hab. 2	H.3
	Suolo		

### Interventi

La figura illustra i diversi servizi che si possono sviluppare nelle varie zone della sezione del corso d'acqua, in seguito ad interventi idonei.

## Rinaturalizzazione di corsi d'acqua e risagomatura degli alvei

Si tratta di interventi finalizzati ad aumentare lo spazio fluviale e la sua diversificazione morfologica e, possibilmente, di habitat.

Servono a riqualificare il paesaggio, mitigare il rischio idraulico, aumentare la biodiversità, migliorare la qualità dell'acqua, aumentare la superficie filtrante dell'alveo.

Possono avere dimensioni molto variabili a seconda delle disponibilità di spazio.

La morfologia diversificata favorisce inoltre:

- la formazione di fascia tampone per la denitrificazione delle acque di scolo dei campi;
- la riduzione dell'erosione di fondo;
- la ritenzione di materia organica, la quantità di sostanze nutritive del canale e la produttività della fauna ittica;
- la regolazione naturale del deflusso;
- la presenza e la diversificazione della vegetazione riparia che aumenta la vitalità del canale e delle biocenosi;
- la stabilità delle sponde garantita da vegetazione autorigenerante.

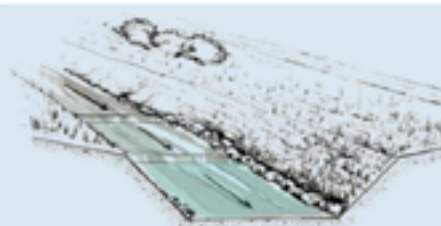
### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI

#### Erogati prima dell'intervento:

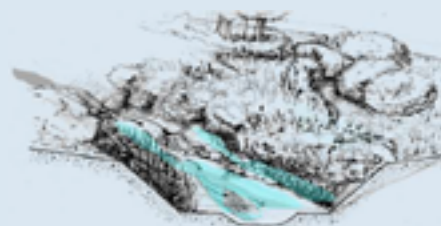
- Deflusso
- Approvvigionamento acqua

#### Attesi dopo l'intervento:

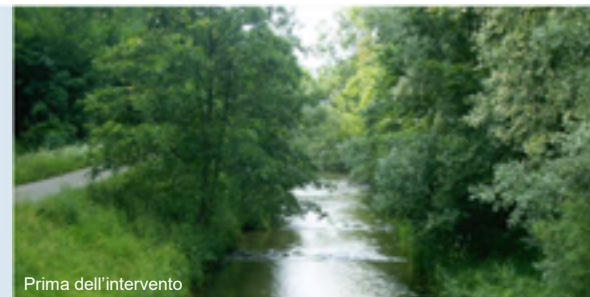
- Mantenimento dei cicli vitali delle specie viventi
- Formazione e fornitura di habitat
- Riequilibrio complessivo del reticolo
- Regolazione del microclima
- Regolazione del deflusso
- Infiltrazione delle acque
- Ossigenazione dell'acque
- Fitodepurazione e Qualità delle acque
- Abbattimento dei nitrati di origine agricola tramite fasce tampone
- Rafforzamento connessioni ecologiche
- Qualità fisico percettiva del paesaggio
- Riqualificazione aree degradate e/o marginali
- Ruolo didattico e culturale
- Miglioramento percezione e fruizione antropica



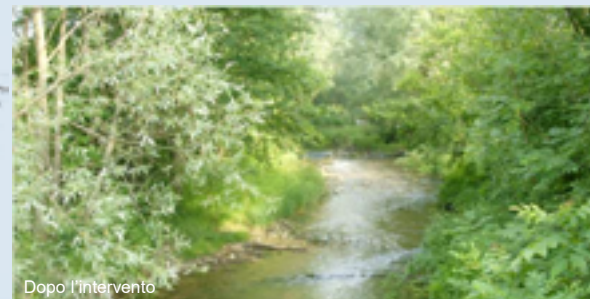
Corso d'acqua regolarizzato



Rinaturalizzazione corso d'acqua regolarizzato



Prima dell'intervento



Dopo l'intervento



## Rinaturalizzazione spondale mediante l'ingegneria naturalistica

L'Ingegneria Naturalistica mette a disposizione un ventaglio di tecniche, particolarmente efficaci per la sistemazione di corsi d'acqua e di versanti, limitando l'azione dell'erosione ed effettuando il consolidamento dei terreni unitamente al recupero dei processi ecologici e al reinserimento paesaggistico di ambiti degradati dal dissesto idrogeologico o dall'attività dell'uomo.

Queste tecniche prevedono l'utilizzo del materiale vegetale vivo e del legname come materiale da costruzione, in abbinamento in taluni casi con materiali inerti come pietrame e massi, terra, legname, ferro e acciaio, fibre vegetali e sintetiche e permette di risolvere un'ampia gamma di problematiche di rivegetazione, consolidamento e drenaggio di versanti, scarpate e sponde.

### Importanza primaria della vegetazione

La vegetazione costituisce elemento fondamentale nel mantenimento della vita sulla terra, in quanto, oltre ad altre funzioni minori, ha importanza primaria per:

- la costruzione dei paesaggi,
- l'evoluzione degli habitat sia umani che naturali,
- l'erogazione di molti servizi ecosistemici, tra cui il miglioramento del microclima ed il mantenimento del bilancio di ossigeno e del carbonio.

### L'efficacia della vegetazione

nei confronti delle funzioni indicate varia in base a:

- il tipo di contesto territoriale e le sue esigenze,
- le relazioni che ogni elemento vegetazionale instaura con gli altri elementi adiacenti,

- la posizione degli elementi vegetazionali entro il mosaico ambientale ed i rapporti/interferenze che intercorrono con elementi di altro genere, quali strade, insediamenti, aree coltivate, ecc.,
- le dimensioni e la forma delle "patches" (frammenti) di vegetazione e tipo di connessione tra le patches,
- le caratteristiche intrinseche degli elementi vegetazionali, quali le specie che li compongono, loro strutturazione, età, stato fitosanitario,
- le specie animali (tra cui l'uomo), che possono abitare e/o frequentare/utilizzare gli elementi vegetazionali.

Il progetto della vegetazione è, dunque, una questione complessa che non può essere ridotta ad una scelta più o meno oculata delle specie, ma deve tener conto di tutti gli aspetti citati, al fine di accrescere le potenzialità di ogni impianto vegetale, soprattutto dove la vegetazione è scarsa o collocata in ambienti non ottimali (es. aree urbane).

Gli interventi sono da localizzarsi in via prioritaria lungo i corsi d'acqua anche minori (poiché il reticolo idrografico costituisce una delle strutture di base per il potenziamento del ruolo ecologico locale e sovralocale).

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI DAI PRINCIPALI INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA DI RINATURALIZZAZIONE SPONDALE

- Pedogenesi
- Formazione e fornitura di habitat
- Regolazione del deflusso
- Regolazione del trasporto solido
- Controllo dell'erosione
- Controllo degli inquinanti
- Fitodepurazione e Qualità delle acque
- Abbattimento dei nitrati di origine agricola tramite fasce tampone
- Qualità fisico percettiva del paesaggio

## Opere varie di ingegneria naturalistica



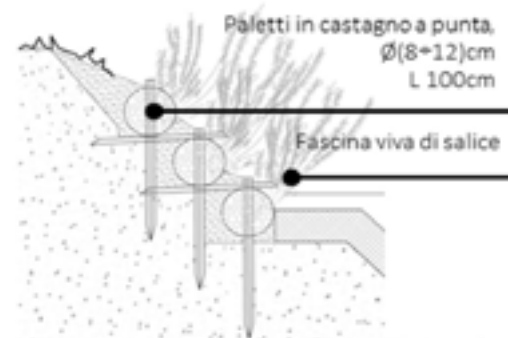
Talee



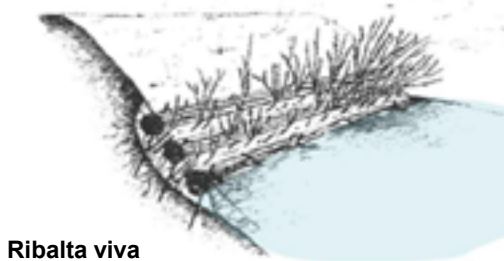
Copertura diffusa



Fascinata viva spondale



Ribalta viva



Rullo di cocco

## Formazione di stagni, zone umide e aree di ritenuta, anche collegate al reticolo

Realizzazione di zone umide e stagni di diversa profondità in cui si incontrano l'ambiente acquatico e quello terrestre, prevalentemente attraverso la vegetazione perimetrale.

Per la loro realizzazione sono previste opere di scavo e opere di ingegneria naturalistica (ad es. fascina viva, ribalta viva) con messa in opera e/o conservazione di vegetazione autoctona, movimenti di terra per il riporto del terreno di scavo e rulli e rizomi di canne. Il perimetro deve irregolare per realizzare ambienti umidi diversificati connotati da alti livelli di biodiversità, e aumentare gli spazi di interazione tra terra e acqua dove si concentrano i SE.

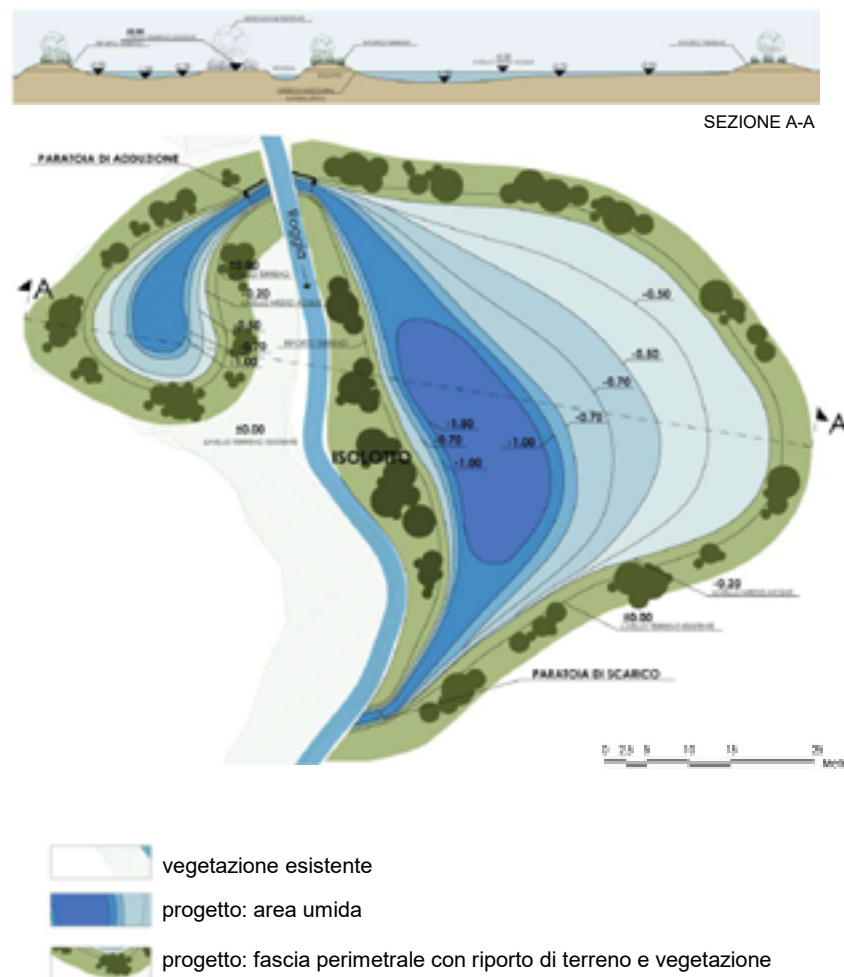
La realizzazione di settori ad acqua bassa con altri di profondità relativamente alta (max. 2 m) permette di ottenere un'alternanza tra acque stagnanti e libere, originando habitat ideali per la fauna selvatica terrestre e acquatica.

Il profilo delle sponde e del fondo deve essere tale da garantire lo sviluppo della vegetazione acquatica e delle formazioni perimetrali devono consentire la messa a dimora di fasce arboreo-arbustive.

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Mantenimento dei cicli vitali delle specie viventi
- Formazione e fornitura di habitat con la finalità di supportare la biodiversità vegetale e faunistica (temperatura, depositi, profondità, velocità dell'acqua; vegetazione) e diversificazione degli habitat
- Riequilibrio complessivo del reticolo
- Regolazione del deflusso e trattenuta delle acque nell'ecosistema
- Fitodepurazione e Qualità delle acque (la vegetazione spondale assorbe percolati, abbatte il carico organico e protegge dagli inquinanti )
- Rafforzamento connessioni ecologiche
- Qualità fisico percettiva del paesaggio
- Riqualificazione aree degradate e/o marginali
- Ruolo didattico e culturale
- Miglioramento percezione e fruizione antropica

### Alcuni esempi



## Conservazione e rivitalizzazione delle risorgive e dei fontanili

I fontanili sono particolari sorgenti d'acqua, nascono dove l'acqua di falda emerge per le particolari condizioni geologiche. L'acqua risalente dal suolo viene incanalata in un sistema di condotti artificiali. L'opera dell'uomo ha sfruttato tali risorgive ampliando ed approfondendo le depressioni naturali fino anche a 7 metri di profondità chiamate "testa del fontanile" e favorendo il deflusso delle acque attraverso una canale denominato "asta del fontanile". Le acque così emerse confluivano e confluiscono tutt'oggi, in rogge e canali anche di ampie dimensioni.

Progressivamente è stata favorita la sorgenza delle acque piantando sul fondo del fontanile prima tini in legno, poi strutture cilindriche in cemento (più rare) e più recentemente tubi di ferro ed ora in acciaio fenestrati (tubi emuntori).

L'acqua dei fontanili, provenendo dal sottosuolo, ha una temperatura costante tutto l'anno (10°–14°C) e viene utilizzata in agricoltura grazie alla fittissima rete di rogge e canali.

Si illustra sinteticamente lo schema di impianto tipo di fontanili o risorgive.

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Mantenimento dei cicli vitali delle specie viventi
- Formazione e fornitura di habitat
- Riequilibrio complessivo del reticolo
- Regolazione del microclima
- Approvvigionamento acqua
- Rafforzamento connessioni ecologiche
- Qualità fisico percettiva del paesaggio
- Ruolo didattico e culturale

La vegetazione in alveo e spondale fornisce inoltre:

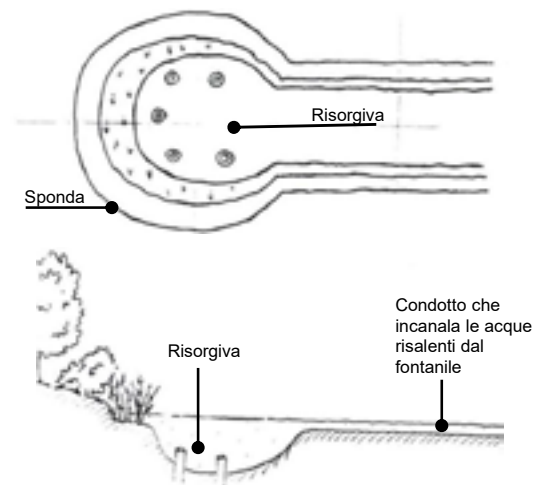
- Ossigenazione, Fitodepurazione e Qualità delle acque
- Abbattimento dei nitrati di origine agricola tramite fasce tampone
- Impollinazione

## Alcuni esempi

### Schema tipo della testa di fontanile

Interventi di riqualifica dei fontanili attraverso opere di spurgo e dragaggio del fondo, infissione di tubazioni zincate per riattivare le funzioni di richiamo idrico, consolidamento delle pareti con elementi orizzontali in legname, pulizia e risagomatura delle aree adiacenti, inerbimento e naturalizzazione delle sponde.

Questi consentono di garantire a fontanili e risorgive la propria funzione irrigua e contemporaneamente di valorizzarne gli aspetti naturalistici.



# V. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI AGROECOSISTEMI

## **a) Nelle aree di transizione città campagna**

MARGINI CITTÀ CAMPAGNA CON EQUIPAGGIAMENTO VEGETALE  
ORTI URBANI NELLE AREE DI TRANSIZIONE  
FILARI  
SIEPI E FASCE TAMPONE/FILTRO  
PERCORSI VERDI CICLABILI

## **b) Nelle aree agricole/rurali**

INONDAZIONI TEMPORANEE IN AREE AGRICOLE  
RIQUALIFICAZIONE DEL RETICOLO IRRIGUO  
FILARI (Cfr. categoria V.a)  
SIEPI E FASCE TAMPONE/FILTRO (Cfr. categoria V.a)  
STAGNI E ZONE UMIDE (Cfr. categoria I.a)  
PERCORSI VERDI CICLABILI (Cfr. categoria V.a)  
AGRIVOLTAICO  
MACCHIA BOSCATI



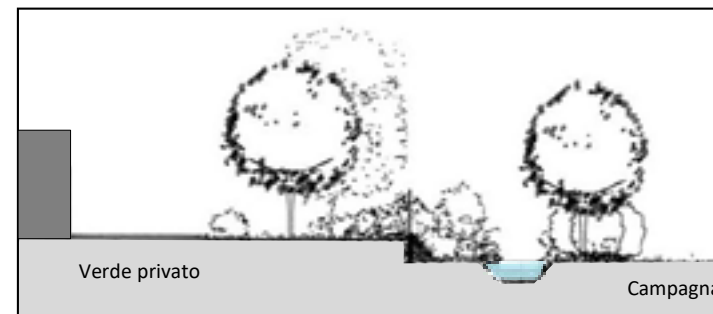


## Margini città campagna con equipaggiamento vegetale

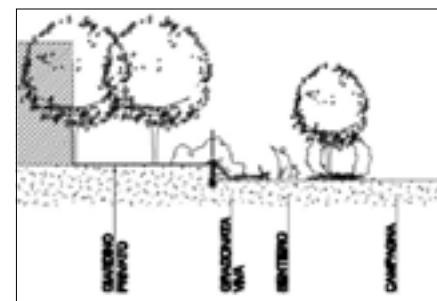
Intervenire per la compenetrazione e continuità del verde del paesaggio rurale (siepi e filari esistenti e di nuovo impianto) e del paesaggio urbano (verde pubblico e privato): transizione tra città e campagna attraverso diverse tipologie di verde ed una fascia filtro costituita dai giardini privati delle nuove costruzioni, ubicati sul lato della campagna.

L'obiettivo è di aumentare il livello di porosità di questo limite fisico e diminuire il "contrasto" tra città e campagna, incrementando la ricchezza vegetale lungo il margine:

- risolvere la differenza di quota fra il piano dei giardini privati e il piano campagna;
- impiegare recinzioni a maglia differenziata (larga nella fascia bassa, fitta verso l'alto) che consentono la mobilitazione di micro mammiferi;
- trattare i margini con fasce di vegetazione arborea e arbustiva autoctona (continuità tra la vegetazione rurale e quella urbana);
- prevedere la riqualificazione delle aste della rete irrigua campestre;
- inserire nuovi sentieri pedonali, anche a servizio di fasce degli orti urbani;
- restituire multifunzionalità produttiva, ecologica, ricreativa, didattica, culturale, ecc. al paesaggio agrario.



Esempio di intervento di ridisegno del margine: una fascia filtro (es. filari, siepi, fasce boscate) viene interposta tra l'abitato e la campagna in corrispondenza di un canale



Esempio di intervento di ridisegno del margine: verde privato rivolto verso la campagna, percorso pedonale lungo il margine



Esempio di intervento su una strada di bordo con una fascia attrezzata interposta tra essa e la campagna

## Orti urbani nelle aree di transizione

Rispondere alla spontanea ricerca di aree per la coltivazione orticola hobbistica e di condivisione, fornendo strutture funzionali ed esteticamente qualificate e qualificanti, introdurre funzioni specifiche per l'agricoltura residuale di frangia.

Progetti di aree da destinare ad orti, con i seguenti criteri:

- localizzazione adiacente ad aree residenziali;
- raggiungibilità pedonale e/o ciclabile, preferibile vicinanza o addirittura integrazione con aree ricreative per bambini;
- predisposizione di fasce filtro rispetto a infrastrutture viarie a traffico intenso;
- lotti variabili da 80 a 150 mq;
- accorpamento dei capanni per il ricovero attrezzi, unica tipologia di recinzione e di siepi di confine verso gli spazi pubblici;
- come funzione complementare, negli ambiti agricoli residuali, si inserisce il compostaggio.

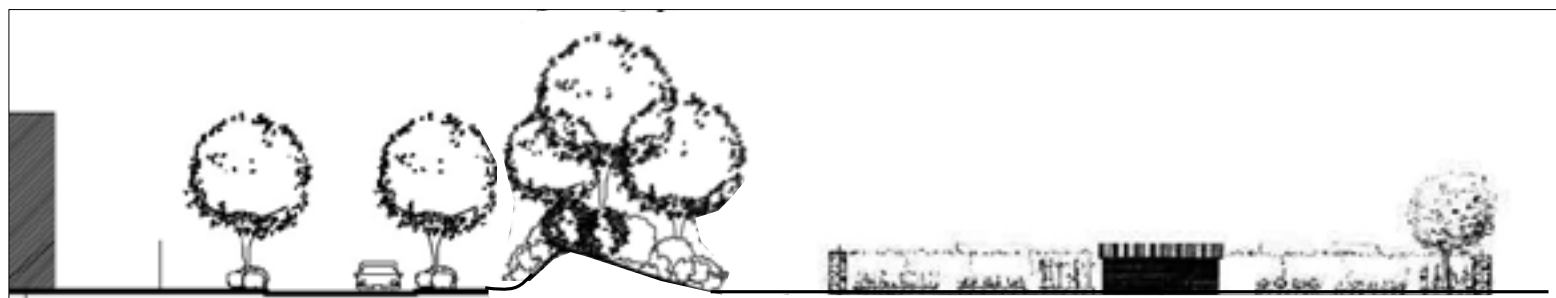
A lato: Villaggio degli Orti, Brescia, BS



Sotto: Gli «Orti ecologici» di Buccinasco, MI



Esempio di intervento di riqualificazione degli orti, con giustapposizione di fascia filtro tra questi e la strada



## Filari

Configurazione lineare di piante arboree con sesto d'impianto costante, non necessariamente monospecifica. I filari sono ripetibili anche su più file. L'aggiunta o sostituzione di alberi nei filari deve tener conto di specie e sesto d'impianto già presenti.

Ubicazione e funzioni attese incidono sulla scelta della specie e sul sesto d'impianto, che varia a seconda delle specie impiegate.

Possono essere localizzate lungo campi coltivati, rogge, corsi d'acqua, percorsi ciclopeditoni, assi viari.

Capacità ombreggiante, possibile landmark e habitat per l'avifauna, anche urbana. Le funzioni estetica ed ecologica dipendono dalla localizzazione, dalla forma, dalla dimensione ed età della struttura, oltre che dalle specie utilizzate.

Tali elementi vegetali concorrono a ricostruire la trama del mosaico paesistico ambientale, svolgendo anche una funzione ecologica in quanto elementi di connessione.

Riquaificano la viabilità - in particolare interpoderale e ciclabile - inserendosi come elementi di equipaggiamento paesaggistico e di mitigazione climatica (ombreggiamento estivo).

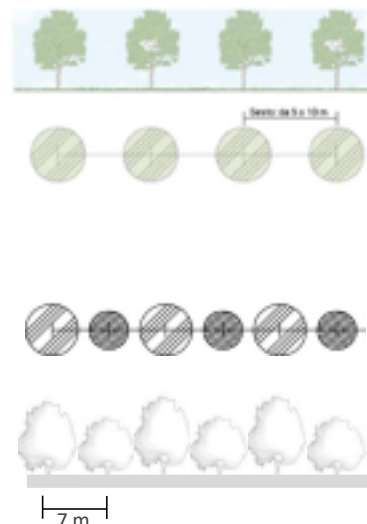
### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Mantenimento dei cicli vitali delle specie viventi
- Formazione e fornitura di habitat
- Regolazione del microclima
- Rafforzamento connessioni ecologiche
- Qualità fisico percettiva del paesaggio
- Miglioramento percezione e fruizione antropica, anche in riferimento ai sistemi interpoderali che affiancano

### Se posti a fianco del reticolo idrografico:

- Fitodepurazione e Qualità delle acque,
- Migliore affrancamento e stabilizzazione del sistema spondale di corsi d'acqua e bordi strade poderali ed interpoderali

### Schemi



#### FILARE CAMPESTRE MONOSPECIFICO

con un sesto di impianto che varia a seconda della specie e del contesto, dai 5 ai 10 m

#### FILARE CAMPESTRE PLURISPECIFICO

costituito in maniera alternata da due specie a scelta tra:

*Acer campestre*, *Morus nigra*, *Morus alba*, *Populus nigra*, *Quercus robur*.



## Siepi e fasce tampone/filtro

Formazione di nuove siepi plurispecifiche arbustive, arboreo-arbustive e interventi di integrazione dei filari esistenti localizzati lungo campi coltivati, corsi d'acqua, assi viari, fronte dell'edificato. Ubicazione e funzione incidono sulla scelta della specie e sul sesto d'impianto. La loro presenza offre una molteplicità di funzioni paesistico-ambientali superiore a quella dei filari semplici. In presenza di spazio sufficiente, è possibile integrare questi ultimi con vegetazione arbustiva per aumentarne l'efficacia ecosistemica.

La compresenza di specie arboree e arbustive differenti diversifica sia la struttura verticale (sviluppo in altezza) che orizzontale (sviluppo a terra), oltre che ad introdurre un elemento di varietà di portamento (forma/sviluppo della sagoma/estetica/disegno del paesaggio) e cromatica.

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Mantenimento dei cicli vitali delle specie viventi
- Formazione e fornitura di habitat
- Regolazione del microclima e funzione frangivento
- Sequestro di carbonio
- Impollinazione
- Rafforzamento connessioni ecologiche
- Qualità fisico percettiva del paesaggio

### Se posto lungo i corsi d'acqua e il reticolo idrico in ambito agricolo

- Fitodepurazione e Qualità delle acque
- Abbattimento dei nitrati di origine agricola tramite fasce tampone
- Controllo dell'erosione e stabilizzazione del sistema spondale di corsi d'acqua

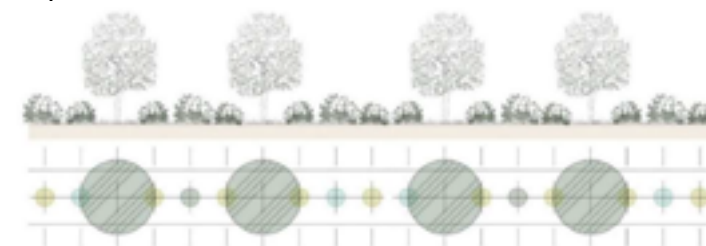
### Se posto lungo strade

- Filtro e controllo degli inquinanti sia aerosol che disciolti nelle acque di dilavamento delle carreggiate

### Siepe



### Siepe arboreo-arbustiva



Nel filare di robinie governate a ceduo si sono insediati spontaneamente arbusti come il sambuco che arricchiscono il valore naturalistico della siepe.



Si faccia riferimento anche a :  
Regione Piemonte , Le fasce tampone vegetate riparie arbustive-arboree, Realizzazione e gestione, Collana Le guide selvicolturali  
[https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2019-01/guida\\_ft\\_rev\\_08062018\\_bq.pdf](https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2019-01/guida_ft_rev_08062018_bq.pdf)

## Siepi e fasce tampone/filtro

Formazioni lineari, geometriche o sinuose di specie arbustive e arboree, variamente alternate. La compresenza di specie arboree e arbustive diversifica sia la struttura verticale (sviluppo in altezza) che orizzontale (sviluppo a terra), oltre che ad introdurre un elemento di varietà di portamento (forma/sviluppo della sagoma/estetica/disegno del paesaggio) e cromatica. L'integrazione tra elementi di diversa altezza (una volta giunti a maturazione) determina una fascia di vegetazione complessa, in grado di fornire habitat di qualità alla fauna minore e di svolgere un gran numero di funzioni complementari (cattura delle polveri, abbattimento dei nitrati, frangivento, schermo visivo, ecc.).

Localizzata come fascia tampone lungo i corsi d'acqua e ai margini degli insediamenti urbani di disturbo al paesaggio agrario. Ubicazione e funzione incidono sulla scelta della specie e sul sesto d'impianto. È bene sostituire o integrare le specie alloctone con quelle di tipo autoctono.

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Mantenimento dei cicli vitali delle specie viventi
- Formazione e fornitura di habitat
- Sequestro di carbonio
- Impollinazione
- Rafforzamento connessioni ecologiche
- Qualità fisico percettiva del paesaggio

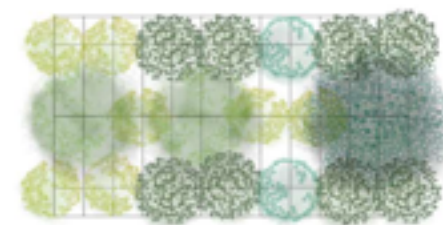
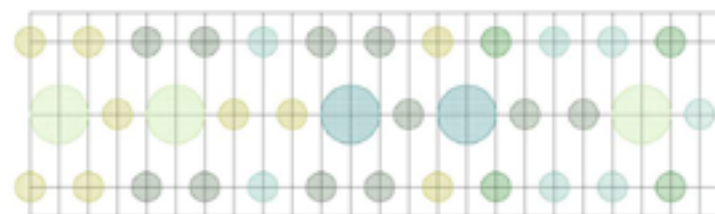
#### Se posto lungo i corsi d'acqua e il reticolo idrico in ambito agricolo

- Fitodepurazione e Qualità delle acque
- Abbattimento dei nitrati di origine agricola tramite fasce tampone
- Controllo dell'erosione e stabilizzazione del sistema spondale di corsi d'acqua

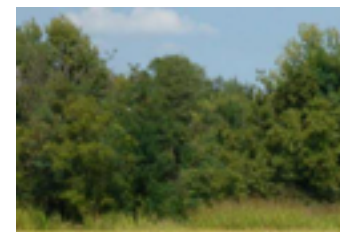
#### Se posto lungo strade

- Filtro e controllo degli inquinanti sia aerosol che disciolti nelle acque di dilavamento delle carreggiate

Schemi



Se le file aumentano i servizi erogati si moltiplicano



Si faccia riferimento anche a :  
Regione Piemonte , *Le fasce tampone vegetate riparie arbustivo-arboree, Realizzazione e gestione*, Collana Le guide selvicolturali  
[https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2019-01/guida\\_ft\\_rev\\_08062018\\_bq.pdf](https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2019-01/guida_ft_rev_08062018_bq.pdf)



## Percorsi ciclabili

Per la realizzazione di un percorso ciclabile in ambito rurale, di preferenza sono da utilizzarsi i percorsi campestri esistenti.

Un corretto inserimento paesistico del percorso consentirà di instaurare un dialogo con il paesaggio attraversato, valorizzandone gli elementi caratterizzanti, le visuali, intercettando servizi e funzioni presenti:

- potenziamento elementi del paesaggio agrario,
- potenziamento agroecosistemi,
- valorizzazione del patrimonio rurale.

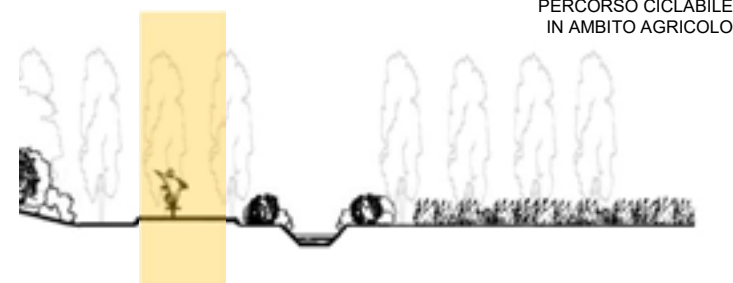
Per i nuovi tratti, si consiglia di

- non posizionare la pista ciclabile nelle immediate adiacenze di strade a traffico veicolare intenso, preferendo la prossimità con il margine insediato e agricolo;
- frapporre tra la pista e la strada una fascia di vegetazione filtro, costituita da:
  - un piano arbustivo, con funzione prevalente di filtro alle emissioni atmosferiche e acustiche;
  - un piano arboreo con funzione di ombreggiamento.

A questo proposito è importante porre particolare attenzione alla collocazione della vegetazione in modo da garantire un adeguato ombreggiamento della pista ciclabile soprattutto nelle ore più calde (pomeriggio), oltre alla funzione filtro da parte degli arbusti.



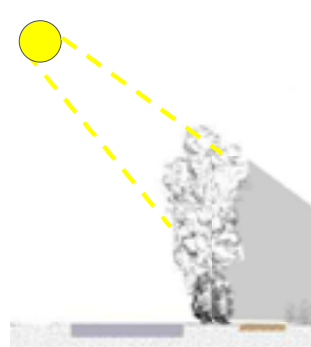
Alcuni esempi



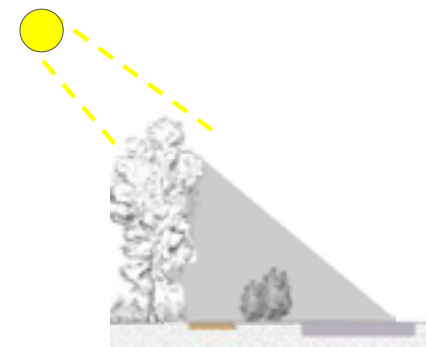
PERCORSO CICLABILE  
IN AMBITO AGRICOLO



PERCORSO CICLABILE  
IN AMBITO 'NATURALE'



Pista ciclabile ubicata a Est rispetto alla strada

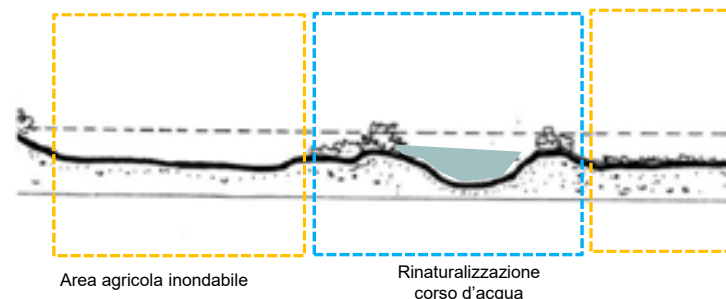
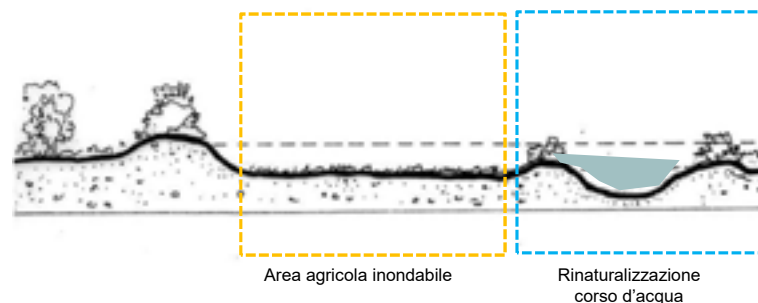


Pista ciclabile ubicata ad Ovest rispetto alla strada

## Inondazioni temporanee in aree agricole con incremento de SE del corso d'acqua

Lungo i margini fluviali in area agricola si può intervenire con:

- Interventi di rinaturalizzazione spondale del corso d'acqua.
- Impianto di macchia o fascia boscata mesofila o igrofila con andamento sinuoso dell'impianto (densità 1500 piantine/ha). Specie arboree ed arbustive coerenti con le caratteristiche stagionali e l'UdP di riferimento, tra cui specie eduli e specie interessanti sotto il profilo ecologico; prevedere la ricostruzione della struttura orizzontale e verticale del bosco, nonché il posizionamento delle specie arbustive lungo i margini (mantello).
- Individuazione di aree di esondazione o di laminazione che possono essere realizzate come zone umide permanenti o predisposte quali aree agricole saltuariamente allagabili, all'insegna della polifunzionalità e del ruolo ecologico locale e sovralocale. Il servizio ecosistemico del controllo delle esondazioni verrà compensato all'agricoltore a valle di un accordo/convenzione.



### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Mitigazione eventi estremi
- Regolazione del ciclo dell'acqua
- Fitodepurazione
- Infiltrazione e Filtraggio
- Cattura CO<sub>2</sub>
- Qualità fisico/percettiva del mosaico paesistico ambientale
- Ruolo didattico e culturale
- Riqualificazione aree marginali.

## Riqualificazione e riconnessione del reticolo irriguo

Riqualificazione dei corsi d'acqua minori mediante risagomatura dell'alveo finalizzata ad aumentare la diversificazione morfologica, funzionale all'evoluzione di habitat ed alla differenziazione di nicchie ecologiche.

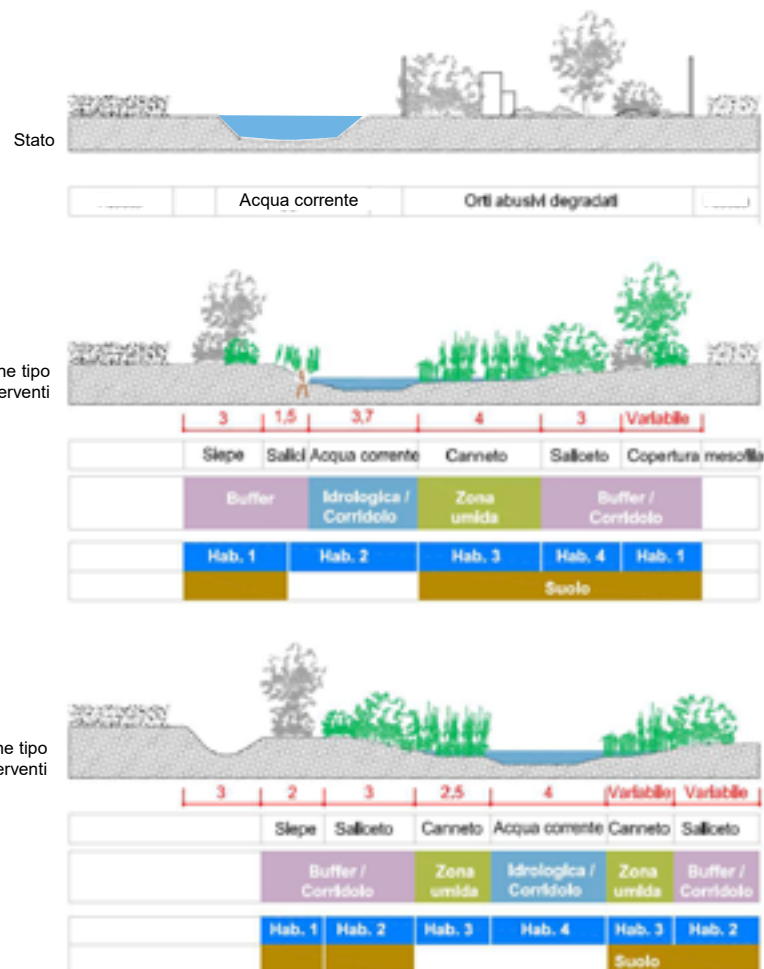
- Interventi di ingegneria naturalistica per il consolidamento spondale e la formazione di canneto, piantagione di specie igrofile arboree ed arbustive.
- Interventi di ingegneria naturalistica adatti ai corsi d'acqua minori: rullo spondale in fibra di cocco, messa a dimora di rizomi e culmi di canne, fascine vive di salice, copertura diffusa, gradonata.

La riqualificazione del reticolo irriguo può avvenire anche attraverso la realizzazione di una fascia tampone localizzata a lato del corso d'acqua:

- impianto di siepi arboreo-arbustive plurispecifiche a filare singolo o multiplo, lungo corsi d'acqua naturali, canali, fossi;
- uso di specie arboree e arbustive coerenti con il paesaggio di riferimento, tra cui specie eduli e specie interessanti sotto il profilo ecologico.
- La riconnessione di tratti interrotti è fondamentale perché il reticolo minore possa comportarsi da vasca di laminazione lineare in caso di eventi di piogge estreme, riducendone gli effetti

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

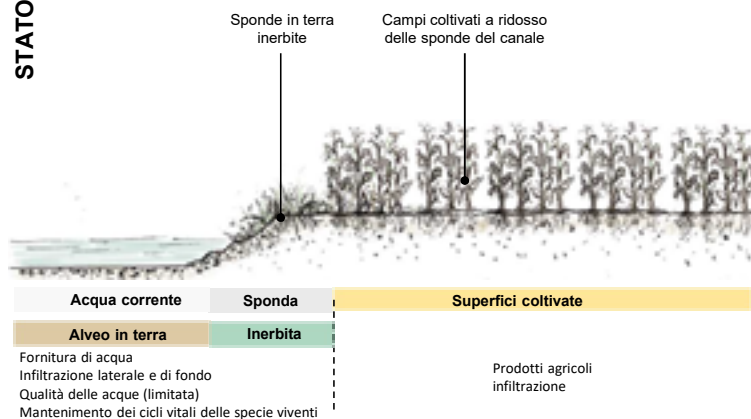
- Fitodepurazione e Qualità delle acque
- Abbattimento dei nitrati di origine agricola tramite fasce tampone
- Controllo dell'erosione e stabilizzazione del sistema spondale di corsi d'acqua
- Rafforzamento connessioni ecologiche
- Alta diversificazione degli habitat
- Incremento biodiversità vegetale e faunistica
- Qualità fisico/percettiva del mosaico paesistico ambientale
- Riqualificazione aree marginali



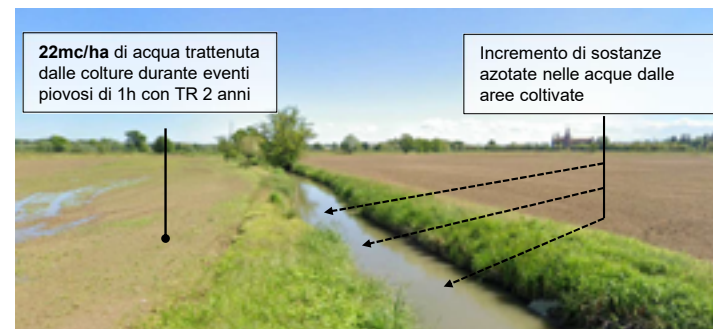
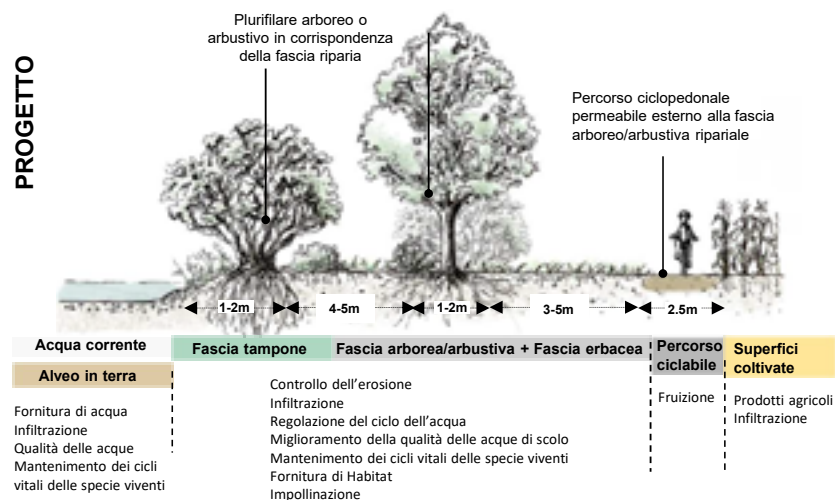
Le figure illustrano i diversi servizi che si possono sviluppare nelle varie zone della sezione del corso d'acqua, in seguito ad interventi idonei.

## Riqualficazione del reticolo irriguo: rinaturalizzazione di corsi d'acqua affiancati da coltivazioni

STATO



PROGETTO



Superfici agricole a ridosso del canale irriguo, con criticità connesse all'aumento degli inquinanti di origine agricola nei corsi d'acqua in assenza di una fascia filtro; banalizzazione del mosaico ambientale, scarsa capacità di trattenuta delle acque, assenza SE di tipo culturale.

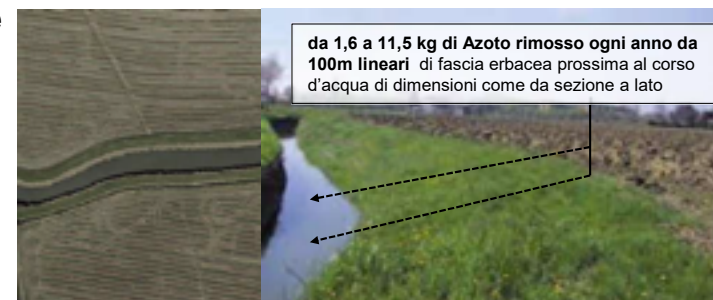
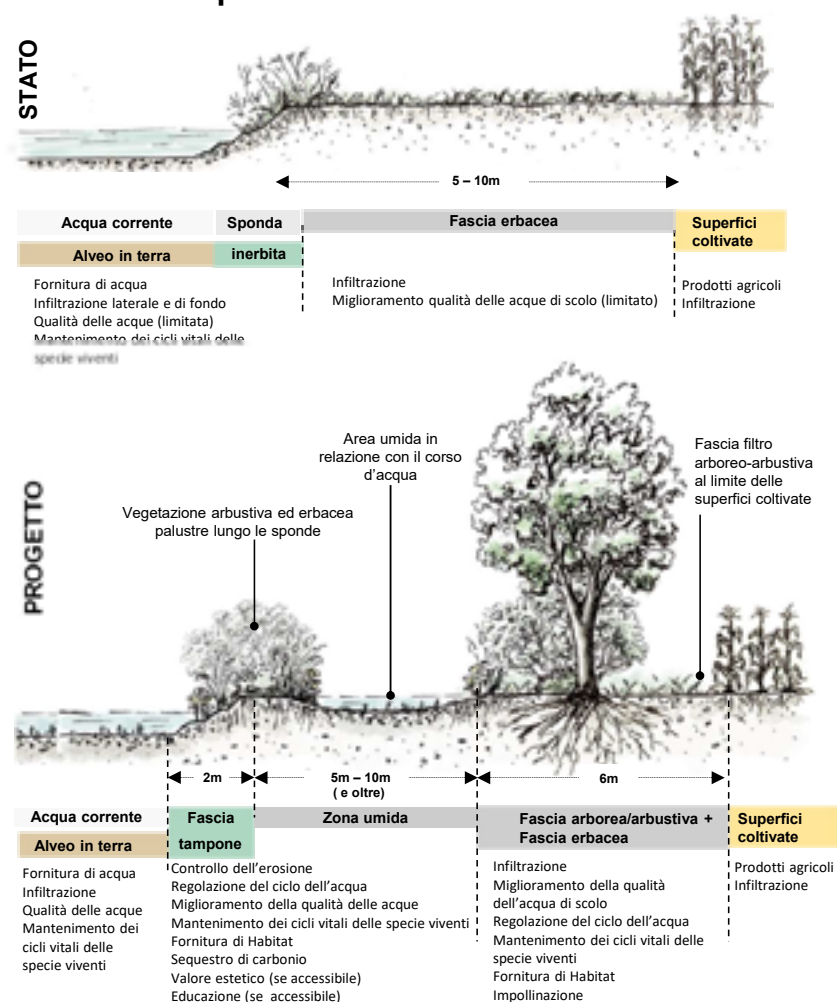


Potenziamento delle fasce vegetate ripariali con aumento della complessità strutturale (componenti arboree, arbustive, erbacee) e incremento della funzionalità ecologica del corso d'acqua e della sua capacità di erogare SE. Possibilità di inserire percorsi ciclopeditoni.

Fonte tipologici: Abaco delle tipologie di canali in riferimento ai SE, Studio dei benefici ambientali derivanti dalla valutazione dei servizi ecosistemici generati dalle attività del consorzio di irrigazione e bonifica est-Ticino Villoresi ed est-Sesia. Mod. Committenti: Consorzio di Irrigazione e Bonifica Est Ticino Villoresi ed Est Sesia. Consulente: arch. Gioia Gibelli



## Riqualificazione del reticolo irriguo: rinaturalizzazione di corsi d'acqua affiancati da fascia inerbita



Superfici coltivate poste in prossimità al corso d'acqua e fascia inerbita, a filtro parziale di alcuni inquinanti di origine agricola. La sua funzionalità ecologica e la capacità di erogare SE rimane comunque limitata anche in relazione alla scarsa complessità strutturale di questo ecosistema ripariale.



Riqualificazione naturalistica delle sponde e delle fasce laterali con inserimento di fasce tampone, zone umide in relazione con il corso d'acqua e fasce filtro vegetate a separazione dalle superfici coltivate. La presenza di slarghi con piccole aree umide garantisce la permanenza dell'acqua più a lungo, offrendo habitat per diverse specie e svolgendo importanti funzioni ecologiche dalle quali dipende l'erogazione di SE.

Fonte tipologici: Abaco delle tipologie di canali in riferimento ai SE, Studio dei benefici ambientali derivanti dalla valutazione dei servizi ecosistemici generati dalle attività del consorzio di irrigazione e bonifica est-Ticino Villoresi ed est-Sesia. Mod. Committenti: Consorzio di Irrigazione e Bonifica Est Ticino Villoresi ed Est Sesia. Consulente: arch. Gioia Gibelli



## Agrivoltaico

Per agrivoltaico si intendono quegli impianti fotovoltaici che consentano di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.

Le opportunità del sistema sono:

- coesistenza di vantaggi dimostrati (non sempre condivisi) per gestori degli impianti, agricoltori, proprietari, ente pubblico;
- vantaggi sviluppatori: costi ridotti, approvazioni più veloci, maggior efficienza dei pannelli, condivisione presidio e manutenzione dell'area;
- vantaggi aziende agricole: riduzione costi, incremento reddito, garanzia di permanenza pluridecennale, ricarica nutrienti, risparmio idrico, modifica dei cicli colturali e della presenza dei prodotti sul mercato, mantenimento incentivazioni, benessere animale;
- vantaggi sociali: consolidamento di un nuovo paesaggio rurale positivo, raggiungimento obiettivi delle energie rinnovabili, clima, biodiversità, aggregazione aziende, incremento occupazione agricola;
- vantaggi ambientali (rispetto agli impianti fotovoltaici classici): incremento biodiversità, miglioramento suolo, riduzione emissioni, recupero razze e vegetazione autoctona, migliore gestione idrogeologica.

Pratiche da evitare:

L'uso estensivo del suolo per la creazione di impianti fotovoltaici anche temporanei. Il suolo sotto i pannelli si inaridisce e perde sostanza organica: il degrado è inevitabile ed irreversibile a meno di urgenti appositi energetici per il recupero della fertilità. Tali impianti si pongono inoltre come elementi estranei ai nostri paesaggi.

## Alcuni esempi



## Macchia boscata

Messa a dimora di piantine forestali di specie vegetali arboree e arbustive autoctone.

Lo schema d'impianto può essere sviluppato su una maglia ortogonale o curvilinea (che può essere modificato in modo da ottenere impianti curvilinei) e con specie arboree e arbustive disposte in file plurispecifiche. La ripetizione della maglia deve essere effettuata in modo speculare in modo da mantenere le caratteristiche dei margini esterni caratterizzati da abbondanza di arbusti.

Programmare l'intervento durante il riposo vegetativo (ottobre-marzo), evitando periodi particolarmente freddi e utilizzando piantine forestali di 1/2 anni (altezza: 80 cm ca).

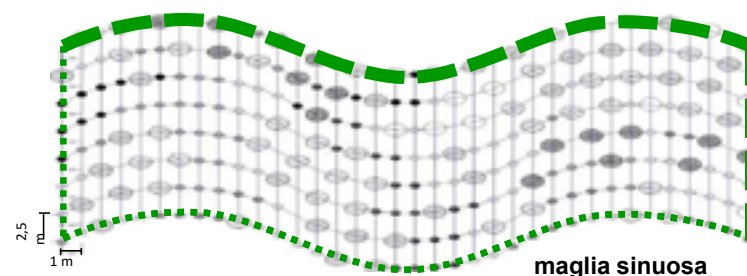
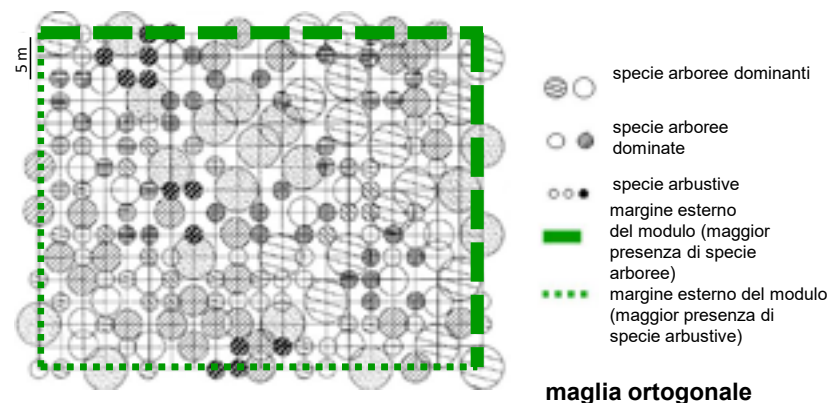
Per i primi 3-5 anni dall'impianto, sono necessarie opere di manutenzione ordinaria: annaffiature (indispensabili in estate e nei periodi di maggior siccità), sostituzione delle piantine morte, espianto delle infestanti.

Diversi anni dopo la realizzazione, l'impianto risulta naturaliforme e compatto. Nel disegno complessivo è possibile lasciare radure, considerandone la manutenzione per evitare la colonizzazione da parte di alberi e arbusti. Può essere adatto per la rigenerazione di aree/siti degradati in aree urbane ed extraurbane, degradati, contaminati e/o in attesa di recupero.

### FUNZIONALITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI ATTESI

- Miglioramento della qualità dell'acqua e dei suoli (Phyto remediation)
- Conservazione di suolo
- Effetto tampone - barriera anti-inquinamento e frangivento
- Mitigazione visiva e regolazione del microclima (ombra)
- Filtro per il particolato (lungo le strade)
- Riqualificazione aree degradate
- Qualità fisico/percettiva del mosaico paesistico ambientale
- Rafforzamento e formazione di connessioni ecologiche
- Fornitura di legname

### Schemi d'impianto per file con distribuzione della vegetazione



Nell'impianto di nuove macchie boscate - ove le dimensioni lo rendano possibile - è opportuno strutturare la composizione nella seguente modalità:

- una zona centrale prettamente arborea (verde scuro);
- una fascia circostante ricca anche in arbusti (verde medio);
- una fascia periferica costituita quasi esclusivamente da arbusti;
- la struttura verticale della macchia incide sulla struttura orizzontale della stessa e sul suo ruolo ecologico.

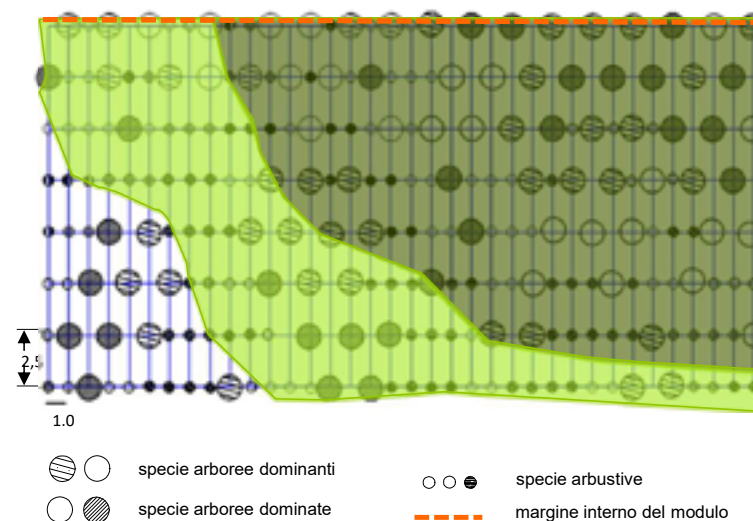
Il modulo può essere replicato specularmente, in modo da mantenere le caratteristiche proprie dei margini esterni ed interni che sono connotati dalla presenza degli arbusti per formare il mantello tipico dei margini boschivi.

Superficie minima consigliata per ottenere un ruolo ecologico della piantagione: 1 ha.

La riqualificazione di macchia boscata prevede l'impianto di specie arboree ed arbustive ad integrazione delle formazioni degradate o discontinue esistenti.

L'intervento di completamento consta di:

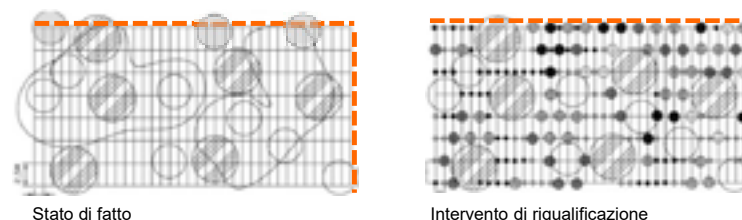
- una prima fase di riqualificazione della macchia esistente (con estirpamento di specie arboree ed arbustive infestanti);
- una seconda fase volta alla piantagione di specie arboreo arbustive autoctone o proprie del paesaggio bresciano.



ESEMPIO DI ACCOSTAMENTO DEI MODULI



ESEMPIO DI RIQUALIFICAZIONE DI MACCHIA BOSCATÀ



# VI.

## NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI ECOSISTEMI FORESTALI

GESTIONE MULTIFUNZIONALE DEL BOSCO E SELVICOLTURA NATURALISTICA  
RICOSTRUZIONE DEL MANTELLO (FASCE ECOTONALI ARBUSTIVE - ARBOREE)  
AMBITI AGRICOLI AI PIEDI DEI VERSANTI O SU VERSANTE  
ACQUE PARASSITE AI PIEDI DEI VERSANTI



## Gestione multifunzionale del bosco e selvicoltura naturalistica

Un bosco sano, forte e ben strutturato assolve importanti funzioni di regolazione del rischio idrogeologico, del clima, della qualità dell'aria e dell'acqua, della conservazione del suolo, igienico-sanitarie e produttive; è habitat di animali, funghi, flora e fauna e luogo di richiamo ricreativo, turistico e didattico.

La gestione multifunzionale degli ecosistemi forestali valorizza la molteplicità delle loro funzioni.

In particolare la «**selvicoltura naturalistica**» è una gestione colturale che favorisce le dinamiche naturali del bosco, tentando di raggiungere gli obiettivi desiderati con il minimo intervento umano necessario per accelerare i processi che la natura farebbe da sola in tempi più lunghi.

Rinnovazione naturale, biodiversità, sostenibilità, utilizzo di specie autoctone e flessibilità nella scelta delle tecniche colturali che devono essere fortemente contestualizzate.

La selvicoltura naturalistica richiede meno interventi da parte dell'uomo ed ha costi di manodopera notevolmente più bassi rispetto alla gestione corrente dei boschi.

Pratiche della selvicoltura naturalistica:

- frequenza di diradamento del bosco di circa 10 anni, a bassa intensità, al fine limitare l'ingresso di luce eccessiva che potrebbe favorire un eccesso di proliferazione del sottobosco o la crescita di succhioni alla base del fusto;
- operazioni effettuate evitando il compattamento del terreno e il danneggiamento di alberi e arbusti non soggetti a taglio;
- rimboschimento arboreo con specie autoctone;
- gestione della fauna erbivora domestica per regolare il pascolo durante la fase della rigenerazione o utilizzarlo per fertilizzare i terreni;

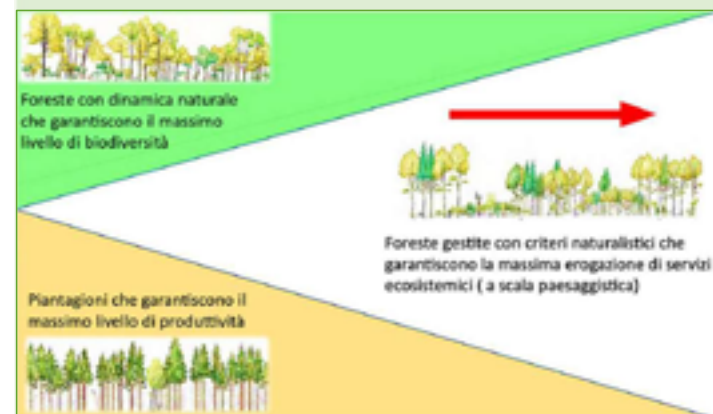


Figura tratta da: Renzo Motta, Jørgen Bo Larsen, A new paradigm for sustainable forest management: closer to nature forest management, in Forest@ - Journal of Silviculture and Forest Ecology, Volume 19, Pages 52-62 (2022)



## Ricostruzione del mantello (fasce ecotonali arbustive - arboree)

I margini boschivi sono degli ecotoni, zone di transizione fra due ecosistemi diversi, come aree agricole e boschi.

Rivestono un'importante ruolo ecologico poiché queste aree possono ospitare organismi di entrambi gli ecosistemi e specie adattate alle particolari condizioni presenti lungo i margini (variazione luminosa, presenza di nascondigli per la fauna, etc.).

La ricostruzione del margine boschivo (mantello) nel rispetto della sua struttura ecologica consente di incrementare la biodiversità nei margini con basso valore ecologico, riqualificare il mosaico paesistico ambientale, creare una barriera arbustiva trasversale alla direzione dei venti a protezione delle piante stesse e del manto forestale. Favorendo l'habitat faunistico, diminuiscono inoltre le interferenze della fauna sulle aree agricole più prossime.

L'intervento di ricostruzione del mantello dovrà:

- favorire una strutturazione verticale con una fascia di transizione dolce da zona aperta a bosco profonda indicativamente di 15 m (orlo erbaceo, fascia arbustiva, manto forestale);
- strutturare il margine evitando eccessiva linearità, prediligendo forme irregolari che consentano di avere insenature a libere da alberi e al contempo lingue e isole arboree o arbustive che si spingono verso le aree aperte;
- inserire specie arboree e arbustive adatte ad ambienti luminosi (eliofile);
- gestire con sfalci e ceduzioni la dinamicità del margine.

### Alcuni esempi

Gestione dei margini boschivi ed interventi di ricostruzione del mosaico paesistico collinare.



Ecotone che definisce il margine del bosco



Margine del bosco variegato con alternanza di siepi che seguono la morfologia della collina e aree a pascolo



## Ambiti agricoli ai piedi dei versanti o su versante

I sistemi insediativo, agricolo e naturale generano una serie di reciproche interferenze, che possono essere mitigate da una serie di interventi integrati lungo i margini quali:

- il miglioramento dell'ecosistema agricolo con equipaggiamento vegetale (siepi, filari);
- il contenimento e la gestione dei boschi, nel rispetto della struttura ecologica del margine boschivo (mantello);
- la riqualificazione del reticolo irriguo minore al piede dei versanti e gestione delle acque in corrispondenza degli impluvi;
- l'applicazione di forme di agricoltura polifunzionale legata a pratiche agricole tradizionali;
- la salvaguardia delle aree di particolare valenza paesistica, culturale, naturale;
- la conversione delle sistemazioni dei vigneti da ritocchino a girapoggio (per i versanti più acclivi) e il mantenimento dello strato erbaceo tra le file (contrasto all'erosione, conservazione sostanza organica, miglioramento biodiversità nel suolo e fuori suolo, facilitazione della transitabilità tra le fasce, etc.) .

### Alcuni esempi

Margine tra collina e pianura



Vigneti collinari a margine del bosco



Vigneto con strato erbaceo al piede



## Acque parassite ai piedi dei versanti.

Sistemazioni in prossimità degli impluvi: interventi di disconnessione delle acque parassite

Si tratta di interventi finalizzati a evitare che le acque di scorrimento superficiale provenienti da pendii e versanti vengano intercettate e collettate nelle reti fognarie (acque parassite).

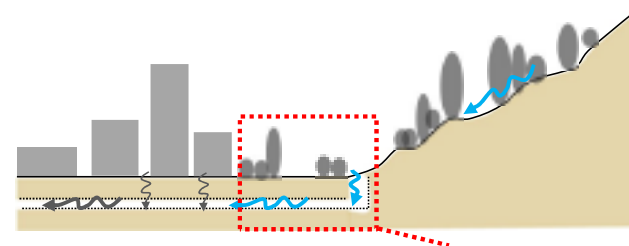
Tali interventi hanno lo scopo di:

- gestire la risorsa idrica in loco restituendola al territorio, in falda per infiltrazione o all'interno di canali e corsi d'acqua;
- limitare il sovraccarico delle reti che genera problemi di rapido scorrimento di grandi volumi e portate verso valle e allagamenti urbani;
- evitare che l'acqua meteorica si mescoli con reflui urbani determinando un deterioramento della qualità della risorsa idrica e conseguenti maggiori costi di depurazione.

Per ottenere la disconnessione delle acque di scorrimento (acque parassite) dalle reti urbane, possono essere previsti due tipologie di interventi:

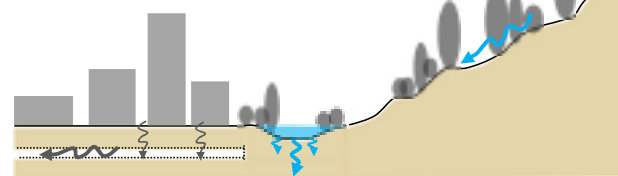
- la realizzazione di fasce/bacini di infiltrazione vegetati al piede dei versanti: si tratta di avvallamenti con riporto di materiale drenante sul fondo (ghiaia o ciottoli) per uno spessore sufficiente a raggiungere gli strati drenanti profondi del terreno. il bacino/fascia drenante ha il compito di raccogliere le acque di scorrimento provenienti dal versante e infiltrarle prima che vengano recapitate nelle reti;
- la riapertura e riattivazione di canali/corsi d'acqua, capaci di raccogliere le acque di scorrimento provenienti dai versanti e rimettere in circolo attraverso interconnessione con il reticolo idrografico. Tali canali, qualora sufficientemente capienti e/o interconnessi con la rete irrigua, possono svolgere anche funzione di laminazione lineare delle acque ed eventualmente essere integrati con altri suds che ne facilitano la dispersione per infiltrazione.

### Situazione ante operam



Le acque di scorrimento vengono intercettate e inviate alle reti fognarie

### Situazione post operam



Disconnessione dalle reti e realizzazione di area di infiltrazione o riattivazione di canali per la gestione in loco delle acque di scorrimento dal versante

