



## Piano del Verde e della Biodiversità

# REPORT – PIANO DEL VERDE E DELLA BIODIVERSITÀ





## Piano del Verde e della Biodiversità

# REPORT – PIANO DEL VERDE E DELLA BIODIVERSITÀ



# Sommario

---

<b>PREMESSA</b>	12
<b>SEZ. A – ANALISI DEL CONTESTO</b>	22
<b>SEZ. B – LA FORMAZIONE DEL PIANO DEL VERDE E DELLA BIODIVERSITÀ</b>	26
<b>1. Da dove si parte? – Fase 1</b>	29
1.1 Stato di fatto dell'IVB	29
1.2 Le Unità Paesistico Ambientali	32
1.2.1 Costruzione delle UPA	32
<b>2. Le criticità/vulnerabilità – FASE 2: cosa non funziona?</b>	36
2.1 Le vulnerabilità strutturali. Come si manifestano?	37
2.2 Gli indicatori spaziali per la stima delle vulnerabilità STRUTTURALI nelle Sub UPA	39
2.3 Le vulnerabilità specifiche	41
2.3.1 Inquinamento dell'aria	41
2.3.2 Isola di calore	42
2.3.3 Rischio idrogeologico e idraulico	44
<b>3. I Servizi Ecosistemici – FASE 2: Cosa funziona?</b>	46
3.1 Definizione di servizi ecosistemici	46
3.2 La domanda di servizi ecosistemici (i bisogni dei cittadini)	47
3.3 L'offerta di servizi ecosistemici	47
3.3.1 Sequestro del carbonio atmosferico	48
3.3.2 Produzione di ossigeno	48
3.3.3 Rimozione inquinanti atmosferici	49
3.3.4 Regolazione della temperatura	50
3.3.5 Protezione rischio idrogeologico	51
3.3.6 Qualità dell'habitat (biodiversità)	51
3.3.7 Valore ricreativo e sociale	52
3.4 Sintesi economica e distribuzione	53
<b>4. Dalle Vulnerabilità ai Servizi Ecosistemici di risposta – Fase 3</b>	55
4.1 Scarsità e abbondanze dei SE nelle diverse Sub UPA/Domanda dei SE e SE prioritari nelle diverse UPA	57
4.2 Individuazione dei Servizi Ecosistemici prioritari per Brescia	58
<b>SEZ. C – IL PIANO STRATEGICO</b>	62
<b>5. Le tre città del Piano del Verde e della Biodiversità</b>	64
5.1 Obiettivi del Piano del Verde e della Biodiversità e relazioni con l'Agenda 2030	67
5.2 Contenuti generali dello scenario: lo Schema metaprogettuale del sistema del verde	71
5.3 Scenario progettuale: lo schema generale dell'IVB di progetto	75
5.4 Lo scenario di Piano: la Tavola 4 - Scenario: l'Infrastruttura Verde e Blu di progetto	76
5.4.1 Percorsi di trekking urbano tra i parchi e giardini comunali	81



<b>6. Gli strumenti per l'attuazione del Piano del Verde e della Biodiversità</b>	83
6.1 Quaderni ambiti di progetto	83
6.2 Abaco delle Nature Based Solutions per il Piano del Verde e della Biodiversità	85
6.3 Schede progetti speciali	86
<b>7. Dal Piano alla città : attuazione del Piano</b>	87
7.1 Indirizzi per lo sviluppo progettuale di alcune azioni del Piano	87
7.1.1 Gestione degli AT principali	87
7.1.2 Indirizzi per la mitigazione/compensazione delle infrastrutture programmate e esistenti ad alta interferenza	88
7.1.3 Verde di prossimità	88
<b>8. Obiettivi target e monitoraggio subUPA</b>	93
8.1 Strumenti per l'attuazione	96
8.1.1 Gestione degli AT principali / Cooperazione pubblico-privata	97
8.1.2 Altre forme di cooperazione territoriali	98
8.2 Possibili ricadute sul PGT	99
8.2.1 Inserimento nel Piano dei Servizi delle aree strategiche per l'erogazione di Servizi Ecosistemici	99
8.2.2 Orientamenti per l'integrazione della normativa	100
8.3 Relazione con il sistema dei PLIS: Integrazione del Programma d'Azione	102
<b>9. La gestione del verde</b>	104
9.1 Orientamenti per il verde urbano	104
9.2 Buone pratiche di gestione del verde	104
9.2.1 Manutenzione ordinaria e straordinaria delle aree verdi	105
9.2.2 Ripristino di morti e fallanze nei viali alberati e incremento degli stessi	106
9.2.3 Aree potenziali per nuovi impianti arborei	107
9.3 Contenuti prioritari per il Piano di Manutenzione del Verde Comunale	108
9.3.1 La gestione degli alberi e degli arbusti	109
9.3.2 Sistemi gestionali e procedure di qualità	109
9.3.3 Innovazione tecnologica	110
9.3.4 Sicurezza nelle aree verdi	111
9.3.5 Contrasto delle specie vegetali esotiche invasive	112
9.4 Contenuti prioritari per la redazione del Piano di Gestione del Patrimonio Arboreo Pubblico nell'ottica del RISK-MANAGEMENT	112
9.5 Contenuti prioritari per la redazione del regolamento del verde	113
<b>10. Monitoraggio e sviluppo del Piano</b>	114
10.1 Il monitoraggio del Piano del Verde e della Biodiversità	114
10.1.1 Indicatori	114
10.2 Ipotesi di coinvolgimento dei cittadini per l'aggiornamento continuo del Piano	117
<b>11. I 15 IMPEGNI PER LA BIODIVERSITÀ</b>	118
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	120



# Cartografia

---

## **1) Infrastruttura verde e blu (IVB) di Stato – TAV. 1**

## **2) Mappe delle Vulnerabilità (TAV.2)**

Funzionalità degli spazi aperti, contenente:

Biopotenzialità Territoriale

Funzionalità degli spazi aperti

Funzionalità degli spazi aperti e disturbi delle infrastrutture

Spazi aperti funzionali\*;

Impermeabilizzazione, contenente:

Indice di superficie drenante

Individuazione delle aree non o poco adatte all'infiltrazione

Suoli sigillati

Aree allagabili del PGRA\*;

## **3) Mappe dei Servizi Ecosistemici (SE)**

3.1.1. SE di stoccaggio del carbonio atmosferico (valore biofisico)

3.1.2. SE di stoccaggio del carbonio atmosferico (valore economico)

3.2.1. SE di produzione di ossigeno (valore biofisico)

3.2.2. SE di produzione di ossigeno (valore economico)

3.3.1. SE di rimozione degli inquinanti atmosferici (PM10) (valore biofisico)

3.3.2. SE di rimozione degli inquinanti atmosferici (valore economico)

3.4.1. SE di regolazione della temperatura (valore biofisico)

3.4.2. SE di regolazione della temperatura (valore economico)

3.5.1. SE di protezione idrogeologica (valore biofisico)

3.5.2. SE di protezione idrogeologica (valore economico)

3.6.1. SE di qualità dell'habitat (valore biofisico)

3.6.2. SE di qualità dell'habitat (valore economico)

3.7.1. SE di valore ricreativo e sociale (valore biofisico)

3.7.2. SE di valore ricreativo e sociale (valore economico)

3.8. Valore economico totale dei SE valutati

## **4) Scenario: Infrastruttura Verde e Blu di progetto (TAV. 4)**

\*Gli stralci sono riportati anche nei QUADERNI DEGLI AMBITI DI PROGETTO

# Allegati

---

## **Allegati alla relazione:**

- All. 1 – Analisi del contesto
- All. 2 – Procedimento e dati per la costruzione della Mappa di Base
- All. 3 – Procedimento e dati per la costruzione delle UPA e delle Sub UPA
- All. 4A – Indicatori per la stima delle vulnerabilità: descrizioni, dati, applicazione e mappe
- All. 4B – Indicatori per la stima delle vulnerabilità: dati e mappe
- All. 5 – Vulnerabilità e Servizi Ecosistemici nelle Sub UPA

## **100 specie vegetali per l'ambiente urbano**

## **I 14 parchi di interesse urbano**

## **Servizi ecosistemici:**

- Abaco delle Nature Based Solutions (NBS)
- Quaderni degli ambiti di progetto

## **Progetti speciali:**

- Aree Agricole “SIN CAFFARO”
- Fiume Mella
- Parco del Castello di Brescia
- I 16 percorsi di trekking urbani tra parchi e giardini comunali

**Comune di Brescia**

Piazza della Loggia, 1 - 25121 Brescia

**PEC:** [protocollogenerale@pec.comune.brescia.it](mailto:protocollogenerale@pec.comune.brescia.it)

**Sindaca**

Laura Castelletti

**Assessora con delega alla Transizione ecologica, all'Ambiente e al Verde**

Dott.ssa Camilla Bianchi

**Dirigente Settore Verde urbano e territoriale**

Dott. Agr. Graziano Lazzaroni

## GRUPPO DI LAVORO

**COMUNE DI BRESCIA:**

Dott. Agr. Graziano Lazzaroni  
Dott. Pierandrea Gaggero  
Dott.ssa For. Ilaria Salvadori  
Arch. Daniela Bisceglia  
Ing. Angelantonio Capretti  
Dott. Stefano Armiraglio  
Dott. Elia Lipreri

**ERSAF:**

Dott. For. Paolo Nastasio  
Dott.ssa For. Bruna Comini  
Dott. Agr. Stefano Neé  
Dott. Agr. For. Giovanni Bertuetti

**ETIFOR:**

Dott. For. Andrea Borgatti  
Dott.ssa Giulia Amato

**STUDIO GIOIA GIBELLI:**

Dott. Juan Diego Restrepo  
Arch. Gioia Gibelli  
Pian. Viola Dosi  
Elena Moncalvo  
Arch. Beatrice Loda

**CONTRIBUTI E SUPPORTO:**

Dott. Dante Fasolini (ERSAF)  
Dott. Agr. Paolo Alberti (ERSAF)  
Dott. Agr. Simone Anelli (ERSAF)  
Rag.ra Marisa Beschi (ERSAF)  
Dott. Marcello Zane (Liberedizioni - s.c.r.l. Casa Editrice)  
Dott. Mauro Masiero (Etifor)

**FORNITURA DI MATERIALE CARTOGRAFICO:**

Ing. Andrea Piscopo (Comune)  
Dott. Sergio Colosio e collaboratori  
del settore informatica (Comune)

**PROGETTO GRAFICO:**

Elena Ziletti Comunicazione

**IMPAGINAZIONE:**

Ellisse Communication Strategies s.r.l.

**PROCESSO PARTECIPATIVO:**

Arch. Elena Pivato  
Dott. Giovanni Chinnici

Piano finanziato dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica (ex Ministero della Transizione ecologica) nell'ambito del "Programma sperimentale di interventi per l'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano" approvato con D.M. n.117 DEL 15/04/2021 - Tipologia IIIA Redazione di strumenti di pianificazione per l'adattamento ai cambiamenti climatici.

## Art. 9 Costituzione

La Repubblica [...] tutela l'ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni.

Il Piano del Verde e della Biodiversità del Comune di Brescia si inserisce nella piena attuazione del mandato costituzionale, rappresentando uno strumento strategico e operativo per la tutela, la valorizzazione e lo sviluppo sostenibile del capitale naturale della città. In un contesto urbano in continua evoluzione con una forte pressione antropica, l'infrastruttura verde e l'infrastruttura blu rivestono un ruolo fondamentale per la qualità della vita e della salute dei cittadini e delle cittadine, per un più attento adattamento ai cambiamenti climatici, con la consapevolezza che se sta bene il territorio in cui abitiamo, stiamo bene anche noi. Una salute: natura e umanità, insieme.

Questo piano nasce, quindi, dalla precisa volontà dell'Amministrazione Comunale di promuovere una visione integrata e lungimirante della città, capace di coniugare esigenze ambientali, paesaggistiche e urbanistiche. Obiettivo primario è rafforzare la rete ecologica urbana, migliorare l'accessibilità e la fruibilità degli spazi verdi, incrementare azioni e sperimentazioni per rispondere al meglio al cambiamento climatico in corso, tutelare le specie autoctone e sostenere la biodiversità nonostante le infrastrutture grigie e diversi ambiti particolarmente compromessi.

Particolare attenzione è stata dedicata all'analisi delle vulnerabilità del territorio: il Piano individua le aree più fragili sotto il profilo climatico (isole di calore, rischio idrogeologico, carenza di verde), ed ecologico (discontinuità dell'infrastruttura verde, rilevanza dell'infrastruttura blu, perdita di habitat). Attraverso la suddivisione in unità paesistiche ambientali si è lavorato per proporre soluzioni innanzitutto nature based e per l'individuazione delle priorità di intervento. Infine, la redazione di quaderni specifici di lavoro e di progetti speciali permetterà sia a profili tecnici sia a cittadini attenti di comprendere la direzione verso cui stiamo muovendo i nostri passi. Si è scelto inoltre di quantificare in termini economici i servizi ecosistemici che l'infrastruttura verde già restituisce alla collettività e il valore sociale e ricreativo è inestimabile. Proprio per avvicinare la popolazione alla scoperta del nostro territorio abbiamo definito 16 trekking verdi urbani che accompagneranno piccoli e grandi alla scoperta dei nostri parchi e delle bellezze naturali, storiche e culturali del nostro territorio. Abbiamo scelto poi di impegnarci in azioni e progetti concreti perché il Piano del Verde e della Biodiversità non sia solo un ottimo documento ma sia già realizzazione viva di un territorio che ha bisogno di tutela, valorizzazione e cura da parte dell'Amministrazione e di tutte le persone che lo abitano.

Per un presente e un futuro più verde, più sano e più giusto per tutte e tutti. Un futuro che impegna la città di Brescia, al pari delle grandi capitali europee, per una città più vivibile e resiliente, dove natura e comunità crescono insieme.

Un ultimo pensiero a tutte e tutti i professionisti che hanno lavorato per la realizzazione del Piano: ERSAF, lo Studio Gibelli, ETIFOR, il Settore Verde del Comune di Brescia e in modo particolare il dott. Lazzaroni e il dott. Gaggero, il Museo di Scienze Naturali e l'Urban Center del Comune perché le competenze condivise in modo interdisciplinare possano diventare esempio e stimolo per ciascuno di noi.

Assessora alla Transizione Ecologica, Verde e Ambiente del Comune di Brescia  
Dott.ssa Camilla Bianchi

# Glossario

---

**AFCP:** Agricoltura Foreste Caccia e Pesca

**AIPO:** Agenzia Interregionale per il fiume PO

**ARPA:** Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

**AT:** Ambito Territoriale

**BTC:** Biopotenzialità territoriale

**CE:** Comunità Europea

**CEE:** Comunità Economica Europea

**CICES:** Common International Classification of Ecosystem Services

(Classificazione internazionale comune dei servizi ecosistemici)

**CMCC:** Centro euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici

**CML:** Centro Meteorologico Lombardo

**DDP:** Documento Di Piano

**DUSAF:** Destinazione d'Uso Suoli Agricoli e Forestali

**EEA:** European Environment Agency

**FAO:** Food and Agriculture Organization

**GIS:** Geographical Information System

**IOT:** Internet Of Thing

**IPBES:** Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Service

(Piattaforma intergovernativa di politica scientifica sulla biodiversità e i servizi ecosistemici)

**IPCC:** Intergovernmental Panel on Climate Change

(Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico)

**I\_DREN:** Livello di Vulnerabilità per Indice di superficie drenante

**ISPRA:** Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

**ISTAT:** Istituto nazionale di Statistica

**ITAS:** Istituto Tecnico Agrario Statale

**IVB:** Infrastruttura Verde e Blu

**LN:** Lista Nera

**MATTM:** Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

**NBS:** Nature Based Solutions

**PAN:** Piano d'Azione Nazionale

---

**PCV/PVB:** Piano Comunale del Verde/Piano del Verde e della Biodiversità

**PDR:** Piano delle Regole

**PDS:** Piano dei Servizi

**PEC:** Piano di Emergenza Comunale

**PECPC:** Piano di Emergenza Comunale di Protezione Civile

**PFIT:** Piano Forestale di Indirizzo Territoriale

**PGRA:** Piano di Gestione Rischio Alluvioni

**PGT:** Piano di Governo del Territorio

**PLIS:** Parco Locale di Interesse Sovracomunale

**PNACC:** Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici

**PPM:** Parti Per Milione

**PSR:** Piano di Sviluppo Rurale

**PUMS:** Piano Urbano della Mobilità Sostenibile

**PVB:** Piano del Verde e della Biodiversità

**RCP:** Representative Concentration Pathways (Percorsi Rappresentativi di Concentrazione)

**RE UE:** Regolamento Europeo

**RF:** Radiative Forcing

**ROS:** Recreational Opportunity Spectrum (Ventaglio delle Opportunità Ricreative)

**SDG:** Sustainable Development Goals (Obiettivi di Sviluppo Sostenibile)

**SE:** Servizi Ecosistemici

**SIC:** Sito di Importanza Comunitaria

**SISCO:** Sistema della Conoscenza

**STC:** Strategia di Transizione Climatica

**SUDS:** Sistemi Urbani di Drenaggio Sostenibile

**TEEB:** The Economics of Ecosystems and Biodiversity (L'economia degli ecosistemi e della biodiversità)

**UNRAE:** Unione Nazionale Rappresentanti Autoveicoli Esteri

**UPA:** Unità Paesistico Ambientali

**VAS:** Valutazione Ambientale Strategica

**WMO:** World Meteorological Organization (Organizzazione Meteorologica Mondiale)

**ZPS:** Zone Protezione Speciale

# Premessa

Le città sono la tipologia di insediamento umano che più caratterizza il presente periodo storico, e si inquadrano come centri nevralgici di attività umane e di alterazione degli equilibri ambientali. Le ingenti trasformazioni della copertura e di usi del suolo unite al proliferare delle infrastrutture generate dalle città e delle pressioni urbane, l'eccessivo sfruttamento delle risorse naturali, l'alterazione dei cicli biogeochimici e idrologici a livello locale e globale sono, tra l'altro, le principali cause di frammentazione di habitat e della diffusione di specie aliene che determinano la perdita di biodiversità da cui dipende la vita stessa. Tutto ciò ha modificato radicalmente le caratteristiche del paesaggio, inteso come la risultante dei processi naturali e antropici avvenuti nei millenni in un dato luogo, fino ad alterarne la resilienza sia localmente sia in territori estesi anche molto distanti dalle città.

Attualmente, circa il 75% della popolazione europea vive in aree urbane e tale percentuale è destinata a crescere in futuro: si stima che oltre l'80% della popolazione europea vivrà in aree urbane entro il 2050. Gli abitanti delle città sono esposti a numerosi rischi per la salute, tra i quali quelli rappresentati dall'inquinamento atmosferico, dalle notti tropicali indotte dall'isola di calore, dallo stress che agisce su ansia e aggressività, ecc.

La visione strategica europea al 2050 per un'economia prospera, moderna, competitiva e climaticamente neutra ha identificato le seguenti priorità:

1. Efficienza energetica;
2. Diffusione delle energie rinnovabili;
3. Mobilità pulita, sicura e connessa;
4. Industria competitiva ed economia circolare;
5. Infrastrutture e interconnessioni;
6. Bioeconomia e pozzi naturali di assorbimento del carbonio;
7. Lotta alle emissioni restanti tramite il processo di cattura e sequestro del carbonio.

Molte sono le sfide che ci attendono e quasi tutte si giocheranno nelle aree urbane. Dunque, il risanamento del Pianeta, se possibile, dovrà passare dal risanamento delle città.

Il Piano del Verde e della Biodiversità è la traduzione sul territorio bresciano dell'infrastruttura verde strategicamente pianificata" individuata dalla strategia UE 2013. Oltre alla visione strategica al 2050, nel 2013 l'UE ha lanciato la strategia europea sulle Green Infrastructures (CE, 2013). Oggi vengono così definite (EC, 2018): **"L'Infrastruttura verde è un Sistema strategicamente pianificato di aree naturali e seminaturali, che include altri elementi ambientali disegnati e gestiti per erogare un'ampia gamma di Servizi Ecosistemici**, quali la purificazione dell'acqua, la qualità dell'aria, spazi fruibili e per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici. Questo Sistema di **verde (terra) e blu (acqua)** può migliorare le condizioni ambientali e pertanto la salute e la qualità della vita dei cittadini. La pianificazione delle Green infrastructures è uno strumento sperimentato con successo per **fornire benefici sociali ed economici attraverso soluzioni naturali** (NBS = Soluzioni Basate sulla Natura) ed aiuta a ridurre la dipendenza dalle infrastrutture grigie che sono molto più costose da costruire e mantenere."

Le Infrastrutture Verdi e Blu (IVB) hanno le potenzialità di affiancare tutte le politiche generali e di settore per affrontare le priorità citate, e permettono di avvicinarsi agli obiettivi target (o Sustainable Development Goals - SDG) individuati con l'agenda 2023 che, oggi, si delineano come priorità indiscutibili.

I Piani del verde non sono una novità: hanno già avuto un momento di "notorietà" alla fine degli anni '80. In quel periodo, la spinta ambientalista e la percezione delle problematiche ambientali nelle città e del loro effetto sulla qualità di vita dei cittadini, aveva indotto un certo numero di Amministrazioni a cercare nuovi strumenti per affrontare i nuovi problemi. Sono nati i primi censimenti del verde urbano in alcune città, in genere di dimensioni medio piccole (Brescia è una delle poche città medio grandi che si è dotata di questo prezioso strumento), i primi regolamenti del verde, alcune linee guida e Piani del verde che, però, difficilmente hanno raggiunto lo scopo di integrarsi nella pianificazione comunale e di modificare in modo significativo le qualità ambientale e di vita per i quali sono nati. Per circa 30 anni la pianificazione urbana ha praticamente dimenticato i Piani del verde, fino al 2018, quando il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) con la Strategia nazionale del verde urbano (MATTM, 2018), ha modulato criteri e linee guida per la pianificazione che Stato, Regioni e Comuni debbono realizzare.



Oggi, l'aumentata consapevolezza nei confronti dell'emergenza ambientale da una parte e del grandissimo ruolo che le città hanno sulla qualità delle componenti ambientali a livello territoriale, sull'emissione dei gas climalteranti e, ovviamente, sulla qualità di vita delle popolazioni, nonché le strategie europee sulle Green Infrastructures, sulle acque e sulla Biodiversità, impongono una nuova sensibilità e un nuovo approccio alla città, in cui il sistema paesaggistico ambientale diventa protagonista.

Brescia, pur nella sua significativa dotazione di aree verdi, non si sottrae alle criticità della città contemporanea e ad alcune che la contraddistinguono, quali le ferite tutt'ora presenti del sistema industriale locale e sovralocale.

Ecco che, in questo quadro generale, si pone il tema di un "Sistema del verde urbano" capace di rispondere ad una serie di esigenze ecologiche, sociali, culturali che non possono essere soddisfatte se non da uno strumento complessivo e completo: un Piano di Settore del Piano comunale vigente, in grado di costruire scenari integrati di paesaggi vegetali, adatti a risolvere le

specifiche criticità del territorio bresciano. Uno dei punti importanti è la riconsiderazione dello strettissimo legame tra città costruita e territorio aperto: tema nevralgico della sostenibilità del sistema urbano.

1 Intese come le infrastrutture tradizionali, tra cui: spazi aperti lastricati, difese spondali in cemento, ombreggianti in materiali morti anziché alberi, ecc.

È dunque necessario lavorare sul metabolismo urbano, ma non è possibile fare questo cambiamento senza considerare il sistema città/territorio, ricomprendendo almeno le funzioni più prossime, allocate all'esterno della città stessa, che ne alimentano il metabolismo.

**A partire dall'esigenza di agire attivamente sulla sostenibilità della città, si propone quindi di lavorare in modo approfondito e preciso sull'Infrastruttura Verde e Blu (IVB) della città consolidata e non, operando sul miglioramento del microclima, sulla gestione sostenibile delle acque meteoriche, sulla capacità della città di offrire un sistema di spazi pubblici sicuri e attrattivi e sulla capacità dei paesaggi rurali di porsi come parte integrante di una città contemporanea, attraverso la molteplicità dei servizi possibili. Le IVB, se opportunamente pianificate e progettate, sono una risposta alle vulnerabilità urbane, che includono gli aspetti di sostenibilità sociale ed economica legati alla capacità di una comunità nel riconoscere il valore, di realizzare e di mantenere nel tempo una rete di infrastrutture verdi e blu. Ciò comporta la necessità del coinvolgimento della popolazione nella comprensione dei benefici da loro prodotti, rafforzando così la relazione tra gli ecosistemi ed il sistema socioeconomico, salvaguardando e potenziando sia le funzioni ecosistemiche che i benefici per la società.**

# Il Verde Urbano

Il verde urbano, dunque, non è visto come un mero arredo verde per l'abbellimento della città, ma, se adeguatamente pianificato e progettato, può essere un'efficace risposta ai molteplici problemi della città. Gli alberi, gli arbusti, le erbe, sono gli elementi strutturali del verde urbano, così come i mattoni, i pilastri e le solette di calcestruzzo, lo sono per un edificio. Così come mai nessuno si sognerebbe di costruire un edificio posizionando mattoni, e componenti di calcestruzzo a caso, ugualmente non è più pensabile costruire un sistema del verde urbano razionale, efficace, multifunzionale senza un piano che, partendo dalle esigenze delle diverse parti della città, definisca uno scenario di paesaggio, realizzabile per fasi, attraverso la proposta delle diverse tipologie di verde che andranno a costruire l'IVB urbana e periurbana.

Le aree verdi urbane guadagnano oggi il ruolo di migliorare la sostenibilità della città e perseguono pertanto molteplici fini:  
Conservare, tutelare, gestire la natura;  
Contrastare l'impoverimento ecosistemico;  
Migliorare la qualità urbana, sia come qualità ambientale sia come qualità della vita (percezione, estetica, aspetti culturali e sociali).

## Paesaggio urbano e ruolo del Verde urbano per la “messa a sistema” delle città e delle funzioni proprio dell’Infrastruttura Verde e Blu

### FUNZIONE SOCIALE

- Ricreazione
- Rapporti sociali
- Educazione ambientale
- Salute psico-fisica

### BENEFICI ECONOMICI

- Impieghi in attività specifiche
- Rivalutazione immobiliare (hedonic value)
- Attrattore turistico
- Attrattore d'investimenti



### FUNZIONE CULTURALE

- Può definire la struttura urbana
- Imprime carattere, identità e riconoscibilità
- Contributo alla qualità urbana in termini estetici, culturali, storici
- Costituisce il contatto con il mondo naturale

### FUNZIONI DI SUPPORTO E REGOLAZIONE

- Conservazione del capitale naturale
- Mitigazione dello stress ambientale
- Miglioramento del clima, riduzione inquinamento dell'aria
- Riequilibrio idrogeologico

### Le funzioni del verde in ambito urbano.

Al di là della tipologia (giardino, parco, aiuola, filare, ecc.), da un punto di vista ecosistemico il verde urbano non ha la medesima funzione ovunque sia localizzato.

Lo schema che segue sintetizza le diverse opportunità/benefici che il verde cittadino adeguatamente portato a “sistema” all'interno di uno scenario complessivo, incardinabile nel Piano comunale, può fornire alla città.

### Le funzioni svolte si articolano secondo le quattro grandi famiglie dei Servizi Ecosistemici (SE):

- culturale comprende prevalentemente i benefici di tipo sociale e culturali legati alla qualità urbana in termini prevalentemente estetici e di benessere;
- di supporto che comprendono, in gran parte, i benefici legati alla biodiversità;
- di regolazione, efficaci nei confronti della regolazione della qualità dell'aria, dei cicli idrologici, dell'erosione, del clima, ecc.;
- di approvvigionamento: per Brescia, legati prevalentemente all'agricoltura urbana.

**Figura 1** - Il verde urbano, una questione di società, cultura, ambiente, economia.

I benefici originati dai SE sono sinteticamente illustrati nello schema che segue in termini delle funzioni svolte. Non sono inserite le funzioni legate ai SE di approvvigionamento, in quanto facilmente intuibili poiché a Brescia si tratta delle produzioni agricole. Da tutti i SE possono scaturire molteplici benefici economici diretti e indiretti, di cui sono riportati alcuni esempi nell'ultimo spicchio, in basso a sinistra, della figura seguente.

Le tipologie di verde urbano che normalmente fanno capo a queste categorie si possono raggruppare come segue:

#### **Funzione sociale consentendo:**

- Passeggiate in percorsi alberati, a piedi, in bicicletta, ecc;
- attività sportive;
- attività di gioco;
- zone di sgambamento per cani;
- Orti urbani.

#### **Funzione culturale e di riqualificazione urbana:**

- miglioramento del paesaggio;
- filtro visivo che spesso si può combinare con la mitigazione dell'inquinamento atmosferico;
- offerta culturale legata, ad esempio, a orti botanici, parchi privati e pubblici, parchi storici;

#### **Funzioni di supporto e regolazione:**

- contributo alla regolazione della composizione chimica atmosferica;
- miglioramento del microclima;
- ritenzione idrica e contributo alla regolazione del flusso idrico, prevalentemente concentrata nei cosiddetti SuDS (Sistemi urbani di Drenaggio Sostenibile);
- formazione di suolo e riciclaggio dei nutrienti;
- movimento dei gameti florali e quindi risorsa genetica;
- rifugio di specie;
- produzione di cibo;
- incremento della biodiversità urbana.

Un'infrastruttura verde e blu articolata secondo le funzioni di cui sopra, coerentemente alle diversità dei paesaggi urbani, può fornire alla città una quantità di benefici culturali e ambientali, oltre a poter generare o supportare economie virtuose. In generale, vista la cronica carenza di verde che affligge le nostre città, sarebbe opportuno progettare la maggior parte degli spazi verdi in modo tale da associare le funzioni socioculturali con quella ecologica.

**È necessario precisare che le potenzialità di ogni area dotata di funzioni ecologiche, dipendono molto dalle caratteristiche dell'area stessa, e precisamente:**

- dalle sue dimensioni e quindi dalla potenzialità di erogare più Servizi Ecosistemici (SE);
- dalla vicinanza di aree verdi circostanti e dalla consistenza dell'eventuali connessioni;
- dalla sua collocazione rispetto alle forme e strutture naturali del paesaggio su cui si è formato il sistema insediativo;
- dal tipo di tessuto urbano di contorno e relativi disturbi;
- dalle interazioni determinate dalle infrastrutture e dalle condizioni urbane limitrofe (vie di grande traffico, industrie insalubri, ecc.); dalle eventuali interazioni con il paesaggio agrario o seminaturale circostante.

# I cambiamenti climatici

## Un Filo Naturale

---

I cambiamenti climatici sono una delle sfide più significative del nostro tempo, con impatti evidenti su scala globale, regionale e locale. Questa problematica non solo è oggetto di dibattito a livello mondiale, ma richiede anche una comprensione approfondita nel contesto urbano, dove la maggior parte della popolazione vive e lavora. Le città, epicentri dell'attività umana, sono particolarmente vulnerabili agli effetti dei cambiamenti climatici, che possono amplificare le sfide esistenti e creare nuovi rischi.

In ambiente urbano, i cambiamenti climatici si manifestano attraverso fenomeni come ondate di calore sempre più intense, piogge torrenziali, siccità prolungate, aumento del livello dei mari, tempeste violente e arrivo di nuovi organismi patogeni. Questi eventi possono avere conseguenze significative sulla salute pubblica, sull'infrastruttura urbana, sull'economia locale e sulla qualità della vita dei cittadini.

Affrontare i cambiamenti climatici nelle città richiede un approccio integrato che coinvolga la pianificazione urbanistica e la gestione del territorio prevedendo la creazione di infrastrutture resilienti, trasporti sostenibili in base a stringenti criteri di efficienza energetica e coinvolgendo la comunità. Le soluzioni possibili includono l'implementazione di politiche di adattamento e mitigazione, la promozione di energie rinnovabili, la creazione di parchi urbani e spazi verdi per mitigare gli effetti delle ondate di calore, l'adozione di sistemi di trasporto pubblico efficienti e la pianificazione di risorse idriche sostenibili. Necessitano inoltre dell'impegno di tutti nel modificare il proprio stile di vita in favore di comportamenti più sostenibili.

### **Il contesto bresciano e gli scenari futuri**

Un'analisi del contesto climatico generale della città di Brescia ci viene offerta dal documento "Strategia di Transizione Climatica", redatto dal Comune di Brescia, con il contributo della fondazione Cariplo ed inserito nel contesto del percorso "Un Filo Naturale". Dati e scenari presentati in tale report fanno riferimento a quanto analizzato e modellizzato nel Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC), redatto dal Ministero dell'Ambiente.

Il PNACC, individua e suddivide l'Italia in 6 Macroregioni climatiche, la città di Brescia viene fatta ricadere nella Macroregione 1 "Prealpi e Appennino settentrionale", caratterizzata da valori intermedi riguardo i valori cumulati delle precipitazioni invernali ed estive e da valori elevati per i fenomeni di precipitazione estremi.

Valori medi e stima della variabilità vengono proposti nella figura a seguire.

	Temperatura media annuale - Tmen (C°)	Giorni con precipitazioni intense - R20 (Giorni / anno)	Frost Days - FD (Giorni / anno)	Summer Days SU95p (Giorni / anno)	Precipitazioni invernali cumulate - WP (mm)	Precipitazioni cumulate estive - SP (mm)	95° percentile precipitazioni R95p (mm)	Consecutive dry days - CDD (giorni)
<b>Macro regione Prealpi e Appennino Settentrionale</b>	13 ( ±0.6)	10 ( ±2)	51 ( ±13)	51 ( ±13)	187 ( ±61)	168 ( ±47)	28	33 ( ±6)

**Figura 2** - Valori medi e deviazione standard degli indicatori per la macroregione 1 (fonte: PNACC)

Per l'analisi climatica futura delle macroregioni, il report del PNACC restituisce anche dei possibili scenari climatici attesi basandosi su quelli modellizzati dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), riguardanti possibili evoluzioni delle concentrazioni di gas climalteranti in atmosfera per effetto antropogenico.

Lo strumento dello “scenario” risulta fondamentale in quanto permette una migliore comprensione degli impatti che generiamo sul pianeta. Gli scenari offrono uno sguardo sul futuro consentendo di analizzare la ricaduta di decisioni a breve termine sul futuro a lungo termine.

Gli scenari IPCC, definiti “Representative Concentration Pathways” e considerati nel report del PNACC, vengono riportati in tab.1.2 e sono l’RCP4.5, cioè quello di “forte mitigazione”, e l’RCP8.5, cioè quello di “Nessuna mitigazione”. Il numero associato ad ogni scenario si riferisce al Forzante Radiativo (Radiative Forcing – RF) espresso in unità di Watt per metro quadrato (W/m2) ed indica l’entità del calore addizionale immagazzinato nel sistema Terra quale risultato delle emissioni di gas serra.

SCENARIO	SCENARIO RCP	CARATTERISTICHE
“Nessuna mitigazione”	RCP8.5	Crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Entro il 2100, concentrazioni atmosferiche di CO2 triplicate o quadruplicate (840-1120 ppm) rispetto ai livelli preindustriali (280 ppm).
“Forte mitigazione”	RCP4.5	Messa in atto di alcune iniziative per controllare le emissioni. Concentrazione atmosferica di CO2 scesa sotto i livelli attuali entro il 2070 e stabilizzata a circa il doppio dei livelli preindustriali entro il 2100.

Per tale analisi climatica il PNACC effettua una zonazione basata sulle anomalie climatiche attese per il periodo 2021-2050, considerando gli scenari IPCC.

Incrociando macroregioni e zonazione delle anomalie sono state individuate aree climatiche omogenee con uguali condizioni climatiche attuali e stesse proiezioni di anomalie future:

- considerando lo scenario IPCC di “forte mitigazione” (RCP4.5), la macroregione climatica 1, quella in cui ricade Brescia, è caratterizzata generalmente da una riduzione rilevante delle precipitazioni estive, dei frost days (numero di giorni l’anno con temperatura inferiore a 0°C) e della co-

pertura nevosa e da un aumento importante dei giorni estivi;

- anche per lo scenario “Nessuna mitigazione (RCP8.5) si prevede una forte riduzione delle precipitazioni estive, con un aumento, tuttavia, di quelle invernali. Rilevante invece la riduzione dei frost days che risulta molto maggiore rispetto allo scenario RCP4.5.

Appare quindi evidente che il futuro di Brescia, ma in generale di tutte le città, sarà determinato anche dalla capacità di adattarsi ai cambiamenti climatici e di trasformare le sfide in opportunità per costruire comunità più resilienti e sostenibili.

# Il Piano Comunale del Verde Normativa di riferimento

---

I Piani di gestione del verde rappresentano uno strumento cruciale nella pianificazione urbana, posizionandosi in un contesto legislativo particolare che li colloca tra la pianificazione attiva e strumenti di indirizzo generale non vincolanti. A livello nazionale, la Legge n. 10 del 14 gennaio 2013, nota come “Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani”, fornisce il quadro principale. Questa legge promuove esplicitamente l’incremento degli spazi verdi urbani e delle cinture verdi intorno alle aree urbane per mitigare gli effetti delle polveri sottili e delle isole di calore estive, oltre a favorire la raccolta delle acque piovane.

Inoltre, la Legge istituisce un Comitato per lo sviluppo del verde pubblico, incaricato di sviluppare una Strategia Nazionale del Verde Urbano. Questa strategia, allineata alle direttive della Commissione Europea e al Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, mira a creare città più resilienti attraverso l’implementazione di sistemi verdi multifunzionali. Essa sottolinea l’importanza dei servizi ecosistemici, legati alla biodiversità, e delle infrastrutture verdi nel migliorare la qualità della vita urbana e rurale.

Per attuare tali obiettivi, la Strategia sottolinea la necessità di ridurre le superfici asfaltate e di adottare le foreste urbane come elemento strutturale e funzionale del verde urbano. Inoltre, promuove l’espansione degli spazi verdi nelle aree periferiche, integrando il verde esistente con nuove infrastrutture verdi.

Il documento “Linee guida per la gestione del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile”, redatto dal Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica, evidenziano ulteriori misure essenziali, come il censimento del verde, l’uso di sistemi informativi territoriali, la formulazione di regolamenti specifici e la pianificazione strategica, incluso il Piano Comunale del Verde (PCV).

Il PCV, uno strumento volontario e integrativo della pianificazione urbanistica generale, ha l’obiettivo di tutelare e valorizzare

il patrimonio naturale urbano esistente e promuovere la creazione di nuovi spazi verdi. È uno strumento strategico che orienta le politiche di trasformazione urbanistica locale e definisce i principi per la realizzazione di aree verdi pubbliche nel futuro. In sintesi, il PCV funge da piano regolatore dell’infrastruttura verde della città, delineandone l’assetto futuro, per rispondere alle esigenze sociali e ambientali.

## **Perché il Piano del Verde e della Biodiversità?**

Il legame tra le sfide affrontate dalle città moderne, come adattamento, transizione e pressioni crescenti, e la gestione della biodiversità è evidente nel Piano del Verde e della Biodiversità di Brescia. Questo piano rappresenta un impegno e una strategia fondamentale per affrontare tali sfide in modo integrato.

La biodiversità è cruciale per la sostenibilità urbana e ha ricevuto sempre maggiore attenzione a livello internazionale, a partire dalla Conferenza delle Nazioni Unite di Rio del 1992 sull’ambiente e lo sviluppo. Il concetto di “Capitale Naturale”, che comprende habitat e biodiversità, è stato enfatizzato dalla recente legislazione dell’UE sul “Ripristino della Natura”. Questo sottolinea l’importanza della biodiversità come fondamento della vita e della prosperità nelle città.

Il Piano del Verde e della Biodiversità di Brescia mira a valorizzare il paesaggio urbano. La biodiversità svolge un ruolo fondamentale in questo contesto, determinando paesaggi e contribuendo alla rigenerazione delle risorse naturali.

La diversità biologica e paesaggistica influisce sulla percezione e sui comportamenti delle persone, entrando nei processi cognitivi e culturali delle comunità urbane. Comprendere i legami tra biodiversità, paesaggio e sostenibilità è cruciale per sviluppare politiche territoriali volte a una gestione ambientale, economica e sociale sostenibile.

Il Piano si propone di integrare la biodiversità nel contesto urbano attraverso l'aumento delle aree verdi, la messa a dimora di alberi, la manutenzione del verde esistente con attenzione alla sua stabilità e la promozione di specie autoctone. Questo contribuisce alla creazione di ecosistemi urbani sani e resilienti, essenziali per affrontare le sfide ambientali moderne. Inoltre, la biodiversità urbana offre benefici tangibili per la qualità della vita, promuovendo il benessere fisico e mentale delle persone attraverso la presenza di aree verdi ricche di biodiversità. Questo è fondamentale per uno stile di vita sano e sostenibile nelle città. Complessivamente, l'inclusione della biodiversità nel Piano del Verde urbano di Brescia mira a garantire la creazione di ambienti urbani equilibrati, sostenibili e favorevoli alla salute e al benessere delle persone, contribuendo alla protezione dell'ambiente e alla promozione di uno sviluppo urbano consapevole.

### **Cenni metodologici per la redazione del Piano e parole chiave**

Se il Piano del Verde e della Biodiversità deve rispondere alle sfide di cui sopra, è necessario trovare paradigmi su cui fondare strategie di Piano efficaci a rispondere ai problemi reali. È utile riflettere sul fatto che la storia del Pianeta è fatta di cambiamenti. I sistemi eco paesistici, come tutti i sistemi biologici, hanno sempre reagito ai cambiamenti trovando nuovi equilibri. In particolare, di fronte alle “novità”, i sistemi paesistico ambientali più adattabili sono quelli dotati di una maggiore capacità propria di risposta al cambiamento, la “resilienza”, e meno fragili o “vulnerabili”. Dunque, resilienza (Gallopin, 2006, Janssen et al, 2006) e vulnerabilità (Adger, W. N., 2006) possono essere i principi su cui fondare nuove strade per la pianificazione urbana e, dunque, per attribuire obiettivi efficaci alle IVB.

A questi principi è sottesa l'importanza dell'organizzazione dei sistemi paesistico ambientali, in larga parte dipendente dalle strutture dei mosaici ambientali: il tipo di organizzazione dei sistemi paesistico-ambientali può definire differenze sostanziali tra territori in grado di trovare una propria stabilità basata su nuovi equilibri, adattandosi, e territori che soffriranno di gravi instabilità anche a fronte di alterazioni (climatiche o di altra origine) relativamente limitate. In questo senso la pianificazione spaziale sorretta da principi ecologici può costituire uno strumento fondamentale per l'adattamento e, dunque, per la sostenibilità dello sviluppo.

I concetti di Vulnerabilità, Resilienza e Paesaggi sani, sono interrelati e ricoprono un'importanza notevole in riferimento agli obiettivi con i quali gli strumenti di governo del territorio debbono confrontarsi.

Queste considerazioni inducono alcune riflessioni di tipo operativo. Ad esempio, il disegno del paesaggio urbano costituisce una delle strategie di adattamento più sostenibili rispetto alla riduzione dell'isola di calore e del rischio idraulico, al miglioramento del metabolismo urbano, e all'inserimento di spazi pubblici per la coesione della nuova società multietnica, dedicati al benessere delle comunità, attraverso un sistema di Nature Based Solutions adatte ai luoghi e alle funzioni attese, ben distribuite nella città e, possibilmente, connesse al territorio extraurbano circostante.

L'obiettivo è un progetto integrato e sistemico, volto a raggiungere una giusta dotazione di spazi aperti multifunzionali (verde urbano nelle diverse manifestazioni, aree agricole, ma anche aree naturalistiche) capaci di erogare i SE che rispondono ai bisogni espressi dai caratteri di vulnerabilità e resilienza dei diversi ambiti urbani.

Tutto ciò al fine di moltiplicare i servizi ecologici e sociali. In questo approccio le interazioni e i legami tra il verde urbano e le aree agricole e naturali di prossimità, da incrementare sia quantitativamente sia qualitativamente, detiene un'importanza strategica al fine della costruzione di un sistema ecologico sorretto da diverse strategie di sopravvivenza e sinergie che derivano dalle reciprocità possibili anche con il sistema sociale. Il risultato auspicato è un sistema più adattabile ai cambiamenti e meno “energivoro”, con un metabolismo urbano meno squilibrato e dunque più sostenibile.

La proposta che segue considera il Piano del Verde e della Biodiversità uno strumento che permette di innovare la pianificazione comunale, in quanto considerato un vero e proprio Piano Strategico, capace di integrarsi con la pianificazione esistente con obiettivi chiari di qualità ambientale su tutto il territorio comunale, dotandosi di azioni efficaci per raggiungere gli obiettivi, diversamente articolate per i differenti ambiti urbani. Infatti, il punto di partenza per una strategia “vestita” sulla realtà esistente e capace di agire positivamente in ogni luogo si basa sul riconoscimento delle diversità e dunque delle opportunità che ogni parte della città può esprimere.

# Il Piano Comunale del Verde Normativa di riferimento

---

## **A chi è rivolto: per chi?**

Pubbliche amministrazioni di vario livello;  
Tecnici e professionisti;  
Altri soggetti interessati.

## **Come è organizzato: come?**

Il documento principale (la Relazione) è costituito da più sezioni ed è integrato da approfondimenti in allegati e cartografie tematiche e progettuali. La documentazione può essere consultata in modo consequenziale o per parti in base agli interessi e dalle esigenze del lettore.

## **Che contenuti riporta: cosa?**

Concetti di base e principi guida, nella premessa;  
Metodologica adottata per le analisi e valutazioni per la costruzione del Piano, nella sezione A;  
Progetto di piano e strumento per l'attuazione e l'operatività, nella sezione B.

## **Documentazione di piano**

RELAZIONE

## **Allegati alla relazione**

All. 1 Analisi del contesto  
All. 2 – Procedimento e dati per la costruzione della Mappa di Base  
All. 3 – Procedimento e dati per la costruzione delle UPA e delle Sub UPA  
All. 4 - Indicatori per la stima delle vulnerabilità: dati, applicazione e mappe  
All. 5 – Vulnerabilità e Servizi Ecosistemici nelle Sub UPA

## **Strumenti per l'attuazione e l'operatività**

SCHEDE PARCHI  
RELAZIONE SUI SERVIZI ECOSISTEMICI  
SPECIE ARBOREE

ABACO DELLE NATURE BASED SOLUTIONS  
QUADERNI DEGLI AMBITI DI PROGETTO  
PROGETTI SPECIALI

## **Esemplificazione delle integrazioni per le schede degli ambiti di trasformazione cartografia di piano**

Infrastruttura verde e blu (IVB) di stato  
Mappe delle Vulnerabilità (tematiche, driver, effetti)

## **Funzionalità degli spazi aperti**

Inserita come MAPPA A0 contenente 1. Biopotenzialità Territoriale, 2. Funzionalità degli spazi aperti, 3. Funzionalità degli spazi aperti e disturbi delle infrastrutture, 4. Spazi aperti funzionali. Gli stralci sono riportati anche nei QUADERNI DEGLI AMBITI DI PROGETTO

## **Impermeabilizzazione**

inserita come MAPPA A0 contenente Indice di superficie drenante (%), Individuazione delle aree non o poco adatte all'infiltrazione, Suoli sigillati, Aree allagabili del PGRA. Gli stralci sono riportati anche nei QUADERNI DEGLI AMBITI DI PROGETTO

## **Mappe dei SERVIZI ECOSISTEMICI**

(cartografia del valore biofisico e del valore economico per singolo SE, del valore economico della somma dei servizi ecosistemici) o Sequestro del carbonio atmosferico o Rimozione degli inquinanti atmosferici o Produzione di ossigeno o Regolazione della temperatura o Protezione dal rischio idrogeologico o Benefici ricreativi e sociali o Biodiversità e qualità degli habitat

## **Scenario**

Infrastruttura verde e blu di progetto







---

# Analisi del contesto



## Sezione

---

**In questa sezione, esploreremo i principali aspetti geografici, biologici e idrologici del territorio di Brescia, fornendo una panoramica delle sue caratteristiche salienti. Ulteriori dettagli possono essere trovati nell'allegato 1.**

## Estensione e Uso del Territorio

Il territorio comunale di Brescia copre una superficie totale di 90,5 km<sup>2</sup>, secondo i dati più recenti del DUSAF (Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e forestali), basati su ortofoto del 2021. Di questa superficie, 20,6 km<sup>2</sup> sono destinati ad uso agricolo e 17 km<sup>2</sup> sono considerati aree naturali. Complessivamente, quasi il 42% del territorio comunale è classificato come coltivato o semi-naturale.

Più in generale, negli ultimi 30 anni, si è assistito ad una riduzione dei terreni agricoli (-22%) e ad un aumento delle aree naturali (+7%). Considerando invece entrambe le componenti precedentemente citate, la riduzione a favore del tessuto urbanizzato è stata dell'11%.

Le aree verdi pubbliche del Comune di Brescia coprono 6,7 km<sup>2</sup>, rappresentando circa il 7,5% del territorio totale. Queste aree verdi si suddividono in diverse categorie in base alla loro funzione prevalente, tra cui:

- Verde attrezzato;
- Verde di arredo urbano;
- Verde storico;
- Orti urbani;
- Verde cimiteriale;
- Verde scolastico;
- Aree di forestazione urbana;
- Parchi territoriali.

## Aree Protette e Biodiversità

Brescia vanta circa 4.500 ettari di aree protette (Parco delle Cave e Parco delle Colline di Brescia). All'interno del territorio comunale sono presenti nove habitat riconosciuti di importanza Comunitaria, di cui sei in cattivo stato di conservazione e tre in stato inadeguato. La biodiversità di Brescia è notevole, sono infatti presenti oltre 1.000 specie vegetali e tra queste 31 sono classificate come esotiche.

## Geografia e Uso del Suolo

Brescia si trova in una posizione geografica strategica, fungendo da “cerniera” tra il sistema montuoso prealpino e la pianura. Il territorio è situato all'imbocco della valle del Fiume Mella nell'alta pianura lombarda. La distribuzione del suolo segue una struttura tripartita, in linea con le caratteristiche idrogeomorfologiche e la distribuzione dei paesaggi pedologici:

Fascia collinare: caratterizzata da ampie superfici boscate e rari appezzamenti agricoli, prati e formazioni naturali;

Fascia di pianura: dove l'agricoltura è ancora presente, accompagnata da cave dismesse;

Fascia centrale urbana: dominata dalla concentrazione edilizia, che ha quasi completamente cancellato le forme originarie degli ambiti fluviali del Garza e in gran parte del Mella.

## Spazi Aperti

A livello comunale, gli spazi aperti coprono poco più del 60% della superficie. Le categorie principali di spazi aperti, che superano il 10% della superficie comunale, includono:

- Prati
- Seminativi semplici
- Parchi e giardini urbani
- Boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo
- Queste coperture occupano complessivamente oltre 4.300 ettari.

## Boschi

La superficie forestale nel comune di Brescia è di 1.524 ettari. Questa ha visto un incremento significativo nel corso dell'ultimo secolo, specialmente dal secondo dopoguerra. Tra il 1954 e il 2021, le aree boscate sono aumentate del 33%.

## Idrologia

I principali corsi d'acqua del territorio bresciano sono il Fiume Mella e il Torrente Garza. A causa della copertura e canalizzazione il Garza risulta inaccessibile per gran parte del suo percorso. La gestione dei corsi d'acqua è affidata a diversi enti, tra cui l'Azienda Interregionale Po (A.I.PO), la Regione, il Consorzio di Bonifica Medio Chiese, il Consorzio di Bonifica Oglio-Mella e il Comune di Brescia. Tra gli idro-ecosistemi di rilievo nel territorio di Brescia, va menzionato il sistema dei laghi di cava nel Parco delle Cave, che copre un'area di circa 960 ettari.

## Dati Climatici

I dati climatici di Brescia mostrano alcuni tratti significativi nel corso del tempo, che evidenziano il manifestarsi dei cambiamenti climatici a livello locale:

La temperatura media è aumentata di 1,35°C rispetto alla serie storica 1950-1991;

Le precipitazioni medie mensili non mostrano variazioni significative.

Il numero annuo di giorni con temperature minime inferiori a 0°C è in diminuzione;

Al contrario, i giorni con temperature massime superiori a 30°C sono in aumento costante;

Non si osserva un aumento statisticamente significativo nel numero di giorni con piogge intense;

Non emergono segni di un allungamento significativo dei periodi siccitosi.

## Patrimonio Verde

Brescia dispone di un ricco patrimonio verde, sia pubblico che privato. Il patrimonio arboreo della città conta 19.478 alberi lungo le strade e 42.333 nei parchi e giardini, per un totale di circa 61.811 alberi. A questi si aggiungono oltre 100.000 alberi stimati nei boschi comunali.

Il patrimonio arboreo di Brescia è altamente diversificato, con oltre 220 specie vegetali rappresentate nel verde pubblico.

Nelle alberature stradali, il genere più rappresentato è Tilia, seguito da Celtis, Fraxinus, Ulmus, Liriodendron, Acer, Platanus, Ostrya, Pyrus, Aesculus e altre specie minoritarie. Le dieci specie più comuni nei parchi e giardini sono: Fraxinus excelsior, Celtis australis, Carpinus betulus, Acer platanoides, Robinia pseudoacacia, Platanus acerifolia, Populus nigra, Acer pseudoplatanus, Acer campestre, Tilia platyphyllos.

## Alberi Monumentali

Il Comune di Brescia può vantare la presenza di sette alberi monumentali:

- Un cedro del Libano;
- Un cedro dell'Atlante;
- Un cedro dell'Himalaya;
- Un olmo campestre;
- Un bagolaro;
- Un noce del Caucaso;
- Un ciliegio.

Questi alberi si trovano principalmente in aree verdi o di arredo urbano, compresi i giardini di proprietà privata, ad eccezione del bagolaro situato in area agricola.

## Spazi Verdi Urbani

Gli spazi verdi urbani a Brescia, inclusi parchi e giardini, sono circa 160 e coprono una superficie complessiva di oltre 3.570.000 metri quadrati. La maggior parte dei quartieri cittadini, trentadue su trentatré, dispone di almeno uno spazio verde pubblico.

## Dotazioni delle aree verdi

Nei parchi e giardini cittadini si trovano circa 2.000 panchine. I quartieri dispongono inoltre di 47 aree cani, 35 WC automatici e 120 aree gioco per bambini e ragazzi.

Per concludere:

Il territorio di Brescia, con le sue caratteristiche geo-bio-idrologiche, offre una combinazione unica di aree naturali, agricole e urbane. L'aumento della superficie forestale e la gestione delle aree protette dimostrano l'impegno per la conservazione della biodiversità. I cambiamenti climatici osservati richiedono attenzione e azioni mirate per mantenere l'equilibrio ambientale. Il ricco patrimonio verde e gli spazi verdi urbani contribuiscono significativamente alla qualità della vita dei cittadini di Brescia.

---

# La formazione del piano del verde e della biodiversità di Brescia



## Sezione

---

**Segue la descrizione del lavoro svolto.  
Per facilitare la lettura e la comprensione del  
metodo, all'inizio di ogni capitolo descrittivo  
delle fasi, è presente un'immagine tratta dallo  
Schema di lavoro corrispondente alla Fase  
descritta nel capitolo stesso.**

Tutto quanto descritto è servito per costruire la base conoscitiva che ha permesso di sviluppare le fasi di analisi interpretativa.

Lo schema che segue (Figura 3) rappresenta le fasi dello sviluppo del Piano del Verde e della Biodiversità di Brescia, a partire dalle fasi di analisi e interpretazione, fino alla predisposizione dello scenario di Piano e degli strumenti connessi.

Vale la pena ricordare che nulla dei materiali predisposti è fine a sé stesso: le analisi sono servite per capire i “bisogni” dell’IVB nei diversi ambiti del Comune: questi sono espressi in termini di fattori di vulnerabilità e di Servizi Ecosistemici in grado di mitigare le vulnerabilità e, dunque, attrezzare il territorio comunale per l’adattamento migliorandone vivibilità e qualità. Le vulnerabilità e gli indicatori ad esse associati, nonché Servizi ecosistemici efficaci, sono stati il riferimento continuo per la costruzione del Piano (Fase 2), ma sono anche un importante strumento per la diffusione della conoscenza e per la condivisione dei valori territoriali sia a livello di organi decisori sia di

operatori (tecnici pubblici e privati, imprenditori, associazioni, ecc) sia di cittadini, i quali, vivono la città.

Quanto prodotto, in fase di analisi, può essere utilizzato per definire obiettivi target di qualità, ed è la base per monitoraggi sia del Piano, sia delle trasformazioni territoriali in genere, comprese quelle che non dipendono dal Piano del Verde.

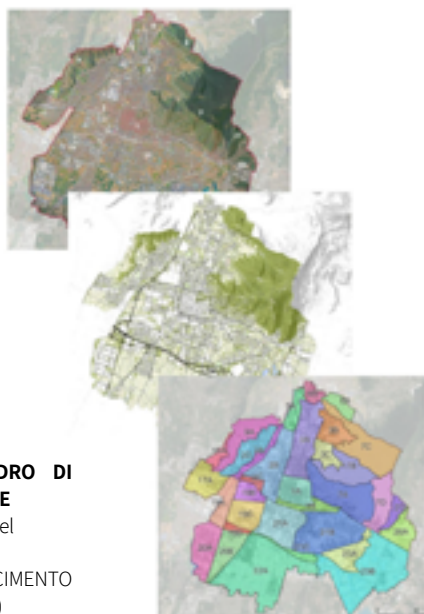
Si tratta a tutti gli effetti di strumenti per una governance adattativa, in quanto, di fronte ad una nuova esigenza, permettono di effettuare stime speditive sulle perdite/guadagni di valori territoriali, nonché di individuare e quantificare eventuali compensazioni o proporre perequazioni territoriali, riducendo le negatività eventuali e migliorando i risultati attesi. Lo scenario infine fornisce il quadro di riferimento per localizzare gli interventi compensativi sotto forma di NBS, nei luoghi in cui questi possono essere maggiormente efficaci.



**Figura 3** - Schema Logico del processo di costruzione del PVB di Brescia e dell’IVB di Progetto



# 1. Da dove si parte? – FASE 1



## Fase 1 DA DOVE SI PARTE

### COSTRUZIONE IL QUADRO DI BASE DELLE CONOSCENZE

dall'analisi della struttura del SISTEMA PAESISTICO AMBIENTALE E RICONOSCIMENTO DELLE DIVERSITÀ (sub-upa)

I sistemi paesistico-ambientali attuali, compresi quelli urbani, sono la risultante della sovrapposizione e della stratificazione nei secoli di geomorfologia e idrografia, dei processi di morfogenesi e di pedogenesi in rapporto al clima, delle trasformazioni prodotte dalle popolazioni vegetali e animali che hanno determinato lo sviluppo degli ecosistemi naturali e, infine, delle trasformazioni indotte dalle attività umane che hanno prodotto, nei secoli, una co-evoluzione tra società e territorio, dando origine ai paesaggi odierni.

In questo processo co-evolutivo, la stratificazione delle informazioni depositate nei millenni sui territori non è avvenuta a caso, ma è stata condizionata da processi (energie, flussi e culture) spontaneamente generati dalle caratteristiche dei luoghi, fino a che sul territorio non sono ricadute le ingenti quantità di energia prodotte dalle società moderne e contemporanee. Il riconoscimento degli agenti che hanno determinato i processi spontanei, è uno dei passaggi fondamentali per riconoscere i fattori di resilienza dei paesaggi e orientarne le trasformazioni verso la sostenibilità.

Contemporaneamente, va precisato che l'effetto principale delle trasformazioni recenti, che hanno generalmente ignorato la natura fondativa dei paesaggi, è stato eliminare le diversità connotative dei paesaggi, impoverendoli da una parte e omogeneizzandoli dall'altra. Le città sono l'esempio più avanzato di questo processo.

La svolta verso una pianificazione sostenibile si basa sulla ricerca dei caratteri fondativi e del patrimonio di informazione sedimentato che, anche nei paesaggi fortemente modificati, si comporta come il patrimonio genetico negli organismi viventi: ne orienta i comportamenti, finché questi non trovano condizionamenti forzosi.

Un metodo per ritrovare o, comunque, avvicinarsi al DNA dei paesaggi è quello di studiare le Unità di paesaggio o paesistico-ambientali (UPA), quali ambiti circoscritti dotati di un simile livello di eterogeneità al loro interno. L'eterogeneità, ossia la diversità paesaggistica, ne definisce le caratteristiche di base, aiuta a identificarne i bisogni in termini di vulnerabilità e resilienza, dunque i SE più efficaci a migliorarne gli assetti e gli equilibri.

Il punto di partenza è la costruzione del quadro di base delle conoscenze, di cui i temi principali sono descritti nell'Allegato 1.

Lo stato di fatto è raccontato a partire dalla Mappa di Base (Allegato 2) da cui è tratta la Mappa dell'IVB di stato (cfr. par. 1.1) nonché dalla suddivisione del territorio comunale in Unità Paesistico Ambientali (UPA).

Questi elaborati sono il riferimento costante per la costruzione del quadro conoscitivo e interpretativo che fornisce obiettivi precisi per la formazione del Piano, attraverso l'analisi dei SE (cfr. Cap. 3) e degli indicatori di vulnerabilità (cfr. par. 2.1).

## 1.1 Stato di fatto dell'IVB

La mappa di stato della IVB rappresenta il Capitale Naturale (e paranaturale) comunale, e consiste in una ricognizione degli elementi in grado di fornire i Servizi Ecosistemici che sostengono la prosperità della città.

Si tratta di una mappa di tipo interpretativo che illustra lo stato di fatto delle aree e degli elementi che rappresentano i cardini organizzativi della struttura biofisica del paesaggio.

Questa cartografia mostra in modo evidente gli elementi primari dell'infrastruttura, quali gli idroecosistemi (ad esempio: corsi d'acqua, zone umide, ecc.), gli ecosistemi forestali, ivi compresi le aree a pascolo e i prati sui versanti, gli agroecosistemi che caratterizzano le diverse parti del paesaggio agricolo e gli ecosistemi paesaggio urbano-tecnologico (ad esempio: verde urbano sia pubblico che privato, verde lungo le infrastrutture, aree estrattive dismesse e recuperate, ecc.).

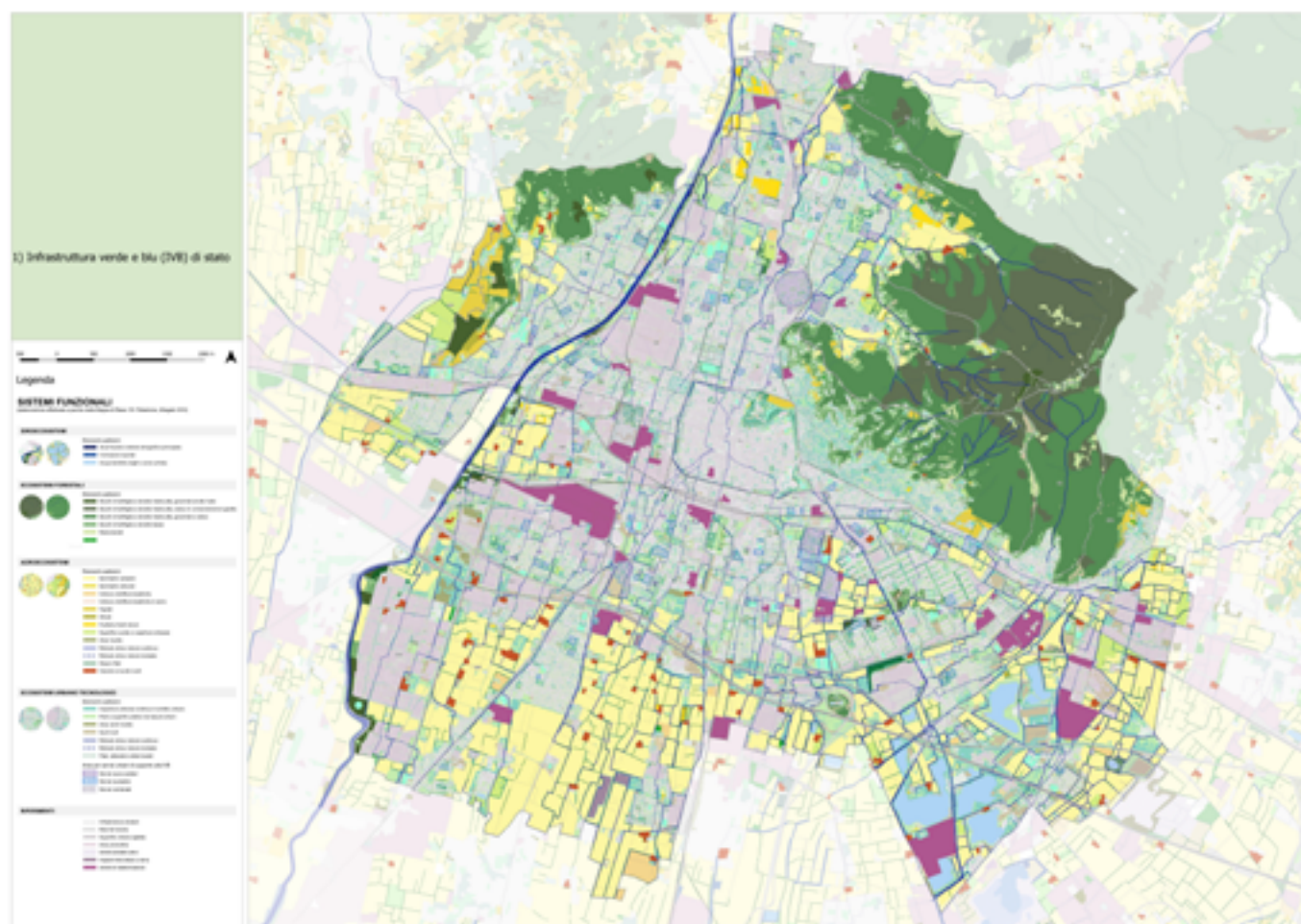
La mappa è stata costruita a partire dagli elementi rappresentati nella Mappa di Base (Allegato 2) dalla quale sono fatte emergere tutte le tipologie di coperture afferenti agli spazi aperti e aree verdi.

Le tipologie di coperture così selezionate sono quindi accorpate e riorganizzate all'interno delle voci di cui si compone l'articolazione dell'IVB riportata in legenda.

Gli elementi della mappa di base sono stati integrati puntualmente con altre informazioni: le alberate sparse o in formazione lineare presenti sul territorio comunale, il reticolo idrico principale, secondario e minore, a cielo aperto o tombato.

Si tratta degli elementi più significativi ai fini della progettazione dell'infrastruttura verde e blu, ai quali si possono ancorare le azioni per incrementare i SE prioritari in risposta alle Vulnerabilità a cui andranno riferite le azioni in termini di NBS per l'attuazione dell'IVB comunale.

L'immagine seguente riporta la Mappa 1 corrispondente all'IVB di stato.



**Figura 4** - Mappa dell'infrastruttura verde e blu di stato (Mappa 1)

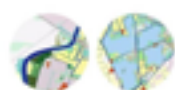
La legenda della mappa dello stato delle Infrastrutture Verdi e Blu aiuta a leggere il paesaggio secondo i sistemi funzionali (ecosistemi) ben definiti: idro-ecosistemi, ecosistemi forestali, agroecosistemi ed ecosistemi urbani tecnologici. Ad essi sono associati gli elementi differenti che caratterizzano spazi e relazioni dei paesaggi della Cintura Metropolitana di Brescia, distinti per uso del suolo.

Di seguito è riportata la legenda rappresentativa dei sistemi funzionali risultanti dalle aggregazioni dei diversi ecosistemi, i cui elementi principali sono elencati a fianco delle icone e rappresentati nella mappa.

## SISTEMI FUNZIONALI

(elaborazione effettuata a partire dalla Mappa di Base: C9: Relazione, Allegato XXX)

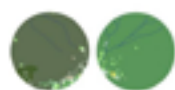
### IDROECOSISTEMI



#### Elementi costitutivi

- Alvei fluviali e reticolo idrografico principale
- Formazioni ripariali
- Acque lentiche (laghi e zone umide)

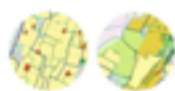
### ECOSISTEMI FORESTALI



#### Elementi costitutivi

- Boschi di latifoglie a densità media-alta, governati ad alto fusto
- Boschi di latifoglie a densità media-alta, ceduo in conversione/non gestito
- Boschi di latifoglie a densità media-alta, governati a ceduo
- Boschi di latifoglie a densità bassa
- Radure/prati

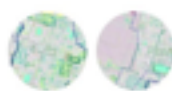
### AGROECOSISTEMI



#### Elementi costitutivi

- Seminativi semplici
- Seminativi arborati
- Culture ortoflorovivaistiche
- Culture ortoflorovivaistiche in serra
- Vigneti
- Oliveti
- Frutteti e frutti minori
- Superfici a prato e coperture erbacee
- Aree incolte
- Reticolo idrico minore continuo
- Reticolo idrico minore tombato
- Siepi e filari
- Cascine e nuclei rurali

### ECOSISTEMI URBANO TECNOLOGICI



#### Elementi costitutivi

- Coperture arboree continue in ambito urbano
- Prati e superfici prative nei tessuti urbani
- Aree verdi incolte
- Suoli nudi
- Reticolo idrico minore continuo
- Reticolo idrico minore tombato
- Filari, alberate e alberi isolati
- Aree per servizi urbani di supporto alla IVB
- Servizi socio sanitari
- Servizi scolastici
- Servizi cimiteriali

### RIFERIMENTI

- Infrastrutture stradali
- Rete ferroviaria
- Superfici urbane sigillate
- Aree produttive
- Ambiti estrattivi attivi
- Impianti fotovoltaici a terra
- Ambiti di trasformazione

**Figura 5** - Legenda della mappa dello stato delle IVB. Nella legenda, ad ogni elemento dei sistemi funzionali sono associati gli usi del suolo che ne costituiscono il tessuto paesistico

## 1.2 | Le Unità Paesistico Ambientali

### 1.2.1 Costruzione delle UPA

Al fine di valorizzare le diversità su cui si è sviluppato il sistema paesistico ambientale di Brescia attraverso uno scenario di progetto rispettoso delle diversità e fortemente orientato alla sostenibilità ambientale e al recupero delle identità locali, il territorio comunale è stato suddiviso in UPA, base di riferimento per scelte di Piano ponderate sulle diverse situazioni, opportunità e problematiche. Le UPA sono delimitate attraverso un metodo rigoroso, costruito attraverso le “tappe” di formazione dei paesaggi.

Metodo e criteri sono dunque derivati dall’osservazione dei processi di formazione del paesaggio e ne ripercorrono le tappe: morfogenesi, pedogenesi, formazione della vegetazione e colonizzazione da parte delle specie animali, tra cui l’uomo. Quindi gli usi del suolo attuali e la stratificazione culturale sono esaminati per ultimo tenendo conto degli strati precedenti.

Il percorso di costruzione delle UPA è costituito da 3 passi principali:

1. mappatura dello “scheletro” del sistema ambientale, (struttura abiotica): idrogeomorfologia e sottobacini idrografici, aspetti geomorfologici dominanti. Sono individuati gli elementi strutturali e strutturanti che insieme al clima, agiscono da determinanti per la formazione degli ecosistemi che costruiscono i paesaggi naturali;
2. mappatura della sovrapposizione degli elementi biologici (unità ecosistemiche, ossia i tipi di ecosistemi semplificati in tipologie di uso del suolo) alla struttura abiotica: le diversità, le configurazioni, le tipologie distributive sono condizionate dagli elementi fisici e dalle trasformazioni che avvengono nel tempo e, a loro volta influiscono sulla formazione ed evoluzione nel tempo degli ecosistemi;
3. mappatura della sovrapposizione delle dinamiche e dei processi antropici recenti: alla struttura fisico-biologica, si integra il contributo di dinamiche e processi che hanno agito sul territorio in tempi recenti, quali le dinamiche insediative, le infrastrutture, le modifiche delle pratiche agricole, ecc. Per tutte queste è significativa la verifica delle loro relazioni con la struttura fisico-biologica. Infine, si sovrappongono le previsioni insediative e infrastrutturali che prefigurano possibili nuovi assetti dei paesaggi.

---

# 03

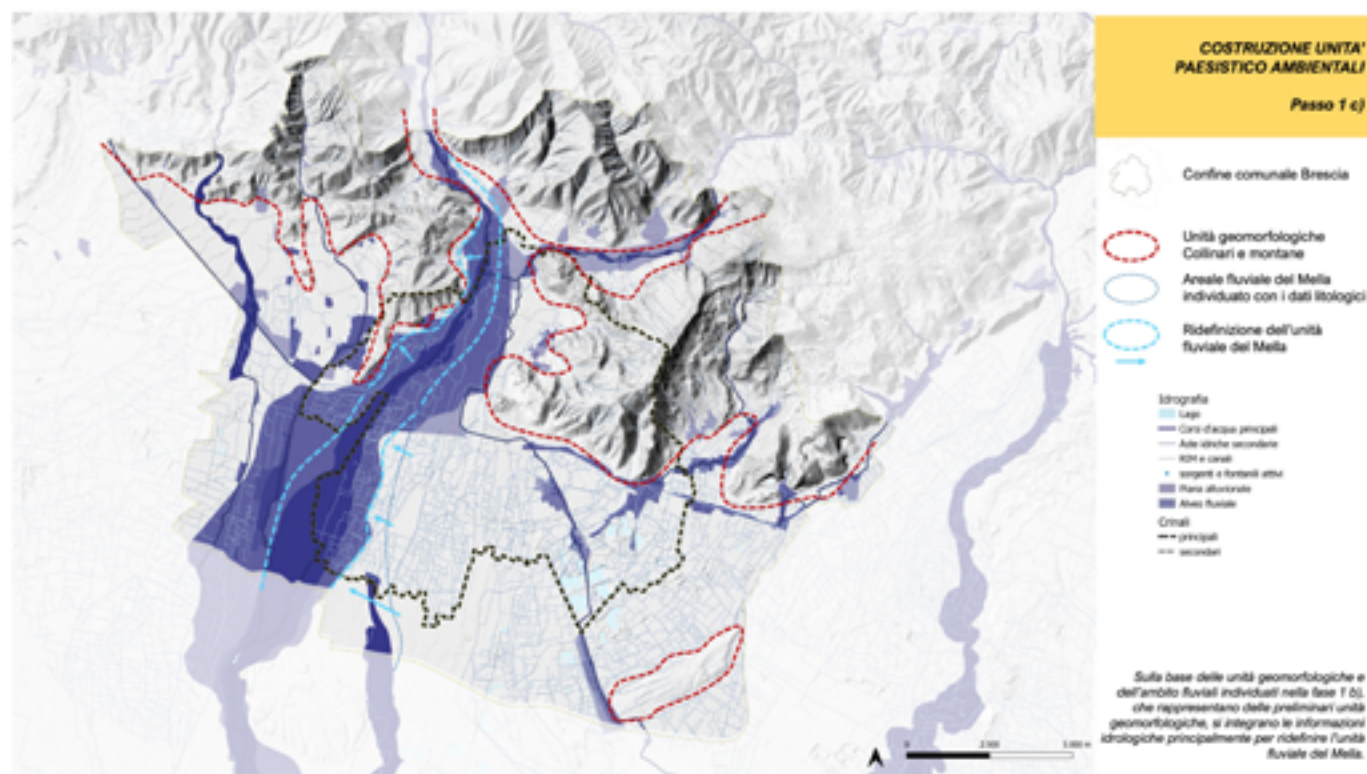
## passi principali

**Che costituiscono il percorso  
di costruzione delle UPA**

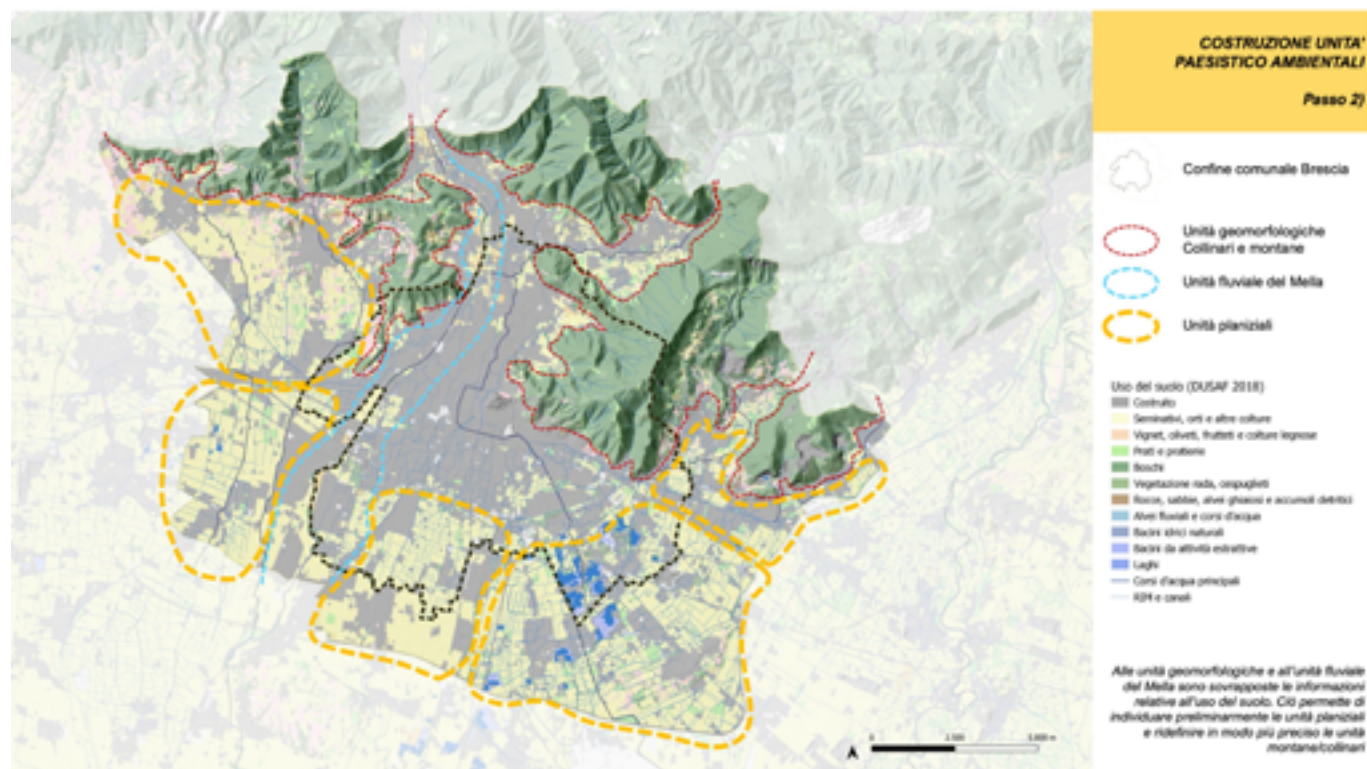
---



## Le UPA di Brescia

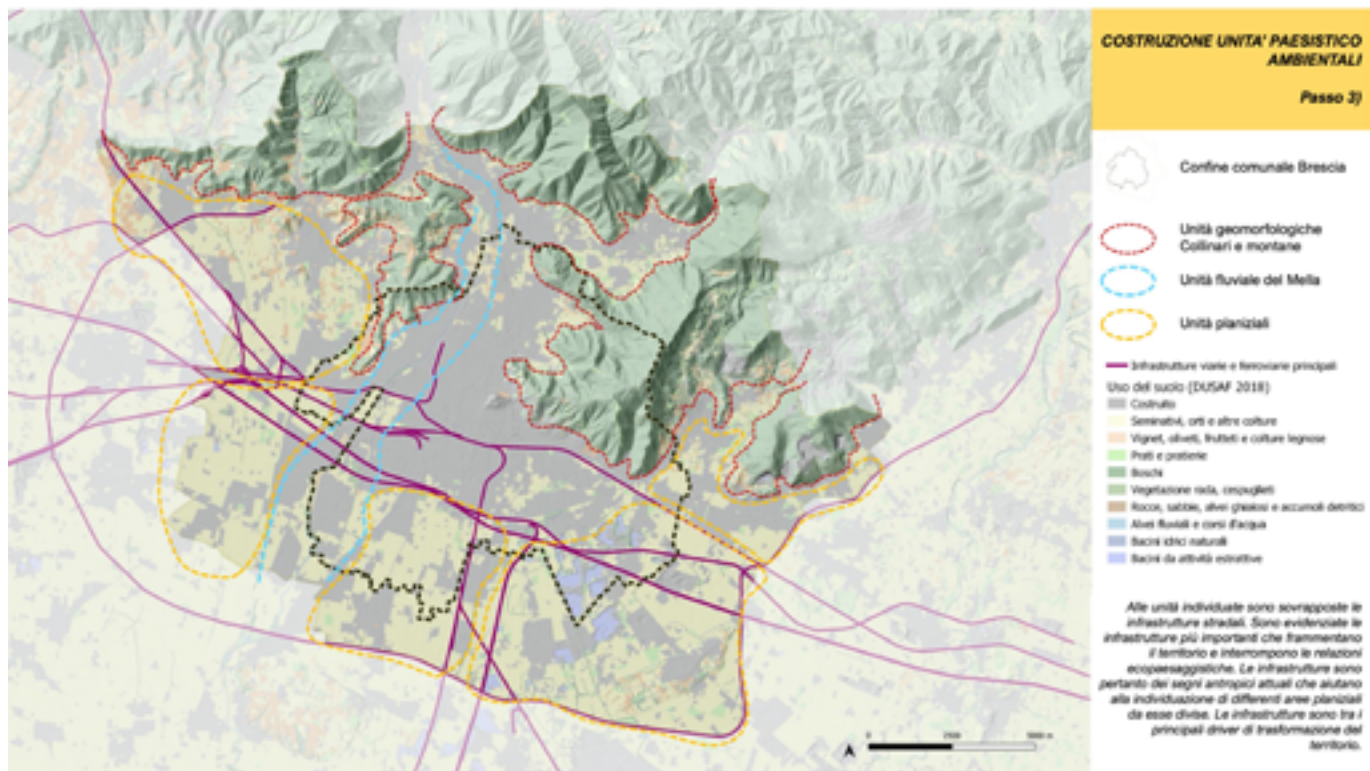


“[Scheletro](#)” del territorio in cui si è sviluppata Brescia



[La copertura](#) del suolo al 2018 e le UPA planiziali rimaste agricole



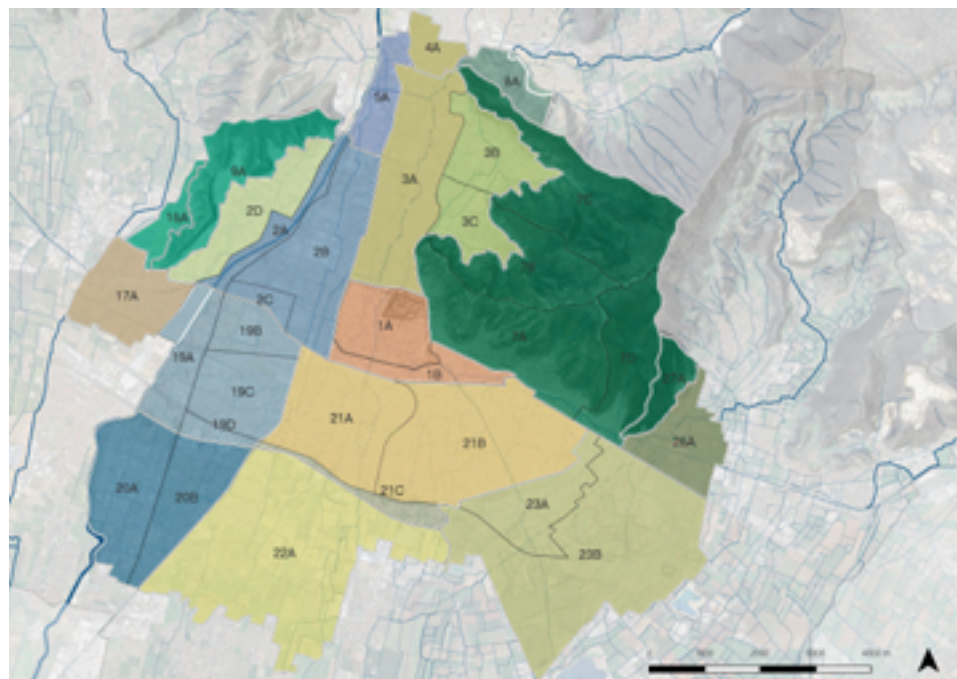


La **sovrapposizione** del fascio infrastrutturale



Le **18 UPA del comune di Brescia** mancano di numeri, in quanto l'analisi è stata effettuata su scala vasta comprendendo i PLIS di cintura e gli areali di contesto.

Lo studio delle diverse UPA ha permesso di estrarne le caratteristiche paesaggistiche principali di scala vasta. Segue l'elenco delle 18 UPA del comune di Brescia tratte dallo "Studio di Parco metropolitano di cintura in estensione al Parco delle Colline".



- 1 - UPA del Centro Storico**
- S-UPA 1A - Della città storica di Brescia
  - S-UPA 1B - Dei margini del centro storico di Brescia
- 2- UPA del Centro Storico**
- S-UPA 2A - Fluviale del Mella nel tessuto urbanizzato - Crotte
  - S-UPA 2B - Fluviale urbana del Mella sponda sinistra - da Porta Milano a San Bartolomeo
  - S-UPA 2C - Urbana contaminata del SIN Caffaro
  - S-UPA 2D - Fluviale urbana del Mella sponda destra - Urugo Mella, Abba, Sant'Anna
- 3 - UPA Fluviale urbana del Garza**
- S-UPA 3A - Fluviale urbana del Garza
  - S-UPA 3B - Agricola e urbana della Valle di Mompiano
  - S-UPA 3C - Agricola e urbana della Valbottosa
- 4 - UPA della Valle del Garza**
- S-UPA 4A - Dell'alta valle del Garza - Prealpino
- 5 - UPA della Val Trompia**
- S-UPA 5A - Della bassa Val Trompia
- 7 - UPA del Monte Maddalena**
- S-UPA 7A - Dei Ronchi del Monte Maddalena
  - S-UPA 7B - Del Monte Maddalena - Valbottosa
  - S-UPA 7C - Del Monte Maddalena - San Giuseppe e Valle di Mompiano
  - S-UPA 7D - Del Monte Maddalena - Val Carobbio
- 8 - UPA del Monte Seria**
- S-UPA 8A - Del Colle San Giuseppe
- 9 - UPA delle colline bresciane**
- S-UPA 9A - Delle colline bresciane di Sant'Anna
- 16 - UPA della Franciacorta**
- S-UPA 16A - Della Franciacorta - Piede della collina di Sant'Anna
- 17 - UPA delle Infrastrutture**
- S-UPA 17A - Infrastrutturata - Famiglia/Bedia
- 19 - UPA fluviale del Mella caratterizzata da infrastrutture**
- S-UPA 19A - Fluviale del Mella e delle infrastrutture che lo intercettano
  - S-UPA 19B - Industriale contaminata del SIN Caffaro
  - S-UPA 19C - Industriale delle infrastrutture - Chiesanuova
  - S-UPA 19D - Delle infrastrutture in ambito fluviale del Mella - Casello Brescia Ovest
- 20 - UPA agrario fluviale del Mella**
- S-UPA 20A - Industriale in ambito fluviale del Mella sponda sinistra - Girelli
  - S-UPA 20B - Agricola in ambito fluviale del Mella sponda sinistra - Noce/Fornaci
- 21 - UPA della frangia urbana di Brescia**
- S-UPA 21A - Di frangia urbana - Don Bosco, Lamarmora
  - S-UPA 21B - Del paesaggio agricolo frammentato, residuo e intercluse nel tessuto urbanizzato denso
  - S-UPA 21C - Delle infrastrutture intercluse tra assi viari
- 22 - UPA della bassa pianura agricola**
- S-UPA 22A - Della bassa pianura agricola bresciana - Sereno, Verzano, Foltziano
- 23 - UPA delle cave di Buffalora e San Polo**
- S-UPA 23A - Di frangia urbana e di San Polo
  - S-UPA 23B - Infrastrutturata delle cave di Buffalora e San Polo
- 26 - UPA della Valle del Botticino**
- S-UPA 26A - Della bassa Valle del Botticino
- 27 - UPA delle cave di Botticino**
- S-UPA 27A - Delle cave di Botticino - Monte Mascheda

## UNITA' PAESISTICO AMBIENTALI nel territorio del comune di Brescia

### AMBITO BRESCIA CITTA'

- 1 - UPA del Centro storico
- 2 - UPA Fluviale urbana del Mella
- 3 - UPA Fluviale urbana del Garza

### AMBITO PEDEMONTANO

- 4 - UPA della Valle del Garza
- 5 - UPA della Val Trompia
- 6 - UPA del Monte Nave
- 7 - UPA del Monte Maddalena
- 8 - UPA del Monte Seria

### AMBITO FRANCIACORTA

- 9 - UPA delle colline bresciane
- 16 - UPA della Franciacorta

### AMBITO AGRICOLO PERIURBANO

- 17 - UPA delle infrastrutture
- 19 - UPA fluviale del Mella caratterizzata da infrastrutture
- 20 - UPA agrario fluviale del Mella
- 21 - UPA della frangia urbana di Brescia
- 22 - UPA della bassa pianura agricola

### AMBITO DELLE CAVE

- 23 - UPA delle cave di Buffalora e San Polo
- 26 - UPA della valle del Botticino
- 27 - UPA delle cave di Botticino

In Allegato 3 sono riportate le mappe e i dati utilizzati. Le mappe sono ordinate sulla base dei passaggi seguiti per l'elaborazione della mappa di base.

Durante il percorso di analisi, l'esame delle diversità interne alle UPA ha richiesto un approfondimento legato prevalentemente al disegno delle strutture urbane e all'esposizione dei versanti collinari, che è sfociato in una ulteriore suddivisione delle UPA in 33 Sub UPA. Su queste, in Fase 2, si sono svolte le indagini propedeutiche alla costruzione del Piano, sono stati selezionati i fattori di vulnerabilità più importanti e, da qui, i SE prioritari sui quali definire gli orientamenti di progetto e impostare il Piano del Verde.

Per la costruzione dello schema metaprogettuale e dello scenario dell'IVB di progetto (fase 3-4), le Sub UPA sono state aggregate in Ambiti di Progetto sulla base delle caratteristiche comuni riscontrate. Segue l'immagine delle 33 sub UPA del comune di Brescia.



## 2. Le criticità/vulnerabilità

### FASE 2: cosa non funziona?

#### Fase 2 COSA FUNZIONA E COSA NON FUNZIONA

##### INDIVIDUARE I BISOGNI

>>>> la lettura interpretativa dei fattori DI VULNERABILITÀ



Brescia, come la maggior parte delle città medio grandi, presenta una serie di pressioni antropiche che, nel tempo hanno prodotto una quantità di situazioni critiche e alcune vulnerabilità. Queste ultime, a loro volta, tendono ad enfatizzare le criticità ponendosi come driver potenziale di effetti negativi.

Nella costruzione del Piano del Verde e della Biodiversità è stata sviluppata un'analisi speditiva sulla vulnerabilità dei sistemi paesistico ambientali (le UPA) dalle quali sono emerse le vulnerabilità principali a scala comunale. Queste sono state utilizzate per l'individuazione dei Servizi Ecosistemici Prioritari, in grado di ridurre le vulnerabilità a scala comunale e locale. Si è lavorato sulla vulnerabilità in quanto integra, in senso inverso, le due strategie tipiche di sopravvivenza degli ecosistemi: la resilienza e la resistenza. Lavorando sulla vulnerabilità si considerano entrambe. Ciò consente sia di facilitare il lavoro di analisi, sia di semplificarne gli output che diventeranno parte dello scenario di Piano.

##### INDIVIDUARE I SERVIZI ECOSISTEMICI

>>>> si individuano i SE, SCARSITÀ E ABBONDANZE ED ESIGENZE

##### MAPPE E VALUTAZIONE DEI SE:

- Sequestro del carbonio atmosferico
- Rimozione degli inquinanti atmosferici
- Produzione di ossigeno
- Regolazione della temperatura
- Protezione dal rischio idrogeologico
- Benefici ricreativi e sociali
- Biodiversità e qualità degli habitat

Lavorare sulle vulnerabilità prioritarie di scala vasta, intermedia e locale permette di costruire azioni locali, multifunzionali di potenziamento dei Servizi Ecosistemici, in grado di distribuire benefici alle diverse scale, e in particolare a quella vasta, ottimizzando costi e benefici.

Le vulnerabilità più evidenti, che tutti percepiscono, sono legate all'inquinamento dell'aria e all'isola di calore, conseguenze delle emissioni dirette la prima e del cambiamento climatico la seconda. Ma non solo emissioni e temperature sono anche figlie della struttura e delle dinamiche urbane, dei comportamenti dei cittadini, e delle politiche attuate e attuabili: tutto questo è strettamente legato alla governance della città in riferimento alla riduzione dei fenomeni generatori delle vulnerabilità alla scala della città.

Due sono risultate le principali vulnerabilità strutturali che amplificano i processi emissivi e di riscaldamento della città, oltre ad altri processi meno critici:

1. la frammentazione e l'iperstrutturazione del territorio, in quanto generano barriere, irrigidiscono il sistema penalizzandone la possibilità di modificarsi autonomamente, limitano le possibilità di relazioni tra elementi diversi, condizionano i comportamenti umani incidendo sia sugli aspetti culturali che fisici;
2. la monofunzionalità degli elementi che costituiscono il sistema del paesaggio urbano, in quanto riduce la complessità funzionale e le strategie di reazione e sopravvivenza dei sistemi, aumentandone progressivamente la richiesta energetica.



## 2.1 Le vulnerabilità strutturali: Come si manifestano?

Frammentazione e iperstrutturazione del territorio, amplificano le perdite di habitat, le richieste energetiche, la difficoltà di orientamento, la perdita di identità. Aumentano la concentrazione del sistema insediativo e infrastrutturale e dunque la concentrazione delle pressioni e degli effetti al contorno. Amplificano la discontinuità del Sistema del verde urbano, del reticolo idrografico, e la frammentazione delle aree agricole che tendono a diventare residuali innescando i processi di abbandono e di nuove trasformazioni dei suoli.

Tutto ciò tende a ridurre sia la resistenza che la resilienza, in quanto la flessibilità dei sistemi è sempre più limitata a fronte della scarsità di interazioni tra elementi sinergici, riducendo la capacità di adattamento.

Le interazioni sono, infatti, fondamentali per la costruzione dei processi che mettono un sistema in grado di autorigenerarsi mediante le proprie strutture e funzioni, compensando le perturbazioni (Maturana et al., 1992).

Dall'Analisi di contesto sono emersi le seguenti modalità con cui si manifesta la frammentazione:

### 1. Concentrazione di infrastrutture ed effetti nelle aree prossime



Infrastrutture e areali di interferenza

### 2. Discontinuità del verde urbano (infrastrutture verdi)



Aree verdi

### 3. Discontinuità del reticolo idrografico (infrastrutture blu)



Reticolo a cielo aperto  
Reticolo tombato

### 4. Frammentazione delle aree agricole (residualità nelle aree urbane – abbandono)



Assieme alla frammentazione, si assiste al fenomeno dell'accorpamento fondiario: a dimensioni medie aziendali costanti nel tempo, corrisponde una riduzione del numero di aziende. La gestione delle aree agricole frammentate, tra le altre cose, è meno sostenibile dal punto di vista ambientale ed economico. Ciò enfatizza il rischio di ulteriore abbandono.

### **Monofunzionalità degli elementi che costituiscono il paesaggio (Forman, 1995).**

Aumentando l'intensità d'uso e la monofunzionalità di un sistema di paesaggio, viene meno la resilienza legata alle molteplicità delle funzioni e alla diversità del sistema stesso. Ciò incide anche sulla percezione, dunque sull'apprezzamento di valore e usi e, di conseguenza, sulle scelte.

Gli effetti indotti dalla monofunzionalità si possono riassumere nella riduzione delle relazioni reciproche e delle strategie di sopravvivenza legate alle molteplicità delle funzioni, riduzione della diversità del paesaggio con effetti sulle risorse, sulla bio-

diversità e la percezione, aumento del livello di specializzazione che, in genere, aumenta l'efficienza di alcuni processi, ma tende ad aumentare la vulnerabilità dell'intero sistema a fronte di novità.

A Brescia, si riscontra una tendenza alla specializzazione di alcune parti del tessuto urbano, un'estesa e intensa impermeabilizzazione dei suoli, la presenza dei primi lembi di agricoltura intensiva e gli accorpamenti fondiari, la scarsa diversità del patrimonio forestale.

Dall'analisi di contesto sono emersi le seguenti modalità con cui si manifesta la monofunzionalità:

#### **5. Specializzazione di parti del tessuto urbano**



#### **6. Impermeabilizzazione dei suoli**



La gestione di così ampie e numerose aree impermeabilizzate richiede una rete di collettamento estesa.

#### **7. Agricoltura intensiva**



I seminativi si estendono per 912,28 ha e corrispondono al 47,10% della superficie coltivata

#### **8. Scarsa diversità del patrimonio forestale**



Si nota l'uniformità delle coperture arboree che indicano medesime specie e maturità

Quanto sopra sinteticamente descritto, tende ad enfatizzare gli effetti dei Cambiamenti Climatici nei seguenti aspetti:

- le isole di calore urbane, sono strettamente correlate con l'impermeabilizzazione dei suoli, ma non solo. Sempre di più si assiste alla manifestazione di tale fenomeno anche nelle aree agricole intensive, se prive di vegetazione. Negli ultimi 30 anni, sono stati stimati, per i mesi estivi, i seguenti incrementi, maggio (+1,34°C), giugno (+1,53°C), luglio (+1,35°C), agosto (+2,51°C);
- gli squilibri idrogeologici sia in termini di alluvioni urbane e dissesti sui versanti derivati dalle piogge intense, sia in termini di siccità estive. Nel 2022 il valore totale delle precipitazioni pari a 510 mm ha presentato il valore più basso dal 2000 ad oggi, la metà in meno (- 53,2 %) del valore medio degli ultimi 22 anni che è pari a 959 mm. È ovvio che un solo valore non ha statisticamente senso. Ma può diventare significativo se affiancato alla tendenza di riscaldamento: la stessa quantità di pioggia, oltretutto diversamente distribuita rispetto al passato, diventa scarsa quando le temperature si alzano. Anche l'abbandono dei boschi può incidere sull'aumento dei rischi legati ai dissesti;
- aumentata sensibilità alla siccità del sistema del verde, in particolare nelle aree che presentano assente/scarsa copertura arborea. Questo aspetto è anche legato alla netta separazione tra infrastrutture verdi e blu: le acque meteoriche che cadono sulle superfici impermeabili, al momento, non nutrono le aree verdi. Dunque, i suoli urbani oltre a ricevere meno acqua di quanto sia possibile sono, in genere, poverissimi di sostanza organica, dalla quale deriva la capacità di trattenere umidità e di catturare carbonio nel suolo;
- contributo alla scarsa qualità delle componenti ambientali, tra cui l'aria, anche dovuto alla spiccata tendenza ad utilizzare il mezzo privato, anche nella città di Brescia, nonostante offra un articolato e diffuso sistema di trasporto pubblico collettivo;
- a Brescia entro le reti di smaltimento monofunzionali sono recapitate sia le acque parassite che le acque di pioggia: risorse importantissime per la resilienza della città, diventano reflui non appena immesse in rete, trasformandosi da risorse a problemi a causa del sovraccarico sia delle reti stesse che dei depuratori. Oggi, i corsi d'acqua che attraversano la città hanno prevalentemente la funzione di recettori delle acque meteoriche e di scarico della città, infatti, anche se la città è fornita di una buona rete fognaria mista, occorre ricordare che la stessa non potrebbe funzionare senza i 93 scaricatori di piena nei corsi d'acqua. Ciò incide fortemente sulla qualità delle acque utilizzate per l'irrigazione.

## 2.2 Gli indicatori spaziali per la stima delle vulnerabilità STRUTTURALI nelle Sub UPA

Le Vulnerabilità strutturali possono essere descritte con metriche significative del mosaico paesistico ambientale (indicatori spaziali). Questi possono essere utilizzati per studiare le configurazioni degli elementi del paesaggio e le loro dinamiche, contribuendo alla descrizione interpretativa del paesaggio con valori numerici, quindi valutabili e monitorabili. Gli indicatori spaziali sono strumenti di facile applicazione, che colgono gli effetti sull'ambiente e il paesaggio, attraverso le variazioni di uso del suolo, i cui dati sono le variabili più facilmente gestibili dai pianificatori.

I dati sono elaborati in modo tale da fornire indicatori significativi di Vulnerabilità (V) e Resilienza (R). A scala vasta si pongono come "proxy" di variazioni qualitative delle diverse componenti ambientali e, dunque, di alcuni Servizi Ecosistemici, prestandosi all'utilizzo per monitoraggi speditivi (in genere complessi e onerosi e dunque rari). Gli indicatori spaziali, lavorando con i dati di trasformazioni di suolo, sono:

- facilmente popolabili, dunque utilizzabili;
- strumenti sintetici che "raccolgono" quanto accaduto nel territorio integrando più variabili ambientali;
- significativi delle trasformazioni stesse.

Gli indicatori spaziali selezionati sono:

INDICATORE	DESCRIZIONE SINTETICA
<b>Biopotenzialità territoriale (Btc)</b>	Capacità biologica espressa dagli spazi aperti in base al tipo di copertura del suolo e all'estensione dei singoli elementi rilevati. Stima l'efficacia ecologica complessiva delle funzioni degli ecosistemi (tra cui microclima, biodiversità, assorbimento di CO <sub>2</sub> ).
<b>Dimensione delle tessere</b>	Esprime l'estensione media (superficie) delle differenti tipologie di spazi aperti. Più ampie sono le patches più aumentano le potenzialità funzionali e si riducono gli effetti dei disturbi al contorno.
<b>Disturbo ai margini causato dalle infrastrutture stradali</b>	Individua gli areali di interferenza adiacenti alle infrastrutture stradali, in base al peso del traffico. Le porzioni di spazi aperti disturbati presentano una funzionalità ridotta rispetto alle potenzialità.
<b>Indice di superficie drenante (Idren)</b>	L'indice è il rapporto tra la superficie drenante e la superficie totale di ogni ambito e rappresenta la percentuale di suolo non impermeabilizzato all'interno di un dato ambito. Esprime, in termini percentuali, gli effetti dell'urbanizzazione sulla riduzione dei servizi ecosistemici erogati dal suolo libero.

**Tabella 2** - Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

I valori numerici sono valutabili e monitorabili, permettono di mettere a confronto:

- unità spaziali diverse, restituendo livelli propri di Vulnerabilità di ogni Unità, oppure
- soglie temporali diverse della medesima unità spaziale, consentendo di definire obiettivi anche quantitativi di sostenibilità, limiti di trasformazione, nonché indicare gli orientamenti più adatti e monitorarne le variazioni.
- Gli indicatori spaziali sono stati selezionati in relazione alla loro significatività nei confronti dei fattori di V territoriale. Sono dunque utilizzati in fase di analisi e di progetto, ma potranno essere impiegati anche per il monitoraggio delle trasformazioni del territorio.

In Allegato 4 si riporta una descrizione degli indicatori spaziali utilizzati nel presente elaborato, per ognuno dei quali vengono riportati:

- Definizioni e Principi di riferimento,
- Modalità di calcolo, risultati e interpretazione dei risultati
- L'analisi e i risultati ottenuti sono riportati per esteso nell'Allegato 4 e sintetizzati nella Tabella "VULNERABILITA' E SERVIZI ECOSISTEMICI NELLE SUB UPA: RIEPILOGO", riportata all'Allegato



## 2.3 | Le vulnerabilità specifiche

### 2.3.1 Inquinamento dell'aria

Per approfondire si rimanda al sito web del comune di Brescia per il Rapporto sullo Stato dell'Ambiente



<https://www.comune.brescia.it/aree-tematiche/ambiente/osservatori-erelazione-sullo-stato-dellambiente/relazione-sullo-stato-dellambiente>

La normativa comunitaria sulla qualità dell'aria si basa su due Direttive principali: la Direttiva

2004/107/CE sugli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e i metalli e la Direttiva 2008/50/CE (Direttiva Quadro sulla qualità dell'aria ambiente). Queste Direttive impongono il monitoraggio della qualità dell'aria su tutto il territorio nazionale, il rispetto dei limiti di concentrazione atmosferica per alcuni inquinanti entro determinate tempistiche e la preparazione di piani di risanamento dove i limiti non sono rispettati.

Il Decreto legislativo 155/2010 ha recepito queste Direttive, introducendo norme per migliorare l'efficienza e l'efficacia della valutazione e gestione della qualità dell'aria in Italia e definendo chiaramente le responsabilità dei vari soggetti coinvolti. Sono stati emanati ulteriori decreti per regolare le stazioni e i metodi speciali di monitoraggio, i formati per la trasmissione dei progetti di zonizzazione e delle reti di monitoraggio e le procedure di garanzia di qualità per verificare il rispetto delle misure effettuate.

La Decisione 2011/850/UE introduce procedure informatiche per il controllo e l'invio automatico delle informazioni sulla qualità dell'aria, mentre la Direttiva 2016/2284/UE impone obiettivi nazionali di riduzione delle emissioni di determinati inquinanti entro il 2020 e il 2030 tramite l'adozione di un "Programma nazionale di controllo dell'inquinamento atmosferico". A livello nazionale, la Direttiva 2016/2284/UE è stata recepita dal D.Lgs. 30 maggio 2018, n. 81, il cui obiettivo generale è il miglioramento della qualità dell'aria e la salvaguardia della salute umana e dell'ambiente, in linea con il Decreto legislativo 155/2010.

Il documento Qualità dell'Aria - Un Primo Bilancio Del 2022 Dati aggiornati al 31.12 incluso (ARPA Lombardia) fornisce un bilancio preliminare della qualità dell'aria nella regione Lombardia fino al 31 dicembre 2021. Nel 2022, si osserva un ritorno alla normalità delle attività umane dopo i limiti imposti dalla pandemia di COVID-19 nel 2020.

Tuttavia, alcune analisi riguardanti metalli e benzo(a)pirene non sono ancora disponibili. Nel 2022, si sono verificati superamenti del limite giornaliero di PM10, particolarmente frequenti nei mesi freddi. Tuttavia, il limite annuale di PM10 è stato rispettato ovunque, confermando un miglioramento rispetto al decennio precedente, anche se le concentrazioni medie sono state più elevate rispetto al 2021 in molte stazioni. I superamenti del limite annuale di PM2,5 sono stati limitati a poche stazioni, con una tendenza generale alla riduzione delle concentrazioni nel lungo periodo. I livelli di biossido di azoto (NO2) sono tra i più bassi di sempre, con pochi superamenti del limite annuale. Sebbene benzene, monossido di carbonio e biossido di zolfo siano ampiamente sotto i limiti, l'ozono ha continuato a superare gli obiettivi stabiliti dalla normativa sia per la salute umana che per la vegetazione, soprattutto durante i mesi estivi. Per quanto riguarda la provincia di Brescia, nel 2021 il particolato atmosferico, l'ozono e in misura limitata il biossido di azoto sono stati gli inquinanti critici. Il PM10 ha superato il limite giornaliero in molte postazioni, soprattutto nei mesi freddi, ma il limite annuale è stato

rispettato. Le concentrazioni di PM2,5 hanno rispettato il limite annuale in tutte le postazioni. Per l'ozono, ci sono stati superamenti della soglia di informazione presso quasi tutte le stazioni, ma non è mai stata raggiunta la soglia di allarme. Tuttavia, i valori obiettivo per la protezione della salute umana e della vegetazione sono stati superati in tutte le stazioni. Presso la stazione di Brescia Turati, il limite annuale di biossido di azoto non è stato rispettato, nonostante l'assenza di superamenti del limite orario.

Dall'analisi dei dati di inquinamento dell'aria per quanto riguarda la provincia di Brescia (fonte: ARPA Lombardia) si possono trarre le seguenti considerazioni circa le fonti che contribuiscono maggiormente alle emissioni delle sostanze inquinanti:

- NOx: la principale fonte di emissione è il trasporto su strada (45%), la seconda sorgente è costituita dalla combustione in ambito industriale (19%) seguita dalle emissioni da altre sorgenti mobili (16%). Le emissioni dovute al riscaldamento domestico contribuiscono per un 10%.
- PM2,5, PM10 e PTS: le polveri, sia fini che grossolane, sono emesse principalmente dal comparto relativo alla combustione non industriale, in particolare dalla combustione della legna per riscaldamento domestico, con contributi pari rispettivamente 57%, 48% e 40% in funzione della frazione granulometrica considerata. Il trasporto su strada costituisce la seconda sorgente (14%, 17%, 19%). Il comparto agricoltura, considerando sia le emissioni da allevamenti che le emissioni da macchine operatrici, contribuisce per un



4% delle emissioni di PM<sub>2,5</sub> primario, tale contributo sale al 9% e al 15% all'aumentare del diametro della frazione considerata.

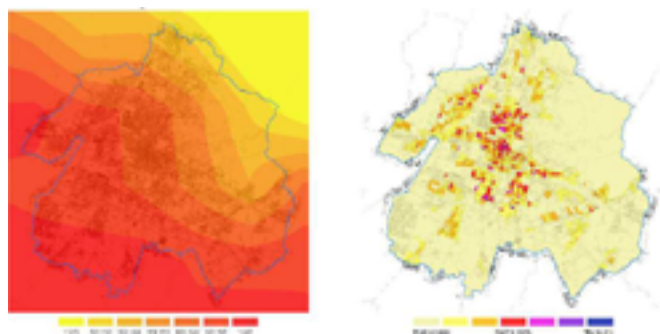
- NH<sub>3</sub>: è il comparto agricoltura a determinare quasi esclusivamente le emissioni di ammoniaca a livello provinciale (99%);
- CO<sub>2</sub>: il maggior contributo relativo alle emissioni di biossido di carbonio è dato dalla combustione industriale (36%) e dal trasporto su strada (27%). Il contributo della combustione in ambito civile è del 22%;
- CO<sub>2</sub> equivalenti (totale emissioni di gas serra in termini di CO<sub>2</sub> equivalente): come per la CO<sub>2</sub> il contributo principale è dovuto alle emissioni dal comparto relativo alla combustione industriale (26%) e dal trasporto su strada (19%). Assumono rilevanza le emissioni dal comparto agricolo (16%) e la combustione in ambito civile che determina un ulteriore 16% alle emissioni di gas climalteranti. L'inquinamento atmosferico all'aperto è un importante rischio per la salute pubblica, responsabile di un gran numero di morti premature ogni anno a livello globale, secondo stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO ambient air quality database, 2022 update: status report). In particolare, il particolato atmosferico fine (PM<sub>2,5</sub>) è stato identificato come uno dei principali colpevoli. Anche l'Agenzia Europea dell'Ambiente ha confermato che l'inquinamento atmosferico è una delle principali cause di morte precoce in Europa. L'inquinamento atmosferico è implicato nello sviluppo di numerose malattie non trasmissibili, come patologie cronico-degenerative del sistema cardiovascolare e respiratorio e neoplasie. È importante sottolineare che queste malattie sono multifattoriali, cioè causate da diversi fattori di rischio e predisposizioni genetiche, e l'inquinamento atmosferico rappresenta solo una delle molte cause, agendo insieme ad altri fattori come il fumo di tabacco, l'assunzione di alcol, la dieta, lo stile di vita sedentario e l'età avanzata. È importante consultare il rapporto completo dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) per una comprensione più approfondita di questo tema complesso.

### 2.3.2 L'isola di calore

Per valutare la vulnerabilità della città rispetto all'impatto di ondate di calore è stata considerata l'anomalia termica del 90-esimo percentile delle temperature massime giornaliere estive del periodo 1989-2018 (simulazioni del Centro euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici - CMCC a 2 km) rispetto al trentennio precedente (stazione di Ghedi dal portale SCIA).

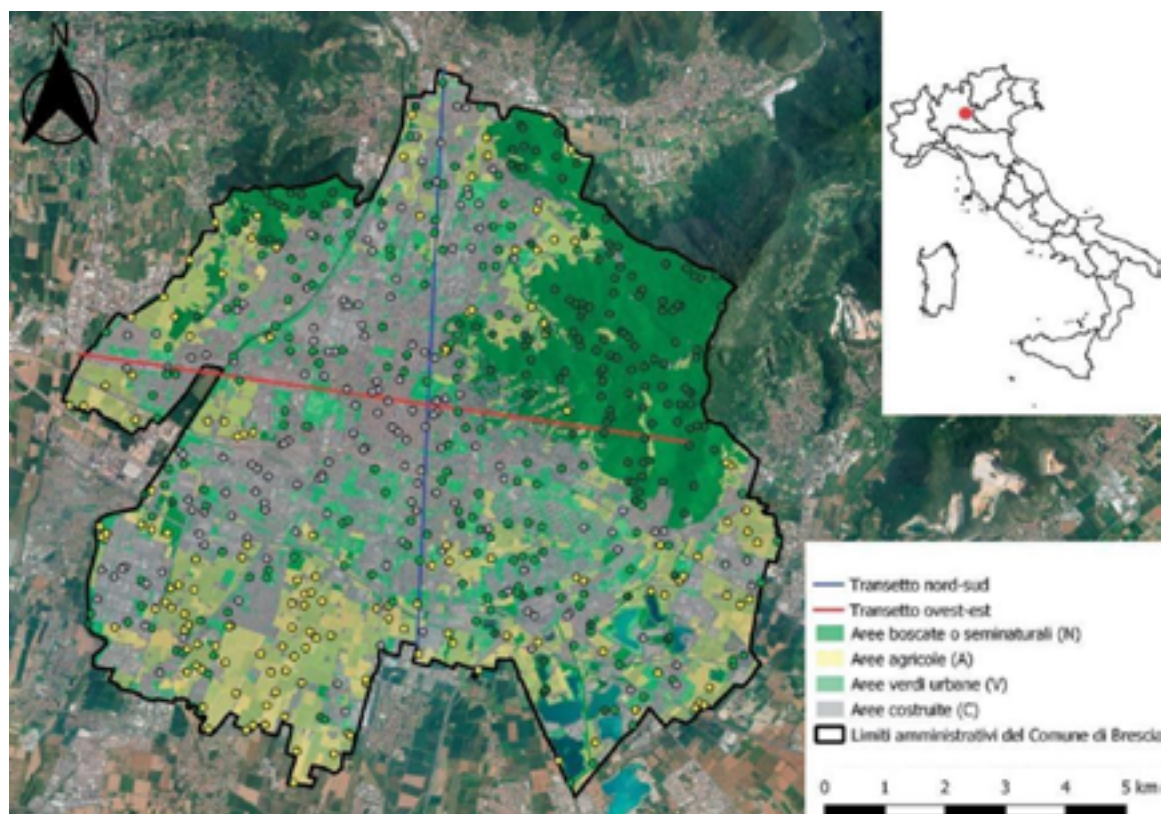
La valutazione della vulnerabilità è stata poi integrata con la valutazione dell'esposizione cioè la presenza di particolari categorie maggiormente colpite dal fenomeno in esame; infatti, benché chiunque possa subire gli effetti del caldo eccessivo, l'impatto delle ondate di calore sulla salute non è omogeneo nella popolazione. A parità di livello di esposizione alcuni individui, a causa di specifiche caratteristiche sociodemografiche sono definiti «suscettibili» agli effetti del caldo e rischiano di più durante le ondate di calore: anziani (popolazione con età superiore a 65 anni), bambini (popolazione con età inferiore a 14 anni).

Sulla base della vulnerabilità e dell'esposizione della popolazione alle ondate di calore è stata costruita la mappa del rischio, che individua le zone della città in cui è prioritario attuare interventi di raffrescamento urbano. La mappa Figura 1-38 evidenzia la variabilità del rischio nelle diverse zone della città: più basso nelle aree periferiche a Nord ed Est della città, maggiore nelle aree centrali della città a maggiore densità abitativa e con i valori di anomalia in aumento.

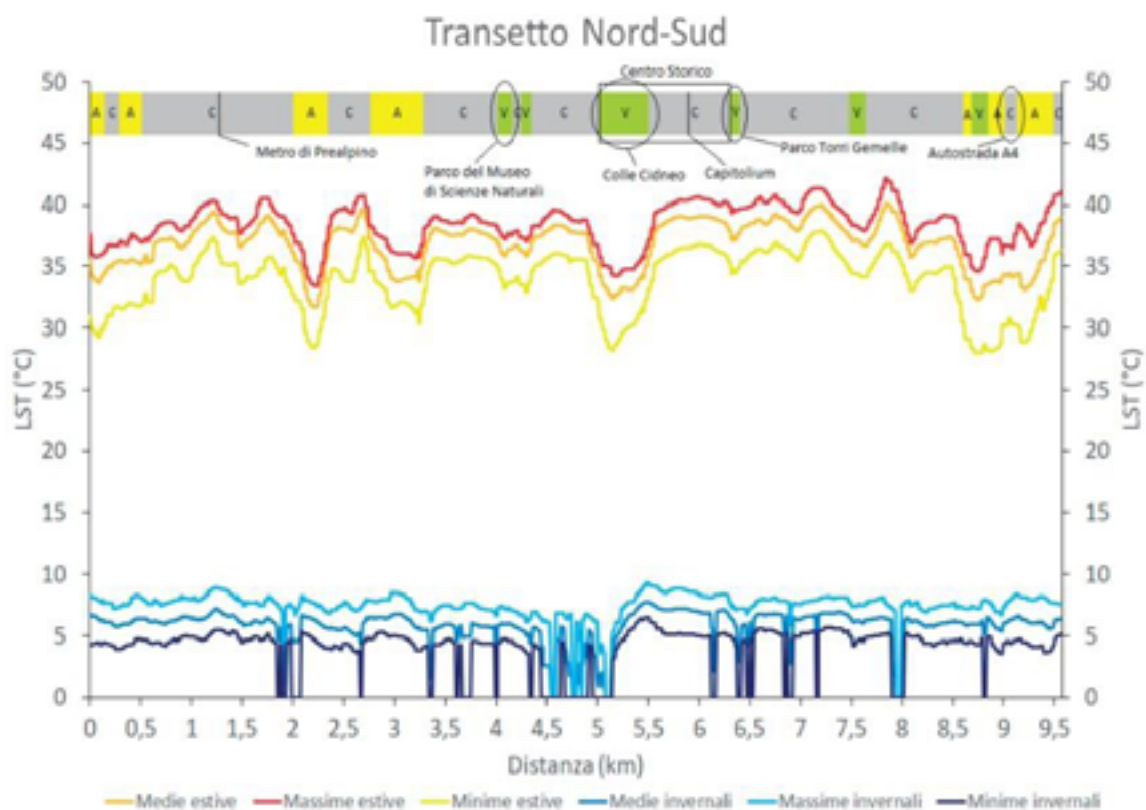


Anomalia 90-esimone percentile di temperatura massima giornaliera (°C) Stagione: estate

Mappa di rischio associato alle ondate di calore



**Figura 8** - Comune di Brescia, mappa di uso del suolo realizzata incrociando le informazioni presenti provenienti da DUSAF e il catasto del verde urbano del Comune di Brescia (Settore Verde, Parchi e Reticolo Idrico). In figura sono stati riportati anche i punti



**Figura 9** - Transetto Nord-Sud. Valori di LST minime, medie e massime estive e invernali



**Figura 10** - Transetto Ovest-Est. Valori di LST minime, medie e massime estive e invernali

### 2.3.3 Rischio Idrogeologico e Idraulico

I rischi principali derivanti da eventi di precipitazione intensa in città sono principalmente due:

- esondazione di corpi idrici superficiali in bacini idrici a monte delle aree urbane;
- inondazioni nelle aree urbane per una insufficiente capacità dei sistemi di drenaggio di smaltire grandi quantità di acqua in poco tempo. In queste condizioni, l'acqua in eccesso viene principalmente smaltita per deflusso superficiale creando accumuli e corsi di acqua nelle strade, nelle zone e infrastrutture più basse come sottopassi, metro, etc., e nei piani inferiori degli edifici.

Il Comune di Brescia ha approvato recentemente il Piano di Emergenza Comunale (PEC) che passa in rassegna, in riferimento alle caratteristiche del territorio del comune di Brescia, i principali rischi cui è soggetto; rispetto ai rischi correlati

ai cambiamenti climatici, in questo ed il successivo paragrafo si analizzano il Rischio Idrogeologico e Idraulico e Rischio incendi boschivi e non i rischi di natura differente, come il rischio industriale ed il rischio sismico, analizzati dal PEC.

Il PEC individua delle macro zone che presentano le aree con le maggiori criticità di rischio idraulico (R3\_elevato e R4 \_ molto elevato) e riprende le schede degli ambiti del presidio idraulico nei quali è organizzato il Presidio Territoriale Idraulico e Idrogeologico di Brescia:

- zona occidentale, confine con i comuni di Gussago e Cellatica, Villaggio Badia;
- zona occidentale, porzione pedecollinare di Urago Mella e aree limitrofe;
- zona settentrionale, Conicchio e confine con il comune di Bovezzo;
- zona orientale e Sud-orientale.





**Figura 11** - Stralci delle tavole di Scenario del rischio idraulico (fonte: Piano di Emergenza Comunale (PEC) e Strategia di transizione climatica (STC) comunale)

Relativamente al fiume Mella si riscontra la presenza di un'area d'inondazione per piena catastrofica, costituita dalla porzione di territorio esterna alla fascia B, interessata da inondazioni al verificarsi di eventi con portate maggiori della piena di riferimento. Coinvolge la porzione Nord-occidentale e Sud-occidentale del territorio cittadino con una superficie complessiva interessata pari a 1.997,34 ha, mentre la Fascia B (di esondazione) ha un'estensione analoga a quella della Fascia A (di deflusso della piena).

Le principali condizioni di criticità e il rischio di allagamenti sono riconducibili alle seguenti situazioni:

- concentrazioni dei deflussi di piena anche per eventi di basso tempo di ritorno, a causa dell'intensa espansione delle zone urbanizzate, in particolar modo nei bacini idrografici del Garza e del Naviglio Grande Bresciano;
- opere idrauliche sul reticolo idrografico non adeguate;
- interferenze con opere di attraversamento inadeguate al passaggio di portate sostenute.

Infine, per il Comune di Brescia si registra che, al 2020, circa il 27% della popolazione cittadina è potenzialmente esposta a subire danni alla persona (morti, dispersi, feriti, evacuati) in quanto residente nelle aree (in km<sup>2</sup>) a pericolosità idraulica media con tempo di ritorno tra 100 e 200 anni (fonte: Strategia di transizione climatica (STC) comunale).

# 3. I Servizi Ecosistemici

## FASE 2: Cosa funziona?


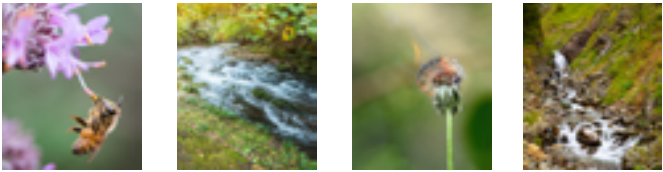

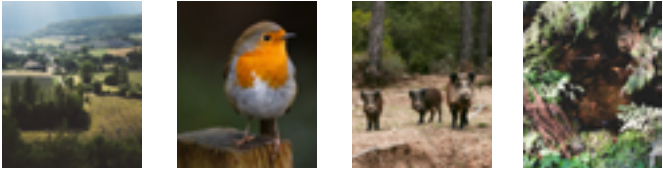
### 3.1 Definizione di servizi ecosistemici

Attualmente, in letteratura si trovano diverse classificazioni di tali servizi (ad esempio, CICES, IPBES, TEEB).

Uno dei rapporti più influenti nel campo resta il Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2003), che definisce i servizi ecosistemici come “i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano” e li distingue in quattro grandi categorie, tutte poste in stretta relazione con il benessere, la salute e la prosperità delle popolazioni umane.

Negli ambienti urbani, la principale struttura ecologica per fornire servizi ecosistemici sono le infrastrutture verdi. Queste comprendono il complesso della vegetazione urbana e tipicamente includono elementi come foreste urbane, parchi, giardini, cortili e singoli alberi (Konijnendijk et al., 2006). Questi elementi possono essere considerati, in sostanza, il verde urbano di una città e costituiscono componenti fondamentali che meritano un'adeguata pianificazione e gestione.

Segue una sintetica elencazione delle quattro categorie e dei benefici ad esse collegate, associata ad alcune immagini esemplificative di componenti degli ecosistemi che forniscono servizi.

<p><b>Servizi di approvvigionamento</b> sono rappresentati da tutti i beni, prodotti o materie prime che derivano dagli ecosistemi, utili all'uomo per soddisfare i propri bisogni materiali. Rientrano in questa categoria, ad esempio, i prodotti dell'agricoltura e della pesca, legname, fibre, acqua potabile.</p>	<p><b>Benefici</b> che un determinato suolo può fornire in termini di produzioni</p> 
<p><b>Servizi di regolazione</b> producono i benefici che derivano dalla regolazione di processi ecosistemici come, ad esempio, la purificazione delle acque, la decomposizione degli scarti, l'impollinazione, la regolazione della qualità dell'aria, del clima, dell'erosione, dei deflussi, dunque delle piene, infiltrazione etc.</p>	<p><b>Benefici da funzioni</b> che gli ecosistemi svolgono per regolare / riequilibrare</p> 
<p><b>Servizi culturali servizi immateriali</b>, cioè non tangibili. Si tratta di servizi che contribuiscono al benessere psico fisico, quali espressioni di valori spirituali e/o simbolici, educativi, estetici, di diversità culturale, oltre alla ricreazione e fruizione.</p>	<p><b>Benefici non materiali</b> che gli ecosistemi possono erogare</p> 
<p><b>Servizi di supporto</b> comprendono, ad esempio, il ciclo dei nutrienti, la formazione del suolo, la produzione primaria, la fotosintesi, il ciclo dell'acqua e habitat per la biodiversità. Essi consentono la fornitura di tutti gli altri tipi di servizi ecosistemici. Non si tratta di una categoria a sé stante, ma di una categoria trasversale che confluisce nelle altre e le alimenta: costituiscono un prerequisito alla produzione di tutti gli altri servizi ecosistemici.</p>	<p><b>Funzioni a sostegno della vita e della produzione</b> di tutti gli altri servizi ecosistemici</p> 

## 3.2 La domanda di servizi ecosistemici (i bisogni dei cittadini)

La valutazione dei servizi ecosistemici forniti dal verde urbano, intesa come quantificazione dei benefici che esso dà ai cittadini, sia a livello biofisico che economico, è rimasta nei limiti della ricerca scientifica ed è stata poco diffusa verso la cittadinanza (Schröter et al., 2017). Diffondere l'importanza del verde urbano, e comprendere le esperienze di chi ne fruisce, sono step essenziali per creare una città in cui il suo verde urbano sia pensato sia per rispondere alle priorità ecologiche, sia per aumentare la percezione dei suoi benefici da parte dei cittadini (Buchel & Frantzeskaki, 2015).

I cittadini esprimono le loro esigenze di servizi ecosistemici attraverso diversi meccanismi come la partecipazione politica, gli sforzi attivi di conservazione, nonché le diverse pratiche culturali radicate nella natura. Nelle città, in particolare, gli effetti dei cambiamenti climatici tenderanno a farsi sentire maggiormente delle zone rurali, espressi in ondate di caldo, impatti delle inondazioni e perdita di biodiversità (IPCC, 2019). Perciò è essenziale che le città sviluppino la loro capacità di adattarsi ai cambiamenti climatici, aumentando la fornitura di servizi ecosistemici ai cittadini, come la protezione dal rischio idrogeologico e la regolazione della temperatura, oltre al fondamentale servizio di cattura del carbonio. L'aumento del verde urbano e della componente arborea può conseguentemente incrementare l'erogazione di altri servizi ecosistemici come la rimozione degli inquinanti atmosferici e la produzione di ossigeno. Infine, la gestione del verde urbano per rispondere alle priorità ecologiche deve essere fatta tenendo conto delle tradizioni e rituali che legano una popolazione al mondo naturale, e che evidenziano il valore intrinseco degli ecosistemi e plasmano le identità culturali e l'appartenenza a un territorio.

Poiché gran parte dei servizi ecosistemici sono, dal punto di vista economico, beni pubblici, cioè caratterizzati dall'assenza di condizioni di piena rivalità ed escludibilità che permettano un loro scambio attraverso meccanismi di mercato, quantificarne il valore in termini monetari può essere complicato. In mancanza di un prezzo esplicito di mercato, è necessario ricorrere ad alcune metodologie proprie dell'estimo ambientale, che prendono in considerazione, ad esempio, i valori associati ai costi da sostenere in caso di mancanza di questi servizi ecosistemici, come il costo di ripristino o di sostituzione, oppure alla domanda di tali servizi da parte dei consumatori. Attraverso tali metodologie è possibile pervenire a stime che descrivono in modo accurato il più probabile valore di ciascun servizio ecosistemico oggetto d'indagine. Nondimeno, a causa delle incertezze proprie di questi metodi di valutazione, bisogna tenere presente che tali stime non hanno la pretesa di rappresentare il valore

esatto dei servizi, ma piuttosto di fornire un'indicazione realistica il cui ordine di grandezza può essere paragonato e messo a confronto con i risultati dell'analisi finanziaria, al fine di fornire informazioni utili al decisore politico.

Di seguito si fornisce una breve illustrazione delle metodologie utilizzate per la valutazione economica della perdita di servizi ecosistemici selezionati forniti dal verde urbano del Comune di Brescia. La valutazione è stata effettuata attraverso diverse metodologie estimative, tra cui valori di mercato, costi di sostituzione e benefit transfer.

## 3.3 L'offerta di servizi ecosistemici

Gli approcci per la valutazione dei servizi ecosistemici basati sul più probabile valore di mercato partono dal presupposto che i prezzi dei beni e servizi rappresentano, in condizioni di mercato perfetto, il punto d'incontro tra domanda e offerta. Pertanto, tali prezzi sono considerati una rappresentazione adeguata del valore dei servizi ecosistemici con mercati preesistenti, presupponendo che il mercato non sia distorto e che i prezzi siano liberamente attribuiti (FAO et al., 2021). Ogni qual volta sia possibile fare riferimento a un prezzo di mercato è consigliabile utilizzare tale valore come riferimento per la stima di un determinato servizio.

Laddove non esistano prezzi espliciti relativi a un determinato servizio ecosistemico è possibile invece stimare il valore dello stesso con approcci "cost-based" (basati sui costi). Ad esempio, il valore di un servizio ecosistemico può essere considerato pari al costo della sua produzione o, meglio, al costo di produzione dell'ecosistema in grado di assicurare l'erogazione del servizio in oggetto. Alternativamente è possibile considerare il costo di sostituzione di un bene, vale a dire il costo che deve essere sostenuto per realizzare misure artificiali in grado di sostituire il bene oggetto di analisi, assicurando tuttavia la medesima funzione (TEEB, 2010). Ad esempio, i costi di trattamento e depurazione delle acque sostenuti in assenza di servizi di depurazione forniti dalle foreste possono essere utilizzati per stimare il valore di tali servizi (FAO et al., 2021).

Infine, il Benefit transfer comprende metodi che si basano sull'uso dei risultati provenienti da studi primari preesistenti relativamente a uno o più siti per prevedere le stime relative ad altri siti analoghi. La metodologia consente di trasferire i risultati di uno studio pregresso realizzato in un determinato contesto (study site) e di adattarli, con opportuni metodi e criteri, alla situazione di interesse (policy site). Questo metodo è particolarmente utile quando la raccolta di dati primari risulti eccessivamente complessa o costosa o vi siano altri vincoli temporali e di natura tecnica (FAO et al., 2021).

La sezione di seguito presentata contiene la valutazione dei servizi ecosistemici analizzati all'interno del Piano del Verde e della Biodiversità del Comune di Brescia, con la relativa metodologia e i risultati sotto due aspetti: (i) dal punto di vista biofisico, ossia stimando la quantità di ciascun servizio ecosistemico fornito dal verde urbano; (ii) dal punto di vista economico, cioè stimando il valore in termini monetari dei servizi ecosistemici selezionati di cui al punto precedente.

### 3.3.1 Sequestro del carbonio atmosferico

Il servizio ecosistemico di stoccaggio del carbonio indica il processo di diminuzione del carbonio dall'atmosfera che viene immagazzinato in diversi serbatoi nella superficie terrestre (Bera et al., 2022). Gli alberi svolgono un ruolo importante in questo servizio, poiché sottraggono CO<sub>2</sub> dall'atmosfera attraverso la fotosintesi, sequestrandola sotto forma di biomassa e carbonio nel suolo (Green & Keenan, 2022). Per gli effetti di questa valutazione, la stima del servizio di sequestro del carbonio si basa su un approccio integrato, utilizzando due metodologie distinte a livello comunale:

- per valutare il verde verticale (alberi), si è fatto riferimento al tool di calcolo i-Tree Eco, che lavora a partire dalle banche dati degli alberi presenti nell'area di studio, in questo caso il comune di Brescia;
- per le aree verdi senza dati sugli alberi, si è stimato il tasso di sequestro del carbonio basandosi sulle linee guida IPCC, considerando le categorie di uso del suolo del comune di Brescia.

I tassi di sequestro del carbonio atmosferico si basano su una stima conservativa delle medie durante i cicli di vita, considerando solo l'accumulo di biomassa vivente. Il rapporto tra la massa molecolare e la massa dell'atomo di C (CO<sub>2</sub>:C) è assunto a 3,66.

La stima economica del servizio considera i prezzi di mercato per una tonnellata di carbonio in diverse fonti, con una media di 60 €/tCO<sub>2</sub>. Per la stima tramite poligoni, si è calcolato il tasso annuo di sequestro di carbonio per unità di superficie in base alle categorie di uso del suolo, unendo i valori biofisici ed economici di singoli alberi e poligoni per ottenere un quadro completo a livello comunale.

La stima indica una capacità di sequestro da parte della vegetazione verticale pari a 1.810,14 tonCO<sub>2</sub>/anno, con un valore di 108.608,63 €/anno. Unendo i risultati della stima poligonale, si ottiene una quantità totale di carbonio rimossa di 44.667,23 tonCO<sub>2</sub>/anno, con un valore economico totale di 2.680.040,20 €/anno.

Si sottolinea che in questo caso, come per altri servizi ecosistemici, si è riportato qui una semplificazione del calcolo eseguito, che ha richiesto di approssimare le cifre al secondo decimale; i calcoli sottesi dalla presente sintesi, tuttavia, hanno considerato più elementi che hanno condotto ai risultati numerici presentati, che è stato deciso di conservare anche nella relazione, perché più accurati.

L'analisi è stata completata dal confronto di questo dato con le emissioni di CO<sub>2</sub> a livello comunale, per comprendere quale sia il contributo relativo dato dalle aree verdi. La Relazione sullo Stato dell'Ambiente del Comune di Brescia (aggiornato a gennaio 2023) restituisce una situazione molto preoccupante rispetto alle emissioni, con un dato globale annuo di quasi 2 milioni di tonCO<sub>2</sub> emesse. Da tale raffronto risulta evidente che le aree verdi (che arrivano a sequestrare appena il 2,24% delle emissioni) non sono sufficienti per far fronte al fenomeno, di fronte al quale una seria politica di decarbonizzazione (evitare e ridurre le emissioni, prima di compensarle) è indispensabile.

Infine, è stato effettuato un confronto tra la cattura del carbonio da parte del verde urbano con le emissioni annuali per cittadino, in occasioni come gli spostamenti in auto. Tale analisi è stata effettuata sulla base della banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia (ISPRA, 2023), che riporta un dato medio di emissione dei veicoli pari a 0,16 kg di CO<sub>2</sub> per km percorso, e sui dati dei km percorsi pro capite da un cittadino medio (6.880 km/anno) presi dal rapporto UNRAE (2022). Tenendo conto di queste considerazioni, si può calcolare un contributo medio di inquinamento per cittadino di 1,1 tonnellate all'anno di CO<sub>2</sub>; dividendo quindi il sequestro operato dalla vegetazione (44.667 tonnellate all'anno) per tale importo, otteniamo che gli alberi di Brescia catturano le emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dal traffico automobilistico di circa 41.300 cittadini all'anno.

### 3.3.2 Produzione di ossigeno

La produzione di ossigeno è una funzione svolta dalle piante perfettamente speculare, fisiologicamente, al sequestro di carbonio. Per questo motivo il contributo dato dal verde di Brescia si può calcolare a partire dalle informazioni raccolte su questo servizio ecosistemico. In particolare, il valore biofisico della produzione di ossigeno si calcola attraverso questa formula:

$$\text{tonO}_2 = \text{tonC} * 32/12 = \text{tonCO}_2 * 0,727244$$

che sostiene che le tonnellate di ossigeno (tonO<sub>2</sub>) corrispondono alle tonnellate di carbonio (tonC) moltiplicate per un fattore (32/12) che tiene conto della massa molecolare delle due molecole.



Il valore economico della produzione di ossigeno è stato calcolato mediante il metodo del “costo di produzione”, ossia calcolando quanto costerebbe produrre una stessa quantità di ossigeno mediante altri mezzi di produzione.

I risultati del servizio di sequestro di carbonio (descritti nel Capitolo precedente) sono stati convertiti in tonnellate di ossigeno prodotto secondo la formula sopradescritta. Per quanto riguarda il valore economico, invece, dopo una ricerca di letteratura si è deciso di utilizzare i dati forniti dall'Agenzia Italiana del Farmaco, che per il 2021 riporta un prezzo di 0,333 €/Kg. Convertendo i risultati della stima del carbonio rimossa in totale in quantità di ossigeno prodotto a livello comunale, otteniamo il risultato di 32.483,98 tonO<sub>2</sub>/anno, per un valore economico totale pari a 10.818.502,02 €/anno.

Si sottolinea che in questo caso, come per altri servizi ecosistemici, si è riportato qui una semplificazione del calcolo eseguito, che ha richiesto di approssimare le cifre al secondo decimale; i calcoli sottesi dalla presente sintesi, tuttavia, hanno considerato più elementi che hanno condotto ai risultati numerici presentati, che è stato deciso di conservare anche nella relazione, perché più accurati.

### 3.3.3 Rimozione degli inquinanti atmosferici

La rimozione degli inquinanti atmosferici ha seguito la stessa procedura utilizzata per il sequestro di carbonio (e la produzione di ossigeno), ossia mediante l'uso del software i-Tree, in cui a partire dai dati su diametro e specie si può calcolare il contributo per singolo albero. Per quanto riguarda la stima economica, si è fatto riferimento al “costo evitato” sulla salute pubblica e privata in ragione della ridotta mortalità e del minor numero di patologie causate dall'inquinamento atmosferico.

Per estendere la stima anche a quegli alberi che pur essendo mappati non avevano le informazioni necessarie per essere elaborati dal software i-Tree, è stato calcolato il contributo per “albero medio” e tale dato è stato attribuito a tutti gli alberi privi di dettagli. Per quanto riguarda i costi, ossia i danni evitati sulla salute, sono stati utilizzate due fonti principali di informazione: in alcuni casi, si è utilizzato i-Tree stesso (che a sua volta utilizza i dati forniti dal software Environmental Benefits Mapping and Analysis Program - Community Edition); in altri casi, si è utilizzato un report realizzato da CE Delft a proposito dei costi esterni del trasporto in Europa (Tabella 3).

INQUINANTE	€/KG	FONTE
Monossido di carbonio (CO)	0,99	i-Tree
Ozono (O <sub>3</sub> )	6,565	i-Tree
Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	11,71	CE Delft
Anidride solforosa (SO <sub>2</sub> )	10,81	CE Delft
Polveri fini con diametro tra 2,5 e 10 (PM <sub>10</sub> )	68,50	CE Delft
Polveri fini con diametro inferiore a 2,5 (PM <sub>2,5</sub> )	171,44	CE Delft

**Tabella 3** - Costi evitati del servizio di Rimozione degli inquinanti atmosferici per diverse tipologie di inquinanti

Sulla base della metodologia e dell'applicazione sopra descritte, moltiplicando per ogni albero il valore biofisico per il costo evitato per la salute corrispondente, si ottengono i risultati di sintesi apprezzabili in Tabella 4. Si sottolinea che tali dati sono disponibili solo per le aree verdi pubbliche.

Si sottolinea anche che in questo caso, come per altri servizi ecosistemici, si è riportato qui una semplificazione del calcolo eseguito, che ha richiesto di approssimare le cifre al secondo decimale; i calcoli sottesi dalla presente sintesi, tuttavia, hanno considerato più elementi che hanno condotto ai risultati numerici presentati, che è stato deciso di conservare anche nella relazione, perché più accurati.

INQUINANTE	VALORE BIOFISICO KG/ANNO	VALORE ECONOMICO €/ANNO
Monossido di carbonio (CO)	904,66	901,95
Ozono (O3)	14.430,61	94.736,97
Biossido di azoto (NO2)	7.141,02	83.674,79
Anidride solforosa (SO2)	782,02	8.458,85
Polveri fini con diametro tra 2,5 e 10 (PM10)	4.784,06	327.731,97
Polveri fini con diametro inferiore a 2,5 (PM2,5)	188,13	32.255,04
<b>TOTALE</b>	<b>547.759,56</b>	

**Tabella 4** - Risultati della valutazione economica del servizio di Rimozione degli inquinanti atmosferici

Dati interessanti emergono quando si confrontano i dati relativi alla rimozione degli inquinanti atmosferici dalle aree verdi del Comune di Brescia con le loro emissioni (Tabella 5). Per tutti gli inquinanti atmosferici, il contributo alla loro rimozione da parte del verde urbano è molto basso rispetto ai tassi di emissione comunale, con dati che non arrivano all'1% di contributi per tutti gli inquinanti eccetto per il PM10, che si attesta oltre il 3%.

INQUINANTE	VALORE BIOFISICO KG/ANNO	VALORE ECONOMICO €/ANNO	CONTRIBUTO
Monossido di carbonio (CO)	0,905	3.313,20	0,03%
Ozono (O3)	14.431	4.721,20	0,31%
Biossido di azoto (NO2)	7.141	1.533,90	0,46%
Anidride solforosa (SO2)	0,082	245,10	0,03%
Polveri fini con diametro tra 2,5 e 10 (PM10)	4,784	141,00	3,39%
Polveri fini con diametro inferiore a 2,5 (PM2,5)	0,188	106,4	0,18%

**Tabella 5** - Confronto con le emissioni a livello comunale (dati di emissioni presi da INEMAR, 2021)

Infine, analogamente al servizio di cattura del carbonio, è stato effettuato un confronto tra la cattura degli inquinanti da parte del verde urbano, nello specifico PM2,5, con le emissioni annue per cittadino in termini di spostamenti in auto. Questa analisi è stata effettuata utilizzando il database dei fattori di emissione medi per il trasporto stradale in Italia (ISPRA, 2023), che riporta un coefficiente di emissione medio dei veicoli pari a 0,02 g di PM2,5 per km percorso, e dai dati del rapporto UNRAE (2022) sugli spostamenti pro capite del cittadino medio (6.880 km/anno). Tenendo conto di queste considerazioni, si può calcolare un contributo medio di inquinamento per cittadino di 0,14 kg all'anno di PM2,5; dividendo quindi la rimozione operata dalla vegetazione (188,13 kg all'anno) per tale importo, otteniamo che gli alberi di Brescia catturano le emissioni di PM2,5 derivanti dal traffico automobilistico di 1.354 cittadini all'anno.

### 3.3.4 Regolazione della temperatura

Ai fini della presente analisi, questo servizio ecosistemico è stato definito come la mitigazione del calore grazie alle aree verdi del comune di Brescia e il conseguente risparmio dei consumi energetici per la climatizzazione, dovuto al raffrescamento naturale fornito da tali aree verdi. Per la valutazione è stato utilizzato il software InVEST®, nello specifico il modello di Urban Cooling che, basandosi su ombreggiatura, evapotraspirazione e albedo, e altre variabili, calcola un indice di mitigazione del calore, stimando una riduzione di temperatura dovuta alla vegetazione e gli spazi verdi.

Per effettuare questa stima biofisica del servizio ecosistemico, il modello richiede informazioni su:

- gli usi del suolo dell'area di studio, classificati come aree verdi o meno;
- informazioni su ciascun uso del suolo riguardanti la sua potenziale ombra, albedo e coefficiente di evapotraspirazione;
- una mappa raster con i valori di riferimento dell'evapotraspirazione (mm) per l'area di studio.
- Altri parametri del modello, in particolare:
  - temperatura di riferimento dell'aria (°C);
  - effetto isola di calore urbano (°C);
  - distanza di miscelazione dell'aria (m);
  - distanza massima di raffreddamento (m).

I risultati biofisici forniscono un indice di mitigazione del calore che riflette la capacità delle aree verdi di ridurre la temperatura.

La valutazione economica si basa sui costi evitati associati al consumo energetico per la climatizzazione degli edifici comunali. Per questa parte della stima è stato necessario raccogliere informazioni su:

- area occupata dagli edifici del Comune di Brescia;
- consumo energetico per edificio in kWh/m<sup>2</sup> · °C;
- costi stimati dell'energia elettrica in Euro/kWh.

I risultati indicano che per il Comune di Brescia l'indice di mitigazione varia da 0,02 a 0,99, evidenziando una distribuzione radiale crescente dal centro verso la periferia, con valori più elevati a Nord Est. La valutazione economica suggerisce un risparmio annuo di 7.575.701 € nei consumi energetici per la climatizzazione degli edifici comunali, con una media di 0,08 €/m<sup>2</sup>/anno. Questi risultati sottolineano l'importanza delle aree verdi nel contrastare il riscaldamento urbano e ridurre i costi associati al raffreddamento degli edifici, contribuendo così al benessere ambientale e economico del Comune di Brescia.

### 3.3.5 Protezione dal rischio idrogeologico

La protezione idrogeologica è concepita come la capacità delle superfici non impermeabili di intercettare e infiltrare precipitazioni, riducendo il deflusso superficiale e mitigando i rischi di allagamenti. Il modello Urban Flood Risk Mitigation di InVEST è utilizzato per stimare la riduzione del deflusso in base all'uso del suolo, gruppo idrologico dei suoli e numero della curva di deflusso. Quest'ultimo indica il potenziale di deflusso, con valori più alti per aree impermeabili come strade.

Per la stima biofisica del servizio, il modello ha simulato un evento di precipitazione di 26,4 mm in un'ora per valutare l'infiltrazione d'acqua in metri cubi. Per effettuare questo calcolo, il modello usa tre tipi di dati di input principali:

- i dati della mappa dell'uso del suolo dell'area di studio;
- il gruppo idrologico dei suoli nell'area di studio;
- il numero della curva di deflusso di ciascun uso del suolo (metodo del Curve Number), che consiste in un valore compreso potenzialmente tra 0 e 100. Valori bassi significano basso potenziale di deflusso, cioè alta capacità di infiltrazione (ad esempio aree con vegetazione), mentre valori alti significano alto potenziale di deflusso (come le reti stradali, il cui valore è prossimo a 100).

Per quanto riguarda il valore economico, questo è stato calcolato attraverso il metodo del costo di sostituzione, in questo caso selezionando l'utilizzo di un bacino di laminazione come bene sostitutivo per trattenere la stessa quantità d'acqua immagazzinata dalle aree verdi. Il costo unitario per la soluzione alternativa (400 €/m<sup>3</sup>) è stato adattato a partire da quanto definito dalla

Legge Regionale 23 novembre 2017, n. 7 della Regione Lombardia (art. 16) in coerenza con quanto fatto da Masiero et al. (2022). Il costo unitario del bene sostitutivo è stato moltiplicato per l'infiltrazione idrica totale annuale riferita all'area di studio. In base a una vita utile di 60 anni per l'opera sostitutiva e con un tasso di sconto pari al 3% (CE, 2014), la rendita finanziaria è stata calcolata per avere valori annuali ricavando la singola annualità (a) a partire dall'equazione per la stima del valore attuale di una serie finita di annualità.

I risultati del modello di InVEST stima un'infiltrazione d'acqua totale per l'area complessiva del Comune di 1.585.902,88 m<sup>3</sup>/anno, con valori compresi tra 0 e 0,02 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/anno. Per quanto riguarda la valutazione economica, il costo stimato di un'opera sostitutiva sarebbe di 634.361.150,38 €. Perciò, ipotizzando una vita utile di 60 anni per l'opera sostitutiva e con un tasso di sconto pari al 3%, si ottiene un valore annuale pari a 22.921.345,28 €/anno.

### 3.3.6 Qualità dell'habitat (biodiversità)

Questo servizio ecosistemico è stato valutato attraverso il modello InVEST di "Habitat Quality". Questo modello combina le mappe dell'uso del suolo con i dati sulle minacce agli habitat e sulla sensibilità degli stessi. InVEST determina la qualità relativa di uno specifico habitat in base a quattro fattori:

- la capacità dell'habitat di sostenere forme di vita animale e vegetale;
- l'impatto di ciascuna minaccia sui diversi habitat;
- la sensibilità di ogni singolo habitat a ciascuna minaccia individuata;
- la distanza degli habitat dalle relative fonti di minaccia che possono alterare lo stato di equilibrio proprio degli habitat stessi.

I dati di input includono la mappa dell'uso del suolo, la mappa delle minacce e le tabelle di sensibilità degli habitat alle minacce. L'output è una mappa che rappresenta la qualità dell'habitat nell'area di studio. La mappa d'uso del suolo è stata ottenuta dalla Carta dell'Uso del Suolo di Brescia. Le minacce considerate sono la rete stradale, le infrastrutture e l'agricoltura. I valori di sensibilità degli habitat sono assegnati a ciascuna classe d'uso del suolo.

Per la stima economica si è utilizzato la metodologia di Benefit Transfer, con valori unitari ricavati da Strollo et al. (2018) per la regione Piemonte. Utilizzando questo approccio, tali valori sono stati abbinati alle classi d'uso del suolo e successivamente moltiplicati per il valore dell'indice di qualità degli habitat di ciascun pixel della mappa di qualità degli habitat. Tale indice è stato pertanto usato come coefficiente di adeguamento dei valori originali rispetto alle specificità del contesto d'indagine. Tutti i valori indicati devono considerarsi definiti su base annuale.

I risultati del modello mostrano che i valori di qualità dell'habitat in questo caso variano tra 0 (qualità nulla) e 0,47 per alcune parti del Comune, principalmente nella parte Nordorientale, dove si trova il Monte Maddalena. La media di questo indice per il Comune è di 0,09. Tenendo conto che l'indice varia da 0 a 1, i valori ottenuti possono essere considerati da bassi a medi, con una media comunale bassa. Questi valori sono attesi, tenendo conto del carattere comunque antropizzato del Comune nel suo complesso, nonché delle minacce per l'habitat. La stima del valore del servizio ecosistemico complessivo per il Comune risulta essere pari a circa 5.171.477 €/anno, di cui 532.399 €/anno provengono dalle aree pubbliche.

### 3.3.7 Valore ricreativo e sociale

La stima dei benefici sociali per il valore ricreativo si basa sul modello Estimap, integrando gli aggiustamenti fatti da Cortinovis et al. (2018) considerando tre dimensioni principali:

- potenziale ricreativo (calcolato considerando l'uso del suolo, aspetti naturali e verde urbano);
- accessibilità e fruibilità (valutate in base alla prossimità a infrastrutture e alle risorse per la fruizione ricreativa);
- ventaglio delle opportunità ricreative (che combina le due dimensioni precedenti).

La stima economica considera valori di uso diretto e indiretto del servizio. Gli aspetti di uso diretto includono le attività ricreative svolte direttamente nell'area, come passeggiate, jogging, e pic-nic, mentre l'uso indiretto tiene conto del valore attribuito all'ambiente naturale anche da parte di coloro che non partecipano attivamente alle attività ricreative.

I valori di uso diretto sono ottenuti attraverso interviste e indagini sulla spesa per attività ricreative nelle vicinanze. Per l'uso indiretto, si applica il metodo di valutazione contingente, che chiede alle persone quanto sarebbero disposte a pagare per la conservazione dell'area ecosistemica per fini ricreativi. A partire da tali valori unitari, il valore complessivo dei benefici sociali è stato calcolato, per ciascun poligono, secondo una procedura che usa il valore del Recreation Opportunity Spectrum (ROS) come criterio di adeguamento dei valori derivati da valutazioni

precedenti, secondo la seguente formula:

$$\text{Valore economico} = \text{Area del poligono} * \text{ROS} * \text{€/mq}$$

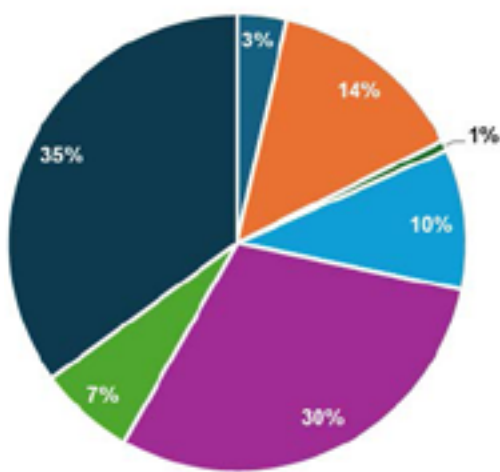
A seconda dell'uso del suolo e della proprietà (pubblica o privata), uno o l'altro dei valori sono stati applicati. Al termine del processo sopra descritto, risulta un ROS medio a livello comunale variegato a seconda del tipo di uso del suolo (come è naturale aspettarsi). Per quanto riguarda il valore economico, viene restituito un valore totale di 26.804.428 €.

SERVIZIO ECOSISTEMICO	VALORE BIOFISICO	VALORE ECONOMICO (€/ANNO)
Sequestro del carbonio atmosferico	44.667 tonCO2/anno	2.680.040
Produzione di ossigeno	32.484 tonO2/anno	10.818.502
Rimozione degli inquinanti atmosferici	n/a	547.759
Regolazione della temperatura	Mitigazione media del calore di 0,6 °C	7.575.701
Protezione dal rischio idrogeologico	1.585.903 m3/anno	22.921.345
Qualità dell'habitat (biodiversità)	n/a	5.171.477
Valore ricreativo e sociale	n/a	26.804.428
<b>TOTALE</b>	<b>N/A</b>	<b>76.519.252</b>

**Tabella 6** - Riassunto con la valutazione dei servizi ecosistemici



VALORE ECONOMICO



- Sequestro del carbonio
- Produzione di ossigeno
- Rimozione degli inquinanti
- Regolazione della temperatura
- Protezione idrogeologica
- Qualità dell'habitat
- Valore ricreativo e sociale

Figura 12 - Contributo di ciascun servizio ecosistemico al valore economico totale

I servizi che contribuiscono maggiormente a questo risultato sono quelli di valore ricreativo e sociale (26.804.428 €/anno), seguito dal servizio di protezione idrogeologica (22.921.345 €/anno) e dalla produzione di ossigeno (10.818.502 €/anno). D'altro canto, i servizi con i valori più bassi sono la rimozione degli inquinanti atmosferici (547.759 €/anno) e il sequestro del carbonio (2.680.040 €/anno).

È importante ricordare che questa valutazione è una stima conservativa, che non include tutti i servizi forniti dal verde urbano; perciò, questa cifra deve essere interpretato come il limite inferiore del probabile valore dei servizi ecosistemici forniti dalle aree verdi.

La Tabella 7 mostra il confronto tra il valore economico generato da ciascun servizio ecosistemico dal totale del verde urbano (pubblico più privato) e dal verde pubblico. In totale, il contributo del verde pubblico del Comune rappresenta circa il 25% del valore totale dei servizi ecosistemici. Una possibile spiegazione del motivo per cui il verde privato contribuisce così tanto al valore economico totale (75%) può essere trovata nel fatto che le aree forestali ben conservate e le altre aree verdi del Comune

nella parte Nord-orientale sono di carattere privato. Queste aree rappresentano una parte fondamentale dell'infrastruttura verde del Comune e forniscono una parte di servizi quali qualità dell'habitat, protezione idrogeologica e valore ricreativo e sociale, poiché nella pratica alcune di queste aree possono essere parzialmente fruibili dai cittadini attraverso sentieri.

SERVIZIO ECOSISTEMICO	VALORE ECONOMICO VERDE TOTALE (€/ANNO)	VALORE ECONOMICO VERDE PUBBLICO (€/ANNO)
Sequestro del carbonio atmosferico	2.680.040	1.075.288
Produzione di ossigeno	10.818.502	4.340.617
Rimozione degli inquinanti atmosferici	547.759	547.759
Regolazione della temperatura	7.575.701	758.874
Protezione dal rischio idrogeologico	22.921.345	2.637.025
Qualità dell'habitat (biodiversità)	5.171.477	532.399
Valore ricreativo e sociale	26.804.428	8.886.734
TOTALE	76.519.252	18.778.697

Tabella 7 - Confronto tra il valore economico generato dal verde urbano totale e dal verde pubblico



SERVIZIO ECOSISTEMICO	VERDE TOTALE (€/ANNO)	VERDE PUBBLICO (€/ANNO)
Sequestro del carbonio atmosferico	13	5
Produzione di ossigeno	54	22
Rimozione degli inquinanti atmosferici	3	3
Regolazione della temperatura	38	4
Protezione dal rischio idrogeologico	115	13
Qualità dell'habitat (biodiversità)	26	3
Valore ricreativo e sociale	135	45
<b>TOTALE</b>	<b>384</b>	<b>94</b>

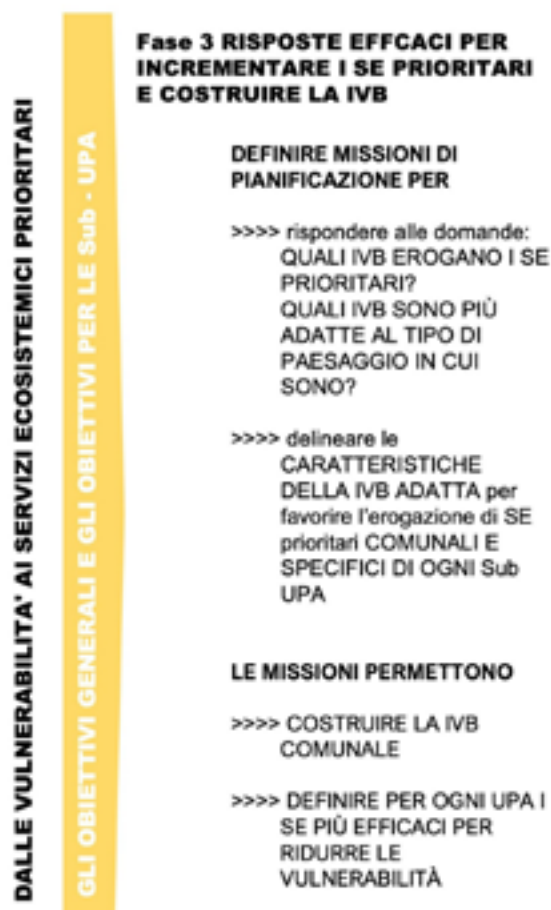
Inoltre, nella Tabella 8 sono riportati i benefici per cittadino del verde urbano di Brescia, sia pubblico che totale. Tali benefici sono intesi come la somma del valore dei servizi ecosistemici valutati diviso per il numero di abitanti del Comune<sup>2</sup>, stimato in 199.260 persone. Il beneficio totale del verde urbano è stimato in 384 euro/anno per cittadino. Il beneficio del verde pubblico è stimato in 94 euro/anno per cittadino.

Infine, si è ipotizzato quello che sarebbe il valore complessivo dei servizi ecosistemici prodotti dal Comune di Brescia, inteso non come flusso annuo di servizi, ma come stock complessivo del capitale naturale del Comune. Per fare questo, il valore attuale dei flussi annuali di servizi ecosistemici è stato calcolato su un orizzonte temporale infinito, utilizzando l'equazione della somma dei flussi di cassa ripetuti infinite volte.

Per il calcolo è stato assunto un tasso di sconto del 3% sulla base delle raccomandazioni della Commissione Europea (EC, 2014) sull'aggiornamento dei flussi di cassa, considerati come parametro di riferimento per il reale costo opportunità del capitale in un lungo periodo. Il risultato di detto calcolo mostra che il valore simbolico del verde complessivo è di 2.550.641.752 € mentre quello del verde pubblico è di 625.956.580 €.

**Tabella 8** - Valore dei benefici del verde urbano  
(totale e pubblico per cittadino di Brescia)

## 4. Dalle Vulnerabilità ai Servizi Ecosistemici di risposta – FASE 3



Al fine della costruzione del progetto di IVB che definisce lo scenario di Piano, in fase 2 è stata effettuata **l'Analisi di Vulnerabilità e Resilienza per le Sub UPA del comune**, con riferimento all'IVB.

A questo proposito sono stati applicati alcuni indicatori spaziali, al fine di ottenere stime quantitative, per meglio definire alcune caratteristiche delle Sub UPA e i loro "bisogni" in termini di SE. Su tali basi è possibile aumentare l'efficacia del progetto di IVB del Piano del Verde e della Biodiversità (cfr. par. 2.2).

L'analisi e i risultati ottenuti sono riepilogati nella Tabella "VULNERABILITA' E SERVIZI ECOSISTEMICI NELLE SUB UPA: RIEPILOGO", riportata all'Allegato 5.

Di questa, nella presente relazione, si riportano solo la prima riga contenente le titolazioni dei contenuti e la seconda riga riferita alla Sub UPA 1A, come esempio dei contenuti che sono stati elaborati per le 33 Sub UPA. Nella Tabella 9, sono riportate le vulnerabilità principali riscontrate per l'intero territorio comunale e nelle Sub UPA. Si tratta dell'articolazione in aspetti delle configurazioni spaziali che indicano le vulnerabilità strutturali su cui abbiamo lavorato. Ogni vulnerabilità strutturale individuata è ricondotta a 4 categorie e precisamente:

### FRAMMENTAZIONE E IPERSTRUTTURAZIONE DEL TERRITORIO

1. Concentrazione di infrastrutture ed effetti nelle aree prossime;
2. Discontinuità del verde urbano (infrastrutture verdi);
3. Discontinuità del reticolo idrografico (infrastrutture blu);
4. Frammentazione delle aree agricole (residualità nelle aree urbane – abbandono);

### MONOFUNZIONALITÀ DEGLI ELEMENTI CHE COSTITUISCONO IL PAESAGGIO

5. Specializzazione di parti del tessuto urbano;
6. Impermeabilizzazione dei suoli;
7. Agricoltura intensiva;
8. Scarsa diversità del patrimonio forestale;

La tabella che segue riporta in prima colonna il codice delle Sub UPA, nella seconda e terza le vulnerabilità strutturali, con la suddivisione nelle 8 specifiche, la quarta colonna con gli esiti degli indicatori utilizzati per la stima quantitativa delle vulnerabilità, 2 colonne descrittive e, infine la selezione dei SE prioritari. L'ultima colonna fornisce gli orientamenti per il Piano che integra vulnerabilità e bisogni in risposte che possono essere puntuali o sistemiche.

Sub UPA	FRAMMENTAZIONE E RISTRUTTURAZIONE				MONO-FUNZIONALITÀ DEGLI ELEMENTI				INDICATORI CRITICI E VULNERABILITÀ RELATIVE INDICE DI SUPERFICIE DRENANTE: ALTA VULNERABILITÀ
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Sub UPA: Sub UPA 1A – Città storica</b>		X		X		X			<ul style="list-style-type: none"> <li>Indice di Superficie drenante: alta vulnerabilità</li> <li>Bipotenzialità territoriale: alta vulnerabilità</li> <li>Reticolo tombato</li> <li>Isola di calore: alta vulnerabilità</li> </ul>

COMMENTI ALLE VULNERABILITÀ INDIVIDUATE	RESILIENZE ED OPPORTUNITÀ	SERVIZI ECOSISTEMICI PRIORITARI	OPPORTUNITÀ / SINERGIE DAL QUADRO PROGRAMMATICO (PGT)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Vulnerabilità alta derivata dalla impermeabilizzazione dei suoli, con enfattizzazione del fenomeno dell'isola di calore e del rischio di alluvioni urbane</li> <li>Cancellazione dell'ecosistema fluviale del Garza, in parte tombato</li> <li>Assenza di spazi aperti ecologicamente funzionali in grado di erogare servizi ecosistemici efficaci, ad eccezione dell'area del Castello</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenza del vigneto urbano più grande d'Europa (Vigneto Pusterla con sistemazione a girapoggio con erba nelle interfile)</li> <li>SE: culturali e regolazione nei confronti del ciclo dell'acqua, della conservazione della fertilità del suolo e mitigazione dell'erosione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sequestro del carbonio atmosferico</li> <li>Regolazione della temperatura</li> <li>Protezione dal rischio idrogeologico</li> <li>Biodiversità e fornitura di habitat</li> <li>Regolazione del ciclo dell'acqua</li> </ul>	<p>Trasformazioni urbane presenti non ancora attivate, o senza informazioni sull'avanzamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ex Fatebenefratelli</li> <li>Ugoni</li> <li>Ex Caserma Gnutti</li> </ul> <p>Interventi sulle infrastrutture:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>TRAM</li> <li>Adeguamenti piazza metropolitana San Faustino</li> </ul>

**Tabella 9** - Stralcio della Tabella delle vulnerabilità principali riscontrate per l'intero territorio comunale e nelle Sub UPA (Allegato 5)

## 4.1 Scarsità e abbondanze dei SE nelle diverse Sub UPA/Domanda dei SE e SE prioritari nelle diverse UPA

Dal momento che alle vulnerabilità sono associati i SE in grado di mitigarle, l'incrocio "maggiori vulnerabilità/SE efficaci" ci aiuta a definire per ogni Sub UPA i SE prioritari. Il dato utile successivo è la consistenza dei SE prioritari in ogni Sub UPA: ovviamente i più scarsi tra i SE prioritari saranno quelli da potenziare maggiormente.

Di seguito si riporta uno stralcio della tabella contenente la valutazione effettuata sulle scarsità/abbondanze dei SE nelle Sub UPA. Con tali risultati si è compilata la settima colonna della tabella precedente.

Sub upa	<b>LIVELLI DI EROGAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI <sup>5</sup></b> Punteggi attribuiti alle classi di scarsità / abbondanza  <b>Scarsità alta = 1</b> <b>Scarsità medio alta = 3</b> <b>Scarsità e Abbondanza mensiole = 5</b> <b>Abbondanza medio alta = 7</b> <b>Abbondanza alta = 9</b>								Altri Servizi Ecosistemici scarsamente erogati <sup>6</sup>	Riferimenti allo SCHEMA METROPROGETTUALE
	CO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	O <sub>2</sub>	Temp	Ris Idr	ROS	HAB	TOTALE SUB UPA		
Sub UPA 1A Città Storica	1	3	1	1	1	1	9	17	REGOLAZIONE DEL CICLO DELL'ACQUA	LA CITTÀ STORICA SE socio - culturale

**Tabella 10** - Riepilogo delle abbondanze e scarsità principali riscontrate per l'intero territorio comunale e nelle Sub UPA .

1. Sequestro del carbonio atmosferico; 2. Rimozione degli inquinanti atmosferici; 3. Produzione di ossigeno; 4. Regolazione della temperatura; 5. Protezione dal rischio idrogeologico; 6. Ventaglio delle opportunità ricreative; 7. Biodiversità e qualità degli habitat.

La Tabella 9 e la Tabella 10 sono il riferimento sia per lo scenario, che per le progettualità in attuazione dello scenario. Entrambe le tabelle costituiscono l'Allegato 5.

## 4.2 Individuazione dei Servizi Ecosistemici prioritari per Brescia

Dalle vulnerabilità principali emerse dalle fasi precedenti si estraggono i SE in grado di fornire risposte efficaci a scala vasta e in ogni Sub UPA.

Si tratta dei SE prioritari sui quali costruire obiettivi generali per pianificare la IVB in ogni Sub UPA e obiettivi target relativi a temi specifici (cfr. par. 8).

Segue l'elenco dei SE prioritari individuati per ogni Sub Unità

SUB UPA	SE PRIORITARI DELLE UPA
Sub UPA 1A – Città storica	Regolazione della temperatura Protezione dal rischio idrogeologico Biodiversità e qualità degli habitat
Sub UPA 1B – Ingresso al centro storico	Sequestro del carbonio atmosferico Produzione di ossigeno Regolazione della temperatura Protezione dal rischio idrogeologico
Sub UPA 2A – Fluviale del Mella nel tessuto urbanizzato: Chiusure	Regolazione della temperatura Biodiversità e qualità degli habitat
Sub UPA 2B – Piana alluvionale del Mella: da Porta Milano a San Bartolomeo	Sequestro del carbonio atmosferico Rimozione degli inquinanti atmosferici Regolazione della temperatura Protezione dal rischio idrogeologico
Sub UPA 2C – Piana alluvionale del Mella: aree industriali del SIN Caffaro, Porta Milano	Regolazione della temperatura Protezione dal rischio idrogeologico Biodiversità e qualità degli habitat
Sub UPA 2D – Piana pedecollinare: Urago Mella, Abba, Sant'Anna	Protezione dal rischio idrogeologico

SUB UPA	SE PRIORITARI DELLE UPA
Sub UPA 3A – Piana alluvionale urbanizzata del Garza	Sequestro del carbonio atmosferico Regolazione della temperatura Protezione dal rischio idrogeologico Biodiversità e qualità degli habitat
Sub UPA 3B – Pedemontana periurbana: Valle di Mompiano	Rimozione degli inquinanti atmosferici Protezione dal rischio idrogeologico
Sub UPA 3C – Pedemontana periurbana: Valbottesa, San Rocchino	Protezione dal rischio idrogeologico Benefici ricreativi e sociali
Sub UPA 4A – Pedemontana della valle del Garza: Prealpino	Sequestro del carbonio atmosferico Produzione di ossigeno Biodiversità e qualità degli habitat
Sub UPA 5A – Pedemontana di accesso alla Val Trompia	Rimozione degli inquinanti atmosferici Biodiversità e qualità degli habitat
Sub UPA 7A – Monte Maddalena: Versante dei ronchi	Rimozione degli inquinanti atmosferici Protezione dal rischio idrogeologico Benefici ricreativi e sociali
Sub UPA 7B – Monte Maddalena: Valbottesa	Biodiversità e qualità degli habitat Benefici ricreativi e sociali
Sub UPA 7C – Monte Maddalena: San Giuseppe e Valle di Mompiano	Biodiversità e qualità degli habitat Benefici ricreativi e sociali
Sub UPA 7D – Monte Maddalena: Val Carobbio	Biodiversità e qualità degli habitat Benefici ricreativi e sociali
Sub UPA 8A – Colle San Giuseppe	Biodiversità e qualità degli habitat Benefici ricreativi e sociali
Sub UPA 9A – Collina di Sant'Anna	Biodiversità e qualità degli habitat Benefici ricreativi e sociali



SUB UPA	SE PRIORITARI DELLE UPA
Sub UPA 16A – Pianura della Badia	Biodiversità e qualità degli habitat Benefici ricreativi e sociali
Sub UPA 17A – Pianura periurbana frammentata: La Famiglia, Badia, Violino	Sequestro del carbonio atmosferico Rimozione degli inquinanti atmosferici Produzione di ossigeno Benefici ricreativi e sociali Biodiversità e qualità degli habitat
Sub UPA 19B – Piana alluvionale del Mella: aree urbane e agricole nel SIN Caffaro, Porta Milano	Sequestro del carbonio atmosferico Rimozione degli inquinanti atmosferici Produzione di ossigeno Regolazione della temperatura
Sub UPA 19C – Piana alluvionale del Mella: industrie e infras- trutture, Chiesanuova	Sequestro del carbonio atmosferico Produzione di ossigeno Regolazione della temperatura
Sub UPA 19D – Piana alluvionale del Mella: grandi contenitori commerciali, autostrada A4	Sequestro del carbonio atmosferico Produzione di ossigeno Regolazione della temperatura Protezione dal rischio idrogeologico
Sub UPA 20A – Fluviale del Mella industrializzata: Chiesa Nuova, Girelli	Sequestro del carbonio atmosferico Rimozione degli inquinanti atmosferici Produzione di ossigeno Regolazione della temperatura Protezione dal rischio idrogeologico Biodiversità e qualità degli habitat
Sub UPA 20B – Piana alluvionale del Mella: transizione tra urbano e aree agricole, Noce, Fornaci	Benefici ricreativi e sociali Biodiversità e qualità degli habitat
Sub UPA 21A – Bassa pianura urbana: Don Bosco, Lamarmora	Sequestro del carbonio atmosferico Rimozione degli inquinanti atmosferici Produzione di ossigeno Regolazione della temperatura Protezione dal rischio idrogeologico Biodiversità e qualità degli habitat
Sub UPA 21B – Bassa pianura frangia urbana: San Polo, Case Beretta	Sequestro del carbonio atmosferico Rimozione degli inquinanti atmosferici Protezione dal rischio idrogeologico Produzione di ossigeno Biodiversità e qualità degli habitat
Sub UPA 21C – Bassa pianura interclusa dalle infrastrutture	Sequestro del carbonio atmosferico Produzione di ossigeno

SUB UPA	SE PRIORITARI DELLE UPA
Sub UPA 22A – Bassa pianura agricola: Sereno Verziano, Folzano	Rimozione degli inquinanti atmosferici Regolazione della temperatura Benefici ricreativi e sociali
Sub UPA 23A – Bassa pianura: frangia urbana, San Polo	Biodiversità e qualità degli habitat Regolazione della temperatura Protezione dal rischio idrogeologico Sequestro del carbonio atmosferico
Sub UPA 23B – Bassa pianura: infrastrutture e cave di San Polo	Benefici ricreativi e sociali Biodiversità e qualità degli habitat Sequestro del carbonio atmosferico
Sub UPA 26A – Piana intervalliva del torrente Rino: Caionvico, Sant’Eufemia	Biodiversità e qualità degli habitat Protezione dal rischio idrogeologico
Sub UPA 27A – Monte Maddalena: Caionvico	Benefici ricreativi e sociali Biodiversità e qualità degli habitat

Potenziare i SE prioritari di ogni Sub UPA, con particolare attenzione a quelli di regolazione, è l’obiettivo principale del PVB.

---

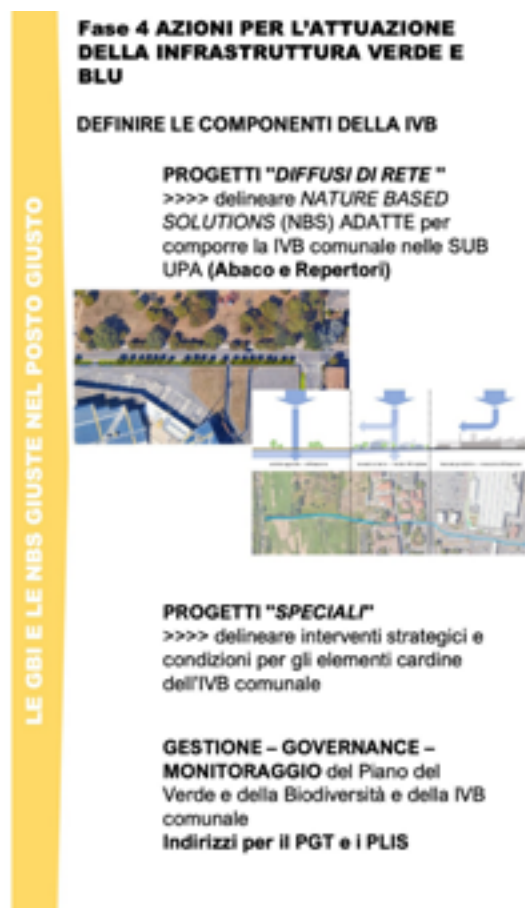
# Il piano strategico



**Sezione**

---

## 5. Le tre città del Piano del Verde e della Biodiversità



I cambiamenti climatici-ambientali, sociali ed economici in atto, hanno messo a nudo le vulnerabilità delle grandi città italiane ed europee. Tra le sfide a cui il Piano del verde è chiamato a rispondere, citiamo:

- prolungati periodi di siccità alternati a eventi meteorici brevi e particolarmente intensi;
- le alluvioni e gli allagamenti urbani;
- l'aumento delle temperature ulteriormente aggravato nelle grandi città dall'effetto "isola di calore";
- la corsa al consumo e alla produzione di scarti e rifiuti da parte di modelli di città non più sostenibili;
- la mancanza di spazi per la socialità;
- l'incontro e la condivisione sempre più ricercati, specie dopo la pandemia da Covid19;
- l'inquinamento crescente che limita la vivibilità degli spazi aperti della città e si ripercuote sulla salute dei cittadini e degli ecosistemi.

L'occasione è quella di innescare un esempio evoluto di città adattativa, capace di rispondere alle sfide urbane e della società del terzo millennio, di cui molte non si conoscono ancora. L'unica strategia possibile pare sia quella di dotare città e popolazione degli "anticorpi" in grado di generare reazioni positive spontanee: il risultato della resilienza per la quale la IVB è fondamentale.

Il Piano del Verde e della Biodiversità si fa carico delle esigenze della città contemporanea che nascono dalle grandi sfide ambientali e socio-economiche di questo secolo, declinate localmente a partire dal suo DNA, quel pacchetto di informazioni che rimangono latenti in un luogo, fino a quando riemergono per definire il nuovo ordine dell'organismo metropolitano, unico, perché fondato sui suoi geni.

Da quanto emerso dalle analisi interpretative, oltre che dai confronti durante gli incontri partecipativi e i tavoli di lavoro tecnici, nasce dunque un'idea complessiva di Brescia verde e blu, a cui sono associate alcune sfide che coinvolgeranno decisori, tecnici e cittadini.

C'è un prerequisito perché un organismo sia vitale e reattivo: deve essere sano. La salute per la città sta nella salubrità delle componenti ambientali (aria, acqua, suoli, ecosistemi) e del suo paesaggio (inteso come il risultato complessivo dell'interazione tra componenti ambientali e socio-culturali). La città vitale sa anche dialogare in modo equilibrato con il rischio (idrogeologico, pandemico, climatico, alimentare per quanto possibile), perché nasce volendo affondare la vulnerabilità dei modelli contemporanei, accettando e affrontando il rischio, mettendo in gioco, da subito, strategie non di contrasto, ma di adattamento comprendenti azioni preventive e di coinvolgimento dei cittadini. Da questa visione, esce l'idea di Brescia del futuro, rappresentativa di 3 città: la città sana, la città sorgente, la città per le persone.

Da quest'idea nascono alcune sfide che il Piano del Verde e della Biodiversità ha accolto, cercando risposte realizzabili nel modello di città che il Piano intende perseguire e che può essere riassunto dai concetti che nutrono le tre città.



## La “città sana”

La “città sana”, fa proprio il concetto di “One Health”<sup>7</sup>, è dunque il prerequisito di una popolazione sana. L’approccio derivato considera tutto il sistema urbano e periurbano, le relazioni e sinergie tra città e contesto e tra le varie parti della città, con la finalità di migliorare il metabolismo urbano, ridurre le vulnerabilità territoriali, ossia i rischi, predisporre una rete di spazi aperti funzionali per il miglioramento del benessere fisico e psichico dei cittadini.

Attraverso l’IVB, Brescia tende a migliorare i cicli introducendo le possibilità che la città possa produrre, anche solo in minima parte, le risorse che le servono per svilupparsi: offre spazi aperti pensati per ridurre sprechi e consumi, produce nuove risorse: acqua pulita, energia, prodotti dell’agricoltura e dei boschi di prossimità espressamente coltivati per la città, ma anche cultura attraverso il processo di coinvolgimento di associazioni e cittadini e lo sviluppo di spazi aperti e costruiti destinati all’istruzione e didattica, economia e lavoro in quanto gli interventi previsti dal Piano possono richiedere nuove competenze e investimenti che torneranno alla città in termini di servizi, nuove attività e risparmi manutentivi e gestionali.

La salute delle componenti ambientali (aria, acqua, suolo, vegetazione, animali) è fondamentale per un ambiente sano, è strettamente legata al sistema del verde e dello spazio pubblico, non solo degli elementi in sé, ma proprio delle loro configurazioni all’interno della città. Il potenziamento dell’IVB è fondamentale sia in termini qualitativi che quantitativi e di interazioni, sia per i benefici diretti (il sistema del verde e il sistema delle acque) sia per i benefici indiretti legati, ad esempio, al potenziamento dei legami città/territorio.

Ad esempio, una rinnovata alleanza con l’agricoltura di prossimità potrà portare all’attuazione di sinergie tra imprenditori agricoli e comunità urbane, tramite la predisposizione di filiere corte che minimizzano la necessità di trasporti da una parte e migliorano i rapporti con il territorio metropolitano, come, ad esempio, la possibilità di migliorare la cultura del cibo e la conoscenza e vendita dei prodotti di agricoltura di prossimità.

La città sana non dimentica le cicatrici del passato, e dunque si fa carico del superamento dei lasciti negativi del periodo industriale e prevede due progetti speciali, quello della Caffaro e del Mella, nodi fondamentali del Piano.

Tra i benefici indiretti dell’IVB della città sana c’è la capacità di migliorare il ciclo energetico. Ciò avverrà attraverso il risparmio energetico derivabile dalle riduzioni delle temperature estive, dalla prevista integrazione della produzione energetica con l’IVB lungo le infrastrutture della mobilità, e attraverso la possi-

bilità di ridurre il traffico circolante, incrementando la mobilità pedonale e ciclabile, grazie a percorsi sicuri, interconnessi e piacevoli da percorrere.

Infine, l’IVB è fondamentale per la realizzazione di misure attive e passive di adattamento ai cambiamenti climatici, nell’obiettivo dell’aumento della resilienza, a vantaggio della sicurezza di tutti.

## La “città sorgente”

Brescia città d’acqua. Forse non tutti o suoi abitanti lo sanno, perché l’acqua non si vede quasi più, ma vi è una rete ricchissima di acque, confinate in condotte interrate, rubate alla terra, sporcate dagli scarti antichi e contemporanei di chi non vede e, dunque, non sa.

Brescia, ricca d’acqua inutilizzabile, soffre le estati sempre più calde e secche.

La città sorgente è un cardine della città sana perché l’acqua, punto di partenza della fondazione della città e risorsa imprescindibile per il suo sviluppo, oggi divenuta un problema, nel Piano torna ad essere risorsa fondante della strategia di risanamento della città. Non più un residuo da nascondere, ma al centro delle politiche del Piano integrata all’infrastruttura verde e, anche, a quelle grigie.

La città sorgente immagina infatti un nuovo modello di città, che oltre a essere “spugna”, ossia dotata di spazi urbani capaci di assorbire, filtrare e gestire l’acqua di pioggia in modo naturale, rilasciando l’acqua alla terra e agli ecosistemi urbani, diviene il luogo di produzione dell’acqua. Per esempio, le acque di pioggia raccolte dalle coperture e dalle strade andranno a nutrire il verde urbano, contribuendo, tra l’altro, a migliorare la capacità dei suoli urbani a trattenere carbonio. Inoltre, dal momento che in tempi di siccità, sempre più lunghi e frequenti, le città sono i soli luoghi che quotidianamente producono acqua in termini di reflui che possono essere depurati e ulteriormente migliorati tramite la fitodepurazione, ecco che le acque prodotte dalla città potranno essere inviate ad irrigare le aree agricole a valle della città, introducendo nuove relazioni virtuose tra la città e la campagna. È un nuovo modo di vedere i sistemi urbani, in cui si torna a ragionare in termini integrati e multifunzionali, si abbandonano, ove possibile e passo dopo passo, i processi lineari a favore dei cicli; in questo caso il ciclo dell’acqua che deve tornare a nutrire la terra. In questa visione gli spazi costruiti e l’infrastruttura verde e blu trovano nuove sinergie e si relazionano con il contesto circostante per contribuire positivamente alla transizione verso un sistema sostenibile e adattativo alla gestione delle acque, tornate ad essere le arterie vitali del sistema città/territorio.

## La “città per le persone”

Uno dei problemi indotto dagli attuali trends di crescita delle città è lo spazio: nelle città diminuisce sempre di più lo spazio per le persone a fronte della densificazione ricercata dallo sviluppo immobiliare. Il tentativo virtuoso di ridurre il consumo di suolo, accompagnato dalla maggiore rendita immobiliare dei centri o semicentri urbani, mette a rischio la vivibilità delle città, ne riduce spazi pubblici e servizi. Si tratta dunque di trovare il giusto equilibrio tra densificazione e vivibilità, mantenendo le comunità al centro degli obiettivi dei Piani, con l'approccio trasversale che contraddistingue il Piano.

Un sistema di spazi aperti, caratterizzati e riconoscibili, sempre più interconnessi e coinvolgenti, alcuni dati in gestione ad associazione dei cittadini e diversamente accoglienti, integrati ai percorsi, alle piazze, ma anche al verde privato e ai paesaggi esterni alla città, il Mella ritrovato, l'agricoltura, le cave e i boschi, costituiscono l'IVB di Brescia dello scenario proposto: non un aumento significativo di spazi nuovi, ma la messa a sistema di quello che c'è diventa la grammatica della città. Tutto questo fornisce la struttura che consente alla città di offrire le diverse attività che migliorano la vita dei suoi abitanti, da quelle tranquille e contemplative a quelle affollate e rumorose. Una città umana che, grazie al sistema della mobilità sostenibile e alla possibilità di muoversi in sicurezza, poco per volta riduce la dipendenza veicolare, permette il recupero dell'attività fisica per il benessere psico-fisico, grazie alla disponibilità di una rete di parchi facilmente raggiungibili e fruibili, con effetti positivi sulla bellezza della città, il piacere di viverla, di lavorarci e, soprattutto, di crescere meglio, grazie alla possibilità di avere spazi dove muoversi e giocare con maggiore libertà, da cui nasce la possibilità di crescere più autonomi, responsabili e legati alla vita reale piuttosto che a quella virtuale.

Aumenteranno la disponibilità e il diritto di accedere facilmente e in minor tempo agli spazi aperti, così come aumenterà la possibilità di capire il valore della natura che sostiene la prosperità della città: aspetto culturale fondamentale per il futuro di tutti. Perché il paesaggio incide su bisogni e comportamenti dei suoi abitanti. Il paesaggio urbano incide su bisogni e comportamenti della maggior parte delle persone che vivono all'interno delle città. Il rapporto tra gli spazi pubblici e la società civile è inestricabilmente intrecciato. Le città mal progettate maltrattano i propri cittadini. Come scrive Jan Gehl (2017) “Diamo forma alle città e loro ci plasmeranno.”

Un aspetto importante rispetto alla vivibilità della città risiede nell'integrazione tra infrastrutture grigie e IVB. Un ingrediente di ciò sarà l'attenta progettazione delle strade e delle fasce di pertinenza previsti sulle grandi strade urbane rettilinee, così come gli interventi legati alla possibilità di mitigare l'attuale barriera formata dal blocco infrastrutturale di cui l'A4 è l'arteria principale che separa la città dalla sua campagna.

Oltre a ciò, l'IVB avrà il pregio di aumentare il ruolo culturale e ambientale del Castello, attraverso il progetto speciale, come nodo centrale della città storica, ma anche della connessione tra la città e le colline. Ampliando significativamente l'offerta di fruizione e sottolineando l'importanza del rapporto uomo/natura di cui il Castello e il suo parco sono una rappresentazione perfetta.

## 5.1 Obiettivi del Piano del Verde e della Biodiversità e relazioni con l'Agenda 2030

Le risposte possibili che l'IVB può fornire per dare concretezza alle finalità delle tre città sono parecchie. Si elencano le principali che hanno trovato spazio nello scenario di Piano:

- Farsi carico del lascito negativo dell'epoca industriale, trovando soluzioni attuali, dunque sostenibili per le aree SIN e, in generale, per quelle dismesse e lavorare “a tappeto” per la rivitalizzazione dei suoli, delle acque e degli ecosistemi della città sana del futuro;
- Recuperare suolo, habitat e spazio per l'acqua, anche attraverso demolizioni mirate, soprattutto in corrispondenza dei corsi d'acqua principali e per la eventuale riconnessione urbana del torrente Garza;
- Rinaturalizzazioni del reticolo idrografico, con priorità ai nodi di incontro con la rete ecologica terrestre, che prevedano l'aumento dello spazio fluviale, della diversificazione morfologica e di habitat, inserendo, in particolare, ampie dotazioni di zone umide, sia per la biodiversità sia per la riduzione del rischio idraulico, sia per l'effetto “spugna” nei confronti della trattenuta di acqua per i periodi siccitosi;
- Rinaturalizzazione di tratti di canali anche in aree urbane, alternando tratti ampi permeabili per la gestione delle piogge intense, a tratti impermeabili dove la città è più densa;
- Introduzione di ampie aree permeabili per l'infiltrazione e deimpermeabilizzazione diffusa, nei tessuti urbani;
- Introduzione dei Sistemi di Drenaggio Sostenibile (SuDS) come pratica ordinaria, anche approfittando di tutte le trasformazioni urbane, nonché delle opere di manutenzione ordinaria e straordinaria della città. Si preferiranno interventi multiobiettivo, cogliendo l'occasione di arricchire il paesaggio urbano attraverso l'inserimento di spazi, anche micro, vitali, vegetati, che raccolgono, trattengono, distribuiscono e infiltrano le acque meteoriche;
- Ampliamento e arricchimento dell'Infrastruttura verde e, soprattutto, potenziamento delle connessioni tra le aree verdi;
- Nelle aree di rigenerazione, con particolare riferimento agli AT, prevedere nuovi spazi vitali multifunzionali capaci di svolgere più SE, comprendendo le opportunità fornite dal verde pensile per il miglioramento del microclima e la mitigazione delle piogge intense;
- “Messa a sistema” delle aree agricole anche per facilitare il consumo dei prodotti in ambito urbano. Eliminazione/riduzione/mitigazione delle attività improprie interne e a margine delle Sub UPA;

- Applicare in modo strategico le potenzialità delle misure agroambientali con particolare riferimento all'attivazione di progetti integrati;
- Riqualificazioni forestali mirate all'aumento della diversità biologica e strutturale dei boschi, anche per la riduzione del rischio idrogeologico;
- Mitigazione delle infrastrutture esistenti e programmate e ricucitura della città/territorio;
- Sviluppare la rete ciclabile e pedonale;
- Valorizzare le presenze culturali attraverso l'IVB e i percorsi, attraverso progetti integrati;
- Coinvolgimento della popolazione nello sviluppo dell'IVB.

In tutti gli interventi: Potenziare i SE con particolare attenzione a quelli prioritari in ogni Sub UPA.

Dall'elenco di cui sopra e dagli strumenti messi a punto in fase 2 e 3, nella fase di sviluppo del processo VAS, potranno essere definiti obiettivi target relativamente alle azioni prioritarie da attuare scelte tra quelle previste dallo scenario, approfittando, eventualmente, anche degli esiti della valutazione.

## L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile

Le risposte sopra riportate derivano dalla analisi e valutazioni interpretative, ma al contempo rientrano all'interno di quella più ampia cornice che indirizza, ormai da qualche anno, le attività dei soggetti pubblici, degli stakeholder e dei singoli cittadini. Il riferimento è "l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile". Questa dal 2015 è entrata in modo decisivo tra i riferimenti per la pratica amministrativa, in particolare quella che riguarda le diverse forme di governo del territorio. È stata infatti declinata sia a livello nazionale sia regionale con le specifiche strategie e

inclusa a più livelli nei riferimenti ai numerosi obiettivi posti. I più rilevanti per le tematiche del presente PVB sono gli obiettivi che seguono. Questi sono riportati in una tabella che mette in evidenza le principali relazioni tra gli obiettivi del PVB elencati nel paragrafo precedente e le azioni dello stesso. Va sottolineato che l'approccio al sistema del verde e degli spazi aperti assunto dal PVB fa sì che in realtà ci sia una strettissima relazione e trasversalità tra Obiettivi 2030, Obiettivi e Azioni del Piano.

Obiettivi Agenda 2030	Obiettivi del Piano del Verde e della Biodiversità
11. Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili	
11.2 garantire a tutti l'accesso a un sistema di trasporti sicuro, conveniente, accessibile e sostenibile, migliorando la sicurezza delle strade, in particolar modo potenziando i trasporti pubblici, con particolare attenzione ai bisogni di coloro che sono più vulnerabili, donne, bambini, persone con invalidità e anziani	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitigazioni delle infrastrutture esistenti e programmate</li> <li>• Sviluppare la rete ciclabile</li> </ul>
11.3 potenziare un'urbanizzazione inclusiva e sostenibile e la capacità di pianificare e gestire in tutti i paesi un insediamento umano che sia partecipativo, integrato e sostenibile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione di ampie aree permeabili per l'infiltrazione e deimpermeabilizzazione diffusa, nei tessuti urbani,</li> </ul>
11.4 potenziare gli sforzi per proteggere e salvaguardare il patrimonio culturale e naturale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliamento e arricchimento dell'Infrastruttura verde e, soprattutto, potenziamento delle connessioni tra le aree verdi</li> </ul>
11.6 ridurre l'impatto ambientale negativo delle città, prestando particolare attenzione alla qualità dell'aria e alla gestione dei rifiuti urbani e di altri rifiuti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nelle aree di rigenerazione, con particolare riferimento agli AT, prevedere nuovi spazi vitali multifunzionali capaci di svolgere più SE, comprendendo le opportunità fornite dal verde pensile per il miglioramento del microclima e la mitigazione delle piogge intense</li> </ul>
11.7 fornire accesso universale a spazi verdi e pubblici sicuri, inclusivi e accessibili, in particolare per donne, bambini, anziani e disabili	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Farsi carico del lascito negativo dell'epoca industriale</li> </ul>
11.a supportare i positivi legami economici, sociali e ambientali tra aree urbane, periurbane e rurali rafforzando la pianificazione dello sviluppo nazionale e regionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorizzare le presenze culturali attraverso l'IVB e i percorsi, attraverso progetti integrati</li> </ul>
11.b aumentare considerevolmente il numero di città e insediamenti umani che adottano e attuano politiche integrate e piani tesi all'inclusione, all'efficienza delle risorse, alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici, alla resistenza ai disastri, e che promuovono e attuano una gestione olistica del rischio di disastri su tutti i livelli, in linea con il Quadro di Sendai per la Riduzione del Rischio di Disastri 2015-2030	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coinvolgimento della popolazione nello sviluppo dell'IVB</li> </ul>

Obiettivi Agenda 2030	Obiettivi del Piano del Verde e della Biodiversità
13. Promuovere azioni, a tutti i livelli, per combattere il cambiamento climatico*	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tutti gli obiettivi del PVB</li> </ul>
13.1 rafforzare la capacità di ripresa e di adattamento ai rischi legati al clima e ai disastri naturali	
13.2 integrare le misure di cambiamento climatico nelle politiche, strategie e pianificazione	
13.3 migliorare l'istruzione, la sensibilizzazione e la capacità umana e istituzionale per quanto riguarda la mitigazione del cambiamento climatico, l'adattamento, la riduzione dell'impatto e l'allerta tempestiva	
13.b promuovere meccanismi per aumentare la capacità effettiva di pianificazione e gestione di interventi inerenti al cambiamento climatico	
15. Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre, gestire sostenibilmente le foreste, contrastare la desertificazione, arrestare e far retrocedere il degrado del terreno e fermare la perdita di diversità biologica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Introduzione di ampie aree permeabili per l'infiltrazione e deimpermeabilizzazione diffusa, nei tessuti urbani, • Ampliamento e arricchimento dell'infrastruttura verde e, soprattutto, potenziamento delle connessioni tra le aree verdi,</li> <li>Nelle aree di rigenerazione, con particolare riferimento agli AT, prevedere nuovi spazi vitali multifunzionali capaci di svolgere più SE, comprendendo le opportunità fornite dal verde pensile per il miglioramento del microclima e la mitigazione delle piogge intense,</li> <li>"Messa a sistema" delle aree agricole anche per facilitare il consumo dei prodotti in ambito urbano.</li> <li>Eliminazione/riduzione/mitigazione delle</li> <li>attività improprie interne e a margine delle Sub UPA,</li> <li>Applicare in modo strategico le potenzialità delle misure agroambientali con particolare riferimento all'attivazione di progetti integrati,</li> <li>Riqualficazioni forestali mirate all'aumento della diversità biologica e strutturale dei boschi, anche per la riduzione del rischio idrogeologico,</li> </ul>
15.1 garantire la conservazione, il ripristino e l'utilizzo sostenibile degli ecosistemi di acqua dolce terrestri e dell'entroterra nonché dei loro servizi, in modo particolare delle foreste, delle paludi, delle montagne e delle zone aride, in linea con gli obblighi derivanti dagli accordi internazionali	
15.4 garantire la conservazione degli ecosistemi montuosi, incluse le loro biodiversità, al fine di migliorarne la capacità di produrre benefici essenziali per uno sviluppo sostenibile	
15.5 intraprendere azioni efficaci ed immediate per ridurre il degrado degli ambienti naturali, arrestare la distruzione della biodiversità	
15.6 promuovere una distribuzione equa e giusta dei benefici derivanti dall'utilizzo delle risorse genetiche e promuovere un equo accesso a tali risorse, come concordato a livello internazionale	
15.9 integrare i principi di ecosistema e biodiversità nei progetti nazionali e locali, nei processi di sviluppo e nelle strategie e nei resoconti per la riduzione della povertà	



Obiettivi Agenda 2030	Obiettivi del Piano del Verde e della Biodiversità
6. Garantire a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e delle strutture igienico-sanitarie, che a scala locale può essere declinati con la gestione delle risorse idriche integrata a tutti i livelli e nella partecipazione delle comunità locali, la protezione e il risanamento degli ecosistemi legati all'acqua, comprese le montagne, le foreste, le paludi, i fiumi, le falde acquifere e i laghi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rinaturalizzazioni del reticolo idrografico, con priorità ai nodi di incontro con la rete ecologica terrestre, che prevedano l'aumento dello spazio fluviale, della diversificazione morfologica e di habitat, inserendo, in particolare, ampie dotazioni di zone umide, sia per la biodiversità sia per la riduzione del rischio idraulico, sia per l'effetto "spugna" nei confronti della trattenuta di acqua per i periodi siccitosi.</li> </ul>
6.3 migliorare la qualità dell'acqua eliminando le discariche, riducendo l'inquinamento e il rilascio di prodotti chimici e scorie pericolose, dimezzando la quantità di acque reflue non trattate e aumentando considerevolmente il riciclaggio e il reimpiego sicuro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rinaturalizzazione di tratti di canali anche in aree urbane, alternando tratti ampi permeabili per la gestione delle piogge intense, a tratti impermeabili dove la città è più densa.</li> </ul>
6.5 implementare una gestione delle risorse idriche integrata a tutti i livelli	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione di ampie aree permeabili per l'infiltrazione e deimpermeabilizzazione diffusa, nei tessuti urbani,</li> </ul>
6.6 proteggere e risanare gli ecosistemi legati all'acqua, comprese le montagne, le foreste, le paludi, i fiumi, le falde acquifere e i laghi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione dei Sistemi di Drenaggio Sostenibile (SuDS) come pratica ordinaria, anche approfittando di tutte le trasformazioni urbane, nonché delle opere di manutenzione ordinaria e straordinaria della città. Si preferiranno interventi multiobiettivo, cogliendo l'occasione di arricchire il paesaggio urbano attraverso l'inserimento di spazi, anche micro, vitali, vegetati, che raccolgono, trattengono, distribuiscono e infiltrano le acque meteoriche.</li> </ul>
6.b supportare e rafforzare la partecipazione delle comunità locali nel miglioramento della gestione dell'acqua	

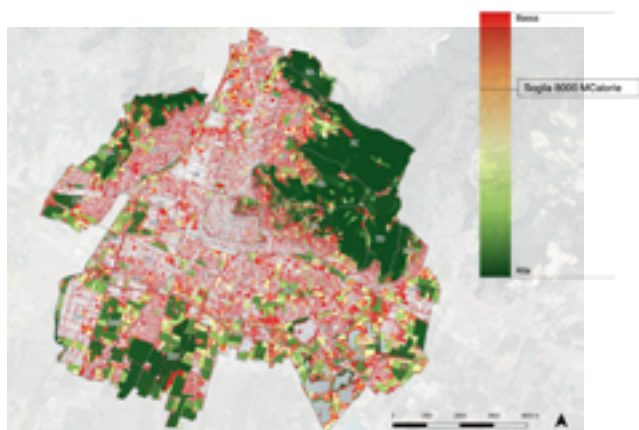
**Tabella 11** - Come il PVB acquisisce e declina l'Agenda 2030: Relazioni tra gli obiettivi dell'Agenda 2030 e obiettivi del PVB

## 5.2 Contenuti generali dello scenario: lo Schema metaprogettuale del sistema del verde

Le analisi condotte sugli spazi aperti urbani ed extraurbani hanno consentito di delineare un chiaro quadro sulla diversificazione funzionale e sugli effettivi livelli prestazionali delle stesse, a vari livelli. La geomorfologia e il sistema idrografico hanno definito nei secoli 3 tipi di paesaggi:

- fluviale del Mella;
- collinari in versante orografico destro;
- collinari in versante orografico sinistro.

Questi paesaggi contornano e delimitano la piana alluvionale formata dal Mella e dal reticolo minore. Gli insediamenti si sono adattati per millenni a questo assetto, utilizzandolo al meglio



La restituzione cartografica della reale “efficienza” delle aree verdi urbane è rappresentata nella Mappa 2a, Funzionalità degli spazi aperti, in cui sono rappresentati gli spazi aperti classificati in base alle potenzialità ecologiche. L’unità di misura è quella dell’indicatore di Biopotenzialità utilizzato per l’analisi, che traduce in termini energetici (calorie) l’integrazione tra biomassa e metabolismo della vegetazione. Gli spazi aperti colorati nei toni di rosso presentano funzionalità inferiori alla soglia minima, pari a 8000 MCal/mq. Dall’arancione ai verdi più scuri sono rappresentati gli spazi aperti che presentano valori superiori alla soglia minima.

**Tabella 13** - Riproduzione della Funzionalità degli spazi aperti (cfr. Mappa 2a)

La sovrapposizione delle due mappe ha permesso di costruire una terza mappa che restituisce l’effettiva potenzialità di erogazione di benefici da parte del verde pubblico e privato.

in base ai bisogni/desiderata della società. Oggi questa “tripartizione” è ancora valida, pur nella “omologazione” effettuata dalla città moderna e contemporanea.

L’integrazione tra gli aspetti legati alla storicità e alla spontaneità dei processi, con gli assetti insediativi attuali, sovrapposta a quanto emerso dallo studio dell’IVB di stato, ha permesso di redigere lo schema metaprogettuale dell’IVB di progetto, in riferimento agli obiettivi delineati per le “tre città” articolati nell’introduzione al presente Capitolo 5. L’IVB di progetto rappresenta l’organizzazione generale del sistema del verde comunale, all’interno della quale si articolano bisogni e riposte delle singole Sub UPA.

Il disegno dello scenario è stato costruito per passi successivi, sinteticamente ripercorsi attraverso le immagini e le descrizioni che seguono, partendo dalla rappresentazione della stima dei “livelli prestazionali” degli spazi aperti, anche denominata in questo contesto “efficienza ecologica”.

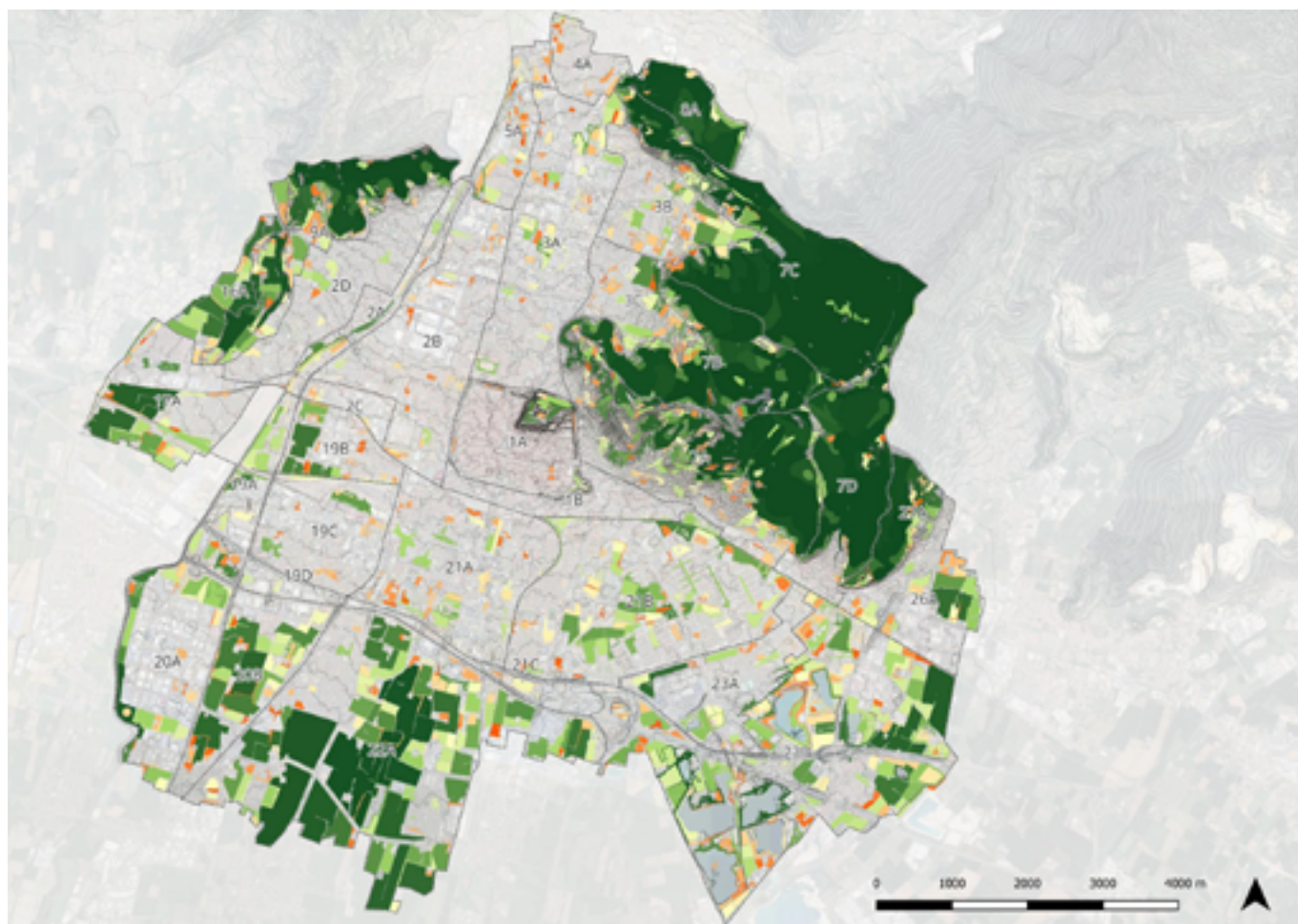


Oggetto raggruppatole prestazioni degli spazi aperti dipendono anche dalle interferenze indotte da infrastrutture e attività improprie. La mappa a lato rappresenta la rete infrastrutturale principale con indicazione delle fasce (buffer) di disturbo che interessano gli spazi verdi, penalizzandone le prestazioni.

**Tabella 14** - Spazi aperti e sovrapposizione dei buffer di disturbo causati dalle infrastrutture (cfr. Mappa 2a)

La mappa prodotta è la seguente in cui sono mappate le sole aree verdi non soggette all’interferenza della rete stradale e classificate con potenziali ecologici superiori ai valori minimi di riferimento (sono quindi escluse le aree verdi che non raggiungono un livello minimo di funzionalità di 8000 MCal/mq).

**Tabella 15** - Spazi aperti funzionali (cfr. Mappa 2a)



La mappa costituisce la base sulla quale è stato costruito lo schema metaprogettuale.

Tali elaborazioni, integrate alla lettura della idrogeomorfologia e delle diverse forme urbane sviluppatesi nel tempo, hanno consentito di mettere in luce le macro-unità strutturali che identificano e indirizzano il sistema del verde comunale.

Su questa interpretazione integrata è stato disegnato lo “schema metaprogettuale” del Piano, che individua alcuni macroareali distinti, grazie alle diversità di vario genere che li caratterizzano. Lo schema metaprogettuale si pone come schema ordinatore di scala vasta.

Le diversità individuate richiedono, infatti, strategie d'intervento ad hoc. Dunque, lo schema metaprogettuale è il riferimento costante per la definizione delle politiche e delle azioni per

la costruzione della nuova IVB caratterizzanti il sistema del verde.

### Lo schema metaprogettuale

Lo schema metaprogettuale è stato disegnato in due fasi successive che hanno dato luogo a due rappresentazioni diverse.

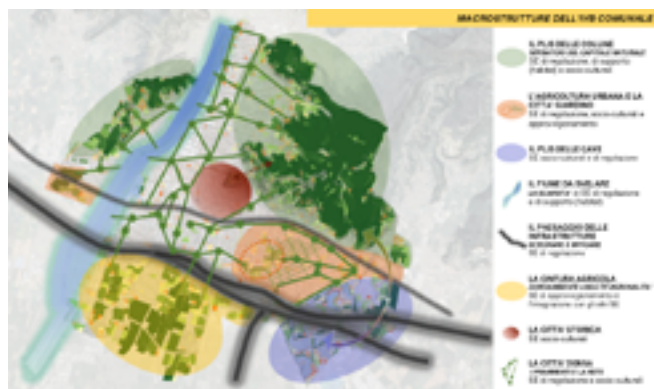
Gli schemi sintetizzano i caratteri generali del sistema del paesaggio urbano ed extra urbano di Brescia e ne delineano le macrostrutture dell'IVB e i ruoli funzionali fornendo i primi orientamenti per il progetto dell'IVB e, dunque, dello scenario di Piano.

Il primo (cfr. Fig. 16)- ha definito i macroareali, da cui è scaturito il primo schema che definisce le macrostrutture, vedi immagine che segue “le macrostrutture del paesaggio bresciano”.

Il secondo schema (cfr. Fig. 17) - attribuisce ad ogni macroareale ruoli funzionali propri, all'interno del mosaico territoriale complessivo.

Le mappe identificano oggi areali molto diversi. Il metaprogetto propone dunque una diversificazione di ruoli urbani a cui associa obiettivi e specifiche tipologie di intervento per il potenziamento e riequilibrio complessivo del sistema.

**Tabella 16** - Schema metaprogettuale:  
MACROSTRUTTURA DELL'IVB COMUNALE



## Le macroaree e i ruoli funzionali

Segue una breve descrizione delle macroaree, dei ruoli e delle macroazioni previste.

### A. I PLIS delle colline MANTENIMENTO E GESTIONE

Descrizione: area verde consolidata corrispondente all'inizio del sistema collinare che confina la piana alluvionale. I livelli prestazionali sono i più alti del territorio comunale, ma possono crescere. Questo areale include anche il sistema insediativo diffuso sui versanti collinari e i cui spazi aperti costituiscono elemento di connessione tra la città consolidata e il paesaggio collinare.

Azioni proposte: il PLIS delle colline è l'organismo principe per la gestione del territorio. I suggerimenti del PVB segnalano l'opportunità di incrementare le relazioni con i territori circostanti, al fine del potenziamento dei SE scarsi e dell'attuazione di economie di scala. Ciò potrà avvenire anche attraverso l'aumento delle forme di cooperazione forestale per la promozione della silvicoltura naturalistica (sull'esempio della associazione Fondiaria "Monte Maddalena" che gestisce ca 253 ha forestali), la gestione del reticolo idrografico collinare, prevedendo azioni mirate alla riapertura e riqualificazione di alcuni tratti e, particolarmente, alla limitazione del run-off rurale e delle portate parassite<sup>8</sup> nelle reti di collettamento al piede del versante.

<sup>8</sup>Le acque cosiddette "parassite" sono in realtà acque di ottima qualità che ruscellano dai versanti ma arrivano, in pianura, non trovando più spazio per scorrere a causa delle urbanizzazioni recenti, vengono sovente intubate e inviate nelle reti fognarie: oltre ad uno spreco inutile di risorsa, queste sono tra le maggiori cause della saturazione delle reti durante gli eventi di pioggia, conseguente attivazione degli sfiori

**Tabella 17** - Schema metaprogettuale:  
RUOLI FUNZIONALI DELL'IVB



## B. Ambiti dell'agricoltura

Si configurano 3 ambiti di cui 2 solo parzialmente agricoli, di cui si evidenziano le potenzialità specifiche, ma l'obiettivo comune potrebbe essere un unico progetto diversificato per la valorizzazione dell'agricoltura urbana, attraverso un "patto agro-sociale" con la città per

riqualificare il paesaggio rurale, sia "residuale" che produttivo, ridisegnare e consolidare il margine con il tessuto urbano, ristabilire l'identità locale e le relazioni con il tessuto sociale, contrattare le produzioni agricole e i servizi di agricoltura sociale con la città. Da questo punto di vista si ritiene molto utile l'integrazione delle proposte del presente Piano con i contenuti e, in particolare, le "PROSPETTIVE DI RILANCIO DELL'AGRICOLTURA PERIURBANA NEL COMUNE DI BRESCIA" contenute nello studio "Nutrire Brescia" sviluppato dal Comune nel 2015.

### Area 1 (Area inclusa tra la città e la collina) POTENZIAMENTO

Descrizione: area prevalentemente agricola residuale, molto frammentata, ma con potenzialità elevate in termini di servizi alla città.

Azioni proposte: potenziamento di una produttività funzionale a migliorare i servizi ecosistemici per la città e l'agricoltura sociale, includendo la componente fruitiva regolata anche rinforzando le connessioni con il sistema collinare e il sistema degli spazi aperti attorno al quale si articola il tessuto insediativo più recente. Ambito strategico per l'agricoltura sociale nell'eventuale Patto.



## **Area 2 (Area del PLIS DELLE CAVE) MANTENIMENTO E GESTIONE**

Descrizione: area prevalentemente trasformata dalle cave con lotti di agricola residuale, molto frammentata. L'acqua domina la scena e gli aspetti paesaggistici paiono essere le risorse più rilevanti.

Azioni proposte: l'agricoltura in questo ambito è un supporto alle attività primarie che possono essere fruttive e sportive. Le coltivazioni dovrebbero entrare nel sistema fruttivo tramite un'agricoltura accessibile, operativa e comunicativa anche per i cittadini. I servizi ecosistemici principali sono quelli di regolazione legati al raffrescamento, per la presenza dell'acqua, e culturali. Si suggeriscono specifiche azioni volte a ricucire il paesaggio rurale "residuale" con i paesaggi dell'acqua, attribuendo ad ogni cava tipi di recuperi diversi e complementari, finalizzati alla costruzione di un sistema in cui la biodiversità rappresenti un valore importante, in associazione al benessere e all'educazione. Ambito strategico per l'educazione ambientale, la fruizione e l'agricoltura dell'acqua nell'eventuale Patto.

## **Area 3 (Area agricola produttiva POTENZIAMENTO E "FARE SISTEMA")**

Descrizione: area prevalentemente agricola, molto meno frammentata delle altre, con potenzialità produttive e di servizi alla città.

Azioni proposte: potenziamento del comparto agricolo sia dal punto di vista produttivo (in relazione con la città), ecosistemico (servizi ecologici alla città), fruttivo (servizi sociali alla città). Attraverso specifiche azioni volte a:

- riqualificare il paesaggio rurale "residuale";
- mitigare gli impatti della viabilità a nord;
- ridisegnare il margine con il tessuto urbano;
- ristabilire l'identità locale e le relazioni con il tessuto sociale;
- diversificare l'offerta produttiva e aumentare la multifunzionalità agricola.

Ambito strategico per l'agricoltura produttiva nell'eventuale Patto.

## **C. Il sistema fluviale del Mella >>>RIDARE SPAZIO AL FIUME E INTERVENTI MIRATI**

Descrizione: il Mella è l'"autore" della piana alluvionale occupata dalla città. Nonostante, ciò è ormai relegato in spazi esigui rispetto alle sue portate idriche e alle potenzialità dei SE che accompagnano fiumi sani. La situazione qualitativa delle sue acque, del suo ecosistema in genere e della fascia di pertinenza

fluviale ormai facente parte integrante della città, richiede interventi emblematici ed efficaci.

Azioni proposte: stante la complessità e l'importanza strategica del sistema fluviale, non solo per l'IVB, ma proprio per la città intera e il suo territorio, gli orientamenti progettuali sono approfonditi in due schede specifiche: la scheda progetto del Mella e quella della Caffaro, dato che il SIN rientra a tutti gli effetti nella fascia fluviale. (Cfr. Allegato "PROGETTI SPECIALI", tra gli strumenti per l'attuazione e l'operatività del Piano, cfr. premessa).

## **D. I frammenti e le reti RICUCITURA E INTERVENTI MIRATI**

Descrizione: aree verdi mediamente di piccole dimensioni e isolate, con caratteri differenti e distribuite nel tessuto urbano, aventi generalmente livelli prestazionali medio-bassi.

Azioni proposte: deframmentazione delle aree attraverso la realizzazione di connessioni fisiche e biotiche (mobilità dolce e infrastrutture verdi e blu); innalzamento dei livelli prestazionali attraverso il potenziamento della dotazione di verde (componente arborea, arbustiva) associata ai SuDS diffusi; interventi sulla qualità fruttiva degli spazi aperti (accessibilità, margini, arredo). Massima valorizzazione degli spazi verdi previsti dagli AT del PGT. Sinergie tra gli interventi di manutenzione della città e la realizzazione di NBS funzionali all'IVB. Contratti, convenzioni con i cittadini per la gestione e manutenzione dell'IVB.

## **E. Il paesaggio delle infrastrutture MICRO INTERVENTI DIFFUSI**

Descrizione: si tratta di un'importante cesura nel territorio che divide nettamente la città dal suo territorio a Sud, senza peraltro riuscire a costruire un limite alla crescita urbana. È presente una certa abbondanza di aree verdi, prive di ruoli specifici in quanto generalmente intercluse tra le maggiori infrastrutture. Mostrano livelli prestazionali minimi.

Azioni proposte:

- potenziamento delle aree verdi esistenti con interventi di mitigazione delle infrastrutture, tenendo conto della necessità di ricucitura nord/sud;
- messa a sistema e riqualificazione delle aree residuali anche di limitate dimensioni per gestione delle acque, boschi urbani staccati dalle infrastrutture;
- prosecuzione del progetto di mitigazione della tangenziale sud.

## F. La città storica

Descrizione: è la classica “città dura”, che ammette solo arredo verde E PICCOLI SPAZI STORICAMENTE DEDICATI AI GIARDINI, tranne che sul monte Cidneo dove è collocato il Castello di Brescia col suo grande Parco, polmone del centro storico

Azioni proposte: stante l'importanza e il valore storico culturale oltre che ecologico del complesso Parco/Castello, gli orientamenti progettuali sono approfonditi in una scheda specifica: PROGETTI SPECIALE Castello, tra gli strumenti per l'attuazione e l'operatività del Piano (cfr. 0 premessa).

## 5.3 Scenario progettuale: lo schema generale dell'IVB di progetto

Lo scenario progettuale propone un disegno di rete nello spirito delle Green and Blu Infrastructures, presentate in premessa.

Gli studi preliminari effettuati sono il riferimento costante per attribuire un significato strategico al Piano nel cammino verso l'adattamento e la sostenibilità della città di Brescia. Lo scenario è il documento principale. L'insieme degli elaborati prodotti, oltre a fornire un quadro esaustivo dell'efficacia del verde urbano nelle sue parti e a verificare la qualità delle trasformazioni previste, si pone come strumento per la governance del sistema degli spazi aperti del comune.

I diversi indicatori e le mappe dei SE, infatti, si prestano ad un uso continuativo ai fini di una rapida valutazione della sostenibilità delle trasformazioni di vario tipo che potranno essere proposte nella città. Tale strumento può essere pertanto utilizzato come supporto efficace alle scelte dell'amministrazione e/o a quantificare entità e tipologie delle compensazioni da richiedere a fronte di trasformazioni significative.

La Tavola 4 “Scenario: Infrastruttura verde e blu di progetto”, definisce lo scenario strategico complessivo del progetto dell'IVB per l'attuazione degli orientamenti individuati nelle “Missioni di pianificazione”, articolate per ogni Sub UPA nel “quaderno degli ambiti di progetto, a partire dai macroelementi che strutturano i paesaggi di Brescia: le valli fluviali, i caratteri dei paesaggi rurali e di quelli urbano tecnologici e vi sovrappone gli orientamenti progettuali per migliorare il paesaggio, e facilitare l'adattamento attraverso la riduzione delle vulnerabilità e l'aumento delle resilienze”.

Il disegno dell'IVB si fonda sulle esigenze emerse dalle analisi e dalle sintesi valutative si appoggia alla Rete dei PLIS per quanto riguarda le aree interessate. Non pone vincoli, ma individua

proposte operative per il risanamento paesaggistico ambientale della città in un'ottica di adattamento ai grandi cambiamenti in corso, tra cui quelli climatici.

Lo scenario dell'IVB di progetto propone un aumento prestazionale attraverso l'inserimento di una serie assai diversificata di NBS, scelte tra quelle più efficaci per migliorare le prestazioni dei SE nelle diverse Sub UPA, in riferimento al loro bisogno. Tali elementi arricchiscono il paesaggio urbano, rurale e fluviale, i PLIS e ne diversificano e integrano le funzioni: ecologiche, sociali e culturali.

L'IVB prevede di migliorare il Paesaggio e l'Ambiente attraverso azioni da attuarsi attraverso NBS articolate e localizzate in modo opportuno al fine di incrementare i SE erogabili dall'infrastruttura verde e blu comunale. Si prevedono azioni, i progetti diffusi di rete, appartenenti alle seguenti categorie:

- **Contenimento dei fenomeni alluvionali e delle siccità estive e contestuale miglioramento della qualità delle acque libere:** Interventi diffusi con Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile (SuDS), diversamente articolati in base alle permeabilità dei substrati presenti nelle varie parti del territorio con ampliamento dello spazio fluviale e riqualificazione fluviale ovunque possibile, con particolare riferimento al fiume Mella e al torrente Garza;
- **Miglioramento del microclima** e, in particolare, dell'isola di calore: aumento della vegetazione ombreggiante (interventi sul Capitale Naturale), miglioramento della ventilazione, riduzione delle superfici impermeabili ovunque possibile e aumento dell'evapotraspirazione della vegetazione legando le Infrastrutture verdi alle Infrastrutture blu con i SuDS;
- **Miglioramento dell'agroambiente** per migliorare i benefici dei Paesaggi rurali sia in termini di sicurezza alimentare che climatica e di fruizione;
- **Costruzione dell'Infrastruttura verde e blu urbana (IVB)** per il miglioramento del Paesaggio urbano e per i benefici che dall'IVB possono derivare sia direttamente che indirettamente per le persone, l'attrattività e la gestione delle città;
- **Progettazione paesaggistica delle infrastrutture.** Brescia detiene una rete infrastrutturale che attraversa la città. Le infrastrutture lineari sono tra gli elementi più dirompenti nei paesaggi, in quanto definiscono impatti diretti e indiretti su tutte le componenti ambientali, frammentano il paesaggio, ecc. Dunque, un'infrastruttura influisce negativamente su fasce di territorio molto più ampie di quelle fisicamente occupate. È importante farsi carico di tali problematiche per evitare la sparizione dei paesaggi e dei suoli di qualità ancora esistenti;



- **Mobilità sostenibile e integrata.** Il tema della mobilità è cruciale. L'IVB lo affronta accomunando la potenzialità turistico ricreativa con le necessità di trasporto quotidiano, indicando l'intermodalità bici/treno come uno degli assi portanti, anche in termini di sostenibilità individuale: economica e per il benessere psico fisico;
- **Miglioramento della qualità urbana** attraverso progetti che integrano tutto quanto scritto sopra e la valorizzazione dei beni culturali e degli insediamenti attraverso lo sviluppo dell'IVB diffusa: a partire dalle aree esterne alla città, attraversa e "invade" la città seminando benefici.

## 5.4 Lo scenario di Piano: la Tavola 4 - Scenario: l'Infrastruttura Verde e Blu di progetto

La Tavola 4 restituisce in termini di politiche e azioni progettuali le strategie territoriali delineate negli schemi metaprogettuali, integrando le esigenze delle Sub UPA. Il disegno dell'IVB ha la funzione di territorializzare le missioni di pianificazione definite per ogni singola Sub UPA. Alcune priorità sono già indicate nel Quaderno degli ambiti di Progetto. Nella mappa sono rappresentate tre categorie di informazioni:

**1. Gli elementi di stato di fatto** su cui il progetto si appoggia: l'IVB di stato come sottofondo, i servizi cimiteriali (comprendendo le fasce di vincolo molto utili all'incremento dell'IVB), i servizi scolastici e sociosanitari (in quanto contenitori di aree verdi particolari e, contemporaneamente, luoghi che necessitano di spazi aperti specifici al loro contorno), i parchi e giardini principali, che rappresentano i nodi principali del progetto. Tra gli elementi di stato sono compresi progetti e azioni non ancora realizzati, ma approvati in quanto si prevede che saranno realizzati a breve. Si tratta dei seguenti elementi:

Boschi gestiti dalla Associazione Fondiaria Monte Maddalena.

Al termine del percorso condiviso durato quasi un anno, si è costituita l'Associazione Fondiaria "Monte Maddalena" per la gestione forestale responsabile dei boschi del territorio comunale di Brescia. L'iniziativa è nata nell'ambito la strategia di transizione climatica del Comune di Brescia, sviluppata col progetto "Un Filo Naturale" supportato da Fondazione Cariplo e Regione Lombardia. L'azione è una risposta agli effetti della crisi climatica, aggravata dalla mancata manutenzione o totale abbandono dei boschi i quali, se correttamente gestiti, possono garantire una protezione dei versanti per mitigare gli effetti delle avversità climatiche. Considerati gli importanti SE di regolazione erogabili dai boschi collinari rispetto alla città, l'amministrazione comunale ha voluto promuovere un'azione che coinvolge

anche proprietà private, puntando a una gestione forestale condivisa e responsabile, basata su una silvicoltura naturalistica, pianificata, con l'obiettivo della valorizzazione multifunzionale della risorsa boschiva.

Infrastrutture programmate.

Sono presenti due importanti infrastrutture su ferro:

1A – Tram

1B – Tracciato raccordo ferroviario

Di queste il PVB non dice nulla in quanto i progetti sono già in una fase avanzata. Si riportano dunque come stato di fatto di cui tener conto

Progetto di forestazione – Sistema infrastrutturale "Autostrada-Tangenziale".

Si tratta di un grande progetto di forestazione di iniziativa comunale, inserito nel PGT vigente.

Il progetto riguarda il completamento della forestazione lungo il corridoio di Autostrada e Tangenziale Sud non solo lungo le aree pubbliche, ma anche nelle aree oggi private, secondo il meccanismo previsto dalla IV variante al PGT. Il progetto, per quanto riguarda le aree pubbliche, è approvato e, a breve, sarà operativo. Per quanto riguarda le aree private, sono previste pratiche di esproprio/asservimento delle aree private a ridosso di Autostrada e Tangenziali per realizzare interventi di forestazione. Completano il progetto gli interventi sulle aree pubbliche lungo l'asse della Tangenziale Sud, il cui primo lotto è già stato approvato dall'Amministrazione Provinciale di Brescia.

Il progetto è riportato nella tavola 4 ed è integrato dallo scenario con gli interventi identificati con il numero 8, riguardanti le aree private. Si tratta di interventi finalizzati ad aumentare la dotazione di SE di regolazioni utili a tutto il sistema urbano che ben si integrano con gli interventi di forestazione già previsti.

Si immagina infatti, che tutta la fascia infrastrutturale possa divenire un grande luogo di erogazione di servizi ecosistemici diversi e complementari, con l'attenzione di non portar gli alberi in strettissima vicinanza con le infrastrutture, per evitare il rischio di investimento della fauna selvatica, in caso di non continuità delle reti di protezione.

## **2. Gli elementi del Quadro programmatico, interagenti con l'IVB**

Ambiti di trasformazione, trattati più avanti al par. 7.1.1, per i quali viene proposta una tabella di accompagnamento delle progettualità ai fini di migliorarne l'integrazione con lo scenario del PVB.

Con il numero 2, l'Ambito di trasformazione "La Piccola", per il quale nel quaderno dell'ambito di progetto "Città densa della pianura alluvionale del Mella", è fornito il progetto delle opere di mitigazione e compensazione previste.

Area d'intervento della vasca di laminazione per il torrente Garzetta. Si tratta di un intervento programmato per il quale, all'interno del Quaderno d'Ambito di progetto di riferimento, sono fornite alcune indicazioni per un progetto inserito nel contesto paesaggistico preesistente.

Attrezzature e spazi aperti da acquisire: aree per interventi pubblici prioritari. Si tratta delle aree che l'Amm.ne comunale acquisirà ai fini della realizzazione dell'IVB. Per le aree che si trovano nella fascia infrastrutturale è prevista la forestazione. Altre disseminate nella città sono in genere destinate a interventi multifunzionali che comprendono i SuDS.

## **3. Azioni per lo scenario dell'IVB di progetto**

Queste sono divise in 2 gruppi, i progetti diffusi di rete e i progetti speciali

I progetti diffusi di rete, sono le tipologie ripetute che, nel loro insieme, potranno permettere di raggiungere gli obiettivi della città sana, sorgente, per le persone. Oltre a essere rappresentati nella cartografia di scenario, sono esemplificati nell'ABACO DELLE NBS, tra gli strumenti per l'attuazione e l'operatività del Piano.

Ridisegno della sezione stradale dei viali. Si tratta di accorgimenti che, lavorando sulla sezione stradale, permettono di aumentarne la sicurezza nei confronti della mobilità multimodale: veicoli a motore, bici, monopattini e pedoni. La coesistenza delle diverse modalità di trasporto, l'aumento dell'utilizzo dei mezzi alternativi all'auto e al mezzo pubblico, stanno aumentando il livello di rischio nella circolazione. Il rallentamento dei veicoli a motore, calibrato con i flussi attesi, è una delle pratiche più efficaci ai fini di aumentare la sicurezza e migliorare la vivibilità della città. Il rallentamento è possibile senza dossi, né segnaletica, ma semplicemente lavorando sulla sezione stradale, il posizionamento degli stalli per parcheggi, la sistemazione delle ai-

uole spartitraffico utilizzate per "ordinare" la strada, ma anche per realizzare SuDS integrati alla vegetazione stradale, per un miglioramento complessivo. L'Abaco contiene alcune suggestioni e indicazioni in proposito. Si tratta di interventi possibili ove la sezione stradale lo consente e compatibilmente con i caratteri del contesto (viali, strade secondarie, "zone 30" a velocità limitata, zone produttive). Sono proposti, ad esempio, la riduzione dello spazio destinato al movimento veicolare (carreggiata) per ricavare bande pedonali opportunamente separate dal nastro stradale, percorsi sinuosi, così da rallentare il traffico e rendere meno pericolosa la percorrenza senza ricorrere a rallentatori trasversali.

SuDS di Insieme – Progetto integrato per la gestione sostenibile delle acque meteoriche negli ambiti produttivi. La sicurezza idraulica e le problematiche idrologiche legate alle qualità delle acque superficiali e sotterranee, richiedono una drastica riduzione delle quantità d'acqua piovana recapitate nelle reti fognarie. La conservazione della risorsa acqua nei suoli ha il triplo vantaggio di evitare le alluvioni urbane, mantenere sana una risorsa che, attualmente, diventa scarto senza neppure essere usata, aiuta a conservare umidità nei suoli che bagna, favorendo la proliferazione dei batteri che metabolizzano il carbonio, lo tolgono dall'atmosfera e aumentano la fertilità del suolo stesso. I SuDS sono gli interventi principali per il graduale risanamento del sistema delle acque ed è previsto che vengano realizzati ovunque sia possibile con modalità diverse, rispetto alle possibilità di infiltrazione nelle varie Sub UPA. Ove non sia possibile infiltrare, esempio zona Caffaro, si potranno prevedere aree pavimentate ad allagamenti controllati (piazze, ma anche strade nei comparti industriali per esempio) da utilizzare come vasche di laminazione temporanea all'interno dei progetti integrati.

Resta il problema, soprattutto nella città densa, di trovare gli spazi per l'acqua. Pertanto, si sono individuati, all'interno del tessuto urbano, areali ampi dove procedere con progetti integrati che potranno coinvolgere soggetti diversi. I vantaggi sono quelli di dare la possibilità di gestione sostenibile delle acque anche a chi non ha spazio, una realizzazione e gestione comune riducono i costi, è più facile utilizzare i SuDS in senso multifunzionale, a vantaggio della comunità. A questo proposito si potrà operare attraverso tavoli di confronto che vedranno il coinvolgimento dei proprietari dei manufatti che generano acqua e di quelli in cui l'acqua può essere infiltrata, il

comune, il servizio idrico e altri portatori d'interesse, a seconda delle situazioni. L'esito potrà essere un "contratto di SuDS", contenente impegni, regole e benefici attesi. Lo scenario contiene altresì la possibilità di convogliare le acque a valle nella fascia infrastrutturale e/o a valle di questa (interventi 8a e 8b), e verso il Mella (progetto speciale), per l'invio delle acque di piov-

gia, comprese quelle di dilavamento stradale, in appositi impianti di fitodepurazione per il successivo riuso delle acque depurate a fini agricoli e/o per restituirli lentamente e alla fine delle piogge al reticolo superficiale. Le aree al margine urbano possono divenire così sorgenti potenziali per le aree agricole, previa decantazione e fitodepurazione, dando attuazione alla città sorgente. L'Abaco contiene alcune suggestioni ed indicazioni in proposito

De-impermeabilizzazione di parcheggi, piazzali, strade. Si tratta di spazi urbani in cui la riduzione delle superfici asfaltate e cementate a favore di aree permeabili e vegetate, permette l'infiltrazione diretta e la progettazione di spazi di qualità dove l'IVB può essere opportunamente incrementata sia come infrastruttura verde che attraverso i SuDS. Tali soluzioni consentono di diversificare e caratterizzare l'immagine urbana per ritrovare l'identità dei luoghi e migliorare la qualità degli spazi aperti progettati. Sono associate ad altre opere di drenaggio urbano e coniugano funzioni utilitaristiche (percorsi, parcheggi...) con quelle idrauliche ed idrologiche (infiltrazioni) ed estetico-percettive. L'Abaco contiene alcune ipotesi ed indicazioni in proposito.

Verifica puntuale della possibilità di riapertura di tratti tombati del Garza. Il torrente Garza e il colle Cidneo sono le preesistenze che hanno dato origine al processo fondativo della città di Brescia. Il colle è tutt'ora una presenza identitaria, culturale straordinaria, il Garza è quasi sparito dalla memoria dei cittadini. Rimangono alcuni lacerti a cielo aperto in cui l'acqua è costretta in misere misure, e quelle curiose sinuosità di via S. Faustino che denunciano un passato diverso a chi le sa vedere. Ritrovare il Garza potrebbe rivestire significati e funzioni diverse e importanti. Nel Garza ci sono le radici della città, scorre un'acqua mescolata a reflui: portarlo in superficie permetterebbe di risanarlo, e con lui le acque che nutrono l'agricoltura di valle che potrebbe diventare migliore. Il letto del Garza potrebbe accogliere le acque meteoriche che, oggi, non si sa dove mettere, perché la crescita della città non le ha previste e dunque non ha lasciato spazio. Potrebbe diventare un pezzo di città fortemente attrattivo e rinfrescante durante le estati più calde. Tutto questo in un unico spazio, con un unico progetto, realizzabile per stralci successivi. L'Abaco contiene alcune proposte e indicazioni in proposito. Progettazione paesaggistica delle fasce a margine delle infrastrutture tramite interventi diversificati. Si tratta della proposta di completamento del progetto di "forestazione – Sistema infrastrutturale Autostrada-Tangenziale". La fascia infrastrutturale costituisce attualmente una enorme barriera che separa la città dal suo territorio a Sud. Gli interventi di forestazione sono essenziali, ma possono trovare delle complementarietà con altri interventi importanti volti a ridurre l'effetto divisivo, ottenendo benefici ulteriori da SE diversi da quelli offerti dai boschi. Sono dunque proposti altri interventi da associare

in modo armonico e funzionale alle forestazioni previste. In particolare, si ritiene ancora una volta che l'acqua possa essere un fortissimo legame tra Nord e Sud. Seguono le proposte immaginate sulla base delle vulnerabilità complessive:

- 7A SuDS per la gestione delle acque meteoriche di provenienza urbana e sistemi di fitodepurazione per il recupero della risorsa. Questa proposta costituisce il completamento di alcuni SuDS di insieme, perché permette di trovare un recapito finale per le acque che non possono essere infiltrate o che non trovano spazio in città, fornendo una delle risposte per la realizzazione delle città sorgente. A fronte di accordi con i proprietari agricoli, le aree agricole possono ospitare idonei impianti di fitodepurazione finalizzati all'utilizzo delle acque risultanti per l'agricoltura;
- 7B SuDS per la gestione delle acque di dilavamento stradale e sistemi di fitodepurazione per il recupero della risorsa. Questa proposta è analoga alla precedente, ma riguarda le acque stradali. Pertanto gli impianti per la purificazione dell'acqua dovranno essere diversi;
- 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. La città che produce risorse può produrre energia rinnovabile, a patto che la produzione energetica non vada a scapito di altre risorse importanti. I campi fotovoltaici e agrovoltai dovrebbero, dunque, essere pianificati, in modo tale da trovare spazio nei luoghi più idonei. I margini delle infrastrutture stradali non sono i luoghi migliori per coltivare prodotti alimentari, in quanto aria, acque e suoli soffrono, in genere, della diffusione di inquinanti vari da parte dei veicoli circolanti. Una buona pratica è quella di realizzare zone buffer (ad esempio le forestazioni) per assorbire i disturbi creati. La proposta prevalentemente immaginata per le aree di proprietà privata lungo le infrastrutture orientate Est/Ovest prevede di produrre risorse, contestualmente, proteggere i contesti attraversati: ad esempio fasce di campi fotovoltaici opportunamente orientati e/o coltivazioni no food di profondità massima di 50 m, integrati da interventi di ricomposizione, quali i filari a T perpendicolari all'infrastruttura. Questa sistemazione potrà risultare vantaggiosa per i proprietari e dunque non sarà necessario l'esproprio, restituisce un buffer che preserva le colture dagli inquinanti e introduce tratti di infrastruttura verde con valenza paesaggistica di ricucitura del paesaggio attraverso le linee preferenziale Nord-Sud. Le aree agricole "sacrificate" sono marginali al fondo e, comunque, non più vocate alle produzioni food. L'Abaco contiene alcune suggestioni e indicazioni in proposito.

Inserimento di sistemi lineari di vegetazione (filari a T). Sono filari volti all'integrazione delle infrastrutture nel paesaggio. Sono posizionati perpendicolari all'infrastruttura con la finalità di ricostruire trame e giaciture orientate secondo le linee di forza del paesaggio (all'incirca Nord-Sud). La parte alta della T, parallela all'infrastruttura, costituisce un rinforzo di mitigazione in prossimità alla strada. L'Abaco contiene alcune ipotesi ed indicazioni in proposito.

Ricostruzione dell'agroecosistema. Si prevedono alcune azioni diversificate, valide per aumentare i SE scarsi in tutti gli ambienti agricoli: riqualificazione del reticolo idrico principale anche al fine di migliorare la qualità dell'acqua mediante il contributo della fascia di vegetazione riparia, incremento dell'equipaggiamento vegetazionale nel rispetto delle giaciture. A questo proposito e per non gravare sulle aree agricole si preferiranno i bordi dei campi, l'accostamento alle strade interpoderali (anche per fornire ombra durante l'estate) e al reticolo idrico. Gli interventi potranno essere realizzati attraverso l'adesione delle idonee misure Piano di Sviluppo Rurale. L'Abaco contiene alcune idee ed indicazioni in proposito.

Azioni di miglioramento dell'ecosistema forestale e azioni a sostegno della fruizione sostenibile in sinergia con il PLIS. Si tratta di un'azione che riguarda gli ambiti collinari e la necessità di agire per migliorare l'erogazione di SE, in particolare di regolazione e supporto. L'Abaco contiene alcune suggestioni ed indicazioni in proposito.

Cerniera: transizione sistema urbano/sistema collinare e nodi di relazione. Si tratta di un ambito esteso, che definisce relazioni importanti tra la città e il sistema collinare. Fino a non molto tempo fa connotato da un sistema rurale minuto in cui lembi di bosco si alternavano a campi eterogenei di piccole dimensioni: un insieme con alto valore sia paesaggistico (memoria, tradizione, estetica, fruizione) sia ecologico, grande ecotone (area di transizione tra un ecosistema e un altro o, come in questo caso, tra un paesaggio e un altro) che conservava caratteristiche dei 3 paesaggi che in questa fascia si incontravano, più le caratteristiche proprie dovute proprio alle relazioni tra tutti). Oggi gli appezzamenti agricoli sono in via di sparizione, si sono invece moltiplicate le abitazioni, prevalentemente ville e villette.

Ciò nonostante, la funzione di transizione resta viva, un luogo dove la città è rarefatta e incontra la natura, un luogo dove le connessioni tra boschi e l'IVB urbana sono ancora presenti, sono indicate nella Tavola 4 e sono da conservare e potenziare, anche in riferimento a quanto previsto nel progetto speciale del parco del Castello. Ruolo molto importante di questa fascia, è quello idrologico, come "spugna" per la gestione del run off collinare e la intercettazione delle acque parassite che, attualmente, finiscono nella rete fognaria, degradando la risor-

sa e creando problemi significativi alla rete in tempi di pioggia. Riferimenti quaderno dell'ambito di progetto: PLIS delle Colline

Interventi di inserimento paesaggistico delle infrastrutture programmate. Sono state inserite due infrastrutture programmate: il tram e il peduncolo ferroviario a Sud-Ovest. L'Abaco contiene alcuni suggerimenti e indicazioni in proposito.

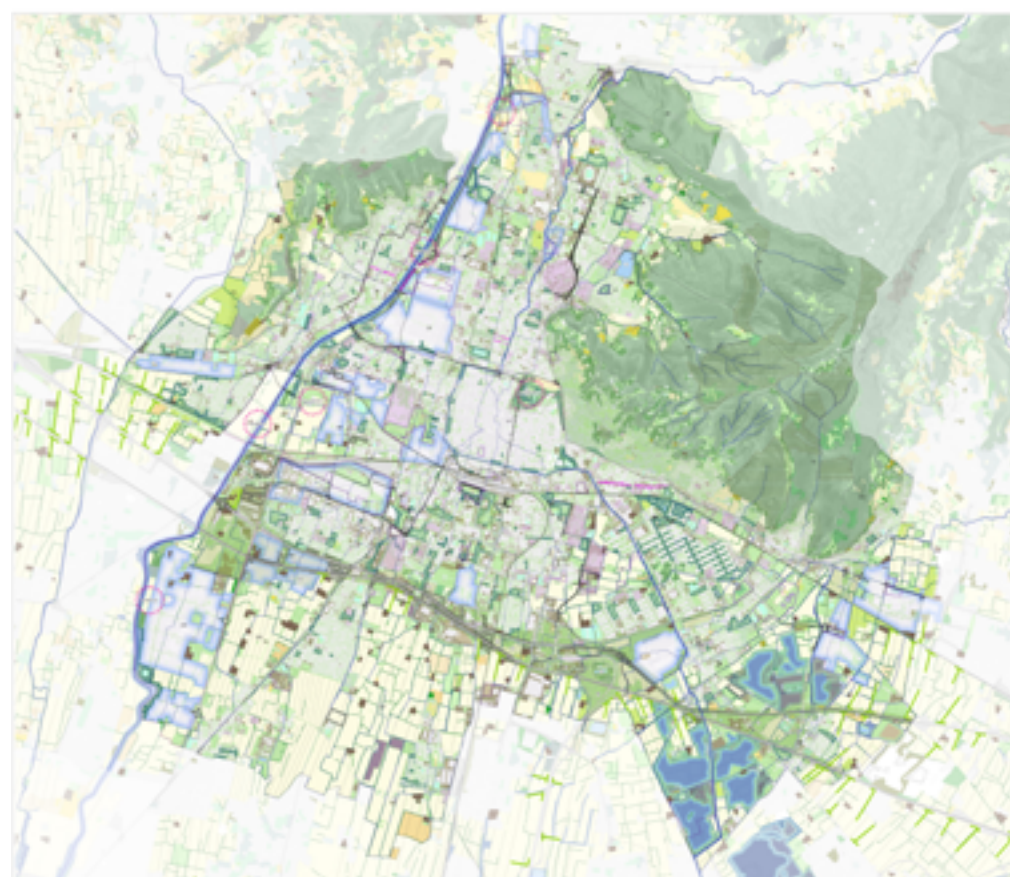
Progetti speciali: si tratta dei progetti emblematici, scelti per efficacia potenziale nei confronti degli obiettivi, ma anche perché sono evocativi della storia e delle criticità di cui la città è consapevole. Per ognuno dei progetti è stata realizzata una scheda che riporta una breve descrizione dei punti salienti da risolvere e gli orientamenti possibili di progetto. Si tratta dei seguenti:

- a) Caffaro
- b) Mella
- c) Castello

Riferimenti all'allegato "Progetti Speciali" (Castello, Mella e Caffaro, tra gli strumenti per l'attuazione e l'operatività del Piano, cfr. premessa).

Segue la "Tavola 4 Scenario di Piano": Infrastruttura verde e blu di progetto





Spazi occupati dalla Rete Ecologica Comunale



Itinerari e percorsi per la fruizione paesaggistica estratti dalla rete comunale



-  Servizi centrali, scolastici e socio-sanitari
-  Parchi e giardini principali
-  Boschi gestiti dalla Associazione Fondaria Monte S. Angelo
-  ① Infrastrutture programmate  
Ta - Train  
Tb - Tracciato secondo temporetti  
Riferimenti ASACO: **NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEI PAESAGGI INFRASTRUTTURALI, NBS PER LA RIVITALIZZAZIONE DELLA CITTÀ (suoli-acque-vegetazione)**
-  Progetto di forestazione - Sistema infrastrutturale "Autostrada-Tangenziale"  
Riferimenti: POP V. P203, Regime dei suoli - Attribuzione e spazi aperti da acquisire (vincolo preordinato all'esplicito) della IV variante del POT 2015 adottata
-  IVS di Stato (CPR, Tav. 1 - infrastruttura verde e blu (IVS) di Stato)
-  Delimitazione Ambiti di progetto
-  Ambiti di trasformazione
-  ② AT del POT "La Piccola"  
Riferimento Ambito di progetto: Città densa della pianura e Rionale del Mella  
Riferimenti ASACO: **NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEI PAESAGGI INFRASTRUTTURALI, NBS PER LA RIVITALIZZAZIONE DELLA CITTÀ (suoli-acque-vegetazione)**
-  ③ Varsa di lussureggiante per il torrente Caccetta in progetto  
Riferimento Ambito di progetto: **Pis della Collina**  
Riferimenti ASACO: **NBS PER LA FUNZIONALITÀ DEL RETICOLO IDROGRAFICO**
-  Attrezzature e spazi aperti da acquisire: aree per interventi pubblici prioritari
-  ④ Ridisegno della sezione stradale, per il riallineamento dei veicoli, una pedonatura ciclo-pedonale sicura e maggiore disponibilità di aree verdi efficaci
-  SUDS di Insieme - Progetto integrato per la gestione sostenibile delle acque meteoriche e l'adattamento dell'isola di calore  
Riferimenti ASACO: **SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS), NBS PER LA RIVITALIZZAZIONE DELLA CITTÀ, NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEI PAESAGGI INFRASTRUTTURALI**
-  ⑤ Progetti speciali  
Sa - Caffaro  
Sb - Mella  
Sc - Castello  
Riferimenti alligato: **Progetti Speciali**

-  De-impermeabilizzazione di parcheggi, piazzali, strade
-  Verifica puntuale della possibilità di riapertura di tratti tombati del Garza  
Riferimenti ASACO: **NBS PER LA FUNZIONALITÀ DEL RETICOLO IDROGRAFICO**
-  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 tombato
-  ⑦ Progettazione paesaggistica delle fasce a margine delle infrastrutture tramite interventi diversificati  
Ta - SUDS per la gestione delle acque meteoriche di provenienza urbana e sistemi di fitorimediazione per il recupero della risorsa  
Tb - SUDS per la gestione delle acque di drenaggio stradale e sistemi di fitorimediazione per il recupero della risorsa  
Tc - Interventi di forestazione nelle aree intermedie tra le infrastrutture. La biomassa legnosa può essere riutilizzata in alcune filiere come materia prima  
Td - Inserimento di impianti fotovoltaici a margine delle infrastrutture per produzione energetica e realizzazione di fasce di protezione tra il campo e la strada  
Riferimenti ASACO: **NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEI PAESAGGI INFRASTRUTTURALI**
-  Inserimento di sistemi lineari di vegetazione (filari e T) sulla all'integrazione delle infrastrutture nel paesaggio ricostruendo forme e pacchetti.  
Riferimenti ASACO: **NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEI PAESAGGI INFRASTRUTTURALI, NBS PER LA RIVITALIZZAZIONE DELLA CITTÀ (suoli-acque-vegetazione)**
-  Ricostruzione dell'agropastorale (Riquadratura del reticolo idrico principale, Gestione del tessuto rurale e incremento dell'equipaggiamento vegetazionale tramite adesione delle idonee misure agro-ambientali)  
Riferimenti ASACO: **NBS PER LA FUNZIONALITÀ DEL RETICOLO IDROGRAFICO, NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI AGROECOSISTEMI**
-  Azioni di miglioramento dell'ecosistema forestale e azioni a sostegno della fruizione sostenibile in sinergia con il PUS  
Riferimenti ASACO: **NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI ECOSISTEMI FORESTALI**
-  Cerniera: transizione tra il sistema urbano e il sistema collinare e nodi di relazione  
Riferimenti: qualsiasi dell'ambito di progetto: **Pis della Collina**
-  Interventi di inserimento paesaggistico delle infrastrutture programmate
-  Interventi di riqualificazione delle cave  
Riferimenti ASACO: **NBS PER LA RIVITALIZZAZIONE DELLE CITTÀ (aree in trasformazione/trasizione e recupero ambientali)**

5.4.1 Percorsi di trekking urbano tra i parchi e giardini comunali

La proposta di camminare nel verde cittadino è stata lanciata da ERSAF (in collaborazione con Legambiente Lombardia) nel 2018 attraverso l’iniziativa “CamminaForesteUrbane”, lanciata in coincidenza con il Primo Forum Mondiale sulle Foreste Urbane, organizzato dalla FAO a Mantova alla fine di novembre di quell’anno. Da allora ogni anno viene riproposta in autunno l’iniziativa regionale, alla quale aderiscono diverse decine di gruppi locali in tutta la Lombardia. Il Piano del Verde e della Biodiversità del Comune di Brescia si pone l’obiettivo di

promuovere l’attività di camminare tra i parchi e i giardini pubblici comunali, creando percorsi che possano stimolare un nuovo approccio rispetto al classico escursionismo in ambiente e che si integri col trekking urbano inteso come concatenamento di siti di valore storico e monumentale. Il PVB propone numerosi percorsi che cercano di toccare la maggior parte di aree verdi pubbliche, creando itinerari che possono essere anche di notevole valore come quello percorso nel novembre 2023 in occasione del CamminaForesteUrbane 2023. La rete dei percorsi è riassunta nella mappa seguente.

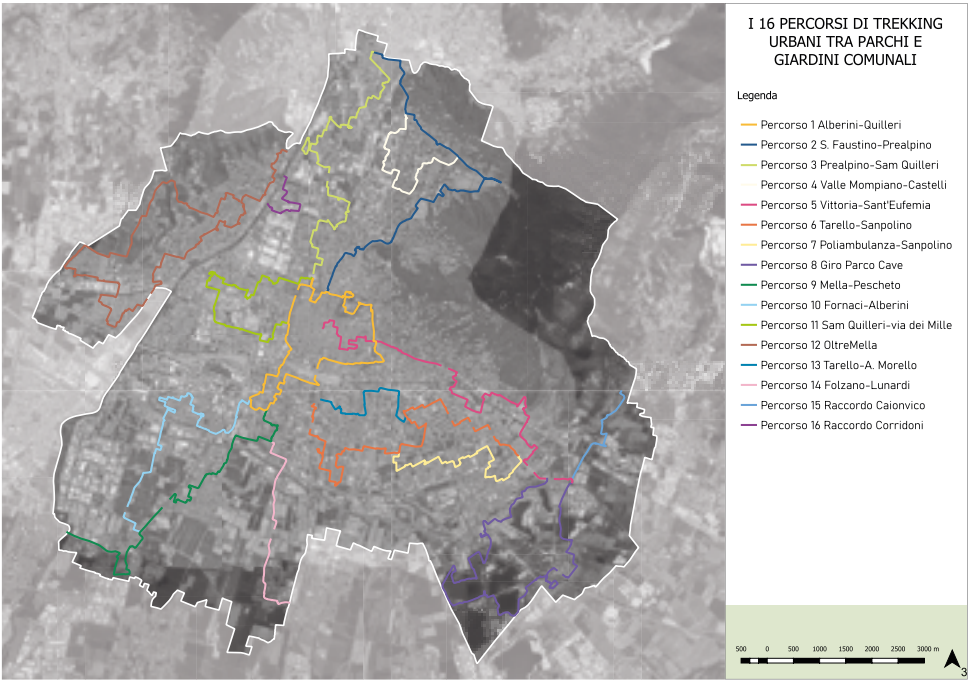


Tabella 19 - Carta dei percorsi trekking urbano

Percorso	Lunghezza (m)
Percorso1 - Da Parco Alberini a Parco Sam Quillieri	8.045
Percorso2 – Da MetroBS S. Faustino al Villaggio Prealpino	8.867
Percorso3 – Dal Villaggio Prealpino al Parco Sam Quillieri	9.277
Percorso4 – Da via Valle di Mompiano al Parco Castelli	4.315
Percorso5 – Da MetroBS Vittoria a MetroBS Sant’Eufemia-Buffalora	9.996
Percorso6 – Dal Parco Tarello a MetroBS San Polino	10.057
Percorso7 – Da MetroBS Poliambulanza a MetroBS SanPolino	5.062
Percorso8 – Giro del Parco delle Cave	12.500
Percorso9 – Dalla ciclabile del Mella al Parco Pescheto	8.381
Percorso10 – Dalle Fornaci al Parco Guido Alberini	7.373





Percorso	Lunghezza (m)
Percorso11 – Dal Parco Sam Quilleri al Parco Falcone - Borsellino	6.674
Percorso12 – Anello dell'OltreMella	15.771
Percorso13 – Dal Parco Tarello al Parco Alcamo Morello	3.170
Percorso 14 – Da Folzano a via Astolfo Lunardi	3.992
Percorso 15 – Raccordo Caionvico	2.608
Percorso 16 – Raccordo per Corridoni	1.861

I percorsi così individuati preliminarmente potranno essere oggetto di progettazione esecutiva che metta anche in evidenza le criticità (tratti con assenza di marciapiedi, punti con mancanza di strisce pedonali ecc.) e dia indicazioni per risolverle. La lunghezza complessiva di questa rete di percorsi è di oltre 110 chilometri. Gli interessati potranno ritagliarsi itinerari su misura percorrendo spezzoni dei percorsi individuati, oppure concatenandone diversi, appoggiandosi alla rete dei trasporti pubblici che permette un agevole collegamento coi punti di partenza e arrivo. Il Comune potrà promuovere iniziative ai fini di far conoscere la rete escursionistica del verde urbano cittadino anche attraverso specifici dépliant/guide che descrivano i percorsi e i servizi offerti o l'organizzazione di eventi attraverso le collaborazioni con associazioni escursionistiche o i gruppi di cammino.

Nell'individuazione di questi percorsi si è cercato di concatenare il maggior numero possibile di parchi e giardini comunali, e di utilizzare quali collegamenti tra essi le vie di migliore qualità sempre rispetto al parametro del verde urbano (viali alberati, strade costeggiate da airole ecc.); non sempre il risultato è stato ottimale ai fini della gradevolezza del percorso, ma eventuali aggiustamenti potranno essere fatti a riscontro dell'avvio della frequentazione, e/o sulla base di suggerimenti dei Consigli di Quartiere, attraverso un processo di partecipazione che stimoli dal basso il miglioramento qualitativo. Inoltre, se questa

proposta di trekking verdi dovesse prendere piede, potranno essere impostati programmi di potenziamento del verde pubblico miranti a potenziare il verde lungo i tratti di collegamento tra i diversi parchi e giardini.

La rete qui proposta si integra (e a tratti si sovrappone) con la rete delle piste ciclopedonali del comune di Brescia. Si integra inoltre con la rete di sentieri escursionistici la quale, relativamente al Parco delle Colline di Brescia, offre la possibilità di camminare nelle aree di maggiore biodiversità del comune stesso.

Le schede dei percorsi sono riportate nell'allegato ad essi dedicato.

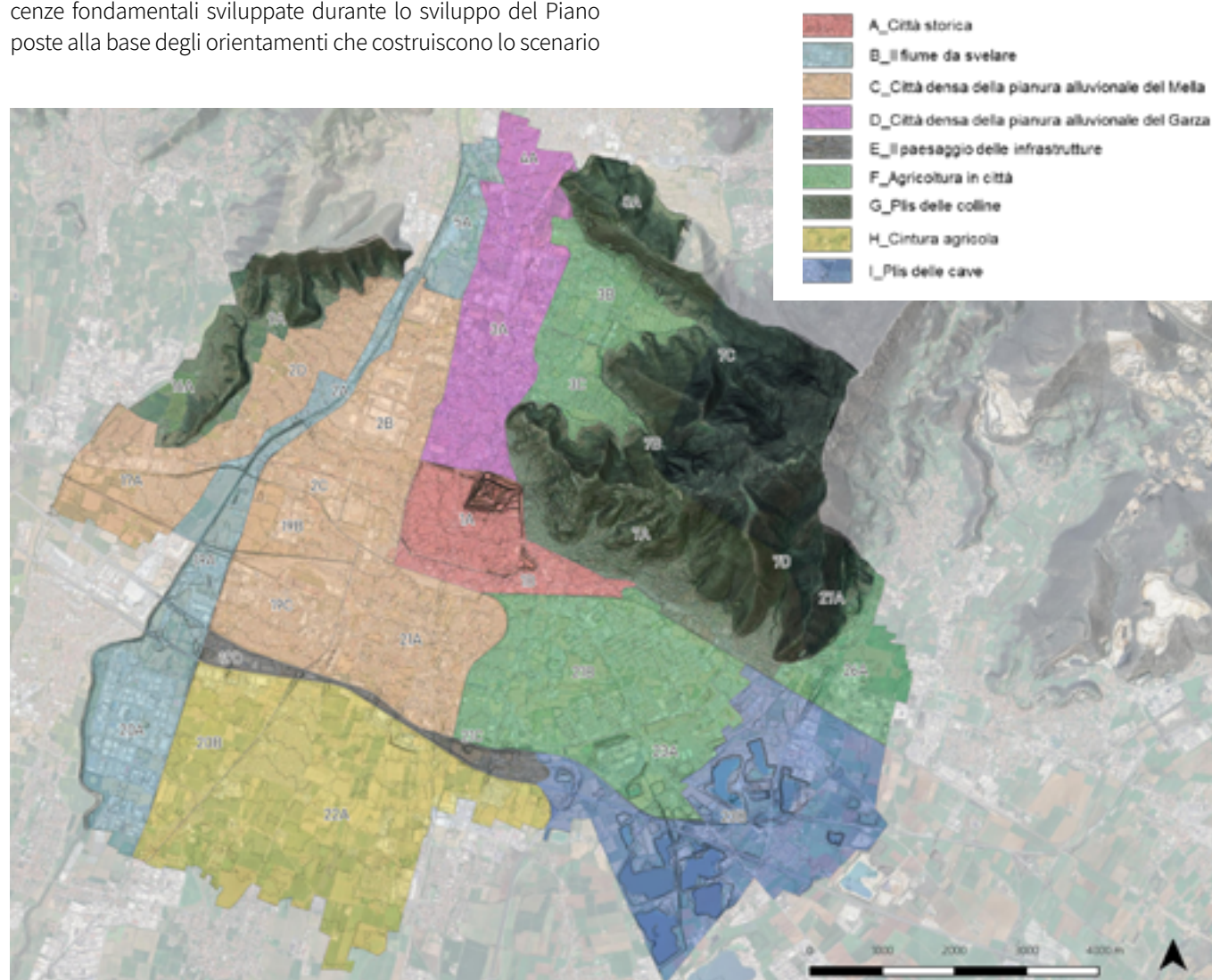
## 6. Gli strumenti per l'attuazione del Piano del Verde e della Biodiversità

### 6.1 Quaderni degli ambiti di progetto

Gli strumenti del Piano sono completati dai Quaderni degli ambiti di progetto, concepiti per supportare i progettisti e i tecnici comunali nelle scelte progettuali per l'attuazione del Piano. I Quaderni costituiscono uno specifico Allegato del Piano. Ogni quaderno riguarda un'aggregazione di Sub UPA che costituisce un "Ambito di progetto".

Ogni Ambito ha un nome. Ogni quaderno sintetizza le conoscenze fondamentali sviluppate durante lo sviluppo del Piano poste alla base degli orientamenti che costruiscono lo scenario

(Tav. 4), contiene le missioni di pianificazione per ogni Sub UPA e le azioni per i progetti che verranno. Segue il quadro d'unione degli Ambiti di progetto. Questo è realizzato sulla base della tavola riportata in fig. 20. Gli accorpamenti effettuati per la definizione degli ambiti tengono conto, oltre che degli aspetti utilizzati per la formazione della fig. 20, anche delle dinamiche insediative recenti che hanno cancellato alcuni aspetti originali.



**Figura 20** - Quadro d'unione degli Ambiti di progetto con indicazione delle Sub UPA che li costituiscono

## A cosa servono i quaderni?

Le pagine sono state costruite per mettere a disposizione dell'Amministrazione e degli "utenti del PVB" uno strumento conoscitivo e gestionale, sintetico e maneggevole.

Queste possono inoltre fornire supporto agli iter autorizzativi, alle discussioni e alle scelte dell'amministrazione anche durante le attività di partecipazione come, ad esempio, le attività dei Consigli di Quartiere.

Le pagine forniscono le conoscenze e le valutazioni interpretative sul sistema degli spazi aperti e del verde comunale e lo scenario progettuale proposto dal PVB.

Le relazioni tra stato di fatto e risultati attesi per il territorio comunale si esplicitano tramite la definizione di missioni di pianificazione specifiche per le aggregazioni di Sub UPA e azioni per l'attuazione dell'Infrastruttura Verde e Blu comunale, ivi compresi i riferimenti all'abaco delle NBS.

Le pagine sono organizzate secondo il percorso effettuato e le fasi illustrate nello schema metodologico della relazione.

Si precisa che i confini delle UPA non sono da considerarsi limiti rigidi e vincolanti, ma perimetri che includono paesaggi con caratteristiche differenti che in genere cambiano da un ambito all'altro gradualmente con fasce di transizione più o meno ampie, non con limiti rigidi.

## PROCESSO DI COSTRUZIONE DELL'INFRASTRUTTURA VERDE E BLU

### FASE 1 DA DOVE SI PARTE

Trasmettere le conoscenze



### Fase 2 COSA NON FUNZIONA E COSA FUNZIONA

Individua bisogni e priorità  
Individuare i valori territoriali



### Fase 3 RISPOSTE EFFICACI

Servizi ecosistemici da sviluppare



### Fase 4 AZIONI PER L'ATTUAZIONE

Dove intervenire  
Come intervenire



## CONTENUTI DEL QUADERNO DELLE UNITÀ PAESISTICO AMBIENTALI

MAPPE TEMATICHE

MAPPE DELLA VULNERABILITÀ  
MAPPE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI

VULNERABILITÀ PRIORITARIE  
SE SCARSI  
MISSIONI

MAPPA DELLA AIVB DEL PROGETTO  
RIFERIMENTI ALL'ABACO

## 6.2 Abaco delle Nature Based Solutions per il Piano del Verde e della Biodiversità

L'abaco è lo strumento che accompagna lo scenario nel raccontare le NBS adatte ad erogare i SE prioritari nelle diverse Sub UPA. Segue i tipi di paesaggio presenti, per ognuno dei quali raccoglie NBS adatte, i SE che ogni NBS è in grado di erogare, note descrittive e realizzative. L'ABACO delle NBS costituisce uno degli strumenti per l'attuazione e l'operatività del Piano.

Segue l'indice dell'Abaco

### ABACO PER IL PIANO DEL VERDE E DELLA BIODIVERSITÀ

#### SEZIONE 0. INTRODUZIONE

##### GUIDA ALL'USO DELL'ABACO

##### PERCHÉ LE NBS

##### COSA SONO LE NBS

Infrastrutture Verdi e Blu e NBS

Funzioni e benefici delle NBS

##### COME UTILIZZARLE

Il progetto: dal contesto all'opera

Domande utili

Scale d'intervento

Scale spaziali e fasi del progetto

Margini, forme e compatibilità tra spazi verdi

#### SEZIONE 1. NBS E PAESAGGI

##### AD OGNI PAESAGGIO LE PROPRIE NBS

##### I PAESAGGI DELLA CITTA' DI BRESCIA

L'Infrastruttura verde e blu di progetto

Gli ambiti di progetto

##### LE NBS PER GLI AMBITI DI PROGETTO

- Le NBS per la città storica (Ambito A)
- Le NBS per la città densa (Ambito C-D)
- Le NBS per il paesaggio delle infrastrutture (Ambito E)
- Le NBS per il fiume da svelare (Ambito B)
- Le NBS per l'agricoltura in città (Ambito F)
- Le NBS per la cintura agricola (Ambito H)
- Le NBS per il Plis delle Colline (Ambito G)
- Le NBS per il Plis delle Cave (Ambito I)

##### CATEGORIE DI NBS

#### SEZIONE 2. SCHEDE

##### I. SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS)

- Fossi vegetati, fossi e trincee drenanti
- Gli "alberi della pioggia"
- Bacini di ritenuta e rain garden
- Stagni e zone umide
- Strade e piazzali ad allagamento controllato
- Pavimentazioni permeabili
- Impianti per lo stoccaggio e il riuso dell'acqua meteorica

##### II. NBS PER LA RIVITALIZZAZIONE DELLA CITTÀ

##### (suoli-acque-vegetazione)

##### a) Soluzioni per acque-suoli-vegetazione

- Giardini condivisi
- Orti urbani
- Micro parchi
- Strutture vegetali areali e lineari da associare al verde urbano esistente
- Strutture vegetali lineari lungo le strade urbane
- Strutture vegetali lineari nelle aree di parcheggio
- Riapertura e riqualificazione dei corsi d'acqua tombati in ambito urbano
- Le chicane
- Percorsi ciclopeditoni

##### b) Soluzioni per le aree in trasformazione/transizione e recupero 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

##### III. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEI PAESAGGI

##### INFRASTRUTTURALI

- Formazioni a T
- Biomassa/Colture no-food
- Fasce filtro con pannelli fotovoltaici
- Siepi e fasce tampone/filtro
- Forestazione
- Zone umide per la raccolta e fitodepurazione, anche delle acque di dilavamento stradale
- Trincee ed aree filtranti (Cfr. categoria I)
- Fossi vegetati (Cfr. categoria I)

#### **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

#### **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, siepi e fasce tampone/filtro (Cfr. categoria Ea)
- Stagni e zone umide (Cfr. categoria V.a)
- Percorsi verdi ciclabili (Cfr. categoria V.a)
- Agrivoltaico
- Macchia boscata

#### **VI. NBS PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI ECOSISTEMI FORESTALI**

Sistemazioni al piede dei versanti in prossimità degli impluvi  
Ricostruzione del mantello.  
(fasce ecotonali arbustive -arboree)

## **6.3 Schede progetti speciali**

Lo scenario prevede tre progetti emblematici, riferiti a tre elementi cardine, nel bene e nel male, della città di Brescia.

Le schede contengono delle brevi sintesi delle problematiche e degli obiettivi da raggiungere, oltre ad alcune azioni consigliate.

I progetti sono descritti nelle “Schede progetti speciali” che riguardano:

- Parco del Castello di Brescia, elemento storico identitario della città, importante snodo tra la città storica, la città moderna e le colline, centro culturale di tutta la città. Oggi non racchiude solo la storia, ma detiene le potenzialità di essere un punto notevole di rilancio del futuro;
- Area Caffaro, un altro sito simbolo, ma una delle ferite più brucianti e difficili da guarire, espressione di un passato prossimo glorioso, ma distruttivo: della terra e dei suoli. La rinascita dell'area Caffaro. Un dono alla città;
- Fiume Mella, ha plasmato la piana sulla quale si è sviluppata Brescia, ma nessuno se ne ricorda. È il fiume dimenticato, relegato tra argini troppo stretti, nelle cui acque si mischiano tutti gli scarti del bacino imbrifero. L'acqua origine della vita. Che futuro può avere un popolo che non cura ciò che gli dà vita? La cura del Mella...l'elisir di lunga vita della città?

Le schede costituiscono uno degli strumenti per l'attuazione e l'operatività del Piano (cfr. premessa).

# 7. Dal Piano alla Città: attuazione del Piano

## 7.1 Indirizzi per lo sviluppo progettuale di alcune azioni del Piano

### 7.1.1 Gestione degli AT principali

Il PVB fornisce un percorso logico che tecnici comunali possono utilizzare per orientare i criteri distributivi degli AT, per la valutazione, le istruttorie, le autorizzazioni. I proponenti le possono utilizzare per orientare i progetti e per l'autovalutazione del progetto stesso. A questo proposito è stata predisposta una serie di domande che possono essere utilizzate dai tecnici pubblici e privati per migliorare l'efficacia delle trasformazioni urbane nei confronti dell'attuazione dello scenario di Piano. Le domande sono articolate a partire dal generale (le Sub UPA di riferimento) al particolare (area di progetto e contesto locale) aiutando ad utilizzare i diversi strumenti che il Piano mette a disposizione.

#### 1. VULNERABILITÀ DELLA SUB UPA DI APPARTENENZA

Ci si riferisce agli esiti delle analisi dei Vulnerabilità e Resilienza, con indicazione dei SE prioritari della Sub UPA (Allegato 5).

**Quali sono le vulnerabilità nella Sub UPA?**

**Quali sono le vulnerabilità riscontrabili nell'area di progetto e nel suo contesto?**

**Quali sono i processi/fattori che incidono sulle vulnerabilità prioritarie nell'area?**

#### 2. SERVIZI ECOSISTEMICI DI RISPOSTA

##### ALLE VULNERABILITÀ (SE prioritari della Sub UPA)

I SE di risposta sono i più efficaci su cui lavorare per invertire i processi di Vulnerabilità. Incrementarli è l'obiettivo generale per riqualificare la Sub UPA, anche in assenza di vulnerabilità nell'area in esame. I SE prioritari permettono di individuare gli interventi più adatti.

**Quali sono i SE che agiscono positivamente nei confronti dei processi di vulnerabilità della Sub UPA e dell'ambito?**

#### 3. AREA DI PROGETTO, CONTESTO, SISTEMA DEGLI SPAZI APERTI E IVB DI STATO

Riportare i caratteri dominanti, le criticità del contesto e dell'area, degli spazi aperti presenti e l'attuale organizzazione dell'IVB di stato. È utile riferirsi anche ad eventuali condizionalità/fattori limitanti locali. La descrizione deve rispondere alle domande:

**Dov'è localizzata l'area di progetto?**

**Quali sono le vulnerabilità locali?**

**Quali elementi di stato delle IVB esistono già?**

**Quali servizi ecosistemici sono già erogati?  
Da quali elementi?**

#### 4. MISSIONI PER LO SCENARIO PROGETTUALE DELLA IVB

Riportare le missioni per limitare le Vulnerabilità della Sub UPA e le azioni per l'IVB di progetto. (cfr. par 5.4)

Verificare i contenuti dello scenario di progetto dell'IVB previsto per la Sub UPA/Ambito di progetto. Le Missioni devono rispondere alle domande:

**Cosa prevede lo scenario progettuale?**

**Quali NBS erogano i SE prioritari?**

**Quali NBS sono più adatte alla Sub UPA e all'area di progetto?**

Esistono condizionamenti/vincoli che incidono sullo sviluppo della trasformazione?

#### 5. ORGANIZZAZIONE DEGLI SPAZI

##### E NATURE BASED SOLUTIONS EFFICACI

Riportare la categoria di NBS più efficaci a costruire l'IVB adeguate a rispondere efficacemente alle Missioni delineate. La scelta deve considerare anche eventuali condizionamenti/fattori limitanti locali. Le NBS devono rispondere alle domande:

**Come completo l'IVB?**

**Quali sono gli spazi più idonei al completamento dell'IVB?**

**Ci sono possibili sinergie tra la progettazione architettonica e il progetto delle NBS?**

**Quanta acqua di pioggia posso trattare in modo sostenibile? Dove? E come?**

Quanti e quali spazi verdi posso introdurre per la ricucitura dell'IVB, migliorare il microclima, il disegno urbano, altro...

**Quali NBS, tra quelle efficaci, sono adatte alle aree disponibili? (verifica l'Abaco del PVB) L'erogazione di quali SE viene supportata?**

#### 6. VERIFICA E MONITORAGGIO DELLA IVB RISULTANTE

Verificare se l'IVB risultante, attraverso il disegno integrato di IVB esistenti e NBS progettate, risponde complessivamente in modo efficace agli obiettivi definiti e introduce i SE prioritari. La verifica/monitoraggio deve rispondere alle domande:

**Quali SE sto introducendo?**

**A che vulnerabilità sto dando risposta?**

**Utilizzare per il monitoraggio gli strumenti predisposti dal PVB (indicatori di vulnerabilità, SE, ecc.)**

**7.1.2 Indirizzi per la mitigazione/compensazione delle infrastrutture programmate e esistenti ad alta interferenza**



Le nuove infrastrutture si pongono sempre come driver di trasformazione territoriale.

Nel caso di realizzazione di nuove infrastrutture, si riconosce l'importanza dell'**adeguato inserimento paesaggistico e ambientale** per quanto riguarda sia obiettivi immediati riferibili a impatti diretti, che per gli obiettivi di medio e lungo termine riferibili alle dinamiche insediative indotte. Per minimizzare gli effetti negativi diretti (occupazione di suolo, frammentazione di aree naturali o agricole, effetto barriera tra ambiti paesistici, perdita di servizi ecosistemici, alterazione della vegetazione, inquinamento dei suoli e delle acque contermini, ecc.) e quelli indiretti (innesco di dinamiche insediative) è necessario tendere ad un approccio di **progettazione integrata infrastruttura-contesto** in coordinamento con la pianificazione territoriale/urbanistica.

L'Abaco delle NBS fornisce esempi e buone pratiche con indicazioni tecniche, criteri e modelli di riferimento per la progettazione e lo sviluppo dei sistemi di infrastrutture e di trasporto all'interno del territorio, con le finalità di:

- governare al meglio l'inserimento territoriale ed ambientale delle opere infrastrutturali, per minimizzare l'effetto di separazione/frammentazione tra ambiti paesistici e la perdita di servizi ecosistemici ("La prima mitigazione consiste in una localizzazione delle infrastrutture attenta ai contesti attraversati");
- introiettare le componenti ambientali e del paesaggio nella progettazione delle reti infrastrutturali, per il mantenimento degli equilibri ambientali;
- impiegare soluzioni progettuali ambientalmente compatibili.

Gli esempi e le buone pratiche si porranno come spunti finalizzati a stimolare progetti infrastrutturali di qualità, adatti ai diversi paesaggi della regione e riferibili alle problematiche e criticità, anche pregresse, diffuse nei differenti contesti e apportando miglioramenti sullo stesso.

L'intero processo progettuale sarà indirizzato verso un approccio integrato e multidisciplinare con l'obiettivo di migliorare eventuali condizioni di criticità in essere e tutelare gli elementi di valore dei paesaggi attraversati, dal punto di vista storico, estetico-percettivo ed ecosistemico superando infine i concetti di mitigazione /compensazione.

### 7.1.3 Verde di prossimità

Il verde di prossimità si riferisce alla presenza di spazi verdi accessibili e facilmente raggiungibili all'interno delle aree urbane, come parchi, giardini pubblici, aree verdi nelle strade e nei quartieri residenziali e cortili. Questi spazi verdi sono caratterizzati dalla loro vicinanza alle abitazioni e alle aree di lavoro, quindi facilmente accessibili alla popolazione.

L'obiettivo del verde di prossimità è quello di fornire agli abitanti delle città un ambiente naturale in cui poter svolgere attività all'aria aperta, socializzare, fare attività fisica, rilassarsi e che sia velocemente raggiungibile. Questi spazi contribuiscono alla qualità della vita urbana offrendo un rifugio dalla frenesia della vita cittadina e promuovendo il benessere fisico, mentale e sociale delle persone.

Il verde di prossimità ha diverse caratteristiche distintive:

- Accessibilità: gli spazi verdi di prossimità sono facilmente accessibili a piedi, in bicicletta o con mezzi di trasporto pubblico, riducendo la dipendenza dall'automobile e promuovendo la mobilità sostenibile;
- Dimensione appropriata: questi spazi possono variare in dimensioni, da piccoli giardini di quartiere a grandi parchi urbani;
- Diversità e utilizzo multifunzionale: i parchi e le aree verdi di prossimità offrono una varietà di servizi e attività, come aree giochi per bambini, percorsi per passeggiate e jogging, spazi per picnic, aree per la pratica di attività sportive, eventi culturali e ricreativi, orti comunitari, ecc.;
- Integrazione nell'ambiente urbano: questi spazi sono integrati armoniosamente nell'ambiente urbano circostante, migliorando il paesaggio e contribuendo alla creazione di un ambiente urbano più piacevole e salutare;
- Manutenzione e gestione: la cura e la manutenzione regolare dei parchi e delle aree verdi di prossimità sono fondamentali per garantire la loro fruibilità e attrattività nel tempo. Una gestione partecipativa che coinvolga la comunità locale può contribuire a preservare e valorizzare questi spazi nel lungo periodo.

La promozione del verde di prossimità in ambito urbano è essenziale per diversi motivi:

- Benefici per la salute: gli spazi verdi forniscono un ambiente favorevole all'attività fisica, alla socializzazione e al relax, contribuendo a ridurre lo stress, migliorare il tono dell'umore e prevenire patologie legate allo stile di vita sedentario. La vicinanza di tali aree permette ai cittadini di integrare facilmente momenti di attività all'aria aperta nella loro routine quotidiana;
- Aumento della coesione sociale: i parchi e le aree verdi di prossimità sono spazi condivisi che favoriscono l'incontro e lo scambio tra le persone, creando opportunità per la socializzazione, lo sviluppo di relazioni comunitarie e la partecipazione a attività collettive. Questi luoghi diventano dei veri e propri centri di aggregazione e coesione sociale all'interno dei quartieri;
- Mitigazione degli effetti ambientali: il verde di prossimità contribuisce alla riduzione dell'inquinamento atmosferico, alla mitigazione dell'effetto isola di calore urbano e alla regolazione del ciclo dell'acqua. Le piante assorbono anidride carbonica, producono ossigeno, riducono la temperatura ambientale e favoriscono il drenaggio delle acque piovane, contribuendo così a migliorare la qualità dell'ambiente urbano;
- Valorizzazione degli spazi urbani: la presenza di aree verdi ben curate e accessibili aumenta il valore estetico degli spazi urbani, migliorando il paesaggio urbano e conferendo un senso di bellezza e piacevolezza ai luoghi in cui viviamo. Questo favorisce il senso di appartenenza e di identità dei cittadini nei confronti del proprio quartiere e della città nel suo complesso (l'effetto positivo del bello);
- Sostenibilità e resilienza urbana: gli spazi verdi di prossimità contribuiscono alla sostenibilità ambientale delle città, promuovendo pratiche di gestione del territorio che favoriscono la biodiversità, la conservazione delle risorse naturali e la riduzione dell'impronta ecologica urbana. Inoltre, possono aumentare la resilienza delle comunità urbane agli effetti dei cambiamenti climatici, fornendo aree di rifugio durante eventi estremi come ondate di calore o forti piogge.

### **Il verde a 15 minuti a piedi (300 metri)**

La dotazione di verde "di prossimità" del Comune di Brescia è stata analizzata valutando quanta parte di tessuto residenziale risulta servito da almeno un'area verde posta entro 300 metri (circa 15 minuti a piedi).

Per rendere l'analisi più completa sono stati considerati inizialmente parchi, giardini e altre aree attrezzate pubbliche. Successivamente è stato valutato anche il contributo dei boschi, pubblici e privati e dell'ambiente agricolo, pubblico e privato. Anche questi ultimi due ambienti sono stati considerati poiché ampiamente utilizzati dai cittadini per svolgere attività all'aperto e perché offrono servizi ecosistemici di cui beneficiano i residenti nelle loro vicinanze.

Le analisi sono state effettuate in ambiente GIS utilizzando ed elaborando file cartografici forniti dal Comune di Brescia.

Attorno ad ognuna delle aree verdi considerate è stato creato un buffer di 300 metri per quantificare la parte di tessuto residenziale intercettata, e quindi "servita" dalle aree verdi più prossime.

## Parchi, giardini comunali

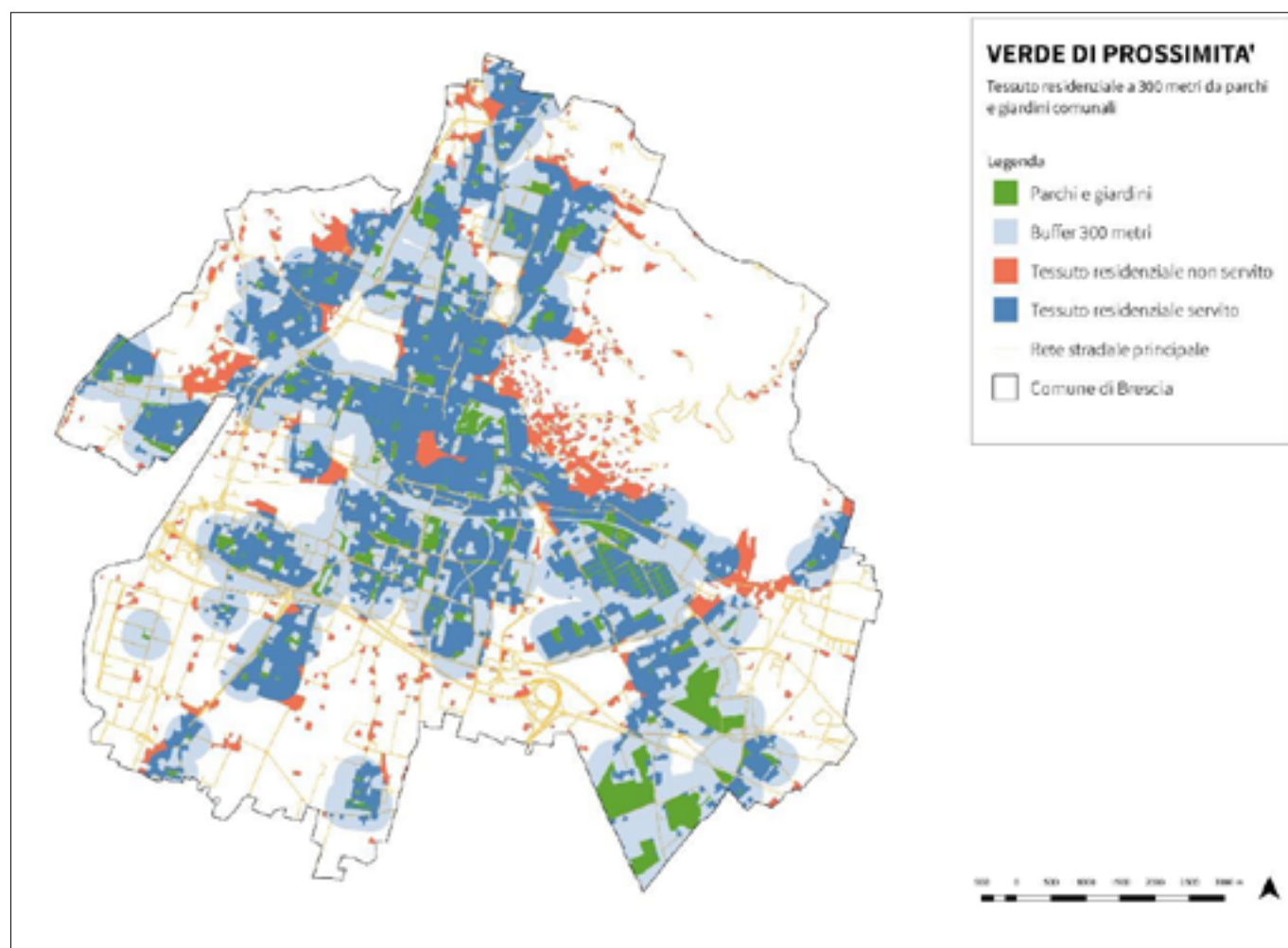
La prima fase dell'analisi ha preso in considerazione solo la parte di tessuto residenziale servito (entro 300 metri) da tutti i parchi e giardini di proprietà comunale. Dall'analisi sono state escluse quelle piccole aree definibili di "arredo stradale", come ad esempio aiuole, banchine inerbite, filari alberati, spartitraffico, ecc.

Il tessuto urbanizzato servito da questa tipologia di verde di prossimità è risultato essere l'82% del totale.

Parchi e giardini si distribuiscono in modo pressoché capillare seguendo l'andamento della distribuzione del tessuto residenziale, seguendolo da vicino. Risultano invece più scarsamente servite, in particolare, tutte quelle aree rurali tipiche dell'ambiente agricolo o poste alle falde delle colline di Brescia oppure quelle aree dove l'infrastruttura urbana è così densa da lasciare poco spazio alle aree verdi, come il centro storico.

Il risultato di questa prima fase dell'analisi è riportato nella figura a seguire.

**Figura 21** - Analisi del tessuto residenziale servito da parchi e giardini comunali



## Parchi, giardini e boschi

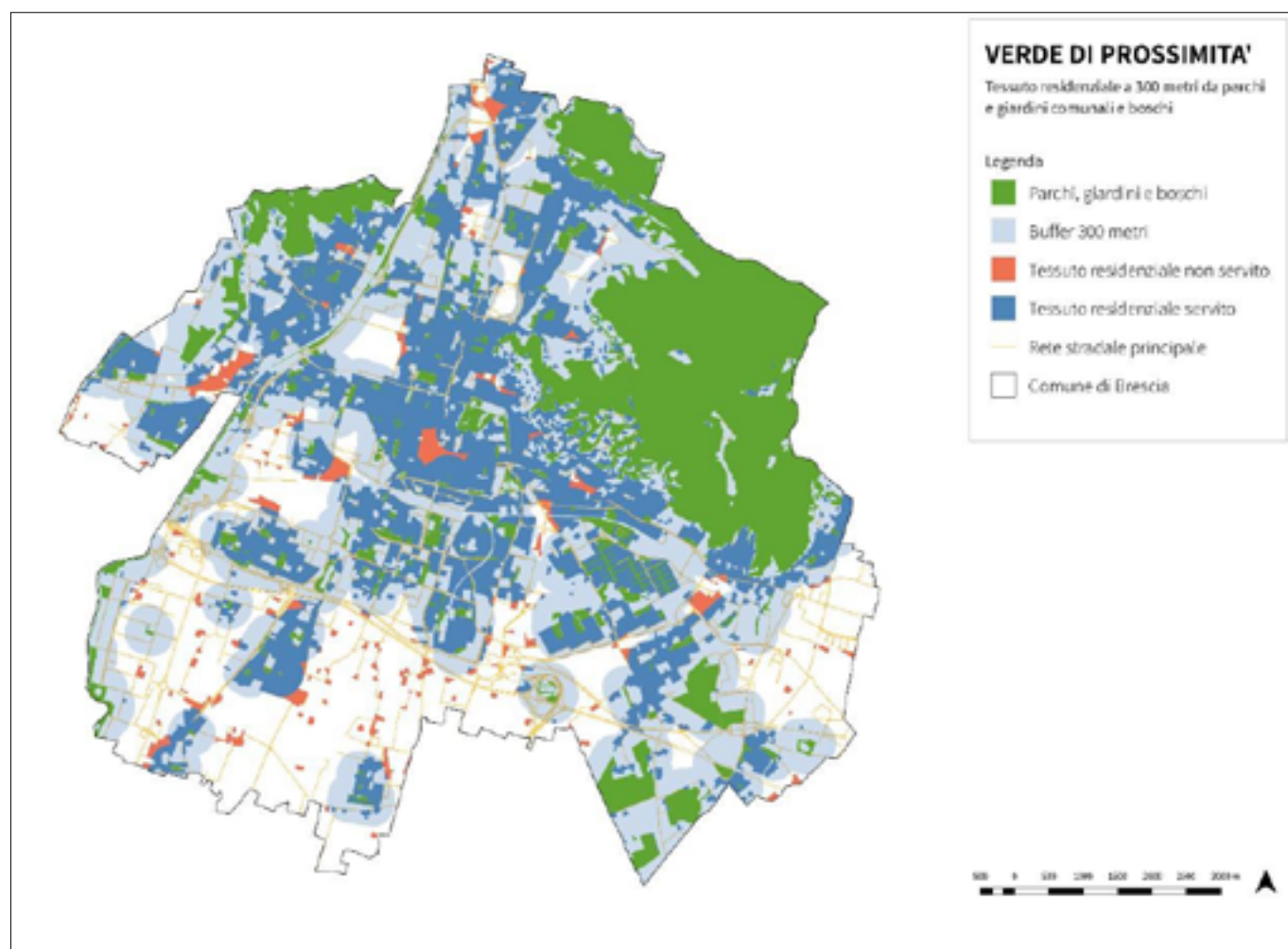
Come precedentemente specificato, nell'analisi sono stati presi in considerazione sia i boschi di proprietà pubblica, come alcune aree sul Monte Maddalena, sia quelli di proprietà privata, che costituiscono la maggioranza.

Questi ambienti sono attraversati da sentieri ampiamente utilizzati e forniscono importanti servizi ecosistemici di cui i cittadini godono. Considerando anche questo elemento nella

superficie “verde” del Comune di Brescia, la percentuale di infrastruttura residenziale servita da verde di prossimità aumenta al 92%.

Anche in questo caso il risultato è visibile graficamente nell'immagine a seguire.

**Figura 22** - Tessuto residenziale servito da parchi, giardini e boschi



### Parchi, giardini, boschi e aree agricole

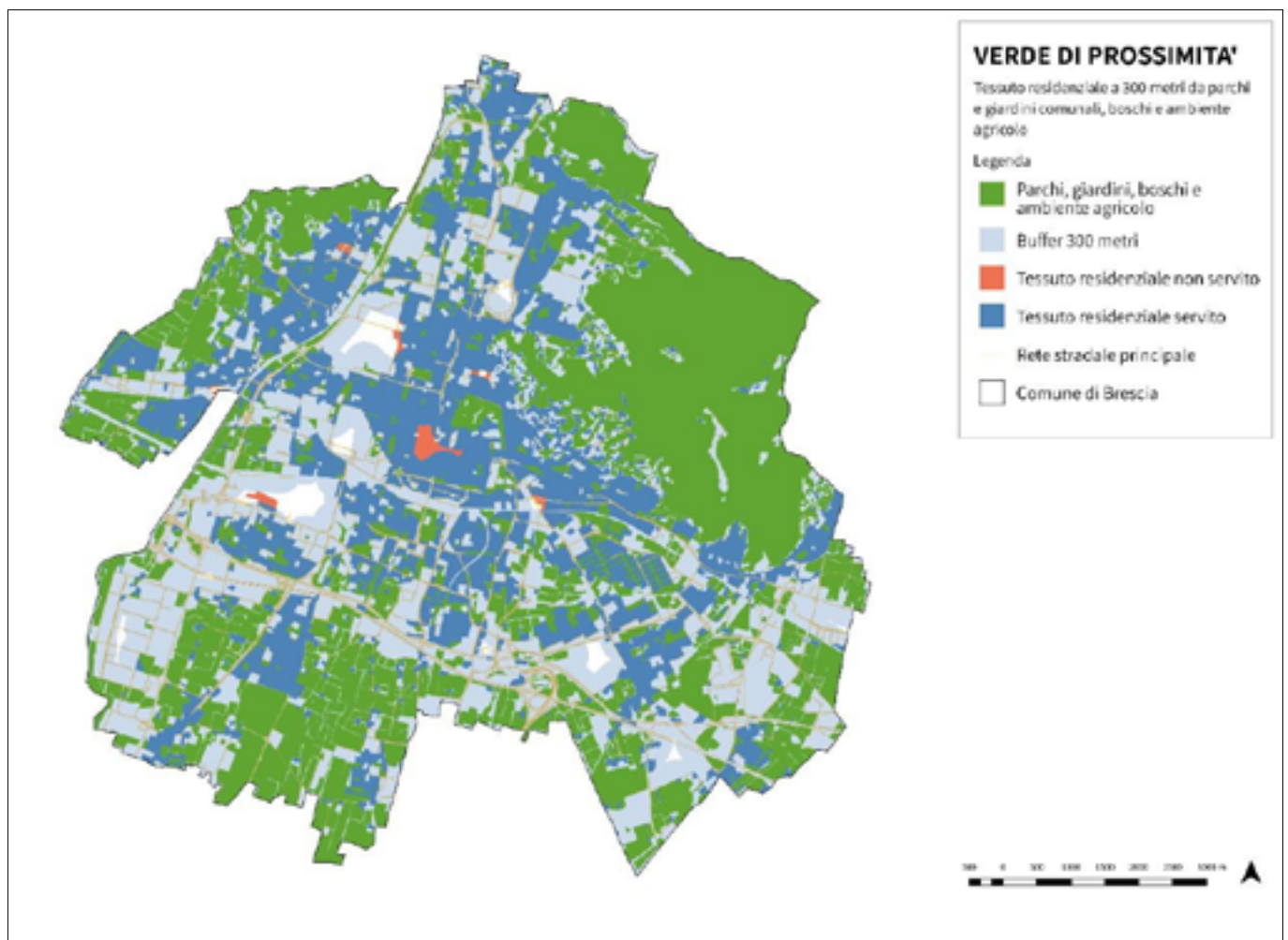
L'ultima analisi ha preso in considerazione anche l'ambiente agricolo. Come il bosco, anche questo è attraversato da una rete di sentieri e arricchito dalla presenza di elementi naturali, è frequentato dai cittadini e può essere considerato parte della superficie verde di Brescia.

Anche in questo caso ritroviamo aree agricole di proprietà comunale ma la gran parte è di proprietà di privati.

Includendo anche questa parte di territorio nel conteggio, la percentuale di tessuto urbanizzato servito da almeno un'area verde a meno di 300 metri sale al 98%.

La figura a seguire mostra l'ultima fase di questa analisi.

**Figura 23** - Tessuto residenziale servito da parchi, giardini, boschi e ambiente agricolo



Come evidenziato in Figura 23 solo poche aree risultano non servite (circa il 2% dell'intero tessuto residenziale) e di queste, quella più importante, è la parce centrale del centro storico di Brescia. Tuttavia, per arricchire di verde pubblico quelle aree dove il tessuto urbanizzato risulta più denso, è possibile valu-

tare forme diverse da quelle classiche ma ugualmente capaci di contribuire all'erogazione di servizi ecosistemici. Tra queste è possibile menzionare i giardini pensili, i giardini verticali o i tetti verdi.



## 8. Obiettivi target e monitoraggio delle subUPA

Gli strumenti messi a punto per la costruzione del Piano si prestano ad essere utilizzati in fase di attuazione per porre obiettivi target da raggiungere in determinati orizzonti temporali e/o per il monitoraggio del Piano. Seguono alcune tabelle contenenti i valori degli indicatori usati e altre misure che costituiscono i riferimenti di partenza per la condivisione di obiettivi Target e per il monitoraggio che potrebbe integrarsi al monitor-

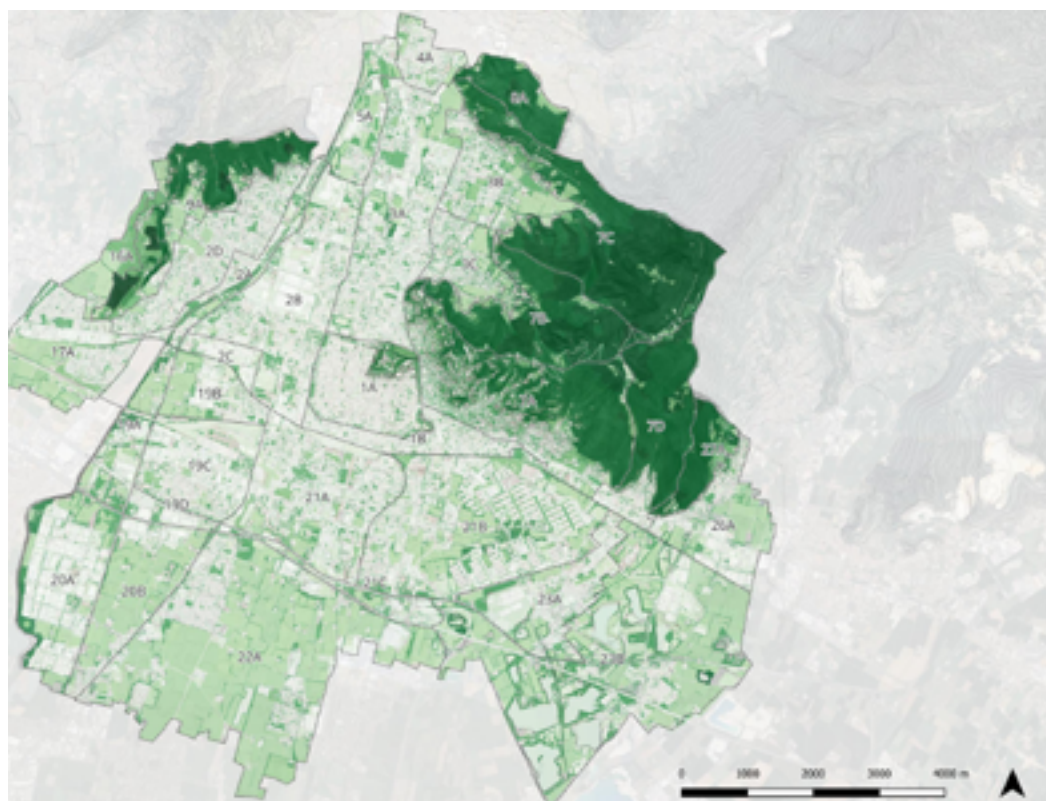
aggio VAS. Seguono la tabella coi valori di Btc delle diverse Sub UPA associate ai livelli di vulnerabilità e la mappa con la distribuzione della Btc nelle

Sub UPA. La Btc aumenta con l'intensità del colore. Il bianco indica i valori minimi, il verde acceso i valori più alti.

Sub UPA	BTC media (Mcal/mq/anno)	media Livello di Vulnerabilità per la Biopotenzialità Territoriale media (BTC media)	Valore stimato di I_dren (%)	Livello di Vulnerabilità per Indice di superficie drenante (I_Dren)
16A	1,28	MEDIA	95,43	BASSA
17A	0,70	MEDIA	57,49	MEDIA
19A	1,04	MEDIA ALTA	62,91	MEDIA
19B	0,72	ALTA	55,75	MEDIA
19C	0,51	ALTA	37,63	MEDIA ALTA
19D	0,47	ALTA	30,04	ALTA
1A	0,50	ALTA	26,49	ALTA
1B	0,36	ALTA	21,90	ALTA
20A	0,78	ALTA	44,69	MEDIO ALTA
20B	0,88	MEDIA ALTA	76,16	MEDIO BASSA
21A	0,61	ALTA	42,01	MEDIO ALTA
21B	0,81	MEDIA ALTA	54,79	MEDIA
21C	0,68	ALTA	46,16	MEDIO ALTA
22A	0,91	MEDIA ALTA	78,94	MEDIO BASSA
23A	0,72	ALTA	52,57	MEDIA
23B	0,94	MEDIA ALTA	80,68	MEDIO BASSA
26A	0,74	ALTA	59,07	MEDIA
27A	3,74	BASSA	97,07	BASSA
2A	0,95	MEDIO ALTA	55,17	MEDIA
2B	0,49	ALTA	31,50	ALTA



Sub UPA	BTC media (Mcal/mq/ anno)	media Livello di Vulnerabilità per la Biopotenzialità Territoriale media (BTC media)	Valore stimato di I_dren (%)	Livello di Vulnerabilità per Indice di superficie drenante (I_Dren)
2B	0,49	ALTA	31,50	ALTA
2C	0,37	ALTA	27,44	ALTA
2D	0,58	ALTA	40,91	MEDIA ALTA
3A	0,65	ALTA	40,59	MEDIA ALTA
3B	1,00	MEDIO ALTA	64,38	MEDIA
3C	1,07	MEDIO ALTA	64,29	MEDIA
4A	0,64	ALTA	44,72	MEDIA ALTA
5A	0,96	MEDIO ALTA	62,13	MEDIA
7A	2,69	MEDIO BASSA	79,60	MEDIO BASSA
7B	4,26	BASSA	97,43	BASSA
7C	4,50	BASSA	98,36	BASSA
7D	3,74	BASSA	87,80	BASSA
8A	4,15	BASSA	97,91	BASSA
9A	3,07	MEDIO BASSA	93,36	BASSA



**Figura 24** - Distribuzione  
dei valori di Btc  
nelle Sub UPA

In riferimento alle analisi e valutazioni svolte per la costruzione dell'IVB di progetto si sono determinate le dimensioni minime degli spazi aperti utili alla produzione di almeno 8000 MCalorie annue, che è stata individuata come la soglia minima per una area verde ecologicamente funzionale. Obiettivo target potrebbe essere quello di portare un certo numero di spazi aperti che non raggiungono la funzionalità ecologica minima alla soglia delle 8000 MCalorie.

La tabella che segue riporta, per ogni tipologia di copertura del suolo elencata, la superficie in mq utile a raggiungere la funzionalità ecologica minima di 8.000 MCalorie. Tali dimensioni possono dunque porsi come riferimento per migliorare le piccole tessere di verde urbano.

Tipologie di coperture	Dimensione minime prestazionali (mq)
Vegetazione boschiva	2.000
Vegetazione arborea densa	2.000,00
Prato arborato	4.000,00
Orti	5.000,00
Incolti/prati naturali	6.500,00
Seminativo	8.000,00
Prato Urbano	10.000,00

**Tabella 14** - Dimensioni minime delle coperture per ottenere livelli prestazionali sufficienti (almeno 8000 Mcal)

Per quanto riguarda i benefici riferibili alla regolazione del microclima e alla mitigazione dell'isola di calore urbana, le ricerche bibliografiche hanno dimostrato che i parchi urbani di dimensioni superiori a 10 ettari possono influenzare la temperatura media dell'area circostante di 1-2 °C fino a un raggio di 350 m (Aram et al., 2019b; Yan et al., 2018; Bowler et al., 2010). Le dimensioni degli spazi verdi più efficaci per il raffrescamento

sono comprese tra 10 e 25 ha e dipendono anche dalla diversità della vegetazione in termini di struttura e tipologie.

In sintesi, emergono le seguenti dimensioni di riferimento per progettare aree verdi che abbiano la possibilità di rinfrescare la città. Nella tabella il simbolo/ significa "Inefficace".

Tipologie area	Superficie area	Green Spaces Cooling Intensity (intensità di raffrescamento) Δ temp in °C tra area verde e costruito
Aree urbane senza vegetazione	< = 10000 m2 > 10000 m2	/ /
Aree con vegetazione erbacea	< = 1000 m2 1000-10000 m2 > 10000 m2	media 1,5 media 1,7 media 2,9; massimo 4 °C (nei giorni più caldi), minimo 1,6 °C (nei giorni più freddi)
Aree con copertura arborea	< = 1000 m2 1000-10000 m2 > 10000 m2	media 1,9 media 2,5  media 4,5 ca

Tipologie area	Superficie area	Green Spaces Cooling Intensity (intensità di raffrescamento) $\Delta$ temp in °C tra area verde e costruito
Aree urbane senza vegetazione	$\leq 10000 \text{ m}^2$ $> 10000 \text{ m}^2$	/
Aree con vegetazione erbacea	$\leq 1000 \text{ m}^2$ $1000-10000 \text{ m}^2$ $> 10000 \text{ m}^2$	/
Aree con copertura arborea	$\leq 1000 \text{ m}^2$ $1000-10000 \text{ m}^2$ $> 10000 \text{ m}^2$	entro 30 m, fino a -3 °C nei giorni più caldi fra i 30 e 60 m fino a 90 m, decrementa dopo 150 m fino a 90 m, decrementa dopo 180 m

**Tabella 15** - Dimensioni di riferimento delle aree verdi per ottenere Benefici in termini di regolazione del microclima e mitigazione dell'isola di calore.

## 8.1 Strumenti per l'attuazione

### 8.1.1 Gestione degli AT principali

L'attuazione del PVB implica specifici investimenti e appostamenti di spesa da parte dei soggetti, pubblici e privati, co-interessati.

Una quota parte di tali risorse potrà essere più o meno consistente in ragione dello stato della finanza pubblica e privata; una quota parte per nulla trascurabile, e a volte determinante per l'avvio delle fasi attuative, può derivare da altre fonti non direttamente riconducibili ai bilanci pubblici e dei soggetti privati direttamente implicati nella progettualità qui definita.

Gli strumenti economico-finanziari attivabili a supporto del PVB sono indirizzati a dare concretezza alle misure e agli interventi sottesi.

L'azione amministrativa dovrà consolidare l'attitudine a mettere in campo le seguenti iniziative:

- sviluppare progettualità su bandi atti a veicolare risorse funzionali a cofinanziare azioni e progetti di valorizzazione del Capitale Naturale cittadino;
- 'ingaggiare' gli operatori del mondo agricolo così come del privato sociale e dell'associazionismo, i soggetti sociali e gli investitori su progettualità specifica coerente, sinergia e concorrente al raggiungimento degli obiettivi posti dal PVB;
- coordinare le attività dei diversi settori del comune e dei PLIS, al fine di ottenere sinergie importanti tra settori diversi ed economie di scala, anche "sfruttando" opere pubbliche diverse, ma integrabili alle azioni del PVB. Ad esempio, per quanto riguarda gli spazi aperti, urbani le risorse e le modalità attuative degli interventi proposti dal PVB, potranno essere connessi alle trasformazioni urbane, di grandi

e piccole dimensioni, adottando politiche trasversali all'interno degli uffici comunali. Inoltre, tutte le opere di manutenzione urbana ordinaria e straordinaria dovrebbero intervenire in modo integrato con le previsioni del PVB per quanto riguarda l'introduzione di deimpermeabilizzazioni, asfalti drenanti, SuDS, ecc, in modo tale da ridurre significativamente l'incidenza economica di tali opere;

- individuare e sperimentare modelli di governance sufficientemente flessibili ed innovativi, compatibili con la complessità del vigente quadro normativo e la possibilità di attuare sinergie tra pubblico e privato.

Relativamente alle opportunità di cofinanziamento e all'attuazione delle progettualità definita dal PVB, l'attività amministrativa a sostegno delle iniziative delineate dovrà essere finalizzata prima di tutto a monitorare le opportunità di finanziamento offerte da una pluralità di soggetti e iniziative e le sinergie con i piani, programmi di intervento e progetti in previsione, in modo tale da indicare in che modo gli interventi legati alla rete ecologica possono essere finanziati o supportati.

Un prioritario ambito di osservazione dovrà essere posto ai finanziamenti del settore primario: i finanziamenti derivanti dalle politiche comunitarie (PAC) e la loro declinazione regionale (Piano di Sviluppo Rurale) aprono un interessante campo di sostegno per gli operatori agricoli e in anni recenti sono cresciuti di molto i finanziamenti funzionali a sostenere le attività ecosistemiche legate all'agricoltura, che stanno generando anche nuove capacità imprenditoriali, in grado di integrare la precipua funzione produttiva di derrate alimentari con attività (e redditi) derivanti dalla produzione/erogazione di servizi di valore eco-sistemico e a fruizione collettiva. Sulle politiche agricole il soggetto titolato alla richiesta di finanziamenti è l'operatore agricolo e l'attività amministrativa del Comune (con l'eventuale contributo delle rappresentanze di categoria) potrà rappresen-

tare una leva 'abilitante', di sollecitazione e sostegno all'iniziativa degli operatori. Le iniziative di coinvolgimento e partecipazione che hanno nutrito la costruzione del PVB si inscrivono in questo ambito di azione.

Le fonti di finanziamento della progettualità ecosistemica direttamente in capo al comune possono fare riferimento ai seguenti assi.

Un primo ambito di ricerca di finanziamenti è quello relativo ai bandi regionali, nazionali e comunitari nei settori natura, ambiente e clima. Si tratta di bandi estemporanei oppure di bandi ad apertura ciclica e arrivano a finanziare anche una quota parte molto consistente degli interventi previsti. In generale, la partecipazione a tali bandi implica la costruzione di robuste forme di partenariato e, per quelli più consistenti (ad esempio quelli relativi al programma comunitario LIFE), anche un rapporto con istituti di ricerca e/o soggetti partner di altri paesi UE. Da non trascurarsi i bandi di fondazioni, come nel caso di quelli banditi da Fondazione CARIPOLO, che ha cofinanziato questo e altri progetti in ambito metropolitano.

L'attenzione agli impatti sulle risorse fisico-naturali degli interventi di infrastrutturazione territoriale (di tipo urbanistico e trasportistico) si è da tempo consolidata, soprattutto in ambiti metropolitani densi, all'interno dei quali sono spesso critiche le condizioni di tenuta stessa di condizioni minime di salubrità e di qualità ambientale. Tale attenzione si è tradotta in pratiche 'compensative' (più o meno supportate da quadri di riferimento normativo) atte a 'risarcire' il detrimento ambientale indotto da interventi di trasformazione edilizia e infrastrutturale. Un campo, quindi, di importante azione amministrativa è quello legato ad un'attenzione nell'indirizzamento delle risorse derivanti dagli extra-oneri / standard qualitativi degli interventi di trasformazione insediativa. In questo senso, gli endoprocedimenti di valutazione di impatto ambientale, di valutazione ambientale strategica e di valutazione di incidenza sui siti di Rete Natura 2000 e Rete Ecologica, relativi a procedimenti di trasformazione urbana e infrastrutturale, sono momenti entro i quali suscitare l'opportuna attenzione.

Altre risorse a disposizione per compensare/integrare trasformazioni territoriali sono quelle legate alle opere di sicurezza dal dissesto idrogeologico e dal rischio alluvioni. Tali interventi, se considerati non solo in un'ottica strettamente funzionale al loro scopo ma con un approccio più aperto, sono occasioni interessanti per sostenere una qualificazione 'sistemica' dei territori interessati, attraverso opere 'idrauliche' che sappiano coniugare aspetti funzionali con aspetti paesaggistici, fruitivi e produttivi. Di notevole interesse sono poi i finanziamenti, derivanti dai fondi Strutturali di Investimento Europei (SIE), non direttamente legati ad ambiente e settore primario, ma il cui utilizzo nei cam-

pi specifici del turismo, dell'attrattività, dall'ammodernamento produttivo etc. può trovare interessanti agganci alle iniziative, anche di partenariato pubblico/privato, finalizzate a migliorare la fruibilità degli spazi aperti.

Da ultimo, i piani di indirizzo forestale stabiliscono l'entità delle 'compensazioni forestali' per il taglio dei boschi e le modalità di corresponsione; anche questo fronte può costituire un riferimento per sostenere, sia dal punto di vista progettuale sia sotto il profilo economico, interventi in linea con gli obiettivi qualificazione delle funzioni ecosistemiche e fruibili degli spazi aperti periurbani e metropolitani.

### 8.1.1 Cooperazione pubblico-privata

L'attuazione delle azioni delineate possono implicare specifici investimenti e fonti di spesa da parte dei soggetti vari, pubblici e privati, co-interessati.

Una quota di tali risorse potrà essere più o meno consistente in ragione dello stato della finanza pubblica e privata; mentre una parte per nulla trascurabile, e a volte determinante per l'avvio delle fasi attuative, può derivare da altre fonti non direttamente riconducibili ai bilanci pubblici e dei soggetti privati direttamente implicati nella progettualità qui definita.

Gli strumenti attivabili a supporto delle strategie delineate dal Piano sono indirizzati a dare concretezza alle misure e agli interventi sottesi. Momentaneamente si individuano:

**Bandi e finanziamenti pubblici:** Programma Sviluppo Rurale. Dà particolare rilievo alle azioni legate al potenziamento della competitività del settore agricolo e dei produttori, il rafforzamento del tessuto economico e sociale delle comunità rurali primari e il miglioramento della sostenibilità ambientale, la cura per le risorse naturali, al ripristino, la salvaguardia e la valorizzazione degli ecosistemi e mitigare i cambiamenti climatici. Lavorare con il PSR (Piano di Sviluppo Rurale) per "utilizzare" l'agricoltura e le misure agroambientali per costruire il "buon" paesaggio e i SE.

**Sinergie con strumenti di pianificazione generale.** A questi si possono associare fondi nel quale confluisce parte della fiscalità generata dall'urbanistica. Un ulteriore ambito di azione amministrativa potenzialmente funzionale a finanziare interventi di carattere eco-sistemico è quello relativo alla fiscalità generata da attività urbanistica ed edilizia; fiscalità che in quota parte può essere destinata allo sviluppo di servizi eco-sistemici, con specifico appostamento di spesa nelle voci di bilancio.

**Fondi di compensazione,** che raccolgono le risorse finanziarie derivate dalla monetizzazione delle opere di mitigazione e

compensazione derivate dalla realizzazione di opere grandi e piccole, al fine di evitare la polverizzazione delle risorse in molte mitigazioni con effetti limitati e di investire invece i capitali raccolti in vere e proprie opere di compensazione, nei luoghi definiti come prioritari per la riqualificazione del sistema ambientale. I fondi di compensazione possono essere alimentati da:

- proventi delle monetizzazioni e oneri urbanistici;
- proventi derivati dalle compensazioni delle grandi opere;
- proventi derivati da convenzioni con privati.

La promozione di prodotti finanziari dedicati, basati sull'aspettativa di incremento di valore, per esempio di un bosco di nuovo impianto o della riqualificazione di un'area. È infatti noto come il valore delle aree occupate da vegetazione sia destinato ad aumentare nel tempo con lo sviluppo della vegetazione stessa. Questo aumento di valore potrebbe costituire la base di nuove modalità di investimento con la ricaduta positiva rispetto alla possibilità di attribuire un valore economico al plus valore generato.

### 8.1.2 Altre forme di cooperazione territoriali

**Contratti di Paesaggio**, quali patti volontari tra entità diverse finalizzati a creare sinergie comuni che permettano di trasformare tante piccole risorse dislocate in varie parti del territorio, in masse critiche sufficientemente competitive rispetto al mondo globale, in cui la ricchezza vera è la peculiarità dei territori, dei loro prodotti e del capitale umano che li gestisce.

**Associazioni fondiarie/consorzi agroforestali**, che coinvolgono sia i curatori (coltivatori) del paesaggio sia i fruitori, ossia i proprietari che non vivono sul territorio, ma ne possiedono alcune parti e, di conseguenza, è necessario che se ne prendano cura. I consorzi potrebbero essere meccanismi vantaggiosi sia per gli uni che per gli altri, aggiungendo valore per l'intera comunità che potrebbe tornare ad avere un territorio curato, meno vulnerabile. Peraltro a Brescia esiste l'associazione Fondiaria "Monte Maddalena" che costituisce una best practices di riferimento.

**Sistema Agricolo Locale (SAL)**, la costituzione di un SAL è il miglior modo di salvaguardare l'agricoltura periurbana, fornendo ad essa uno stimolo economico importante per la sua sopravvivenza e la base per il suo sviluppo, contrastando così efficacemente la tendenza al sempre più massiccio consumo di suolo. Oggi il senso di quest'agricoltura non è tanto legato all'autosufficienza, ma alle riposte che l'agricoltura urbana può rappresentare rispetto ai bisogni delle città e dei cittadini.

In tutto questo, come diverse best practices hanno dimostrato, è necessario precisare che il ruolo della ristorazione collettiva<sup>9</sup> è il fondamentale volano per avviare tale processo.

Il coinvolgimento è utile, anche in questo caso, per facilitare il processo che potrà portare al raggiungimento degli obiettivi e per innescare l'interesse per l'agricoltura sociale che, una volta avviata, costituisce una risorsa eccellente per le comunità.

**Gemellaggi tra UPA** maggiormente energivore della pianura, le aree che maggiormente bruciano risorse (i poli urbano tecnologici), e UPA collinari/montane (i poli agroambientali) che, al contrario, producono risorse, contengono il capitale naturale critico ampiamente utilizzato per la produzione di beni e servizi ad uso dei comuni di pianura. È dunque utile ragionare su come la pianificazione possa legare queste diverse risorse e caratteristiche territoriali, le relazioni forti tra questi ambiti, per trasformarle in opportunità per la gestione del territorio, e per il raggiungimento di obiettivi di equità basati sui servizi ecosistemici e le risorse di chi le produce e di chi le utilizza. Al fine di tutelare/potenziare le funzionalità di due diversi poli, il consumo di suolo ammissibile verrà prevalentemente concentrato nei poli urbano tecnologici. La perdita dei vantaggi economici da parte dei poli agroambientali verrà compensata dai poli urbano tecnologici in termini economici o fornitura di servizi.

**Piani comunali di manutenzione.** Si tratta di una sorta di sistema informativo che identifica alcuni spazi dell'Infrastruttura Verde e Blu o altri spazi aperti la cui manutenzione ordinaria viene affidata ai cittadini, singoli o in gruppi. È uno strumento molto snello che necessita di poche informazioni:

la localizzazione delle aree da gestire, quali manutenzioni vanno eseguite e come devono essere effettuate, le tempistiche, il cittadino responsabile ed eventuali risorse che possono essere destinate all'attività di manutenzione. Si accompagna di mappe che permettono di georiferire tali informazioni.



Infine, per quanto riguarda le aree agricole, si ricordano i **dispositivi e indirizzi regionali riguardanti la tutela del suolo**.

Per quanto riguarda R.L., il riferimento forse più importante è l'Art. 4-quater sulla "TUTELA DEL SUOLO AGRICOLO" della L.R. 31/2008 "Testo Unico Agricoltura", che recita:

ART. 4-QUATER (commi da 5-bis a 5-octies introdotti dall'art. 23, comma 1, legge reg. n. 7 del 2012)

1. La Regione riconosce il suolo quale bene comune, [...].
2. La Regione riconosce il suolo agricolo quale spazio dedicato alla produzione di alimenti, alla tutela della biodiversità, all'equilibrio del territorio e dell'ambiente, alla produzione di utilità pubbliche quali la qualità dell'aria e dell'acqua, la difesa idrogeologica, la qualità della vita di tutta la popolazione e quale elemento costitutivo del sistema rurale.
3. La Regione considera il sistema rurale una componente fondamentale del suo sistema territoriale e ritiene che le criticità emergenti sul consumo di suolo agricolo devono essere affrontate con adeguate politiche finalizzate a salvaguardare le destinazioni di uso di suoli e territori agricoli indispensabili all'esercizio delle attività agricole, in una sempre crescente ottica di multifunzionalità.
5. La Regione elabora politiche per il contenimento del consumo di suolo agricolo [...].
5. E' istituito il fondo per la realizzazione di interventi di prevenzione del rischio idrogeologico, alimentato dal versamento da parte dei proponenti di ogni mutamento di destinazione d'uso del suolo oggetto di vincolo idrogeologico di cui all'articolo 44, di un importo fissato con deliberazione della Giunta regionale, previo parere della commissione consiliare competente, sulla base dei seguenti criteri: [...]
5. Costituisce titolo prioritario per l'accesso al 'Fondo per la prevenzione del rischio idrogeologico' lo svolgimento di attività agro-forestali, anche in forma consorziata, connesse alla prevenzione del rischio idrogeologico.

## 8.2 Possibili ricadute sul PGT

I contenuti del PVB, con particolare riferimento allo "Scenario: progetto dell'IVB cittadina", forniscono indirizzi che possono essere inglobati nel PGT per orientare le trasformazioni urbane da quelle più grandi a quelle minute e quotidiane.

### 8.2.1 Inserimento nel Piano dei Servizi delle aree strategiche per l'erogazione di Servizi Ecosistemici (pozzi di carbonio, mitigazione dell'isola di calore, formazione e mantenimento di habitat, aree di infiltrazione, ...)

Di seguito sono elencate alcune tipologie di aree che dovrebbero essere incluse nel Piano dei Servizi con il medesimo ruolo e cogenza delle aree a standard. Sono aree che erogano SE prevalentemente di Protezione idrogeologica e regolazione del microclima:

- tutte le aree libere prossime ai corsi d'acqua superficiali;
- le aree non impermeabilizzate nelle Sub UPA (3a, 4a, 3b, 3c)<sup>10</sup> a monte del Centro Storico e nel quadrante Sud-Est (Sub UPA 21b, 21c, 23a)<sup>11</sup> per l'infiltrazione delle acque;
- le aree libere che hanno superficie maggiore di 1000 mq e presentano coperture erbacee e/o arborea in grado di abbassare le temperature di ca 2 °C (cfr. par. 7.1.5);
- i tratti del RIM che prioritariamente sono da riportare alla luce e riconnettere. Questi possono essere all'interno delle aree in cessione di piani attuativi o all'interno di aree di uso pubblico già esistenti, oppure in corrispondenza delle aree urbane di versante dove il reticolo viene interrotto, tombato e diventa portata parassita della fognatura e può generare rigurgiti e allagamenti;
- i margini stradali, le aree intercluse e i reliquati infrastrutturali da trattare prioritariamente con SuDS per infiltrazione e di ritenuta delle acque meteoriche di dilavamento;
- le aree da de-impermeabilizzare in particolare piazzali e parcheggi, con priorità a quelli pubblici;
- le superfici impermeabilizzate, che non possono essere de-impermeabilizzate, dalle quali collettare le acque di dilavamento da allontanare e le corrispondenti aree (anche parchi, tratti di reticolo riattivati) dove infiltrare/recapitare tali volumi;
- le aree prioritarie dove prevedere interventi di ombreggiamento delle strade, dei percorsi pedonali attraverso idonee NBS e/o integrate ai SuDS;
- gli ambiti agricoli che possono essere irrigati con acque piovane collettate dalla città;
- l'elenco delle opere NBS/SuDS rientranti nelle urbanizzazioni primarie, attuabili da soggetti privati.

## 8.2.2 Orientamenti per l'integrazione della normativa

Di seguito sono riportate alcune indicazioni per l'aggiornamento della disciplina del PGT finalizzate ad integrare il sistema del verde e lo scenario di progetto dell'IVB nel piano stesso e nelle attività di manutenzione, gestione e trasformazione del territorio che da esso derivano.

Tali orientamenti potranno essere assunti e integrati nello strumento generale in occasione di revisioni, varianti generali, adeguamenti, ecc, con diversi livelli di prescrittività secondo i programmi e strategie di governo del territorio, leve finanziarie (riduzione di oneri e tributi) che l'Amministrazione stessa intende adottare:

- inclusione nel PGT dello scenario complessivo di IVB con le azioni collegate: Lo scenario dell'IVB di Progetto nel PGT potrebbe essere lo strumento attuativo della Rete Verde Comunale;
- l'Abaco delle NBS potrebbe essere adottato come linea guida per la progettazione del IVB comunale;
- il terzo aspetto riguarda la disciplina degli Ambiti di Trasformazione e in generale delle grandi trasformazioni urbane. Nella normativa del PGT si potrà includere la necessità durante la progettazione delle trasformazioni urbane venga seguito il "percorso logico" (cfr. par. 7.1). Analogamente a quanto proposto per gli Ambiti di trasformazione, nel PGT si potranno includere gli Indirizzi per la mitigazione/compensazione delle infrastrutture (cfr. par. 7.1.2) e le aree strategiche per l'erogazione dei SE (cfr. par. 7.4.1).

Azioni	In quale strumento
Definire il <b>meccanismo per l'attivazione delle forme di perequazione/compensazione/permuta</b> connesse alle trasformazioni urbanistiche necessarie all'attuazione dello Scenario di Piano	Norme
<b>Liberare i fiumi</b> e preservare le aree libere prossime al corso d'acqua:  1. <b>Aumentare il grado di compatibilità tra il paesaggio fluviale e gli insediamenti esistenti</b> e riformare eventuali varchi funzionali alle condizioni di connessione ecologica. 2. Prevedere interventi di <b>riqualificazione fluviale attraverso la previsione di un insieme articolato di azioni</b> per incrementare gli spazi fluviali e aumentare i tratti naturaliformi al fine di migliorare la capacità di autorigenerazione del corso d'acqua. 3. A questo scopo prevedere il <b>ripristino della connettività</b> longitudinale e delle interazioni acqua/vegetazione spondale e planiziale nei corpi idrici superficiali. <b>Evitare processi di urbanizzazione e l'ulteriore irrigidimento.</b>	DdP
<b>Vietare la formazione di insediamenti lineari/infrastrutture che alterano il ciclo idrologico</b>	Norme
Perseguire il più possibile <b>la riapertura e la rinaturalizzazione di tratti di rogge tombinate</b> al fine di tutelare e riqualificare la risorsa idrica, aumentarne la visibilità nell'ambito urbano e la sensibilizzazione degli abitanti. Questo intervento può <b>essere inserito tra gli obiettivi da assicurare nell'attuazione di interventi di trasformazione urbanistica</b> che interessano rogge con caratteristiche simili.	DdP
Individuare le parti del tessuto urbano consolidato in cui la <b>rigenerazione urbana gioca un ruolo strategico nei confronti della gestione multifunzionale delle acque meteoriche e del loro riutilizzo, nonché della riduzione dell'isola di calore.</b> La rigenerazione di tali aree, con un focus strategico sulla realizzazione dell'infrastruttura verde e blu comunale, potrebbe assumere <b>il ruolo di azione abilitante nel confronto dei progetti legati alla logistica</b> , soprattutto nelle Sub UPA più vulnerabili.	DdP, PdS Piano dei Servizi), PdR (Piano delle Regole)

**Tabella 16** - Azioni integrabili negli strumenti di governo del territorio per l'attuazione dell'IVB di Progetto.

**Tabella 16** - Azioni integrabili negli strumenti di governo del territorio per l'attuazione dell'IVB di Progetto.

Azioni	In quale strumento
Definire il <b>meccanismo per l'attivazione delle forme di perequazione/compensazione/permuta</b> connesse alle trasformazioni urbanistiche necessarie all'attuazione dello Scenario di Piano	Norme
<b>Liberare i fiumi</b> e preservare le aree libere prossime al corso d'acqua:  1. <b>Aumentare il grado di compatibilità tra il paesaggio fluviale e gli insediamenti esistenti</b> e riformare eventuali varchi funzionali alle condizioni di connessione ecologica. 2. Prevedere interventi di <b>riqualificazione fluviale attraverso la previsione di un insieme articolato di azioni</b> per incrementare gli spazi fluviali e aumentare i tratti naturaliformi al fine di migliorare la capacità di autorigenazione del corso d'acqua. 3. A questo scopo prevedere il <b>ripristino della connettività</b> longitudinale e delle interazioni acqua/vegetazione spondale e planiziale nei corpi idrici superficiali. <b>Evitare processi di urbanizzazione e l'ulteriore irrigidimento.</b>	DdP (Documento di Piano)
<b>Vietare la formazione di insediamenti lineari/infrastrutture che alterano il ciclo idrologico</b>	Norme
Perseguire il più possibile <b>la riapertura e la rinaturalizzazione di tratti di rogge tombinate</b> al fine di tutelare e riqualificare la risorsa idrica, aumentarne la visibilità nell'ambito urbano e la sensibilizzazione degli abitanti. Questo intervento può <b>essere inserito tra gli obiettivi da assicurare nell'attuazione di interventi di trasformazione urbanistica</b> che interessano rogge con caratteristiche simili.	DdP
Verificare la possibilità di <b>operare interventi di demolizione di manufatti</b> , negli ambiti urbanizzati prossimi ai corpi idrici e nelle aree in Classe fattibilità geologica IV. Prevedere eventuale trasferimento dei volumi demoliti in aree idonee (per esempio per logistica o servizi) e rinaturalizzare le aree risultanti.	PdR
Individuare lungo il corso d'acqua tutte le connessioni trasversali anche minute (aree verdi, percorsi fruitivi, spazi pubblici) finalizzate a potenziarne il ruolo ecologico e ad aumentare la percezione dei corpi d'acqua nelle aree urbanizzate.	PdR
<b>Divieto di interrompere e/o regimare il RIM.</b> Vietare la localizzazione di insediamenti lungo il reticolo. Qualora sia provata l'inevitabilità di interruzioni, regimazioni, urbanizzazioni, introdurre l'idonea compensazione delle interruzioni del deflusso superficiale del reticolo idrografico.	PdR
<b>Per le strade di nuova formazione, prevedere sistemi di drenaggio sostenibile al fine di gestire le acque di dilavamento</b> attraverso NBS (es: cunette, fossi drenanti vegetati, rotatorie vegetate ribassate, interruzione dei cordoli stradali per invio delle acque nelle banchine erbacee). Per i percorsi ciclabili, utilizzare materiali parzialmente o totalmente drenanti (ad es. il calcestre, nel caso di itinerari ciclabili, ovvero soluzioni con manti sintetici o bituminosi filtranti) e prevedere l'idoneo ombreggiamento.	RE
<b>Recuperare le acque meteoriche da riutilizzare</b> per la manutenzione delle aree verdi pubbliche e private, per l'alimentazione integrativa dei sistemi antincendio e degli impianti di raffrescamento centralizzati, per la pulizia delle superfici pavimentate, ma anche per la realizzazione di zone umide nelle aree rurali di prossimità.	RE

Nel PGT saranno obbligatoriamente integrati i disposti del Regolamento Regionale n. 7/2017 "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica". Si richiamano in particolare gli articoli 1 e 15 del citato regolamento che illustrano le possibilità di azione dei comuni:

- le indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano;
- i meccanismi di incentivazione edilizia e urbanistica, attra-

verso i quali i comuni possono promuovere l'applicazione dei principi della invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile;

- la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche. Gli importi ottenuti attraverso la monetizzazione dovrebbero essere tutti finalizzati alla realizzazione di interventi comunali per il risanamento idraulico e idrologico della città attraverso i Sistemi di Drenaggio Sostenibili.

Ciò potrebbe essere ottenuto attraverso l'istituzione di un Fondo dedicato;

- le modalità con cui sarà possibile definire aree comuni per la gestione delle acque meteoriche, e relative regole, impegni, ecc.;
- l'emanazione di bandi per il cofinanziamento, in misura non superiore al 70 per cento, di interventi di invarianza idraulica e idrologica.

### 8.3 Relazione con il sistema dei PLIS: Integrazione del Programma d'Azione

Lo scenario di progetto del PVB del Comune di Brescia è correlato allo scenario di scala vasta relativamente alle missioni che interessano i PLIS, il fiume Mella e la cintura agricola Sud. Infatti, ciò che accade in città dipende anche da quello che accade attorno e viceversa, e l'approccio impostato su Vulnerabilità e SE aiuta anche per questo. L'IVB comunale raccoglie i capisaldi della proposta e li approfondisce trovando l'operatività alla scala urbana, attraverso le relazioni necessarie per rispondere alle Vulnerabilità e mantenere incrementare efficacia dei SE a scala comunale.

Lo scenario del PVB, inoltre, costruisce un affondo specifico sul territorio costruito e su come la città può diventare un tassello fondamentale che lega le diverse parti.

Sono già inclusi nel PGT vigente: PLIS delle Cave di San Polo e Buffalora e PLIS Colline e Mella comprensivo dell'ampliamento proposto per l'ambito agricolo periurbano (IV variante del PGT). Inoltre una delle principali azioni è l'estensione del Parco delle Colline sia verso Est, verso Caionvico e Botticino, che verso Ovest lungo l'asta del fiume Mella e verso Gussago, che verso Nord verso Nave, con l'obiettivo di creare un collegamento tra diverse aree naturali, come il Parco del Monte Netto e la Collina di Castenedolo, attraverso corridoi ecologici. Questo intervento mira a preservare, migliorare e incrementare gli elementi naturali del paesaggio per contribuire alla riduzione delle criticità ambientali e migliorare la funzionalità del territorio, in particolare dei corsi d'acqua principali e minori e delle relative aree circostanti.

L'ampliamento del PLIS include LA CINTURA AGRICOLA individuata nello schema metaprogettuale.

Il sistema dei PLIS bresciani è stato oggetto di una Proposta di un Parco Metropolitano di Cintura. La proposta formulata consiste in un Piano Strategico che contiene ipotesi di lavoro utili ad una nuova governance per i territori inclusi negli attuali PLIS

e allo stesso tempo utile a traguardare verso una visione metropolitana del territorio.

Gli obiettivi perseguiti dalla proposta di parco metropolitano sono i seguenti:

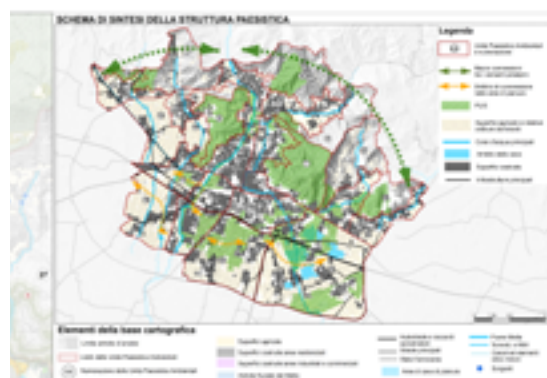
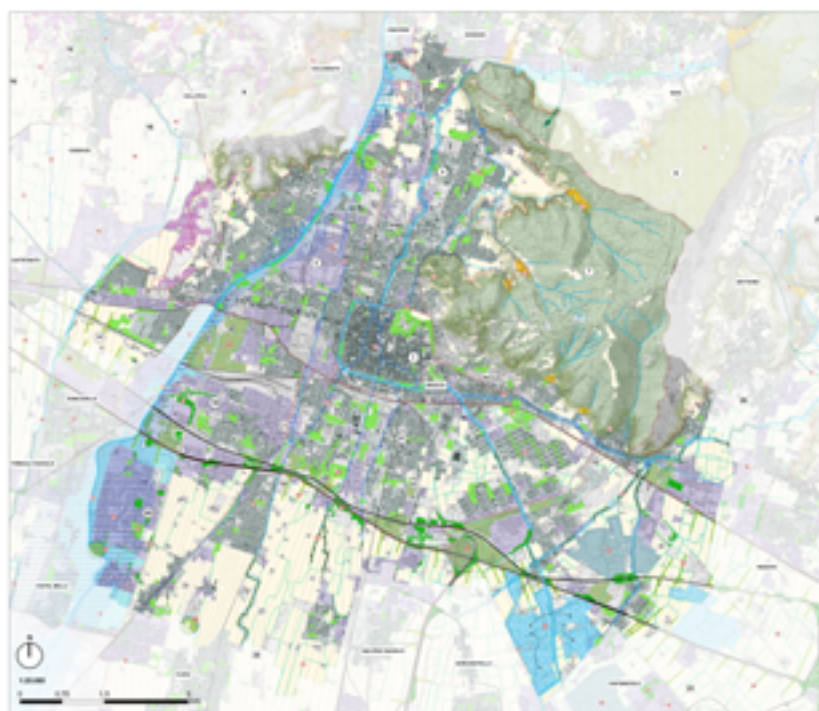
1. tutelare e incrementare le potenzialità ambientali della cintura metropolitana (tutela e sviluppo delle aree verdi, riqualificazione delle aree periurbane, incremento delle superfici di mitigazione ambientale) coerentemente con la rete ecologica tramite politiche che promuovono le IVB come parte integrante di una strategia locale di conservazione del Capitale Naturale e Culturale;
2. sviluppare le relazioni tra la città e gli elementi caratterizzanti gli ambienti collinari e rurali in genere (prodotti agricoli, cultura, attività sportive e ricreative);
3. accrescere le conoscenze degli stakeholders sui concetti di "servizi ecosistemici" e di "valore delle infrastrutture verdi e blu" e promuovere e favorire una fruizione non invasiva degli ambienti naturali, agricoli e forestali, da parte della cittadinanza;
4. creare occasioni di sviluppo economico e creazione di nuove opportunità di lavoro nell'ambito dell'ambiente rurale tramite un programma d'azioni per incrementare nei territori le capacità di adattamento e di risposta spontanea ai cambiamenti ambientali, sociali ed economici.

La Proposta di un Parco Metropolitano di Cintura e il Piano d'Azione collegato contiene anch'esso un progetto di IVB di scala vasta fondato su:

- i macroelementi che sono le linee di forza che strutturano i paesaggi dell'area metropolitana bresciana: le valli fluviali, i caratteri dei paesaggi rurali e di quelli urbano tecnologici e riconosciuti nelle diverse Unità Paesistico Ambientali (UPA);
- il Capitale Naturale (e paranaturale) presente che, tramite i Servizi Ecosistemici e benefici da essi forniti, sostiene la prosperità delle Comunità stabili o temporanee che si formano nei territori;
- il sistema della mobilità sostenibile del territorio per la conoscenza del paesaggio attraverso l'individuazione dei nodi e dei capisaldi della fruizione, nonché dei diversi tipi di mobilità sostenibile;
- i bisogni emersi dalle analisi e dalle sintesi valutative relative ai livelli di vulnerabilità e resilienza e alle scarsità dei SE.

A questi si sommano le esigenze espresse dai Sindaci, Assessori e Tecnici dei Comuni del PLIS emerse nel percorso partecipativo. L'immagine che segue riporta la mappa della IVB proposta nel Piano Strategico.





**Figura 25** - Mappa dell'IVB proposta nel Piano Strategico

Programma d'Azione		PRINCIPALI SE ATTESI		REFERIMENTI
NUMERO AZIONE E DESCRIZIONE				
1	Riconoscere il valore protettivo dei boschi localizzati nelle aree di ricarica delle sorgenti	Fornitura di acqua SE di supporto Impollinazione		da pag. 179 a pag. 189 da pag. 260 a pag. 265
2	Tutelare gli spazi aperti di fondovalle ed eventuali interventi di deframmentazione in corrispondenza dei varchi di connessione con i versanti	SE di supporto		da pag. 190 a pag. 200
3	Costruzione delle fasce ecotonali (arbustive-arboree) prioritariamente: - nei punti più attivi (preferendo gli arbusti) - nei punti di contatto tra insediamenti e bosco	Controllo dell'erosione SE di supporto Regolazione della CO2	Impollinazione Microclima	da pag. 190 a pag. 200
4	Sistemazioni agrarie al piede dei versanti in prossimità degli impluvi, per permettere allagamenti temporanei-favore la formazione di boschi umidi	Protezione dagli eventi estremi Controllo dell'erosione SE di supporto		da pag. 23 a pag. 29 pag. 204
5	Ricostruire lo spazio fluviale mettendo in connessione gli spazi aperti perforati con l'alveo	Regolazione del ciclo dell'acqua Protezione dagli eventi estremi Microclima		da pag. 36 a pag. 38 pag. 274 pag. 52
6	Verifica puntuale della possibilità di ricostruire l'ambito fluviale del torrente Canale anche con interventi puntuali e diffusi e mediante utilizzo di NBS	Regolazione del ciclo dell'acqua Protezione dagli eventi estremi (SE culturali)		da pag. 36 a pag. 38 pag. 274 pag. 52
7	Favorire/consolidare la conversione delle sistemazioni dei vigneti da ricolchino a grappoglio con mantenimento dello strato erbaceo, prioritariamente sui versanti più attivi	Controllo dell'erosione Impollinazione Prodotti dell'agricoltura		
8	Tutelare gli areali di produzione del marmone	Prodotti dell'agricoltura SE culturali		
9	Tutelare gli areali di produzione della pesca di Colebeato	Prodotti dell'agricoltura SE culturali		
10	Completare la rete di siepi e filari seguendo le giaciture del particellario rurale	Regolazione della CO2 SE di supporto Impollinazione	Microclima SE culturali	da pag. 5 a pag. 19
11	Mantenimento delle sponde inerbite dei canali irrigui in ambito agricolo attuando un protocollo di gestione tipo "Manutenzione gentile"	Purificazione dell'acqua Regolazione del ciclo dell'acqua		da pag. 5 a pag. 9
12	Potenziamento della vegetazione riparia (siepi e filari), ove mancante o debole, lungo i corsi d'acqua principali in aree agricole	Purificazione dell'acqua Controllo dell'erosione SE di supporto	Microclima Impollinazione	da pag. 5 a pag. 9 da pag. 30 a pag. 38
13	Verifica puntuale della possibilità di sintonimento di tratti tombati di corsi d'acqua	Regolazione del ciclo dell'acqua Protezione dagli eventi estremi (SE culturali)	Microclima SE culturali	pag. 42
14	Risagomatura e ricostruzione della morfologia naturaliforme del reticolo principale ove rettificato in ambito agricolo	Regolazione del ciclo dell'acqua Controllo dell'erosione (SE di supporto) Purificazione dell'acqua		da pag. 5 a pag. 9 da pag. 30 a pag. 38
15	Integrare i bacini di laminazione con NBS funzionali al miglioramento delle prestazioni ecologiche e della loro multifunzionalità	Purificazione dell'acqua Protezione dagli eventi estremi Microclima	SE culturali	da pag. 41 a pag. 42 pag. 57
16	Utilizzare estensivamente SUDS per la gestione delle acque meteoriche nelle aree industriali	Purificazione dell'acqua Protezione dagli eventi estremi Microclima		parte 3a investimenti produttivi da pag. 58 a pag. 60
17	Utilizzare estensivamente SUDS per la gestione delle acque meteoriche nelle aree residenziali	Purificazione dell'acqua Regolazione del ciclo dell'acqua Microclima		da pag. 78 a pag. 85 da pag. 58 a pag. 60
18	Attrezzare gli spazi aperti nelle aree urbane come elementi dell'infrastruttura verde e blu per la gestione delle acque e della mitigazione dell'isola di calore	Regolazione del ciclo dell'acqua Microclima	SE culturali	da pag. 78 a pag. 85 da pag. 87 a pag. 91 da pag. 58 a pag. 60
19	Associare ai SUDS sistemi di fitodepurazione per il riutilizzo delle acque a scopo irriguo	Purificazione dell'acqua Regolazione del ciclo dell'acqua Fornitura di acqua		parte 3a investimenti produttivi da pag. 44 a pag. 49 da pag. 49 a pag. 52
20	Realizzare sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque di comparti produttivi	Purificazione dell'acqua		da pag. 44 a pag. 49 da pag. 49 a pag. 52
21	Nel riquadro e nelle aree di verde infrastrutturale inserire SUDS e sistemi di fitodepurazione per la gestione delle acque meteoriche	Purificazione dell'acqua Protezione dagli eventi estremi Prodotti delle foreste Impollinazione		da pag. 44 a pag. 49 da pag. 49 a pag. 52 pag. 58
22	Interventi di forestazione nelle aree intercluse tra le infrastrutture	Miglioramento della qualità dell'aria (SE culturali)	Microclima	da pag. 226 a pag. 228 da pag. 282 a pag. 283
23	Utilizzare la vegetazione per sistemazioni (filari e T) volte a migliorare l'integrazione del manufatto nel paesaggio ricostruendo trame e giaciture	Regolazione del ciclo dell'acqua Protezione dagli eventi estremi (SE culturali)	SE culturali	da pag. 157 a pag. 171 pag. 51
24	Riqualificazione cave con finalità ricreative	Regolazione del ciclo dell'acqua Purificazione dell'acqua (SE culturali)	SE di supporto	da pag. 157 a pag. 171 da pag. 53 a pag. 54
25	Riqualificazione e interconnessione cave con finalità naturalistiche	Regolazione del ciclo dell'acqua Purificazione dell'acqua (SE culturali)		da pag. 157 a pag. 171 da pag. 53 a pag. 54
26	Riqualificazione cave con finalità culturali	SE di supporto		da pag. 157 a pag. 171



# 9. La Gestione Del Verde

## 9.1 Orientamenti per il verde urbano

Per aumentare la resilienza del verde urbano, bisogna adottare approcci integrati e multidisciplinari. Ciò implica la pianificazione e la progettazione di spazi verdi multifunzionali che possano soddisfare una vasta gamma di esigenze, dalla ricreazione e dal riposo alla conservazione della natura e alla riduzione del rischio di disastri.

Inoltre, è essenziale promuovere la biodiversità urbana, creando habitat accoglienti per una varietà di specie vegetali e animali. Le reti di connettività verde, che collegano parchi, giardini e corridoi naturali, svolgono un ruolo chiave nel favorire lo spostamento delle specie e nel garantire la resilienza dell'intero ecosistema urbano.

Infine, il coinvolgimento attivo della comunità locale è fondamentale per il successo dei piani del verde e per garantire la loro effettiva implementazione e gestione nel lungo periodo. Educare e sensibilizzare i cittadini sull'importanza del verde urbano e sulle azioni che possono intraprendere per contribuire alla sua conservazione è un passo cruciale verso la costruzione di città più resilienti e sostenibili.

Più in generale per incrementare la resilienza del verde urbano, è necessario adottare diverse strategie quali:

**Piantare alberi e specie vegetali resistenti** al clima locale, agli scenari ipotizzati dal cambiamento climatico e agli stress ambientali;

**Promuovere la biodiversità** favorendo la crescita di diverse specie di piante;

**Utilizzare tecniche di gestione sostenibili** che favoriscano la salute del suolo e l'uso efficiente dell'acqua;

**Proteggere il verde urbano** dall'inquinamento e dalle attività umane che ne minacciano la sopravvivenza;

**Investire nella cura e manutenzione del verde urbano** per garantirne la funzionalità e la bellezza.

## 9.2 Buone pratiche di gestione del verde

Il verde urbano rappresenta una componente fondamentale per la qualità della vita nelle città. La sua gestione richiede quindi un approccio olistico e sostenibile, che tenga conto delle diverse esigenze e funzioni di questo patrimonio naturale. Di seguito vengono riportate alcuni spunti relativi alle buone pratiche per il verde urbano.

### Pianificazione

Pianificare risulta sempre una strategia vincente per la gestione corretta di qualunque elemento pubblico, tanto più per una materia complessa quale il verde urbano. Redigere il Piano del Verde e della Biodiversità che identifica le aree verdi esistenti, le loro caratteristiche e le loro funzioni è sicuramente il punto di partenza, tuttavia non basta. Tale strumento va affiancato ad altri quali, ad esempio, il Regolamento del Verde e il Manuale di Gestione del Verde. In ogni caso è sempre importante prevedere la partecipazione dei cittadini nel processo di pianificazione.

### Gestione

Deve avere come obiettivo l'utilizzo di tecniche sostenibili, che favoriscano la salute del suolo e l'uso efficiente dell'acqua. Uno sguardo particolare andrà riservato alla biodiversità, che dovrà essere sviluppata favorendo la crescita di diverse specie di piante e animali. Il verde urbano, per quanto possibile, dovrà essere anche protetto dall'inquinamento e dalle attività umane che ne minano la sopravvivenza. Essenziale sarà anche monitorare periodicamente la salute e la sua capacità di fornire i servizi ecosistemici desiderati.

### Manutenzione

Andrà curata la manutenzione ordinaria e straordinaria, garantendo la pulizia, la sicurezza e la fruibilità degli spazi verdi. Essenziale sarà utilizzare tecniche di manutenzione innovative e a basso impatto ambientale e la promozione del riutilizzo e del riciclaggio dei materiali di risulta.

### Partecipazione

Mediante il coinvolgimento dei cittadini nella cura e gestione del verde urbano, sensibilizzandoli sul suo valore e sulle minacce che lo incombono. Il tutto realizzato anche con iniziative di educazione ambientale e di volontariato mirate al tema. In generale vanno promosse tutte le attività che favoriscano la collaborazione tra cittadini, enti pubblici e privati.

## Innovazione

Attraverso l'applicazione di nuove tecnologie per la gestione del verde urbano, come ad esempio i sistemi di irrigazione intelligenti, i sensori per il monitoraggio della salute delle piante e i sistemi di informazione geografica.

## Altri elementi

È importante considerare le specificità del contesto locale nella scelta delle buone pratiche da applicare.

La formazione del personale addetto alla gestione del verde urbano è fondamentale per garantire l'erogazione di servizi di qualità.

La comunicazione e la sensibilizzazione del pubblico sono essenziali per promuovere la cultura del verde urbano e la partecipazione dei cittadini.

### 9.2.1 Manutenzione ordinaria e straordinaria delle aree verdi

Le aree verdi, come parchi, giardini e viali alberati, sono una componente fondamentale per la qualità della vita nelle città. La manutenzione del verde urbano è essenziale per garantirne la bellezza, la funzionalità e la sicurezza.

Si distinguono due tipi di manutenzione: ordinaria e straordinaria.

#### Manutenzione ordinaria

La manutenzione ordinaria comprende le attività svolte regolarmente per mantenere le aree verdi in buono stato. Le principali attività di manutenzione ordinaria includono:

- **taglio dell'erba:** la frequenza varia a seconda del tipo di prato, del clima e della stagione. In generale si devono evitare tagli continui soprattutto nel periodo estivo, in quanto oltre ad impoverire botanicamente e dal punto di vista degli insetti i terreni, causano una maggiore perdita d'acqua per evapotraspirazione. Da valutare caso per caso la possibile alternanza di prati sfalcati e quindi utili per le passeggiate e la possibile sosta di persone a zone lasciate più naturaliformi e meno soggette ad interventi (1 o 2 all'anno o anche 1 volta ogni due anni), in modo da favorire la biodiversità e la crescita sana della entomofauna essenziale per gli equilibri naturali;
- **potatura di siepi, arbusti e alberi:** deve essere eseguita in modo da evitare il rischio di caduta di rami, assicurare una crescita ottimale dell'albero e mantenere le forme desiderate. La frequenza varia a seconda della specie vegetale e del ruolo della pianta nell'ecosistema;
- **rimozione delle erbe infestanti:** le erbe infestanti possono competere con le piante desiderate per acqua e nutri-

enti. È importante rimuoverle, con mezzi meccanici, manualmente o con l'utilizzo di corretti agrofarmaci, sempre nel rispetto di quanto previsto dal PAN (Piano d'Azione Nazionale);

- **irrigazione:** deve essere limitata, mediante la scelta di specie maggiormente resistenti alla carenza idrica, ai soli periodi di siccità. I costi elevati di tale pratica, soprattutto in caso di terreni difficilmente collegati alle infrastrutture comunali, rendono determinante, sia a livelli economici che di etica, la corretta programmazione dell'impianto. È importante, tuttavia, irrigare in modo profondo e uniforme. Da valutare il ricorso della pratica solamente ai momenti di maggiore stress per la pianta, è infatti accettabile – e a tratti benefico – far sì che gli alberi si confrontino con piccoli stress idrici, in modo da approfondire le radici e divenire più tolleranti alle sempre più frequenti escursioni degli apporti naturali;
- **concimazione:** fornisce alle piante gli elementi nutritivi necessari per crescere e svilupparsi in modo sano. La frequenza e il tipo di concime dipendono dalla specie vegetale, dalla fase vegetativa e dal tipo di terreno. Come anche per i punti precedenti si consiglia di scegliere specie che non necessitino di particolari apporti, ma che riescano a trarre dal suolo in cui sono poste i nutrienti di cui necessitano;
- **controllo fitopatologico:** è importante monitorare con frequenza e cadenza costante le aree verdi per individuare eventuali malattie o parassiti. In caso di infestazioni, è necessario intervenire tempestivamente con trattamenti adeguati. In caso si dovesse intervenire con agrofarmaci, il rimando è al Piano d'Azione Nazionale (PAN). L'utilizzo dell'endoterapia<sup>12</sup>, da anni adottato dal Comune di Brescia, rappresenta l'alternativa migliore per la cura delle piante in ambiente urbano. Questo poiché offre una soluzione proattiva per proteggere le piante dalle malattie e dagli attacchi di parassiti. I professionisti possono iniettare infatti agenti antifungini e insetticidi direttamente nel sistema vascolare delle piante, creando un efficace scudo fitosanitario, minimizzando il rischio di dispersione nell'ambiente e massimizzando l'effetto curativo degli agenti;
- **pulizia delle aree verdi:** comprende la rimozione di rifiuti, foglie e rami caduti. È importante mantenere le aree verdi pulite per mantenere una città salubre ed evitare il proliferare animali indesiderati. Tuttavia, questa è una prescrizione di massima che va riservata solo ai luoghi più frequentati e vissuti dalla popolazione. In contesti più naturali (boschi, etc) o naturaliformi (anche all'interno dei parchi) invece il rilascio di necromassa (parti morte di pianta) terra è un fattore determinante per lo sviluppo di un ecosistema sano e dell'entomofauna. Come rami e foglie, anche tronchi di modeste dimensioni dovrebbero essere rilasciati in quanto consentono lo sviluppo di microfauna, funghi, inset-

ti e relativi predatori che altrimenti faticherebbero a svilupparsi;

- **manutenzione dei sentieri e dei vialetti:** i sentieri e i vialetti devono essere regolarmente mantenuti per garantirne la sicurezza e la fruibilità. Un tracciato non correttamente mantenuto difficilmente viene percorso e rappresenta un rischio per la sicurezza dei transitanti;
- **manutenzione degli impianti di irrigazione:** gli impianti di irrigazione devono essere regolarmente controllati e mantenuti per garantirne il corretto funzionamento. Da valutare, in certi contesti, il ricorso alla fertirrigazione;
- **controllo e manutenzione delle attrezzature:** le attrezzature utilizzate per la manutenzione delle aree verdi devono essere regolarmente controllate e mantenute per garantirne la sicurezza e l'efficienza;
- **restauro di manufatti e arredi:** manufatti e arredi presenti nelle aree verdi, come panchine, fontane e statue, necessitano di restauri periodici e di sostituzioni secondo lo stato di usura.

### Manutenzione straordinaria

La manutenzione straordinaria comprende interventi più complessi e occasionali, necessari per ripristinare o migliorare le aree verdi. Le principali attività di manutenzione straordinaria includono:

- **abbattimento di alberi pericolosi:** gli alberi pericolosi devono essere abbattuti per evitare il rischio di caduta e di danni a persone o cose;
- **messa a dimora di nuovi alberi:** la messa a dimora di nuovi alberi è importante per rinnovare le aree verdi e per aumentare la biodiversità;
- **ripristino del manto erboso:** il manto erboso può essere danneggiato da eventi atmosferici, da un uso eccessivo o da lavori sulle reti. In questi casi, è necessario intervenire per ripristinarlo;
- **realizzazione di nuovi impianti di irrigazione:** in caso di aree verdi non ancora dotate di impianto di irrigazione, è possibile realizzarne uno nuovo per garantirne l'irrigazione efficiente. Tale prospettiva va valutata caso per caso, ma soprattutto è fortemente da limitare ai soli contesti paesaggisticamente o storicamente più sensibili; infatti, la priorità va data alla scelta di piante resilienti e capaci di tollerare ampie variazioni del tasso di umidità del terreno e capaci di vegetare anche con scarsa quantità di acqua;
- **manutenzione straordinaria dei sentieri e dei vialetti:** in caso di sentieri e vialetti danneggiati è necessario intervenire per ripararli o modificarne alcuni aspetti maggiormente sensibili alle nuove condizioni, in particolare per renderli maggiormente inclusivi; rimozione o acquisto di nuovi manufatti o arredi.

La scelta tra manutenzione ordinaria e straordinaria dipende da diversi fattori, tra cui:

- **le condizioni delle aree verdi;**
- **il tipo di intervento necessario;**
- **il budget disponibile.**

È importante pianificare correttamente gli interventi di manutenzione, sia ordinaria che straordinaria, per garantirne l'efficacia e l'economicità.

### 9.2.2 Ripristino di morti e fallanze nei viali alberati e incremento degli stessi

I viali alberati rappresentano un elemento fondamentale del tessuto urbano, offrendo numerosi benefici ambientali e sociali. Tuttavia, il tempo, le avversità climatiche e gli eventi accidentali possono causare la morte o la fallanza di alcuni alberi, creando vuoti e discontinuità nel filare.

Il ripristino delle fallanze nei viali alberati è un intervento fondamentale per mantenere la bellezza, la funzionalità e la sicurezza del viale stesso. Le principali fasi del ripristino includono:

- **valutazione del sito:** è importante valutare le cause della morte o della fallanza dell'albero, le caratteristiche del terreno e le condizioni climatiche per scegliere la specie arborea più adatta al sito;
- **rimozione dell'albero morto o danneggiato:** l'albero deve essere rimosso in modo sicuro e professionale, evitando danni alle alberature vicine e alle infrastrutture circostanti;
- **preparazione del terreno:** il terreno deve essere preparato per la messa a dimora del nuovo albero, eliminando le erbe infestanti, ammorbidente il terreno, concimando e/o irrigando se necessario;
- **sceita della specie arborea:** la scelta della specie arborea deve essere effettuata in base a:
  1. luogo di impianto, posizionamento preferenziale e zona altitudinale;
  2. classe di grandezza a maturità, in funzione dello spazio a disposizione;
  3. resistenza e resilienza, soprattutto riguardo la tolleranza alla siccità;
  4. gestione e costi di manutenzione;
  5. qualità estetiche/funzione ecologica, stoccaggio di carbonio e abbattimento del particolato;
  6. funzioni che si desidera ottenere;
  7. i restanti parametri da valutare in funzione delle esigenze.
- **messa a dimora del nuovo albero:** la messa a dimora

deve essere eseguita correttamente, garantendo la giusta profondità e la corretta posizione dell'albero;

- **manutenzione del nuovo albero:** il nuovo albero necessita di cure e attenzioni per i primi anni successivi alla messa a dimora, con annaffiature regolari, potature di formazione e monitoraggio del suo stato di salute.

Oltre al ripristino delle fallanze, è possibile incrementare il patrimonio arboreo dei viali alberati piantando nuovi alberi.

Esistono diverse normative e incentivi che promuovono il ripristino e l'incremento del patrimonio arboreo urbano. È importante informarsi sulle normative locali e sugli incentivi disponibili per piantare nuovi alberi o ripristinare quelli mancanti.

Il ripristino delle fallanze e l'incremento del patrimonio arboreo nei viali alberati sono interventi importanti per la cura e la valorizzazione del verde urbano. Con una progettazione attenta e una corretta manutenzione, i viali alberati possono continuare ad offrire i loro numerosi benefici alle città e ai loro cittadini.

Val la pena ricordare che è importante coinvolgere i cittadini nella cura e gestione dei viali alberati, sensibilizzandoli sul loro valore e sulle minacce che li incombono. Anche le nuove tecnologie possono essere utilizzate per monitorare lo stato di salute degli alberi e per ottimizzare la loro manutenzione.

La collaborazione tra diverse discipline è fondamentale per sviluppare strategie efficaci per il ripristino e l'incremento del patrimonio arboreo urbano.

### 9.2.3 Aree potenziali per nuovi impianti arborei

Nella pianificazione del verde urbano, identificare e valutare le aree potenziali per nuovi impianti rappresenta un passo cruciale per garantire la crescita e lo sviluppo sostenibile degli spazi verdi all'interno della città. Queste aree, selezionate strategicamente, offrono l'opportunità di ampliare la rete di parchi, giardini e altre infrastrutture verdi, contribuendo così a migliorare la qualità della vita urbana e a promuovere la biodiversità. Una delle prime considerazioni nella ricerca di aree potenziali è l'analisi della disponibilità di terreni vocati. Questi terreni possono essere sia di proprietà pubblica che privata e devono essere valutati in base alla loro idoneità per la creazione di spazi verdi. Ciò include la valutazione della qualità del suolo, dell'esposizione alla luce solare, della disponibilità di risorse idriche e di accessibilità per i residenti.

Inoltre, è importante considerare la distribuzione geografica delle aree potenziali per garantire un accesso equo e una copertura uniforme dei servizi verdi in tutta la città. Questo può implicare la mappatura delle aree svantaggiate o sotto-servite

e l'identificazione di zone che potrebbero beneficiare maggiormente di nuovi impianti verdi.

Le aree potenziali per nuovi impianti devono anche essere valutate in base alle esigenze e alle preferenze della comunità locale. Coinvolgere, ove possibile, i residenti nelle fasi di pianificazione e decisione è essenziale per garantire che gli impianti proposti rispondano effettivamente alle loro esigenze e aspirazioni. Ciò può essere fatto attraverso incontri pubblici, sondaggi e consultazioni online.

Infine, le aree potenziali per nuovi impianti dovrebbero essere valutate anche in base alla loro capacità di promuovere la biodiversità, di fornire servizi ecosistemici (anche in funzione delle vulnerabilità delle UPA) e in riferimento al cambiamento climatico. Questo include la valutazione della presenza di habitat naturali, la diversità delle specie vegetali e animali e il potenziale di mitigazione degli impatti ambientali, come l'assorbimento di carbonio e la riduzione dell'inquinamento atmosferico e acustico.

Di seguito una esemplificazione delle aree che potrebbero essere interessate dalla messa a dimora.

#### Aree verdi esistenti

- parchi e giardini: aumentare la densità arborea in aree già dedicate al verde;
- cimiteri: sfruttare gli spazi cimiteriali per piantare alberi adatti al contesto;
- aree sportive: piantare alberi lungo i bordi dei campi o in aree non utilizzate per il gioco.

#### Aree urbane non edificate

- viali e strade: piantare alberi lungo i marciapiedi, tenendo conto dello spazio disponibile e delle infrastrutture sotterranee;
- rotatorie e spartitraffico: creare isole verdi con alberi ad alto fusto;
- **piazze e slarghi:** inserire alberi come elementi di arredo urbano e di ombreggiatura;
- **terreni incolti e aree dismesse:** bonificare e riqualificare queste aree con la messa a dimora di alberi.

#### Considerazioni aggiuntive

Oltre alla scelta del luogo ideale per la messa a dimora, collocare nuovi alberi in città richiede un'attenta valutazione di altri elementi cruciali e fondamentali per garantire il successo e la sostenibilità del progetto.

La selezione di alberi adatti al clima locale e al contesto urbano è fondamentale, prediligendo specie resistenti all'inquinamento atmosferico e dotate di apparati radicali non eccessivamente invasivi.

Altrettanto importante è programmare anche una corretta manutenzione degli alberi piantati attraverso interventi di irrigazione, potatura mirata e controlli fitosanitari, necessari per prevenire problematiche e garantire la salute delle piante nel tempo.

Anche il coinvolgimento della cittadinanza nella cura del verde urbano rappresenta un valore aggiunto. Attraverso iniziative di sensibilizzazione e volontariato, i cittadini possono contribuire attivamente alla manutenzione e valorizzazione del patrimonio arboreo.

Infine, Le tecnologie moderne offrono nuove opportunità per aumentare il verde in città. I sistemi di rinverdimento verticale, ad esempio, permettono di creare giardini verticali con alberi e rampicanti su pareti e facciate degli edifici, ottimizzando gli spazi disponibili.

### 9.3 Contenuti prioritari per il Piano di Manutenzione del Verde Comunale

Un Piano di manutenzione del verde comunale efficace è uno strumento fondamentale per la cura e la valorizzazione del verde pubblico. Il Piano deve essere basato su una valutazione approfondita delle esigenze del territorio e deve includere una serie di interventi prioritari. La pianificazione, l'attuazione e il monitoraggio del Piano devono essere condotti con professionalità e competenza, al fine di garantire la bellezza, la funzionalità e la sicurezza del verde pubblico.

Ecco alcuni elementi che potrebbero essere inclusi:

- inventario delle aree verdi: identificare e catalogare tutte le aree verdi di proprietà comunale, compresi parchi, giardini pubblici, aiuole, alberate lungo le strade e spazi aperti; censimento delle specie arboree presenti, analisi del loro stato di salute e stabilità, valutazione del rischio di caduta rami e individuazione di alberi pericolosi o malati;
- analisi del contesto urbano: presenza di infrastrutture e reti sotterranee, frequentazione pedonale e veicolare, vincoli paesaggistici e ambientali;
- individuazione delle criticità: aree con carenze di manutenzione, presenza di erbe infestanti o malattie, danni a sentieri, vialetti o arredi;
- definizione degli standard di manutenzione: stabilire chiari standard di manutenzione per ciascuna area verde, considerando fattori come taglio dell'erba, potatura degli alberi e arbusti, irrigazione, pulizia e controllo delle infestazioni di parassiti;
- programmazione delle attività: pianificare le attività di manutenzione in base alla stagionalità e alle esigenze specifiche di ogni area verde, come la semina stagionale, la rimozione delle foglie, la concimazione e la potatura;
- definizione degli obiettivi: miglioramento della qualità del verde, aumento della biodiversità, riduzione del rischio di incidenti, maggiore fruibilità delle aree verdi;
- assegnazione delle responsabilità: definire chiaramente le responsabilità del personale addetto alla manutenzione del verde comunale, inclusi dipendenti municipali, aziende esterne e, se del caso, gruppi di volontari;
- scelta degli interventi: manutenzione ordinaria e straordinaria del patrimonio arboreo, cura del manto erboso e delle aiuole, potatura e abbattimento di alberi, messa a dimora di nuovi alberi, ripristino di aree degradate, installazione di nuovi arredi;
- gestione delle risorse: allocare le risorse finanziarie, umane e materiali necessarie per svolgere le attività di manutenzione in modo efficace ed efficiente, tenendo conto del budget disponibile e delle priorità stabilite;
- realizzazione degli interventi: assegnazione dei lavori a ditte specializzate, monitoraggio dell'avanzamento dei lavori, controllo della qualità dei lavori;
- gestione del verde: sorveglianza e manutenzione costante, interventi di irrigazione e concimazione, controllo fitopatologico, gestione dei rifiuti verdi;
- monitoraggio e valutazione: implementare un sistema di monitoraggio delle attività di manutenzione per garantire il rispetto degli standard e degli obiettivi stabiliti e valutare l'efficacia delle pratiche adottate (analisi costi-benefici);
- gestione sostenibile: adottare pratiche di gestione sostenibile del verde comunale, come l'uso di tecniche di irrigazione efficienti, la riduzione dell'uso di pesticidi e fertilizzanti



- chimici, e la promozione della biodiversità;
- coinvolgimento della comunità: coinvolgere attivamente la comunità locale nella cura e nella valorizzazione degli spazi verdi, attraverso programmi di volontariato, attività educative e la promozione di iniziative di sensibilizzazione ambientale;
- pianificazione per emergenze: prevedere procedure per la gestione delle emergenze, come danni causati da eventi atmosferici estremi o da infestazioni di parassiti, e stabilire un piano d'azione per ripristinare rapidamente le aree danneggiate;
- aggiornamenti e revisioni: periodicamente, rivedere e aggiornare il Piano di Manutenzione del Verde Comunale in base ai cambiamenti delle esigenze della comunità, delle risorse disponibili e delle migliori pratiche nel settore della gestione del verde urbano (nuove tecnologie).

Un Piano di Manutenzione del Verde Comunale ben strutturato e aggiornato è essenziale per garantire la cura e la valorizzazione degli spazi verdi, contribuendo così al benessere e alla qualità della vita della comunità locale.

### 9.3.1 La gestione degli alberi e degli arbusti

La gestione degli alberi e degli arbusti è un aspetto cruciale della cura e della conservazione del verde urbano. Gli alberi e gli arbusti non solo contribuiscono alla bellezza e alla qualità estetica degli spazi verdi urbani, ma forniscono anche una serie di benefici ambientali non indifferenti.

Una gestione efficace degli alberi e degli arbusti comprende diverse attività:

- pianificazione e selezione delle specie: la scelta delle specie arboree e arbustive appropriate è fondamentale per garantire il successo a lungo termine del verde urbano. È importante considerare fattori come l'ambiente circostante, il clima, il tipo di suolo, lo spazio disponibile, le funzioni desiderate e le esigenze specifiche delle piante in termini di crescita e manutenzione;
- messa a dimora e installazione: le piante dovrebbero essere piantate correttamente, tenendo conto delle pratiche di messa a dimora consigliate e delle esigenze individuali di ciascuna specie. Questo include la preparazione del terreno, la corretta posizione, la giusta distanza e profondità di messa a dimora, l'irrigazione iniziale per favorire l'attecchimento e la protezione dalle scottature;
- irrigazione e nutrizione: gli alberi e gli arbusti richiedono un'adeguata irrigazione e nutrizione per mantenere la loro salute e vitalità. È importante fornire acqua sufficiente, specialmente durante i periodi di siccità, e applicare concimi appropriati per soddisfare le esigenze nutritive delle piante;

- potatura: la potatura regolare è essenziale per mantenere la forma e la struttura degli alberi e degli arbusti, nonché per rimuovere rami danneggiati o malati. La potatura può anche favorire la crescita e la fioritura delle piante, migliorare la sicurezza pubblica e prevenire il sovraffollamento. Ogni specie può richiedere una diversa potatura e un diverso momento temporale di esecuzione. In generale è consigliato: evitare capitozzature (danneggiano l'albero e lo rendono più vulnerabile a malattie), utilizzare attrezzature adeguate e affilate: (per evitare tagli non netti che possono favorire l'ingresso di patogeni) e rispettare le normative locali (possono esserci restrizioni su potatura, abbattimento e messa a dimora di alberi.);
- controllo delle malattie e dei parassiti: monitorare attentamente gli alberi e gli arbusti per individuare eventuali segni di malattie o infestazioni di parassiti e adottare misure di controllo appropriate per prevenirne la diffusione e proteggere la salute delle piante, sempre rispettando le prescrizioni previste dal PAN;
- gestione delle radici: le radici degli alberi possono causare danni alle pavimentazioni e inserirsi nelle infrastrutture sotterranee degradate. È importante gestire le radici in modo appropriato per ridurre il rischio di danni e garantire la sicurezza pubblica;
- monitoraggio e manutenzione regolari: effettuare controlli periodici per valutare lo stato di salute degli alberi e degli arbusti e identificare eventuali problemi o necessità di intervento. La manutenzione regolare è essenziale per garantire la longevità e la vitalità del verde urbano.
- In conclusione, una gestione oculata degli alberi e degli arbusti è essenziale per preservare e valorizzare il verde urbano, garantendo benefici sia per l'ambiente che per la comunità locale.

### 9.3.2 Sistemi gestionali e procedure di qualità

I sistemi gestionali e le procedure di qualità relative al verde urbano rappresentano un fondamentale strumento per garantire una gestione efficace, sostenibile e coerente degli spazi verdi all'interno delle aree urbane. Questi sistemi e procedure sono progettati per stabilire linee guida chiare e standard elevati nella pianificazione, nella manutenzione e nella cura del verde urbano, al fine di preservare la bellezza, la biodiversità e la funzionalità degli spazi verdi.

Uno degli aspetti cruciali dei sistemi gestionali è la definizione di responsabilità e compiti specifici, nonché la pianificazione dettagliata delle attività di gestione del verde urbano.

Questo include la programmazione delle operazioni di manutenzione, l'allocazione delle risorse umane e materiali, e la supervisione delle attività svolte sul campo.

**Di seguito sono riportati alcuni sistemi gestionali:**

**a) Sistema informativo geografico (GIS):**

- creare un GIS per mappare e monitorare il patrimonio arboreo urbano;
- il GIS dovrebbe includere informazioni su:
  - specie, dimensioni, età e stato di salute degli alberi;
  - ubicazione, coordinate GPS e dati catastali;
  - fotografie e storico degli interventi di manutenzione.

**b) Software per la gestione del verde:**

**utilizzare un software per:**

- pianificare gli interventi di manutenzione e potatura;
- gestire le richieste di abbattimento e trapianto;
- monitorare il budget e le risorse umane.

**c) Database delle alberature:**

**creare un database con informazioni su:**

- regolamenti e normative sul verde urbano;
- best practices per la gestione del verde;
- elenco di aziende e professionisti qualificati per la cura degli alberi.

Le procedure di qualità, d'altra parte, stabiliscono gli standard e le modalità operative per garantire che le attività di gestione del verde urbano siano svolte in modo coerente, sicuro e rispettoso dell'ambiente. Queste procedure riguardano una vasta gamma di attività, dalla potatura degli alberi alla manutenzione delle aree gioco, dalla gestione dei rifiuti alla conservazione delle aree naturali.

Inoltre, i sistemi gestionali e le procedure di qualità favoriscono la trasparenza e la responsabilità nella gestione del verde urbano, consentendo una migliore comunicazione e coordinazione tra le varie parti coinvolte, come le autorità locali, gli operatori del settore e la comunità.

Per garantire l'efficacia dei sistemi gestionali e delle procedure di qualità, è essenziale effettuare regolari valutazioni delle prestazioni e degli standard di qualità. Ciò può comportare l'analisi dei dati relativi alla manutenzione, la raccolta di feedback dalla comunità e il monitoraggio dell'efficacia delle azioni intraprese.

Di seguito si presentano alcune procedure di qualità:

**a) Formazione del personale:**

- fornire formazione specifica al personale addetto alla cura del verde su:
  - tecniche di arboricoltura e potatura;
  - riconoscimento di malattie e parassiti;
  - sicurezza sul lavoro.
- 

**b) Monitoraggio e controllo:**

- monitorare e controllare regolarmente la qualità del verde urbano, con ispezioni visive degli alberi.

**c) Certificazioni:**

- richiedere certificazioni di qualità per la gestione del verde urbano, come ad esempio ISO 14001 o EMAS;
- FSC e PEFC per la gestione dei boschi;
- VCS e GS per i crediti di carbonio.

**L'implementazione di sistemi gestionali e procedure di qualità per la gestione delle segnalazioni è fondamentale per:**

- garantire una gestione efficiente e sostenibile del verde urbano;
- migliorare la qualità del verde e la sua fruibilità da parte dei cittadini;
- aumentare la trasparenza e la rendicontazione dell'amministrazione pubblica.

**9.3.3 Innovazione tecnologica**

L'innovazione tecnologica sta rivoluzionando la gestione del verde urbano, offrendo soluzioni avanzate per la cura e la conservazione degli spazi verdi nelle città. Questa nuova frontiera tecnologica apre le porte a una serie di strumenti e approcci innovativi che migliorano l'efficienza, la sostenibilità e la resilienza del verde urbano.

Uno dei principali ambiti in cui l'innovazione tecnologica sta rivoluzionando la gestione del verde è la raccolta e l'analisi dei dati. Sensori e dispositivi IoT (Internet of Things) possono essere utilizzati per monitorare in tempo reale una serie di parametri ambientali, come l'umidità del suolo, la qualità dell'aria, la temperatura e l'umidità dell'aria, consentendo ai responsabili della manutenzione del verde di ottenere informazioni dettagliate sullo stato di salute delle piante e sull'ambiente circostante. Questi dati possono essere utilizzati per ottimizzare le operazioni di irrigazione, pianificare interventi di manutenzione preventiva e valutare l'impatto delle politiche di gestione del verde.

Inoltre, le tecnologie GIS (Geographic Information Systems) sono utilizzate per la mappatura e la pianificazione del verde urbano, consentendo ai responsabili della pianificazione urbana di visualizzare e analizzare in modo efficace le informazioni spaziali legate agli spazi verdi. Questi strumenti consentono una pianificazione più accurata degli interventi di messa a dimora e manutenzione, nonché una migliore gestione delle risorse e una maggiore trasparenza nelle decisioni di pianificazione. Le tecnologie di imaging satellitare e aeree offrono un'altra prospettiva innovativa sulla gestione del verde urbano, consen-

tendo di ottenere immagini ad alta risoluzione delle aree verdi e di monitorare i cambiamenti nel tempo. Questi dati possono essere utilizzati per identificare aree in cui sono necessari interventi di ripristino o miglioramento, nonché per valutare l'efficacia delle politiche di gestione del verde nel lungo periodo.

Le soluzioni basate sull'intelligenza artificiale e sull'apprendimento automatico stanno diventando sempre più diffuse nella gestione del verde urbano, consentendo di analizzare grandi quantità di dati in modo rapido ed efficiente e di ottenere insights preziosi per migliorare le decisioni di gestione. Ad esempio, algoritmi di apprendimento automatico possono essere utilizzati per identificare automaticamente le specie vegetali, monitorare la crescita delle piante e prevedere potenziali problemi di salute.

Infine, le tecnologie di droni e robotica stanno emergendo come strumenti promettenti per la gestione del verde urbano. I droni possono essere utilizzati per ispezionare aree difficilmente accessibili o estese, acquisendo dati dettagliati sullo stato delle piante e dell'ambiente circostante. I robot possono essere impiegati per svolgere attività di manutenzione, come la potatura degli alberi e la rimozione delle erbacce, riducendo la dipendenza dalla mano d'opera e migliorando l'efficienza delle operazioni di gestione del verde.

I vantaggi dell'innovazione tecnologica sono risaputi, fra i principali si annoverano:

- **migliore efficienza:** riduzione dei tempi e dei costi di manutenzione;
- **maggiore sostenibilità:** risparmio di acqua e di risorse;
- **resilienza ai cambiamenti climatici:** migliore capacità di adattamento a condizioni climatiche avverse;
- **maggiore trasparenza e accessibilità:** i cittadini possono avere accesso alle informazioni sul verde pubblico.

È indubbio che ci sono anche sfide da affrontare quando si parla di introdurre nuovi sistemi di gestione:

- **costi iniziali elevati:** l'acquisto e l'implementazione di nuove tecnologie possono richiedere un investimento iniziale significativo;
- **necessità di formazione:** il personale deve essere formato per utilizzare le nuove tecnologie in modo efficace;
- **problemi di connettività:** in alcune aree potrebbe non esserci una connessione internet adeguata per utilizzare alcune tecnologie;
- **questioni di privacy:** la raccolta di dati da parte di sensori e droni potrebbe sollevare questioni relative alla privacy.

In sintesi, l'innovazione tecnologica offre un grande potenziale per migliorare la gestione del verde comunale. Tuttavia, è importante affrontare le sfide per garantire un utilizzo efficace e sostenibile di queste tecnologie.

#### 9.3.4 Sicurezza nelle aree verdi

È importante adottare misure adeguate a garantire che queste aree siano sicure e accoglienti per tutti.

È essenziale garantire che le aree verdi siano ben tenute e prive di ostacoli o condizioni pericolose che potrebbero causare incidenti o lesioni ai visitatori. Ciò include la manutenzione regolare delle infrastrutture, come marciapiedi, panchine, aree giochi e sentieri, per garantire che siano in buone condizioni e conformi agli standard di sicurezza.

È anche importante promuovere la consapevolezza e l'educazione sulla sicurezza nelle aree verdi, sia attraverso campagne informative sia attraverso la segnaletica appropriata che fornisca istruzioni sui comportamenti sicuri e le precauzioni da prendere durante la visita ai parchi e alle aree ricreative all'aperto.

Coinvolgere attivamente la comunità locale nella sorveglianza e nella cura delle aree verdi può contribuire a promuovere un senso di responsabilità condivisa per la sicurezza e la tutela di questi preziosi spazi pubblici, incentivando comportamenti responsabili, come evitare l'inquinamento eccessivo e l'abbandono di rifiuti. La partecipazione attiva dei residenti resta l'elemento cardine per tutelarle efficacemente.



### 9.3.5 Contrasto delle specie vegetali esotiche invasive

Le specie esotiche invasive (IAS) sono organismi viventi, come animali, piante o funghi, introdotti accidentalmente o volontariamente in un ambiente al di fuori del loro areale naturale. Questi organismi possono causare gravi danni all'ambiente, all'economia e alla salute umana. In particolare, si segnalano:

- **danni ambientali:** le IAS possono danneggiare la biodiversità nativa, alterando gli equilibri degli ecosistemi e causando la scomparsa di specie autoctone;
- **danni economici:** le IAS possono causare danni alle colture agricole, alle foreste e alle infrastrutture;
- **danni alla salute umana:** alcune IAS possono trasmettere malattie agli esseri umani.

Per contrastare le specie invasive è essenziale adottare una serie di misure mirate e coordinate. Queste includono la prevenzione attraverso l'informazione e la sensibilizzazione del pubblico sui rischi legati alle specie invasive e sulle strategie per prevenirne l'introduzione e la diffusione. Inoltre, è fondamentale implementare azioni di controllo e gestione, come la rimozione meccanica o chimica delle specie invasive, l'utilizzo di controllo biologico tramite l'introduzione di predatori naturali e l'adozione di strategie di gestione adattative, che si adattino alle specifiche caratteristiche di ogni specie invasiva. Parallelamente, è importante investire nella ricerca scientifica per approfondire la conoscenza sulle specie invasive e sviluppare nuove strategie di controllo, mentre il monitoraggio continuo permette di individuare tempestivamente nuove invasioni e valutare l'efficacia delle misure adottate. Solo attraverso un approccio integrato e multidisciplinare sarà possibile contrastare efficacemente il fenomeno delle specie invasive e proteggere la biodiversità e gli ecosistemi naturali.

Il contrasto alle specie esotiche invasive è una sfida complessa che richiede un impegno a lungo termine da parte di diverse entità, dalla comunità scientifica alle autorità pubbliche e ai cittadini.

## 9.4 Contenuti prioritari per la redazione del Piano di Gestione del Patrimonio Arboreo Pubblico nell'ottica del RISK-MANAGEMENT

L'Associazione Italiana Direttori e Tecnici Pubblici Giardini ha redatto questo documento, rivolto sia agli operatori del settore verde pubblico sia agli amministratori del territorio nonché ai cittadini, con lo scopo di diffondere una maggior conoscenza della gestione dei rischi legati alla presenza degli alberi in città. È noto, infatti, che le piante sono esseri viventi i quali, per cause diverse ed in particolari condizioni ambientali, possono cadere e provocare gravi danni a cose e persone; tutto questo comporta responsabilità civili e penali per i loro custodi. La corretta gestione delle alberature da un lato deve massimizzare la sicurezza dei luoghi in cui esse si trovano e dall'altro assicurarne la perpetuazione con le cure più appropriate. Le nozioni e le tecniche della moderna arboricoltura (non trattate nel documento) vengono applicate a grandi numeri di alberi che insistono su territori molto vasti ed estremamente eterogenei.

Si propone pertanto un processo normalizzato che attraverso la conoscenza del patrimonio arboreo (censimento), la mappatura del territorio (macrozonizzazione) e controlli periodici (monitoraggio ciclico selettivo), guidi i gestori nella redazione di programmi di manutenzione basati sulle reali necessità di cura degli alberi e sulle esigenze del territorio, stabilendo priorità di intervento chiare ed oggettive. Si introducono alcuni nuovi concetti: la suscettibilità delle aree allo schianto di un albero e l'alberatura omogenea che considera un gruppo di alberi anziché il singolo soggetto. L'applicazione rigorosa della procedura, che concorre concretamente a ridurre i rischi, e l'archiviazione dei documenti probanti l'attività di gestione possono contribuire ad attenuare le responsabilità dei custodi anche nel caso di sinistri. Quando la gestione non è più in grado di perseguire gli obiettivi prefissati è necessario provvedere al rinnovo delle alberate per garantire la perpetuazione dell'infrastruttura verde.

## 9.5 Contenuti prioritari per la redazione del regolamento del verde

Un Regolamento del Verde efficace è uno strumento fondamentale per la gestione del patrimonio verde pubblico e privato di un Comune. Il suo obiettivo è tutelare e valorizzare il verde, garantendone la fruibilità e sicurezza, nel rispetto dell'ambiente e della biodiversità.

Tra i contenuti prioritari del Regolamento del Verde si potrebbero includere:

### 1) Definizioni e classificazioni:

- **aree verdi:** parchi, giardini, viali alberati, aree a verde pubblico e privato;
- **specie vegetali:** elenco delle specie ammesse e vietate, con criteri di scelta basati su adattabilità al clima locale, resistenza alle malattie, esigenze di manutenzione, ecc.;
- **interventi di manutenzione:** definizione di interventi ordinari (potatura, irrigazione, pulizia) e straordinari (abbattimento, messa a dimora, riqualificazione).

### 2) Tutela del verde:

- norme per la potatura: criteri per la potatura di alberi e arbusti, al fine di garantirne la salute e la sicurezza.

### 3) Gestione del verde:

- manutenzione ordinaria e straordinaria: definizione di responsabilità e competenze per la cura del verde pubblico e privato;
- esecutori: procedure per l'affidamento dei lavori di manutenzione a operatori economici specializzate;
- partecipazione dei cittadini: coinvolgimento dei cittadini nella gestione del verde attraverso consultazioni e iniziative di partecipazione.

### 4) Sanzioni:

- **previsione di sanzioni:** per violazioni del regolamento, come danneggiamento del verde, mancata manutenzione, abbattimento di alberi senza autorizzazione (in accordo con quanto previsto da normativa e dal Regolamento di Polizia Urbana).

### 5) Aggiornamento del regolamento:

- **revisione periodica:** aggiornamento del regolamento per adeguarlo alle nuove esigenze e alle innovazioni tecnologiche.

In aggiunta ai contenuti prioritari sopra elencati, il Regolamento del Verde può includere:

- norme per la pubblicità, le sponsorizzazioni e le installazioni temporanee, specialmente in aree di particolare pregio paesaggistico;
- indicazioni per la progettazione di nuovi spazi verdi;
- eventuale regolamento per le aree di sgambamento dei cani.

Un regolamento del verde chiaro, completo e aggiornato è uno strumento fondamentale per la tutela e la valorizzazione del patrimonio verde di un Comune. La sua efficacia dipende dalla collaborazione tra diverse figure professionali, dalla partecipazione dei cittadini e da un adeguato sistema di controlli e sanzioni.



# 10. Monitoraggio e sviluppo del Piano

## 10.1 Il monitoraggio del Piano del Verde e della Biodiversità

Il monitoraggio dei risultati ottenuti dal Piano del Verde e della Biodiversità richiede la definizione di indicatori e l'implementazione di azioni per verificare la sua attuazione. Questo processo è articolato in due fasi principali: la prima prevede la verifica dell'applicazione a 5 anni dall'approvazione, mentre la seconda ha scadenze a 10 e 20 anni per valutare se l'azione gestionale dell'Amministrazione ha tenuto conto della visione complessiva delineata dal Piano, con particolare enfasi sulla foresta urbana, le infrastrutture verdi, i servizi ecosistemici e le "Nature Based Solutions", come definite dalla Strategia Nazionale del Verde Pubblico.

Un punto chiave della pianificazione del verde è la definizione di criteri e strumenti per monitorare l'efficacia delle azioni volte a concretizzare la visione, gli orientamenti e gli indirizzi del Piano del Verde e della Biodiversità. Nel contesto della gestione dell'infrastruttura verde, è cruciale superare l'approccio tradizionale basato esclusivamente su indicatori quantitativi legati alla creazione di aree o strutture. È necessario sviluppare strumenti più incisivi per valutare le performance, le politiche e le pratiche operative attuate dal gestore, facendo riferimento a una serie di parametri che forniscono una visione d'insieme per valutare concretamente l'azione di governo.

Monitorare l'azione del gestore nell'implementazione del Piano rappresenta anche un modo oggettivo per analizzare l'efficacia ed efficienza della spesa pubblica, evidenziandone i risultati. Successivamente, saranno proposti metodi per monitorare i seguenti obiettivi del Piano: la funzione ambientale, la biodiversità, le funzioni, l'accessibilità e la funzionalità del verde, seguiti dalla presentazione di una serie di indicatori.

### 10.1.1 Gli indicatori del monitoraggio

Per monitorare l'efficacia del Piano del Verde e della Biodiversità è essenziale definire e utilizzare una serie di indicatori di monitoraggio. Questi indicatori forniranno dati quantitativi e qualitativi per valutare il successo delle iniziative e guidare eventuali azioni correttive o migliorative.

A seguire una lista di indicatori, tra cui eventualmente scegliere i più efficaci e fattibili per il monitoraggio.

## INDICATORI PROPOSTI

	INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	TEMPISTICHE
<b>INDICATORI SPAZIALI PER STIMARE I LIVELLI DI VULNERABILITA'</b>	Variazioni degli usi e copertura usi del suolo (con focus sugli spazi aperti)	m2 / ettari /%	5,10,20 anni
<b>(tratti dalle analisi e valutazioni per la costruzione del PVB, Cfr. par. e par.)</b>	Rapporto superfici impermeabili /permeabili	n°	5,10,20 anni

	INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	TEMPISTICHE
<b>INDICI AMBIENTALI</b>	Copertura arborea alberi	m2 e %	5,10,20 anni
	Copertura arborea alberi	m2 e %	5,10,20 anni
	Alberi Parchi	N° e n°/abitanti	5,10,20 anni
	Alberi stradali	N° e n°/abitanti	5,10,20 anni
	Rimboschimenti	Ettari	10, 20 anni
	Superfici deimpermeabilizzate	n°	5, 10, 20 anni
	Percentuale di area urbanizzata destinata a verde	m2 e %	5, 10, 20 anni
	Incremento area urbanizzata destinata a verde	ettari	10, 20 anni
	Adozione di Certificazioni	n° e/o ettari	10, 20 anni

INDICI BIODIVERSITÀ	INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	TEMPISTICHE
	Segnalazioni cittadini	n°	anni
	Numero di specie arboree, numero di specie arbustive presenti nell'elenco floristico del Piano del verde. Numero di specie arboree e arbustive estranee all'elenco floristico	rapporto tra numero specie comprese nell'elenco e numero specie estranee	Verifiche dopo 5, 10, 20 anni dall'approvazione del piano

INDICI ACCESSIBILITÀ E FRUIZIONE	INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	TEMPISTICHE
	Aree ludiche rinnovate	n°/anno	5,10,20 anni
	Parchi con ristoro	n°	10,20 anni
	Percentuale della popolazione servita (regola 300 metri)	%	10,20 anni
	Aree verdi pro capite	m2/abitante	5, 10, 20 anni
	Nuovi percorsi e attrezzature ludiche inclusive	n.	5, 10, 20 anni

INDICI GESTIONALI	INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	TEMPISTICHE
	Risorse su bilancio ordinario per l'infrastruttura verde	variazione %	5,10,20 anni
	Risorse su bilancio straordinario per l'infrastruttura verde	variazione %	5, 10, 20 anni
	Stesura e approvazione del Regolamento Comunale del Verde	SI/NO	5 anni
	Elaborazione di carta turistica che metta in rilievo i percorsi di trekking-urbano legata all'infrastruttura verde	SI/NO	5 anni

Al fine di semplificare le attività senza perdere efficacia, si potranno prevedere livelli di monitoraggio differenziati, ad esempio il monitoraggio degli indicatori spaziali e il monitoraggio degli altri indicatori (INDICI AMBIENTALI, INDICI BIODIVERSITÀ, INDICI ACCESSIBILITÀ E FRUIZIONE, INDICI GESTIONALI), oppure monitoraggi tematici relativi all'attuazione delle infrastrutture verde e delle infrastrutture blu.

## 10.2 Ipotesi di coinvolgimento dei cittadini per l'aggiornamento continuo del Piano

Coinvolgere attivamente i cittadini nel processo di aggiornamento continuo del Piano del Verde e della Biodiversità è fondamentale per garantire che le politiche e le azioni previste rispondano in modo efficace alle esigenze e alle preferenze della comunità locale. Le ipotesi di coinvolgimento dei cittadini possono essere strutturate in diversi modi per massimizzare la partecipazione e il contributo della popolazione. Ecco alcuni possibili approcci:

- consultazioni pubbliche: organizzare incontri pubblici, workshop o forum aperti in cui i cittadini possono esprimere le proprie opinioni, fornire feedback e proporre suggerimenti per migliorare il Piano del Verde e della Biodiversità alla prossima redazione. Queste consultazioni possono essere condotte sia in forma presenziale che online per coinvolgere un pubblico più ampio e diversificato;
- gruppi di lavoro partecipativi: creare gruppi di lavoro composti da cittadini, rappresentanti di associazioni locali, esperti del settore e funzionari comunali per discutere e sviluppare proposte concrete per l'aggiornamento del Piano del Verde e della Biodiversità. Questi gruppi possono concentrarsi su specifici temi o aree di interesse, come la progettazione di parchi, la gestione della biodiversità o la promozione della partecipazione comunitaria;
- questionari e sondaggi telematici: distribuire questionari e sondaggi ai cittadini per raccogliere dati e opinioni sulla percezione degli spazi verdi esistenti, sulle esigenze non soddisfatte e sulle priorità per futuri interventi. Questi strumenti possono essere utilizzati per ottenere un feedback rapido e ampio sulla base della quale guidare le decisioni di pianificazione;
- piattaforme digitali e social media: utilizzare piattaforme

online e i social media per coinvolgere i cittadini nella discussione e nel processo decisionale riguardo all'aggiornamento del Piano del Verde e della Biodiversità. Creare gruppi e pagine dedicate, pubblicare sondaggi e post informativi e incoraggiare la partecipazione attiva attraverso commenti e condivisioni;

- eventi e iniziative comunitarie: organizzare eventi e iniziative comunitarie incentrate sulla valorizzazione degli spazi verdi e sulla sensibilizzazione sulle tematiche ambientali. Questi eventi possono includere giornate di pulizia e manutenzione dei parchi, passeggiate guidate nella natura, festival del verde e altre attività che favoriscono il coinvolgimento e la partecipazione attiva dei cittadini;
- app per la segnalazione di problemi: sviluppare un'applicazione mobile o una piattaforma online dedicata alla segnalazione di problemi e suggerimenti relativi agli spazi verdi urbani. Questo strumento permetterà ai cittadini di segnalare in modo rapido e diretto eventuali criticità o proposte di miglioramento, consentendo all'amministrazione di rispondere in modo più efficiente alle esigenze della comunità.

L'implementazione di queste ipotesi di coinvolgimento dei cittadini favorirà un processo decisionale più inclusivo e trasparente, promuovendo nel contempo un senso di appartenenza e responsabilità nei confronti degli spazi verdi urbani e del Piano del Verde e della Biodiversità.

# 15 impegni per la biodiversità

---

## Azioni

1. Incrementare di 25.000 m<sup>2</sup>/anno la superficie prativa complessiva non sottoposta a tagli frequenti nel decennio, a vantaggio degli impollinatori e della biodiversità.
2. Approvare il Regolamento del Verde pubblico e privato del Comune (entro il 2025).
3. Completare il censimento degli alberi nei parchi (entro il 2027), al momento ultimato per il verde stradale.
4. Equilibrare la composizione del verde nei viali e nei parchi, tendendo a una percentuale massima del 6% per ciascuna specie.
5. Potenziare i trekking verdi urbani attraverso il miglioramento ecologico e fruitivo delle connessioni tra i diversi parchi.
6. Migliorare l'equilibrio idrologico della città attraverso interventi di drenaggio sostenibile con particolare riferimento a marciapiedi, vie alberate, parcheggi e reticolo idrico urbano.
7. Incrementare la superficie a bosco gestita tramite l'Associazione Fondiaria.
8. Promuovere con i consorzi di bonifica la valorizzazione paesaggistica del Reticolo Idrico Minore.



---

# Progetti

1. Promuovere l'iniziativa "Cent'alberi nel quartiere in dieci anni" in collaborazione con CDQ/Associazioni/cittadini.
2. Promuovere l'iniziativa "BresciApi", in collaborazione con le associazioni degli apicoltori, per individuare spazi idonei per porre alveari in città.
3. Predisporre un progetto specifico per il Colle Cidneo come elemento di connessione del verde delle colline con il centro storico.
4. Promuovere un progetto per ricostituire il paesaggio rurale tradizionale in alcune aree agricole di proprietà comunale, mediante ripristino dei filari.
5. Valutare tutte le possibilità di recupero multifunzionale delle aree agricole poste all'interno del SIN Brescia-Caffaro con finalità di mitigazione ambientale e connessione ecologica, di concerto con gli Enti competenti.
6. Avviare un percorso di studio sulla sussistenza di condizioni per una proposta di istituzione di un Sito di Importanza Comunitaria nelle aree naturali (ad es. Val Carobbio).
7. Individuare e iscrivere nel Registro dei Boschi da Seme della Lombardia (Re. Bo.Lo.) almeno tre popolamenti di specie arboree/arbustive presenti nel territorio comunale.

# Bibliografia

---

**Bera, B., Bhattacharjee, S., Sengupta, N., Shit, P. K., Adhikary, P. P., Sengupta, D., &**

**Buchel, S., & Frantzeskaki, N. (2015).** Citizens' voice: a case study about perceived ecosystem services by urban park users in Rotterdam, the Netherlands. *Ecosyst. Serv.* 12, 169–177.

**Commissione Europea. (2014).** Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects.

**Cortinovis, C., Zulian, G., Geneletti, D. (2018).** Assessing Nature-Based Recreation to Support Urban Green Infrastructure Planning in Trento (Italy). *Land* 2018, 7, 112; doi: <https://doi.org/10.3390/land7040112>

**FAO, IUFRO and USDA. (2021).** A guide to forest-water management. FAO Forestry Paper No. 185.

**Green, J. K., & Keenan, T. F. (2022).** The limits of forest carbon sequestration. *Science*, 376(6594), 692-693.

**IPCC (2019):** Summary for policymakers. IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, H.-O. Pörtner et al., Eds. (in press)

**ISPRA (2023).** La banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia. <https://fetransp.isprambiente.it/#/ricerca/44>.

**Konijnendijk, C.C Ricard, R.M.; Kenney, A.; Randrup, T.B (2006).** Defining urban forestry— A comparative perspective of North America and Europe. *Urban For. Urban Green.* 4, 93–103.

**Masiero, M., Biasin, A., Amato, G., Malaggi, F., Pettenella, D., Nastasio, P., & Anelli, S.**

**(2022).** Urban forests and green areas as nature-based solutions for brownfield redevelopment: a case study from Brescia Municipal Area (Italy). *Forests*, 13(3), 444.

**TEEB [The Economics of Ecosystems and Biodiversity]. (2010).** The economics of ecosystems and biodiversity – Mainstreaming the economics of nature. A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB.

**Unione Nazionale Rappresentanti Autoveicoli Esteri – UNRAE (2022).** Studio UNRAE: L'automobile: Italiani a confronto.

**Schröter, M., Kraemer, R., Mantel, M., Kabisch, N., Hecker, S., Richter, A., ... & Bonn, A.**

**(2017).** Citizen science for assessing ecosystem services: Status, challenges and opportunities. *Ecosystem Services*, 28, 80-94.













Piano del Verde  
e della Biodiversità

