



Brescia,
La Tua Città
Europea.



P IANO A RIA C LIMA

Allegato 01:

Schede tematiche di quadro conoscitivo

Gruppo di Lavoro



Città di Brescia:

Camilla Bianchi, Assessora con delega alla Transizione ecologica, all'Ambiente, al Verde e alle Politiche energetiche

Settore Sostenibilità Ambientale:

Claudio Bresciani, Responsabile Unico del Procedimento

Nunzio Pisano

Melida Maggiori

Maria Luisa Venuta

Consulenti:



TerrAria srl: Stesura del Piano Aria e Clima

Giuseppe Maffei_ Coordinatore scientifico

Luisa Geronimi_ Referente tecnico

Indice

PREMESSA.....	4
SCHEDA TEMATICHE GENERALI.....	5
STRATEGIA DI TRANSIZIONE CLIMATICA - STC.....	5
PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA E IL CLIMA - PAESC.....	22
PIANO URBANO DELLA MOBILITA' SOSTENIBILE - PUMS	31
PIANO DEL VERDE E DELLA BIODIVERSITÀ - PVB	38
PIANO DI EMERGENZA COMUNALE - PEC	46
PIANO DEL GOVERNO DEL TERRITORIO - PGT	51

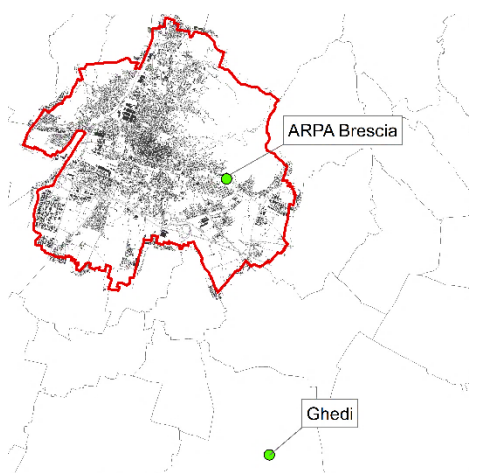
PREMESSA

Il presente elaborato riporta in sintesi gli strumenti di pianificazioni di cui l'Amministrazione si è già dotata e che supportano la definizione del PAC.

Si riportano in sintesi i contenuti al fine di indirizzare la lettura verso gli elementi principali del PAC. Le **“Schede tematiche di quadro conoscitivo”** si articola in 6 parti:

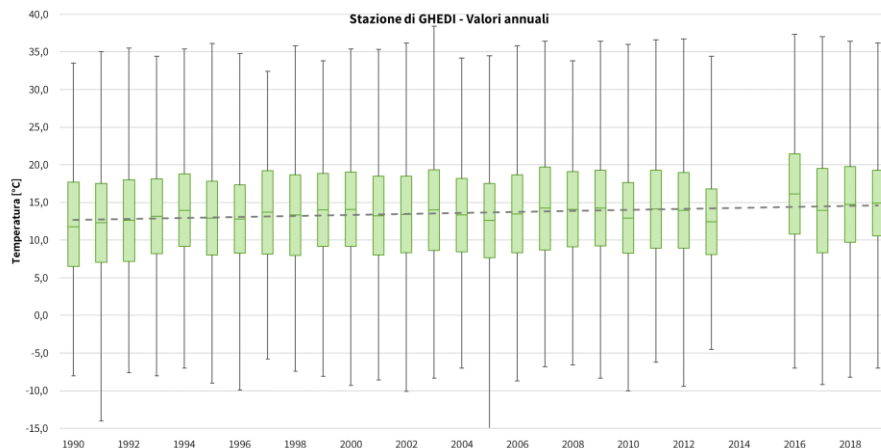
- **“Procedura”**: è indicato la delibera di Consiglio Comunale e le tempistiche di attuazione;
- **“Vision”**: è riportata la visione strategica;
- **“Obiettivi”**: sono indicati gli obiettivi che hanno effetti diretti sul PAC;
- **“Azioni”**: sono elencate le azioni previste che partecipano al raggiungimento degli obiettivi selezionati nella sezione sopra. Per approfondimenti si rimanda alla documentazione completa dello Strumento di riferimento. Qualora disponibile, per ogni azione sono indicati gli obiettivi di riferimento, tempistiche e gli indicatori degli esiti, solo se hanno effetti sul PAC;
- **“Revisione della Azioni”**: sono riportate solo le azioni che hanno avuto una revisione post approvazione;

SCHEDE TEMATICHE GENERALI

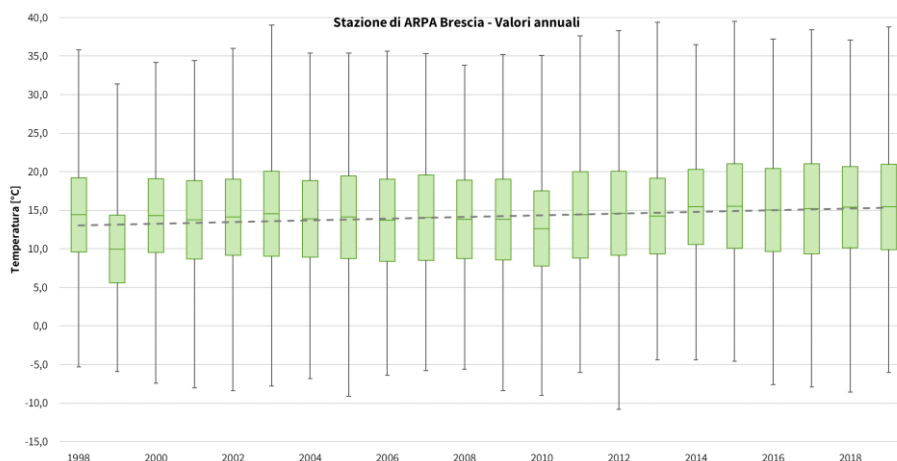
STRATEGIA DI TRANSIZIONE CLIMATICA - STC	
Procedura	
Approvato con Delibera di Consiglio Comunale n52 del 25/06/2021	
Date:	
• Avvio attuazione 2021 • Chiusura 2024 • Proroga al 31/01/2026	
Contesto Climatico	
Si fa riferimento al paragrafo 1.3 il Contesto Climatico	
Di seguito viene analizzata nel dettaglio la situazione meteo-climatica della città di Brescia attraverso i dati misurati nella stazione cittadina di ARPA Lombardia installata presso l'Istituto Agrario ITAS Pastori in Viale della Bornata e nella stazione sinottica presente presso l'aeroporto militare di Ghedi. I dati misurati sono gli unici con una durata almeno ventennale messi a disposizione gratuitamente dal Sistema nazionale per l'elaborazione e diffusione di dati climatici (SCIA13F¹) realizzato da ISPRA. <i>Stazioni meteorologiche considerate per l'analisi climatica della città di Brescia (fonte: STC)</i>  Le figure seguenti mostrano l'andamento delle temperature nel trentennio 1990-2019. I grafici mostrano le temperature medie, minime e massime (medie e assolute) sia per i valori annuali che per quelli stagionali. Le linee tratteggiate indicano la tendenza riferita alle temperature medie. I dati misurati nella stazione sinottica di Ghedi mostrano una temperatura media annua nell'ultimo trentennio compresa tra i 12 e 16 °C, con un deciso trend in aumento negli ultimi 10 anni. Le temperature massime assolute annuali hanno superato spesso i 35°C con la temperatura massima record di 38°C registrata nell'estate del 2003. Le temperature minime assolute annuali si sono attestate tra 0 e -5°C con la temperatura più rigida misurata nell'inverno 2005, quando il termometro ha segnato -15.2°C. La tendenza è confermata anche analizzando i dati della stazione urbana di ARPA Brescia, dove si notano valori massimi e minimi più elevati rispetto alla stazione di Ghedi a causa dell'isola di calore che si forma in ambito cittadino, soprattutto nelle afose giornate estive.	

¹ SCIA: <http://www.scia.isprambiente.it>

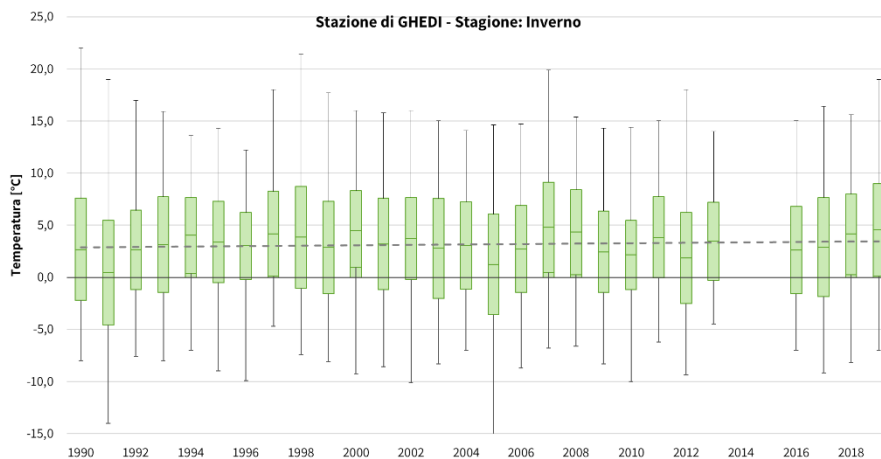
Andamento delle temperature annuali medie, minime e massime (medie e assolute) per il trentennio 1990 - 2019 misurate nella stazione sinottica dell'aeroporto militare di Ghedi (fonte: STC)

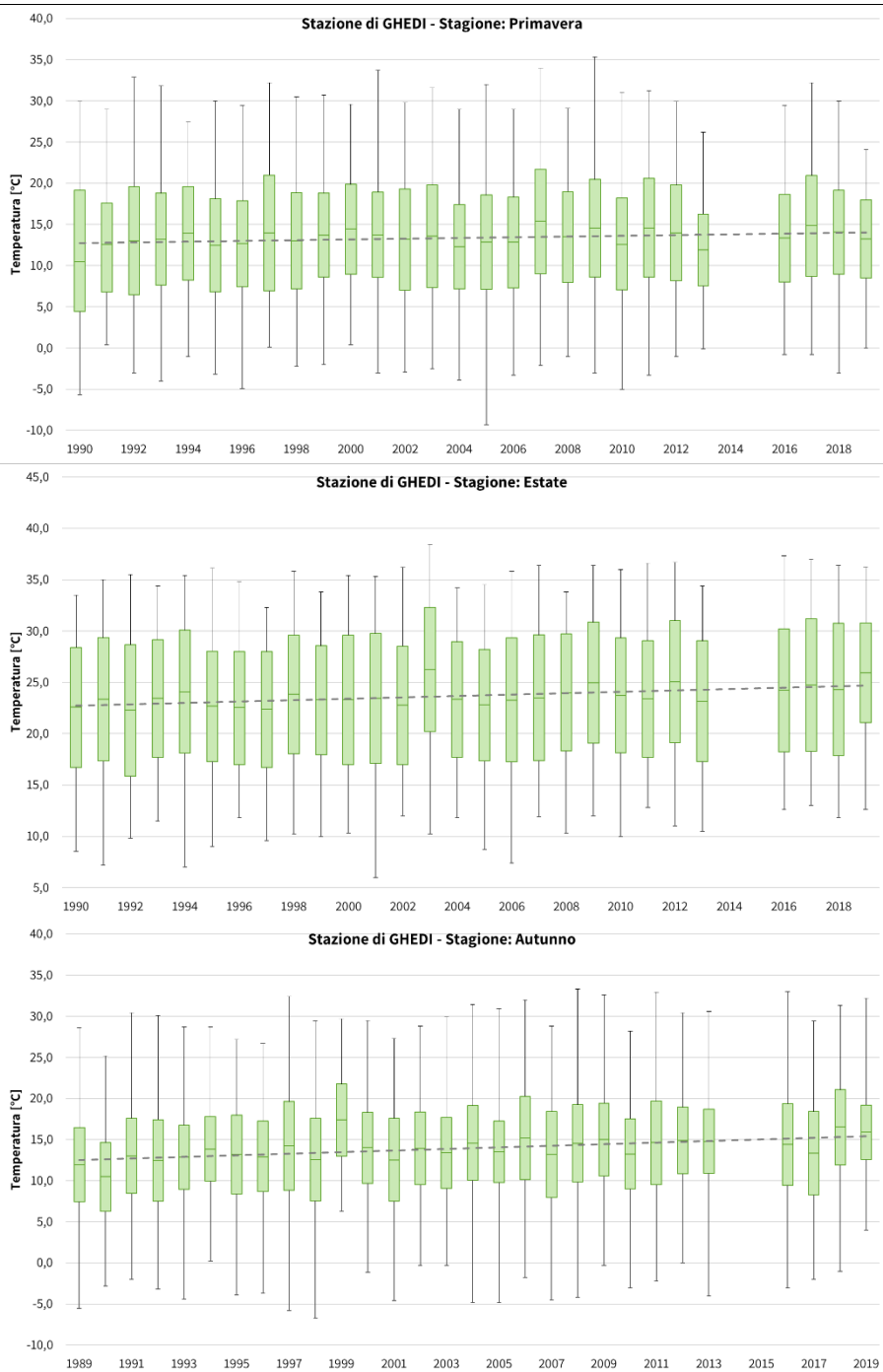


Andamento delle temperature annuali medie, minime e massime (medie e assolute) per il periodo 1998 - 2019 misurate nella stazione ARPA di Brescia ITAS Pastori (fonte: STC)

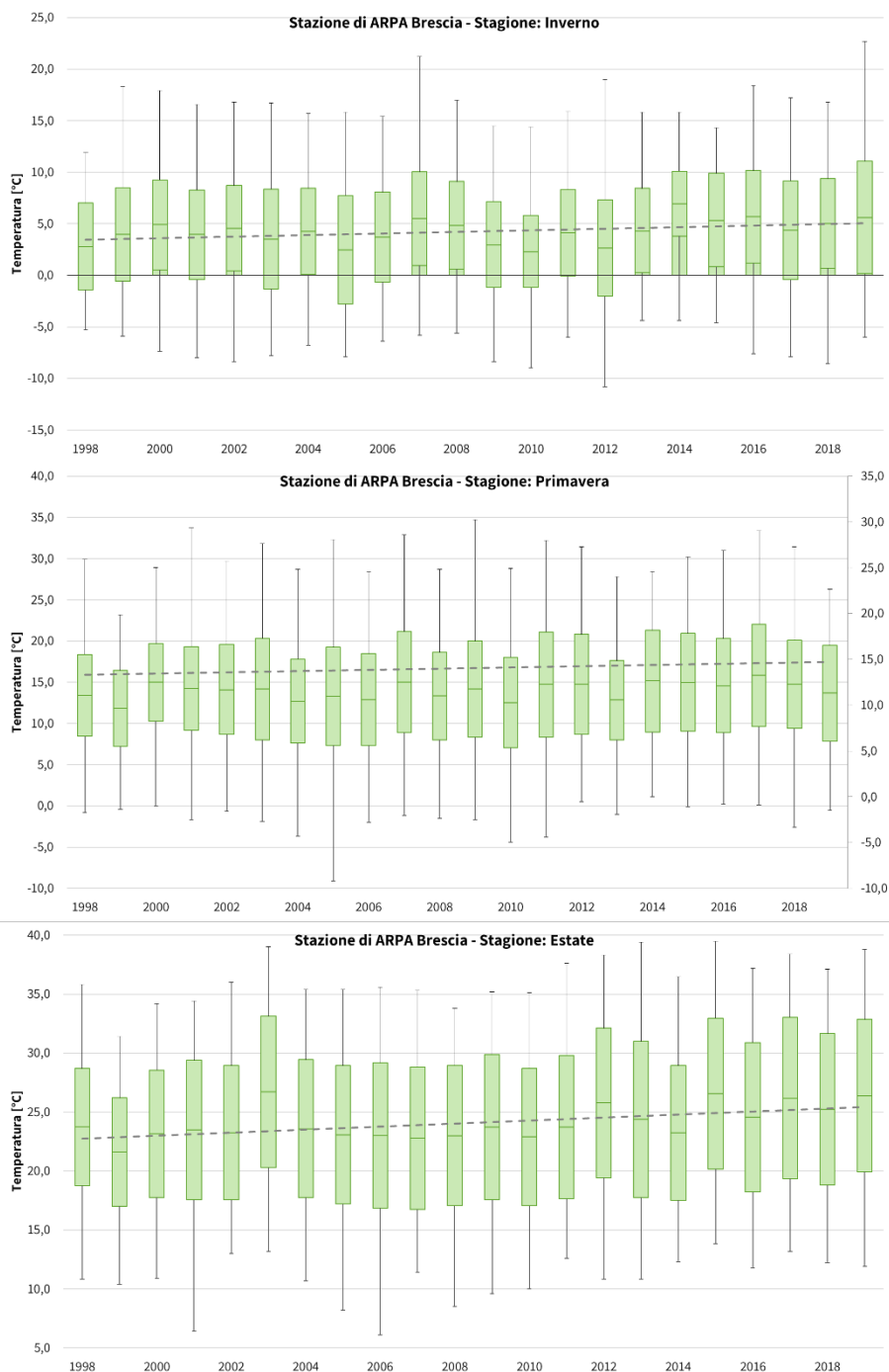


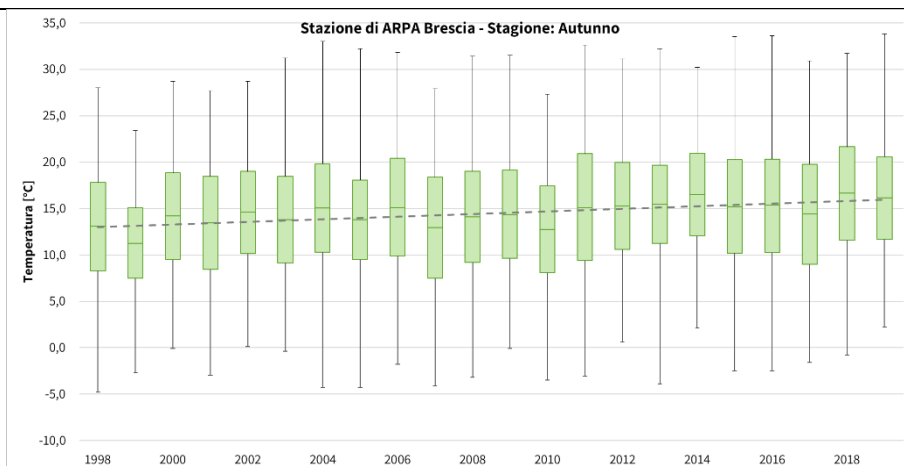
Andamento delle temperature stagionali medie, minime e massime (medie e assolute) per il periodo 1998 - 2019 misurate nella stazione sinottica dell'aeroporto militare di Ghedi (fonte: STC)





Andamento delle temperature stagionali medie, minime e massime (medie e assolute) per il periodo 1998 - 2019 misurate nella stazione ARPA di Brescia ITAS Pastori (fonte: STC)





Anomalie termiche mensili ed annuali per il trentennio 1990 - 2019 rispetto al trentennio precedente misurate nella stazione sinottica dell'aeroporto militare di Ghedi (fonte: STC)

MESE	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	0.0°C	0.8°C	0.2°C	1.6°C	3.6°C	0.4°C	2.2°C	2.2°C	2.6°C	1.7°C	1.8°C	2.7°C	0.2°C	1.7°C	0.6°C	0.0°C	-1.1°C	4.6°C	3.7°C	0.0°C	0.4°C	1.5°C	1.1°C	2.6°C	4.7°C	n.d.	n.d.	-0.4°C	4.7°C	1.7°C
2	2.8°C	3.5°C	0.2°C	-0.3°C	0.2°C	1.6°C	-1.1°C	2.3°C	3.4°C	0.0°C	2.5°C	1.7°C	1.8°C	-1.6°C	-0.4°C	-1.4°C	-0.2°C	2.7°C	1.5°C	0.8°C	0.5°C	2.0°C	-1.6°C	-0.3°C	2.9°C	n.d.	n.d.	2.5°C	0.3°C	2.1°C
3	1.6°C	n.d.	0.3°C	-0.2°C	3.9°C	-0.3°C	-0.9°C	3.0°C	0.8°C	0.9°C	1.6°C	2.1°C	2.2°C	1.8°C	-0.3°C	0.4°C	-0.5°C	1.8°C	1.5°C	0.9°C	-0.1°C	1.0°C	4.0°C	-0.7°C	2.8°C	n.d.	1.3°C	3.5°C	-0.6°C	2.2°C
4	-0.6°C	-1.1°C	0.0°C	0.8°C	-0.2°C	0.7°C	1.3°C	0.5°C	0.4°C	1.2°C	1.9°C	-0.2°C	0.0°C	-0.8°C	0.8°C	-0.1°C	1.2°C	4.6°C	0.6°C	2.1°C	0.8°C	3.6°C	0.5°C	0.8°C	2.5°C	n.d.	n.d.	2.4°C	3.9°C	2.2°C
5	n.d.	-2.3°C	2.2°C	2.5°C	1.5°C	0.5°C	1.1°C	1.9°C	1.3°C	2.5°C	3.4°C	2.9°C	0.8°C	3.3°C	-0.1°C	1.7°C	1.3°C	3.3°C	1.9°C	4.2°C	0.6°C	2.7°C	0.9°C	-0.9°C	1.2°C	n.d.	0.9°C	2.1°C	2.4°C	-1.2°C
6	0.3°C	-0.2°C	-1.2°C	1.9°C	0.7°C	-1.1°C	1.8°C	0.4°C	1.5°C	0.6°C	2.3°C	0.5°C	2.6°C	5.0°C	1.4°C	2.3°C	1.9°C	1.7°C	1.6°C	2.6°C	1.8°C	1.0°C	2.5°C	0.9°C	2.9°C	n.d.	2.0°C	3.5°C	2.2°C	3.6°C
7	0.5°C	1.7°C	-0.4°C	-0.5°C	2.7°C	2.8°C	-0.5°C	-0.4°C	1.3°C	1.5°C	-0.6°C	0.9°C	-0.2°C	1.8°C	0.5°C	0.9°C	2.8°C	1.6°C	1.5°C	1.8°C	2.5°C	-0.1°C	2.4°C	1.5°C	-0.3°C	4.4°C	3.1°C	1.1°C	1.6°C	4.0°C
8	0.7°C	2.3°C	2.1°C	2.6°C	2.5°C	0.0°C	0.0°C	0.8°C	2.4°C	1.5°C	1.9°C	2.7°C	-0.4°C	5.7°C	1.8°C	-1.1°C	-1.2°C	0.9°C	2.6°C	4.2°C	0.6°C	3.0°C	4.0°C	n.d.	n.d.	n.d.	1.3°C	3.3°C	2.8°C	3.9°C
9	n.d.	2.1°C	-0.1°C	0.0°C	0.0°C	-1.3°C	-2.2°C	1.8°C	0.2°C	1.6°C	0.7°C	-2.5°C	-0.8°C	0.7°C	1.0°C	1.0°C	2.2°C	-0.1°C	0.9°C	3.1°C	0.1°C	3.5°C	1.4°C	1.0°C	2.8°C	n.d.	1.5°C	3.0°C	-0.8°C	1.5°C
10	1.3°C	-0.9°C	-1.9°C	0.0°C	0.0°C	1.6°C	0.5°C	1.0°C	0.0°C	1.1°C	1.1°C	2.1°C	0.7°C	-0.9°C	2.5°C	0.6°C	2.4°C	0.5°C	1.8°C	0.8°C	-1.1°C	1.0°C	1.3°C	2.1°C	2.8°C	n.d.	-0.2°C	1.0°C	3.6°C	3.4°C
11	-0.3°C	-1.0°C	0.5°C	-0.4°C	2.7°C	0.4°C	1.6°C	1.1°C	-1.4°C	n.d.	1.3°C	-0.9°C	3.0°C	1.6°C	1.4°C	0.1°C	2.0°C	0.3°C	2.0°C	2.3°C	1.8°C	0.5°C	3.2°C	2.3°C	4.6°C	n.d.	1.6°C	0.9°C	5.5°C	3.3°C
12	-1.1°C	-2.2°C	1.2°C	1.8°C	2.0°C	1.8°C	1.7°C	1.7°C	-0.7°C	0.6°C	2.9°C	-1.1°C	2.9°C	1.9°C	2.6°C	-1.2°C	3.1°C	0.8°C	1.6°C	0.2°C	-0.7°C	1.7°C	-0.2°C	1.8°C	n.d.	n.d.	0.7°C	0.2°C	1.2°C	3.6°C
ANNO	-0.6°C	0.0°C	0.2°C	0.8°C	1.6°C	0.6°C	0.4°C	1.3°C	0.9°C	1.7°C	1.7°C	0.9°C	1.0°C	1.6°C	0.9°C	0.2°C	1.1°C	1.9°C	1.7°C	1.9°C	0.6°C	1.7°C	1.6°C	0.1°C	n.d.	n.d.	n.d.	1.6°C	2.4°C	2.5°C

Utilizzando i dati misurati nel trentennio precedente a quello in esame (1960-1989) disponibili per la sola stazione sinottica di Ghedi è possibile **valutare le anomalie termiche del periodo compreso tra il 1990 e il 2019** calcolate come differenza della media mensile del periodo in esame rispetto allo stesso periodo del trentennio di riferimento. La Figura 1-21 mostra evidenziati in rosso i valori sopra media (anomalie termiche positive) e in blu i valori sotto media rispetto al periodo di riferimento (anomalie termiche negative): la colorazione è più intensa, maggiore è l'anomalia. Si osserva come negli ultimi anni, i mesi più caldi del precedente trentennio siano sempre più intensi e frequenti con il 2019 che si attesta come l'anno più caldo degli ultimi 30 anni. Da notare inoltre che dal 1990 (unico anno con tale caratteristica) non si verificano anni sotto media rispetto al periodo di riferimento.

Indicatori climatici di temperatura

L'aumento significativo delle temperature minime, medie e massime stagionali nonché l'aumento della media annuale di circa 2°C è confermata anche valutando le temperature invernali meno rigide con la progressiva diminuzione del numero annuale di giorni con gelo (*frost days* definiti in precedenza) e l'innalzamento dei valori massimi estivi con il conseguente aumento dei giorni estivi (*summer days* definiti in precedenza) e delle notti tropicali².

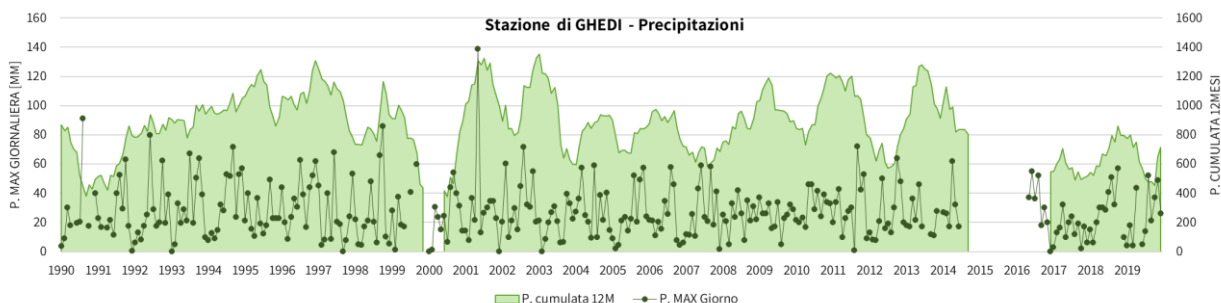
² Notti tropicali: numero di giorni con temperatura minima superiore a 20°C.

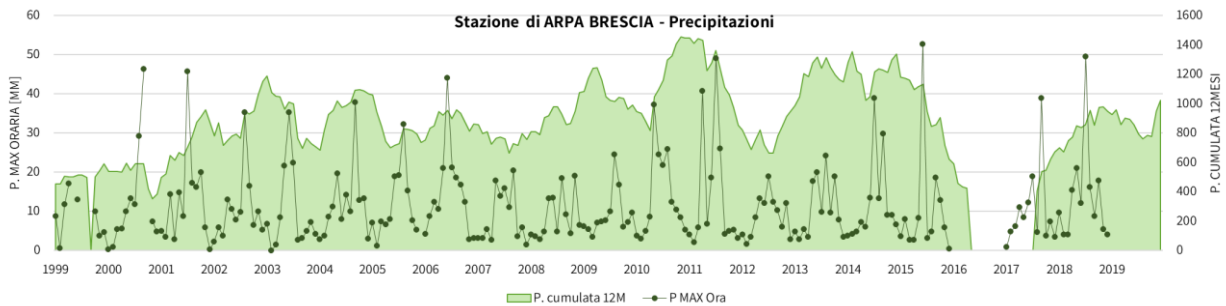
Giorni di gelo, notti tropicali e giorni estivi. Stazione sinottica dell'aeroporto militare di Ghedi e stazione di ARPA Brescia ITAS Pastori (fonte: STC)



Per le precipitazioni misurate nel periodo 1990 - 2019, le due figure seguenti rappresentano la precipitazione cumulata annua mobile e la massima precipitazione giornaliera nel mese (Ghedi) e massima precipitazione oraria nel mese (Arpa Brescia). Si notano variazioni statisticamente non rilevanti.

Precipitazione cumulata su 12 mesi e precipitazione massima oraria e giornaliera. Stazione sinottica dell'aeroporto militare di Ghedi e stazione di ARPA Brescia ITAS Pastori (fonte: STC)





Quadro climatico attuale (1989-2018) del Comune di Brescia mediante rianalisi

L'uso di dati osservati rappresenta, in generale, il miglior modo per definire il contesto climatico attuale. Ciò è vero a patto che il numero di punti stazione considerati sia sufficiente a coprire in dettaglio l'area oggetto di studio. Questo requisito è purtroppo poco garantito in diversi contesti. Per questo motivo, un utile alleato nella definizione del contesto climatico può essere rappresentato dalle cosiddette rianalisi. Esse sono un potentissimo strumento, che, combinando la modellazione numerica con le osservazioni di tutto il mondo in un set di dati completo a livello globale coerente con le leggi della fisica (assimilazione dei dati), possono fornire un quadro coerente e consistente del clima attuale.

Allo stato attuale, ERA5 rappresenta l'ultima generazione di rianalisi globale prodotta da ECMWF. ERA5 fornisce - in operativo - dati atmosferici orari con una risoluzione spaziale di circa 31 km a partire dal 1979. Tale risoluzione è sicuramente accettabile per applicazioni su area vasta; tuttavia, diventa deficitaria per studi di forte dettaglio come quello che caratterizza l'analisi del contesto climatico del comune di Brescia. La Fondazione CMCC ha fatto un passo avanti in questa direzione attraverso un processo di localizzazione dinamica dei dati ERA5 per il periodo 1989-2018 mediante l'utilizzo del modello climatico regionale COSMO-CLM ad una risoluzione di 2 km, adeguata a lavori su contesti locali. Proprio in quest'ottica, tale localizzazione è stata prodotta considerando opportune parametrizzazioni che consentono di modellare in maniera credibile le dinamiche urbane, rendendo quindi il prodotto appena descritto (i.e., *ERA5-2km*) un potentissimo strumento per studi del clima dalla sua descrizione generale fino all'analisi di potenziali impatti e al supporto nei processi di adattamento. ERA5-2km è disponibile su diverse aree europee ed è stata opportunamente validata, mostrando la sua coerenza e credibilità nel riprodurre sia il clima medio sia gli estremi per diverse città europee.

Questa sezione descrive il contesto climatico locale del comune di Brescia ottenuto elaborando dati grigliati ERA5-2km di temperatura media, massima e minima giornaliera a 2 m, precipitazione giornaliera e velocità media e massima del vento a 10 m della simulazione. In particolare, sono stati estratti punti griglia tali da costituire un ritaglio regolare centrato sui confini amministrativi del comune di Brescia.

Punti griglia considerati per l'analisi di dettaglio del clima attuale attraverso il modello ERA5-2km; in nero è riportata la delimitazione del comune di Brescia (fonte: STC)

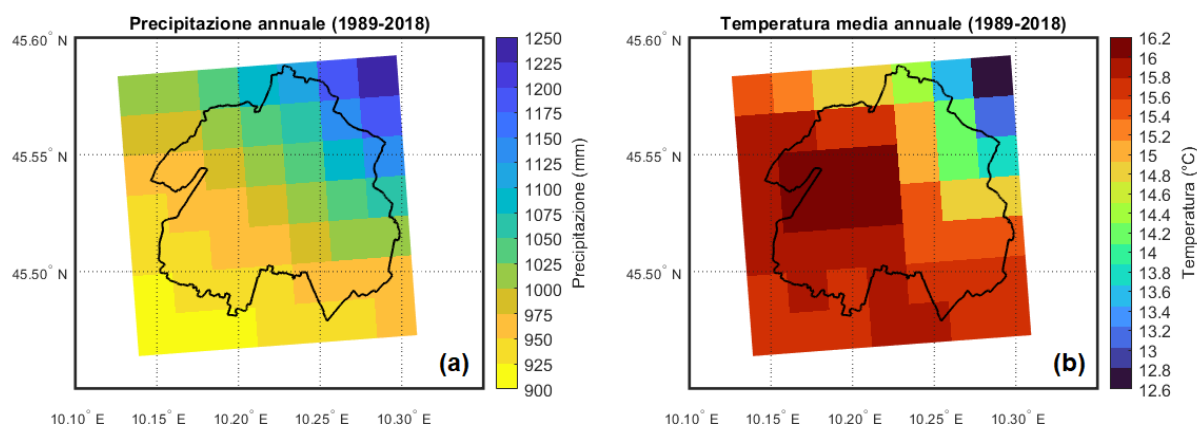


I dati a disposizione sono stati elaborati al fine di ottenere le mappe di precipitazione annuale temperatura media annuale calcolate sul periodo 1989-2018.

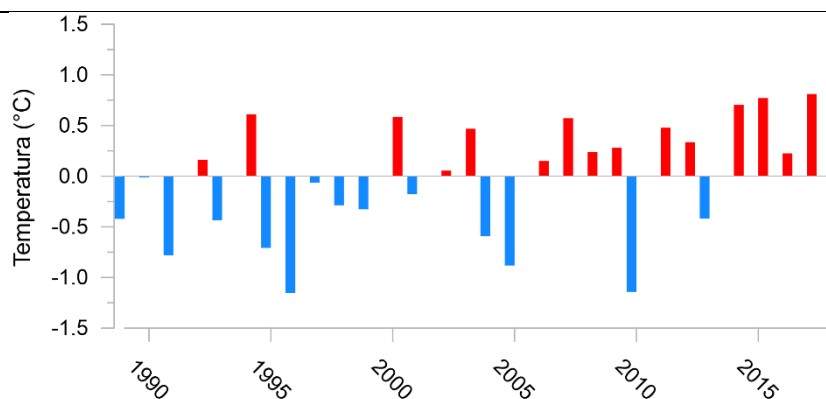
L'area oggetto di studio è caratterizzata da una media delle precipitazioni annuali di circa 1000 mm; tali valori sono maggiori nella zona montana con valori compresi tra 1100 e 1250 mm mentre risultano essere minori lungo la zona pianeggiante con valori compresi tra 900 e 950 mm. Si nota chiaramente un forte legame quindi con l'orografia. Tendenza opposta è riscontrabile in termini di temperatura media annuale (media = 15.3 °C), con valori che si riducono con la quota. La zona più urbanizzata è caratterizzata da valori che arrivano fino a 16.2 °C, maggiori quindi di circa 1° C rispetto alla media dell'area ed ascrivibili alla presenza di costruito ed attività antropiche.

Analizzando l'evoluzione dell'anomalia di temperatura media annuale e di precipitazione media annuale, calcolate rispetto al valor medio sul periodo 1989-2018, si osserva un incremento sia di temperatura sia di precipitazione dal 1989 al 2018. Nello specifico, per la temperatura si può notare un aumento di circa 0.5-1°C nel periodo 2006-2018 rispetto agli anni precedenti, mentre per la precipitazione è possibile riscontrare un aumento in frequenza di valori superiori alla media a partire dal 2008.

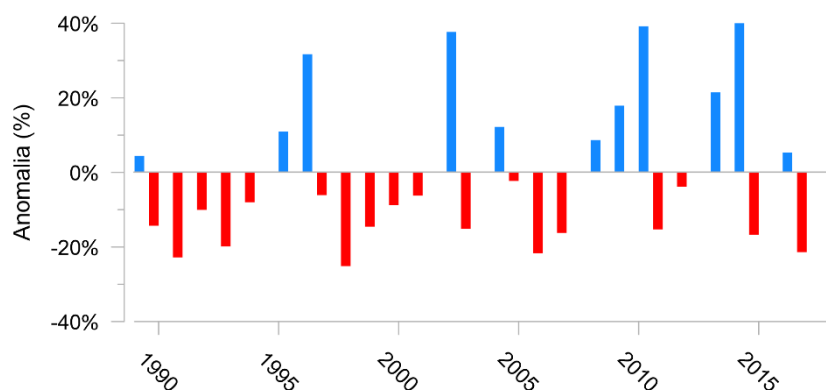
Distribuzione spaziale della precipitazione annuale (a) e della temperatura media annuale (b) calcolate sul periodo 1989-2018 (in nero è riportata la delimitazione del comune di Brescia) (fonte: STC)



Evoluzione dell'anomalia annuale di temperatura media (espressa in gradi), calcolata rispetto alla temperatura annuale media sul periodo 1989-2018 (fonte: STC)



Evoluzione dell'anomalia di precipitazione annuale (espressa in percentuale), calcolata rispetto alla precipitazione annuale media sul periodo 1989-2018 (fonte: STC)

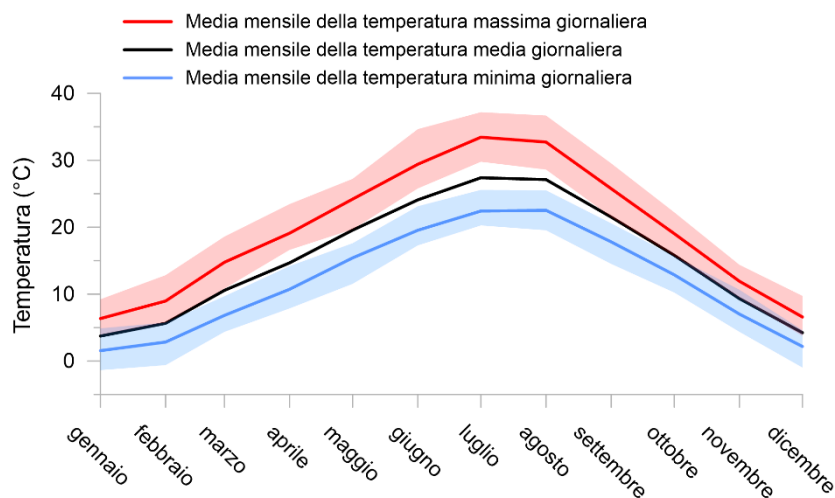


Muovendosi dalla scala annuale a quella mensile, è possibile analizzare il ciclo annuale di temperatura media, minima e massima giornaliera, di precipitazione mensile, e il ciclo di velocità del vento medio e del vento massimo mensile. Per quanto riguarda il ciclo di temperatura, l'area risulta essere caratterizzata da temperatura media compresa tra 5 °C e 25 °C. I mesi più caldi sono luglio ed agosto, mentre quelli più freddi dicembre e gennaio. Concentrandosi con le evoluzioni di temperatura massima e di temperatura minima, le massime più elevate si verificano nel mese di luglio (in media 33.5°C con valori fino a 37°C) mentre le minime più piccole si verificano nel mese di gennaio (in media 1.5°C con valori fino a -1°C).

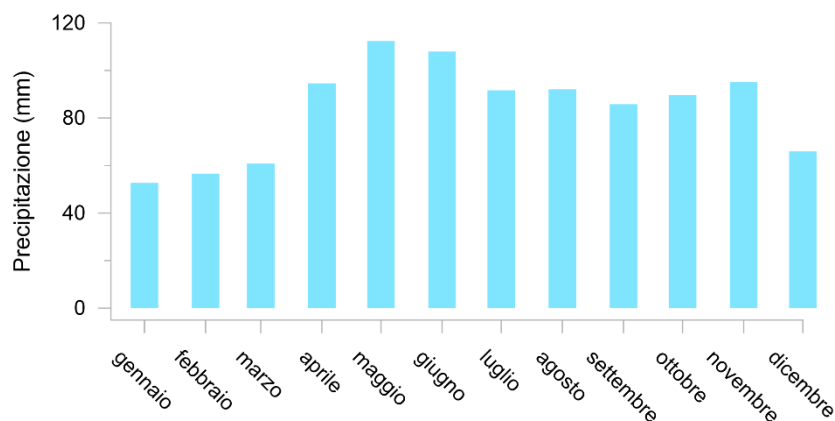
Per quanto riguarda le precipitazioni, l'area di Brescia è caratterizzata da una piovosità uniformemente distribuita in tutte le stagioni. In particolare, le piogge si concentrano principalmente in maggio e giugno (circa 110 mm), con valori leggermente minori in aprile, giugno e da settembre a novembre (circa 85-95 mm). I mesi meno piovosi vanno da dicembre fino a marzo con valori compresi tra 55 e 65 mm.

Per quanto riguarda la velocità del vento a 10 m, l'area è caratterizzata da una media di circa 1.5 m/s (massimo in luglio) mentre la velocità del vento massima varia tra 3 e 4.5 m/s.

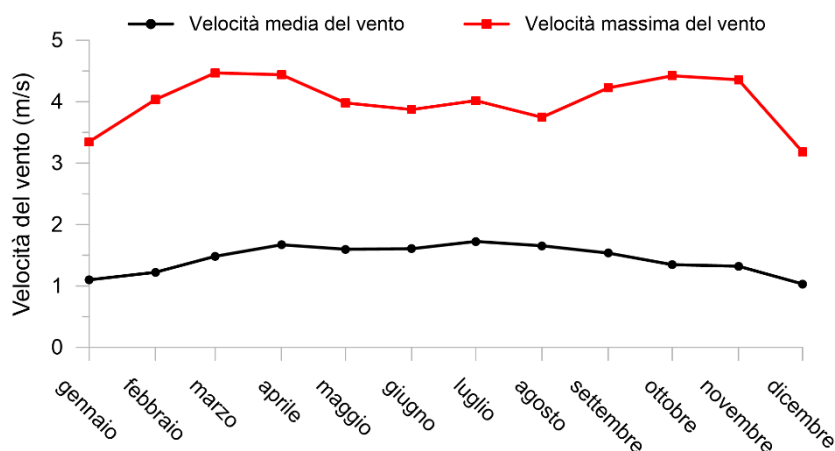
Ciclo annuale temperatura massima, media e minima giornaliera sul periodo 1989-2018 (le aree campite rappresentano la fascia di variabilità della temperatura massima e minima giornaliera). (fonte: STC)



Ciclo annuale di precipitazione mensile sul periodo 1989-2018(fonte: STC)



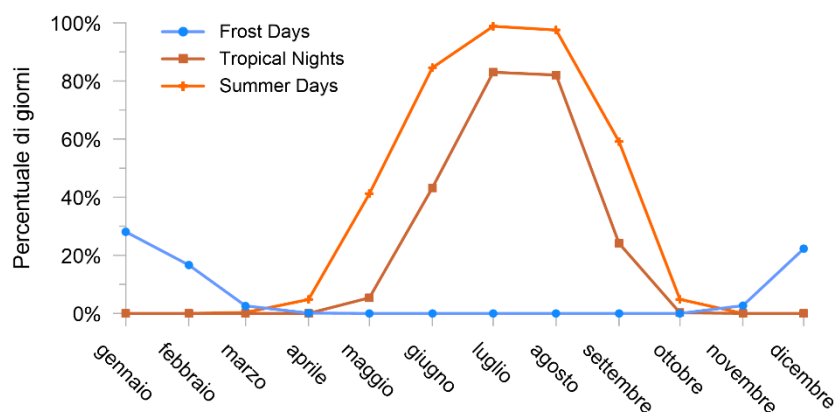
Ciclo annuale della velocità media del vento e della velocità massima del vento sul periodo 1989-2018. (fonte: STC)



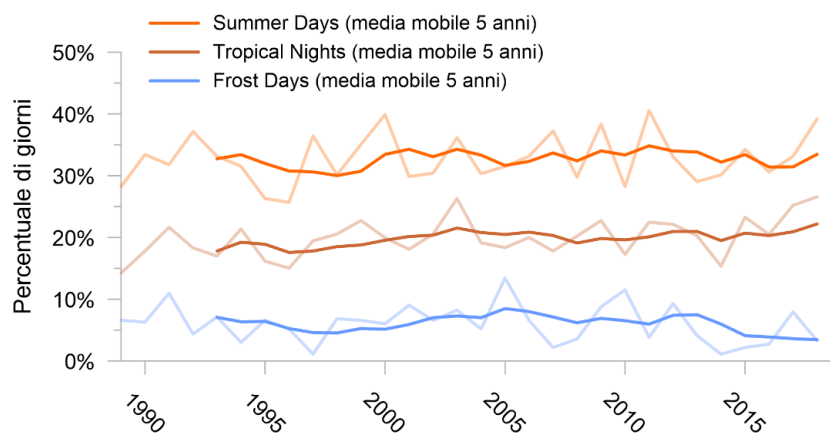
L'analisi di alcuni indicatori climatici mostra una presenza del 20-30% di giorni di gelo nel periodo invernale, e del 75-80% e 90-95% rispettivamente di notti tropicali e di giorni estivi nei mesi di luglio ed agosto. Per questi indicatori, si osserva una leggera tendenza di incremento per quanto riguarda la percentuale di giorni sull'anno di notti tropicali e di decremento per quanto riguarda la percentuale di giorni sull'anno di giorni di gelo.

Per quanto riguarda gli estremi di precipitazione, esaminati attraverso il 95° percentile della distribuzione delle piogge giornaliere sull'area oggetto di studio, esse ricalcano spazialmente la distribuzione delle precipitazioni annuali con valori compresi tra 27 mm e 35 mm. Dal punto di vista del trend della percentuale del numero di giorni sull'anno per i quali almeno in una zona con area di circa 2 km x 2 km è superata la distribuzione del 95° percentile di precipitazione giornaliera, si osserva una tendenza di incremento.

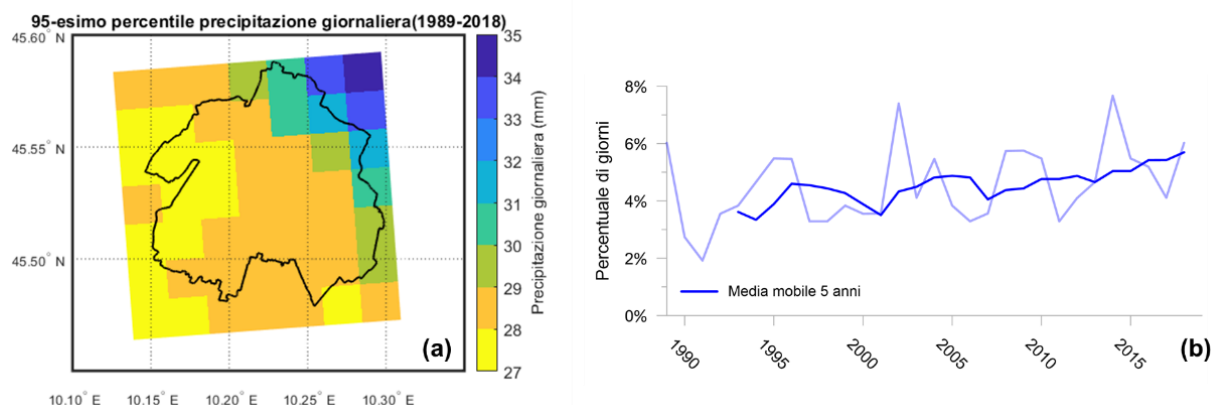
Ciclo annuale di frost days (FD), tropical nights (TR) e summer days (SU) sul periodo 1989-2018; i valori sono riportati come percentuale di giorni. (fonte: STC)



Evoluzione annuale di frost days (FD), tropical nights (TR) e summer days (SU); i valori sono riportati come percentuale di giorni. Per ciascun indicatore è altresì riportata la media mobile con periodo di 5 anni per analizzare la tendenza sul trentennio 1989-2018. (fonte: STC)



(a) Distribuzione spaziale del 95° percentile di precipitazione giornaliera calcolata sul periodo 1989-2018 (in nero è riportata la delimitazione del comune di Brescia); (b) evoluzione annuale del numero di giorni sull'anno per i quali almeno in una zona con area di circa 2 km x 2 km è superata la distribuzione del 95° percentile di precipitazione giornaliera. Per quest'indicatore è altresì riportata la media mobile con periodo di 5 anno per analizzare la tendenza sul trentennio 1989-2018. (fonte: STC)



Analisi di scenario climatico

Nel presente paragrafo come anticipato sono discussi alcuni dei risultati ottenuti dall'analisi degli scenari locali ottenuti con il modello COSMO-CLM alla risoluzione di circa 8 km utilizzando gli scenari IPPC RCP4.5 e RCP8.5. In particolare, sono riportati i valori degli indicatori relativi alle variazioni stagionali della precipitazione, temperatura media, minima e massima attese sul periodo 2021-2050 rispetto al periodo di riferimento 1981-2010. Tutte le valutazioni su scala stagionale riportate in tale sezione del documento sono state calcolate a partire dalla media spaziale di un numero limitato di punti griglia del modello COSMO-CLM alla risoluzione di circa 8 km, prima descritto, che delimitano l'area che include la città di Brescia.

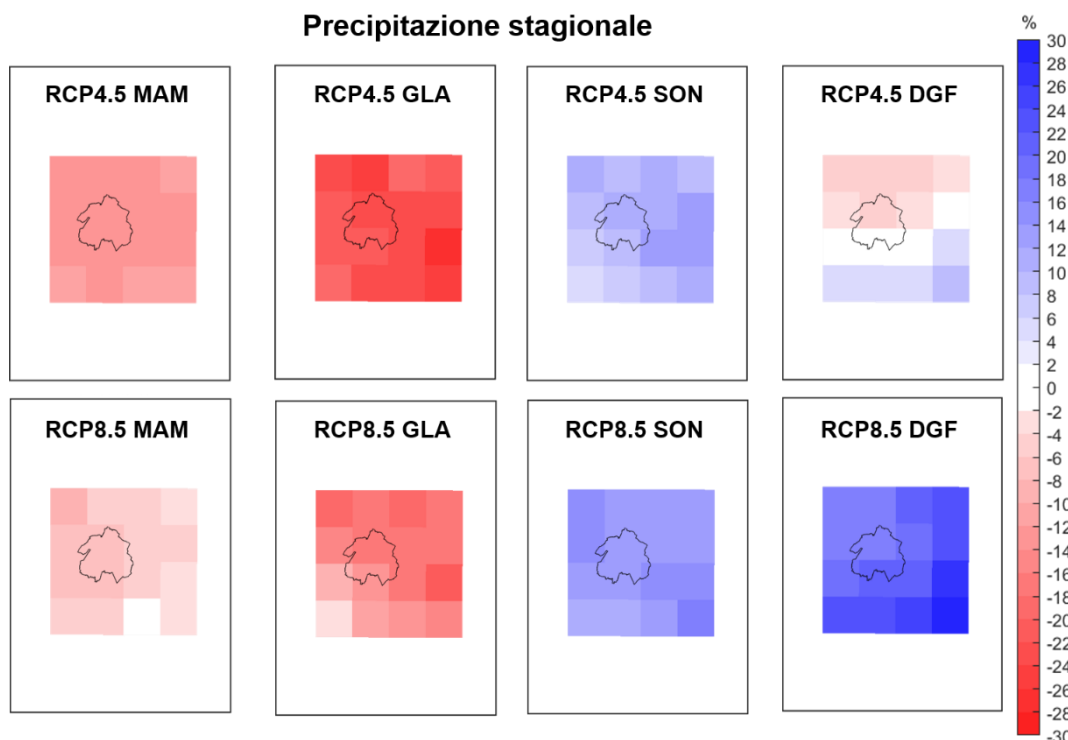
Variazioni stagionali (DJF: inverno, MAM: primavera, JJA: estate e SON: autunno) per 4 indicatori sul periodo 2021-2050 rispetto al periodo di riferimento 1981-2010. (fonte: STC)

	DJF RCP4.5	DJF RCP8.5	MAM RCP4.5	MAM RCP8.5	JJA RCP4.5	JJA RCP8.5	SON RCP4.5	SON RCP8.5
Precipitazione cumulata (%)	0,1	21,3	-12,5	-5,0	-22,8	-14,9	9,8	13,8
Temperatura minima (°C)	1,0	1,9	1,1	1,3	1,4	1,4	1,2	1,5
Temperatura media (°C)	1,0	1,8	1,1	1,3	1,6	1,6	1,2	1,4
Temperatura massima (°C)	1,0	1,8	1,3	1,3	1,8	1,7	1,2	1,3

La Tabella mostra come per la pioggia stagionale le variazioni più importanti siano attese l'inverno e l'estate che riportano rispettivamente, considerando lo scenario RCP8.5, un incremento e un decremento di circa il 20%. Per lo scenario RCP8.5 si nota anche un aumento della precipitazione autunnale superiore al 10%. Tale scenario comporta quindi, una variazione di pioggia che vede aumentare le piogge nel periodo cosiddetto umido e diminuire durante il periodo estivo. Per quanto riguarda lo scenario RCP4.5 anche esso riporta nel periodo primavera-estate una tendenza alla diminuzione delle piogge e un aumento nella stagione autunnale. Aldilà quindi dei dati numerici che sono ovviamente diversi i due scenari IPCC confermano questa tendenza al cambiamento dell'andamento delle piogge stagionali con tendenzialmente un aumento atteso nel periodo umido (autunno-inverno) e una diminuzione nel periodo secco (primavera-estate). Per quanto riguarda la distribuzione spaziale della variazione della cumulata della precipitazione stagionale, ottenuto con il modello COSMO-CLM, si nota, nella figura a seguire come non siano presenti nell'area della città di Brescia rilevanti differenze spaziali. Ciò in parte è anche dovuto alla risoluzione del modello climatico.

Andamento spaziale della variazione della precipitazione stagionale ottenuta attraverso il modello COSMO-CLM per il periodo 2021-2050 rispetto al periodo 1981-2010 considerando i due diversi scenari IPCC RCP4.5 e RCP8.5. (fonte: STC)

Precipitazione stagionale



Per quanto riguarda la temperatura minima la media annuale di variazione è 1.2°C per lo scenario RCP4.5 e 1.5°C per lo scenario RCP8.5, la stagione con la variazione maggiore è l'inverno con 1.9°C di variazioni per lo scenario RCP8.5 e l'estate con una variazione di 1.4°C per lo scenario RCP4.5. La temperatura media riporta anch'essa, su scala annuale, la medesima variazione della temperatura minima e allo stesso modo la stagione più calda è l'inverno per lo scenario RCP8.5 (con una variazione di 1.8°C) e l'estate per lo scenario RCP4.5 (con una variazione di 1.6°C). Infine, per la temperatura massima, la variazione su scala annuale per lo scenario RCP4.5 è di 1.3°C mentre per lo scenario RCP8.5 è nuovamente di 1.5°C. La stagione più calda è ancora quella invernale con una variazione di 1.8°C a cui però segue subito quella estivo con una variazione di 1.7°C. Per lo scenario RCP4.5 la variazione è di 1.3°C e ancora una volta la stagione estiva è quella con la variazione maggiore di circa 1.7°C. Non si riportano immagini dell'andamento spaziale in quanto non sono apprezzabili variazioni essendo le temperature pressoché uniformi sull'area considerata.

Oltre agli indicatori relativi alla variazione stagionale della precipitazione, e della temperatura minima, media, e massima, in Tabella a seguire sono riportate le anomalie stagionali, calcolate per alcuni indicatori in grado di descrivere la variabilità climatica dell'area geografica anche in termini di valori estremi. Tali indicatori descrivono principalmente l'intensità e la frequenza di eventi di precipitazione e temperatura che possono essere considerati collegati (proxy) alle occorrenze di impatti, come alluvioni, ondate di freddo e di calore, incendi. Tali analisi possono essere quindi utilizzate da successivi studi di settore volti a valutare l'evoluzione futura di tali impatti del cambiamento climatico a scala locale e/o per supportate studi di adattamento al cambiamento climatico.

Elenco degli indicatori (etichetta e descrizione) relativi alla precipitazione, temperatura e vento, in grado di descrivere la variabilità climatica dell'area geografica anche in termini di valori estremi sull'area oggetto di studio. (fonte: STC)

FD (days)	Numero di giorni di gelo (temperatura minima giornaliera inferiore a 0°C)
SU (days)	Numero di giorni estivi (temperatura massima giornaliera superiore a 25°C)
TR (days)	Numero di notti tropicali (temperatura minima giornaliera superiore a 20°C)
TN10P (days)	Numero di giorni in cui la temperatura minima giornaliera è inferiore al decimo percentile della temperatura minima giornaliera
TX90P (days)	Numero di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al novantesimo percentile della temperatura massima giornaliera
WSDI (days)	Numero di giorni in cui la temperatura massima è superiore al 90° percentile della temperatura massima per almeno 6 giorni consecutivi
ID (days)	Numero di giorni con temperatura massima giornaliera inferiore a 0°C
RX1DAY (%)	Massima precipitazione in 1-giorno
RX5DAY (%)	Massima precipitazione in 5-giorni
RR1 (days)	Giorni piovosi (numero di giorni con precipitazione superiore o uguale a 1 mm)
CDD (days)	Giorni consecutivi secchi (numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione minore a 1 mm)
R99PTOT (%)	Frazione della quantità di precipitazione dovuta a giorni molto piovosi (99esimo percentile)

Valori delle anomalie stagionali per gli indicatori descritti. Essi sono ottenuti considerando il periodo 2021-2050 rispetto al periodo di riferimento (1981-2010) utilizzando gli scenari IPCC RCP4.5 e RCP8.5. (fonte: STC)

	DJF RCP4.5	MAM RCP4.5	JJA RCP4.5	SON RCP4.5	DJF RCP8.5	MAM RCP8.5	JJA RCP8.5	SON RCP8.5
FD (days)	-10,6	-2,2	0,0	-3,2	-19,0	-4,1	0,0	-3,5
SU (days)	0,0	1,7	13,2	3,2	0,0	1,1	12,9	3,8
TR (days)	0,0	0,2	11,7	2,3	0,0	0,0	11,8	1,9
TN10P (days)	-1,2	-3,2	-5,2	-4,2	-7,1	-5,0	-4,8	-5,8
TX90P (days)	10,7	7,1	10,8	7,1	13,3	5,4	9,8	6,6
WSDI (days)	6,1	4,1	5,0	3,2	6,4	0,8	5,1	2,8
ID (days)	-3,4	-0,2	0,0	-0,7	-8,8	-0,3	0,0	-0,6
RX1DAY (%)	12,4	-3,7	-11,7	10,6	29,9	1,6	1,9	14,2
RX5DAY (%)	8,5	-6,5	-14,5	2,9	42,4	-1,3	-11,4	5,4
RR1 (days)	-1,1	-4,9	-4,7	-0,1	0,2	-2,8	-4,2	1,3
CDD (days)	-0,8	3,9	3,2	-0,4	1,3	0,6	1,6	0,1
R99PTOT (%)	4,6	0,3	-2,2	1,8	8,9	0,9	1,4	3,2

Si nota come per l'indicatore relativo ai giorni di gelo (FD) sia riportata una diminuzione media annua per la stagione invernale pari 10 giorni per lo scenario RCP4.5 di 19 giorni per lo scenario RCP8.5. Le altre stagioni risultano meno interessate in quanto già nel clima di riferimento il valore di tale indicatore è basso o nullo. Anche l'indicatore relativo al numero di giorni in cui la temperatura massima rimane sempre inferiore allo 0°C, che interessa principalmente la stagione invernale, tende alla decrescita con un valore medio invernale di circa 9 giorni per lo scenario RCP8.5 e di 3.5 giorni per scenario RCP4.5.

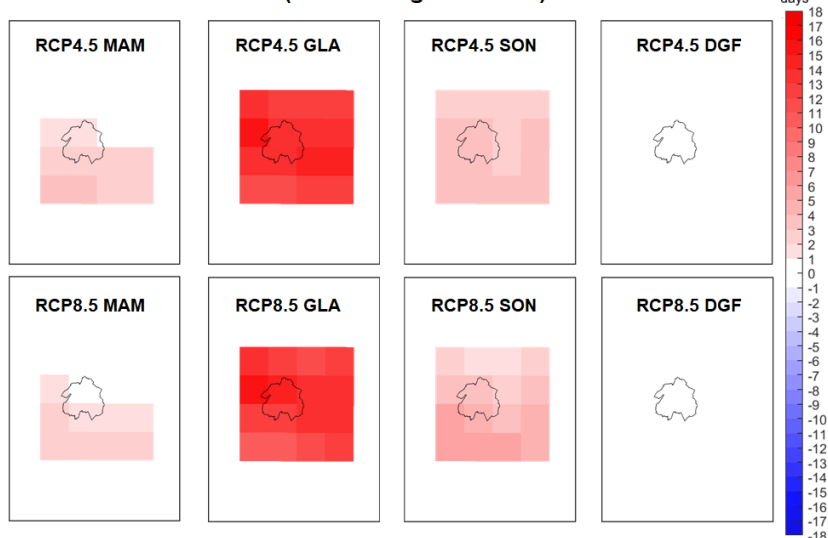
Per quanto riguarda le temperature estreme minime (TN10P) si nota per tutte le stagioni, e per entrambi gli scenari, una diminuzione media annua dei giorni interessati dalla presenza di tali temperature estreme in particolare per lo scenario RCP8.5 durante la stagione invernale ed autunnale.

Per quanto riguarda i giorni estivi (SU) la maggior variazione si nota per la stagione estiva dove per entrambi gli scenari viene riportata un incremento medio annuo di circa 13 giorni sia per lo scenario RCP4.5 che per quello RCP8.5. In modo analogo per l'indicatore relativo alle notti tropicali (TR) si riporta principalmente una variazione importante per la stagione estiva dove per entrambi gli scenari si ha un incremento medio annuo di circa 12 giorni.

Per quanto riguarda le temperature estreme massime (TX90P) si nota per tutte le stagioni, per entrambi gli scenari, un aumento dei giorni interessati da queste temperature (che sono calcolati su base stagionale) in particolare per la stagione invernale e la stagione estiva. Sempre per quanto attiene gli indici di temperatura estreme la variazione dei "periodi caldi" superiori alla norma, sempre calcolato su base stagionale, indica variazioni positive sebbene contenute per quasi tutte le stagioni. Per quanto riguarda l'andamento spaziale degli indicatori relativi agli estremi di temperatura si riporta a titolo di esempio le mappe stagionali di anomalia per gli indicatori SU e WSDI, anche in questo caso di nota un andamento spaziale pressoché uniforme all'interno dell'area oggetto di studio.

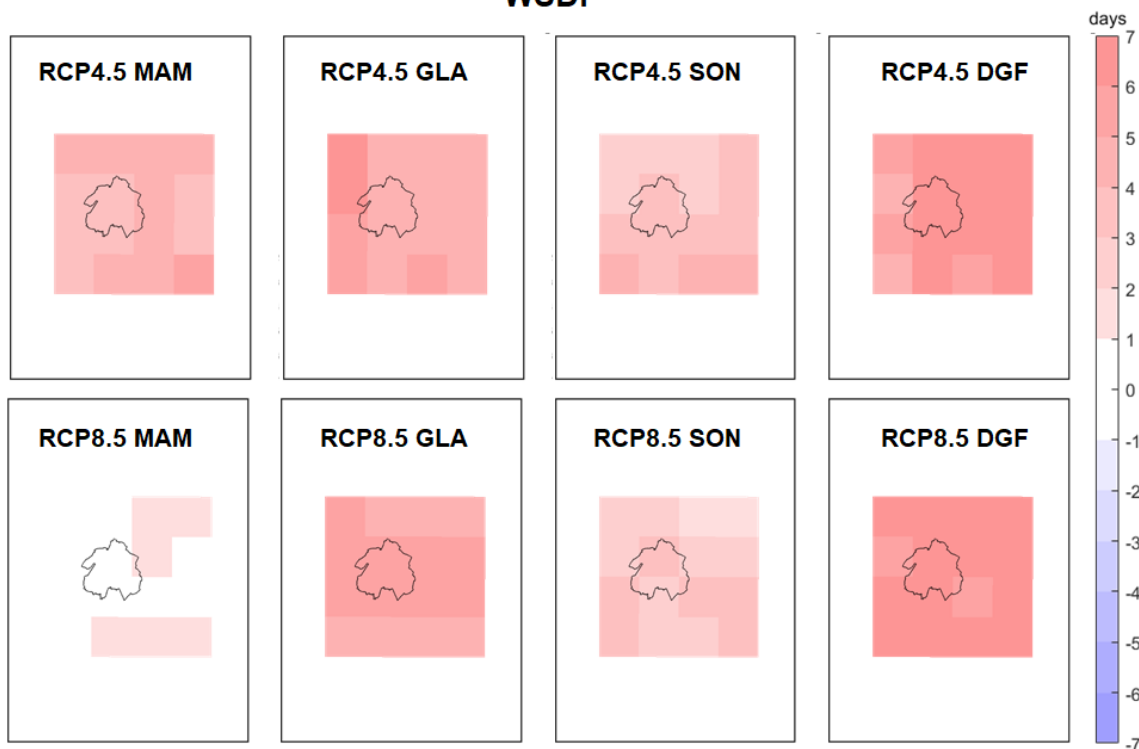
Andamento spaziale della variazione dell'indicatore SU ottenuta elaborando dati climatici forniti dal modello COSMO-CLM per il periodo 2021-2050 rispetto al periodo 1981-2010 considerando i due diversi scenari IPCC RCP4.5 e RCP8.5. (fonte: STC)

SU (Numero di giorni estivi)



Andamento spaziale della variazione dell'indicatore WSDI ottenuta elaborando dati climatici forniti dal modello COSMO-CLM per il periodo 2021-2050 rispetto al periodo 1981-2010 considerando i due diversi scenari IPCC RCP4.5 e RCP8.5. (fonte: STC)

WSDI



Per quanto attiene il trend atteso della precipitazione in generale e in particolare degli estremi di precipitazioni è da considerare che esso è soggetto a forti variazioni naturali, per cui l'influsso dei cambiamenti climatici risulta meno evidente rispetto a quello che emerge analizzando le tendenze della temperatura. Ciò considerato, il modello COSMO, per quanto attiene i valori massimi di pioggia su base giornaliera e su un periodo continuato di 5 giorni (RX1Day and RCX5day rispettivamente) riporta per il periodo invernale un forte incremento di tali valori estremi che, soprattutto nel caso dello scenario RCP8.5 che arriva a 30% per RX1Day e a 42% per RX5day. Un incremento è anche atteso per il periodo autunnale sebbene più modesto, per le altre stagioni la variazione è molto contenuta o tende alla decrescita.

La vision della STC ha un orizzonte temporale decennale, per cui tragaarderà la fine del 2030, anche se la sua definizione, di carattere dinamico, potrebbe essere assunta a riferimento fino al 2050, anno di riferimento di tutte le politiche per il compimento delle transizioni climatiche alle scale globale, europea e italiana.

I principali caratteri della vision indicata nella Proposta “Un Filo naturale” sono:

- per la [città di] Brescia del 2030 si immagina un ambiente urbano ampio, in cui prevale il concetto dell’abitare lo spazio aperto nella sua duplice articolazione di spazio della natura e pubblico: uno spazio di cui prendersi cura e dove sviluppare una forma di vita sana e socialmente ricca, luogo di crescita che alimenta le comunità che lo abitano;
- al centro di questa visione vi sono i vuoti (strade, viali, piazze e cortili) e gli spazi verdi che circondano la città e la permeano: “una campagna più attrezzata e una città più verde ricca di parchi e giardini”;
- l’ambiente costruito e le aree verdi periurbane sono sistemi tra loro complementari e fortemente interconnessi, in cui le aree verdi che cingono la città si innestano nell’urbanizzato, permeano l’ambiente costruito, lo integrano e forniscono servizi ecosistemici essenziali;
- la realizzazione della Rete verde e della Rete ecologica comunale conetterà i capisaldi verdi della città (parco delle Colline e parco delle Cave) con i corridoi che intersecano e permeano il tessuto urbano, tutelando habitat e biodiversità e la loro fruizione;
- i parchi cittadini e le aree verdi perimetrali sono riserve di naturalità la cui cura è fondamentale per la resilienza territoriale e la fornitura di servizi ecosistemici di elevata qualità;
- le città resilienti sono realtà in grado di adattarsi alle nuove sfide del cambiamento climatico dando forma ai desideri di benessere diffuso e di miglioramento della qualità della vita.

Per far fronte al cambiamento climatico la città dovrà diventare:

- una **CITTÀ OASI**, che crea ombra e fresco per il benessere delle persone al fine di migliorare il microclima urbano e aumentare la biodiversità urbana;
- una **CITTÀ SPUGNA**, in grado di restituire spazio-tempo e qualità all’acqua e permeabilità per accogliere la vita;
- una **CITTÀ PER LE PERSONE**, fatta di spazi belli e vivibili per garantire il diritto alla salute, alla mobilità lenta, all’incontro e all’inclusione.

I caratteri centrali della vision sono:

- sistema territoriale proattivo in continua e progressiva azione verso la riduzione, fino all’irrelevanza, delle emissioni di gas climalteranti;
- sistema territoriale proattivo in continuo miglioramento nella gestione dei rischi e delle criticità dovute ai cambiamenti climatici attraverso un progressivo aumento della capacità resiliente di carattere co-evolutivo basata su azioni integrate di tipo fisico, organizzativo, socioeconomico e culturale.

Obiettivi

Attualmente è stato definito un primo insieme di obiettivi da conseguire entro il 2030. Una volta che questi obiettivi saranno stati approvati dal Comune di Brescia, potranno eventualmente essere individuati i relativi target, cioè le cifre dei parametri prestazionali che si intende conseguire, e quindi essere stabiliti i target intermedi da tragaardare nel 2025.

Obiettivi di mitigazione dei cambiamenti climatici (M)

M1: conseguimento della centralità delle politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici in tutte le scelte di governo del Comune

M2: riduzione delle emissioni di gas climalteranti attraverso l’efficientamento energetico e la decarbonizzazione dei combustibili con fonti rinnovabili

M3: aumento della capacità di assorbimento e stoccaggio di gas climalteranti

Obiettivi di adattamento ai cambiamenti climatici (A)

A1: conseguimento della centralità delle politiche di adattamento ai cambiamenti climatici in tutte le scelte di governo del Comune

A2: riduzione dell’isola di calore urbana

A3: aumento del drenaggio urbano

A4: messa in sicurezza dai fenomeni atmosferici di elevata intensità

A5: mitigazione dell’inquinamento atmosferico

A6: aumento del capitale naturale e della biodiversità, quali anche fattori di resilienza della vegetazione, e gestione integrata delle connessioni tra l’urbanizzato e le aree verdi periurbane

A7: aumento della disponibilità di spazi aperti urbani caratterizzati da elevata vivibilità e attrattività
Azioni
Azione: Revisione degli strumenti urbanistici 1.1 Supporto alla revisione strumenti di governo del territorio: obiettivi: M1 – A1 termine: entro 2023 Azioni di adattamento 2.1 Interventi di riqualificazione urbana in chiave resiliente (de-pavimentazione e zone oasi): obiettivi: M3 – A2– A3– A4– A6– A7 termine: entro 2024 2.2 Realizzazione di tetti verdi pilota con produzione di strumenti conoscitivi per la loro diffusione: obiettivi: A2– A3– A4– A6– A7-M2-M3 termine: entro 2024 2.3 Rinnovo di alberature stradali cittadine con piante resilienti: obiettivi: A2– A3– A4– A5- A6– A7-M3 termine: entro 2023 2.4 Gestione forestale responsabile basata sulla costruzione di un modello di governance associata: obiettivi: A4–A6– A7-M3 termine: entro 2023 2.5 Contenimento del rischio d'inquinamento e miglioramento della qualità ambientale delle aree agricole a sud dello stabilimento Caffaro: obiettivi: A2– A4– A5- A6– M3 termine: entro 2024 2.6 Progettazione di interventi pilota per la riduzione del rischio di esondazione dei canali del RIM: obiettivi: A4 termine: entro 2021 2.7 Interventi di forestazione e costituzione di nuovi habitat anche a potenziamento della rete ecologica comunale: obiettivi: A2– A3– A5- A6– A7-M3 termine: entro 2023 2.8 Cessione del credito e retrofit patrimonio edilizio obiettivi: A5- M2-M3 termine: entro 2025 Azioni di mitigazione 3.2 Zero energy district via Milano obiettivi: A7-M2 termine: entro 2024 3.3 Incentivi alla mobilità sostenibile obiettivi: A5 termine: entro 2024
Revisione della Azioni
Stato avanzamento lavori 2.1 Interventi di riqualificazione urbana in chiave resiliente (de-pavimentazione e zone oasi): in corso 2.2 Realizzazione di tetti verdi pilota con produzione di strumenti conoscitivi per la loro diffusione: in corso 2.4 Gestione forestale responsabile basata sulla costruzione di un modello di governance associata: in corso 2.6 Progettazione di interventi pilota per la riduzione del rischio di esondazione dei canali del RIM: in corso 2.7 Interventi di forestazione e costituzione di nuovi habitat anche a potenziamento della rete ecologica comunale: in corso 2.8 Cessione del credito e retrofit patrimonio edilizio in corso 3.1 Cessione del credito e retrofit patrimonio edilizio in corso

PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA E IL CLIMA - PAESC

Procedura

Approvato con Delibera di Consiglio Comunale DEL 24/5/2021.

Date:

- Avvio attuazione giugno 2021
- Chiusura 2030
- 1° Report di Monitoraggio: in corso di definizione

Contesto Emissivo

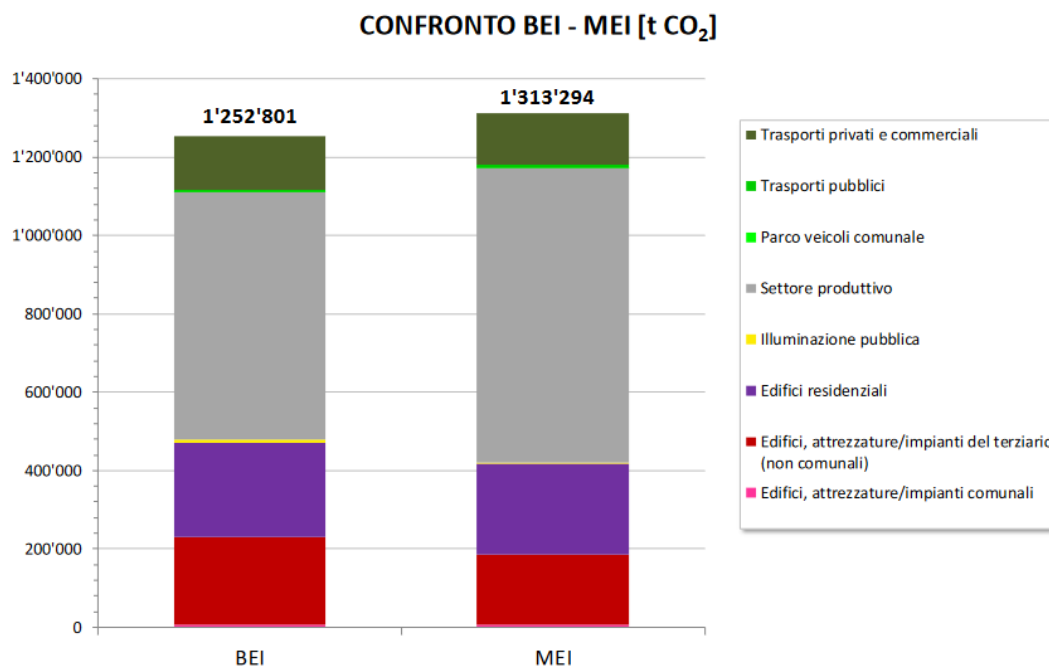
Nella tabella e nella figura successiva si riassumono le emissioni stimate per l'anno 2018, rapportate a quelle del 2010. Dai dati si evince che tra il 2010 e il 2018 le emissioni complessive sono aumentate del 5%, principalmente a causa dell'aumento delle emissioni del settore produttivo (+19%). Escludendo tale settore, infatti si osserva una riduzione delle emissioni pari al 9%, dovuta soprattutto alla contrazione delle emissioni del settore terziario (-20%). Per quanto riguarda il comparto pubblico, si evidenzia la netta riduzione delle emissioni dell'illuminazione pubblica (-58%) che sostanzialmente va a compensare le maggiori emissioni del settore dei trasporti pubblici, dovute all'entrata in funzione della linea metropolitana cui corrisponde una riduzione corrispondente del trasporto privato. Si sottolinea invece che le emissioni legate al patrimonio immobiliare comunale risultano in aumento del 3.6%, in ragione del fatto che a fronte di un 2018 molto mite, rispetto ad un 2010 molto più freddo (quasi 3'000 gradi giorno contro poco più di 2'200 del 2010), i consumi si sono ridotti proporzionalmente di meno; i consumi vanno riferiti, infatti, ai gradi giorno della baseline.

Escludendo il settore produttivo, invece si evidenzia un calo delle emissioni BEI-MEI di oltre il 9%.

Emissioni comunali annue di CO₂ per settore (2010-BEI e 2018-MEI) nel comune di Brescia (fonte: PAESC)

CONFRONTO BEI-MEI			
SETTORE	EMISSIONI BEI 2010 [t]	EMISSIONI MEI 2018 [t]	VARIAZIONE % MEI - BEI
Edifici, attrezzature/impianti comunali	7'127	7'383	3.6%
Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunali)	222'919	177'477	-20.4%
Edifici residenziali	241'543	233'399	-3.4%
Illuminazione pubblica comunale	7'493	3'167	-57.7%
Settore produttivo	631'501	750'236	18.8%
Parco veicoli comunale	466	329	-29.4%
Trasporti pubblici	5'167	10'061	94.7%
Trasporti privati e commerciali	136'584	131'242	-3.9%
TOTALE	1'252'801	1'313'294	4.8%
Totale escluso il settore produttivo	621'300	563'058	-9.4%

Andamento delle emissioni comunali annue di CO₂ per settore (2010-BEI e 2018-MEI) nel comune di Brescia (fonte: PAESC)

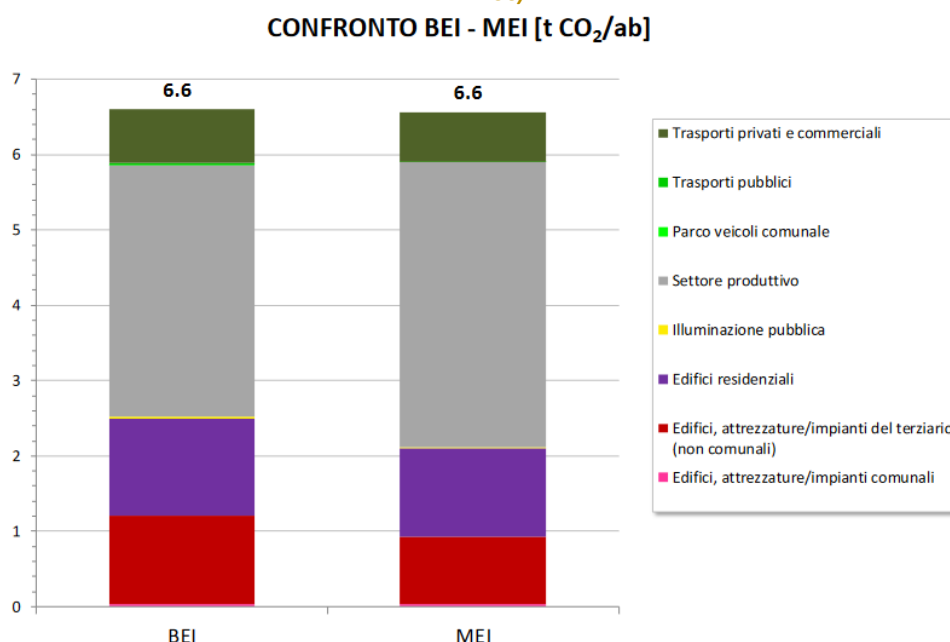


Effettuando un confronto BEI-MEI in termini procapite, è possibile osservare come le emissioni complessive risultino essere sostanzialmente stabili, mentre con l'esclusione del settore produttivo vi sia una riduzione di oltre il 13% che fa ben sperare rispetto all'obiettivo del 2030, grazie anche al potenziamento delle azioni messo in gioco dai vari attori, come illustrato nei prossimi capitoli.

Emissioni procapite comunali annue di CO₂ per settore (2010-BEI e 2018-MEI) nel comune di Brescia (fonte: PAESC)

CONFRONTO BEI-MEI PROCAPITE			
SETTORE	EMISSIONI BEI 2010 [t/ab]	EMISSIONI MEI 2018 [t/ab]	VARIAZIONE % MEI - BEI
Edifici, attrezzature/impianti comunali	0.04	0.04	-1.1%
Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunali)	1.18	0.89	-24.0%
Edifici residenziali	1.27	1.18	-7.7%
Illuminazione pubblica comunale	0.04	0.02	-59.6%
Settore produttivo	3.33	3.78	13.4%
Parco veicoli comunale	0.0025	0.0017	-32.6%
Trasporti pubblici	0.03	0.05	85.9%
Trasporti privati e commerciali	0.72	0.66	-8.2%
TOTALE	6.61	6.61	0.1%
Totale escluso il settore produttivo	3.28	2.84	-13.5%

Andamento delle emissioni procapite comunali annue di CO₂ per settore (2010-BEI e 2018-MEI) nel comune di Brescia (fonte: PAESC)



Vision

La definizione della vision della città di Brescia assume come elementi generatori i seguenti principi:

- Promuovere modelli di consumo e produzione sostenibili rendendo Brescia un luogo in cui lo stile di vita, le trasformazioni future e i sistemi commerciali contribuiscono allo sviluppo sostenibile, in modo tale che il consumo e la produzione di energia utilizzino le risorse locali in modo efficiente, riducendo le emissioni di CO₂.
- Migliorare la qualità energetica ambientale del patrimonio edilizio esistente coinvolgendo i settori privati in un processo di efficientamento sia della dotazione impiantistica sia del patrimonio edilizio esistente, favorendo al contempo la diffusione delle fonti energetiche rinnovabili.
- Promuovere un modello di mobilità sostenibile

puntando alla massima integrazione fra il sistema di trasporto pubblico e la mobilità non motorizzata, strategia principale del PUMS, disincentivando così l'utilizzo del mezzo motorizzato individuale come "prima scelta" per gli spostamenti all'interno della città.

- Accrescere la resilienza e la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici del territorio e dei cittadini con la Strategia di Transizione Climatica della città di Brescia
 Obiettivo della Strategia di Transizione Climatica è rendere gli spazi urbani più resilienti, vivibili ed attrattivi agendo anche sugli aspetti della socialità e dell'inclusione. La città, trasformata secondo questi principi per far fronte ai cambiamenti climatici, diventa:
 - una CITTA' OASI che crei ombreggiamento e frescura per il benessere delle persone al fine di migliorare il microclima urbano, aumentando la biodiversità urbana;
 - una CITTA' SPUGNA che sia in grado di restituire spazio-tempo all'acqua e restituisca permeabilità per accogliere la vita;
 - una CITTA' PER LE PERSONE che garantisca spazi di qualità e vivibili per garantire il diritto alla salute, alla mobilità lenta, all'incontro e all'inclusione.
- Riduzione di almeno il 50% delle emissioni procapite di CO₂ al 2030

Questo obiettivo per il territorio di Brescia si traduce quantitativamente in una riduzione delle emissioni rispetto all'esistente, escludendo il settore produttivo, pari a 312'000 tonnellate di CO₂ (vedi paragrafo precedente). Si ricorda che tale obiettivo è valutato non solo rispetto alle caratteristiche dei consumi del patrimonio e delle dinamiche all'anno di riferimento del BEI (2010), ma include anche gli effetti in termini emissivi dell'incremento della popolazione previsto dal PGT. Tale obiettivo è raggiungibile attraverso la

riduzione dei consumi energetici, l'attuazione di azioni previste dai Piani già approvati (PUMS, Piano di Decarbonizzazione A2A) e l'aumento della produzione ed uso di energia rinnovabile.

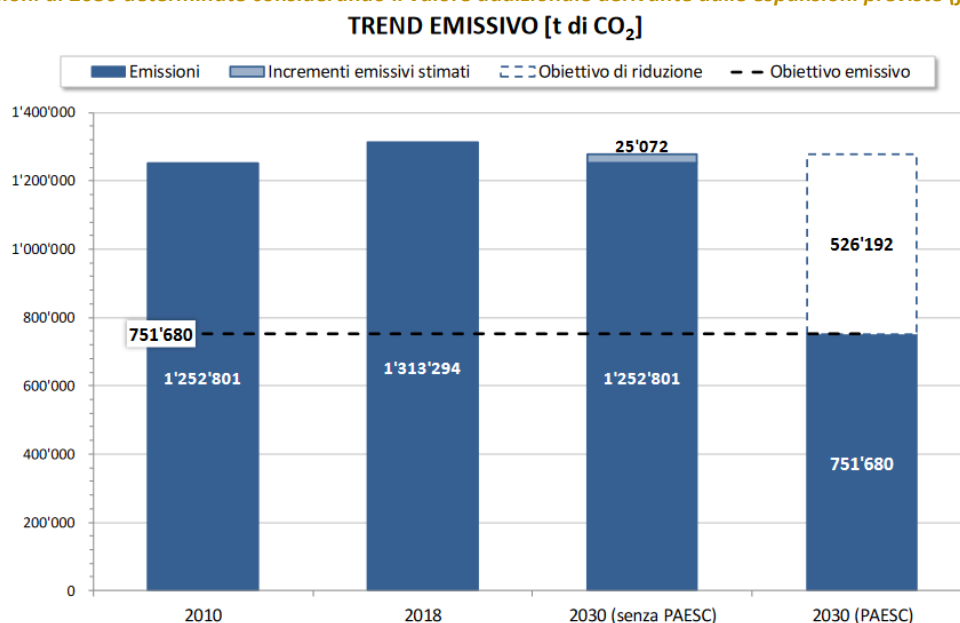
Tale vision si traduce in azioni concrete per la mitigazione e l'adattamento climatico puntualmente approfondite e di seguito sintetizzate.

Obiettivi

Nella figura successiva sono riportate le emissioni comunali al 2010 (BEI) e al 2018 (MEI) confrontate con le emissioni previste al 2030, stimate a partire dalle emissioni del BEI sommate agli incrementi emissivi valutati nel precedente paragrafo, e con l'obiettivo emissivo minimo del PAESC (riduzione del 40% delle emissioni rispetto al 2010). I dati mostrati comprendono le emissioni legate al settore produttivo.

Rispetto alle emissioni del BEI (1.25 milioni di tonnellate di CO₂), l'obiettivo di riduzione delle emissioni di CO₂ per il 2030 è pari a circa 501'000 tonnellate di CO₂. A questo obiettivo assoluto va tuttavia aggiunta la quota di emissioni prevista in relazione all'aumento della popolazione. L'incremento emissivo associato alle nuove aree di espansione è pari a 25'072 tonnellate al 2030 e l'obiettivo di riduzione, calcolato su questo nuovo assetto emissivo, risulta pari a circa 526'000 tonnellate, mostrato in bianco nella colonna a destra nel grafico riportato di seguito. Effettuando la medesima analisi escludendo il settore produttivo, l'obiettivo di riduzione al 2030, risulta essere pari a circa 274'000 tonnellate.

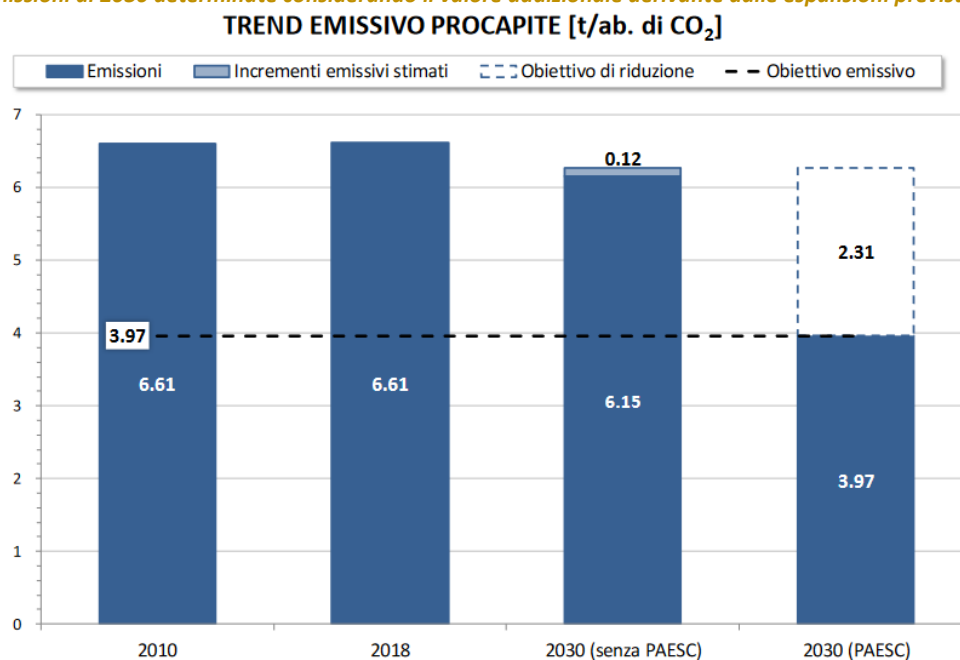
Confronto dell'obiettivo di riduzione delle emissioni al 2030, in termini assoluti, con le emissioni del BEI (2010), del MEI (2018) e le emissioni al 2030 determinate considerando il valore addizionale derivante dalle espansioni previste (fonte: PAESC)



Le Linee Guida per la stesura del PAESC del JRC suggeriscono di adottare un obiettivo procapite che consente di normalizzare l'aumento di emissioni assolute all'aumento demografico atteso in situazioni in cui è prevista un'evoluzione significativa del territorio. Pur non essendo questo il caso del comune di Brescia, rapportando le emissioni alla popolazione registrata (cfr. paragrafo 1.2.1) e prevista e considerando il settore produttivo, si ottiene la situazione rappresentata in Figura 4-2: le emissioni procapite al 2010 sono pari a 6.6 tonnellate per abitante (si veda la Tabella 2-16 della baseline) con un obiettivo di 4.0 tonnellate per abitante da raggiungere al 2030 (40% in meno). Considerando i maggiori consumi previsti dagli incrementi emissivi, le emissioni procapite stimate al 2030 risultano pari a 6.2 tonnellate per abitante, con un obiettivo di riduzione pari a circa 2.3 tonnellate procapite, corrispondente a circa 470'000 tonnellate di CO₂.

Escludendo dall'analisi gli apporti emissivi del settore produttivo, le emissioni procapite al 2010 risultano, invece, pari a 3.3 tonnellate per abitante (obiettivo al 2030 pari a 2.0 t/ab) e la riduzione procapite da ottenere al 2030, tenendo conto delle espansioni emissive, è pari a 1.2 t/ab (ridotta grazie all'incremento previsto di popolazione), corrispondente a 245'635 tonnellate di CO₂.

Confronto dell'obiettivo di riduzione delle emissioni al 2030, in termini procapite, con le emissioni del BEI (2010), del MEI (2018) e le emissioni al 2030 determinate considerando il valore addizionale derivante dalle espansioni previste (fonte: PAESC)



Si riporta di seguito una tabella riassuntiva della situazione del comune e delle scelte che è possibile condurre.

Riepilogo delle diverse combinazioni che è possibile considerare per la valutazione dell'obiettivo di riduzione delle emissioni del PAESC del comune di Brescia (PAESC)

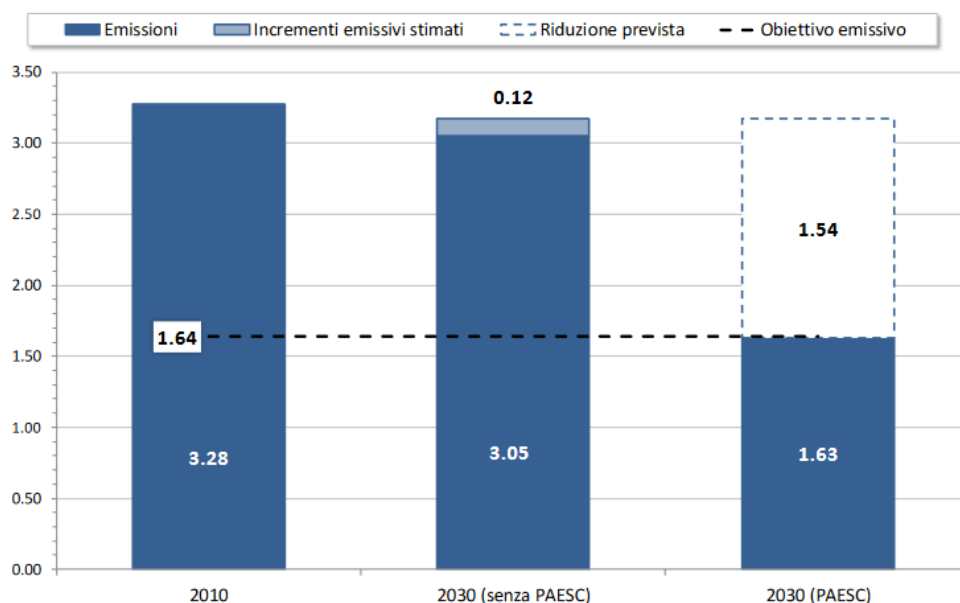
CALCOLO DELL'OBIETTIVO DI RIDUZIONE			
Anno	2010	2030 (senza PAES)	2030 (con PAES)
Popolazione [ab]	189'576	203'793	203'793
OBIETTIVO IN TERMINI ASSOLUTI			
Emissioni totali [t]	1'252'801	1'277'873	751'680
Obiettivo di riduzione [t]	501'120	526'192	-
OBIETTIVO IN TERMINI ASSOLUTI - Settore produttivo escluso			
Emissioni totali [t]	621'300	646'371	372'780
Obiettivo di riduzione [t]	248'520	273'592	-
OBIETTIVO PROCAPITE			
Emissioni totali [t/ab]	6.61	6.27	3.97
Obiettivo di riduzione procapite [t/ab]	2.64	2.31	-
Obiettivo di riduzione [t]	501'120	469'821	-
OBIETTIVO PROCAPITE - Settore produttivo escluso			
Emissioni totali [t/ab]	3.28	3.17	1.97
Obiettivo di riduzione procapite [t/ab]	1.31	1.21	-
Obiettivo di riduzione [t]	248'520	245'635	-

Sulla base di tali risultati è stato quindi possibile definire l'obiettivo effettivo del PAESC di Brescia che è stato determinato escludendo il settore produttivo e considerando le emissioni espresse in termini procapite. Le analisi

svolte permettono quindi di fissare come obiettivo minimo del PAESC del comune di Brescia una riduzione, rispetto al 2010 delle emissioni procapite pari al 50% entro il 2030, corrispondente a circa 312'000 tonnellate di CO₂. Si precisa che le azioni previste permettono di raggiungere una riduzione leggermente superiore, pari a quasi 314'000 t; tuttavia, si è ritenuto cautelativamente di fissare un obiettivo inferiore.

Emissioni al 2010 (BEI) confrontate con le emissioni previste e pianificate dal PAESC al 2030 (fonte: nostra elaborazione)

SCENARIO EMISSIVO PREVISTO DAL PAESC [t di CO₂/ab.]

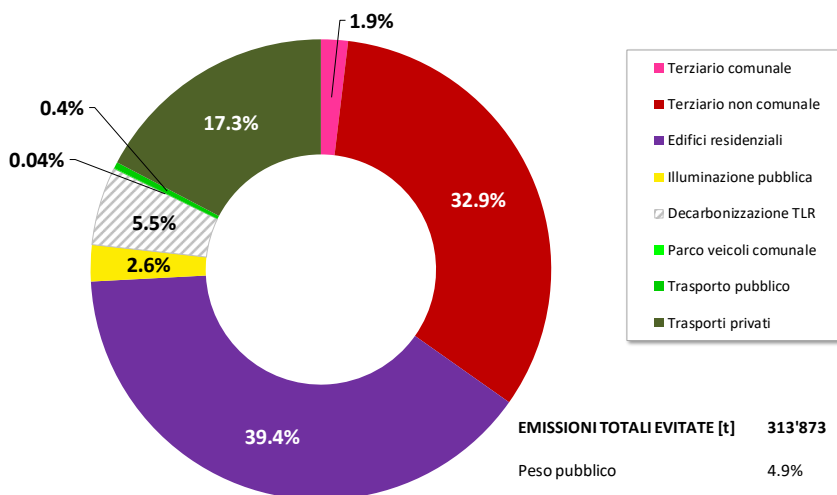


Azioni

Le azioni incluse nel Piano permettono di raggiungere e superare l'obiettivo discusso al precedente paragrafo, arrivando ad una riduzione in termini assoluti pari a 313'873 tonnellate di CO₂ (pari ad una riduzione delle emissioni pro-capite del 52% rispetto al 2010). Come si può notare dal grafico riportato sotto, il 39% dell'obiettivo di riduzione del PAESC sarà raggiunto agendo sulle emissioni del settore residenziale, seguito dal settore del terziario non comunale (33%); l'AC può invece agire direttamente sui consumi del comparto pubblico, raggiungendo una riduzione emissiva pari al 5% dell'obiettivo.

Ripartizione per settore delle emissioni totali evitate attraverso le azioni previste dal PAESC del comune di Brescia (fonte: PAESC)

EMISSIONI TOTALI di CO₂ EVITATE PER SETTORE



Azioni strategiche di MITIGAZIONE

- **Progetto relamping illuminazione interna per 70 edifici comunali**
E' in corso la definizione della progettualità di relamping dell'illuminazione interna per 70 edifici comunali principalmente a destinazione d'uso scolastico
- **Supporto e potenziamento del ruolo della figura di Energy Manager**
L'Energy Manager, che è già stato nominato dall'amministrazione Comunale, è la figura deputata a gestire l'energia nei Comuni e nelle imprese. La nomina dell'Energy Manager assolta dal Comune di Brescia è obbligatoria per le Pubbliche Amministrazioni, come il Comune di Brescia, con consumi annui superiori ai 1'000 TEP come prescritto dalla Legge 10/1991 all'art.19.
- **Iniziativa di efficientamento energetico dell'Edilizia scolastica mediante sostituzione dei serramenti esistenti con serramenti in PVC**
Tramite la convenzione attiva con A2A Calore & Servizi, a partire dal 2017 è stato avviato un Piano di riqualificazione energetica degli stabili scolastici del Comune di Brescia, in cui il Comune non ha costi e il concessionario trattiene il Conto Termico. Oltre ai vantaggi di risparmio energetico, stimabili in circa il 20% del consumo per riscaldamento, si avranno vantaggi di isolamento acustico, sicurezza antinfortunistica, gestione della luce naturale, sicurezza antintrusione e riduzioni delle manutenzioni.
- **Attivazione dello sportello energia**
- **Promuovere la realizzazione di Comunità energetiche nel territorio**
L'Amministrazione Comunale intende promuovere la formazione di Comunità energetiche al fine di incentivare l'autoconsumo collettivo.
- **Riqualificazione energetica di 15 edifici a edilizia convenzionata**
E' in corso la valutazione della fattibilità di accesso all'incentivo Superbonus 110% per la riqualificazione di 15 edifici a edilizia convenzionata intervenendo sull'impianto termico installato e prevedendo l'allacciamento alla rete di teleriscaldamento esistente.

Azioni del Piano di MITIGAZIONE:

SETTORE	AZIONE
TERZIARIO COMUNALE	Efficientamento illuminazione interna edifici scolastici
	Efficientamento energetico 10 edifici più energivori (energia termica)
	Installazione impianti fotovoltaici sui 10 edifici più energivori (energia elettrica)
	Acquisto energia verde
	Contratto Gestione Calore - Riduzione dei consumi termici di tutti gli edifici inclusi nel contratto del 10%
TERZIARIO NON COMUNALE	Riduzione dei consumi elettrici
	Riduzione dei consumi termici
	Installazione impianti fotovoltaici
RESIDENZIALE	Sostituzione lampade a incandescenza
	Sostituzione scaldacqua elettrici con pompa di calore
	Sostituzione frigocongelatori
	Installazione dispositivi di spegnimento automatico

	Installazione valvole termostatiche
	Sostituzione caldaie autonome
	Sostituzione caldaie centralizzate
	Interventi di riqualificazione energetica sull'involucro 2011-2018
	Riqualificazione involucro - Intervento su finestre
	Riqualificazione involucro - Intervento su pareti
	Riqualificazione involucro - Intervento su copertura
	Installazione di impianti fotovoltaici
	Solare termico su residenziale
ILLUMINAZIONE PUBBLICA	Sostituzioni corpi lampade con lampade a LED
	Acquisto energia verde
PARCO VEICOLI COMUNALE	Sostituzione mezzi comunali
TRASPORTI PUBBLICI	Realizzazione linea metropolitana
	Sostituzione autobus a gasolio con nuovi mezzi a gasolio o a metano
TRASPORTI PRIVATI	Rinnovo parco autoveicolare
	Piano Urbano della Mobilità - Effetti sui consumi in ambito urbano
	Rete di ricarica per mezzi elettrici
	Biocombustibili
TUTTI I SETTORI	Piano di decarbonizzazione AZA

Azioni del Piano di ADATTAMENTO

- **Eventi estremi di pioggia e rischio alluvioni: drenaggio urbano sostenibile**

Il Comune dovrà quindi impegnarsi a ridurre gli effetti dell'impermeabilizzazione e aumentare le aree permeabili, tenendo in considerazione, negli strumenti di pianificazione, le problematiche derivanti dal cambiamento climatico. Con l'adozione dell'allegato al regolamento edilizio il Comune potrà stabilire standard energetici per il nuovo costruito o il restauro, potrà regolamentare gli spazi pubblici e il verde urbano ed incentivare il recupero di aree ed edifici dismessi al fine mantenere o meglio incrementare la percentuale di territorio permeabile, in modo da consentire un drenaggio urbano sostenibile.

- **Sistema di monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee**

Sviluppo di una piattaforma di monitoraggio in tempo reale (da parte delle autorità competenti e con la collaborazione del Comune di Brescia) dell'evoluzione dei fenomeni meteorologici. Il sistema di monitoraggio dovrà tenere sotto controllo dati relativi a idrometria, pluviometria, termometria ed igrometria, anemometria. La piattaforma, che raccoglie ed elabora in tempo reale le informazioni inviate da dispositivi e sensori posizionati lungo diversi punti, sarà uno strumento di supporto decisionale che permette ai diversi livelli di autorità, attraverso l'accesso ad internet, di fornire indicazioni ed informazioni utili e sintetiche per assumere decisioni strategiche ed operative in caso del verificarsi di eventi meteorici intensi

- **URBAN GREENING**

L'introduzione, infatti, di nuove aree verdi in ambito urbano può essere uno dei metodi più efficaci per fronteggiare il problema dell'effetto isola di calore e allo stesso tempo migliorare la qualità dello spazio urbano. Ciò può essere fatto con interventi di maggiore o minore portata e con diverso grado di efficacia: in ogni caso è bene sapere che anche la sola presenza di filari di alberi è in grado di fornire un grande contributo schermato la luce, offrendo riparo nei giorni più caldi e abbattendo la temperatura alla superficie di qualche grado. La semplice ombreggiatura degli spazi urbani è perciò un'azione tanto semplice quanto efficace, che può essere estesa anche alle superfici in copertura degli edifici. Brescia ha l'obiettivo di realizzare una rete ecologica cittadina fondata sulle foreste urbane e periurbane che si diffondano a partire dalle aree protette.

- **INTERVENTI IDRAULICI**

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) contiene l'individuazione delle aree potenzialmente interessate da alluvioni, e, all'interno di esse, classifica il grado di pericolosità in funzione della frequenza degli eventi alluvionali ed il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi ivi presenti. La mappatura delle aree inondabili, contenuta nel PGRA, integra il quadro conoscitivo del Piano per l'Assetto idrogeologico di

bacino (PAI), con lo scopo di applicare all'interno delle predette aree, in funzione dei vari scenari di pericolosità e del rischio, una idonea normativa d'uso del suolo.

Azioni TRASVERSALI

- **Allegato di mitigazione e adattamento al Regolamento edilizio**

Poiché il Regolamento Edilizio Comunale rappresenta lo strumento che maggiormente definisce le modalità e le prassi con le quali realizzare le nuove costruzioni e ristrutturazioni degli edifici, è necessario aggiornare l'attuale strumento rispetto alle nuove normative nazionali e regionali. Pertanto si propone di procedere ad un aggiornamento (in particolare per le parti in materia di efficienza energetica) del Regolamento Edilizio, funzionale ad attualizzare e specificare i criteri energetico-ambientali già in essere in relazione alle sopravvenute disposizioni legislative, definendo lo specifico livello di cogenza/premialità progressiva delle diverse disposizioni sul tema in oggetto, mantenendo le necessarie flessibilità di utilizzo.

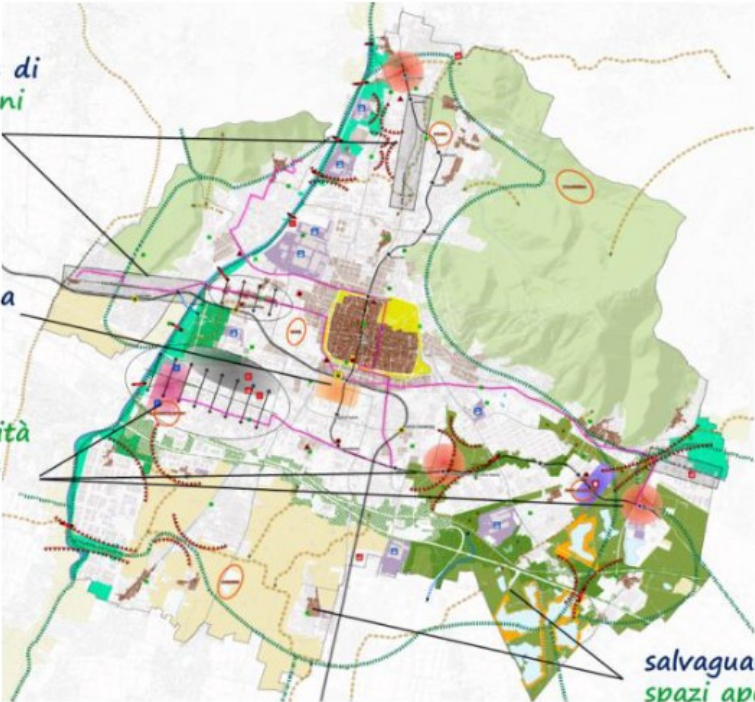
L'elaborato perseguirà quindi obiettivi coerenti con quelli del PAESC che sono in sintesi:

- utilizzo razionale delle risorse energetiche;
- riduzione dell'emissione di anidride carbonica e di altre sostanze inquinanti;
- una maggiore qualità dell'ambiente interno (termico, luminoso, acustico, qualità dell'aria);
- incrementare l'adattamento del territorio verso i rischi ambientali presenti nel territorio.

L'Allegato Energetico di mitigazione ed adattamento introdurrà pertanto l'innovativo concetto della trasformazione edilizio-urbanistica "carbon zero". Analogamente a quanto fatto dall'Amministrazione con il PAESC, si integrerà il concetto dell'NZEB (nearly zero energy building) con i temi della mitigazione e dell'adattamento andando verso una carbon zero transition.

Revisione della Azioni

Per dettagli si rimanda al Report di monitoraggio del PAESC

PIANO URBANO DELLA MOBILITA' SOSTENIBILE - PUMS	
Procedura	Approvato con Delibera di Consiglio Comunale n 7 del 19/02/2018 Date: • Avvio attuazione 2021 • Durata: 10 anni • Report di monitoraggio
Vision	La definizione degli obiettivi e delle strategie per la mobilità sostenibile in area bresciana non potrà limitarsi a tenere conto della situazione odierna dei flussi di traffico, ma al contrario dovrà operare entro un quadro prospettico, che tenga conto della possibile evoluzione del sistema a breve, medio e lungo termine. In termini più tecnici, questo significa rapportare la costruzione del piano a uno scenario di riferimento (SR), definito tenendo conto: • dell'evoluzione attesa dei principali driver demografici, economici e tecnici, non governabili in sede di PUMS; • della realizzazione delle misure di governo del sistema già programmate, da considerarsi invarianti rispetto alla definizione della strategia di piano. <i>Principali misure del PGT, destinate a generare effetti sulla domanda di mobilità (fonte: PUMS)</i> riqualificazione di comparti urbani consolidati valorizzazione a sud della stazione nuove centralità metropolitane e funzioni di interscambio  salvaguardia degli spazi aperti In considerazione dell'articolazione temporale del piano, la definizione del quadro di riferimento è proiettata su tre differenti orizzonti temporali: • il breve termine (5 anni, 2021); • il medio termine (10 anni, 2026); • il lungo termine (20 anni, 2036).
Obiettivi	Tutte le misure del PUMS debbono essere orientate a soddisfare i fabbisogni di mobilità della popolazione, assicurando l'abbattimento dei livelli di inquinamento atmosferico e acustico, la riduzione dei consumi energetici, l'aumento dei livelli di sicurezza del trasporto e della circolazione stradale, la minimizzazione dell'uso individuale dell'automobile privata e la moderazione del traffico, l'incremento della capacità di trasporto, l'aumento della

percentuale di cittadini trasportati dai sistemi collettivi (anche con soluzioni di car pooling e car sharing), nonché la riduzione dei fenomeni di congestione nelle aree urbane.

Queste finalità vengono ulteriormente dettagliate dalle linee guida ELTIS, secondo le quali un PUMS dovrebbe:

- garantire a tutti i cittadini opzioni di trasporto che permettano loro di accedere alle destinazioni e ai servizi chiave;
- migliorare le condizioni di sicurezza;
- ridurre l'inquinamento atmosferico e acustico, le emissioni di gas serra e i consumi energetici;
- migliorare l'efficienza e l'economicità dei trasporti di persone e merci;
- contribuire a migliorare l'attrattività del territorio e la qualità dell'ambiente urbano e della città in generale a beneficio dei cittadini, dell'economia e della società nel suo insieme.

Nel loro complesso, le finalità generali dei PUMS possono essere meglio articolate, tenendo conto delle nuove Linee guida ministeriali, nonché del quadro diagnostico conseguente alla costruzione dello scenario di riferimento, identificando cinque obiettivi chiave, definiti anche in rapporto alle strategie di sviluppo sostenibile messe in atto a livello europeo¹⁶ e nazionale¹⁷, e così identificati:

- **una città più accessibile**, nella quale le esigenze di mobilità dei cittadini vengano soddisfatte con elevati standard di qualità e comfort di viaggio, garantendo altresì piena accessibilità a tutte le componenti di traffico, ivi inclusi gli utenti vulnerabili (tra cui in generale la popolazione anziana, prevista in forte aumento nei prossimi due decenni);
- **una città più efficiente**, capace di impiegare le risorse disponibili (finanziarie, energetiche, territoriali) in modo commisurato ai benefici ottenuti, e tale da garantire un incremento dei livelli di inclusione sociale e del tasso di occupazione, a fronte di una riduzione dei costi della mobilità, connessi alla necessità di utilizzare il veicolo privato;
- **una città più salubre**, con un minore inquinamento atmosferico e acustico;
- **una città più sicura**, in cui nessun cittadino sia più esposto al rischio di morte o di lesioni gravi a seguito di un incidente stradale (secondo la “visione zero” già applicata nel Nord Europa¹⁸);
- **una città più bella**, caratterizzata da spazi pubblici vivibili, e da una generale qualificazione del patrimonio paesaggistico e storico-monumentale

A fronte di questi obiettivi, la strategia proposta dal PUMS per il governo della mobilità urbana mira nello specifico a promuovere l'intermodalità, mirando alla massima integrazione fra il sistema di trasporto pubblico e la mobilità non motorizzata e, nel contempo, a disincentivare l'utilizzo del mezzo motorizzato individuale come “prima scelta” per gli spostamenti con origine e/o destinazione all'interno dei confini urbani, riorientandolo piuttosto verso un ruolo integrato e complementare agli altri modi.

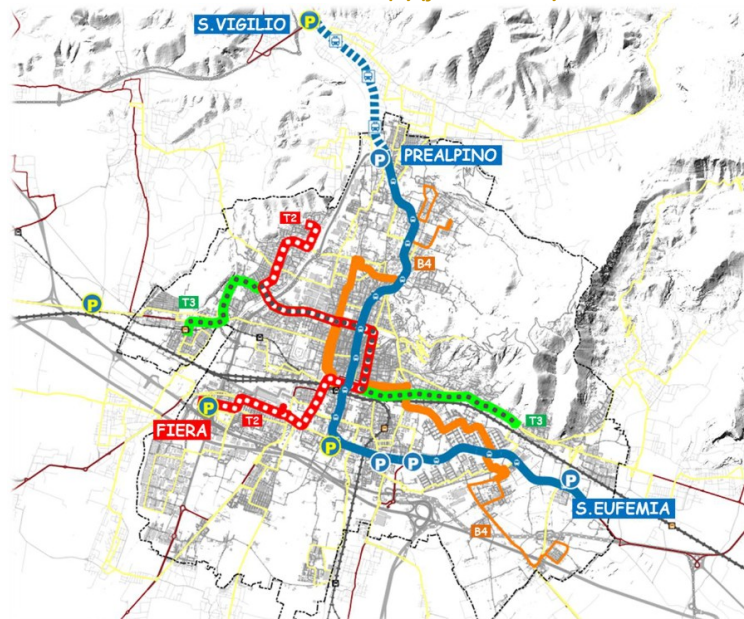
Azioni

Lo scenario di piano P, definito come sintesi dei tre scenari B, T e M, include dunque, a regime, una rete formata da quattro linee di forza, così configurate:

- linea metropolitana M1, estesa verso Nord sino al parcheggio di interscambio di S.Vigilio;
- linea tramviaria T2, Oltremella (Pendolina) – Centro – Stazione FS – Fiera (casello Brescia Ovest);
- linea tramviaria T3 Oltremella (Vallecamonica) – Centro – S.Eufemia (Bornata);
- linea bus B4 Ospedale – Veneto – Stazione FS – Foro Boario – S.Polo.

Lo scenario è completato dal potenziamento della rete ciclabile, dall'estensione del perimetro della sosta tariffata, e dall'implementazione di politiche di domanda, volte a fidelizzare l'utenza del trasporto pubblico e ad ampliare la platea degli utenti che prendono in considerazione scelte modali diverse dalla mobilità motorizzata individuale.

Scenario di Piano (P) (fonte: PUMS)



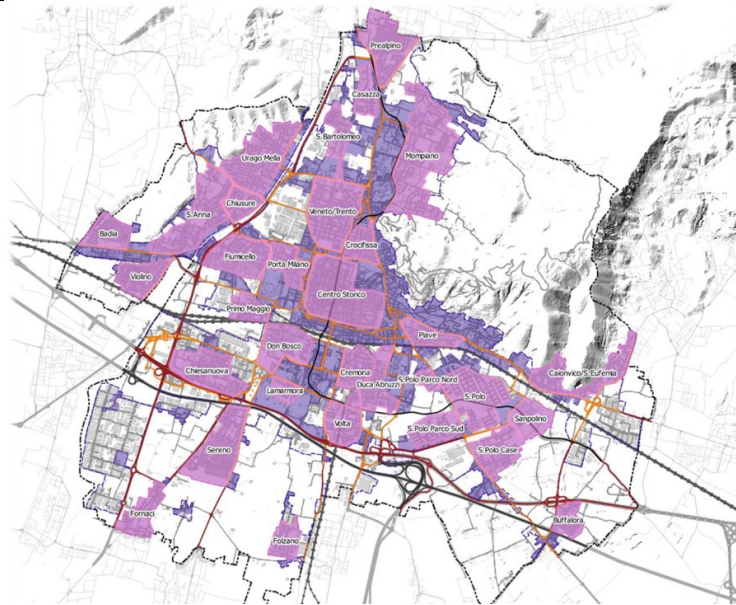
Il PUMS assume come punto di partenza l'identificazione di un certo numero di **isole ambientali**, intese come comparti urbani a elevata accessibilità con il trasporto pubblico, caratterizzati al loro interno da condizioni sicure e gradevoli di fruibilità pedonale e ciclabile. Entro questi ambiti risulta di norma possibile sviluppare politiche di protezione dal traffico motorizzato individuale (Zone a Traffico Limitato, di Riqualificazione Urbana, a Pedonalità Privilegiata, Aree pedonali, strade residenziali, Zone 30, ecc), in particolare mediante l'allontanamento delle componenti di transito. Ogni isola ambientale si configura come zona

- interna al centro abitato;
- a carattere prevalentemente residenziale;
- caratterizzata da relazioni di quartiere significative e/o omogenee per tipologia urbanistica;
- racchiusa dalla maglia della viabilità principale, e dunque interessata solo da viabilità locale in senso stretto o, nel caso di transito della rete TPL, interzonale.

Come si osserva, la struttura delle isole ricalca per quanto possibile quella dei quartieri, al fine di ricercare la massima coerenza possibile tra la struttura funzionale della rete di trasporto e la geografia storica e sociale della città, che in alcuni casi tende a caratterizzarsi nella forma di un "arcipelago urbano" costituito da entità molto ben caratterizzate l'una rispetto all'altra.

L'elenco delle isole ambientali, pure estese a larga parte del tessuto urbanizzato, non esaurisce peraltro il quadro dei comparti nei quali attuare interventi di protezione dal traffico privato, in quanto situazioni più frammentate potranno comunque essere oggetto di interventi ad hoc.

Sistema delle isole ambientali (fonte: PUMS)



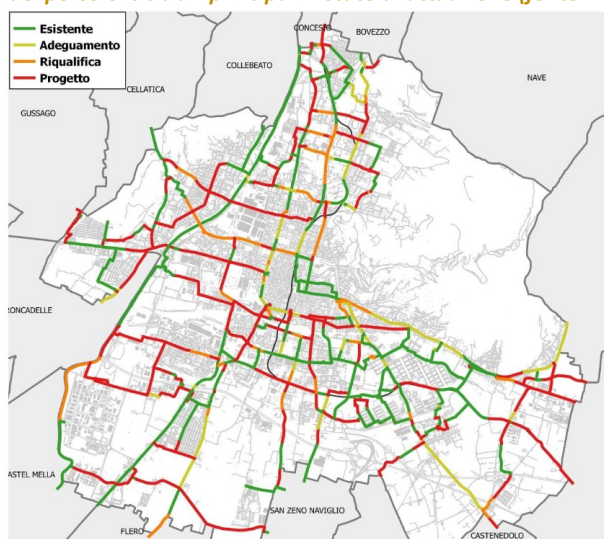
In relazione al sistema delle isole ambientali, la rete stradale resta classificata nelle tre categorie principali così definite:

- RETE PRIMARIA, formata da strade di scorrimento e/o di scorrimento veloce (cat. B e D del Codice della Strada33), riconducibile essenzialmente al sistema delle due Tangenziali;
- RETE DI DISTRIBUZIONE, formata da strade di quartiere e/o interquartiere (cat. E del Codice Strada), costituita dalle principali direttrici radiali e dal Ring, oltre che da un limitato insieme di connessioni trasversali, cui è demandato il compito di innervare l'accessibilità urbana;
- RETE LOCALE, formata da strade interzonali e/o locali (cat. F del Codice della Strada), che include tutti gli assi interni alle isole ambientali, con funzioni prevalenti di accesso e/o di stazionamento veicolare

La progressiva realizzazione di una **rete ciclabile continua**, sicura, prestante e funzionale al raggiungimento dei maggiori poli di attrazione cittadini nonché integrata negli itinerari regionali, viene perseguita dal PUMS con la realizzazione di una maglia di percorsi principali, definita per un'estensione totale di circa 177 km che comporterà in particolare:

- il mantenimento di percorsi esistenti per circa 65 km;
- l'adeguamento di percorsi esistenti ove necessario in termini di dimensionamento e sicurezza per circa 18 km;
- il rifacimento di percorsi con evidenti carenze funzionali per circa 19 km;
- la realizzazione di nuovi percorsi per circa 75 km.

Rete dei percorsi ciclabili principali – stato di attuazione (fonte: PUMS)

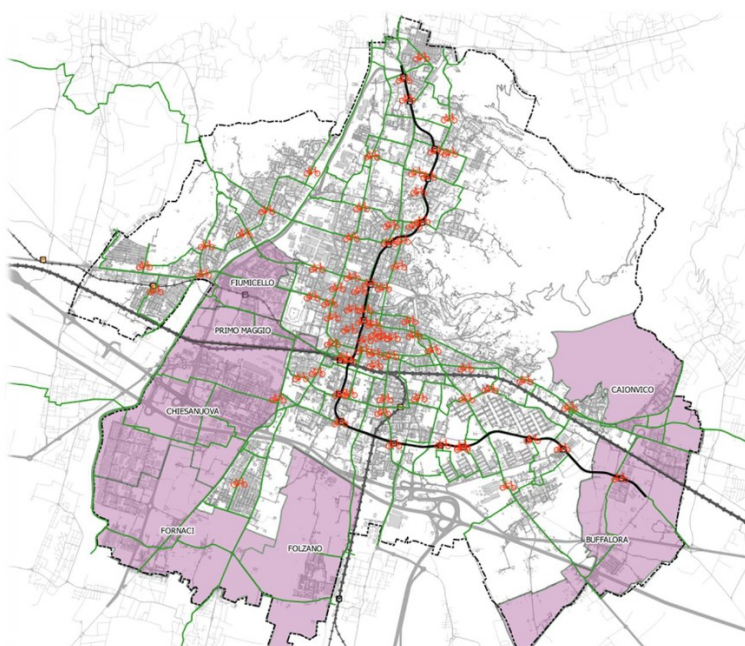


Viene quindi identificato un sistema di 14 itinerari principali di attraversamento dell'area urbana che, sulla scorta delle positive esperienze nazionali ed europee in tema, dovrà essere oggetto di uno specifico piano di segnalamento di scala urbana, a sua volta collegato a campagne informative presso la cittadinanza, volte ad accentuare la conoscenza della struttura generale della rete e delle sue potenzialità a supporto della mobilità locale.

Una misura integrativa di grande importanza, anche al fine di ampliare il raggio d'azione delle principali fermate della rete di forza del trasporto pubblico urbano, è costituita dal completamento del **sistema BiciMia**, ottenuto in particolare con la sua estensione anche ai quartieri non ancora raggiunti dal servizio (Fiumicello, Primo Maggio, Chiesanuova, Fornaci, Folzano, Caionvico, Buffalora).

Quale ulteriore occasione di espansione del bike-sharing pubblico cittadino, il PUMS individua lo sviluppo del servizio anche con mezzi innovativi a pedalata assistita, previa analisi di fattibilità e sostenibilità economico-finanziaria dell'iniziativa stessa.

Estensione del servizio BiciMia (fonte: PUMS)



L'obiettivo di fondo è di estendere la copertura del servizio TPL di qualità anche alle zone non direttamente servite dalla metropolitana, ovvero:

- a scala urbana, realizzando nuove linee di forza dirette verso l'Oltremella, Porta Venezia, i quartieri sudoccidentali, ecc.;
- a scala metropolitana, mediante l'implementazione del servizio ferroviario di prossimità e di un efficace sistema di attestamenti esterni che consentano di superare le criticità oggi rilevate sul versante del TPL extraurbano.

Gli interventi previsti, che andranno in parte condivisi con la Regione Lombardia e con l'Agenzia del TPL, riguardano pertanto:

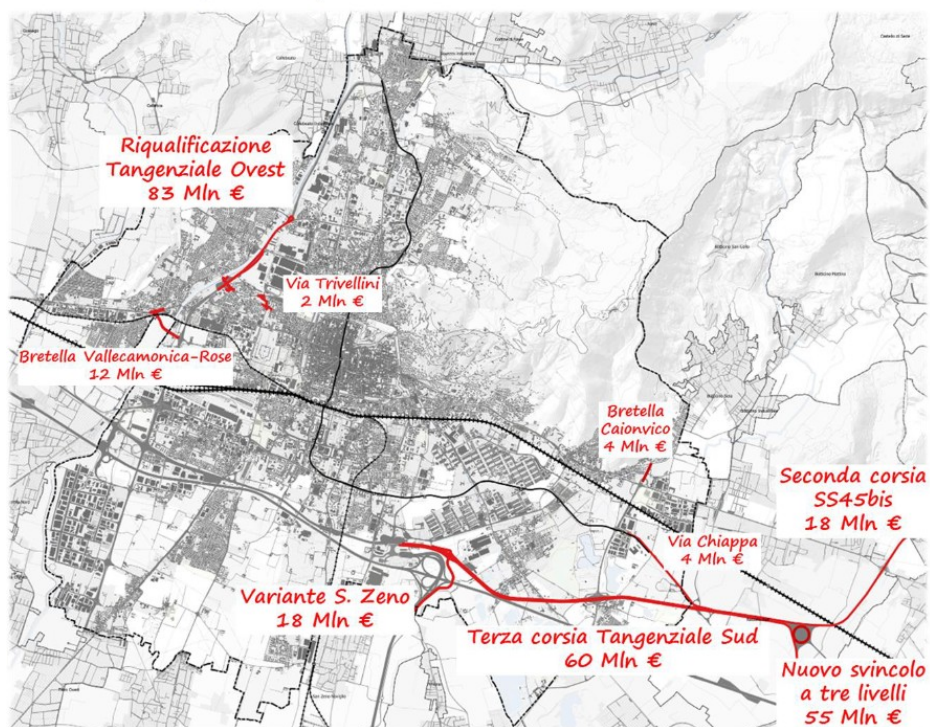
- la rete ferroviaria, per la quale si prevede la graduale implementazione del servizio ferroviario metropolitano di area bresciana, complementare a quello già attivo nella parte occidentale del territorio regionale e interconnesso con la rete di forza urbana nel nodo stazione;
- la rete TPL extraurbano, con un riordino degli attestamenti urbani, in parte indirizzati verso i capilinea della linea M1 (Sant'Eufemia, Prealpino, e in prospettiva San Vigilio) ed eventualmente anche della linea T2 (Fiera);
- la rete TPL di area urbana, con il progressivo potenziamento delle linee di forza dirette verso le zone non servite dalla linea metropolitana, nonché, a lungo termine, il prolungamento della linea M1 sino a San Vigilio.

Le simulazioni condotte a supporto dello scenario di piano evidenziano che, anche nella situazione di sostanziale riequilibrio modale preconizzato dal PUMS, i modi motorizzati individuali continueranno a svolgere un ruolo essenziale nell'economia della mobilità bresciana, a scala sia urbana sia extraurbana. Ciò non deve stupire, in quanto lo scopo del piano non è quello di penalizzare "sempre e comunque" l'utilizzo dell'automobile, bensì quello di orientare le scelte dei cittadini verso le modalità di trasporto più efficaci e/o meno impattanti sull'ambiente urbano, in modo da ridurre la pressione esercitata sull'ambiente dal sistema di trasporto bresciano e, se possibile, da porre le premesse per adeguare la rete infrastrutturale alle grandi trasformazioni attese nel decennio a venire sul versante della tecnica automobilistica.

Ciò significa, in sintesi, programmare un sistema viario che, nel confermare gli elementi di efficacia già oggi operanti, si strutturi gerarchicamente su tre livelli fondamentali:

- una rete primaria, formata dalle tangenziali, cui attribuire il ruolo di fondamentali collettori dei flussi in ingresso/uscita dalla città, dotati di caratteristiche geometriche (ad es. accessi a livelli sfalsati) tali da essere dedicati unicamente alla circolazione dei veicoli motorizzati;
- una rete di distribuzione, formata dalle principali radiali, dal Ring e da alcune connessioni complementari, cui attribuire la funzione di accesso e collegamento verso il centro e fra i quartieri, lungo la quale è necessario garantire prioritariamente la sicurezza e la fluidità della circolazione veicolare, secondo criteri finalizzati di norma alla separazione dei singoli flussi;
- una rete locale, formata da assi interni alle isole ambientali, con funzioni prevalenti di accesso e sosta, su cui programmare un utilizzo promiscuo ottenuto mediante tecniche di moderazione del traffico

Interventi di potenziamento della rete stradale (fonte: PUMS)



Revisione della Azioni

Stato di attuazione

PIANO DEL VERDE E DELLA BIODIVERSITÀ - PVB	
Procedura	
Delibera GC di avvio n. 256 del 26.6.2024 Delibera di Consiglio comunale n 30 del 28.04.2025 approvazione	
Contesto climatico	
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	
Vision	
Il Piano del verde e della biodiversità rappresenta un'idea complessiva di Brescia di infrastruttura verde e blu (IVB), a cui sono associate alcune sfide che coinvolgeranno decisori, tecnici e cittadini. 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": 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. 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 e il sistema delle "One Health" è un approccio integrato e unificante che mira a bilanciare e ottimizzare in modo sostenibile la salute di persone, animali, ed ecosistemi. Riconosce che la salute umana, degli animali domestici e selvatici e degli ecosistemi in generale, siano strettamente collegati e interdipendenti. 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 possibilità 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.

- **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.

Obiettivi

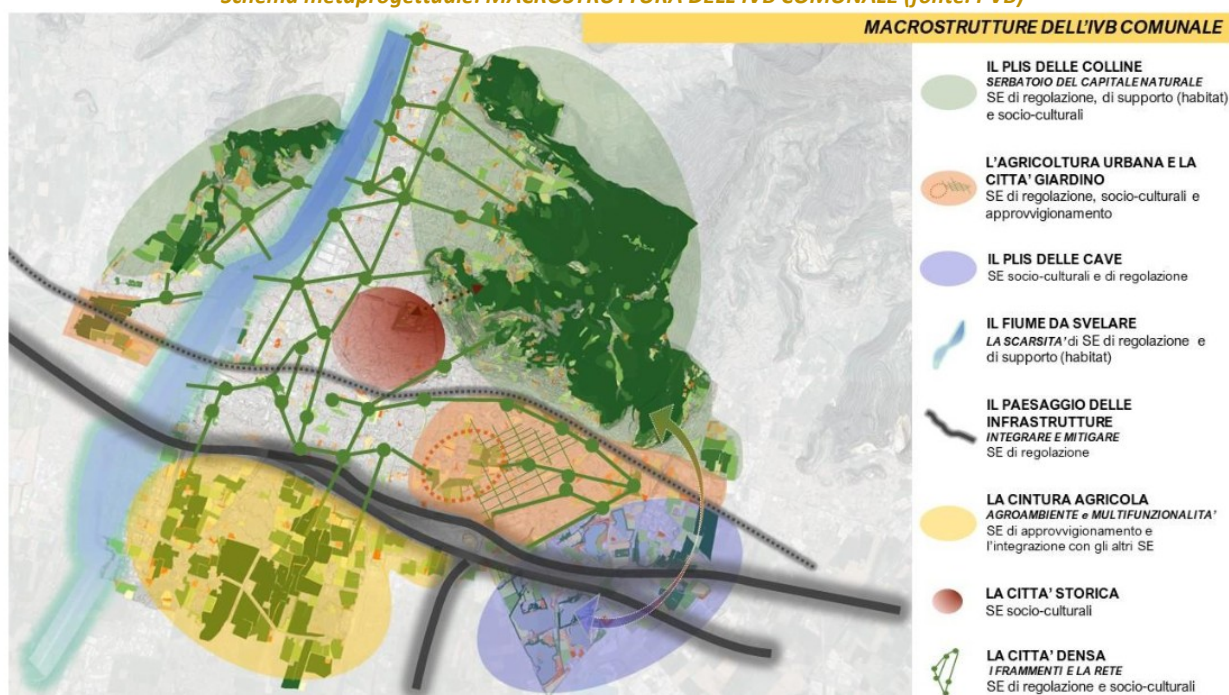
- Farsi carico del lascito negativo dell'epoca industriale, trovando soluzioni attuali, dunque sostenibili per le aree SIN e, in generale, per quelle dismesse e lavorare "a tappeto" per la rivitalizzazione dei suoli, delle acque e degli ecosistemi della città sana del futuro;
- Recuperare suolo, habitat 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

Azioni

Il Piano ha definito uno Schema metaprogettuale: MACROSTRUTTURA DELL'IVB COMUNALE di seguito rappresentato e descritto.

Schema metaprogettuale: MACROSTRUTTURA DELL'IVB COMUNALE (fonte: PVB)



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 collinare 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 parassite8 nelle reti di collettamento al piede del versante.

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 agricoltura 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 fruitive e sportive. Le coltivazioni dovrebbero entrare nel sistema fruitivo 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), fruitivo (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. 0 della premessa).

D. I frammenti e le reti >>>RICUCITURA E INTERVENTI MIRATI

Descrizione: aree verdi medianti 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 fruitiva 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:

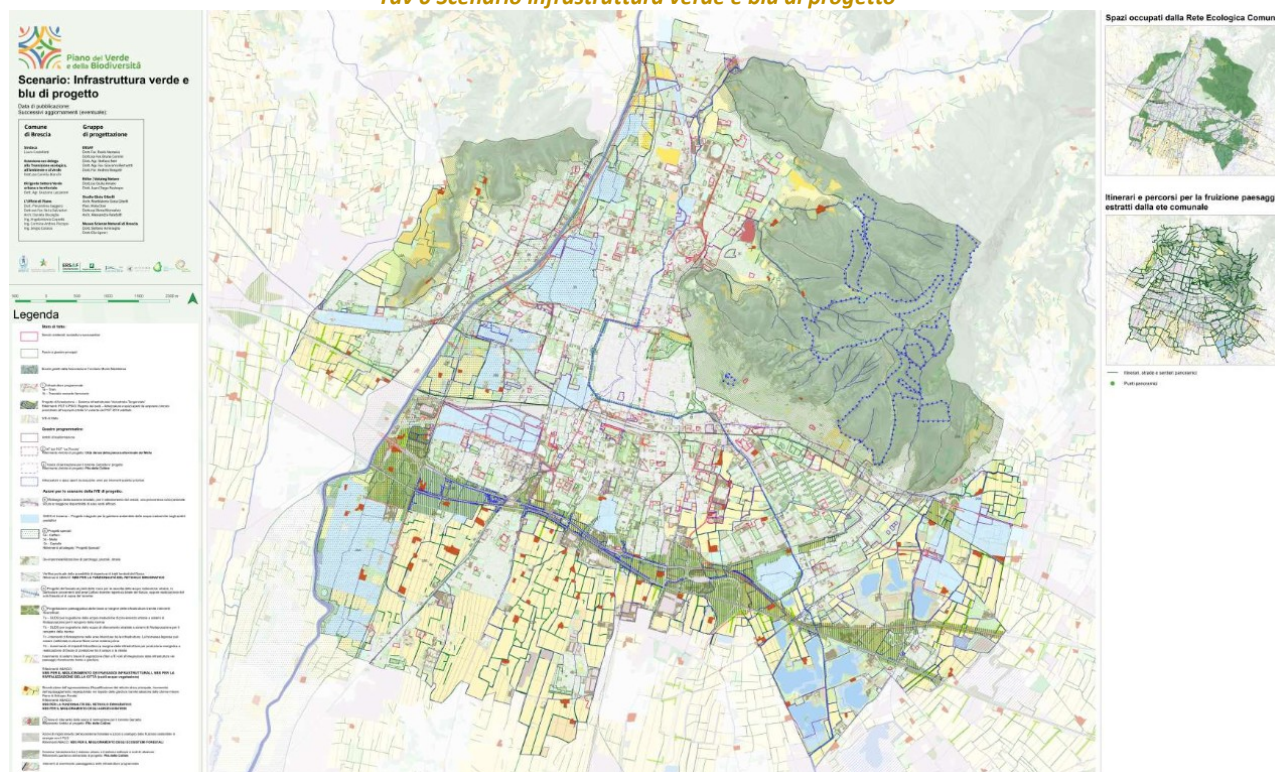
- potenziamento delle aree verdi esistenti con interventi di mitigazione delle infrastrutture, tenendo conto della necessità di ricucitura nord/sud;
- messa a sistema e riqualificazione delle aree residuali anche di limitate dimensioni per gestione delle acque, boschi urbani staccati dalle infrastrutture;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

Tav 0 Scenario infrastruttura verde e blu di progetto



Nel capitolo **"L'offerta di servizi ecosistemici"** del PVB approfondisce:

Sequestro del carbonio atmosferico

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 (Penman, 2003).

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 (CO₂: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 €/tCO₂. 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.

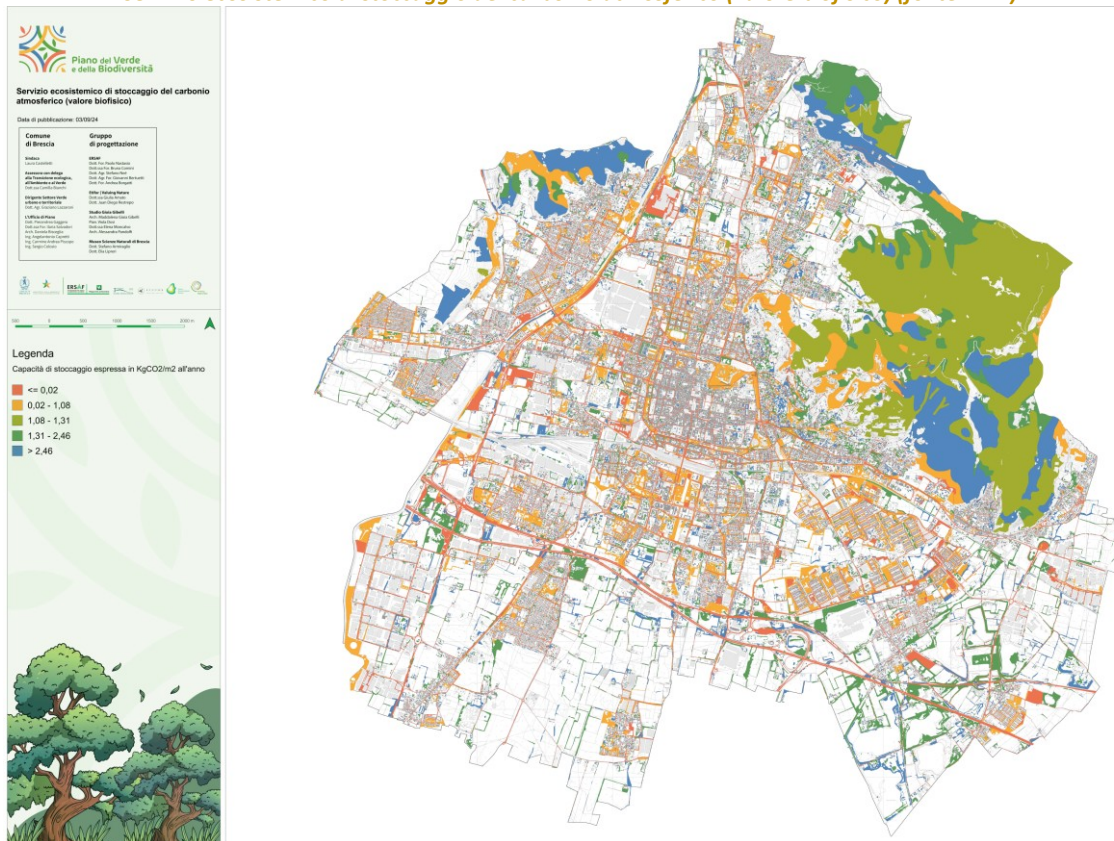
La stima indica una capacità di sequestro da parte della vegetazione verticale pari a 1.810,14 tonCO₂/anno, con un valore di 108.608,63 €/anno. Unendo i risultati della stima poligonale, si ottiene una quantità totale di carbonio rimossa di 44.667,23 tonCO₂/anno, con un valore economico totale di 2.680.040,20 €/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 CO₂ 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 tonCO₂ 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 CO₂ 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 CO₂; 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 CO₂ derivanti dal traffico automobilistico di circa 41.300 cittadini all'anno.

Servizio ecosistemico di stoccaggio del carbonio atmosferico (valore biofisico) (fonte: PVB)



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 - Community55 Edition); in altri casi, si è utilizzato un report realizzato da CE Delft a proposito dei costi esterni del trasporto in Europa.

Costi evitati del servizio di Rimozione degli inquinanti atmosferici per diverse tipologie di inquinanti (fonte: PVB)

Inquinante	€/kg	Fonte
Monossido di carbonio (CO)	0,99	i-Tree
Ozono (O3)	6,565	i-Tree
Biossido di azoto (NO2)	11,71	CE Delft
Anidride solforosa (SO2)	10,81	CE Delft
Polveri fini con diametro tra 2,5 e 10µ (PM10)	68,50	CE Delft
Polveri fini con diametro inferiore a 2,5µ (PM2.5)	171,44	CE Delft

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. 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.

Risultati della valutazione economica del servizio di Rimozione degli inquinanti atmosferici (fonte: PVB)

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 10µ (PM10)	4.784,06	327.731,97
Polveri fini con diametro inferiore a 2,5µ (PM2.5)	188,13	32.255,04
Totale		547.759,56

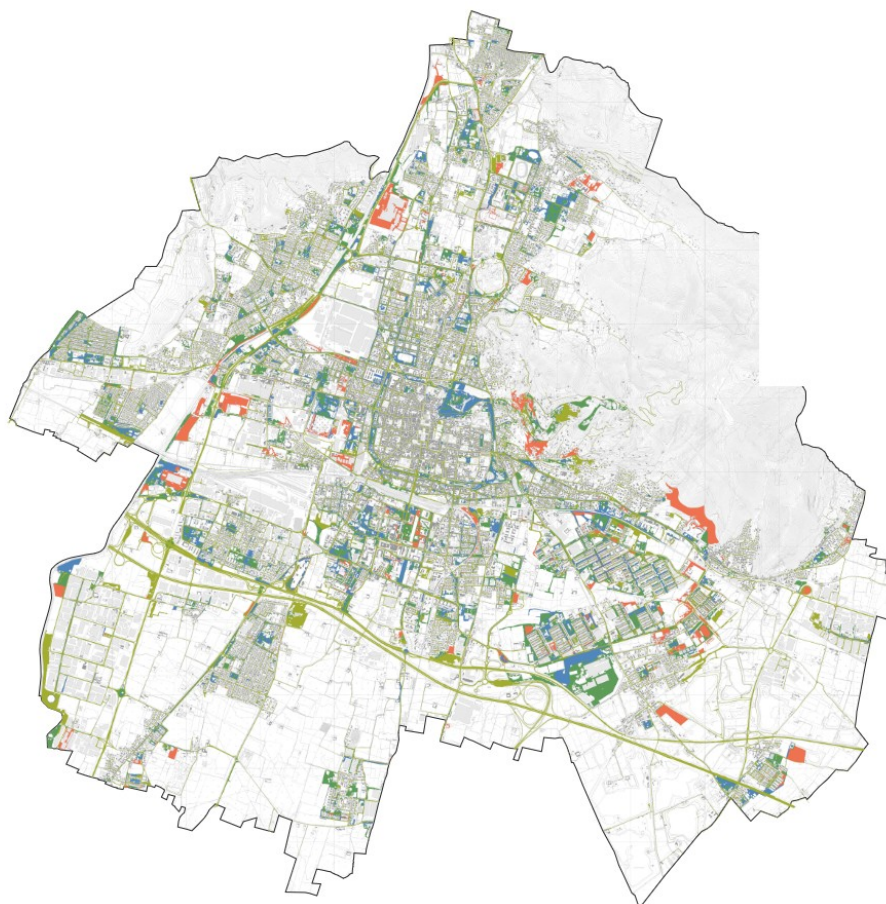
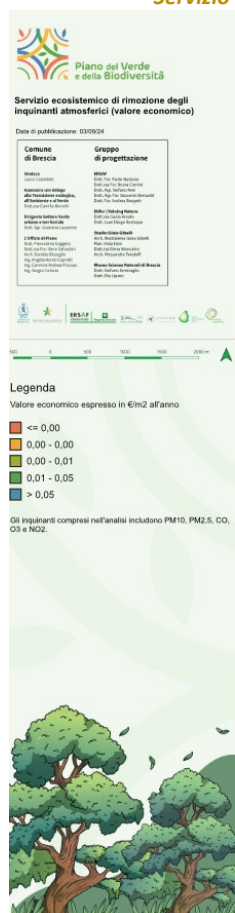
Dati interessanti emergono quando si confrontano i dati relativi alla rimozione degli inquinanti atmosferici dalle aree verdi del Comune di Brescia con le loro emissioni (Tabella y). Per tutti gli inquinanti atmosferici, il contributo alla loro rimozione da parte del verde urbano è molto basso rispetto 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%.

Confronto con le emissioni a livello comunale (dati di emissioni presi da INEMAR, 2021) (fonte: PVB)

Inquinante	Valore biofisico (ton/anno)	Emissioni (ton/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	1.553,90	0,46%
Anidride solforosa (SO2)	0,082	245,10	0,03%
Polveri fini con diametro tra 2,5 e 10µ (PM10)	4,784	141,00	3,39%
Polveri fini con diametro inferiore a 2,5µ (PM2.5)	0,188	106,4	0,18%

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 PM 2,5, 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 PM 2.5 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 PM 2.5; 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 PM 2.5 derivanti dal traffico automobilistico di 1.354 cittadini all'anno.

Servizio ecosistemico di rimozione degli inquinanti atmosferici (valore economico) (fonte: PVB)



Revisione della Azioni

PIANO DI EMERGENZA COMUNALE - PEC	
Procedura	Approvato con Delibera di Consiglio Comunale n 97 del 29/11/2017
Vision	Il Piano Comunale di Emergenza del Comune di Brescia evidenzia come il territorio comunale si possa dividere in tre zone con specificità differenti dal punto di vista morfologico: • il fondovalle del Fiume Mella, pianeggiante e densamente urbanizzato ad esclusione dell'area agricola a sud dell'autostrada Milano – Venezia e delle aree estrattive collocate nella zona sud – orientale del Comune; • fascia di raccordo tra il fondovalle e i versanti montuosi, caratterizzata da terrazzamenti spesso urbanizzati e da acclivi con pendenze variabili; • versanti montuosi, il Monte Maddalena a nord – est, i Monti Ratto e Picastello a nord – ovest fino al colle della Badia, separati dall'alveo del Mella. Il reticolo idrografico è principalmente rappresentato dal Fiume Mella, che con direzione nord – sud attraversa il Comune nella parte occidentale, e dal torrente Garza. Sono inoltre presenti numerosi canali minori di origine sia artificiale che naturale. Nel tempo sono stati messi in opera molti interventi sull'alveo e sulle sponde del Mello e del Garza, i corsi di entrambi sono stati sottoposti a modifiche in tutti i tratti cittadini. In base alle peculiarità del suo territorio, per Brescia sono state individuate le seguenti pericolosità: • Pericolosità idrogeologica e idraulica; • Pericolosità legata agli incendi boschivi; • Pericolosità legata alla presenza di industrie; • Pericolosità sismica. L'analisi delle serie storiche riguardanti i fenomeni di dissesto hanno messo in luce tipologie e dinamiche anche attuali e hanno evidenziato l'accadimento di fenomeni localizzati che sono il motore di emergenze di entità contenuta. I dissesti che appartengono a questo tipo di pericolosità sono riconducibili a scivolamenti traslazionali che si manifestano in aree in cui è presente una coltre detritica di spessore considerevole, in particolare di matrice detritico – alluvionale. Questi depositi hanno bassa permeabilità, notevole potenza e pendenza prossima al limite di stabilità. Il basso grado di permeabilità, in determinate condizioni idrogeologiche o al verificarsi di precipitazioni abbondanti, porta questi depositi ad impregnarsi di acqua, alla perdita di coesione e ad un appesantimento progressivo che potrebbe generare movimenti franosi. Nel versante sud – est del Monte Maddalena, dove i versanti sono più impervi e sono caratterizzati dalla presenza di rocce calcaree caratterizzati da fratturazione variabili, si possono verificare crolli di blocchi rocciosi. Nel Piano Comunale di Emergenza, in merito alla pericolosità idrogeologica e idraulica, i fenomeni storici e gli elementi di pericolosità attuale individuati in: dissesti riconducibili a scivolamenti traslazionali che si manifestano in aree detritiche di spessore considerevole; il crollo di blocchi rocciosi da pareti e versanti caratterizzati da elevata acclività, sul versante sudorientale del Monte Mascheda si registrano episodi di distacco massi. Sono stati inoltre registrate criticità di carattere idraulico nei seguenti ambiti: • Il Fiume Mella: nell'attraversamento di Brescia, dal confine con il Comune di Concesio e quello con il Comune di Castel Mella, il fiume è caratterizzato da un alto tasso di artificializzazione che lo rende morfologicamente stabile, in parte canalizzato. All'interno del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) le fasce fluviali individuate mostrano porzioni di territorio in urbanizzato nella sola Fascia C (inondazione per piana catastofica); • Torrente Garza e Naviglio Grande Bresciano: il Garza è interamente canalizzato, con tratti a cielo chiuso. Ha due tratti coinvolti dalla perimetrazione di aree a rischio riconosciute dalla Direttiva Alluvioni, uno nella parte settentrionale del Comune, al confine con Bovezzo fino a Via B. Castelli, il secondo nel tratto di percorrenza dal Cavalcavia Kennedy all'area delle Cave. <i>stralci delle tavole di pericolosità idrogeologica e idraulica (fonte: PEC)</i>

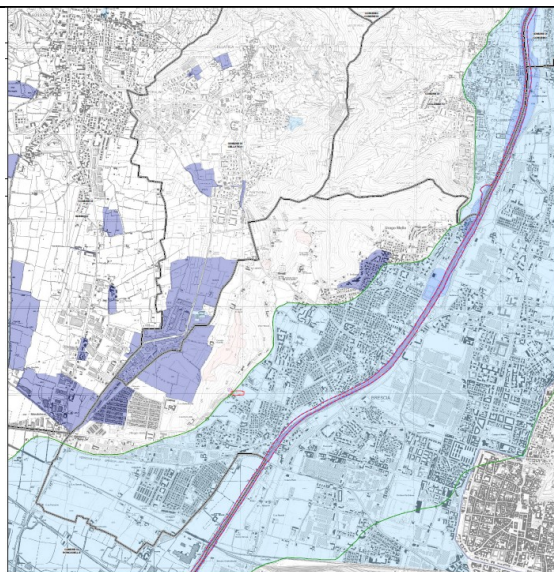


Tavola 1A

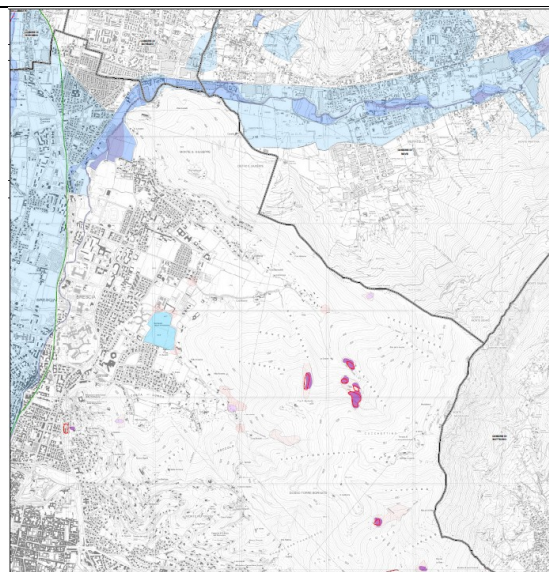


Tavola 1B

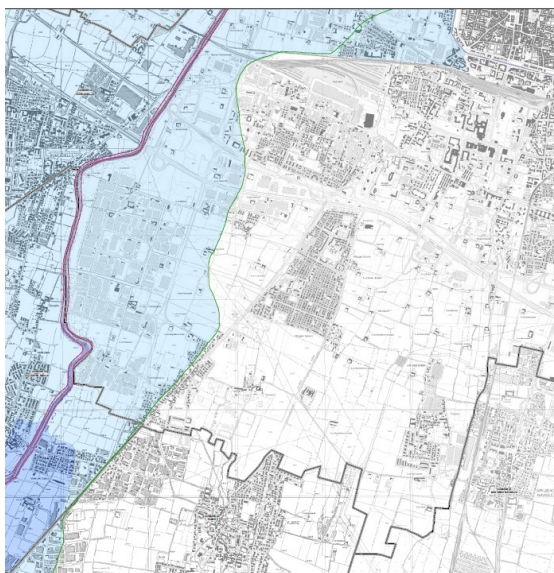


Tavola 1C



Tavola 1D

In merito alla pericolosità legata agli incendi il documento di riferimento è il “Piano regionale delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2017 – 2019” della Regione Lombardia che restituisce una mappatura del rischio attraverso l’analisi della distribuzione temporale degli incendi e delle loro caratteristiche, unitamente alla distribuzione spaziale della frequenza e delle superfici percorse dal fuoco.

I parametri utilizzati per la caratterizzazione del territorio sono:

- Superficie totale (ha);
- Superficie bruciata (ha);
- Numero di incendi boschivi nel periodo 2006 – 2015;
- Superficie totale percorsa nel periodo 2006 – 2015 (ha).

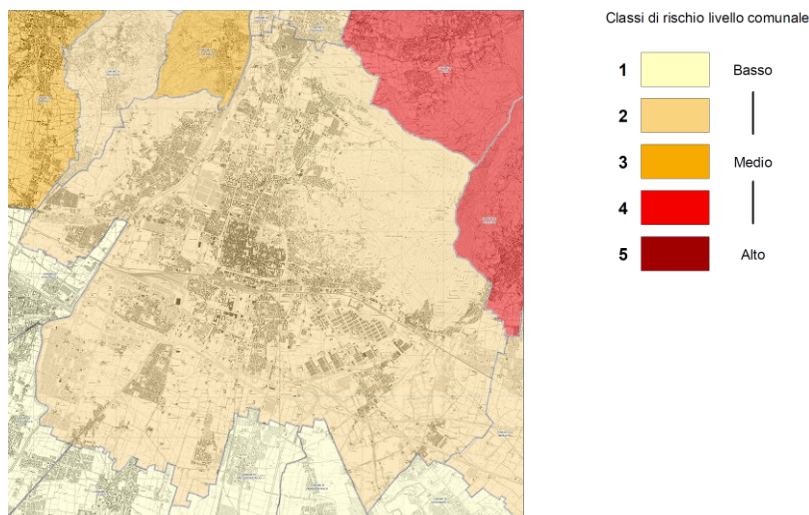
La classificazione del Comune di Brescia (fonte: Piano di Emergenza Comunale) è di seguito riportata.

la situazione del Comune di Brescia (fonte: PEC)

Superficie totale (ha)	Superficie bruciabile (ha)	Numero incendi 2006-15	Superficie percorsa totale 2006-2015 (ha)	Classe di rischio
9.051,49	2.020,60	5	5,52	2

Le caratteristiche della Classe 2 (in una scala da 1 a 5 con livello di criticità crescente) sono le seguenti: Incendi di grande estensione, con frequenza molto ridotta. La bassa frequenza evidenzia che questi eventi si manifestano solo in condizioni eccezionali, pertanto si tratta di aree nelle quali occorre dare particolare importanza alla previsione del pericolo e al pre-allertamento in corrispondenza di livelli di soglia medio-alti.

stralcio della tavola ANALISI DELLA PERICOLOSITA' - incendi boschivi (fonte: PEC)

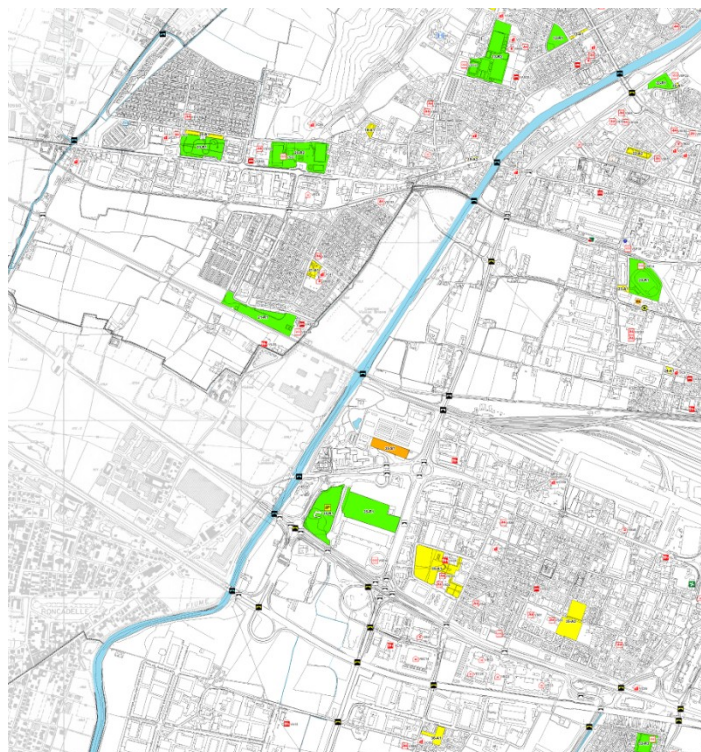


Nel Piano Comunale di Emergenza vengono anche presi in considerazione gli elementi a maggior vulnerabilità e quindi: gli edifici strategici sede di Municipio, della Polizia Locale, delle Forze dell'Ordine, Ospedali e sedi di Gruppi e di Associazioni operanti nell'ambito della Protezione Civile e del soccorso sanitario.

Sono stati censiti tutti gli elementi vulnerabili della popolazione. Tra questi ad esempio gli edifici che ospitano scuole o case di riposo e altri edifici che possono accogliere grandi aggregazioni di persone (palestre, centri sportivi, chiese e altri luoghi di culto, centri commerciali, ecc.).

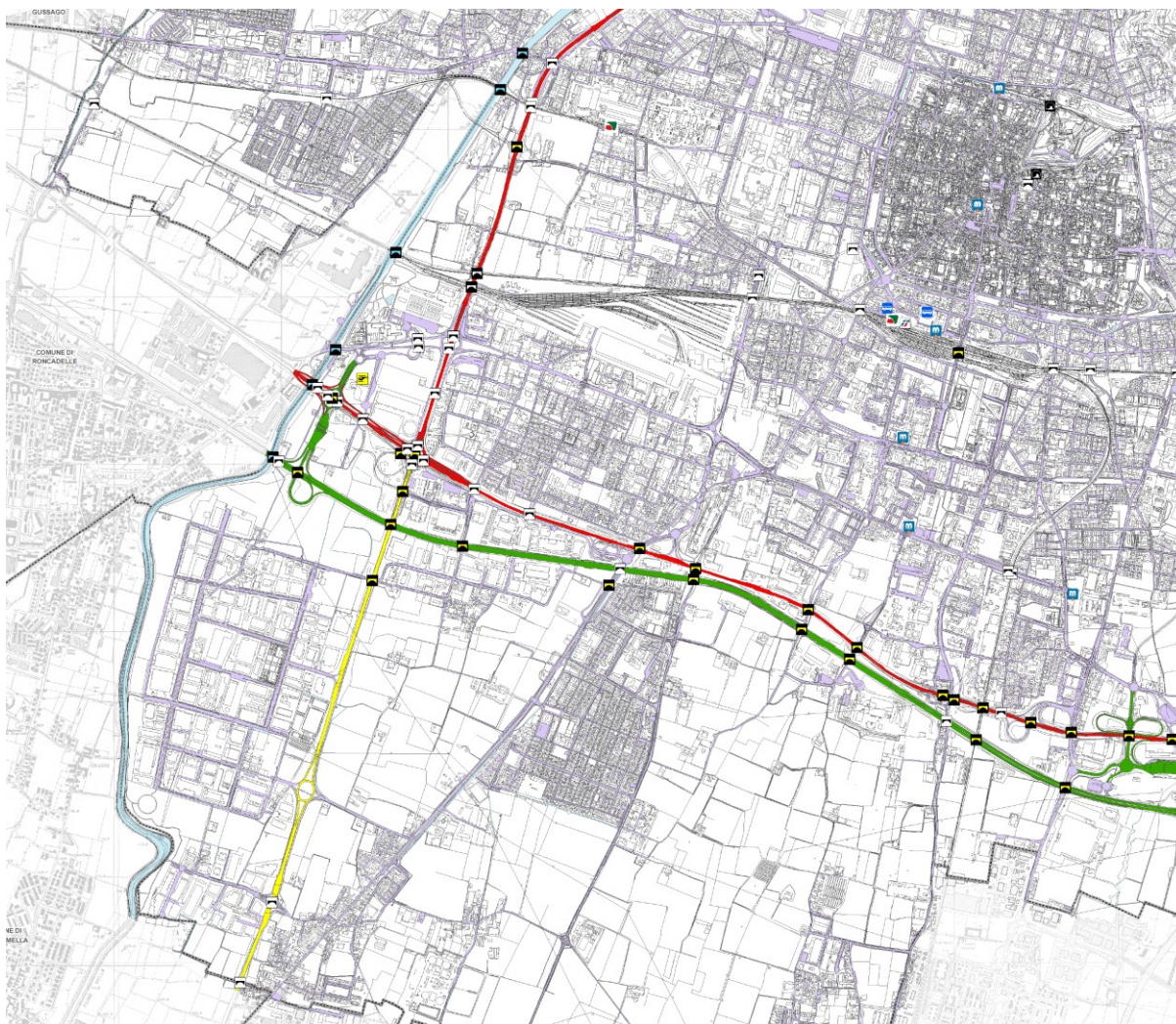
L'assetto urbanistico-territoriale in relazione ai rischi citati è presentato mediante la descrizione della città, delle località e quartieri ed in essi l'individuazione delle aree da utilizzare in caso di emergenza (aree di accoglienza, di ammassamento, di ricovero).

analisi del tessuto urbanizzato - edifici e strutture strategiche, aree di emergenza (fonte: PEC)



E' stato effettuato un inquadramento descrittivo e cartografico della rete stradale, ferroviaria e metropolitana. La viabilità stradale è stata distinta in reticolo viario di collegamento, principale e secondario. Particolare attenzione è stata riportata nell'individuazione di infrastrutture quali ad esempio ponti, viadotti e sottopassi che possono rappresentare elementi di criticità.

analisi del tessuto urbanizzato - viabilità principale e minore (fonte: PEC)



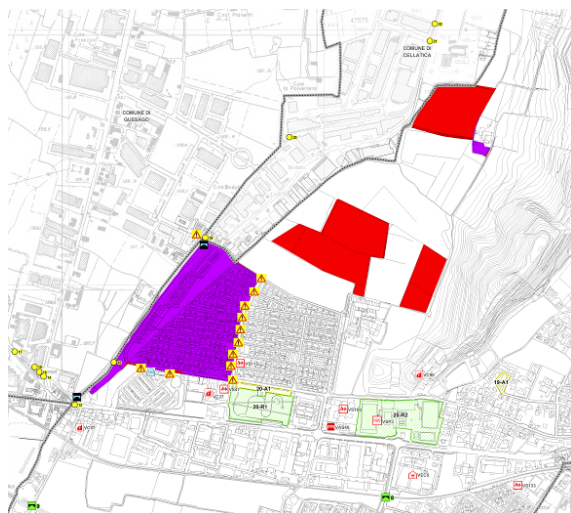
Obiettivi

Azioni

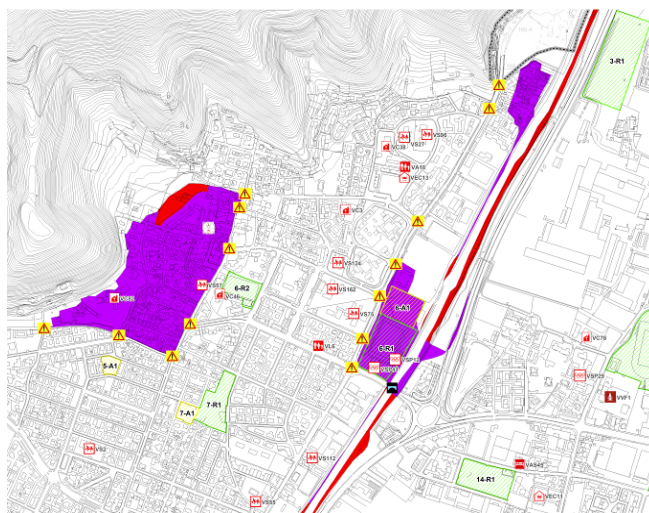
Il Piano individua delle macro zone che presentano le aree con le maggiori criticità di rischio idraulico (R3_elevato e R4 _ molto elevato) è la seguente, e riprende le schede degli ambiti del presidio idraulico nei quali è organizzato il Presidio Territoriale Idraulico e Idrogeologico di Brescia:

- zona occidentale, confine con i comuni di Gussago e Cellatica, Villaggio Badia (tavola 3.1.1);
- zona occidentale, porzione pedecollinare di Urago Mella e aree limitrofe (tavola 3.1.2);
- zona settentrionale, Conicchio e confine con il comune di Bovezzo (tavola 3.1.3);
- zona orientale e sud-orientale (tavola 3.1.4).

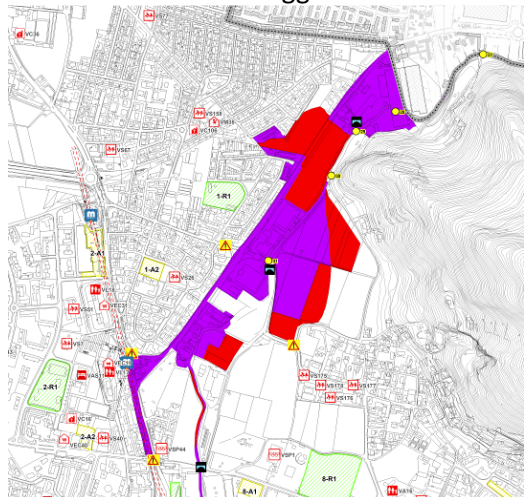
stralci delle tavole di Scenario del rischio idraulico (fonte: PEC)



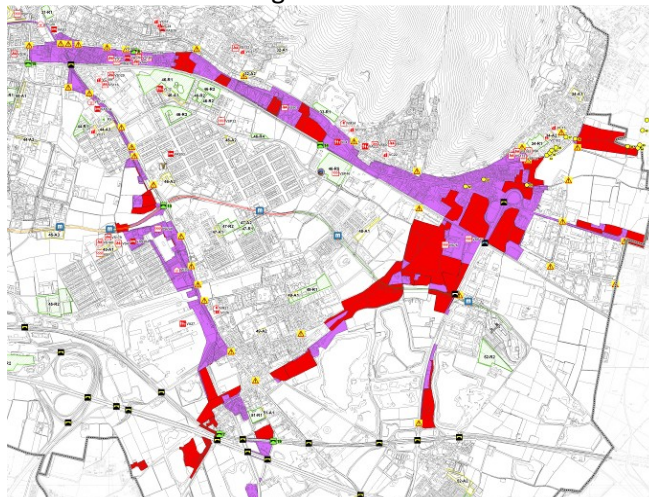
zona occidentale - Villaggio Badia



zona occidentale - Urago Mella



zona settentrionale



zona orientale e sud-orientale

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 quello 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.

Revisione della Azioni

PIANO DEL GOVERNO DEL TERRITORIO - PGT	
Procedura	Approvato con Delibera di Consiglio Comunale n 97 del 29/11/2017
Vision	Gli obiettivi generali individuati dall'Amministrazione Comunale di Brescia per il governo del territorio, già indicati nel documento strategico approvato in Giunta con DGC N.84 del 26.02.2014, possono essere così riassunti: • incentivare l'attivazione di nuove produttività di vario genere, ma che abbiano in comune il requisito di sostenibilità e compatibilità con l'ambiente naturale ed antropico. • affrontare la questione del patrimonio immobiliare disponibile, nuovo e invenduto, nonché delle volumetrie derivanti dal PRG e non ancora realizzate. • vedere nella rigenerazione del tessuto consolidato e nel recupero delle aree dismesse gli strumenti principali della trasformazione urbana. • considerare la qualità urbana come imprescindibile dalla qualità ambientale. • trovare soluzioni per evitare la totale ricaduta sulla p.a. dell'onere di realizzazione e manutenzione di opere di interesse collettivo
Obiettivi	01 - SISTEMA AMBIENTALE E FISICO NATURALE • valorizzazione dei grandi sistemi di naturalità • tutela del paesaggio esistente • riqualificazione del paesaggio degradato • conservazione degli spazi aperti urbani • costruzione della rete verde, delle connessioni verdi per favorire la costruzione di ambienti a garanzia della biodiversità • garantire la sicurezza idrogeologica • risanamento e messa in sicurezza delle aree contaminate 02 - SISTEMA INSEDIATIVO - TESSUTI CONSOLIDATI • tutelare e valorizzare la città costruita • potenziare la vocazione residenziale del centro storico favorendo un recupero del suo peso insediativo • rafforzare l'identità morfologica del tessuto urbano consolidato e del suo margine • rigenerazione urbana puntuale • rigenerazione urbana estesa • ricerca di contesti di nuova edificazione caratterizzati da accentuato mix funzionale • consolidare l'identità morfologica del tessuto urbano in prossimità delle stazioni del metrobuss • diversificare l'offerta insediativa residenziale • realizzare condizioni di permanenza per i grandi impianti produttivi • garantire coerenza tipologica nell'edificazione • miglioramento della qualità dei tessuti di nuova costruzione • favorire l'insediamento di nuove attività di lavoro urbano 03 - SISTEMA DEI SERVIZI • valorizzare, riqualificare, rendere più attrattivi i servizi esistenti • completare, razionalizzare, riconvertire i servizi esistenti • aumentare e diversificare l'offerta di servizi • miglioramento nella distribuzione dei servizi nella città perseguendo condizioni di riequilibrio e di maggior aderenza ai bisogni specifici locali 04 - SISTEMA DELLA MOBILITA' • migliorare l'offerta del trasporto di prodotti e merci • favorire l'interscambio tra trasporto pubblico e privato

- rafforzare e migliorare la qualità paesaggistica dei principali assi di accesso alla città.
- implementare le grandi infrastrutture
- completare, adeguare, migliorare la rete stradale esistente
- incrementare le connessioni ciclo pedonali

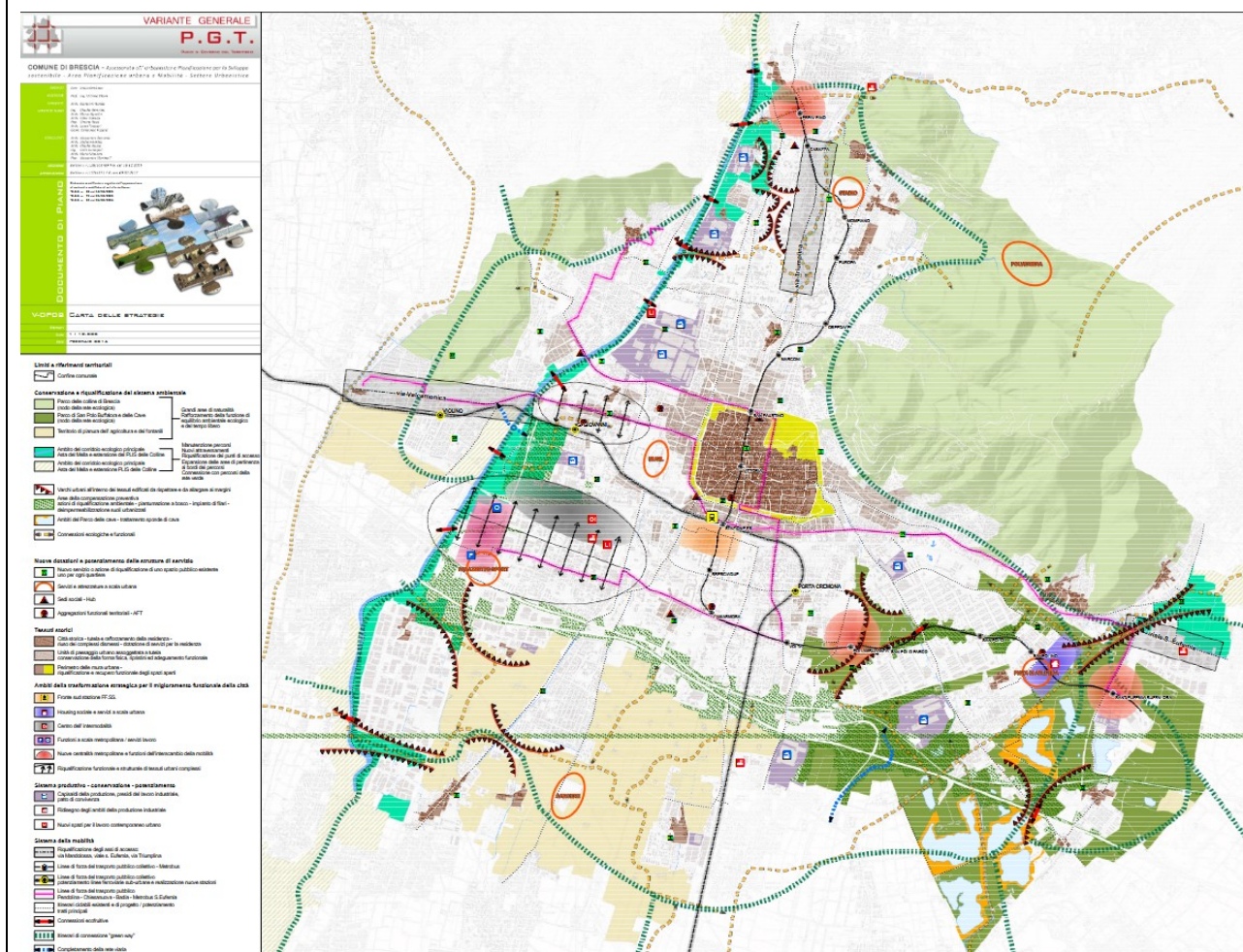
05 - SOSTENIBILITA'

- conservazione e miglioramento dei gradi di biodiversità
- conservazione e ricostruzione della rete ecologica
- tutela del sistema delle acque superficiali e del sistema di rifornimento della falda
- resilienza dei territori ai processi di urbanizzazione ed ai cambiamenti climatici
- sostenibilità degli interventi sulle aree pubbliche
- risoluzione unitarietà del disegno urbano
- miglioramento dell'efficienza energetica delle costruzioni
- valorizzazione del sistema del trasporto collettivo
- efficientamento del sistema di raccolta dei rifiuti
- miglioramento del sistema delle connessioni della mobilità ciclopeditone
- miglioramento delle condizioni del microclima urbano

Azioni

Le azioni previste nel PGT possono essere riassunte nella “Carta delle Strategie” di seguito rappresentata nel DP. Questo disegno rappresenta lo schema di sviluppo della Città di Brescia mettendo in relazione tutti i sistemi territoriali presenti (insediativo, mobilità, verde,...).

Carta delle Strategie (fonte: PGT)



Gli **Ambiti di Trasformazione del Documento di Piano** supportano il raggiungimento degli obiettivi del PGT che sono suddivisi in quattro categorie:

- **AMBITI DELLE NUOVE CENTRALITA' METROPOLITANE:** Ambiti caratterizzati dalla vicinanza alle stazioni del Metrobus, nei quali è auspicabile una densificazione edilizia, finalizzata alla creazione di nuove polarità attrattive per dotazioni di funzioni strategiche
- **AMBITI DELLA PRODUZIONE:** Ambiti prevalentemente dismessi, che presentano caratteristiche di compatibilità con l'insediamento di alcune funzioni produttive, con l'obiettivo di sostenere la permanenza del lavoro in ambito urbano
- **AMBITI DELLA RIGENERAZIONE URBANA:** Ambiti prevalentemente dismessi e idonei all'insediamento di una mescolanza funzionale (governata nelle sue articolazioni, tipologie, densità e dotazione di spazi pubblici), quale elemento fondamentale per la creazione di luoghi idonei allo sviluppo di attività innovative e veicolo di rigenerazione di contesto
- **AMBITI DELLA RIGENERAZIONE AMBIENTALE:** Ambiti caratterizzati da azioni necessarie alla ricostruzione o strutturazione della rete verde
- **AMBITI DEI SERVIZI:** Ambiti idonei all'insediamento di specifici servizi.

Inoltre il PGT introduce ai sensi dell'art.8bis della Legge Regione 12/2005 gli ambiti di "Rigenerazione urbana" che sono classificati in due tipologie: urbana e territoriale.

Ambiti di rigenerazione Urbana (fonte: PGT)

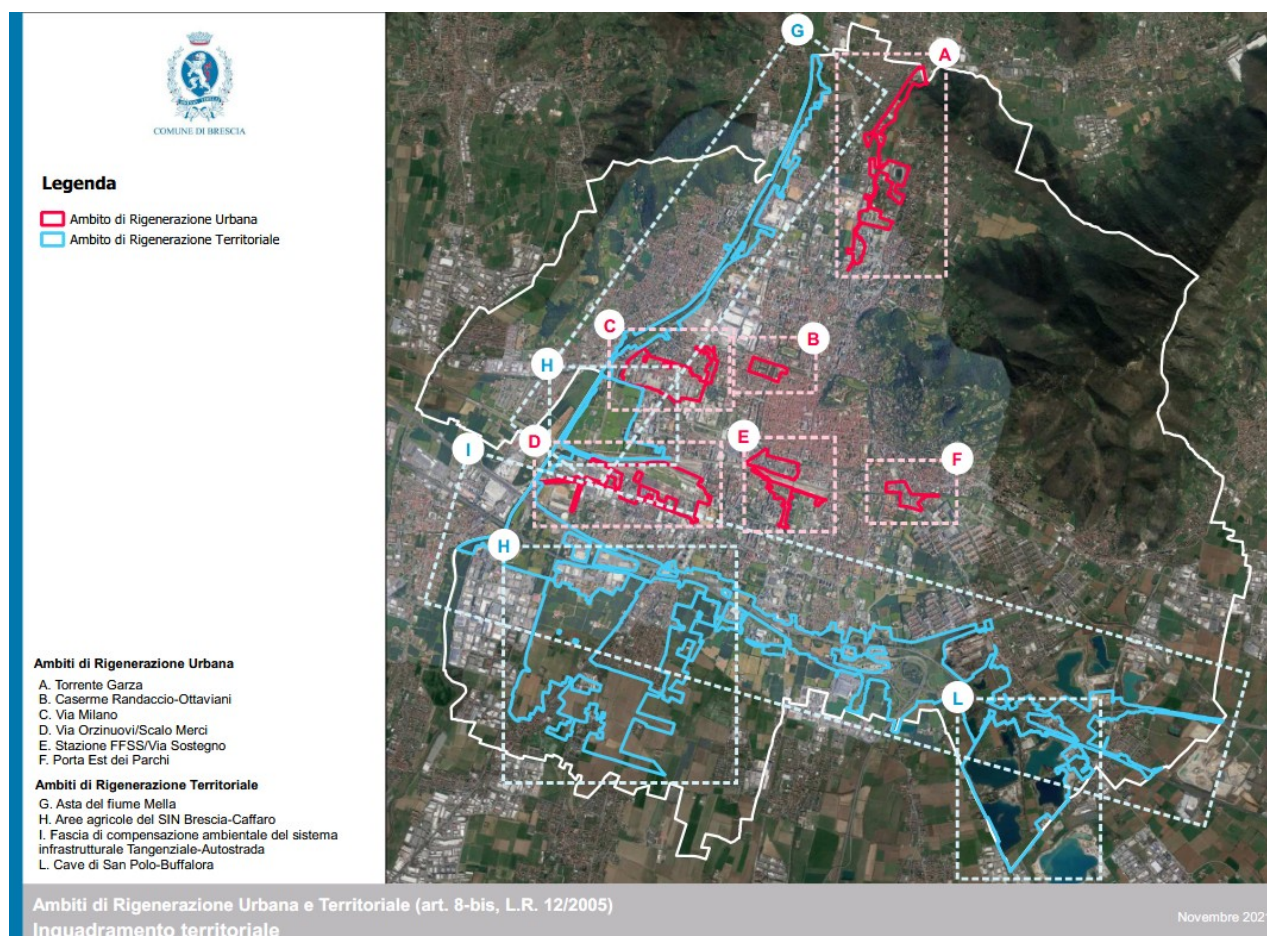
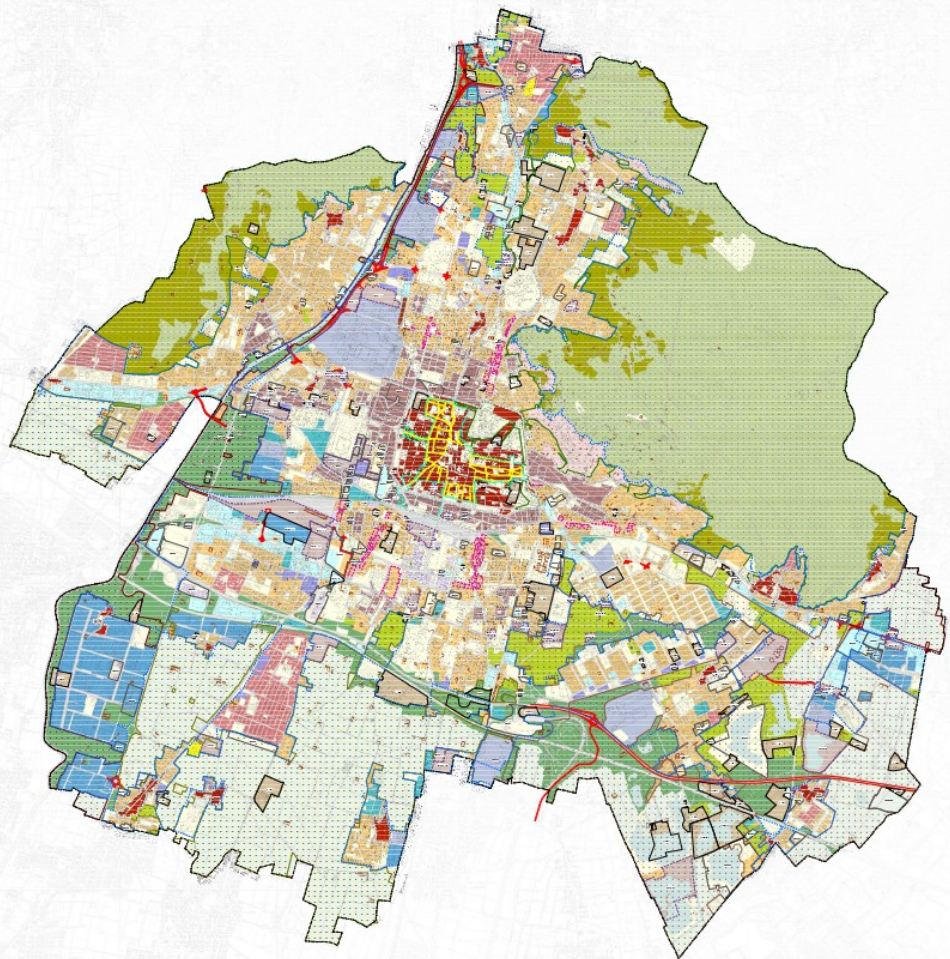
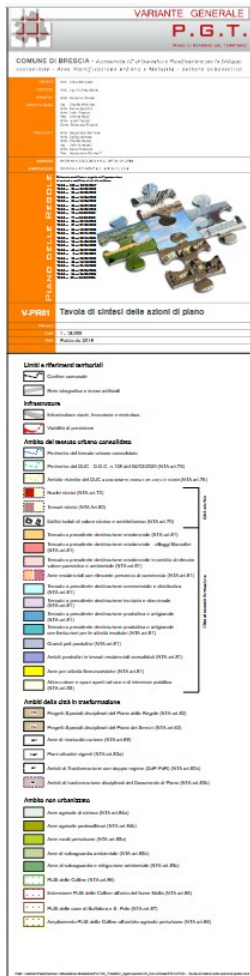


Tavola di sintesi delle azioni di piano (fonte: PGT)



Revisione della Azioni