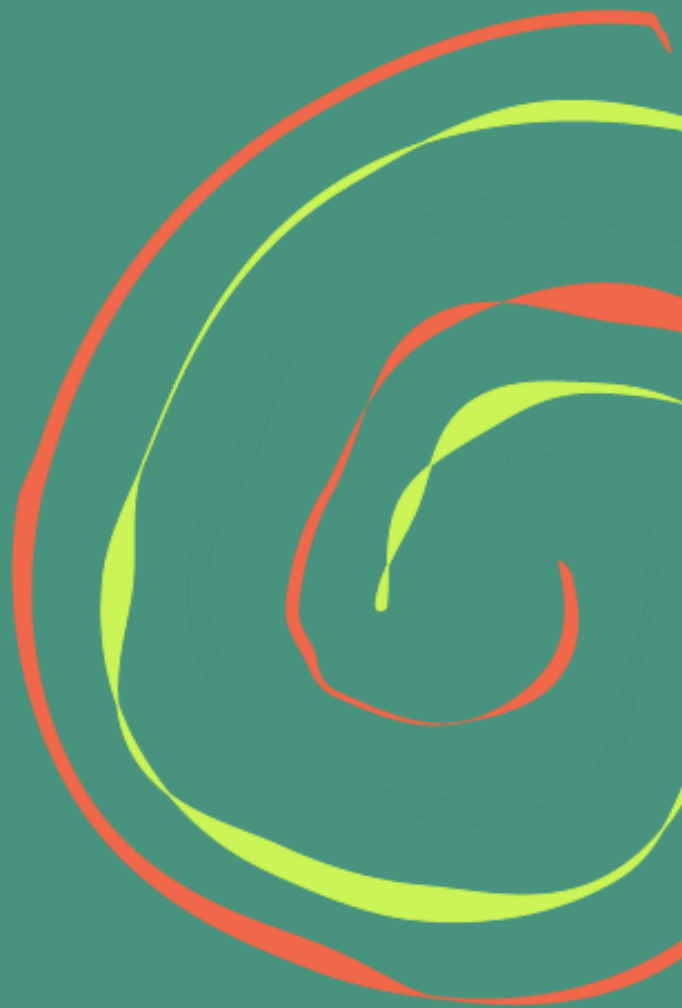




Brescia,
La Tua Città
Europea.



P IANO A RIA e C LIMA

Aggiornato a Giugno 2026

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

Alice Bernardoni_ Figura a supporto per la parte energetica

Alessia Goffi_ Figura a supporto per la parte Aria



Consorzio Poliedra: Attività di partecipazione

Silvia Pezzoli_ Responsabile

Giuliana Gemini_ Referente

Alessandro Cattini_ Figura a supporto

Esperti:

Angelo Capretti

Stefano Zenoni

Indice

0. INTRODUZIONE.....	7
0.1. GUIDA ALLA LETTURA.....	7
0.2. INDIRIZZI POLITICI.....	7
0.3. POLITICHE ATTIVE NEL TERRITORIO DI BRESCIA	10
1. QUADRO PIANIFICATORIO E NORMATIVO DI RIFERIMENTO	13
1.1. ARIA	13
1.1.1. Livello europeo e nazionale	13
1.1.2. Locale: Regionale	18
1.2. CLIMA	20
1.2.1. Livello europeo e nazionale	20
1.2.2. Locale: Regionale	25
2. RICOGNIZIONE DEL CONTESTO DELLA CITTA' DI BRESCIA	28
2.1. Quadro: CONTESTO PIANIFICATORIO CONCORRENTE	28
2.1.1. Un Filo Naturale: Strategia di Transizione Climatica	28
2.1.2. Piano d'azione per l'energia e il clima (PAESC)	30
2.1.3. Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS).....	32
2.1.4. Piano del Verde e della Biodiversità (PVB)	35
2.1.5. Piano di Emergenza Comunale (PEC)	36
2.1.6. Piano del Governo del Territorio (PGT)	36
2.1.7. Agenda 2050	38
2.2. Quadro: INQUADRAMENTO della CITTA' di BRESCIA	39
2.2.1. Inquadramento territoriale	39
2.2.2. Popolazione.....	43
2.2.3. Mobilità.....	48
2.2.4. Costruito	49
2.2.5. Attività produttive.....	52
2.2.6. Teleriscaldamento	55
2.2.7. Verde.....	55
2.3. Quadro: ARIA	57
2.3.1. Emissioni in atmosfera	58
2.3.1.1. Provincia di Brescia	58
2.3.1.2. Agglomerato di Brescia	59
2.3.1.3. Comune di Brescia	60
2.3.2. Stato della qualità dell'aria.....	67
2.3.2.1. Particolato atmosferico aerodisperso.....	68
2.3.2.2. Ossidi di azoto.....	74
2.3.2.3. Ozono (Relazione sulla Qualità dell'Aria della Provincia di Brescia nel 2024, Arpa Lombardia) ...	76
2.3.2.4. Altri inquinanti (Relazione sulla Qualità dell'Aria della Provincia di Brescia nel 2024, Arpa Lombardia) 77	77
2.3.3. Sorgenti emmissive e politiche per la qualità dell'aria	79
2.4. Quadro: ENERGIA	79

2.4.1.	Contesto energetico-emissivo.....	79
2.4.2.	Analisi dei consumi	80
2.4.3.	Consumi di energia elettrica rilevati dal distributore.....	81
2.4.4.	Consumi di gas naturale rilevati dal distributore	82
2.4.5.	Consumi di calore/freddo rilevati dal gestore della rete di teleriscaldamento/raffrescamento.....	83
2.4.6.	Produzione locale di energia elettrica e di energia termica	83
2.4.7.	BEI al 2010	86
2.4.8.	MEI DEL PAESC al 2023	86
2.4.9.	Trend energetico emissivo	89
2.5.	Quadro: CLIMA	91
2.5.1.	Profilo climatico	91
2.5.1.1.	Temperatura.....	93
2.5.1.2.	Precipitazione	102
2.5.2.	Analisi dei rischi territoriali	108
2.5.2.1.	Pericolosità e rischio idraulico e idrogeologico	109
2.5.2.2.	Pericolosità e rischio da incendi boschivi	117
2.5.2.3.	Pericolosità e rischio venti intensi	119
2.5.2.4.	Pericolosità e rischio ondate di calore	119
3.	DISEGNO DEL PIANO	123
3.1.	<i>Vision</i>	123
3.1.1.	Città per le persone (pilastro “Aria – qualità della vita”).....	124
3.1.2.	Città più efficiente (pilastro “Mitigazione”)	125
3.1.3.	Città oasi e città spugna (pilastro “Adattamento”).....	125
3.2.	<i>Obiettivi</i>	127
3.2.1.	Città delle persone – pilastro “Aria e qualità della vita”	127
3.2.2.	Città efficiente – Pilastro “Emissioni e mitigazione”	128
3.2.3.	Città Oasi e Città Spugna – Pilastro “Adattamento ai cambiamenti climatici”	129
3.2.4.	Obiettivi trasversali	129
4.	SCENARI DI PIANO	130
4.1.	<i>EVOLUZIONE DEL CONTESTO di PIANO</i>	130
4.2.	<i>ARIA</i>	131
4.2.1.	L’approccio modellistico	131
4.2.1.1.	Analisi di source apportionment	134
4.2.1.2.	Biossido di azoto (NO₂)	135
4.2.1.3.	Particolato atmosferico (PM10)	137
4.2.1.4.	Particolato atmosferico fine (PM2.5)	139
4.2.1.5.	Riepilogo	140
4.2.1.6.	Scenario tendenziale al 2030 e 2040	140
4.2.2.	Scenario di Piano.....	146
4.3.	MITIGAZIONE	147
4.3.1.	Monitoraggio del PAESC.....	147
4.3.2.	Scenario di Piano.....	151
4.4.	ADATTAMENTO	152
4.4.1.	Lo scenario di riferimento	152
4.4.2.	Scenario di Piano.....	154

5. PIANO DELLE AZIONI	157
5.1. STRUTTURA DELLE AZIONI	157
5.2. AZIONI	163
6. GOVERNANCE	167
6.1. STRUTTURA	167
6.2. RUOLO DELLE FIGURE E STRUTTURE COINVOLTE	168
7. PERCORSO DI PARTECIPAZIONE	171
7.1. ATTIVITÀ DI INFORMAZIONE E COMUNICAZIONE	171
7.2. DESCRIZIONE DEL PERCORSO DI PARTECIPAZIONE	171
7.2.1. Premesse e obiettivi	171
7.2.2. Partecipanti	172
7.3. Attività	173
7.3.1. Sondaggio preliminare	173
7.3.2. Attività di presentazione e lancio	173
7.3.3. Incontri e laboratori	173
7.4. CONTRIBUTI DEL PERCORSO DI PARTECIPAZIONE	174
7.4.1. Laboratori su vision e obiettivi - sintesi degli esiti	174
7.4.1.1. Pilastro “mitigazione” - Città più efficiente	174
7.4.1.2. Pilastro “adattamento” - Città oasi e città spugna	175
7.4.1.3. Pilastro “aria e qualità della vita” - Città per le persone	176
7.4.2. Laboratori sulle proposte di Azione – sintesi degli esiti	176
7.4.2.1. Pilastro “mitigazione” - Città più efficiente	176
7.4.2.2. Pilastro “adattamento” - Città oasi e città spugna	178
7.4.2.3. Pilastro “Aria e qualità della vita” - Città per le persone	180
7.4.3. Incontri nelle Zone della città	182
7.4.4. Reading teatrale: iniziativa di coinvolgimento della Casa di reclusione di Verziano nel percorso del PAC	185
7.4.5. Conclusione del percorso di partecipazione	186
7.5. Monitoraggio del percorso di partecipazione	186
8. STIMA DEGLI INVESTIMENTI DEL PAC	188
8.1. STRUTTURA DEL MONITORAGGIO	188
9. SISTEMA DI MONITORAGGIO	190
9.1. PROCESSO DI ATTUAZIONE DEL PIANO	190
9.2. STRUTTURA DEL MONITORAGGIO	191
9.3. INDICATORI DI CONTESTO	191
9.3.1. Indicatori Città per le persone (pilastro “Aria – qualità della vita”)	191
9.3.2. Indicatori Città efficiente – Pilastro “Emissioni e mitigazione”	192
9.3.3. Indicatori Città Oasi e Città Spugna – Pilastro “Adattamento ai cambiamenti climatici”	192

Allegati

1. Schede tematiche di quadro conoscitivo
2. Adattamento e strumenti e piani vigenti
3. Valutazione modellistica dello stato della qualità dell'aria nel territorio bresciano attraverso tecniche di source-apportionment
4. Monitoraggio PAESC
5. Dimensioni del clima urbano
6. Schede delle azioni del PAC

0. INTRODUZIONE

0.1. GUIDA ALLA LETTURA

La presente relazione è stata redatta in collaborazione con gli Uffici Comunali, gli Enti di ricerca, le Partecipate dell'Amministrazione di Brescia e da figure esperte quali arch. Stefano Zenoni e ing. Angelo Capretti che hanno collaborato attivamente a tutto il processo di definizione tecnica e al percorso partecipativa, con il coordinamento del gruppo di lavoro di TerrAria srl. Si compone di 8 capitoli:

- **Capitolo 0_Introduzione:** Sono ripresi i principali contenuti dell'Atto di Indirizzo approvato dalla Deliberazione del Consiglio Comunale dell'8.09.2023;
- **Capitolo 1_Quadro pianificatorio e normativo di riferimento:** in sintesi sono indicati i principali riferimenti normativi dei Pilastri Aria e Clima;
- **Capitolo 2_Ricognizione del contesto della Città di Brescia:** descrizione degli ambiti caratterizzanti il territorio di Brescia che interagiscono con i tre Pilastri (Aria, Mitigazione e Clima);
- **Capitolo 3_Disegno di Piano:** è definito il "Disegno del Piano" andando a restituire la Vision e gli obiettivi che Piano si è dato all'anno 2030;
- **Capitolo 4_Scenari:** sono restituite le analisi svolte per la definizione degli Scenari Tendenziali e di Piano dei singoli Pilastri (Aria, Mitigazione e Clima);
- **Capitolo 5_Piano d'Azione:** viene spiegato il Piano d'Azione del PAC introducendo le azioni di Piano che trovano la loro declinazione nelle singole schede indicate nell'Allegato 6;
- **Capitolo 6_Governance:** per la buona riuscita e completa attuazione del PAC è necessaria la definizione di una Governance che deve essere attivata successivamente all'approvazione del PAC;
- **Capitolo 7_Percorso di partecipazione:** è riportato il lungo percorso partecipativo svolto per la costruzione del PAC;
- **Capitolo 8_Stima degli investimenti del PAC:** rappresenta un quadro di sintesi delle quantificazioni economiche delle azioni riportate nelle singole schede delle azioni.**Capitolo 9_Sistema di monitoraggio:** sono indicate le regole per il monitoraggio del PAC, attività da svolgere negli anni fino al 2030.

0.2. INDIRIZZI POLITICI

L'Amministrazione di Brescia ha indicato **nelle linee programmatiche di mandato**, approvate con Deliberazione del Consiglio Comunale dell'8.09.2023, quanto segue:

"Una città europea è prima di tutto una città che garantisce il benessere dei suoi cittadini, migliorando la qualità delle loro vite. Questo si ottiene creando un equilibrio

*tra le diverse dinamiche che compongono la nostra comunità, che deve crescere e svilupparsi, garantendo l'inclusione, la sostenibilità sociale, ambientale ed economica, l'accesso alle opportunità, la salute. (...) Una città solidale, equa, **attenta all'ambiente e alle sfide della transizione climatica (...)***

Il cambiamento climatico di origine antropica è un processo importante e molto preoccupante. *La comunità scientifica ha da anni chiesto al mondo politico di prendere decisioni che limitino il surriscaldamento globale. Il problema è globale, appunto, ma può essere affrontato anche localmente, poiché solo tante "piccole" decisioni potranno limitare l'impatto potenzialmente disastroso del cambiamento climatico.*

*La principale causa del surriscaldamento globale è la CO₂, un gas che non ha effetti diretti sulla salute umana, ma che aumenta l'effetto serra. **Brescia sta già facendo la sua parte.** L'Amministrazione, attraverso il progetto "Un filo naturale", ha già tracciato le linee guida di Strategia per la Transizione Climatica per la città e, con il PAESC, ha definito le azioni per ridurre le emissioni di CO₂ del 50% entro il 2030. In continuità con quanto già pianificato e nel solco del progetto già lanciato, **sarà necessario nel prossimo quinquennio dare inizio a un percorso ulteriormente virtuoso che porti ad una riduzione ulteriore del 55% delle emissioni di CO₂, avviando la città alla misurazione della Carbon footprint - CFP, o impronta carbonica, e alla diminuzione delle emissioni di gas climalteranti.***

Con la graduale applicazione del calcolo della CFP sarà possibile certificare l'impatto che le attività del Comune di Brescia hanno sul clima e potranno essere forniti indirizzi coerenti con l'obiettivo della graduale riduzione delle emissioni di CO₂ da parte del Comune stesso e delle aziende partecipate e controllate, contribuendo in tal modo al raggiungimento del traguardo di una "città a emissioni nette zero", entro il 2040. Per raggiungere tale traguardo entro, se non prima, il termine indicato, è opportuno individuare obiettivi intermedi durante il prossimo quinquennio che consentano di monitorare la necessaria accelerazione dei processi ad esso mirati.

Tali indicazioni sono la premessa per la definizione della vision territoriale declinate in obiettivi e azioni concrete per la transizione ecologica. Le linee di mandato prevedono:

*"Nel prossimo quinquennio **Brescia sarà protagonista in ogni azione che abbia l'obiettivo di realizzare la transizione verde, ecologica e inclusiva della nostra città.***

*(...) **Esiste piena consapevolezza delle criticità del nostro territorio: è stato fatto tanto negli ultimi dieci anni e si intende proseguire su questa strada con maggiore energia, [...]***

Aria

- a) **Realizzazione di un Piano dell'Aria e del Clima contenente tutte le politiche che l'Amministrazione promuove per il contrasto all'inquinamento atmosferico, In particolare, in materia di energia, rispetto alle emissioni connesse ai consumi energetici degli edifici, alla mobilità, alla gestione dei seppur limitati reflui zootecnici siti sul territorio comunale;**
- b) **attivazione di una costante interlocuzione con i 19 Comuni dell'agglomerato bresciano individuati dal PRIA (Borgosatollo, Botticino, Bovezzo, Castel Mella, Castenedolo, Cellatica, Collebeato, Concesio, Flero, Gardone Val Trompia, Gussago, Lumezzane, Marcheno, Nave, Rezzato, Roncadelle, San Zeno Naviglio, Sarezzo, Villa**

Carcina, ai quali potrebbero essere aggiunti quelli contermini di Caino e Poncarale) e con Regione Lombardia per sostenere azioni trasversali.”

Per quanto sopra esposto risulta evidente la volontà di individuare anche azioni di **governance innovative e originali** per contrastare queste complesse sfide ambientali nell’ottica di indicare un nuovo modello di **sviluppo sostenibile comunale**; in particolare, il Comune di Brescia all’interno del presente “Piano Aria e Clima” (di seguito PAC), intende realizzare uno strumento finalizzato a **ridurre il più possibile i livelli di inquinamento atmosferico, contribuire alla riduzione (mitigazione) delle emissioni climalteranti e ottimizzare l’adattamento ai cambiamenti climatici.**

Al fine di declinare quanto indicato nelle linee strategiche di mandato nell’ambito degli strumenti di programmazione economica finanziaria già a partire dal corrente anno 2024 è stato **definito l’Obiettivo strategico “Piano Aria e Clima” inserito nel PIANO:**

“Al fine di affrontare in modo organico e interdisciplinare il complesso tema dell’inquinamento atmosferico, si procederà alla elaborazione di un Piano Aria e Clima per accompagnare la città verso la transizione ecologica. La prima fase sarà caratterizzata dal coinvolgimento, attraverso tavoli di lavoro, di tutti i più importanti portatori di interesse al fine di ottenere una fotografia completa di quanto si sta già realizzando e di condividere le sfide prioritarie. Tale lavoro sarà propedeutico alla definizione delle azioni, anche attraverso un processo partecipativo in cui saranno coinvolti Consigli di Quartiere e cittadini, e alla loro attuazione.”

Nel territorio del Comune di Brescia la situazione della qualità dell’aria ha evidenziato negli ultimi anni, un progressivo miglioramento (si rimanda al paragrafo 2.3 per dettagli). La sfida, pertanto, è quella di mantenersi nei valori limite previsti dalla normativa italiana vigente in termini di concentrazioni di PM10, PM2.5, NO₂ e Ozono e soprattutto traguardare per il 2030 o per il 2040, in funzione della posizione dell’UE nei confronti delle condizioni particolari del Bacino Padano, i nuovi limiti previsti dalla nuova direttiva europea, in fase di recepimento dalle norme nazionali¹.

Sono in atto procedure di infrazione nei confronti dell’Italia, che coinvolgono anche il territorio regionale, compreso quindi il territorio del Comune di Brescia, con deferimento alla Corte di giustizia dell’Unione Europea per il mancato rispetto della Direttiva 2008/50/EC (recepita dal D.Lgs 155/2010 e s.m.i.) relativamente allo stato della qualità dell’aria ambiente e più precisamente le procedure d’infrazione n. 2014/2147 per il particolato (PM10) e la procedura d’infrazione n. 2015/2043 per il biossido di azoto (NO₂); con le sentenze della Corte di Giustizia europea lo Stato italiano è stato condannato per il superamento dei valori limite per le polveri sottili PM10 (sentenza del 10 novembre 2020 nella causa C-644/2018) e per il biossido di azoto NO₂ (sentenza del 12 maggio 2022 nella causa C-573/19), inoltre il 13 marzo 2024 lo Stato italiano ha ricevuto la lettera di messa in mora ai sensi dell’art. 260 del TFUE nella procedura di infrazione per il superamento dei limiti per il PM10.

La città di Brescia si è già impegnata con vari strumenti e piani comunali in tema di riduzione delle emissioni inquinanti e dei gas serra nel dare il contributo locale della città al raggiungimento degli obiettivi della transizione ecologica, quindi per la neutralità climatica e per il rispetto dei valori limite previsti dalla vigente normativa per i principali inquinanti atmosferici (PM10, PM2.5, NO₂, Ozono ...).

¹ La recentissima direttiva europea appena approvata ed in fase di recepimento da parte degli stati membri e le Linee Guida dell’Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) indicano valori guida più severi per la qualità dell’aria e la tutela della salute, come dettagliato nel prossimo capitolo relativo alla normativa.

In tal senso, come previsto nelle linee programmatiche di mandato, l'Amministrazione ritiene strategico mettere a sistema tali strumenti e dare pertanto un'ulteriore spinta ai contributi locali di riduzione delle emissioni e dei consumi attraverso il Piano Aria e Clima, **che rappresenta uno strumento volontario della Città di Brescia che intende raggiungere risultati particolarmente virtuosi con il coinvolgimento della Comunità.**

Il PAC è, infatti, lo strumento che contiene l'indicazione per attivare tutte le politiche che l'Amministrazione vuole promuovere per il contrasto all'inquinamento atmosferico, ad esempio in materia di energia, riducendo le emissioni connesse ai consumi energetici degli edifici, alle attività produttive ed alla mobilità. Inoltre, tenuto conto della stretta correlazione tra le sorgenti causa delle emissioni dei gas climalteranti e degli inquinanti dell'aria, il PAC vuole contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici e a definire le strategie di adattamento, nel rispetto dei principi di diritto alla salute, equità e giustizia e considerando quali criteri prioritari nell'individuazione delle azioni l'inclusione sociale e la tutela delle fasce deboli della popolazione.

L'Amministrazione comunale di Brescia attribuisce un ruolo decisivo e imprescindibile alla comunità dei cittadini e degli stakeholder del mondo economico e produttivo nel percorso di transizione ecologica verso la neutralità climatica attraverso la partecipazione, la cittadinanza attiva e un'adesione diffusa, consapevole e generalizzata a nuovi modelli di comportamento e consumo, sia in chiave personale sia a livello generale.

Il disegno dello scenario futuro delineato dal Piano Aria e Clima e l'attivazione dei processi necessari per realizzarlo progressivamente, si configurano quindi come intrinsecamente partecipativi, e dunque richiedono il coinvolgimento dei cittadini, delle associazioni formali e informali e di tutti i centri di interesse sensibili alla tematica, per raccogliere contributi significativi allo sviluppo del Piano e per promuovere l'ingaggio di questi soggetti nella fase attuativa e implementativa e di monitoraggio del Piano stesso.

0.3. POLITICHE ATTIVE NEL TERRITORIO DI BRESCIA

L'Amministrazione comunale di Brescia già da numerosi anni ha avviato politiche attive per la conoscenza delle problematiche connesse alla qualità dell'aria e al cambiamento climatico sottoscrivendo, in particolare, i seguenti atti:

- **la Carta di Aalborg**, per l'adesione ad Agenda 21, nel 1994;
- **il Patto dei Sindaci per il clima e l'energia** 2030, nel 2020;
- **la Carta della città per la neutralità climatica**, nel 2021.

Con **deliberazione del Consiglio Comunale del 30.09.2019 si è riconosciuto lo stato di emergenza climatica**, prevedendo, fra i numerosi obiettivi, di promuovere, nell'ambito delle proprie competenze e attribuzioni, ogni possibile contributo per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità fissati dall'Agenda Europea per lo sviluppo sostenibile a partire dal contenimento dell'aumento della temperatura globale entro 1,5°C attraverso la **riduzione del 50% delle emissioni comunali nette di gas climalteranti per il 2030, e al 100% entro il 2050**, sviluppando azioni concrete per il raggiungimento; nella stessa delibera si riconosce la massima priorità al contrasto al cambiamento climatico, garantendo le necessità di base per la sopravvivenza e la rigenerazione degli ecosistemi e degli habitat, **adottando le più adeguate misure di contrasto, mitigazione ed adattamento** secondo i principi della tutela delle fasce più deboli, della trasparenza e della partecipazione; l'Amministrazione comunale inoltre si è impegnata a farsi parte

attiva presso il Governo e la Regione perché assumano provvedimenti analoghi, attraverso **l'attivazione di politiche a lungo termine e con l'individuazione di risorse certe** e a mantenere periodicamente informato il Consiglio Comunale sul raggiungimento degli obiettivi.

Per affrontare la sfida ai cambiamenti climatici, l'Amministrazione comunale ha messo in campo programmi strategici attraverso la predisposizione ed attuazione di diversi piani:

- **PGT (2016) e successive varianti in particolare la Variante Generale recentemente avviata** nel quale, tra le altre cose, si mira ad un consumo di suolo zero in ottica di salvaguardia ambientale del territorio, alla riduzione del rischio idrogeologico, dell'incremento delle aree verdi, dei parchi di cintura, dei corridoi ecologici, del PLIS ampliato alla pianura;
- il **Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS)** di Brescia, approvato con deliberazione di **Consiglio Comunale n. 7 del 19.2.2018**, documento strategico che ha lo scopo di orientare le politiche di mobilità della città per i successivi 10 anni. L'obiettivo è quello di proporre soluzioni che contribuiscano alla riduzione delle emissioni nell'atmosfera, alla valorizzazione dell'ambiente urbano, alla costruzione di un sistema di mobilità multimodale più equo e attento alla sicurezza degli utenti più vulnerabili, alla crescita del dinamismo di una città viva e aperta, sfruttando in maniera razionale le risorse dell'amministrazione. Il PUMS persegue i seguenti principali obiettivi:
 - **favorire la mobilità non motorizzata**, intendendo gli spostamenti pedonali come alternativa preferita per un effettivo rilancio della socialità urbana (in particolare nel centro storico e nei quartieri), e quelli ciclabili come modalità privilegiata per collegare quartieri limitrofi, in modo anche da allargare il raggio di utenza della metropolitana;
 - **sostenere il trasporto pubblico**, rilanciando la competitività del sistema attuale, e in particolare della metropolitana, intesa non solo come asse di forza della mobilità cittadina, ma anche come perno su cui favorire la convergenza e l'integrazione delle altre modalità di trasporto, garantendo l'accessibilità ai principali poli funzionali della città;
 - **riorientare la mobilità automobilistica privata**, intesa come scelta consapevole e non necessitata, da integrare nel sistema complessivo mediante investimenti mirati, inseriti in una gerarchia stradale pianificata, che garantiscano la fluidità del traffico, la riduzione dell'incidentalità e l'accessibilità ai poli di interscambio.
- Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile ed il Clima (**PAESC**) **approvato con deliberazione del Consiglio Comunale del 24.05.2021** prevedendo l'obiettivo della riduzione delle emissioni di CO₂ pro-capite del 50% al 2030, rispetto alle emissioni del 2010 escludendo il settore produttivo e agendo su due principali componenti: la riduzione dei consumi energetici e l'incremento dell'impiego Fonti Energetiche Rinnovabili (FER);
- **Strategia di Transizione Climatica (STC)**, elaborata a seguito del finanziamento del progetto **"Un filo naturale"** che ha vinto la Call for ideas Strategia Clima di Fondazione CARIPOLO, **approvato dal Consiglio Comunale nel giugno 2021**, che contiene obiettivi di adattamento di lungo periodo e azioni pilota da attuare nel breve periodo e risulta essere il principale strumento programmatico e attuativo per arrivare a conseguire pienamente gli sfidanti obiettivi per l'adattamento urbano.
- **Piano del Verde e della Biodiversità** con Deliberazione di Giunta Comunale n. 256 del 26.6.2024 e successiva Determinazione dirigenziale n. 2240 del 17.9.2024, si è dato quindi avvio al procedimento di verifica di assoggettabilità alla VAS. In data 28/04/2025 con delibera del Consiglio Comunale n 30 è stato approvato il PVB.
- **Piano di Emergenza Comunale** è stato approvato dal Consiglio Comunale di Brescia con delibera n. 97 del 29/11/2017 e rappresenta lo strumento di riferimento dell'Amministrazione Comunale per contrastare in fase emergenziale gli eventi che si possono verificare sul territorio comunale

Infine, la Giunta comunale ha approvato con deliberazione di Giunta 284 del 10.07.2024, il documento di indirizzo che definisce il percorso metodologico e gli obiettivi per la realizzazione **dell'Agenda Urbana**



Brescia 2050, uno dei documenti strategici di guida per le politiche urbane e territoriali che assume quindi un ruolo centrale per sostenere, valorizzare e costruire strategie di sviluppo nel medio e lungo periodo per i distretti industriali, artigianali e agroalimentari, l'ossatura portante del sistema economico e sociale bresciano.

1. QUADRO PIANIFICATORIO E NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Nei paragrafi successivi si restituiscono un quadro normativo sintetico europeo, nazionale e regionale rispetto alle tematiche aria e clima, riferimento per la Città di Brescia per la pianificazione e programmazione territoriale del PAC. Si specifica, infatti, che sono citati anche gli strumenti di pianificazione principale di riferimento per la definizione del Piano Aria e Clima.

1.1. ARIA

La qualità dell'aria è un tema cruciale per la salute e l'ambiente sia a livello globale, sia in particolare a livello urbano.

A partire dagli anni '90, con la direttiva madre 1996/62/CE, successivamente abrogata dalla Direttiva 2008/50/CE, venne introdotto nella Comunità Europea un approccio organico rispetto al controllo della qualità dell'aria e al suo risanamento. Tale direttiva era volta a definire i principi di base di una strategia comune, stabilendo obiettivi di qualità dell'aria ambiente all'interno della Comunità Europea, incaricando le direttive figlie di azioni specifiche per i diversi inquinanti. La recentissima Direttiva 2024/2881/UE "relativa alla qualità dell'aria ambiente e per una aria più pulita in Europa", rappresenterà una volta recepita dagli stati membri, il riferimento per la valutazione della qualità dell'aria, stabilendo i nuovi limiti delle concentrazioni in aria ambiente per la tutela della salute, della vegetazione e degli ecosistemi, integrando ed aggiornando le precedenti Direttive 2008/50/CE e la 2004/107/CE in un unico testo normativo.

La consapevolezza generale rispetto al tema dell'inquinamento atmosferico negli anni è maturata significativamente grazie all'avanzamento delle conoscenze tecniche e scientifiche, che hanno favorito l'entrata in vigore di normative sempre più stringenti. Di seguito si approfondiscono i principali riferimenti normativi e linee guida riguardanti la qualità dell'aria, alle diverse scale territoriali.

1.1.1. Livello europeo e nazionale

Secondo gli ultimi dati dell'Agenzia europea dell'ambiente, nel 2021 il 97% della popolazione urbana dell'UE è stato esposto a concentrazioni di particolato fine (PM2.5) superiori ai livelli menzionati nei più recenti orientamenti dell'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) di seguito riportati in tabella.

Tabella 1-1: Confronto tra gli standard di qualità dell'aria proposti dall'OMS nelle linee guida del 2021 e del 2005.
 Fonti: "Air quality in Europe — 2020 report" EEA Report No 09/2020; "WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulphur dioxide and carbon monoxide", World Health Organization 2021.

Inquinante	Riferimento temporale	NUOVE LINEE GUIDA OMS 2021		LINEE GUIDA OMS 2005	
		Concentrazione limite	Superamenti concessi	Concentrazione limite	Superamenti concessi
PM2.5	Giornaliero	15 µg/m ³	3	25 µg/m ³	3
	Annuale	5 µg/m ³	-	10 µg/m ³	-
PM10	Giornaliero	45 µg/m ³	3-4 *	50 µg/m ³	3
	Annuale	15 µg/m ³	-	20 µg/m ³	-
NO ₂	Giornaliero	25 µg/m ³	-	-	-
	Annuale	10 µg/m ³	-	-	-
SO ₂	Orario	-	-	500 µg/m ³ (valore su 10 minuti)	-
	Giornaliero	40 µg/m ³	3-4 *	20 µg/m ³	-
CO	Orario	-	-	30 mg/m ³	-
	Giornaliero	4 mg/m ³	-	-	-
O ₃	Valore Obiettivo: Media massima giornaliera su 8 ore	100 µg/m ³	3-4 *	-	-
	Obiettivo a lungo termine: Media massima giornaliera su 8 ore in un anno	-	-	100 µg/m ³	-

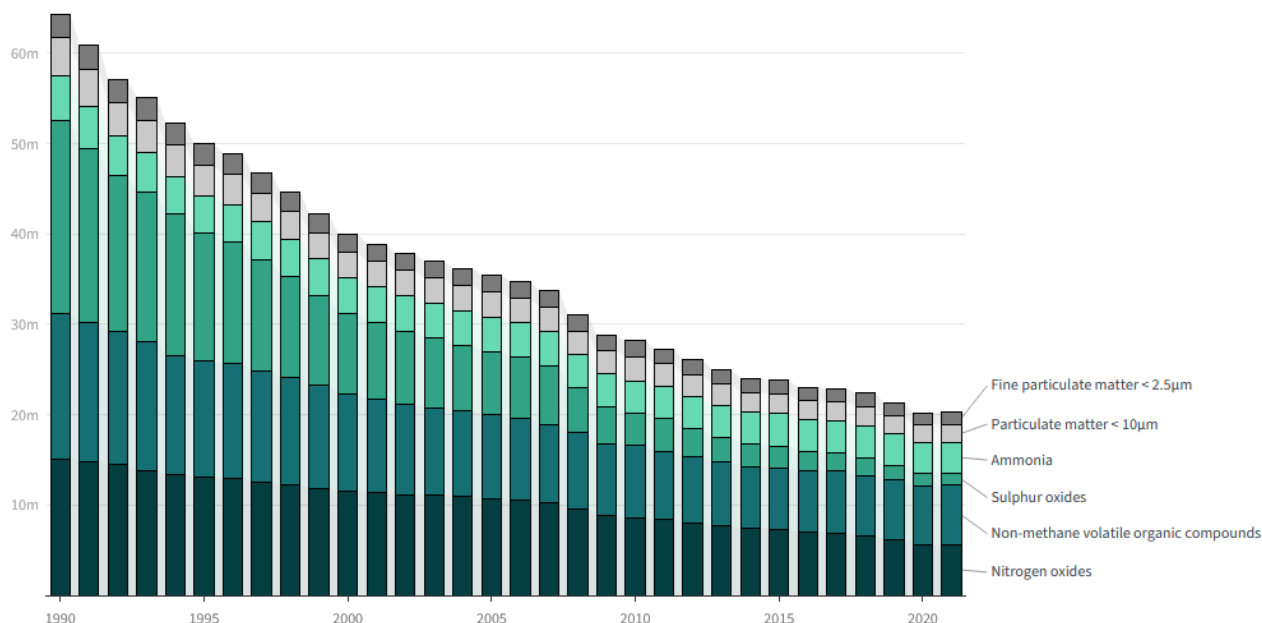
* 99esimo percentile

Nonostante la continua tendenza al ribasso dei livelli emissivi dal 1990 ad oggi nell'UE, è pertanto fondamentale continuare a ridurre le emissioni inquinanti, in modo da ridurre di conseguenza l'inquinamento atmosferico per proteggere la salute umana e l'ambiente.

Sin dagli anni '80 l'UE **dispone di misure rigorose** per ridurre l'inquinamento atmosferico. Gli atti legislativi fissano **standard di qualità dell'aria e obiettivi di riduzione delle emissioni** per i principali inquinanti atmosferici. Inoltre, anche molti altri atti giuridici contribuiscono a migliorare la qualità dell'aria nell'UE, comprese le norme sulle emissioni di gas a effetto serra in tutti i settori economici, le norme Euro in ambito veicolare e le norme sulle emissioni industriali, per citare i due esempi più famosi.

La Figura 1-1 mostra l'evoluzione dei sei principali inquinanti atmosferici tra il 1990 e il 2021: PM10, PM2.5, ammoniaca, ossidi di zolfo, composti organici volatili non metanici e ossidi di azoto. Per tutti questi inquinanti, le emissioni sono notevolmente diminuite, passando da un totale di quasi 65milioni di tonnellate nel 1990 a circa 20milioni di tonnellate nel 2021. A diminuire di più, di oltre il 93%, sono state le emissioni di ossidi di zolfo. A diminuire di meno invece (di appena il 32%) sono state le emissioni di ammoniaca.

Figura 1-1 - Emissioni di tonnellate dall'anno 1990 all'anno 2021 in Europa (fonte European Environment Agency (EEA))



Nel 2021 la Commissione europea ha annunciato l'obiettivo **"inquinamento zero"** per l'UE, vale a dire ridurre entro il 2050 l'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo a livelli non dannosi per le persone e l'ambiente. L'obiettivo fa parte dell'iniziativa del Green Deal europeo.

A livello nazionale con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 23 dicembre 2021 è stato approvato il **Programma nazionale di controllo dell'inquinamento atmosferico (PNCIA)**, ai sensi dell'art. 4, comma 3, del decreto legislativo 30 maggio 2018, n. 81.

Il Programma è predisposto in attuazione della direttiva EU 2016/2284 (*National Emission Ceilings - NEC*), tenendo conto degli obiettivi stabiliti per l'Italia di riduzione al 2020 e al 2030 delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici:

- biossido di zolfo SO₂,
- ossido di azoto NO_x,
- Composti Organici Volatili non Metanici (COVNM),
- ammoniaca NH₃,
- materiale particolato (PM10 e PM2.5).

Prevede una serie di misure di interesse per i settori energetico, elettrico, termico, residenziale, terziario, trasporti, agricoltura. Da aggiornare almeno ogni quattro anni dalla data della sua adozione.

Il 20 giugno 2025 il Consiglio dei Ministri ha approvato il **Piano di Azione Nazionale per il Miglioramento della Qualità dell'Aria**, ai sensi dell'articolo 14, comma 6, del decreto legge 16 settembre 2024, n. 131, convertito, con modificazioni, dalla legge 14 novembre 2024, n. 166. Tale Piano rappresenta uno strumento strategico finalizzato al contrasto dell'inquinamento atmosferico e all'adeguamento dell'Italia agli obblighi previsti dalla normativa ambientale dell'Unione Europea.

La governance è affidata a una cabina di regia presso la Presidenza del Consiglio, con monitoraggio trimestrale a cura del MASE e ISPRA. Il Piano si articola in cinque ambiti: misure trasversali (informazione, controlli, ricerca), agricoltura (riduzione delle emissioni, divieto di utilizzo di urea nel Bacino Padano dal 2028, incentivi a pratiche sostenibili), mobilità sostenibile (TPL, ciclabilità, Ferrobonus, veicoli elettrici), riscaldamento civile (efficienza energetica e riduzione delle emissioni da biomassa) e azioni complementari già in atto.

Di seguito i principali e recenti riferimenti normativi:

- **Direttiva europea sulla qualità dell'aria 2008/50/CE** ha attuato una revisione della legislazione europea in materia di qualità dell'aria ambiente allo scopo di ridurre l'inquinamento a livelli tali da limitare al minimo gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente, e di migliorare l'informazione del pubblico sui rischi. Regola inquinanti come PM10, PM2.5, NO₂, SO₂, O₃, CO, benzene e metalli pesanti, stabilendo valori limite, obiettivi di riduzione e soglie di allarme. Gli Stati membri devono monitorare l'aria, suddividere il territorio in zone, informare il pubblico e sviluppare piani per migliorare la qualità nelle aree critiche. Sono previste deroghe temporanee per il rispetto dei limiti, purché si adottino misure efficaci. La direttiva promuove un approccio integrato e prevede revisioni periodiche per aggiornare le norme. Gli Stati membri sono responsabili dell'attuazione e possono essere sanzionati in caso di inadempienza.
- **Decreto Legislativo n. 155/2010:** Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. Questo Decreto Legislativo, in vigore dal 30 settembre 2010, costituisce una sorta di "testo unico" sulla qualità dell'aria, abrogando la normativa previgente (D.Lgs.351/99, DM 60/2002, D.Lgs.183/2004, D.Lgs.152/2007, DM 261/2002). Gli enti locali devono elaborare piani di risanamento nelle aree dove i valori limite vengono superati, indicando misure specifiche per ridurre le emissioni. Il decreto introduce un sistema di informazione pubblica sui livelli di inquinamento. Infine, assegna alle Regioni e alle Province autonome responsabilità nell'attuazione delle misure e nella trasmissione dei dati al Ministero dell'Ambiente e alla Commissione Europea.
- **In data 14 ottobre 2024 il Consiglio dell'Unione europea** ha approvato in via definitiva la nuova direttiva per la qualità dell'aria **Direttiva 2024/2881/UE**, che **stabilisce il rispetto entro il 2030 di limiti più severi** di quelli attuali. Sarà pertanto necessario individuare e attuare strategie atte a migliorare la qualità dell'aria, tenuto conto del fatto **che i livelli attuali sono superiori in larga parte dell'Italia ai valori limite da rispettare entro il 1° gennaio 2030**. Sarà possibile per gli Stati membri richiedere una proroga rispetto alla scadenza prefissata, se motivata da fattori orografici e climatici particolari e a patto di documentare e informare la Commissione europea tempestivamente in merito alle azioni intraprese per ridurre i livelli di inquinamento secondo una precisa tabella di marcia. **La nuova direttiva è entrata in vigore venti giorni dopo la pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale dell'UE avvenuta il 20 novembre 2024, e con il conseguente recepimento nell'ordinamento nazionale che dovrà avvenire entro due anni.**

La nuova legislazione supporta le autorità locali, rafforzando le disposizioni relative al monitoraggio, alla modellizzazione della qualità dell'aria e al miglioramento dei piani correlati. Gli Stati Membri, infatti, devono nominare le autorità competenti e gli organismi responsabili della valutazione della qualità dell'aria ambiente, dell'accuratezza della rete di monitoraggio e della condivisione dei dati, nonché della promozione dell'accuratezza delle applicazioni di modellizzazione, dell'analisi dei metodi di valutazione e del coordinamento di eventuali programmi di garanzia della qualità su scala unionale organizzati dalla Commissione.

Gli aggiornamenti introdotti dalla nuova Direttiva portano ad una riduzione dei limiti normativi previsti per la tutela della salute umana, da rispettare entro il 2030, in particolare:

- introduce un limite giornaliero per il PM2.5 pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare più di 18 volte in un anno. Il limite annuale di PM2.5 è stato ridotto da 25 a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- il limite giornaliero e il limite annuale di PM10 sono stati ridotti rispettivamente a 45 e $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$; inoltre, il numero di superamenti annuali consentiti è stato limitato a 18;
- per l' NO_2 è stato significativamente ridotto il numero di superamenti annuali del limite orario (da 18 a 3). È stato introdotto inoltre il limite giornaliero pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con massimo 18 superamenti annui, mentre il limite annuale è stato ridotto da 40 a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- il numero di superamenti del limite orario per l' SO_2 è stato significativamente ridotto (da 24 a 3); il limite giornaliero è stato modificato da 125 a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a fronte di tale riduzione è stato aumentato il numero di superamenti annuali da 3 a 18. Inoltre, è stato introdotto il limite annuale pari a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la protezione della salute umana;
- il limite annuale del C_6H_6 è stato ridotto a $3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, rispetto alla soglia precedente pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- introduce il limite giornaliero per il CO pari a $4 \text{mg}/\text{m}^3$, da non superare più di 18 volte all'anno.

La seguente tabella riporta i principali standard normativi definiti dalla nuova Direttiva a tutela della salute umana, a confronto con gli standard stabiliti dalle due Direttive abrogate 2008/50/CE e 2004/107/CE.

Tabella 1-2: Standard normativi definiti dalla nuova Direttiva a confronto con gli standard definiti dalla Direttiva 2008/50/CE per PM10, PM2.5, NO₂, SO₂, CO, O₃ e C₆H₆ e dalla Direttiva 2004/107/CE per i metalli, a tutela della salute in Europa

Inquinante	Riferimento temporale	Nuova direttiva		Direttive 2008/50/CE e 2004/107/CE	
		Concentrazione limite	Superamenti concessi	Concentrazione limite	Superamenti concessi
PM2.5	Giornaliero	25 µg/m ³	18	-	-
	Annuale	10 µg/m ³		25 µg/m ³	
PM10	Giornaliero	45 µg/m ³	18	50 µg/m ³	35
	Annuale	20 µg/m ³		40 µg/m ³	
NO ₂	Orario	200 µg/m ³	3	200 µg/m ³	18
	Giornaliero	50 µg/m ³	18	-	-
	Annuale	20 µg/m ³		40 µg/m ³	
SO ₂	Orario	350 µg/m ³	3	350 µg/m ³	24
	Giornaliero	50 µg/m ³	18	125 µg/m ³	3
	Annuale	20 µg/m ³		-	
C ₆ H ₆	Annuale	3.4 µg/m ³		5 µg/m ³	
CO	Max giornaliero mediato sulle 8 ore	10 mg/m ³		10 mg/m ³	
	Giornaliero	4 mg/m ³	18	-	-
Pb	Annuale	0.5 µg/m ³		0.5 µg/m ³	
As	Annuale	6 ng/m ³		6 ng/m ³	
Cd	Annuale	5 ng/m ³		5 ng/m ³	
Ni	Annuale	20 ng/m ³		20 ng/m ³	
B(a)P	Annuale	1 ng/m ³		1 ng/m ³	

1.1.2. Locale: Regionale

La Regione Lombardia ha approvato il Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria (PRIA) nell'anno 2013 e nel 2018 è stato effettuato un aggiornamento al Piano ad oggi vigente. Sono stati svolti vari Report di monitoraggio annuali. Da luglio 2024 è in fase di valutazione la redazione del nuovo PRIA.

Dal nono ed ultimo Report del PRIA pubblicato, si evince che l'anno 2024 analizzato è stato caratterizzato dalla conferma del rispetto ovunque, come ormai da qualche anno, del limite annuale per il **PM10** (media di 40 microgrammi per metrocubo) così come, per il secondo anno dopo il 2023, anche la media annua del **PM2.5** non ha superato in nessuna stazione lombarda il limite normativo di 25 µg/m³. Permangono d'altra parte superamenti diffusi del limite giornaliero del PM10, ancora sopra la soglia dei 35 giorni in cui la media giornaliera ha superato il valore di 50 µg/m³ in una parte significativa delle stazioni lombarde. Positivo il quadro relativo al **biossido di azoto (NO₂)**, che nelle città capoluogo ha rispettato la media annuale di 40 µg/m³ (limite di legge) anche nelle stazioni ad alta densità di traffico, quali Milano in Viale

Marche e Brescia in Via Turati che lo scorso anno avevano sfiorato i limiti. Per questo inquinante, rimane una sola stazione lombarda oltre il limite, quella di Cinisello Balsamo, che ha concluso l'anno con una media annuale di 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il miglioramento in corso, peraltro, dovrà continuare nel tempo, soprattutto in considerazione della direttiva europea 2024/2881, che fissa obiettivi ancora più sfidanti rispetto a quelli attuali, con l'obiettivo di allinearsi progressivamente alle linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.

Di seguito un'analisi dettagliata della situazione per i vari parametri.

Considerando la stazione peggiore di ogni capoluogo, a seguire i numeri di giorni con valori di PM10 superiori a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: 68 a Milano, 57 a Cremona, 56 a Brescia, 54 a Monza, 50 a Mantova, 49 a Lodi, 47 a Pavia, 40 a Bergamo, 21 a Como, 9 a Lecco, 8 a Sondrio e 5 a Varese. A livello regionale, il numero più alto di giorni con superamento del limite nel 2024 è stato registrato nella stazione di Soresina (CR), con 75 giorni sopra il limite, seguita dalla stazione di Rezzato (BS), con 70 giorni oltre il limite.

Media annua del PM2.5 - Nella stazione peggiore di ciascun capoluogo, le medie sono le seguenti: Monza 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cremona 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Brescia 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Lodi e Milano 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Pavia 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Bergamo 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Mantova e Sondrio 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Como 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Varese 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e Lecco 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Considerando l'intera Regione, nel 2024 le concentrazioni medie annue più elevate si sono registrate nella stazione di Soresina in provincia di Cremona con 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, comunque sotto al limite.

Media annua NO₂ - La media nella stazione peggiore di ciascun capoluogo è la seguente: Milano 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Brescia 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Varese 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Bergamo e Como 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Lecco e Monza 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Pavia 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cremona e Mantova 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Lodi 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e Sondrio 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'unica stazione attualmente sopra al limite in Lombardia è quella di Cinisello Balsamo, con 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, stabile rispetto al 2023.

Parallelamente allo strumento regionale di riferimento sono state approvate le seguenti normative di riferimento per gli Enti Locali:

- **Legge Regione Lombardia 11 dicembre 2006 - n. 24** "Norme per la prevenzione e la riduzione delle emissioni in atmosfera a tutela della salute e dell'ambiente" stabilisce disposizioni per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento atmosferico sul territorio regionale. Promuove azioni coordinate per tutelare la salute umana e l'ambiente, armonizzando le politiche di sviluppo con gli obiettivi di qualità dell'aria. La legge prevede la suddivisione del territorio in zone e agglomerati, la redazione di piani di risanamento e programmi di intervento per le aree critiche. Introduce misure per limitare le emissioni da traffico, industria e riscaldamento civile, favorendo tecnologie pulite e il risparmio energetico. Viene istituito un sistema di monitoraggio e controllo della qualità dell'aria, con obbligo di informare regolarmente i cittadini. Le Province e i Comuni hanno responsabilità operative nella gestione delle misure locali. La legge promuove incentivi per la mobilità sostenibile e il miglioramento dell'efficienza energetica. Infine, prevede sanzioni per chi viola le disposizioni in materia di emissioni.
- **Delibera di Giunta Regionale n. 2605 del 30/11/2011** revoca la D.G.R. n. 7/5290 del 02/08/2007 e approva la nuova zonizzazione del territorio regionale ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente, in attuazione del D.Lgs. 155/2010; la Delibera individua l'Agglomerato di Brescia come ambito territoriale specifico per il monitoraggio e la gestione della qualità dell'aria e stabilisce che esso rientra nella Zona A1 ai fini dell'applicazione dei provvedimenti regionali relativi alle limitazioni del traffico veicolare e degli impianti termici civili.
- **Delibera di Giunta Regione XII/1754 del 15/01/2024** delibera di procedere al rafforzamento delle misure attuative del Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria (PRIA) vigente negli ambiti

di intervento relativi ai tre settori maggiormente responsabili delle emissioni individuati dal piano stesso (“Attività agricole e forestali”, “Energia e impianti industriali”, “Trasporti strada e mobilità”), anche in attuazione di quanto disposto dal Decreto Legge 69/2023 e dal Decreto Legge 121/2023; la D.G.R. prevede di avviare parallelamente anche una nuova pianificazione regionale in materia di tutela della qualità dell’aria, sulla base degli aggiornamenti normativi e di pianificazione introdotti a livello europeo, nazionale e regionale e tenendo conto della nuova Direttiva per la qualità dell’aria.

- **Delibera di Giunta Regione n. 2634 del 24/06/2024** che, in attuazione delle disposizioni di cui alla D.G.R. n. 1754 del 15/01/2024, ha approvato un pacchetto di misure attuative e rafforzative del PRIA vigente negli ambiti di intervento maggiormente responsabili delle emissioni individuati dal piano stesso in “Attività agricole e forestali”, “Energia e impianti industriali”, “Trasporti strada e mobilità”.
- **Delibera di Giunta Regione n. 2882 del 29/07/2024** che approva, ai sensi dell’art. 2 della legge regionale n.24/2006, la proposta di Documento di Indirizzi per l’aggiornamento della pianificazione regionale per la qualità dell’aria.
- **Delibera di Consiglio Regionale n. 1131 dell’11/11/2025** che approva, a seguito dell’approvazione in VI Commissione, il Documento di indirizzi per l’aggiornamento della pianificazione regionale per la qualità dell’aria (PRIA). Con avviso di messa a disposizione dei documenti PRIA - Quadro conoscitivo e PRIA - Rapporto preliminare è stata avviata la fase di consultazione pubblica, con pubblicazione in data 22/01/2026 e termine per la presentazione delle osservazioni fissato al 20/02/2026.

1.2. CLIMA

1.2.1. Livello europeo e nazionale

La Comunità europea ha approvato il **Regolamento UE 2021/1119 del Parlamento europeo**, che istituisce il quadro per il conseguimento della neutralità climatica modificando la precedente normativa europea sul clima, sancendo il ruolo svolto dalle comunità nel portare avanti la transizione verso la neutralità climatica e afferma l’opportunità di incoraggiare e agevolare un impegno pubblico e sociale forte a favore dell’azione per il clima a tutti i livelli, anche nazionale, regionale e locale in un processo inclusivo e accessibile.

La **Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici** (in inglese United Nations Framework Convention on Climate Change da cui l’acronimo UNFCCC) è il principale accordo internazionale sull’azione per il clima ed è stata adottata, insieme alla **Convenzione sulla Biodiversità ed alla Convenzione delle Nazioni Unite per combattere la Desertificazione**, al vertice sulla Terra di Rio de Janeiro nel 1992.

Proprio nella Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici fa per la prima volta la sua comparsa l’adattamento ed in particolare all’**articolo 4 comma b** dove si esortano i paesi ad approvare piani regionali che contengano misure per facilitare l’adattamento ai cambiamenti climatici e nell’**articolo 4 comma e** dove si fa riferimento alla cooperazione tra paesi sull’adattamento agli impatti dei cambiamenti climatici, con conseguente sviluppo di piani per la salvaguardia delle aree più vulnerabili.

L’UNFCCC, ad oggi ratificata da 197 Parti, rappresenta lo strumento con cui i paesi collaborano al fine di limitare l’aumento della temperatura globale e i cambiamenti climatici e di affrontarne le conseguenze. L’obiettivo principale è, infatti, quello di stabilizzare le emissioni di gas a effetto serra ad un livello tale da non mettere in pericolo il clima a livello mondiale.

Dal 1995, anno in cui si è svolta la prima **Conferenza delle Parti** (in inglese Conference of the Parties, COP), ad oggi il tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici ha acquisito un'importanza sempre crescente, con un'attenzione più marcata negli ultimi anni: aumenta, infatti, la consapevolezza di quanto sia importante investire sull'adattamento a fronte delle difficoltà riscontrate a livello globale nell'implementazione delle politiche di mitigazione.

Mitigazione e adattamento rappresentano due aspetti complementari delle strategie di risposta ai cambiamenti climatici e, benché siano disponibili molte opzioni di intervento, nessuna è sufficiente da sola a fronteggiare completamente la minaccia posta dai cambiamenti climatici.

Nel 2015, alla XXI Conferenza delle Parti della UNFCCC svoltasi a Parigi, viene siglato il **cosiddetto Accordo di Parigi**, tappa fondamentale dei negoziati climatici, che definisce l'obiettivo di lungo termine di contenimento dell'aumento della temperatura media globale al di sotto dei 2°C e il perseguimento degli sforzi per limitare l'aumento a 1.5°C, rispetto ai livelli pre-industriali. L'Accordo prevede, accanto alle misure di mitigazione, anche la messa in atto di misure per l'adattamento al cambiamento climatico, finalizzate ad accrescere la capacità dei Paesi di adattarsi agli effetti avversi dei cambiamenti climatici. Il Consiglio trasmette all'UNFCCC la sua presentazione del **contributo determinato a livello nazionale** (NDC) dell'UE e dei suoi Stati membri. La presentazione, approvata dal Consiglio il 17 dicembre 2020, contiene **l'obiettivo aggiornato e rafforzato di ridurre almeno del 55% le emissioni di gas a effetto serra entro il 2030** rispetto ai livelli del 1990, conformemente agli orientamenti del Consiglio europeo dell'11 dicembre 2020.

Da allora si sono susseguite le seguenti:

- **COP26** di Glasgow 2021, nel Regno Unito. Nelle conclusioni si pone l'accento **sull'estrema urgenza** di intensificare la risposta globale per far fronte all'emergenza climatica e si sottolinea la necessità di una **transizione climatica giusta ed equa** in tutto il mondo. I leader ricordano l'impegno dell'UE e dei suoi Stati membri a continuare ad aumentare i loro **finanziamenti per il clima** ed esortano gli altri paesi sviluppati ad aumentare con urgenza il loro contributo all'obiettivo collettivo di finanziamento per il clima pari a 100 miliardi di dollari all'anno fino al 2025. Il Consiglio Europeo, in preparazione della conferenza delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici COP26 di Glasgow, approva l'importo di 23,39 miliardi di euro in finanziamenti per il clima impegnato nel 2020 dall'UE e dai suoi Stati membri per aiutare i paesi in via di sviluppo a ridurre le emissioni di gas serra e ad adattarsi agli effetti dei cambiamenti climatici.
- **COP27** di Sharm el-Sheikh 2022, Egitto. Il Consiglio ha sottolineato l'esigenza di innalzare considerevolmente il livello di ambizione globale affinché l'obiettivo di 1,5°C rimanga raggiungibile e ha chiesto:
 - il rafforzamento collettivo dei contributi determinati a livello nazionale
 - che tutte le parti chiudano il capitolo sul carbone non soggetto ad abbattimento del carbonio attraverso la sua eliminazione progressiva e interrompano le sovvenzioni ai combustibili fossili inefficienti
 - che tutti i paesi intensifichino gli sforzi per mobilitare finanziamenti a sostegno dell'azione per il clima
- **COP28** Dubai 2023, ha visto la firma di un accordo che mira a mantenere l'aumento della temperatura globale entro il limite di 1,5°C rispetto ai livelli preindustriali, in linea con gli obiettivi degli Accordi di Parigi. Tra le principali decisioni prese ci sono:

- Transizione dai combustibili fossili: è stato sottoscritto l'impegno a "transitare fuori" dall'uso dei combustibili fossili entro il 2050. Tuttavia, il termine "phase-out" (eliminazione graduale) non è stato adottato, lasciando spazio a interpretazioni più morbide per i Paesi produttori di petrolio.
- Energia rinnovabile ed efficienza energetica: l'accordo prevede di triplicare la capacità globale di energia rinnovabile e di raddoppiare il tasso di efficienza energetica entro il 2030.
- Sussidi ai combustibili fossili: Graduale eliminazione dei sussidi inefficienti per queste fonti energetiche.

L'accordo è stato descritto come una "tappa storica" per la transizione energetica, ma ha anche ricevuto critiche per ambiguità e mancanza di impegni concreti per la riduzione immediata delle emissioni, elemento chiave richiesto da molti Paesi vulnerabili e attivisti climatici. Rimane comunque un passo avanti verso l'attuazione degli obiettivi climatici globali

- **COP29 Baku (Azerbaijan) 2024**: ruolo centrale è stato il tavolo della **finanza climatica**, intorno a cui ruotava ogni altro tema. Alla fine **si è trovato l'accordo**: il vecchio obiettivo globale di finanza per il clima, che prevedeva di mobilitare 100 miliardi di dollari all'anno verso i Paesi in via di sviluppo entro il 2025, è stato sostituito con un doppio obiettivo che porta ad almeno 300 miliardi di dollari all'anno entro il 2035 la mobilitazione di risorse finanziarie, con i Paesi industrializzati nel ruolo di leader, nell'ambito di un più ampio incremento globale e multi-attore della finanza per il clima che punterà a mobilitare almeno 1300 miliardi all'anno entro il 2035.
- La **COP30, Belém (Brasile) 2025**, ha portato a un accordo politico multilaterale volto a rafforzare l'attuazione dell'Accordo di Parigi. I Paesi partecipanti hanno convenuto di incrementare l'ambizione degli impegni nazionali, accelerare le azioni di mitigazione e adattamento, e potenziare la finanza climatica a sostegno dei Paesi più vulnerabili. Particolare rilievo è stato dato alla tutela delle foreste e della biodiversità, al ruolo dei territori e delle comunità locali e al rafforzamento dei meccanismi di monitoraggio e cooperazione internazionale.

Per quanto riguarda gli impegni a valere principalmente sui Paesi industrializzati parliamo dunque di cifre ben lontane da quelle richieste dai Paesi in via di sviluppo e dalla società civile, ma soprattutto dalle comunità più vulnerabili che stanno già affrontando gli effetti più catastrofici della crisi climatica pur essendone responsabili solo in minima parte. Allo stesso tempo, l'impegno di mobilitazione complessiva di 1300 miliardi l'anno rappresenta un notevole passo avanti politico da parte dei Paesi sviluppati.

Con l'introduzione del **Green Deal europeo** l'Unione europea si impegna a creare una Europa più pulita, più sana e a impatto climatico zero trasformando il modo in cui si produce e si consuma energia. Approvato nel 2019 coinvolgendo i vari settori economici (energia, trasporti, industria, agricoltura, ...) consiste in un pacchetto di iniziative strategiche, che hanno avviato la transizione energetica e climatica con l'obiettivo ultimo di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 e di mantenere il riscaldamento globale entro +1,5°C rispetto ai livelli preindustriali.

Integrando gli impegni europei nel contesto del *Green Deal* e della strategia per la biodiversità, è stato introdotto il **Regolamento (UE) 2024/1991** (adottato il 24 giugno 2024 e pubblicato nella Gazzetta ufficiale dell'UE il 29 luglio 2024) che rappresenta un passo legislativo chiave dell'UE per invertire la perdita di natura e rafforzare la protezione ambientale. Il regolamento stabilisce un quadro giuridico vincolante per il recupero e la rigenerazione degli ecosistemi degradati in tutto il territorio terrestre e marino dell'Unione europea. Esso contribuisce non solo alla tutela della biodiversità, ma anche agli obiettivi dell'UE in materia

di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, sicurezza alimentare e impegni internazionali. Il Regolamento ha come obiettivi:

- Ripristinare aree degradate, migliorando la **resilienza e la biodiversità** degli ecosistemi.
- Contribuire alla **mitigazione e all'adattamento climatico** dell'Unione. Raggiungere, come obiettivo collettivo dell'UE, il ripristino di almeno il **20% delle superfici terrestri e marine** entro il **2030**, e di tutti gli ecosistemi che ne abbiano bisogno entro il **2050**.

Le misure di adattamento devono essere prese a tutti i livelli, con interventi locali, regionali e nazionali, la Commissione Europea il 24 febbraio 2021 ha adottato la **nuova "Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici"**, sottolineando che i cambiamenti climatici sono già in atto e che per questo dobbiamo costruire un futuro più resiliente. Prevista dalla roadmap del Green Deal europeo, la nuova Strategia si basa sulla valutazione della precedente Strategia del 2013 (COM 2013/ 216) e dei risultati della Consultazione pubblica che si è svolta tra maggio e agosto 2020. Le proposte focalizzano l'attenzione sulla definizione di soluzioni e sul passaggio dalla pianificazione all'attuazione.

La Commissione Europea in questo contesto di trasformazione è proiettata a sostenere i cittadini vulnerabili affrontando le disuguaglianze e la povertà energetica e rafforzando la competitività delle imprese europee. Infatti per 6 macro temi di seguito riportati definisce:

- **Rendere i trasporti sostenibili per tutti:** La Commissione promuove inoltre la crescita del mercato dei veicoli a emissioni zero e a basse emissioni. In particolare, vuole fare in modo che siano messe a disposizione dei cittadini le infrastrutture necessarie per ricaricare i veicoli di questo tipo, per viaggi brevi e lunghi. Gli obiettivi sono:
 - Riduzione del 55% delle emissioni delle automobili entro il 2030;
 - Riduzione del 50% delle emissioni dei furgoni entro il 2030;
 - Zero emissioni prodotte dalle automobili nuove entro il 2035.
- **Guidare la terza rivoluzione industriale:** Si prevede che l'elettrificazione dell'economia e il maggior ricorso alle energie rinnovabili si tradurranno in una crescita dell'occupazione in questi settori. L'aumento dell'efficienza energetica degli edifici creerà anche posti di lavoro nel settore edile, con una maggiore domanda di manodopera locale. Gli obiettivi sono:
 - 35 milioni di edifici potrebbero essere ristrutturati entro il 2030;
 - 160 000 nuovi posti di lavoro verdi potrebbero essere creati nel settore dell'edilizia.
- **Realizzare un sistema energetico più pulito:** La Commissione propone di portare al 40% l'obiettivo vincolante delle energie rinnovabili nel mix energetico dell'UE. Le proposte promuovono la diffusione dei combustibili rinnovabili, come l'idrogeno nell'industria e nei trasporti, e prevedono nuovi obiettivi. Inoltre, la riduzione del consumo energetico è essenziale per far diminuire sia le emissioni che i costi dell'energia per i consumatori e l'industria. Gli obiettivi sono:
 - 40%: nuovo obiettivo in materia di energia rinnovabile per il 2030;
 - 36-39%: nuovi obiettivi di efficienza energetica per il 2030 per il consumo di energia finale e primaria.
- **Ristrutturare gli edifici per uno stile di vita più ecologico:** Fornirà 72,2 miliardi di euro di finanziamenti nel corso di sette anni per la ristrutturazione degli edifici, l'accesso a una mobilità a basse e a zero emissioni o anche un sostegno al reddito. Oltre alle abitazioni, anche gli edifici pubblici devono essere ristrutturati affinché utilizzino di più le energie rinnovabili e siano più efficienti sotto il profilo energetico.
- **Lavorare in sintonia con la natura per proteggere il nostro pianeta e la nostra salute:** Il ripristino della natura e la ripresa della biodiversità offrono una soluzione rapida ed economica per assorbire e stoccare il carbonio. La Commissione propone pertanto di ripristinare le foreste, i suoli, le zone

umide e le torbiere in Europa. Ciò aumenterà l'assorbimento di CO₂ e renderà il nostro ambiente più resiliente ai cambiamenti climatici. Nuovi obiettivi per l'assorbimento naturale del carbonio:

- 225 Mt: vecchio obiettivo;
- 268 Mt: attuale assorbimento del carbonio;
- 310 Mt: nuovo obiettivo.

Promuovere l'azione globale per il clima: Il Green Deal europeo ha già dato un esempio positivo, inducendo i principali partner internazionali a fissare le proprie scadenze per la neutralità climatica. Con gli investimenti nelle tecnologie per le energie rinnovabili stiamo sviluppando competenze e prodotti che andranno anche a vantaggio del resto del mondo.

Nell'analisi sugli impatti del clima sull'ambiente, sull'economia e sulla società europea, la Strategia stima un costo minimo di mancato adattamento pari a 100 miliardi di euro nel 2020 fino a raggiungere i 250 miliardi di euro nel 2050. Considerando soltanto gli eventi di natura idrogeologica, i danni da alluvioni ammontano a 90 miliardi di euro nel periodo 1980-2011 e si stima che fra i Paesi UE le misure supplementari per contrastare le alluvioni fluviali costeranno 1,7 miliardi di euro all'anno entro il decennio 2020-2030 e 3,4 miliardi di euro all'anno entro il decennio 2050-2060. Le misure di adattamento possono essere molto efficaci, poiché ogni euro investito nella protezione dalle alluvioni consente di risparmiare sei euro di costi dovuti ai danni.

Il **Green New Deal Europeo** rappresenta il provvedimento più recente di cui l'Unione Europea si è dotata per affrontare la sfida dell'adattamento ai cambiamenti climatici. Entrato in vigore all'inizio del 2020, costituisce il piano di sviluppo economico europeo atto al perseguimento della sostenibilità climatico-ambientale dei piani di crescita dell'Unione. Vengono stabiliti gli obiettivi e le fasi di perseguimento che ogni stato membro deve impegnarsi a raggiungere per meglio conciliare sviluppo economico e tutela degli ecosistemi. Si fa portatore di una nuova sensibilità che testimonia la rinnovata consapevolezza circa l'insostenibilità del modello tradizionale di crescita e la necessità di un cambio di rotta radicale. Tale cambiamento deve servire a preservare le condizioni di esistenza della generazione attuale ma soprattutto di quella futura. In questo senso il "nuovo accordo" si configura come una vera e propria tabella di marcia inderogabile, all'insegna della comunione di intenti tra gli stati membri e della condivisione di strumenti operativi.

La **decarbonizzazione del settore energetico** è un passaggio cruciale verso un'UE a impatto climatico zero, considerato che il 75% delle emissioni di gas a effetto serra dell'Unione Europea è riconducibile dalla produzione e dall'utilizzo di energia (fonte: Consiglio dell'UE e del Consiglio Europeo). In questa prospettiva, l'UE sostiene lo sviluppo e la diffusione delle fonti di energia più pulita e promuove l'integrazione dei sistemi energetici in tutta l'UE. Parallelamente, sta lavorando allo sviluppo di infrastrutture energetiche interconnesse, mediante i corridoi energetici che attraversino il territorio europeo.

Tra le iniziative incluse nel Green Deal, ai fini del PAC, si cita il pacchetto **"Fit for 55"** ("Pronti per il 55%"), il quale consiste in una serie di proposte volte a rivedere la legislazione in materia di clima, energia e trasporti, oltre a mettere in atto nuove iniziative per allineare la legislazione dell'UE ai propri obiettivi climatici. La Commissione Europea ha presentato tale pacchetto il 14 luglio 2021, in risposta all'approvazione da parte del Parlamento Europeo della legge europea sul clima, avvenuta il 24 giugno 2021, che ha reso **giuridicamente vincolante la riduzione delle emissioni di gas climalteranti del 55% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2030 e il raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050**. Il pacchetto "Fit for 55", approvato nel 2023 dall'Unione Europea, include 13 riforme legislative e 6

legislazioni sul clima, l'energia energia e combustibili, trasporti, edilizia, uso del suolo e silvicoltura, finalizzate a raggiungere gli obiettivi recepiti dalla legge europea sul clima.

Nello scenario nazionale la **“Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC)”** (approvata con Decreto direttoriale n. 86 del 16 giugno 2015 in attuazione della Strategia EU 2013 di adattamento cambiamenti climatici) costituisce un importante strumento di analisi con l'obiettivo di identificare i principali settori che subiscono gli impatti del cambiamento climatico, definendo gli obiettivi strategici e le azioni per la mitigazione degli impatti. Di recente approvata la nuova versione che stanziava per l'annualità 2023/2024 17 milioni di euro.

Obiettivo generale della SNAC è quello di elaborare una visione nazionale sui percorsi comuni da intraprendere per far fronte ai cambiamenti climatici, contrastando e attenuando i loro impatti secondo cinque Assi strategici d'azione:

- migliorare le conoscenze sui cambiamenti climatici e sui loro impatti;
- descrivere la vulnerabilità del territorio, le opzioni di adattamento per tutti i sistemi naturali ed i settori socioeconomici rilevanti, e le opportunità eventualmente associate;
- promuovere la partecipazione ed aumentare la consapevolezza dei portatori di interesse nella definizione di strategie e piani di adattamento settoriali
- supportare la sensibilizzazione e l'informazione sull'adattamento attraverso una capillare attività di comunicazione
- specificare gli strumenti da utilizzare per identificare le migliori opzioni per le azioni di adattamento, evidenziando anche i co-benefici.

Il **Piano Nazionale Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC)** è stato approvato in data **21 dicembre 2023 con D.M. n.434**, dopo essere stato sottoposto a procedura di VAS conclusasi il 4 agosto 2023 con D.M. n.256. Il Piano è stato elaborato al fine di dare attuazione alla Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti climatici (SNAC).

L'obiettivo del PNACC è quello di offrire uno strumento di indirizzo per la pianificazione e l'attuazione delle azioni di adattamento più efficaci nel territorio italiano, in relazione alle criticità riscontrate, e per l'integrazione dei criteri di adattamento nelle procedure e negli strumenti di pianificazione esistenti.

1.2.2. Locale: Regionale

Nel 2012 Regione Lombardia ha concluso la redazione **delle Linee Guida per un Piano di Adattamento ai cambiamenti climatici (PACC)**, che approfondisce 10 settori più vulnerabili della Lombardia e le loro maggiori criticità in relazione all'impatto del cambiamento climatico. Uno di questi è la "Qualità dell'aria: condizioni favorevoli alla produzione e accumulo di alcuni inquinanti". Si specifica infatti che le variabili climatiche possono influenzare la qualità dell'aria a livello locale attraverso la loro influenza sulle reazioni chimiche di produzione e trasformazione di inquinanti in atmosfera, sull'altezza dello strato di rimescolamento e sulla velocità di deposizione degli inquinanti sui suoli. In particolare, i cambiamenti climatici in atto sembrano favorire la formazione e permanenza in atmosfera di inquinanti secondari come l'ozono e il particolato fine (PM10 e PM2.5).

Nel dettaglio prevede i seguenti Indirizzi strategici di settore:

- Coprire le lacune conoscitive sulle implicazioni del cambiamento climatico nell'inquinamento atmosferico (influenza delle variabili meteo climatiche sulle dinamiche dei principali inquinanti atmosferici);
- Adeguare gli attuali sistemi di sorveglianza e allarme al possibile incremento di situazioni d'inquinamento atmosferico grave dovuto ai cambiamenti climatici;
- Individuare delle misure tecniche per la riduzione delle emissioni di particolato fine e i precursori dell'ozono.

Regione Lombardia ha approvato con la Legge regionale 18 luglio 2025, n. 11 denominata *“Legge per il clima: norme per la mitigazione e l’adattamento ai cambiamenti climatici”*, che introduce modifiche alla l.r. 26/2003. La legge definisce un quadro organico di politiche regionali volte a ridurre le emissioni di gas serra e aumentare la resilienza della Lombardia agli effetti dei cambiamenti climatici, in linea con gli obiettivi europei 2050 per la neutralità carbonica. Introduce:

A seguito della **legge regionale 11/2025 (“Legge per il clima”)** è stata approvata dalla Giunta Regionale con la **deliberazione n. 5383 del 24 novembre 2025** la nuova **Strategia Integrata Regionale per l’Adattamento al Cambiamento Climatico (SIRACC)**. Lo strumento è articolato nelle seguenti parti principali:

- **Contesto climatico in Lombardia**

La necessità di una strategia aggiornata nasce dall'analisi dei dati scientifici che confermano come la Lombardia e l'area mediterranea siano un “hotspot” climatico. Le rilevazioni mostrano un aumento lineare delle temperature medie regionali di circa +0.5°C per decennio, accompagnato da una crescita significativa delle cosiddette “notti tropicali” (giorni con temperature minime superiori ai 20°C) e dei “giorni estivi” (giorni con temperature massime sopra i 25°C).

Gli eventi estremi, come la siccità del 2022 e le forti piogge del 2023, hanno messo in luce la vulnerabilità del territorio con anche impatti rilevanti sui sistemi socioeconomici e naturali. Le proiezioni future indicano un ulteriore innalzamento delle temperature e una possibile intensificazione dei fenomeni meteorologici estremi che rendono sempre più urgente un’azione di adattamento strutturata.

- **Obiettivi e macrosettori di intervento**

La SIRACC non è però soltanto un documento di analisi ma vuole essere uno strumento operativo che promuove il “mainstreaming”, ovvero l'integrazione dell'adattamento in tutte le pianificazioni regionali sia in termini di interventi sia di investimenti.

La strategia identifica i rischi climatici, le sfide e gli obiettivi per cinque macrosettori strategici:

- **Insedimenti umani, salute e sicurezza:** include la protezione della salute pubblica rispetto a fattori clima-sensibili, quali ondate di calore, qualità dell’aria, rischio biologico, la sicurezza rispetto a fenomeni legati ai rischi idrogeologici, idraulici e ad eventi meteorologici estremi al e la resilienza del patrimonio edificato e culturale;
- **Infrastrutture:** riguarda la messa in sicurezza delle reti idriche, energetiche e dei trasporti che possono essere esposte a eventi estremi che ne compromettono la continuità di servizio;
- **Agricoltura e zootecnia:** affronta le problematiche e individua gli obiettivi legati alle attività agricole e zootecniche, al sistema suolo, al sistema idrico e al benessere animale;

- **Foreste, biodiversità ed ecosistemi:** punta a tutelare il patrimonio naturale, gli ecosistemi terrestri e delle acque interne, a migliorare la gestione forestale contro gli incendi e preservare la risorsa idrica e la biodiversità.
- **Attività economiche:** considera la salute e benessere dei lavoratori, la produttività del lavoro e le catene di approvvigionamento promuovendo così la continuità operativa delle imprese, e analizza gli impatti sul turismo (invernale ed estivo) e sull'attrattività del territorio.
- **Linee di azione e attuazione**

La sezione relativa agli interventi regionali si articola in misure settoriali specifiche e in linee di azione trasversali. Le prime afferiscono a strumenti specifici di settore (piani, programmi, Patti...) mentre tra le azioni trasversali si ritrovano misure previste anche dalla Legge Clima tra cui:

 - **patti territoriali di sostenibilità:** accordi volontari tra pubblico e privato per favorire la transizione climatica ed energetica;
 - **linee guida per l'integrazione della verifica climatica** nei procedimenti di valutazione di impatto ambientale dei progetti e nei processi di valutazione ambientale strategica dei piani e programmi
 - **formazione e comunicazione:** iniziative per accrescere la consapevolezza dei cittadini e le competenze tecniche dei professionisti.
 - **monitoraggio:** un sistema a doppio livello per valutare sia l'evoluzione del clima sia l'efficacia delle misure attuate.

La Strategia rappresenta in definitiva l'evoluzione di un percorso avviato dalla Regione Lombardia nel 2014, e successivamente aggiornato nel 2016 e 2022, ponendosi oggi come riferimento unitario per allineare la pianificazione regionale e locale agli obiettivi europei e nazionali di adattamento al cambiamento climatico.

La Giunta di Regione Lombardia ha deliberato con atto n. **5909 del 30 marzo 2026 la proposta di progetto di legge regionale "Determinazione delle aree idonee alla realizzazione di impianti da fonti rinnovabili ai sensi del D.Lgs. 190/2024. modifica alla l.r. 26/2003"**. La Proposta di legge è attualmente in Consiglio Regionale. Individua le aree idonee di cui all'art. 11-bis, commi 3 e 4, del D. Lgs. 190/2024 in modo da contribuire al conseguimento degli obiettivi derivanti dall'attuazione del **Piano Nazionale Integrato Energia Clima (PNIEC 2024) 2030**. **Inoltre** la Regione Lombardia ha appena effettuato la prima Conferenza di Valutazione del Piano regionale di individuazione delle zone di accelerazione terrestri (PRIZAT) che individua le aree di accelerazione terrestri per l'installazione di impianti fotovoltaici.

2. RICOGNIZIONE DEL CONTESTO DELLA CITTA' DI BRESCIA

Il presente capitolo si articola in 5 sezioni che restituiscono il disegno attuale della Città di Brescia. La descrizione parte dalla restituzione di sintesi dei principali strumenti che l'Amministrazione si è dotata approvando strumenti specifici oppure con iniziative in corso avviate con specifici atti di impegno.

Questa sezione si rifà **all'allegato 1** in cui sono raccolte le principali schede di sintesi degli strumenti di pianificazione analizzate. Nelle schede sono riportati i riferimenti specifici legati al tema "Aria" e "Clima" e quindi supportano alla definizione del quadro degli obiettivi e delle azioni del presente Piano Aria e Clima.

A seguire sono descritti i sistemi territoriali che articolano e compongono il territorio del Comune di Brescia e agiscono direttamente sulla qualità dell'aria e sulle emissioni inquinanti e gas climalteranti delle attività presenti nel territorio di Brescia.

Il Capitolo si chiude con le ultime tre sezioni che restituiscono una sintesi dei quadri conoscitivi degli allegati tematici specifici: Aria, Energia e Clima.

2.1. Quadro: CONTESTO PIANIFICATORIO CONCORRENTE

2.1.1. Un Filo Naturale: Strategia di Transizione Climatica

<https://www.comune.brescia.it/aree-tematiche/urban-center/progetto-un-filo-naturale/un-filo-naturale>

La Strategia di Transizione Climatica (STC), approvata dal Consiglio Comunale di Brescia nel 2021 è uno strumento programmatico flessibile in cui sono definiti **la visione e gli obiettivi** da raggiungere per arrivare a conseguire, nell'arco di un decennio, gli sfidanti obiettivi di una transizione climatica, nell'ottica di una sempre maggiore sostenibilità ambientale e di un potenziamento della capacità di resilienza della comunità bresciana e del suo territorio. La STC vede una sua prima attuazione con **il Progetto Un Filo Naturale**, sviluppato dal Comune di Brescia in partenariato con AmbienteParco, la Fondazione Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici e il Parco delle Colline di Brescia, grazie anche al contributo della Fondazione Cariplo e di Regione Lombardia. La STC promuove l'adattamento e la mitigazione ai cambiamenti climatici in ambito urbano e periurbano, anche attraverso l'incremento della conoscenza e del coinvolgimento sul tema del cambiamento climatico di cittadini, portatori di interesse e decisori politici, attivando processi di partecipazione. Il Progetto **"Un filo naturale. Una comunità che partecipa per trasformare la sfida del cambiamento climatico in opportunità"** si caratterizza per rispondere a tre bisogni principali della città di Brescia:

- far fronte alle sempre più frequenti ondate di calore, siccità e perdita di habitat realizzando una sorta di **“CITTÀ OASI”**;
- far fronte all’aumento significativo dei fenomeni piovosi estremi realizzando una **“CITTÀ SPUGNA”**;
- far fronte al bisogno di naturalità, di socialità e di maggior consapevolezza ambientale dei cittadini creando una **“CITTÀ PER LE PERSONE”**.

In particolare, le azioni di adattamento e mitigazione proposte sono collegate da un unico *Filo* conduttore: l’intenzione di incrementare il capitale naturale e la biodiversità in un’ottica di resilienza attraverso la creazione di nuovi habitat in ambiente urbano.

Il progetto ha come obiettivo il contrasto l’innalzamento delle temperature, l’aumento dell’inquinamento da ozono in atmosfera e le ondate di calore e ridurre gli impatti generati dalle criticità idrogeologiche e idrauliche e dallo sradicamento di alberature dettate da eventi meteo estremi. In questo quadro le colline boscate, i prati, le praterie e le rupi del Parco delle Colline di Brescia che attorniano la città di Brescia sono un importante serbatoio di biodiversità, tanto che numerose comunità vegetali e alcune singole specie sono contemplate nelle Direttive Habitat 92/43 CEE e hanno un ruolo strategico per incrementare il capitale naturale locale.

Le azioni di comunicazione, coinvolgimento e partecipazione rappresentano un fattore fondamentale: affinché la resilienza al cambiamento climatico sia realmente efficace è necessario creare delle comunità resilienti, che si facciano portatrici dei bisogni del territorio, che accrescano la propria consapevolezza sui temi del CC, che partecipino alla progettazione degli interventi di miglioramento del microclima urbano e che si prendano cura dei nuovi spazi.

La STC del Comune di Brescia si è posta come traguardo temporale minimo di riferimento quello dell’attuale decennio. Per conseguire una vision di lungo periodo è stato definito un programma di lavoro ambizioso e progressivo capace di sviluppare diffusamente le azioni previste, a partire dagli interventi pilota o implementabili in breve tempo. Il piano di lavoro si è articolato nelle seguenti molteplici attività che possono essere raggruppate nelle seguenti operazioni:

- 1. Analisi del contesto e identificazione degli impatti:** approfondisce in primis il contesto territoriale del Comune di Brescia restituendo una sintesi dei principali elementi morfologici e tipologici oltre che demografici caratterizzanti. Sintetizza poi, i principali risultati del Piano d’Azione per l’Energia Sostenibile e il Clima (d’ora in poi PAESC) in particolare in merito al bilancio energetico - emissivo locale ed infine approfondisce analizza il contesto climatico con il contributo scientifico del CMCC.
- 2. Definizione dei caratteri della strategia e della vision:** definisce il quadro logico per la rappresentazione delle catene logiche tra gli impatti dei cambiamenti climatici individuati nell’ambito del Comune di Brescia, obiettivi, azioni previste e risultati attesi a seguito dell’implementazione della strategia. Sono state considerate la coerenza e la consistenza tra obiettivi e azioni che hanno portato e potranno portare all’individuazione di ulteriori azioni nello sviluppo della strategia. Le azioni sono state approfondite ponendo attenzione ai diversi scenari a breve (con attivazione di azioni quick-win), medio e lungo termine e valorizzando più possibile le sinergie e le azioni multi-obiettivo, attraverso cui considerare più componenti interessate dagli impatti del cambiamento climatico.
- 3. Coordinamento della strategia:** a partire dalla mappatura della rete di attori coinvolti nelle diverse fasi della STC (elaborazione, attuazione e monitoraggio), sono stati identificati e definiti i

ruoli e le competenze dei diversi soggetti che, insieme al Responsabile della Transizione Climatica, lavoreranno nelle successive fasi di attuazione e monitoraggio della STC.

4. **Individuazione delle reti e degli stakeholder:** descrive il percorso di coinvolgimento di stakeholders e cittadini intrapreso, al fine di condividere le fasi di redazione, attuazione e monitoraggio della STC. Tale percorso si articola attraverso azioni di comunicazione, formazione e informazione, ma anche il coinvolgimento nella realizzazione di alcuni interventi. La finalità è di creare reti funzionali a supportare, potenziare e valorizzare la STC, anche promuovendo una maggiore consapevolezza nei diversi soggetti della propria capacità di azione e, quindi, un cambio dei comportamenti individuali verso modelli più sostenibili.
5. **Programmazione di attuazione e sviluppo della strategia:** descrive il quadro strategico della STC, in cui sono collegati gli obiettivi con le azioni, le attività e gli interventi, e descrive le azioni da realizzare in dettaglio in relazione agli scenari individuati. Particolare attenzione è stata posta all'individuazione delle modalità di integrazione delle azioni della STC all'interno degli strumenti urbanistici e di governo del territorio comunali e dei parchi coinvolti. Ogni azione è descritta attraverso una scheda che contiene le seguenti informazioni:
 - qualitative: gli obiettivi primari e secondari della vision, la descrizione dell'azione, i risultati diretti e indiretti previsti;
 - quantitativi: il quadro economico-finanziario di massima, i tempi di realizzazione delle attività e degli interventi.
6. **Sistema di monitoraggio:** identifica gli elementi utili al monitoraggio del raggiungimento degli obiettivi e degli effetti ottenuti grazie all'attuazione della strategia.

Nell'Allegato 1 del PAC sono riportati i contenuti (vision e azioni) che hanno diretta relazione con il PAC.

2.1.2. Piano d'azione per l'energia e il clima (PAESC)

<https://www.comune.brescia.it/aree-tematiche/ambiente/progetti/patto-dei-sindaci-piani-dazione-lenergia>

L'Unione Europea ha individuato nelle città il contesto in cui è maggiormente utile agire per raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni e nel gennaio 2008, in occasione della Settimana Europea dell'Energia Sostenibile, la Commissione Europea lanciò il "**Patto dei Sindaci**" - Covenant of Majors - con lo scopo di coinvolgere le comunità locali a impegnarsi in iniziative per ridurre nelle città l'emissione di CO₂, all'epoca, del 20% (rispetto ai livelli del 1990) mediante l'attuazione di un Piano d'Azione che prevedesse tempi di realizzazione, risorse umane dedicate, oltre ad attività di monitoraggio e informazione ed educazione ambientale.

Il 15 ottobre 2015 la Commissione europea ha presentato, il nuovo Patto dei Sindaci integrato per l'energia e clima con l'impegno ad agire per raggiungere entro il 2030 l'obiettivo di ridurre del 40% le emissioni di gas serra e ad adottare un approccio congiunto all'integrazione di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici.

Con la **delibera n.60 del 19 giugno 2020 il Consiglio Comunale ha stabilito di aderire alla Covenant of Majors** (Patto dei Sindaci per il clima e l'energia). Il Sindaco di Brescia ha sottoscritto il Patto in data 6 agosto 2020.

La Città di Brescia si è impegnata a sviluppare entro il 2030 la redazione del Piani d’Azioni per l’Energia Sostenibile e il Clima (PAESC) e ad adottare un approccio congiunto per l’integrazione di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici. Il nuovo PAESC prevede due elementi centrali ed uno trasversale di efficienza energetica e di incremento dell’uso delle fonti rinnovabili:

- la mitigazione: la riduzione del 50% delle emissioni procapite di CO₂ (decarbonizzazione dei territori) escludendo il settore produttivo, rispetto all’anno BEI 2010;
- l’adattamento (nuovo obiettivo del PAESC): la riduzione dei rischi legati ai cambiamenti climatici.

In data 24 maggio 2021 è stato approvato all’unanimità dal Consiglio Comunale il PAESC del Comune di Brescia aprendo la fase successiva del monitoraggio che trova il suo termine con il primo Report (in corso di stesura) entro due anni dall’approvazione. Il 1° Report di Monitoraggio prevede la quantificazione della CO₂ riferita a un nuovo anno **MEI 2023** con lo stato di avanzamento di attuazione delle azioni previste.

Si sottolinea che il Comune di Brescia ha approvato il PAESC poco prima dell’approvazione della propria “Strategia di transizione climatica (STC) - Un filo-naturale” (in data 24 giugno 2021) e che pertanto i due documenti hanno avuto uno sviluppo contemporaneo e si integrano l’uno con l’altro. Da un lato la Strategia rappresenta un approfondimento specifico circa l’adattamento del territorio bresciano verso i cambiamenti climatici, mentre il PAESC rappresenta un approfondimento circa la pianificazione della mitigazione delle emissioni di anidride carbonica.

La STC, infatti, non rappresenta solo un riferimento programmatico, ma definisce anche azioni ed interventi specifici la cui realizzazione è prevista entro l’anno 2025 grazie al finanziamento congiunto di Fondazione Cariplo, di Regione Lombardia e di stanziamenti da parte del Comune di Brescia e dei partner aderenti al progetto “Un filo-naturale”.

Si elencano di seguito alcune azioni previste dal PAESC (azioni strategiche e trasversali) per categorie:

AZIONI STRATEGICHE di MITIGAZIONE - PUBBLICO

- Progetto relamping illuminazione interna per 70 edifici comunali
- Supporto e potenziamento del ruolo della figura di Energy Manager
- Iniziativa di efficientamento energetico dell’Edilizia scolastica mediante sostituzione dei serramenti esistenti con serramenti in PVC

AZIONI STRATEGICHE di MITIGAZIONE: PROMOZIONE

- Attivazione dello sportello energia
- Promuovere la realizzazione di Comunità energetiche nel territorio
- Riqualificazione energetica di 15 edifici a edilizia convenzionata

AZIONI STRATEGICHE di MITIGAZIONE: MOBILITA’

- Politiche di domanda
- Motorizzazione elettrica e rete di ricarica
- Interventi di potenziamento della rete di trasporto pubblico a scala urbana e metropolitana
- Mobilità motorizzata condivisa _ car-sharing, bike-sharing, van-sharing, car-pooling
- Classificazione funzionale della rete e isole ambientali
- Estensione e qualificazione della rete ciclabile principale

AZIONI STRATEGICHE di ADATTAMENTO

- Eventi estremi di pioggia e rischio alluvioni: drenaggio urbano sostenibile
- Censimento essenze arboree

- Sistema di monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee
- Urban greening
- Interventi idraulici

AZIONI TRASVERSALI

- La Strategia di Transizione Climatica STC sviluppata nel progetto Un Filo Naturale “Una comunità che partecipa per trasformare la sfida del cambiamento climatico in opportunità”
- Allegato di mitigazione e adattamento al Regolamento edilizio
- Studio e pianificazione di azioni finalizzate al miglioramento qualità della vita in città, all’abbattimento delle emissioni inquinanti, al raggiungimento della neutralità carbonica, alla promozione dell’economia circolare, attraverso l’attività degli osservatori
- Attività di educazione e partecipazione

Si specifica, infine, che congiuntamente al Monitoraggio del PAESC si procederà ad innalzare la quota di CO₂ ridotta spostando la percentuale di riduzione del 50% oggi considerata nel PAESC al 55% come da obiettivo del PAC.

Nell’Allegato 1 del PAC sono riportati i contenuti (vision e azioni) che hanno diretta relazione con il PAC.

2.1.3. Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS)

<https://www.comune.brescia.it/aree-tematiche/mobilita-e-trasporti/documenti-di-pianificazione/piano-urbano-mobilita-sostenibile>

Il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) di Brescia è il documento strategico che ha lo scopo di orientare le politiche di mobilità della città per i prossimi 10 anni. Questo strumento è stato introdotto a livello comunitario (nell’ambito del progetto ELTISplus) con l’obiettivo di "sviluppare un nuovo concetto di piano capace di affrontare le sfide e i problemi connessi al trasporto nelle aree urbane in maniera più sostenibile e integrata".

Nel corso degli ultimi 15 anni, la città di Brescia ha compiuto un notevole sforzo per adeguare l’offerta di trasporto urbana alle dinamiche e alle ambizioni di una media metropoli europea (realizzazione della Metropolitana Leggera Automatica e del servizio Bicimia, riorganizzazione della sosta, potenziamento del sistema delle tangenziali, avvio della linea AV/AC) e, tuttavia, elementi di criticità permangono, anche e soprattutto in relazione all’evoluzione delle esigenze di mobilità di chi si sposta. Il piano si propone, quindi, di guidare la gestione della mobilità urbana alla luce di un’approfondita analisi delle dinamiche socioeconomiche e demografiche della città, confermando quelle politiche in essere dimostrate vincenti, da un lato, e ponendo l’accento sulle opportunità ancora inesplorate, dall’altro.

Il PUMS pone al centro della propria riflessione gli uomini e le donne che vivono Brescia, declinando il tema della sostenibilità da più punti di vista: ambientale, sociale, ed economica. L’obiettivo è quello di proporre soluzioni che contribuiscano alla riduzione delle emissioni nell’atmosfera, alla valorizzazione dell’ambiente urbano, alla costruzione di un sistema di mobilità multimodale più equo e attento alla sicurezza degli utenti più vulnerabili, alla crescita del dinamismo di una città viva e aperta, sfruttando in maniera razionale le risorse dell’amministrazione. Ciò in accordo con gli strumenti urbanistici di area vasta (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, Programma Regionale dei Trasporti e della Mobilità, Piano del Traffico della Viabilità Extraurbana) e in particolare con l’obiettivo della variante 2015 del PGT di Brescia di **"indirizzare Brescia verso il ruolo di 'città amica' per i suoi residenti, 'città ospitale' per i city users, 'città moderna' perché attiva sul fronte dell’adattamento positivo ai cambiamenti"**.

Con deliberazione di Consiglio Comunale n. 7 del 19.2.2018 è stato approvato in via definitiva il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile del Comune di Brescia.

Il PUMS analizza alcuni indicatori ambientali tra cui Aria ed Inquinamento atmosferico, di seguito si riportano i risultati rispetto agli scenari previsti.

Figura 2-1 – Indicatori analizzati rispetto agli scenari previsti dal PUMS (fonte PUMS)

5 INDICATORI PER L'ARIA

5.1 CAMBIAMENTI CLIMATICI

5.1.1 Descrizione dell'indicatore

L'uso di combustibili fossili si traduce nell'emissione di gas serra nell'aria, con particolare riferimento alla Anidride Carbonica (CO₂) alimentando così il processo di riscaldamento globale.

L'indicatore stima pertanto le tonnellate equivalenti di Anidride Carbonica riconducibili alla mobilità comunale (obiettivo strategico 3 del PUMS). Espresso in t.

5.1.2 Metodologia di calcolo

Le emissioni vengono stimate secondo la metodologia europea COPERT/CORINAIR, sulla base dell'entità attuale dei flussi e delle velocità medie di percorrenza, dedotte dal modello di traffico, nonché sulla composizione del parco veicolare.

Si veda la metodologia descritta per l'indicatore Consumi energetici.

5.1.3 Risultati

		Emissioni CO ₂ (t/anno)		
Rete		Scenario 2016	Scenario 2026RIF	Scenario P
	autostrada	253.787	253.787	253.787
	primaria	102.186	113.990	118.025
	secondaria	151.541	158.096	145.335
	locale	119.136	137.465	117.067
	TOTALE	626.650	663.338	634.215
	trasp.pubblico	9.469	7.032	6.606
	TOTALE	636.119	670.369	640.821

5.2 INQUINAMENTO ATMOSFERICO

5.2.1 Descrizione dell'indicatore

L'uso di combustibili fossili e l'usura degli pneumatici si traduce nell'emissione di inquinanti nell'aria, con effetti diretti o indiretti sulle persone. I principali inquinanti considerati sono il monossido di Carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NOx), i Composti Organici Volatili (COV) e le Polveri Totali Sospese (PTS).

L'indicatore stima pertanto le tonnellate equivalenti per ognuno di questi inquinanti riconducibili alla mobilità comunale (obiettivo strategico 3 del PUMS). Pur non coincidendo il dato relativo alle emissioni (quantità di inquinante prodotta dal veicolo) da quello relativo alla concentrazione (quantità di inquinante effettivamente presente nell'aria), a causa della molteplicità delle fonti inquinanti (esempio: riscaldamento domestici) e dei fenomeni meteorologici (es: vento o pioggia), si stimerà l'esposizione della popolazione alle emissioni di inquinanti.

5.2.2 Metodologia di calcolo

Le emissioni vengono stimate secondo la metodologia europea COPERT/CORINAIR, sulla base dell'entità attuale dei flussi e delle velocità medie di percorrenza, dedotte dal modello di traffico, nonché sulla composizione del parco veicolare. Espresso in t.

Si veda la metodologia descritta per l'indicatore Consumi energetici.

5.2.3 Risultati

Emissioni CO (t/anno)				
Rete		Scenario 2016	Scenario 2026RIF	Scenario P
	autostrada	1.467,2	1.467,2	1.467,2
	primaria	543,1	589,1	616,1
	secondaria	446,6	462,9	426,4
	locale	522,9	601,4	520,2
	TOTALE	2.979,8	3.120,6	3.029,9
	trasp.pubblico	43,3	33,1	31,3
	TOTALE	3.023,1	3.153,6	3.061,2

Emissioni COV (t/anno)				
Rete		Scenario 2016	Scenario 2026RIF	Scenario P
	autostrada	361,7	361,7	361,7
	primaria	143,8	160,3	166,4
	secondaria	182,3	189,9	174,6
	locale	141,4	163,2	139,1
	TOTALE	829,2	875,1	841,7
	trasp.pubblico	140,9	107,5	101,7
	TOTALE	970,1	982,6	943,5

Emissioni NOx (t/anno)				
Rete		Scenario 2016	Scenario 2026RIF	Scenario P
	autostrada	45,2	45,2	45,2
	primaria	17,5	19,1	19,7
	secondaria	33,6	35,2	32,4
	locale	31,8	36,7	31,3
	TOTALE	128,2	136,2	128,7
	trasp.pubblico	28,1	22,3	21,3
	TOTALE	156,2	158,5	150,0

Emissioni PTS (t/anno)				
Rete		Scenario 2016	Scenario 2026RIF	Scenario P
	autostrada	27,3	27,3	27,3
	primaria	10,4	11,4	11,9
	secondaria	10,5	10,9	10,1
	locale	10,2	11,8	10,1
	TOTALE	58,5	61,4	59,4
	trasp.pubblico	7,1	5,3	5,0
	TOTALE	65,6	66,7	64,4

Nell'Allegato 1 del PAC sono riportati i contenuti (vision e azioni) che hanno diretta relazione con il PAC.

2.1.4. Piano del Verde e della Biodiversità (PVB)

<https://www.comune.brescia.it/aree-tematiche/verde-e-parchi/piano-del-verde-e-della-biodiversita>

Il Comune di Brescia ha voluto dotarsi del Piano del Verde e della Biodiversità, uno strumento in grado di orientare le scelte dei prossimi anni nella gestione del verde pubblico e che contribuisca ad affrontare la transizione climatica.

La redazione del suddetto Piano è stata finanziata dal Ministero della Transizione Ecologica a mezzo del “Programma sperimentale di interventi per l’adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano” – Decreto Direttoriale n. 117 del 14 aprile 2021, con ammissione a finanziamento in data 31.12.2021.

Il Piano del Verde e della Biodiversità è stato redatto nel rispetto delle “Linee guida per la gestione del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile” e della “Strategia nazionale del verde urbano”, entrambe redatte dal Comitato per lo Sviluppo del Verde pubblico, istituito ai sensi dell’art. 3, della Legge. n. 10/2013.

Il Piano ha quali finalità quelle di contribuire a migliorare l’ambiente e la qualità della vita dei cittadini, al mantenimento delle specie, a implementare la biodiversità urbana e le capacità di riproduzione degli ecosistemi in quanto risorse essenziali per la vita. In particolare, attraverso lo stesso s’intende:

- individuare le strategie per la diffusione di infrastrutture verdi su tutto il territorio comunale per contrastare le vulnerabilità climatiche, potenziando e implementando le reti ecologiche e di interconnessione con le aree protette periurbane;
- procedere alla valutazione dei servizi ecosistemici generati dall’infrastruttura verde e allo sviluppo di strategie e strumenti di pianificazione per massimizzare gli stessi;
- individuare le strategie per rafforzare la biodiversità urbana;

Con Deliberazione di Giunta Comunale n. 256 del 26.6.2024 e successiva Determinazione dirigenziale n. 2240 del 17.9.2024, si è dato quindi avvio al procedimento di verifica di assoggettabilità alla VAS ed è in

corso la Conferenza di Valutazione. In data 28/04/2025 con delibera del Consiglio Comunale n 30 è stato approvato il PVB.

2.1.5. Piano di Emergenza Comunale (PEC)

https://www.comune.brescia.it/lfs/servizi/ambienteeverde/ProtezioneCivile/Documents/Brescia_Relazione_Piano_di_Emergenza_Comunale.pdf

Il **Piano di Emergenza Comunale di Protezione Civile (PECPC)** è stato approvato dal Consiglio Comunale di Brescia con delibera n. 97 del 29/11/2017 e rappresenta lo strumento di riferimento dell'Amministrazione Comunale per contrastare in fase emergenziale gli eventi che si possono verificare sul territorio comunale (e che si stanno accentuando per via dei cambiamenti climatici) con la finalità di fornire una risposta adeguata, tempestiva ed efficace. Il Piano individua e mappa i rischi e gli scenari di rischio presenti sul territorio, l'organizzazione delle procedure di emergenza, delle attività di monitoraggio sul territorio, dell'assistenza della popolazione e l'allocazione delle risorse dedicate, oltre a evidenziare gli edifici sensibili. Vengono inoltre mappate le aree di pericolosità che messe a sistema con gli elementi di vulnerabilità e alla relativa esposizione al pericolo, restituiscono le tipologie e le collocazioni sul territorio dei diversi rischi. Il PECPC individua differenti rischi tra cui quelli legati al cambiamento climatico che interessano la STC e sono:

- Rischio Idrogeologico e Idraulico;
- Rischio derivanti da eventi meteorologici;
- Rischio di ondate di calore.

L'obiettivo del Piano è quello di individuare i rischi e gli scenari di rischio presenti sul territorio, l'organizzazione delle procedure di emergenza, delle attività di monitoraggio sul territorio, dell'assistenza della popolazione e l'allocazione delle risorse dedicate. Nel Piano vengono inoltre messi in evidenza tutti gli edifici strategici come il Municipio, la sede della Polizia Locale, delle Forze dell'Ordine, gli Ospedali e le sedi dei gruppi e delle associazioni e dei gruppi operanti in ambito di protezione civile e assistenza socio-sanitaria. Sono stati censiti anche tutti gli elementi vulnerabili della popolazione come per esempio gli asili e le case di riposo, e i luoghi dove possono essere accolti molti cittadini come ad esempio i Palazzetti sportivi. Viene restituito l'assetto territoriale – urbanistico della Città, lo stato delle reti di comunicazione presenti. Vengono quindi mappate le aree di pericolosità che messe a sistema con gli elementi di vulnerabilità e alla relativa esposizione al pericolo, restituiscono le tipologie e le collocazioni sul territorio dei diversi rischi.

2.1.6. Piano del Governo del Territorio (PGT)

<https://www.comune.brescia.it/aree-tematiche/urbanistica/piano-di-governo-del-territorio/pgt-quinta-variante-variante-generale>

Il Comune è dotato di Piano di Governo del Territorio approvato dal Consiglio Comunale con deliberazione n. 57/19378 P.G. del 19.3.2012, vigente dal 24.10.2012 con l'avvenuta pubblicazione sul B.U.R.L. n. 43 - Serie Avvisi e Concorsi. Successivamente, il Comune ha approvato varianti sia di carattere puntuale. Il PGT definisce e disciplina l'assetto e l'uso del suolo del territorio comunale, in conformità con gli strumenti preordinati di livello regionale e provinciale e della strumentazione urbanistica comunale vigente (dai Piani attuativi, ai Piani di Settore, agli atti di programmazione negoziata con valenza territoriale).

Con Deliberazione di Giunta Comunale n. 92 del 5.3.2025 è stato dato formale avvio al procedimento di quinta variante al P.G.T., variante generale, ai sensi dell'art. 13 della L.R. 12/2005 e ss.mm.ii, la quale avrà come obiettivi quelli indicati nel documento "Linee di indirizzo per l'avvio del procedimento di variante al P.G.T.":

- **OBIETTIVI GENERALI:** La pianificazione dello sviluppo del territorio e delle sue potenzialità, deve prevedere una trasformazione sostenibile e integrata della città, orientata al recupero degli spazi e degli immobili, guidata dal principio di giustizia, prevedendo politiche e interventi che sappiano esplicitare gli obiettivi di: dare risposta alle diverse esigenze di tutte le persone, di ogni genere, cultura, età, abilità e condizione economica; garantire il bilancio positivo degli impatti sociali, ambientali ed economici degli interventi sia a scala di quartiere, sia a scala urbana; Assicurare tutela, cura e ricomposizione del paesaggio urbano. Contenere il consumo di suolo è fondamentale per favorire il recupero delle aree dismesse e del patrimonio edilizio obsoleto. Questi due principi rappresentano i pilastri fondanti il futuro PGT, in sinergia con l'obiettivo di rafforzare il ruolo della città quale polo di servizi su cui gravita un territorio vasto, anche grazie alla rete di trasporti che il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) ha tratteggiato e che ora si sta traducendo in progetti e opere.
- **OBIETTIVI SPECIFICI**
 - *Rafforzare il valore delle Comunità* – Assicurare alla collettività un'equa accessibilità ai servizi e alle opportunità di crescita culturale e di partecipazione alle decisioni, attraverso il potenziamento delle dotazioni nei quartieri e la valorizzazione della loro strategicità per l'equilibrio del sistema urbano.
 - *Sostenere il ruolo dei Servizi di interesse sovracomunale* – Favorire la crescita di qualità, efficienza e attrattività dei numerosi servizi d'eccellenza della città quali sono, ad esempio, i Servizi sanitari, le Università, i Servizi culturali e sportivi, anche con riguardo all'infrastrutturazione connessa al soddisfacimento delle esigenze di spostamento dei fruitori pendolari o della loro permanenza sul territorio.
 - *Fornire risposte alle diverse tipologie di bisogno abitativo* – Creare le condizioni per l'attuazione di programmi di edilizia residenziale e sociale, in grado di dare nuovo impulso alle iniziative di settore, anche mediante il ricorso a modelli innovativi di progettazione, costruzione, governance e forme di investimento.
 - *Perseguire la sostenibilità ambientale delle azioni* – Porre la cura dell'ambiente al centro delle politiche di gestione e trasformazione del territorio alle varie scale, individuando leve adeguate ad affrontare e consentire la restituzione a usi urbani delle aree inquinate. La riparazione dei danni inferti alle matrici ambientali, necessaria a tutelare la salute umana, è anche condizione per poter mettere in atto un sistema integrato di misure funzionali alla prevenzione e mitigazione dei rischi derivanti dalle criticità, nonché di implementazione delle misure da adottare per l'adattamento ai cambiamenti climatici.
 - *Promuovere il sistema della Mobilità sostenibile* – Pianificare azioni di supporto all'implementazione del quadro delle previsioni del PUMS, che ha affrontato e delineato un quadro strategico a scala di area vasta, metropolitana e urbana, in coerenza alle politiche fondamentali per la riduzione dell'impatto ambientale, il miglioramento della salute pubblica, l'innalzamento di accessibilità e inclusione, lo sviluppo economico e la competitività dei territori, la qualità della vita e degli spazi pubblici;
 - *Accogliere le opportunità offerte dall'Innovazione tecnologica* - Valorizzare le tecnologie digitali quali opportunità e precondizioni imprescindibili per realizzare progetti urbanistici in grado di

rendere la nostra città più attrattiva, sostenibile, ma anche più efficiente. Se da un lato gli investimenti in infrastrutture tecnologiche rappresentano un'opportunità di rigenerazione urbana, di sviluppo economico e di lavoro, dall'altro la pianificazione urbanistica può oggi contare su basi dati e conoscenze che consentono di assicurare al processo decisionale maggiore partecipazione e maggiore consapevolezza (es. gemello digitale).

- *Supportare gli investimenti degli operatori economici e lo sviluppo economico* - Creare le condizioni affinché le basi informative, la promozione degli ambiti di rigenerazione e gli incentivi siano coordinati e supportati da iter amministrativi snelli, certi e compatibili con le esigenze degli investitori. La nostra città deve mantenere un ruolo centrale e di leadership in ambito economico; questo presuppone che le politiche urbanistiche supportino, facilitino e attraggono gli operatori che intendono investire nel nostro territorio.
- *Favorire lo sviluppo sostenibile del commercio* – Pianificare politiche di governo degli insediamenti commerciali al fine di prevedere nell'interesse del territorio una distribuzione equilibrata dell'offerta commerciale, anche al fine di valorizzare il commercio di vicinato quale fattore di crescita e di attrattività dei quartieri, oltre che di risposta ai bisogni primari e come stimolo alla fruizione e alla vivacità dei luoghi.
- *Immaginare una città dell'accoglienza per supportare la vocazione turistica* - Promuovere strumenti che favoriscano un equilibrato accrescimento dell'attrattività turistica e della capacità di accoglienza dei flussi con effetti sostenibili sia per i turisti sia per i cittadini. Una città diventa e si consolida come meta turistica non solo per le bellezze culturali o paesaggistiche, ma anche i servizi che offre e di come riesce a integrarli nello spazio urbano.
- *Rafforzare una visione architettonica all'altezza delle sfide contemporanee* – Proporre strumenti atti a incentivare la formazione e la trasmissione della cultura architettonica e che possano supportare i professionisti dell'architettura e della progettazione degli spazi urbani, incoraggiando i talenti e la diversità dei percorsi professionali e promuovendo l'innovazione e la sperimentazione.
- *Rinnovare il quadro normativo* - Costruire un sistema di regole urbanistiche armonizzate con le più recenti leggi regionali e nazionali di riferimento e incentrato sullo snellimento dell'articolato per dare maggior evidenza ai profili di coerenza, consentendo al contempo l'effettivo governo del territorio.

2.1.7. Agenda 2050

<https://www.comune.brescia.it/sites/default/files/2024-07/Agenda%20Urbana%20Brescia%202050%20-%20Percorso%20di%20costruzione.pdf>

La Giunta comunale ha approvato il documento di indirizzo che definisce il percorso metodologico e gli obiettivi per la realizzazione dell'Agenda Urbana Brescia 2050, uno dei documenti strategici di guida per le politiche urbane e territoriali che assume quindi un ruolo centrale per sostenere, valorizzare e costruire strategie di sviluppo nel medio e lungo periodo per i distretti industriali, artigianali e agroalimentari, l'ossatura portante del sistema economico e sociale italiano.

L'Agenda Urbana per Brescia è un documento strategico e programmatico per attuare una visione condivisa e progettata della città, che, partendo dagli asset strategici che caratterizzano il territorio, consente di costruire politiche urbane lungimiranti e accordate con gli indirizzi di pianificazione internazionali ed europei, contribuendo allo sviluppo sostenibile dell'Italia e della Regione Lombardia. La città è dotata di strumenti innovativi di pianificazione urbanistica, ambientale, di mobilità sostenibile e di

transizione ecologica, e l'Agenda Urbana Brescia 2050 consentirà di rivedere e implementare questi strumenti, contribuendo ancora di più al raggiungimento degli obiettivi della Strategia Nazionale.

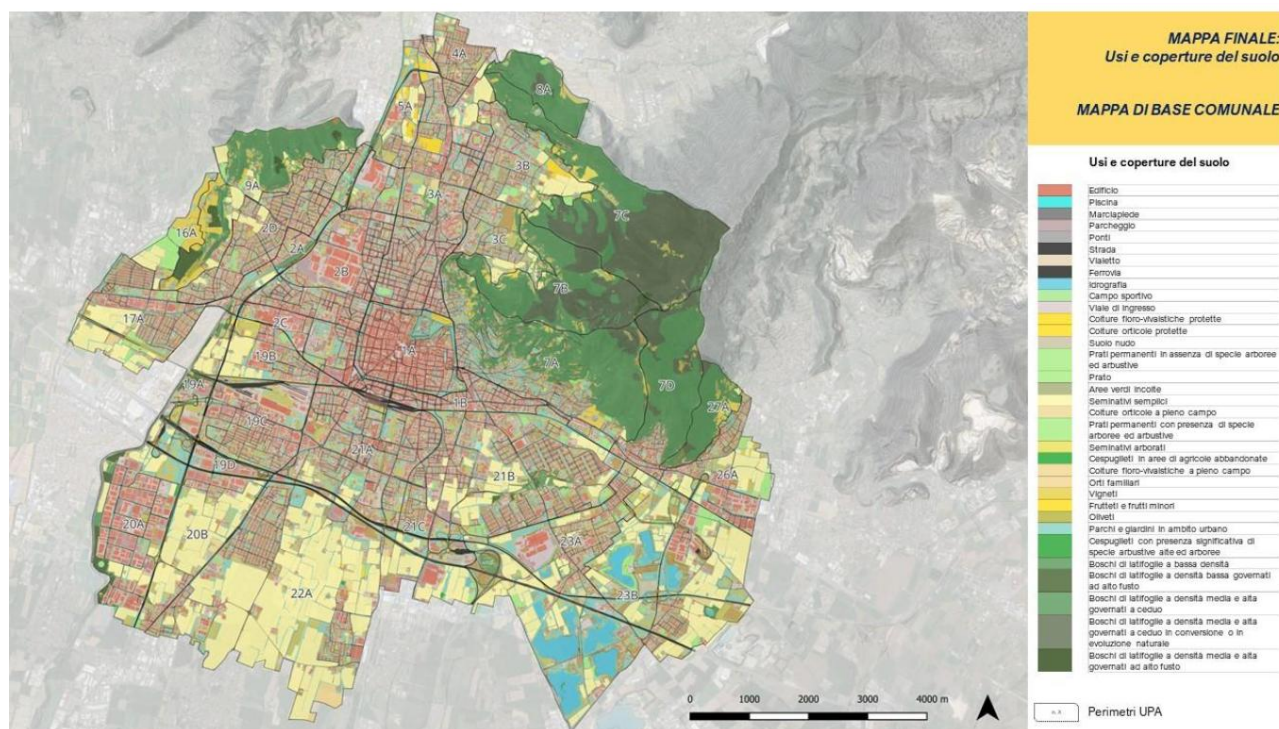
Dotandosi di un'Agenda Urbana Brescia potrà accedere più agevolmente ai contributi per l'attuazione dei vari piani promossi dall'Unione Europea come EU Green Deal, Next Generation EU e Repower EU.

2.2. Quadro: INQUADRAMENTO della CITTA' di BRESCIA

2.2.1. Inquadramento territoriale

Il Comune di Brescia si estende per 90 kmq e confina con i seguenti comuni: Bovezzo, Nave, Botticino, Rezzato, Castenedolo, Borgosatollo, San Zeno Naviglio, Flero, Castel Mella, Roncadelle, Gussago, Cellatica e Collebeato e sorge nell'alta Pianura Padana allo sbocco della Val Trompia, ai piedi del monte Maddalena e del colle Cidneo. Il territorio, delimitato a nord dalle Prealpi Bresciane, ad est dalle Prealpi Gardesane e a ovest dai territori della Franciacorta, è in maggior parte pianeggiante; tuttavia tutto il versante sud del Monte Maddalena (compresa la cima) ricade nel territorio comunale, così che il comune di Brescia si trova ad avere un'escursione altimetrica di 770 metri.

Figura 2-2 – usi e coperture del suolo del comune di Brescia (fonte: PVB)



Osservando la mappa emerge una distribuzione tripartita delle coperture del suolo, coerentemente con l'assetto idrogeomorfologico e la distribuzione dei pedopaesaggi :

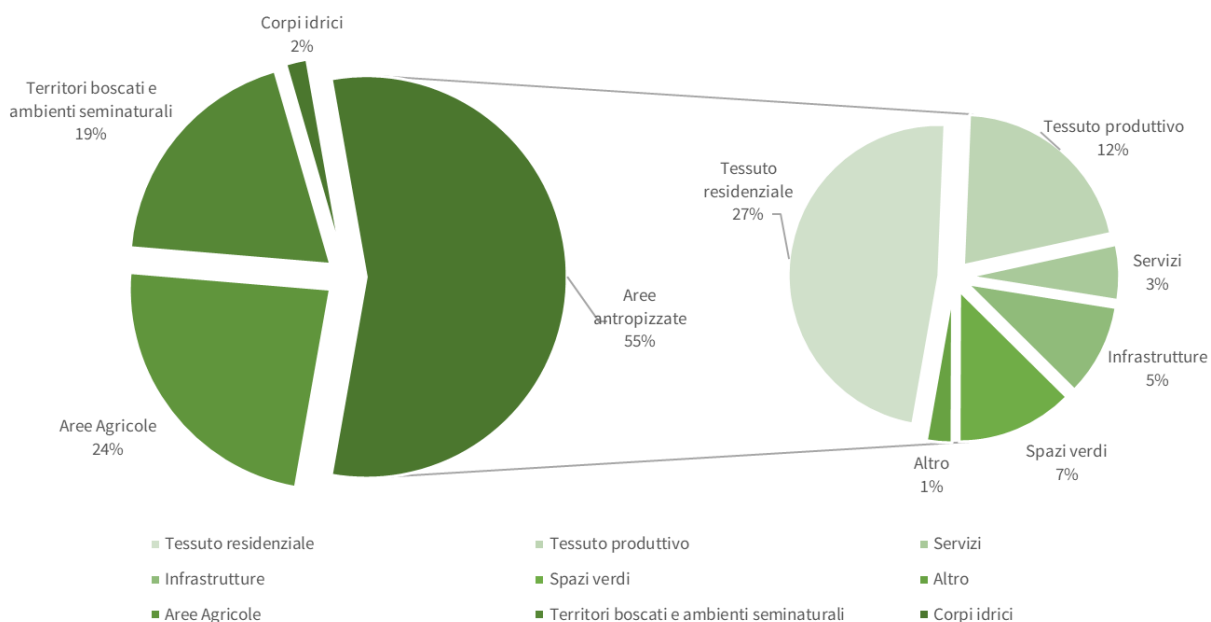
1. **la fascia collinare**, con la presenza dell'alternanza di piccoli appezzamenti agricoli con ampie superficie boscate, prevalentemente a ceduo, e formazioni più naturali quali arbusteti e macchie boscate non più governate, tendenti alla naturalità. I prati sono ancora presenti nelle aree pianiziali, o meno acclivi, e sulle pendici più prossime ai centri abitati, mentre scarseggiano nelle quote più alte a causa del progressivo abbandono dell'economia montana e, dunque,

all'avanzamento del bosco. In corrispondenza dei crinali e dei pendii maggiormente inclinati, il suolo è a tratti scoperto e caratterizzato da affioramenti rocciosi;

2. **la fascia della pianura agricola** dove è tutt'ora presente un'agricoltura caratterizzata da partiture ampie e coltivazioni di tipo intensivo, prevalentemente monocolturali, con pochi lembi di boschi e filari, relitti o di formazione recente, e reti importanti di formazioni lineari di vegetazione, oltre al ricco reticolo idrografico minore. Spiccano le cave di pianura dismesse che caratterizzano la parte sud est del territorio comunale, definendo un nuovo margine tra la città e il territorio agricolo circostante;
3. **la fascia centrale urbana** nella quale la concentrazione edilizia ha sostanzialmente cancellato forme e spazi originari, tranne che in corrispondenza del Centro storico e degli insediamenti più datati. In particolare, si nota la pressochè totale cancellazione dell'ambito fluviale del Garza, e la fortissima riduzione di quello del Mella. L'area urbana recente è eterogenea, con ambiti caratterizzati dalla polverizzazione degli spazi aperti e scarsità di verde pubblico, talvolta connotati da un tessuto urbano residenziale ricco di verde privato, dalla presenza delle grandi aree produttive dismesse, ma anche dalla presenza delle grandi macchie verdi dei parchi maggiori. Permangono alcune aree di agricoltura urbana, compatte, ma intercluse nel sistema insediativo.

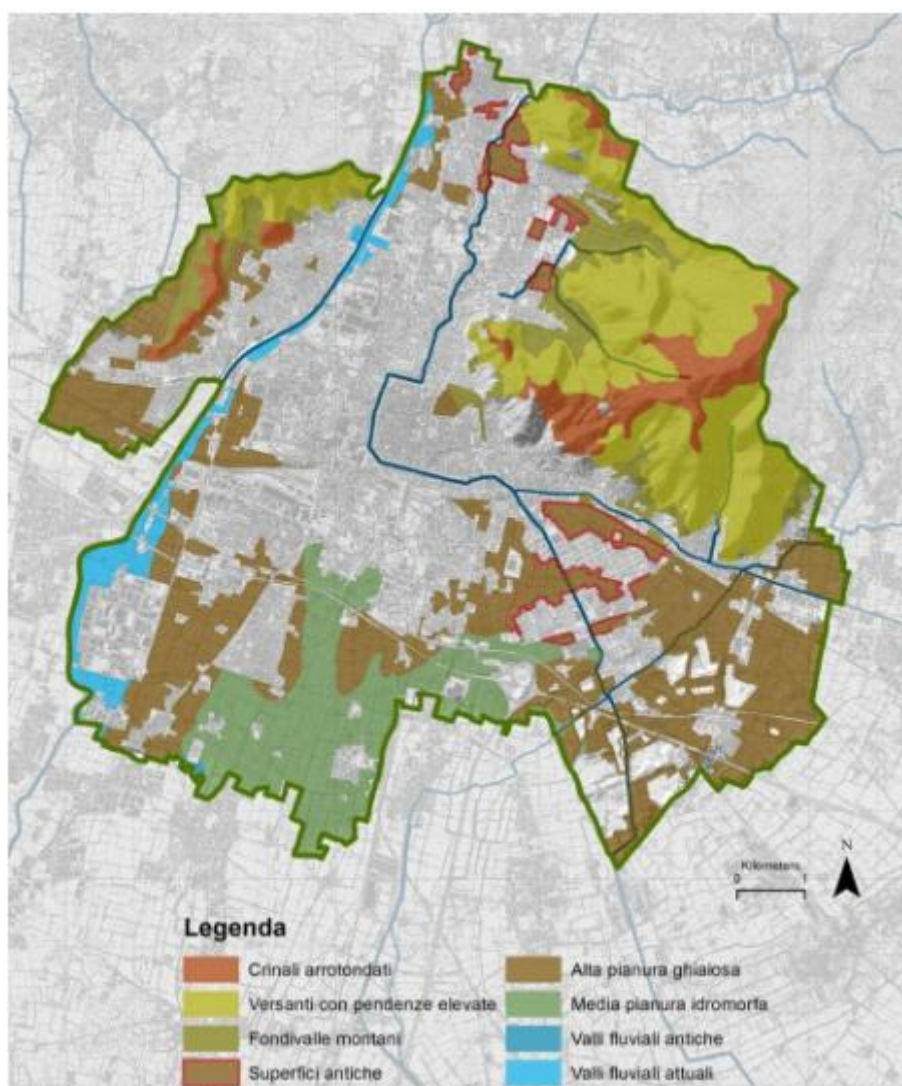
Il territorio del Comune di Brescia si compone prevalentemente da "Aree antropizzate" pari a 56% dell'intero territorio e da "Zone agricole" pari al 24% e a seguire da "Territori boscati e ambienti seminaturali" pari al 19%, come rappresentato nell'immagine sottostante a sinistra. Interessante notare a destra che l'"Area antropizzata" si compone principalmente del "Tessuto residenziale" pari al 48% dell'intero territorio antropizzato del Comune di Brescia, a seguire il "Tessuto produttivo" pari al 21%. Per le restanti destinazioni spiccano gli "Spazi verdi" pari al 13%; i "Servizi" sono solo pari al 3%.

Figura 2-3 – gli ambiti del territorio del Comune di Brescia (fonte: DUSAF 2018)



Nel sistema planiziale le unità di paesaggio sono profondamente alterate, se non addirittura del tutto scomparse, poiché sono state interessate da importanti fenomeni di antropizzazione (aree grigie in figura).

Figura 2-4: Carta dei pedopaesaggi (base dati: Geoportale Regione Lombardia- Stato dell'Ambiente di Brescia)



Nel tratto subplaniziale ancora conservato, anche se profondamente alterato, Brescia si estende prevalentemente sulle unità di pedopaesaggio che delineano l'alta pianura ghiaiosa, costituita da depositi fluvioglaciali generalmente grossolani. Addossata al sistema montuoso orientale, l'alta pianura è caratterizzata da unità molto antiche, costituite da depositi con una importante componente argillosa (aree marroni a contorno rosso mattone in figura).

Nella porzione centro-meridionale del territorio è inoltre evidente un importante limite fisiografico che separa l'alta pianura ghiaiosa, dalla media pianura, le cui unità sono generalmente povere di scheletro e a granulometria più fine rispetto alle unità che costituiscono l'alta pianura ghiaiosa. A sud del limite alta pianura – media pianura, le unità di suolo hanno caratteristiche tendenzialmente idromorfe, non a caso, proprio con la media pianura, soprattutto a sud di Brescia, coincide la fascia di affioramento dei fontanili e delle risorgive.

Infine in direzione N-S, è ancora riconoscibile la valle fluviale attuale del Mella, costituito da depositi fluviali sui quali sono impostati suoli da sottili a moderatamente profondi.

Il sistema montuoso è caratterizzato da estesi boschi che ricoprono sia i versanti settentrionali sia quelli meridionali. L'estensione attuale dei boschi è visibilmente maggiore rispetto a quanto non fosse nella seconda metà del secolo scorso, poiché, le foreste, a seguito del progressivo abbandono delle pratiche agro-pastorali e in genere dell'economia montana, si sono diffuse sui versanti a scapito dei prati e dei prati arbustati.

I prati di varia natura indicati in figura, costituiti prevalentemente da specie vegetali erbacee, sono ancora presenti nelle aree subpianeggianti più accessibili, ancora utilizzate dalle aziende ancora attive, sulle pendici più prossime ai centri abitati e pertanto facilmente accessibili, e infine in corrispondenza dei crinali e dei pendii maggiormente inclinati, dove il suolo è a tratti scoperto e caratterizzato da affioramenti rocciosi. In quest'ultimo contesto ambientale, soprattutto sui pendii esposti a meridione, i normali processi di colonizzazione da parte di specie legnose (alberi e arbusti) sono rallentati a causa delle condizioni limite (es. suoli sottili con bilancio idrico ridotto, forte assoluzione) per cui l'avanzata del bosco risulta rallentata rispetto ad altre aree.

In pianura il paesaggio agricolo è molto ridotto rispetto a quanto non fosse nella seconda metà del secolo scorso, mentre l'ambito urbano in senso lato (case, parchi, giardini, cave, discariche, ecc.) si è esteso enormemente, divenendo preponderante in tutto il territorio. Rimangono conservati a uso agricolo i tratti di media pianura idromorfa e i tratti distali dei coni fluvioglaciali dell'alta pianura.

Infine, quasi completamente inseriti nel tessuto urbano e periurbano, compaiono frammentariamente e ormai come ambienti "accessori", prati ancora sfalciati e lembi di boschi, che più correttamente possono essere interpretati come preboschi, poiché il loro sottobosco erbaceo non è costituito da specie vegetali nemorali, ma da altre specie rinvenibili in altri ambienti (es. prati, incolti, cespuglieti).

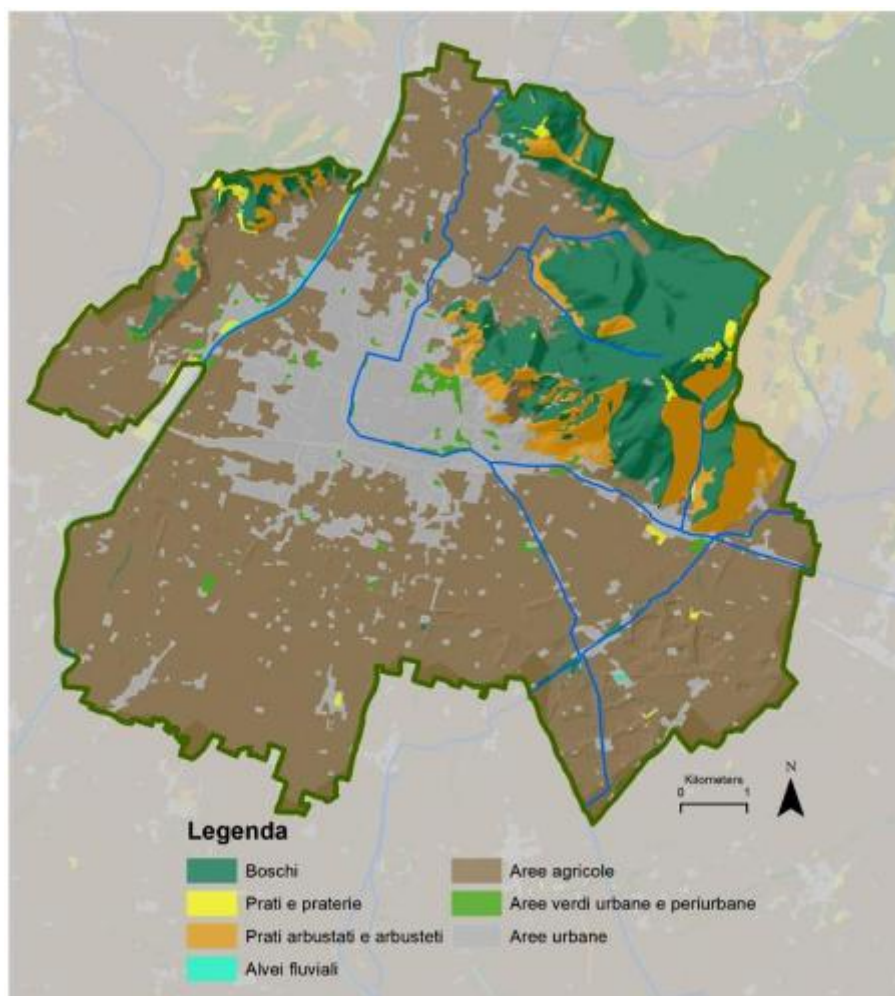
Prati, preboschi e incolti presenti a ridosso di complessi urbani o d'infrastrutture nel complesso costituiscono una "rete discontinua" di ambienti che, sebbene con valori modesti, rappresentano gli aspetti naturalisticamente più rilevanti in ambito urbano e periurbano.

Il paesaggio a Brescia, solo circa sessant'anni fa, era molto differente rispetto a quello attuale, sia sui distretti montuosi sia in quelli pianiziali.

Sui rilievi montuosi è evidente come l'utilizzo del suolo fosse diversificato: le dorsali sub pianeggianti e i tratti meno inclinati delle pendici meridionali erano utilizzati prevalentemente a prato, su quelle con maggiori inclinazioni erano diffusi prati arbustati e cespuglieti, che in tempi precedenti al 1954 erano stati utilizzati probabilmente sia come prato che come pascolo, ed alcuni di questi anche come coltivi. I versanti settentrionali erano invece utilizzati come fonte di approvvigionamento di legname, e indirizzati prevalentemente a bosco.

In pianura il paesaggio era profondamente differente rispetto a quello attuale: sulla mappa è visibilmente intuibile come le superfici agrarie prevalessero quantitativamente rispetto alle aree urbane, mentre il bosco, i prati s.l. e i cespuglieti erano sporadici o del tutto assenti.

Figura 2-5 – Destinazione d’uso del suolo nel 1954 (base dati: Geoportale Regione Lombardia- Stato dell’Ambiente di Brescia)

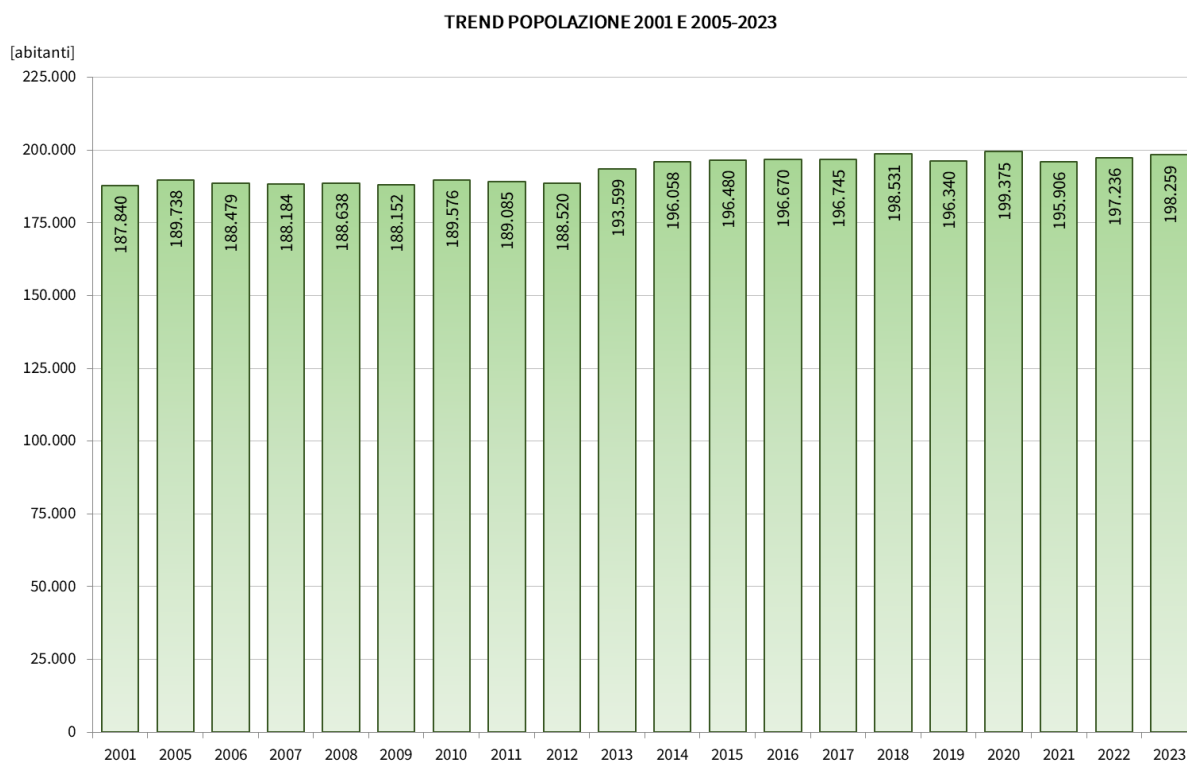


2.2.2. Popolazione

L’analisi della Popolazione è rilevante nella stesura del PAC in quanto la qualità dell’aria e gli effetti del Cambiamento climatico hanno effetti diretti anche sulla salute umana e sulla diffusione di malattie.

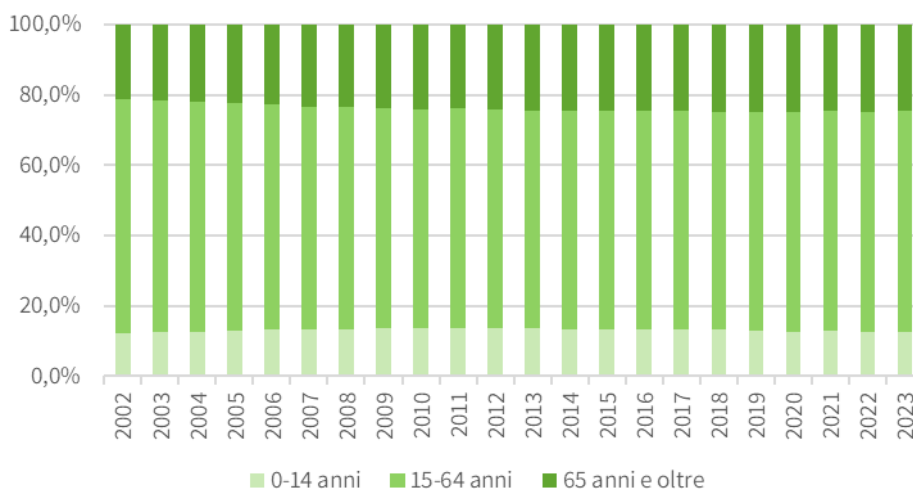
Nella figura che segue si riporta il numero di abitanti del comune di Brescia nel 2001 e dal 2005 al 2023 (fonte dati: Istat): tra il 2001 e il 2010 la popolazione si mantiene piuttosto stabile, con una crescita complessiva inferiore all’1% (+0.1% annuo circa), mentre tra il 2010 e il 2023 l’aumento demografico risulta essere più netto (+4.5%), con un tasso di crescita medio annuo dello 0.6% annuo. Tuttavia, si evidenzia che tra il 2010 e il 2012 il numero di residenti risulta calato di circa 1'000 unità (-0.5% in 2 anni) mentre nel periodo successivo la popolazione risulta sempre in crescita, in particolar modo tra il 2012 e il 2014 (+4% in due anni).

Figura 2-6 – popolazione residente nel comune di Brescia, dati al 2001 e dal 2005 al 2023 (fonte: Istat)



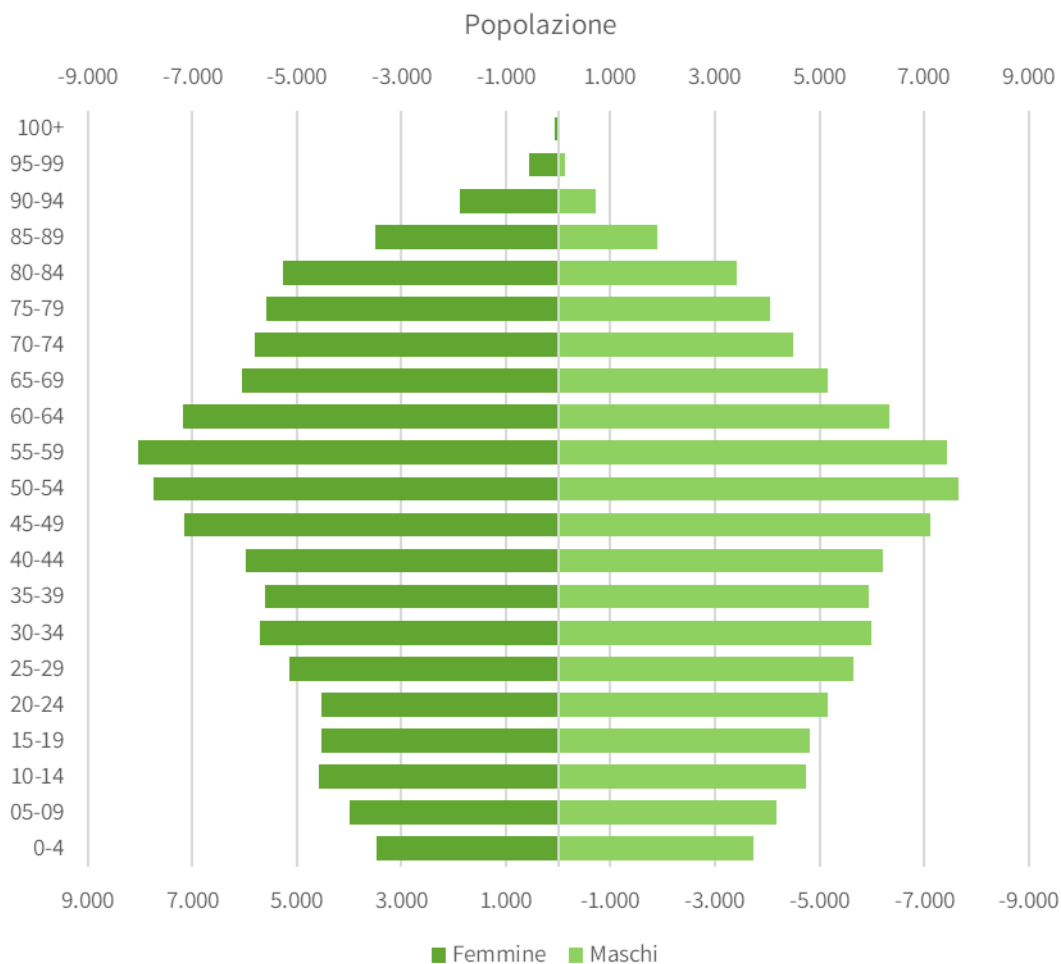
Si riporta nella figura a seguire la suddivisione in tre fasce di età: bambini (0-14 anni), adulti (15-64 anni) e anziani (65 anni e oltre) della popolazione del comune di Brescia. Si evidenzia come la fascia oltre ai 65 anni più vulnerabile rispetto sia agli eventi climatici estremi, sia all'inquinamento atmosferico è in crescita negli ultimi 20 anni.

Figura 2-7 – età della popolazione raggruppata in tre fasce, dati dal 2002 al 2023 (fonte: Istat ed elaborazioni del settore informatica, innovazione e statistica del Comune)



Nella figura a seguire è riportata la piramide d'età della città di Brescia nell'anno 2020. Si nota un evidente sbilanciamento tra la classe più numerosa (50-54 anni e 55-59 anni) e la prima classe (0-4 anni) che spiega bene l'invecchiamento in corso della popolazione bresciana.

Figura 2-8 – piramide di età per sesso del Comune di Brescia, dati del 2023 (fonte: Istat ed elaborazioni del settore informatica, innovazione e statistica del Comune)



In figura a seguire si riportano alcuni indicatori demografici che illustrano la struttura per età della popolazione residente.

I giovani al di sotto dei 15 anni rappresentano il 12,2% della popolazione, contro il 12,4% nel 2023, mentre inizia a risalire la quota della fascia centrale 15-64 anni (63,2% nel 2023 a fronte di 62,1% nel 2022). Le percentuali di residenti nelle fasce di età più elevata rimangono sostanzialmente invariate rispetto all'anno precedente.

L'indice di vecchiaia totale per il 2023 è pari a 202,1 (cioè 202 anziani ogni 100 giovani di età tra 0 e 14 anni), mentre l'indice di dipendenza strutturale per gli anziani è pari a 38,9 (cioè 39 anziani ogni 100 persone in età adulta 15-64 anni), invariato rispetto all'anno precedente.

L'indice di vecchiaia è più elevato per le donne: 244,5 (245 anziane circa ogni 100 giovani) contro 161,8 per gli uomini.

Figura 2-9 – Indicatori demografici della popolazione comune di Brescia, anni 2014 – 2023 (fonte: Documento unico di programmazione 2025/2028)

INDICATORI DI STRUTTURA	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
% popolazione sotto i 15 anni	13,4	13,3	13,3	13,1	12,9	12,8	12,7	12,6	12,4	12,2
% popolazione 15-64 anni	62,1	62,2	62,2	62,2	62,5	62,6	62,9	62,9	63,1	63,2
% popolazione uguale o sopra i 65 anni	24,6	24,6	24,6	24,7	24,6	24,6	24,4	24,6	24,5	24,6
% popolazione uguale o sopra i 75 anni	13,0	13,3	13,5	13,6	13,6	13,7	13,3	13,6	13,6	13,8
Età media femmine	47,3	47,4	47,5	47,6	47,7	47,8	43,7	48,0	48,0	48,0
Età media maschi	43,0	43,1	43,3	43,5	43,5	43,7	47,8	43,9	44,0	44,1
Età media totale	45,3	45,4	45,5	45,7	45,7	45,8	45,9	46,0	46,0	46,1
Indice di vecchiaia femmine	227,2	228,5	229,7	230,1	231,5	233,3	151,7	238,6	240,1	244,5
Indice di vecchiaia maschi	142,2	144,0	146,1	148,3	150,1	152,6	234,3	155,2	157,7	161,8
Indice di vecchiaia totale	183,8	185,3	187,0	188,5	190,0	192,1	192,0	195,9	197,9	202,1
Indice di dipendenza strutturale	61,1	60,9	59,8	60,6	60,1	59,9	59,0	59,1	58,5	58,2
Indice di dipendenza strutturale anziani	39,5	39,5	39,6	39,6	39,3	39,4	38,8	39,1	38,9	38,9

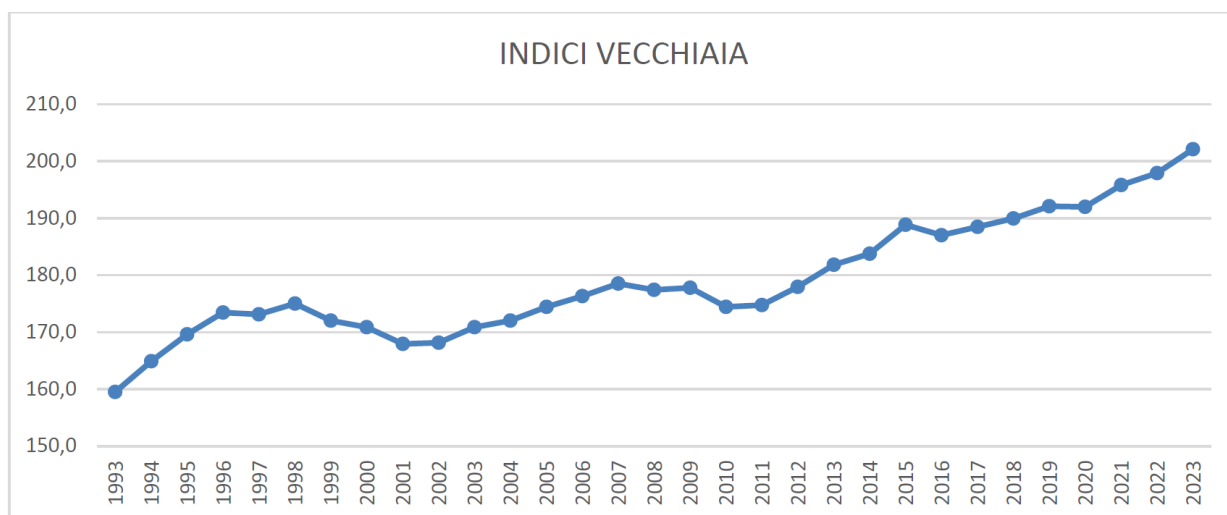
Fonte: elaborazioni a cura del settore Transizione digitale su anagrafe del Comune di Brescia.

Indice di vecchiaia: rapporto tra la popolazione con età maggiore o uguale a 65 anni e la popolazione 0-14 anni, moltiplicato per 100.

Indice di dipendenza strutturale: rapporto tra la popolazione in età non attiva (età 0-14 anni e maggiore o uguale a 65 anni) e la popolazione in età attiva (15-64 anni), moltiplicato per 100.

Indice di dipendenza strutturale degli anziani: rapporto tra la popolazione con età maggiore o uguale a 65 anni e la popolazione in età attiva (15-64 anni), moltiplicato per 100.

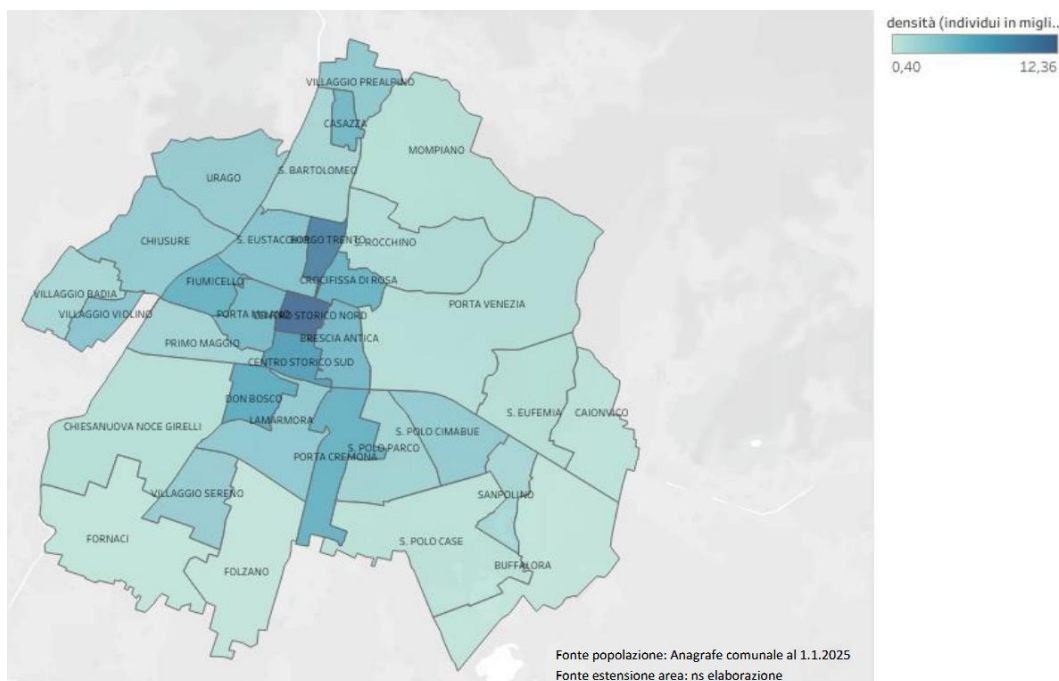
Figura 2-10 – Indice di vecchiaia della popolazione residente nel comune di Brescia dal 1993 al 2023 (fonte: Documento unico di programmazione 2025/2028)



Fonte: elaborazioni a cura del settore Transizione digitale su anagrafe del Comune di Brescia

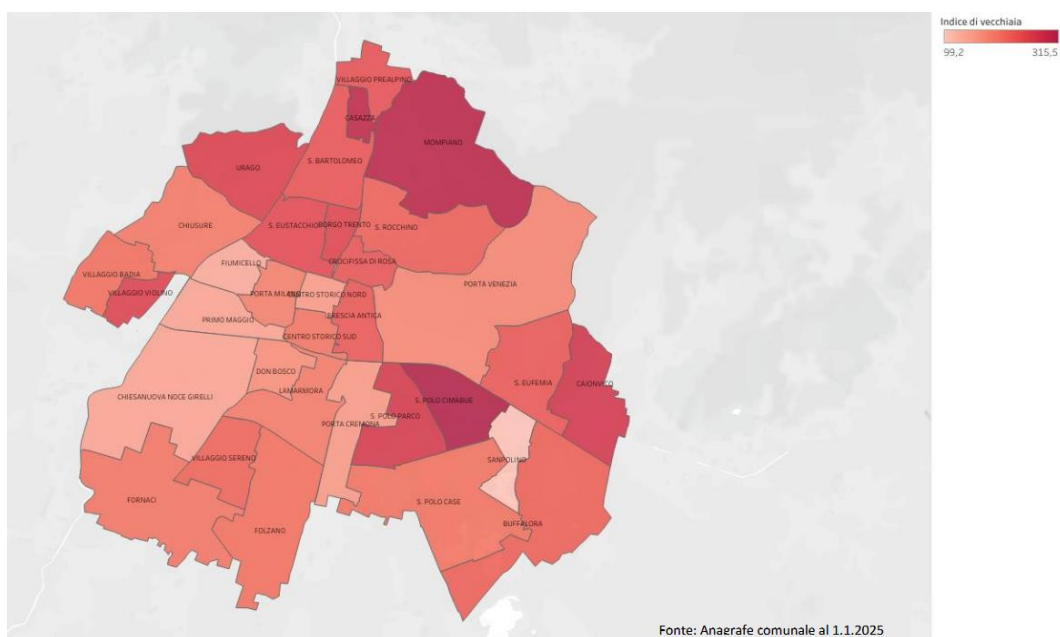
Tenendo conto dell'estensione dei quartieri², i quartieri con più alta densità abitativa sono Centro Storico Nord (12,4 mila persone per km quadrato) e Borgo Trento (10,4 mila persone per km quadrato). Mentre quelli con minor densità sono Folzano, Buffalora e Fornaci. La densità della città è pari a 2,23 mila abitanti per km quadrato.

Figura 2-11 – Mappa della distribuzione della densità della popolazione residente per quartiere (popolazione in migliaia per km quadrato) (fonte: Aspetti demografici della popolazione residente per quartiere Brescia, anno 2025)



Complessivamente nella città di Brescia la componente anziana della popolazione (>65 anni) è doppia rispetto a quella giovane (<15 anni): l'indice di vecchiaia è pari a 206,6, che indica che ci sono più di 206 anziani per 100 giovani. In particolare, i quartieri con indici di vecchiaia più elevati sono S. Polo Cimabue (315 anziani per 100 giovani), Mompiano (304,7) e Casazza (302,1). Il quartiere con più giovani è Sanpolino (con 99,2 anziani per 100 giovani).

Figura 2-12 – Mappa degli indici di vecchiaia della popolazione residente per quartiere (fonte: Aspetti demografici della popolazione residente per quartiere Brescia, anno 2025)



2.2.3. Mobilità

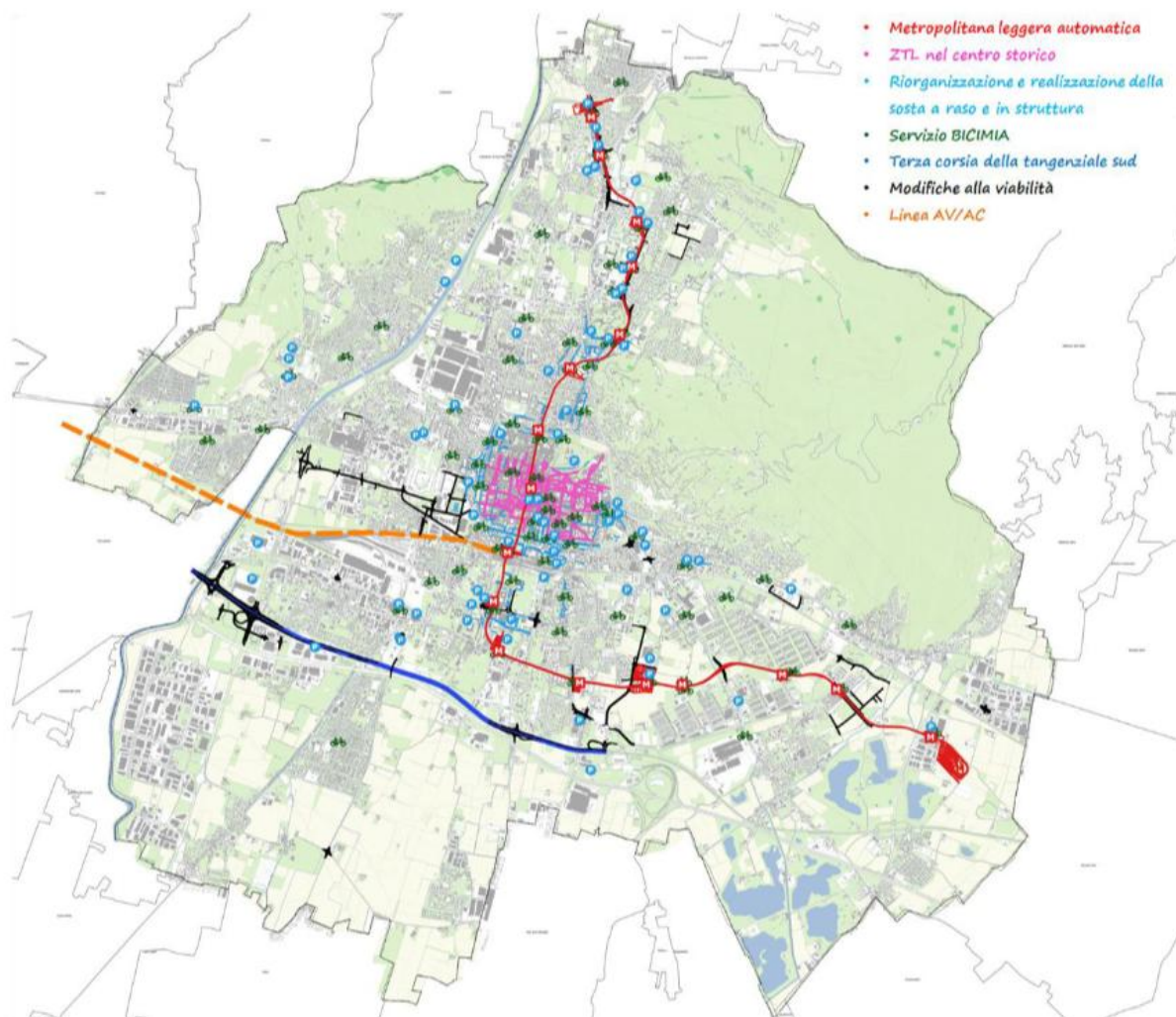
La rete della mobilità di Brescia è ben strutturata e comprende una combinazione di trasporto pubblico, piste ciclabili e infrastrutture per la mobilità privata. Di seguito una panoramica dei principali elementi della rete:

- **Trasporto pubblico:** La città è servita dalla
 - **metropolitana di Brescia**, una linea automatizzata (senza conducente) inaugurata nel 2013. La linea si estende per circa 13,7 km, con 17 stazioni, collegando la periferia nord (Prealpino) alla periferia sud (Sant'Eufemia - Buffalora).
 - **Rete Autobus** gestita da Brescia Trasporti che copre sia il centro urbano che le aree periferiche e l'hinterland, offrendo numerose linee che garantiscono collegamenti frequenti. Sono disponibili autobus elettrici e a basso impatto ambientale per incentivare una mobilità più sostenibile.
- **Mobilità ciclabile:** è presente una rete di piste ciclabili ben sviluppata, che si estende sia nel centro storico che nelle zone periferiche. Da qualche anno è attivo il servizio di bike sharing chiamato BiciMia, che consente ai cittadini e ai turisti di noleggiare biciclette in diverse stazioni distribuite nella città.
- **Mobilità pedonale:** il centro storico di Brescia è in gran parte zona a traffico limitato (ZTL), incentivando gli spostamenti pedonali e migliorando la qualità dell'aria. Numerose aree, come Piazza della Loggia e Piazza Vittoria, sono interamente pedonali.
- **Mobilità privata:** La città dispone di un'efficiente rete stradale e tangenziali che collegano le principali arterie urbane ed extraurbane. Sono presenti numerosi parcheggi scambiatori vicino alle stazioni della metropolitana e dei bus, che incoraggiano l'uso del trasporto pubblico.
- **Mobilità condivisa:** Oltre al bike sharing, Brescia offre servizi di car sharing per ridurre il numero di veicoli privati in circolazione. È possibile trovare punti di ricarica per veicoli elettrici, promuovendo l'uso di auto a basse emissioni.

Nel corso degli ultimi 15 anni la città di Brescia ha compiuto un grandissimo sforzo per adeguare l'offerta di trasporto urbana alle dinamiche ed alle ambizioni di una media metropoli europea.

Valgano, su tutti, la realizzazione della metropolitana e il potenziamento del sistema tangenziale, che costituiscono certamente le opere di maggior impegno unitario sostenute dall'Amministrazione pubblica; ma non è certo da trascurare il costante e capillare sforzo di adeguamento del sistema di trasporto pubblico di superficie, di riqualificazione e messa in sicurezza della rete viaria urbana, di governo della sosta e, non ultimo, di sostegno alla mobilità non motorizzata.

Figura 2-13 – Principali interventi di potenziamento del sistema dei trasporti bresciano (2001-2017) (fonte: PUMS)



Considerati nel loro insieme, questi interventi hanno trasformato molte zone della città, contribuendo anche a modificare le abitudini dei bresciani in termini di spostamenti, urbani e non. Pertanto, prima di procedere alla redazione del piano, è importante verificare l'evoluzione del sistema nel corso degli ultimi anni.

2.2.4. Costruito

Il sistema insediativo del Comune di Brescia si caratterizza per una combinazione di elementi storici, urbanistici e paesaggistici che riflettono la sua lunga storia e il ruolo strategico nella Regione Lombardia.

- **Centro Storico:** Il cuore della città è il centro storico, caratterizzato da una rete di strade medievali e rinascimentali, piazze monumentali (come Piazza della Loggia e Piazza del Duomo) e edifici di grande valore storico-artistico. Brescia è famosa per i suoi monumenti, tra cui il Capitolium, il Castello sul colle Cidneo, e il complesso di San Salvatore-Santa Giulia, patrimonio UNESCO.
- **Zone Periferiche e Quartieri Residenziali:** Attorno al centro storico si sviluppano quartieri residenziali costruiti principalmente nel XX secolo. La crescita urbana è stata influenzata dal

processo di industrializzazione e dall'espansione demografica, creando una distribuzione policentrica con zone dedicate a servizi, aree residenziali e poli commerciali.

- **Aree Industriali e Produttive:** Brescia ha una forte tradizione industriale, con aree dedicate al settore metallurgico, meccanico e manifatturiero. Questi poli produttivi si concentrano soprattutto nelle aree sud e ovest della città, integrandosi con una rete infrastrutturale sviluppata, come autostrade, ferrovie e l'interporto.
- **Colline e Aree Verdi:** Il sistema insediativo si armonizza con elementi naturali come le colline (ad esempio il colle Cidneo e la Maddalena) e parchi urbani, tra cui il Parco delle Colline e il Parco Tarello. Questi spazi verdi contribuiscono alla qualità della vita e offrono un equilibrio tra sviluppo urbano e sostenibilità ambientale.
- **Rete di Frazioni e Borgate:** Il territorio comunale comprende diverse frazioni e borgate, che conservano un carattere più rurale o semi-urbano, integrandosi nel contesto cittadino grazie alla rete infrastrutturale e al trasporto pubblico.

Il sistema insediativo di Brescia rappresenta quindi un equilibrio tra tradizione e modernità, con una forte identità storica unita a una continua evoluzione urbana e funzionale.

Nella tabella che segue si analizza il patrimonio edilizio del territorio comunale in funzione dell'epoca in cui è stato realizzato: queste informazioni costituiscono un elemento importante per l'individuazione delle modalità costruttive adottate, direttamente connesse alle performance energetiche medie degli edifici. I dati utilizzati fanno riferimento al 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni Istat del 2011.

Dalle elaborazioni svolte si evince che gli edifici con un numero di piani superiore a 2 sono i più diffusi in quanto rappresentano il 54% circa degli edifici totali. Quasi il 40% degli edifici risulta costruito negli anni '60 e '70; seguono gli edifici costruiti prima del 1946 (29%) mentre gli edifici costruiti in epoca recente (2002-2011) sono inferiori all'1%.

Tabella 2-1 numero di edifici e abitazioni per tipologia ed epoca costruttiva presenti nel comune di Brescia al 2011 (fonte: Istat – PAESC)

NUMERO DI ABITAZIONI									EDIFICI	
Tipologia di edificio	Epoca di costruzione						TOTALE	Totale [%]	TOTALE	Totale [%]
	Fino 1945	Dal 1946 al 1961	Dal 1962 al 1981	Dal 1982 al 1991	Dal 1992 al 2001	Dal 2002 al 2011				
Numero di piani <= 2	6'979	6'579	11'357	1'453	1'465	438	28'272	29%	7'478	46%
Numero di piani > 2	17'338	16'342	28'213	3'611	3'640	1'088	70'231	71%	8'865	54%
TOTALE	24'317	22'921	39'570	5'064	5'105	1'526	98'503	100%	16'343	100%
Totale [%]	25%	23%	40%	5%	5%	2%	100%			

EDIFICI	TOTALE	4'705	3'988	6'180	646	684	140	16'343
	Totale [%]	29%	24%	38%	4%	4%	1%	100%

Considerando i dati relativi alle abitazioni riportati nella tabella precedente, elaborati a partire dalla distribuzione del numero di abitazioni per epoca e dalla tabella che riporta il numero di edifici per numero di piani fornite da Istat, si riscontra un maggior peso delle abitazioni in edifici con numero di piani superiore

a 2 (71% del totale) mentre, in termini di epoca di costruzione, la situazione analizzata è simile a quella già discussa in termini di edifici, seppur con una incidenza leggermente maggiore delle abitazioni in edifici di epoca recente. Analizzando il dato relativo al numero medio di abitazioni per edificio, è infatti possibile riscontrare che negli edifici costruiti tra il 2002 e il 2011 sono presenti in media circa 11 abitazioni per edificio, pari quasi al doppio rispetto al numero di abitazioni medio negli edifici costruiti fino agli anni '70.

La Tabella 2-2 restituisce i consumi energetici stimati per tipologia ed epoca costruttiva. Tale suddivisione risulta di particolare rilevanza ai fini dell'analisi energetica, in quanto solamente alla fine degli anni '70 sono entrate in vigore le prime leggi con prescrizioni di efficienza e risparmio energetico.

Tabella 2-2 consumi energetici (in MWh) stimati per tipologia ed epoca costruttiva nel comune di Brescia (fonte: Istat, BEI 2010 – PAESC)

CONSUMI BEI 2010 [MWh]								
Tipologia di edificio	Epoca di costruzione						TOTALE	Totale [%]
	Fino 1945	Dal 1946 al 1961	Dal 1962 al 1981	Dal 1982 al 1991	Dal 1992 al 2001	Dal 2002 al 2011		
Numero di piani <= 2	141'268	109'770	159'716	16'458	15'684	4'432	447'328	32%
Numero di piani > 2	292'661	230'480	337'043	34'678	33'100	9'368	937'329	68%
TOTALE	433'929	340'249	496'760	51'135	48'784	13'800	1'384'657	100%
Totale [%]	31%	25%	36%	4%	4%	1%	100%	

Dei circa 1'400 GWh di consumi termici annui del settore residenziale nel comune di Brescia, il 92% circa è attribuibile a edifici che risultano costruiti precedentemente al 1982 e, in particolare, più di un terzo risulta assegnato agli edifici costruiti negli anni '60 e '70. Si evidenzia, inoltre, che i consumi sono attribuibili principalmente agli edifici con numero di piani superiore a 2 (68%).

Tabella 2-3 consumi specifici lombardi (in kWh/mq per anno) per tipologia ed epoca costruttiva (fonte: ARPA, Punti Energia)

CONSUMI SPECIFICI LOMBARDI [kWh / m ² / anno]							
Tipologia di edificio	Epoca di costruzione						
	<1919	1919-1945	1946-1961	1962-1971	1972-1981	1982-1991	>1991
villetta 1-2 u.a.	249	221	194	178	148	131	124
palazzina 3-15 u.a.	207	185	164	152	126	112	106
palazzina 16-30 u.a.	189	171	151	140	115	103	97
edificio a torre +31 u.a.	151	141	127	119	96	85	81

Il consumo medio specifico per superficie nel comune di Brescia, calcolato a partire dai consumi termici al 2010 e dal dato di superficie determinato sulla base dei dati Istat al 2011, è pari a 146 kWh/mq, valore decisamente inferiore rispetto a quello regionale: il consumo medio specifico in Lombardia è infatti pari a 211 kWh/mq.

Relativamente alla tipologia impiantistica per la climatizzazione invernale, dal censimento Istat è possibile stimare che poco più della metà delle abitazioni riscaldate da impianti fissi dispone di impianto autonomo; si evidenzia inoltre che nel 74% circa delle abitazioni che dispongono di acqua calda è presente un impianto unico utilizzato sia per il riscaldamento dell'abitazione che per soddisfare il fabbisogno di acqua calda sanitaria.

Tabella 2-4 numero di abitazioni per disponibilità di servizi nel comune di Brescia al 2011 (fonte: ISTAT – PAESC)

ABITAZIONI OCCUPATE RISCALDATE				ABITAZIONI OCCUPATE CON ACQUA CALDA SANITARIA			
Anno	Da impianto autonomo	Da impianto centralizzato	TOTALE *	Anno	Impianto unico (riscald. + acs)	Impianto acs separato **	TOTALE
2011	43'668	39'884	83'552	2011	62'036	21'327	83'363
Totale [%]	52%	48%	100%	Totale [%]	74%	26%	100%

*: totale delle abitazioni occupate riscaldate da impianti fissi.

** : calcolato per differenza rispetto al totale fornito da ISTAT.

In base al censimento Istat al 2011 si individua che sono presenti sul territorio di Brescia oltre 59'000 impianti di riscaldamento di cui circa il 13% risulta essere centralizzato.

Tabella 2-5 stima del numero di impianti di riscaldamento fissi per tipologia nel comune di Brescia al 2011 (fonte: Istat – PAESC)

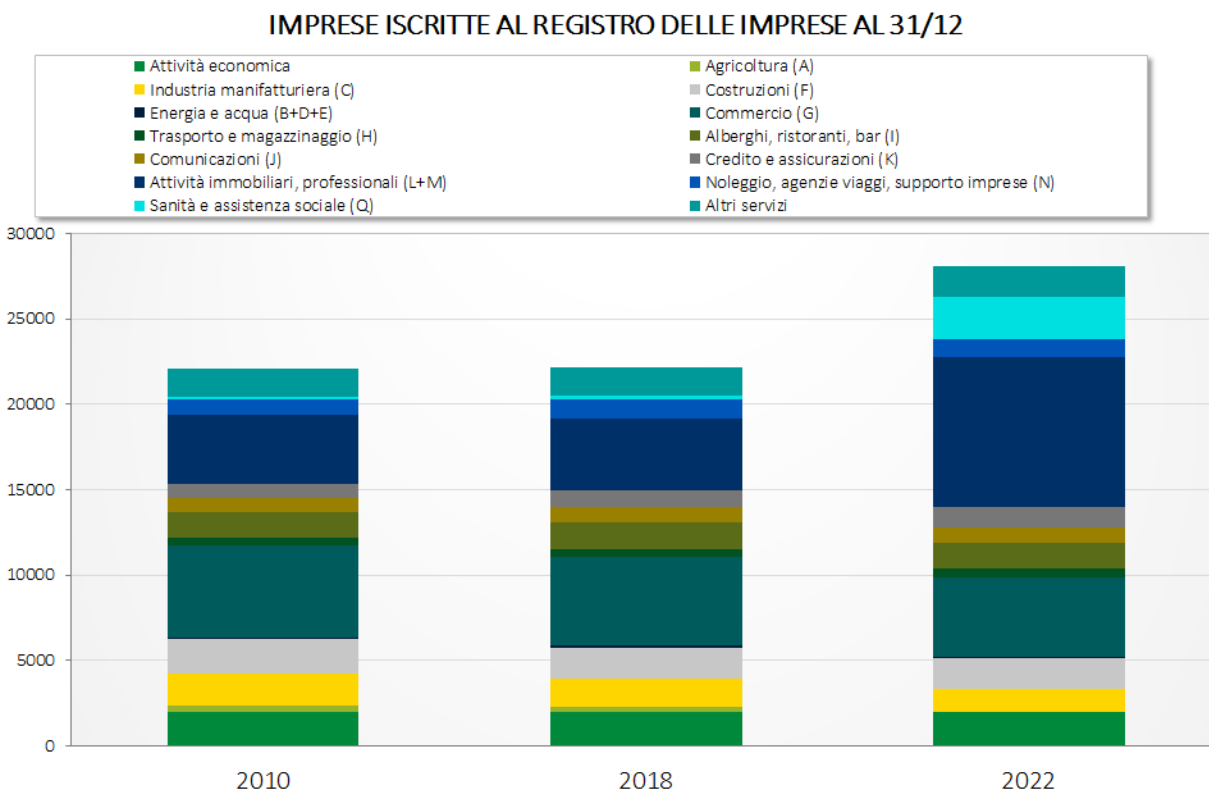
IMPIANTI DI RISCALDAMENTO		
Anno	Autonomi	Centralizzati
2011	51'482	7'801

2.2.5. Attività produttive

La città di Brescia è stata, fin dall'inizio del processo di industrializzazione che ha coinvolto il Nord Italia dai primi del '900, un polo di attrazione per l'economia di tutta la provincia. Il ruolo di supremazia e centralità che ha ricoperto si è mantenuto inalterato sino agli anni '70, quando per una serie di cause interne ed esterne all'economia provinciale, si affermarono aree alternative, quali Lumezzane e Odolo per quanto concerne il comparto manifatturiero. Negli anni '80 e '90 la realtà bresciana risulta comunque ancora caratterizzata da una forte presenza dell'industria, sia nel capoluogo sia in provincia.

In Figura 2-14 si mostra l'evoluzione delle imprese attive per categoria nel comune tra il 2010 e il 2022: si osserva una sostanziale stabilità, sebbene sia possibile notare come tra il 2010 e il 2022 il numero di imprese risulti essere in aumento, arrivando a 26'076 unità (+30% in 13 anni), l'incremento maggiore si registra tra il 2020 e il 2022 in particolare in settori quali: sanità e assistenza sociale e attività immobiliari e professionali.

Figura 2-14 – andamento del numero complessivo di imprese attive nel comune di Brescia al 2010, al 2018 e al 2020 (fonte: InfoCamere, ASR- PAESC)

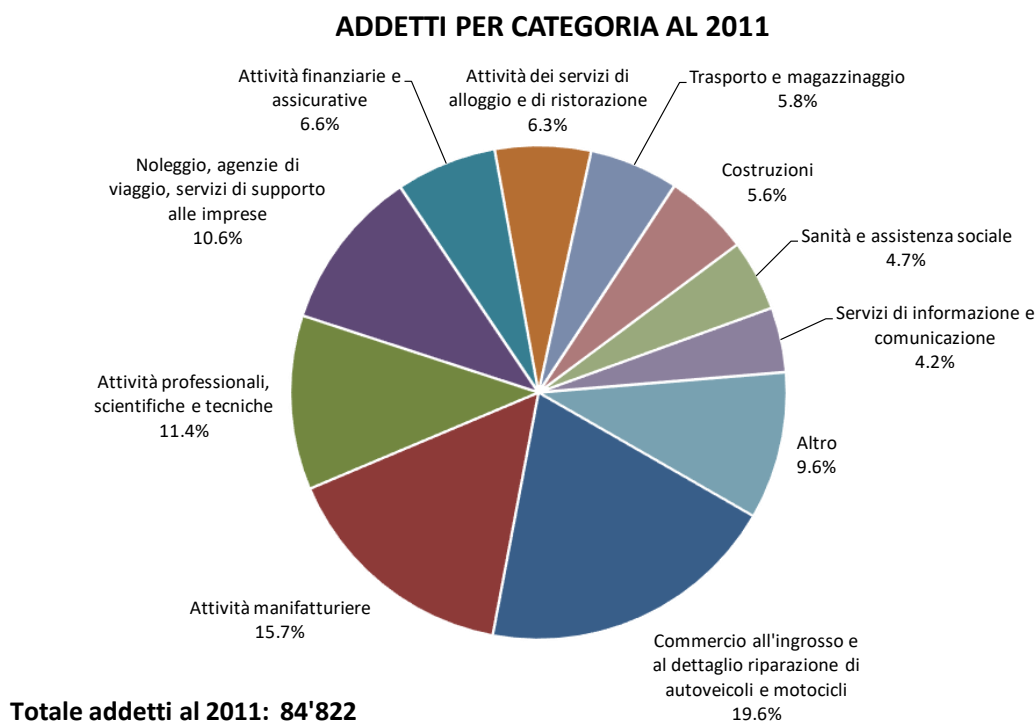


Analizzando l'andamento del numero di imprese attive per sezione di attività economica si può osservare come per alcune categorie si siano effettivamente verificate riduzioni significative. In particolare, per le "Attività manifatturiere" si riscontra un calo del 12.3% in 7 anni (232 imprese in meno), per la categoria "Costruzioni" si registra un calo del 32% (pari a 606 unità), nel settore "Commercio all'ingrosso e al dettaglio" si osserva una riduzione del 14.4% (777 imprese in meno) e, infine, si segnala la riduzione del numero di attività nel settore delle costruzioni (-10.5%, corrispondente a 212 unità).

Al contrario, si rilevano aumenti significativi nel numero di attività legate a "Sanità e assistenza sociale" e "Attività immobiliari e professionali" così come le "Attività di credito e assicurazioni"; nel 2022 non si registrano imprese di tipo agricolo.

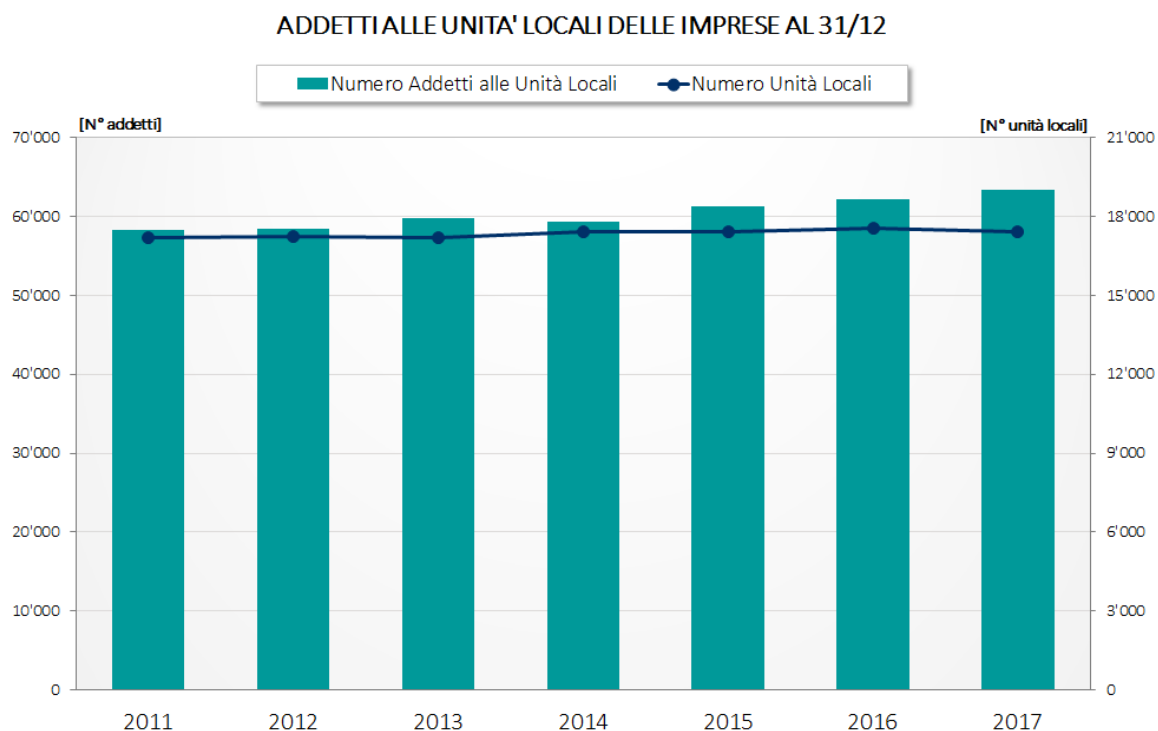
Nella figura seguente si rappresentano gli addetti suddivisi per categoria nel comune di Brescia. I dati sono relativi al censimento Istat del 2011. Si può notare come circa un quinto degli addetti sia impiegato nel commercio all'ingrosso e al dettaglio (16'648 addetti); seguono gli addetti impiegati nelle attività manifatturiere (13'298 addetti, corrispondente al 16%), quelli delle attività professionali, scientifiche e tecniche (9'665 addetti, pari all'11%) e, infine, gli addetti impiegati nella categoria "Noleggio, agenzie di viaggio e servizi di supporto alle imprese" (8'968 unità, pari all'11%).

Figura 2-15 – addetti per categoria nel comune di Brescia, dati del 2011 (fonte: Istat-PAESC)



Nel 2011 il numero di addetti locali era pari al 30% della popolazione mentre nel 2017, ultimo anno disponibile gli addetti a Brescia sono pari a 63'345 mila, salendo a circa il 33% della popolazione residente.

Figura 2-16 – evoluzione del numero di addetti per unità locale nel comune di Brescia, dati dal 2011 al 2017 (fonte: Istat-PAESC)



2.2.6. Teleriscaldamento

La rete di teleriscaldamento del comune di Brescia è entrata in funzione negli anni '70 e rappresenta il risultato di un piano globale di lungo periodo elaborato dal Comune assieme all'azienda comunale di pubblica utilità ASM S.p.A. (Azienda Servizi Municipalizzati), confluita poi in A2A S.p.A. a partire dal 2008.

Il sistema attuale di produzione è caratterizzato da due poli principali:

- La **Centrale Lamarmora**, localizzata nella zona sud della città. Regola le immissioni di calore da tutti gli impianti che partecipano al sistema e ha un impianto di cogenerazione che produce elettricità e calore. Il fabbisogno di base del sistema è soddisfatto dal termoutilizzatore grazie al recupero energetico e termico dai rifiuti non riciclabili ma nella stagione invernale è necessario integrare il sistema aggiungendo al calore prodotto dal termoutilizzatore anche quello prodotto autonomamente dalla centrale. Le tre caldaie che costituiscono la centrale utilizzano come combustibile esclusivamente gas naturale e sono dotate di BAT (Best Available Techniques) per contenere le emissioni e per ottenere elevate prestazioni energetiche ed ambientali. Nell'ottica dell'economia circolare la centrale non è unicamente un impianto di produzione ma è un sistema che regola l'utilizzo di più fonti di approvvigionamento e che gestisce le fonti di recupero partendo dal calore dei termovalorizzatori o da industrie pesanti.
- La **Centrale Nord**, costituita da sei caldaie per la produzione semplice di calore alimentate a metano, di cui due per la fornitura di vapore all'Ospedale.

Esistono inoltre due centrali minori, a nord della città, Bovezzo e Concesio, centrali a produzione semplice di integrazione e riserva per un totale di 4 caldaie a metano. Per il dettaglio dell'analisi energetica si rimanda al paragrafo 2.4.5.

2.2.7. Verde

Il territorio comunale di Brescia copre una superficie totale di 90,5 km² di cui 20,6 km² sono destinati ad uso agricolo e 17 km² sono considerati aree naturali. Complessivamente, quasi il 42% del territorio comunale è classificato come coltivato o semi-naturale.

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

Le aree verdi pubbliche del Comune di Brescia coprono 6,7 km², rappresentando circa il 7,5% del territorio totale. Queste aree verdi si suddividono in diverse categorie in base alla loro funzione prevalente, tra cui:

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

Brescia vanta circa 4.500 ettari di aree protette (Parco delle Cave e Parco delle Colline di Brescia). All'interno del territorio comunale sono presenti nove habitat riconosciuti di importanza Comunitaria, di

cui sei in cattivo stato di conservazione e tre in stato inadeguato. La biodiversità di Brescia è notevole, sono infatti presenti oltre 1.000 specie vegetali e tra queste 31 sono classificate come esotiche.

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

- Fascia collinare: caratterizzata da ampie superfici boscate e rari appezzamenti agricoli, prati e formazioni naturali
- Fascia di pianura: dove l'agricoltura è ancora presente, accompagnata da cave dismesse;
- Fascia centrale urbana: dominata dalla concentrazione edilizia, che ha quasi completamente cancellato le forme originarie degli ambiti fluviali del Garza e in gran parte del Mella.

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

- Prati
- Seminativi semplici
- Parchi e giardini urbani
- Boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo

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

Brescia dispone di un ricco patrimonio verde, sia pubblico che privato. Il patrimonio arboreo della città conta 19.478 alberi lungo le strade e 42.333 nei parchi e giardini, per un totale di circa 61.811 alberi. A questi si aggiungono oltre 100.000 alberi nei boschi comunali, raggiungendo un totale di circa 161.811 alberi. Questo si traduce in circa 18 piante ad ettaro sulla superficie comunale. Il patrimonio arboreo di Brescia è altamente diversificato, con oltre 220 specie vegetali rappresentate nel verde pubblico.

trasformazione avviene attraverso reazioni con l'ozono e con altri ossidanti atmosferici, secondo dinamiche influenzate dalla radiazione solare, dalla stabilità atmosferica e dalla disponibilità di precursori.

Per quanto riguarda il particolato atmosferico, PM10 e PM2.5 comprendono sia una componente primaria, sia una componente secondaria. Quest'ultima si forma in atmosfera a partire da precursori gassosi quali ossidi di azoto (NO_x), biossido di zolfo (SO₂), ammoniaca (NH₃) e composti organici volatili (COV), che possono trasformarsi in nitrati, solfati, sali di ammonio e aerosol organico secondario. Tali processi risultano particolarmente rilevanti in condizioni di stagnazione atmosferica, elevata umidità, scarsa ventilazione e, nel periodo invernale, in presenza di inversioni termiche che favoriscono l'accumulo degli inquinanti negli strati più bassi dell'atmosfera.

2.3.1. Emissioni in atmosfera

In Lombardia, lo strumento per la stima e l'aggiornamento delle emissioni inquinanti (componente primaria) in atmosfera viene utilizzata la banca dati INEMAR (INventario Emissioni ARia) gestito dal 2003 da Arpa Lombardia. INEMAR è un inventario pubblico consultabile al sito <https://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/WebHome> e fornisce dati con risoluzione comunale dettagliati per tipo di attività emissiva e combustibili utilizzati. Per la Regione Lombardia, la versione più aggiornata dell'inventario risulta quella relativa all'anno 2023, resa disponibile nel gennaio 2026. Nell'ambito dell'analisi modellistica oggetto del presente studio, tuttavia, il riferimento emissivo ricade sull'anno 2021, che rappresentava l'inventario più recente al momento dello sviluppo delle simulazioni. È possibile scaricare le emissioni degli inquinanti di interesse ai fini del risanamento della qualità dell'aria (SO₂ - biossido di zolfo, NO_x - ossidi di azoto, CO - monossido di carbonio, PM2.5, PM10 e PTS - particolato totale sospeso), dei precursori degli inquinanti secondari (COVNM - Composti Organici Volatili Non Metanici e NH₃ - ammoniaca) e dei principali gas climalteranti (CO₂ - anidride carbonica, CH₄ - metano e N₂O - protossido di azoto).

2.3.1.1. Provincia di Brescia

Dall'analisi della situazione dell'anno 2021 della provincia di Brescia emerge come le principali fonti che contribuiscono alle emissioni delle sostanze inquinanti e dei relativi precursori di inquinanti secondari sono:

- NO_x ossidi di azoto: la fonte principale è il trasporto su strada (41%), la seconda è la combustione nell'industria (24%) seguita dalle emissioni da altre sorgenti mobili (15%). Il riscaldamento domestico è responsabile del 10% delle emissioni di NO_x.
- PM2.5, PM10 e PTS: la prima fonte emissiva delle polveri è il comparto della combustione non industriale, in particolare la legna utilizzata per il riscaldamento domestico con contributi rispettivamente di 59%, 50% e 42% (PM2.5, PM10 e PTS); il trasporto su strada è la seconda fonte emissiva per PM2.5 (14%), PM10 (17%) e PTS (19%). Il comparto dell'agricoltura con le emissioni derivanti dalle macchine operatrici e dagli allevamenti contribuisce per il 4% alle emissioni di PM2.5, per l'8% alle emissioni di PM10 e per il 14% alle emissioni di PTS.
- SO₂: le emissioni sono dominate dalla combustione nell'industria (48%) e dai processi produttivi (45%), che insieme rappresentano la quasi totalità delle emissioni.

- COVNM: il contributo principale proviene dal macrosettore “altre sorgenti e assorbimenti”, responsabile del 37% delle emissioni di COVNM, seguito dall’agricoltura (24.4%) e dall’uso di solventi (23.9%).
- NH₃: è determinato per il 98% dal comparto agricolo.

2.3.1.2. Agglomerato di Brescia

La situazione dei 19 Comuni dell’agglomerato bresciano individuati dal PRIA (elencati in Introduzione) per ciò che concerne le emissioni di NO_x, PM10, PM2.5, SO₂, COVNM e NH₃, è descritta di seguito.

Relativamente all’NO_x (Figura 2-18), il trasporto su strada rappresenta la fonte principale di emissione, con circa il 43% del totale, seguito dalla combustione nell’industria con poco meno del 28%, coerentemente con la scala provinciale. Al terzo posto si collocano i processi produttivi, con una quota intorno all’11%, che a livello provinciale risultavano invece preceduti dalle altre sorgenti mobili e macchinari.

Le emissioni di PM10 (Figura 2-19) e PM2.5 sono dominate dalla combustione non industriale, che incide rispettivamente per circa il 36% e il 43%, seguita dal trasporto su strada con contributi prossimi al 29% per il PM10 e al 24% per il PM2.5, in linea con la scala provinciale. In terza posizione per il PM10 emergono i processi produttivi con circa il 10%, e per il PM2.5 altre sorgenti e assorbimenti con una quota pari circa al 9%.

Per quanto riguarda le emissioni di SO₂, il macrosettore prevalente è rappresentato dai processi produttivi con poco meno del 75% delle emissioni, seguito dalla combustione nell’industria con poco più del 22%.

Il contributo principale alle emissioni di COVNM deriva dall’uso di solventi, responsabile di circa il 45% delle emissioni, seguito da altre sorgenti e assorbimenti, con oltre il 22%, e dai processi produttivi, con più del 9%.

Infine, le emissioni di NH₃ dell’agglomerato provengono principalmente dall’agricoltura, che rappresenta circa l’85% del totale.

Figura 2-18: emissioni di NO_x desunte dall’inventario INEMAR nell’agglomerato di Brescia

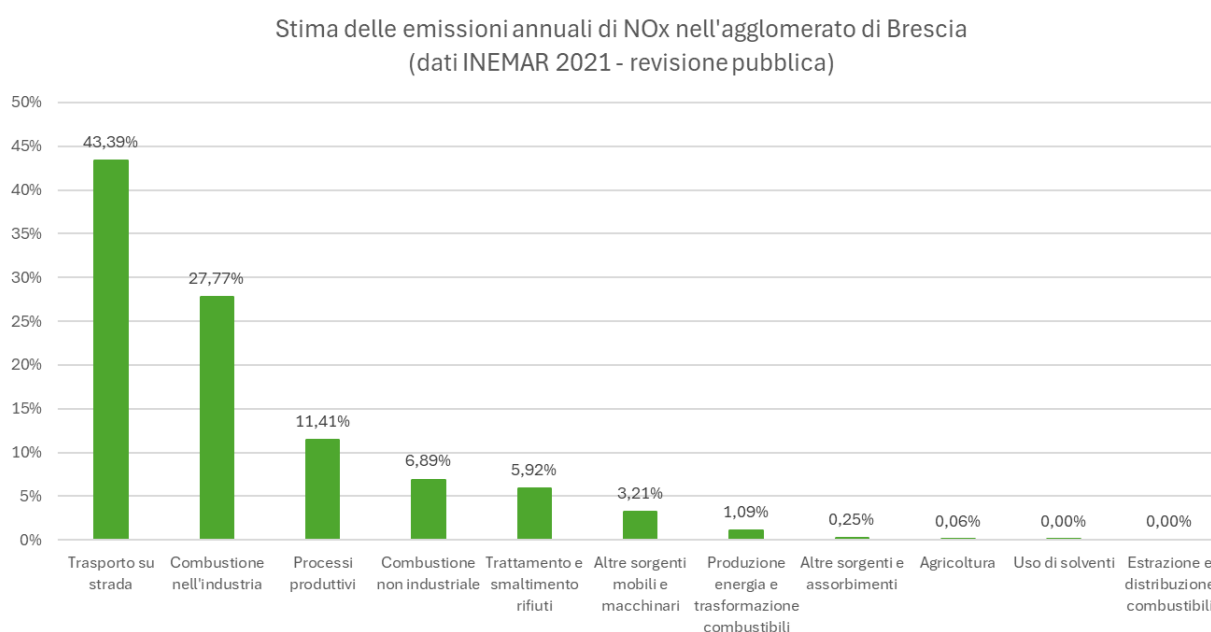
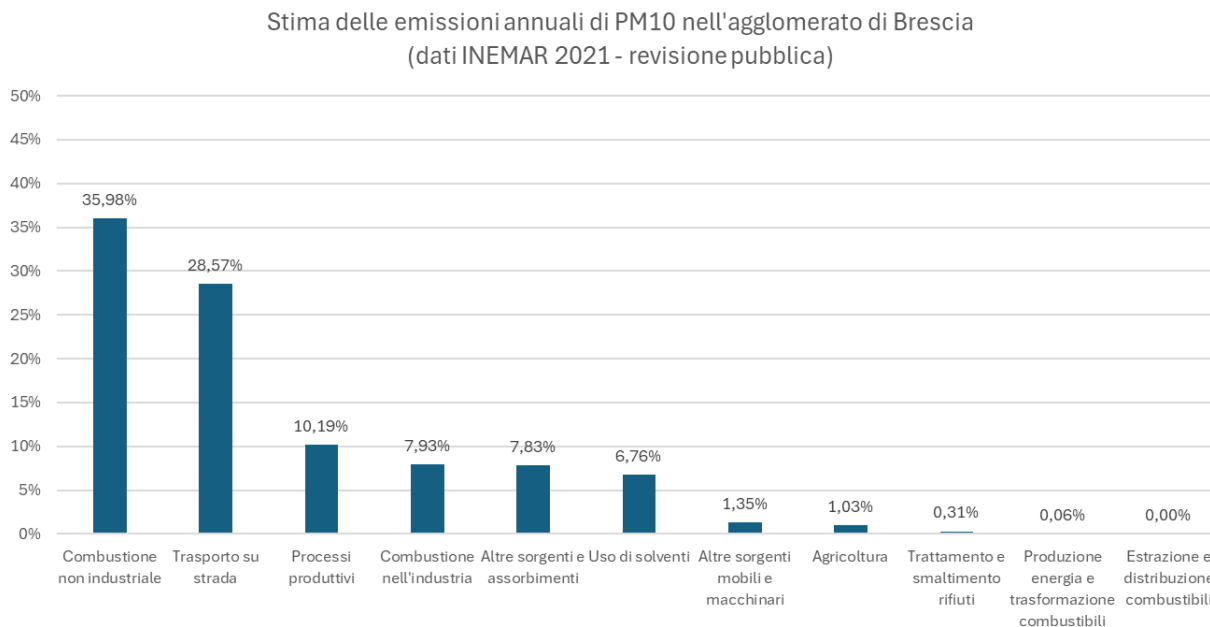


Figura 2-19: emissioni di PM10 desunte dall'inventario INEMAR 2021 nell'agglomerato di Brescia



2.3.1.3. Comune di Brescia

Si propone di seguito il confronto dell'inventario regionale lombardo (INEMAR) relativo alle emissioni del Comune di Brescia per gli anni 2021 e 2023, al fine di analizzare l'evoluzione del quadro emissivo comunale. Il confronto viene condotto per singolo inquinante, con riferimento ai macrosettori emissivi, evidenziando quelli prevalenti; la voce "Altro" rappresenta l'aggregazione di tutti i macrosettori non dominanti.

L'aggiornamento 2023 dell'inventario ha introdotto rilevanti innovazioni metodologiche e aggiornamenti dei fattori emissivi, che hanno migliorato l'accuratezza delle stime e ridotto le incertezze. Pertanto, le differenze osservate tra il 2021 e il 2023 non sono riconducibili esclusivamente a variazioni reali delle emissioni, ma riflettono anche tali aggiornamenti, per alcuni macrosettori specifici.

In Tabella 2-6 sono riportate le emissioni sul Comune di Brescia dei principali inquinanti e precursori degli inquinanti per gli anni 2023 e 2021, per ciascun macrosettore della classificazione SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution):

- MS 01 - Produzione energia e trasformazione combustibili
- MS 02 - Combustione non industriale
- MS 03 - Combustione nell'industria
- MS 04 - Processi produttivi
- MS 05 - Estrazione e distribuzione combustibili
- MS 06 - Uso di solventi
- MS 07 - Trasporto su strada
- MS 08 - Altre sorgenti mobili e macchinari

- MS 09 - Trattamento e smaltimento rifiuti
- MS 10 - Agricoltura
- MS 11 - Altre sorgenti e assorbimenti.

Tabella 2-6: emissioni dei principali inquinanti e precursori nel Comune di Brescia, per gli anni 2021 e 2023 dell'inventario INEMAR

MS	2023 (t/anno)						2021 (t/anno)					
	NO _x	PM10	PM2.5	SO ₂	COVNM	NH ₃	NO _x	PM10	PM2.5	SO ₂	COVNM	NH ₃
MS 01	28	0.09	0.09	0.095	3.0	0	42	0.26	0.26	0.15	5.9	0
MS 02	81	24	23	2.8	25	4.5	77	15	15	2.2	46	2.5
MS 03	283	12	7.8	21	21	0.062	266	13	8.3	26	24	0.071
MS 04	261	49	25	110	454	0.23	286	21	16	130	459	0.26
MS 05	0	0	0	0	122	0	0	0	0	0	99	0
MS 06	0.10	13	12	0.0002	1278	0	0.103	12	11	0.0002	1345	0
MS 07	724	93	44	0.72	192	14	928	70	48	0.75	268	14
MS 08	31	1.3	1.3	0.20	3.0	0.0057	31	1.4	1.4	0.19	3.1	0.0059
MS 09	203	1.3	1.3	5.5	0.76	5.7	238	1.4	1.4	7.2	0.94	5.4
MS 10	0.27	0.11	0.03	0	110	80	0.45	0.13	0.039	0	103	52
MS 11	5.3	26	22	0.27	253	25	4.9	17.7	16	0.27	239	25
Totale	1617	219	136	141	2461	129	1874	152	117	166	2594	100

Nella Tabella 2-7 sono riportate le variazioni, sia assolute sia percentuali, delle emissioni dei principali inquinanti e dei precursori, relative al Comune di Brescia, nell'anno 2023, valutate rispetto all'anno 2021. Si evidenzia che la confrontabilità dei dati è limitata dall'adozione di metodologie di stima non omogenee tra le due annualità in esame; pertanto, le differenze osservate non sono interpretabili come un trend emissivo nel periodo considerato.

Tabella 2-7: Variazione assoluta e percentuale delle emissioni dei principali inquinanti nel Comune di Brescia riferite all'anno 2023 rispetto al 2021

MS	Variazione assoluta (t/anno)						Variazione percentuale (%)					
	NO _x	PM10	PM2.5	SO ₂	COVNM	NH ₃	NO _x	PM10	PM2.5	SO ₂	COVNM	NH ₃
MS 01	-13.71	-0.17	-0.17	-0.05	-2.88	0	-32.5	-63.9	-63.9	-36.7	-48.8	-
MS 02	4.01	8.41	8.15	0.64	-20.58	2.01	5.21	54.8	54.2	29.0	-44.7	81.4
MS 03	16.23	-1.15	-0.53	-4.46	-2.96	-0.01	6.10	-8.88	-6.39	-17.2	-12.4	-12.4
MS 04	-25.15	27.77	9.16	-20.16	-5.86	-0.03	-8.78	133	57.3	-15.5	-1.28	-10.9

MS	Variazione assoluta (t/anno)						Variazione percentuale (%)					
	NO _x	PM10	PM2.5	SO ₂	COVNM	NH ₃	NO _x	PM10	PM2.5	SO ₂	COVNM	NH ₃
MS 05	0	0	0	0	23.16	0	-	-	-	-	23.4	-
MS 06	-0.01	0.75	0.73	-0.00002	-67.09	0	-6.61	6.28	6.40	-10.1	-4.99	-
MS 07	-204.07	23.81	-3.86	-0.03	-76.75	-0.26	-22.0	34.2	-8.11	-3.97	-28.6	-1.83
MS 08	-0.20	-0.05	-0.05	0.01	-0.09	-0.0002	-0.63	-3.78	-3.92	3.16	-2.84	-2.75
MS 09	-34.51	-0.17	-0.17	-1.76	-0.18	0.26	-14.5	-11.6	-11.6	-24.3	-18.7	4.88
MS 10	-0.18	-0.02	-0.01	0.00	7.07	27.23	-39.7	-14.0	-13.9	-	6.89	52.0
MS 11	0.32	8.35	5.57	0.00	13.38	0.09	6.59	47.0	34.7	1.27	5.59	0.36
Totale	-257.25	67.53	18.82	-25.81	-132.79	29.30	-13.7	44.6	16.0	-15.5	-5.12	29.3

Per gli ossidi di azoto, si evidenzia una riduzione del totale emissivo del Comune di Brescia di oltre il 13%, raggiungendo nel 2023 un ammontare di 1617 t/anno. Il trasporto su strada (MS 07) si conferma come principale macrosettore emissivo in entrambi gli anni considerati. Dal confronto illustrato in Figura 2-20 emerge che nel 2021 tale macrosettore rappresenta circa il 49.5% delle emissioni totali comunali, mentre nel 2023 la quota si attesta intorno al 44.8%, pur in presenza di una significativa riduzione del carico emissivo complessivo. Con riferimento all'anno 2023, il dettaglio del trasporto su strada, mostrato in Figura 2-21, evidenzia una prevalenza delle emissioni in ambito urbano, che contribuisce per circa il 48% delle emissioni di NO_x da traffico, seguita dal contesto autostradale con circa il 34% e da quello extraurbano con il restante 17%. Tale distribuzione conferma il ruolo dominante della circolazione urbana nel carico emissivo comunale di ossidi di azoto.

I processi produttivi (MS 04) invece contribuiscono per circa il 15–16% delle emissioni totali comunali di NO_x in entrambi gli anni, mentre la combustione nell'industria (MS 03) incide per valori prossimi al 14–18%, mostrando un lieve incremento percentuale nel 2023. La componente residuale ("Altro") si colloca complessivamente intorno al 9%, risultando in lieve aumento in termini percentuali rispetto al 2021.

Figura 2-20: Confronto dell'inventario regionale lombardo (INEMAR), relativo alle emissioni di NO_x per i principali macrosettori del Comune di Brescia, per gli anni 2021 e 2023

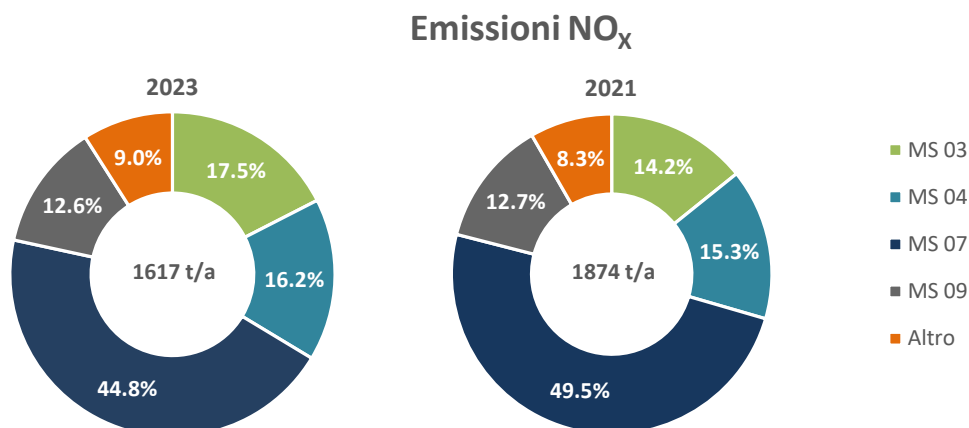
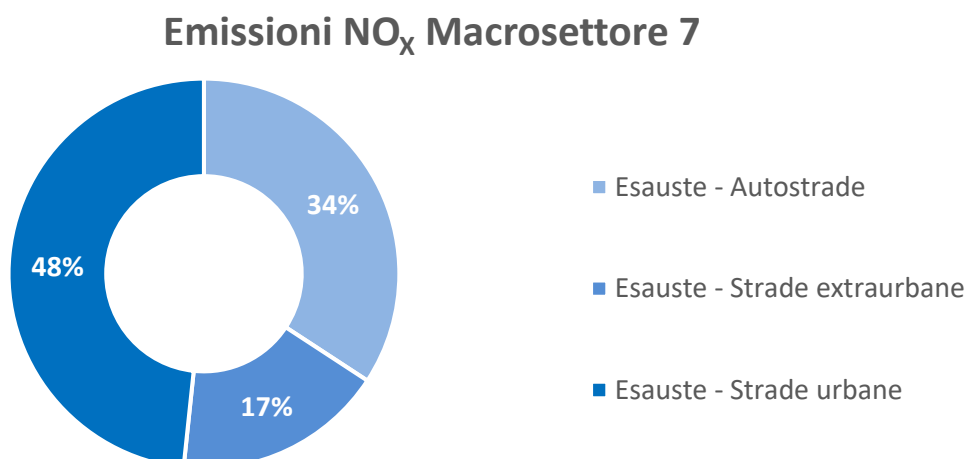


Figura 2-21: Emissioni di NO_x relative al Macrosettore 7 del Comune di Brescia per l'anno 2023



Per il PM₁₀ il confronto, mostrato in Figura 2-22, evidenzia un aumento del carico emissivo complessivo, che passa da circa 150 t/anno nel 2021 a oltre 210 t/anno nel 2023, a fronte della conferma dei medesimi macrosettori prevalenti. Il trasporto su strada (MS 07) mantiene il ruolo di principale sorgente, con un contributo pari a circa il 45.9% nel 2021, corrispondente a 70 t/anno, e al 42.6% nel 2023, corrispondente a 93 t/anno. Nel 2023, il dettaglio del trasporto su strada per il PM₁₀, rappresentato in Figura 2-23, mostra che il contributo risulta dominato dalle componenti non esauste. Nello specifico, usura (in particolare su strade urbane) e risospensione nel complesso spiegano oltre l'80% delle emissioni da traffico, mentre le emissioni di scarico si collocano su una quota nettamente minoritaria, inferiore al 20%, confermando il ruolo prevalente delle dinamiche meccaniche e di interazione veicolo-sede stradale.

Rispetto ai processi produttivi (MS 04) si osserva invece un rafforzamento del contributo che nel 2023 supera il 22% del PM₁₀ comunale, rispetto al 13.7% nel 2021. Le altre sorgenti e assorbimenti (MS 11) mostrano un'incidenza sostanzialmente stabile, attestandosi poco al di sotto del 12% in entrambi gli anni, mentre la combustione non industriale (MS 02) contribuisce con una quota poco al di sopra del 10%,

anch'essa senza variazioni strutturali marcate. La componente "Altro" si contrae percentualmente, passando da 18.6% nel 2021 a 12.5% nel 2023.

Figura 2-22: Confronto dell'inventario regionale lombardo (INEMAR), relativo alle emissioni di PM10 per i principali macrosettori del Comune di Brescia, per gli anni 2021 e 2023

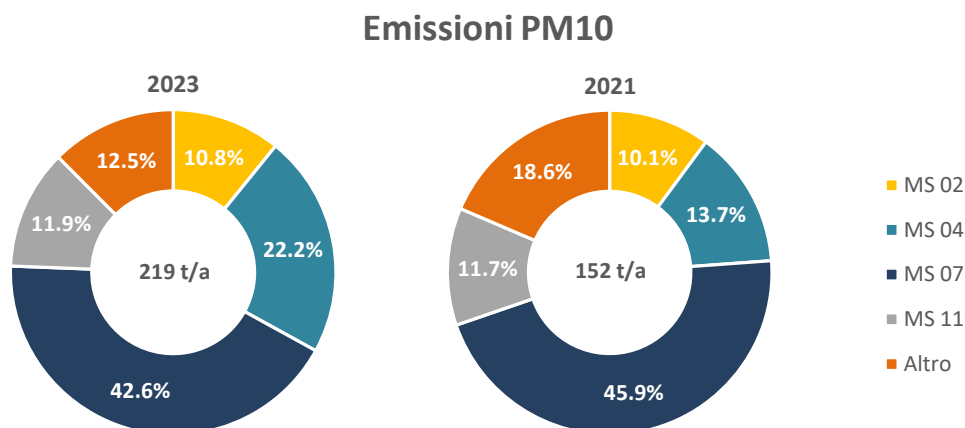
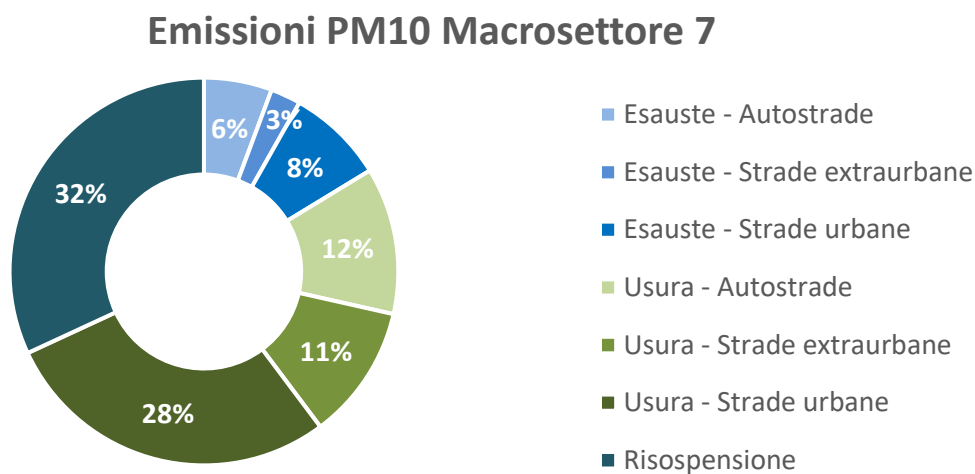


Figura 2-23: Emissioni di PM10 relative al Macrosettor 7 del Comune di Brescia per l'anno 2023



Un andamento analogo si osserva per il PM2.5, per il quale il totale emissivo comunale risulta in aumento nel 2023 rispetto al 2021, come emerge dal grafico in Figura 2-24, a fronte della stabilità dei macrosettori dominanti. Il trasporto su strada (MS 07) rimane la principale sorgente, con sostanziale stabilità in termini assoluti, pur riducendo il proprio peso relativo (32.1% nel 2023 e 40.5% nel 2021). Nel 2023, il dettaglio del traffico stradale, rappresentato in Figura 2-25, indica che il PM2.5 deriva prevalentemente da processi di usura, che nel complesso spiegano circa il 58% delle emissioni da traffico (il 31% derivante dall'usura sulle strade urbane). Le componenti di scarico contribuiscono per circa un terzo (su strade urbane per il 17% e su autostrade il 12%), mentre la risospensione assume un ruolo marginale, inferiore al 10%.

D'altro canto, i processi produttivi (MS 04) e la combustione non industriale (MS 02) acquisiscono maggiore rilevanza, raggiungendo nel 2023 quote rispettivamente pari a 18.5% e 17.0%, mentre le altre

sorgenti e assorbimenti (MS 11) si mantengono stabili e poco al di sotto del 16%. Anche per il PM2.5 la componente residuale (“Altro”) è stabile in termini assoluti, seppur si riduca leggermente in termini percentuali.

Figura 2-24: Confronto dell’inventario regionale lombardo (INEMAR), relativo alle emissioni di PM2.5 per i principali macrosettori del Comune di Brescia, per gli anni 2021 e 2023

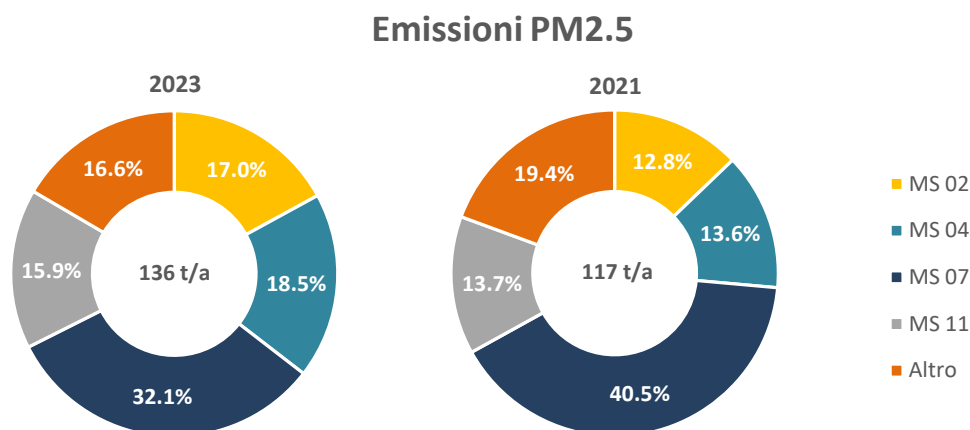
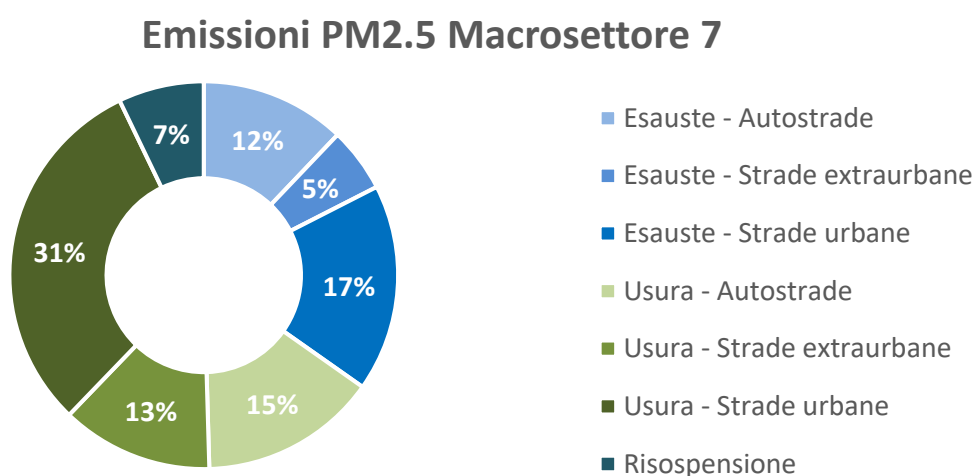
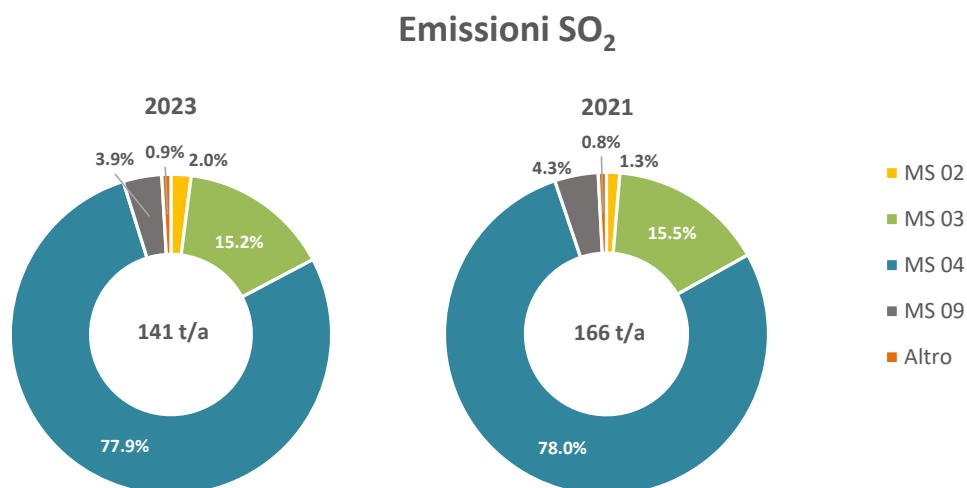


Figura 2-25: Emissioni di PM2.5 relative al Macrosettor 7 del Comune di Brescia per l’anno 2023



Per quanto riguarda il biossido di zolfo, il totale delle emissioni comunali mostra nel 2023 un lieve decremento rispetto al 2021 (Figura 2-26), a fronte di una sostanziale stabilità dei principali macrosettori emissivi. I processi produttivi (MS 04) si confermano come la sorgente predominante, registrando una modesta riduzione in termini assoluti ma mantenendo pressoché invariato il proprio peso relativo (78%).

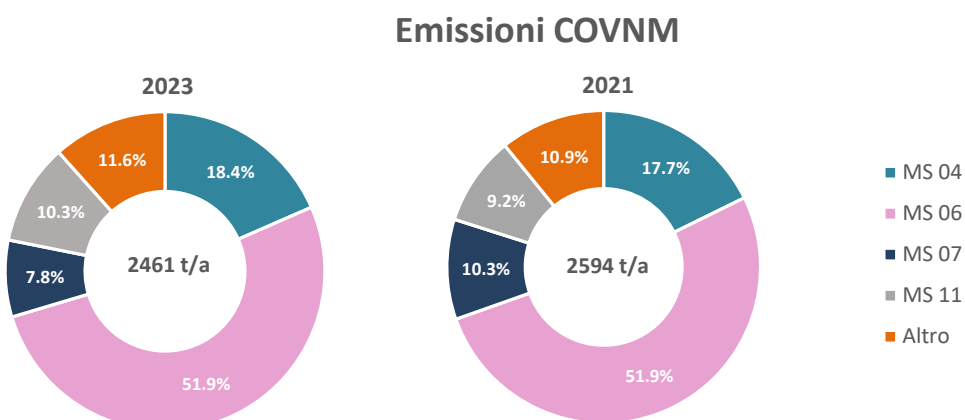
Figura 2-26: Confronto dell'inventario regionale lombardo (INEMAR), relativo alle emissioni di SO₂ per i principali macrosettori del Comune di Brescia, per gli anni 2021 e 2023



Nel complesso, il totale emissivo comunale evidenzia una diminuzione contenuta nel 2023 rispetto al 2021 (-133 t/anno). Il macrosettor prevalente nelle emissioni di COVNM è rappresentato dall'uso di solventi (MS 06), che mantiene invariata la propria incidenza percentuale tra il 2021 e il 2023 (Figura 2-27), a fronte di una lieve riduzione in termini assoluti (-67 t/anno).

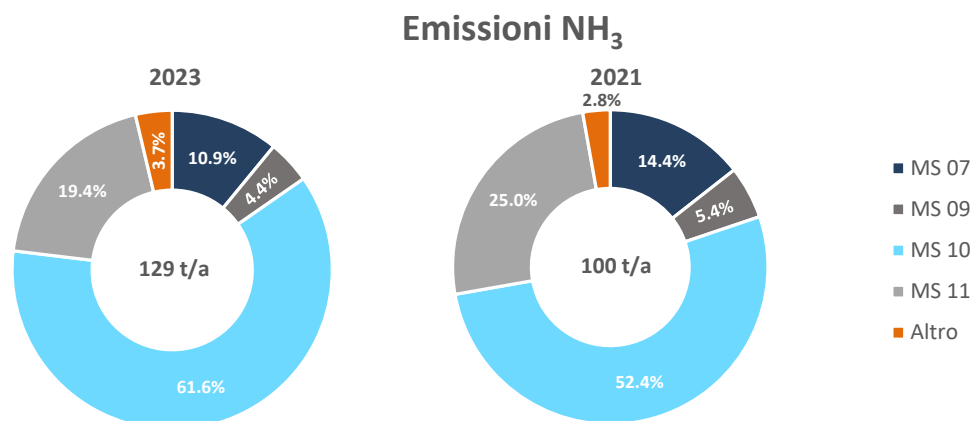
Tra i macrosettori principali, il trasporto su strada (MS 07) mostra una contrazione della quota percentuale (dal 10.3% al 7.8% nel 2023), mentre si registra un lieve incremento dell'incidenza relativa per i processi produttivi (MS 04), le altre sorgenti e assorbimenti (MS 11) e per i restanti macrosettori aggregati in "Altro".

Figura 2-27: Confronto dell'inventario regionale lombardo (INEMAR), relativo alle emissioni di COVNM per i principali macrosettori del Comune di Brescia, per gli anni 2021 e 2023



Per quanto riguarda le emissioni di NH₃, nel 2023 si osserva un incremento in termini assoluti pari a 29.3 t/anno rispetto al 2021 (Figura 2-28). Il macrosettor prevalente si conferma l'agricoltura (MS 10), che mostra un leggero aumento sia in termini assoluti (+27 t/anno) sia in termini percentuali tra il 2021 e il 2023. Al contrario, i macrosettori trasporto su strada (MS 7), trattamento e smaltimento rifiuti (MS 9) e altre sorgenti e assorbimenti (MS 11) evidenziano una riduzione della propria incidenza percentuale.

Figura 2-28: Confronto dell'inventario regionale lombardo (INEMAR), relativo alle emissioni di NH₃ per i principali macrosettori del Comune di Brescia, per gli anni 2021 e 2023



2.3.2. Stato della qualità dell'aria

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria in Regione Lombardia è gestita da Arpa ed è composta da 83 stazioni fisse che monitorano SO₂, NO₂, CO, Ozono, PM10, PM2.5 e Benzene, le stazioni sono classificate in base alla zona in cui sono collocate:

- **Traffico (T):** stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico medio alta;
- **Fondo (o background, B):** stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, etc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito;
- **Industriale (I):** stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe;
- **Urbana (U):** stazione fissa inserita in area edificata in continuo o almeno in modo predominante;
- **Suburbana (S):** stazione fissa inserita in area largamente edificata in cui sono presenti sia zone edificate che zone non urbanizzate;
- **Rurale (R):** stazione inserita in contesti non urbani e non suburbani. Se è localizzato a una distanza maggiore di 50 km dalle fonti di emissioni la stazione è definita come rurale remota.

Inoltre, la legislazione comunitaria e italiana prevede la suddivisione del territorio in zone e agglomerati sui quali svolgere l'attività di misura e poter così valutare il rispetto dei valori obiettivo e dei valori limite.

Gli Agglomerati di Bergamo, Brescia e Milano sono caratterizzati da:

- popolazione superiore a 250'000 abitanti oppure inferiore a 250'000 abitanti e densità di popolazione per km² superiore a 3'000 abitanti;
- più elevata densità di emissioni di PM10 primario, NO_x e COV;

- situazione meteorologica avversa per la dispersione degli inquinanti (velocità del vento limitata, frequenti casi di inversione termica, lunghi periodi di stabilità atmosferica caratterizzata da alta pressione);
- alta densità abitativa, di attività industriali e di traffico.

Nei paragrafi che seguono viene preso in considerazione lo stato della qualità dell'Agglomerato di Brescia che è costituito dai Comuni di Botticino, Bovezzo, Brescia, Castelmella, Castenedolo, Cellatica, Collebeato, Concesio, Flero, Gardone Val Trompia, Gussago, Lumezzane, Marcheno, Nave, Rezzato, Roncadelle, San Zeno Naviglio, Sarezzo e Villa Carcina. Relativamente all'anno 2025, la valutazione dello stato della qualità dell'aria è stata condotta sulla base di elaborazioni dei dati, ancora non definitivi, della rete fissa di stazioni di monitoraggio di qualità dell'aria di proprietà di ARPA Lombardia.

2.3.2.1. Particolato atmosferico aerodisperso

Con il termine particolato atmosferico (*particulate matter*, PM), in modo semplificato, si indica l'insieme delle particelle disperse in atmosfera la cui dimensione può variare da qualche decimo a qualche centinaio di micron (μm). Si tratta di un inquinante molto diverso da tutti gli altri, presentandosi non come una specifica entità chimica gassosa, ma come una miscela di particelle dalle più svariate proprietà.

Le sorgenti del particolato possono essere di tipo **naturale** (erosione del suolo, incendi boschivi, dispersione di pollini, etc.) o **antropiche** (processi di combustione, traffico veicolare, etc.).

Il particolato atmosferico ha un rilevante impatto ambientale: sul clima sulla visibilità sulla contaminazione di acqua e suolo sugli edifici e sulla salute di tutti gli esseri viventi. Soprattutto gli effetti che può avere sull'uomo destano maggiore preoccupazione e interesse per questo è fondamentale conoscere in che modo interagisce con l'organismo umano alterandone il normale equilibrio. In particolare, le particelle più piccole riescono a penetrare più a fondo nell'apparato respiratorio.

Il particolato atmosferico può essere di tipo **primario** se immesso in atmosfera direttamente dalla sorgente o **secondario** se si forma successivamente, in seguito a trasformazioni chimico-fisiche di altre sostanze.

In provincia di Brescia, il PM10 viene misurato in sette postazioni fisse, cinque delle quali collocate all'interno dell'agglomerato di Brescia (a parte Darfo Boario ed Odolo), il PM2.5 in cinque postazioni di cui quattro nell'agglomerato (a parte Darfo Boario). Nella seguente tabella sono riportate le concentrazioni medie annuali e il numero di superamenti del limite giornaliero, pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e si sono evidenziati in rosso i superamenti superiori al limite di legge (pari a 35 all'anno), solo la stazione di Rezzato supera questo limite nell'anno 2025.

Tabella 2-8: concentrazione media annua e superamenti del limite giornaliero di PM10 relativi all'anno 2025

Stazione	Media annuale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	N° superamenti del limite giornaliero
Brescia Broletto	24	15
Brescia Tartaglia	26	18
Brescia Villaggio Sereno	27	27
Darfo Boario Terme	25	18
Odolo	25	17
Rezzato	33	69
Sarezzo	25	14

Tabella 2-9: concentrazione media annuale di PM2.5 relativa all'anno 2025

Stazione	Media annuale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Brescia Broletto	14
Brescia San Polo	18
Brescia Tartaglia	17
Brescia Villaggio Sereno	19
Darfo Boario Terme	14

Sono poi stati messi a confronto gli andamenti annuali delle misure in provincia di Brescia con i trend regionali.

L'analisi conferma il trend di miglioramento per il PM10 nel corso degli anni; analogamente, anche per il PM2.5 si osserva il miglioramento del trend delle concentrazioni misurate.

Figura 2-29: Andamento delle concentrazioni medie annuali di PM10 della Regione confrontato con il trend della Città di Brescia (massimo tra le stazioni) e Rezzato, dove con RRQA si intende la Rete pubblica di Rilevamento della Qualità dell'Aria, con Media si intende la media regionale calcolata a partire dai dati di tutte le stazioni della rete RRQA fino al 2024 (fonte: nostra elaborazione)

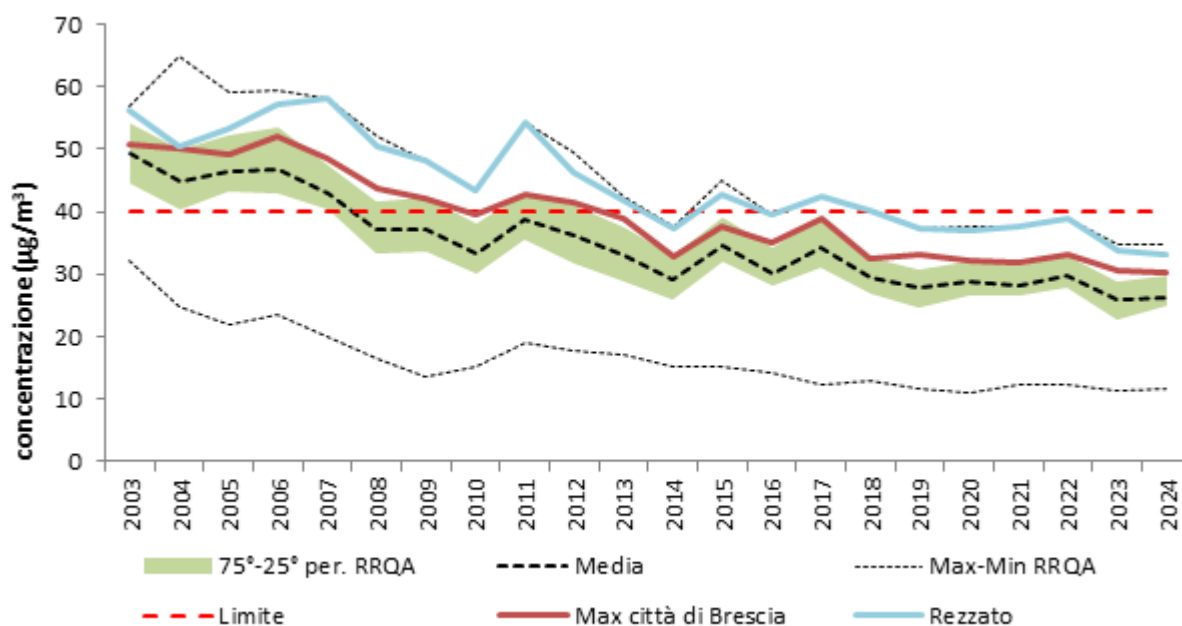
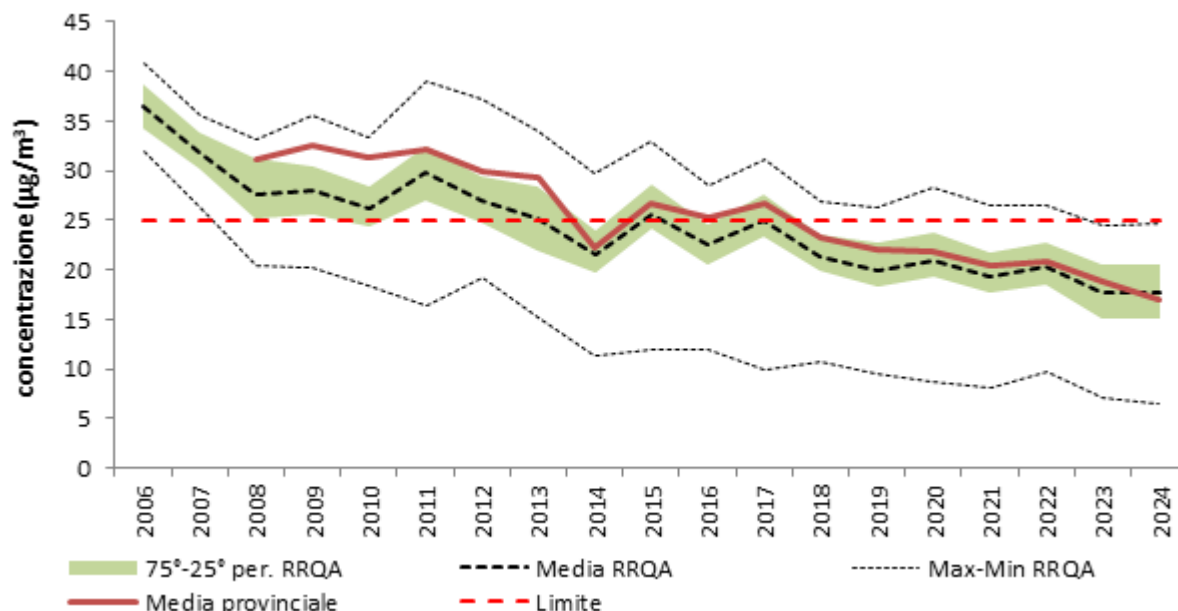


Figura 2-30: Andamento delle concentrazioni medie annuali di PM2.5 della Regione confrontato con il trend della Provincia di Brescia fino al 2024 (fonte: nostra elaborazione)



Le misure di particolato atmosferico nelle stazioni di monitoraggio dell'agglomerato sono state analizzate per studiare nel dettaglio l'andamento temporale delle concentrazioni e i rispetti dei limiti previsti dalla normativa. Nel 2025, sia per il PM10 che per il PM2.5 i limiti di legge sulla media annua (rispettivamente di 40 e 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sono rispettati.

Figura 2-31: Grafico dei valori concentrazioni medie annuali di PM10 delle stazioni dell'agglomerato di Brescia (le stazioni Broletto, Tartaglia e Villaggio Sereno sono collocate nel territorio comunale di Brescia) dal 2009 al 2025

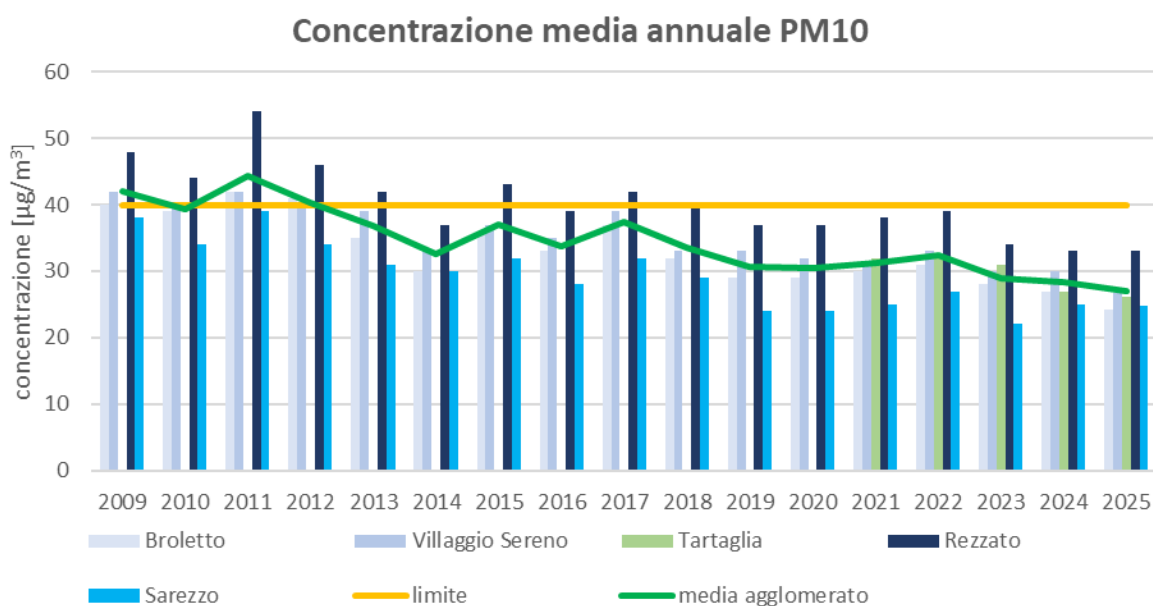
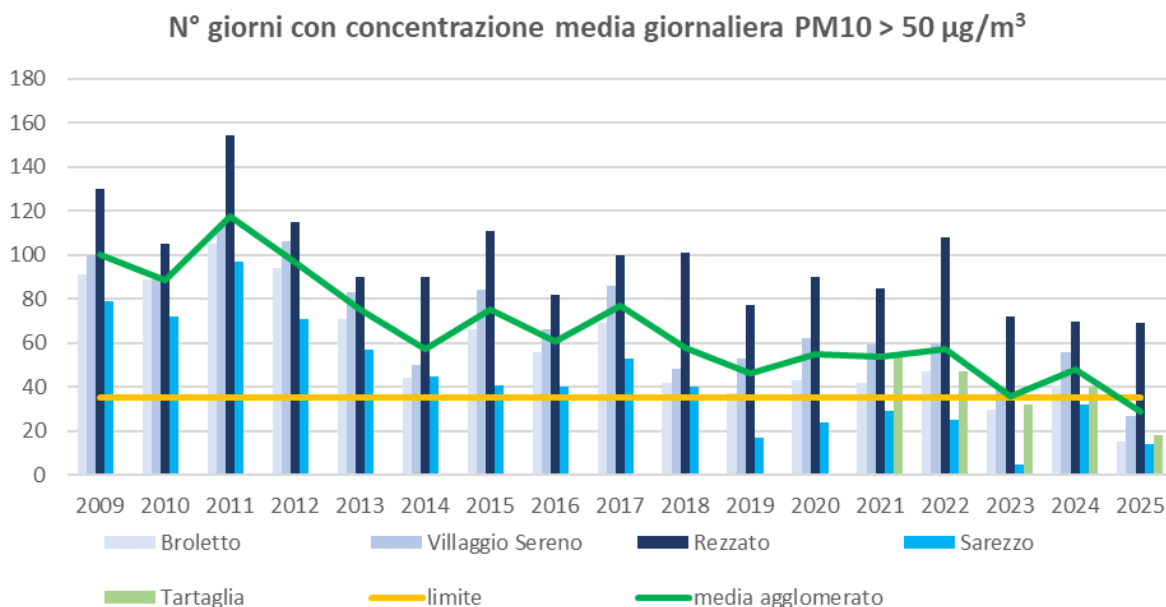


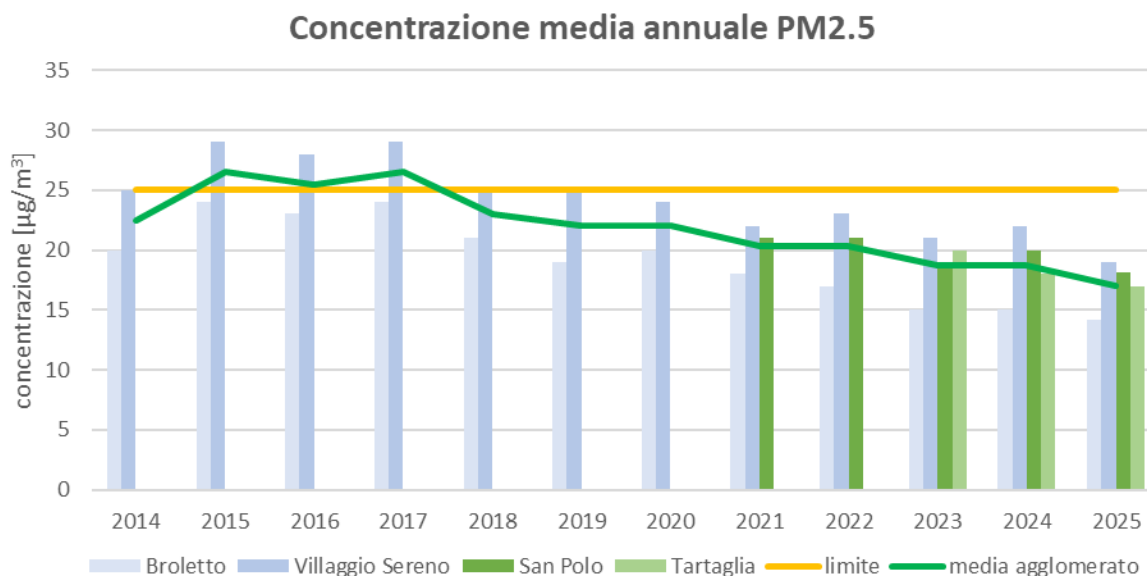
Figura 2-32: Numero di giorni caratterizzati da una concentrazione media giornaliera di PM10 > 50 µg/m³ (le stazioni di Broletto, Villaggio Sereno e Tartaglia sono collocate nel territorio comunale di Brescia) dal 2009 al 2025



Nell'anno 2025, la media annua delle concentrazioni risulta compresa tra 24 µg/m³ (stazione di Broletto) e 33 µg/m³ (stazione di Rezzato), mantenendosi al di sotto del limite normativo annuale vigente pari a 40 µg/m³. Relativamente al limite giornaliero di 50 µg/m³, il numero massimo di superamenti è stato pari a 69, presso la centralina di Rezzato, unica centralina in cui si è osservato il superamento del numero massimo consentito di 35 superamenti annui.

Nella figura seguente è riportato l'andamento delle concentrazioni medie annuali di PM2.5 e il confronto con il valore obiettivo fissato dal D.lgs. 155/2010 pari a 25 µg/m³ (valore limite vigente dal 2015).

Figura 2-33: Concentrazioni medie annuali di PM2.5 dal 2014 al 2025 (le stazioni Broletto, Villaggio Sereno, San Polo e Tartaglia sono collocate nel territorio comunale di Brescia)



Per quanto riguarda l'anno 2025, la concentrazione media annua di PM2.5, rilevata dalle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA nell'agglomerato di Brescia, raggiunge al massimo $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$, presso la stazione di Villaggio Sereno, risultando inferiore al valore limite normativo fissato a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il valore medio annuo minimo è stato registrato presso la stazione di Broletto, con una concentrazione pari a $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nei grafici che seguono è riportato il trend della concentrazione media annuale del PM10 dal 2002 al 2024 nei capoluoghi lombardi. In particolare, per ciascun capoluogo è stato riportato il valore relativo alla stazione che ha registrato **la media annua più elevata e il numero di superamenti del limite giornaliero più elevato**. I valori testimoniano una condizione di inquinamento comune delle province regionali, a parte le quattro province "pedemontane" (Como, Lecco, Sondrio e Varese) che presentano valori più bassi.

Figura 2-34: PM10 – Medie annue in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella stazione peggiore del programma di valutazione di ogni capoluogo (fonte: nostra elaborazione)

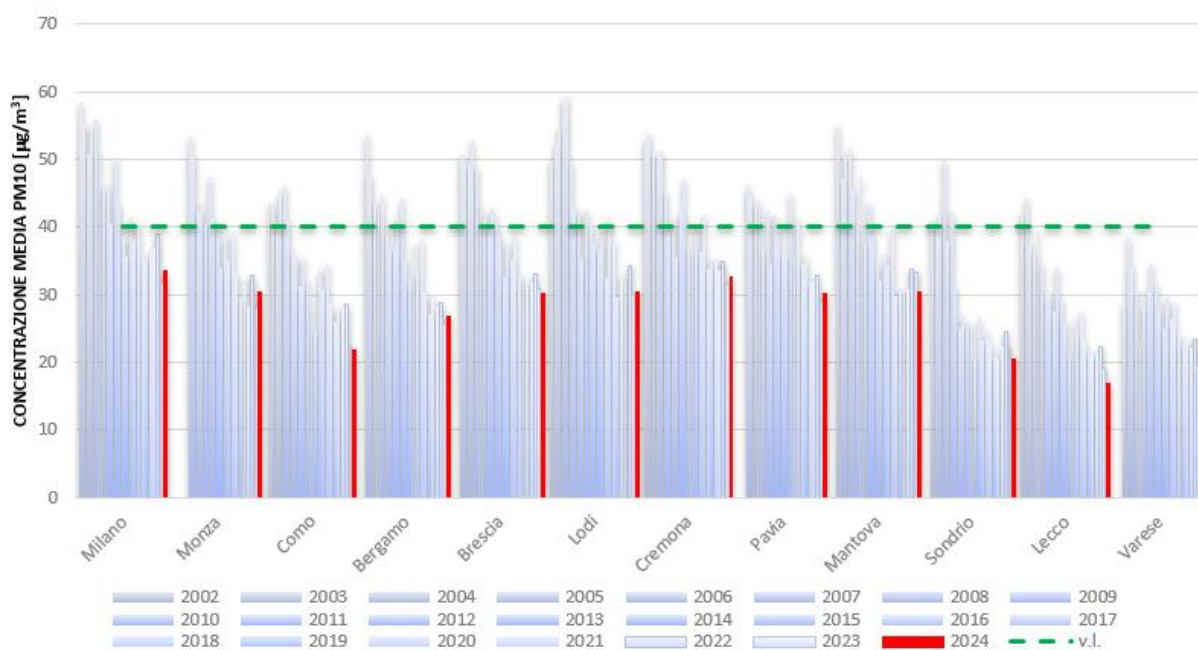
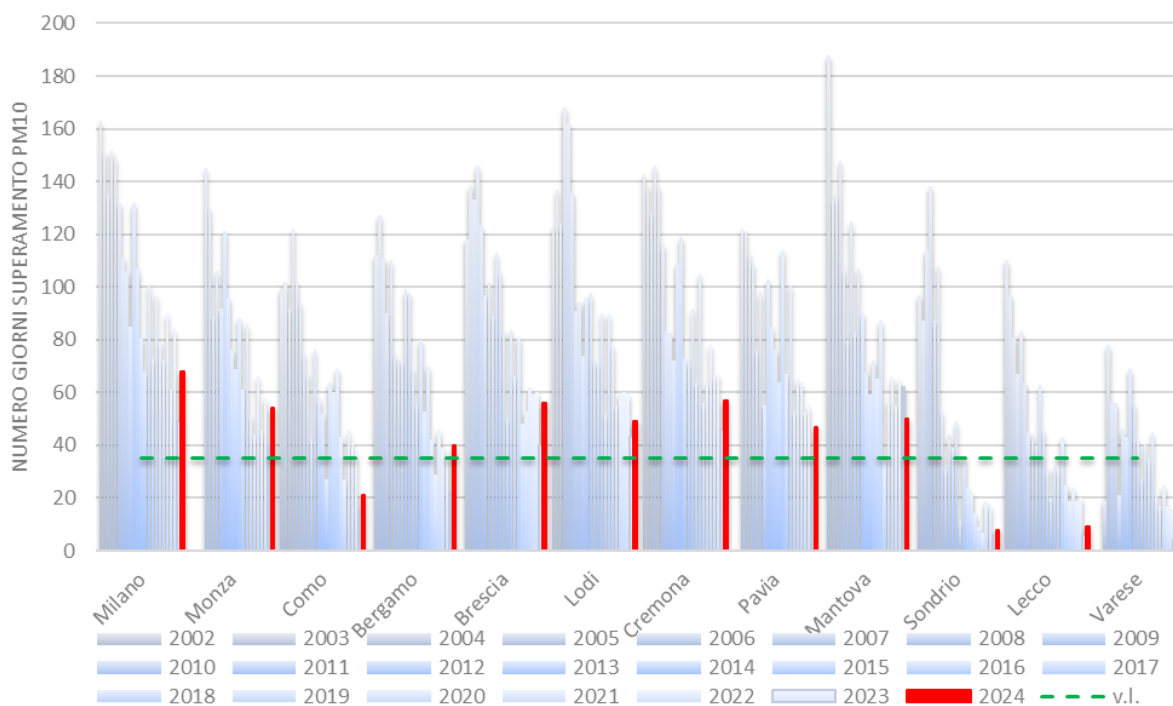


Figure 1: Numero di giorni di superamento della soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in ciascun anno nella stazione peggiore del programma di valutazione di ogni capoluogo (fonte: nostra elaborazione)



2.3.2.2. Ossidi di azoto

Gli ossidi di azoto (nel complesso indicati anche come NO_x) sono emessi direttamente in atmosfera dai processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, etc.).

All'emissione, gran parte degli NO_x è in forma di monossido di azoto (NO). Si stima che il contenuto di biossido di azoto (NO₂) nelle emissioni sia tra il 5% e il 10% del totale degli ossidi di azoto. L'NO, una volta diffusosi in atmosfera può ossidarsi e portare alla formazione di NO₂. L'NO è quindi un **inquinante primario** mentre l'NO₂ ha caratteristiche **di inquinante parzialmente secondario**.

Il monossido di azoto (NO) non è soggetto a limiti alle immissioni, in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente. Se ne misurano comunque i livelli poiché esso, attraverso la sua ossidazione in NO₂ e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce, tra altro, alla produzione di ozono troposferico.

Per il biossido di azoto sono invece previsti valori limite. L'NO₂ è un gas tossico e irritante, e svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto è l'intermediario per la produzione di pericolosi inquinanti secondari come l'ozono, l'acido nitrico e l'acido nitroso e il particolato. In provincia di Brescia, il biossido di azoto viene misurato in dieci postazioni fisse.

Di seguito si riportano i valori misurati nell'anno 2025 nella Provincia di Brescia, i valori della media sono tutti inferiori al limite di legge pari a 40 µg/m³, così come per il numero di superamenti dei 200 µg/m³ che anzi sono nulli per tutte le stazioni.

Tabella 2-10: NO₂: informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa relative all'anno 2025 nostra elaborazione

Stazione	N° superamenti limite orario	Media annuale [µg/m ³]
Brescia - Broletto	0	27
Brescia - San Polo	0	23
Brescia - Tartaglia	0	30
Brescia - via Turati	0	38
Brescia - Villaggio Sereno	0	22
Rezzato	0	24
Sarezzo - via Minelli	0	21
Odolo	0	18
Lonato	0	16
Gambara	0	19
Darfo BT	0	25

Di seguito si riporta il trend annuale delle concentrazioni di NO₂ delle stazioni del Programma di Valutazione di ARPA confrontato con il trend della provincia di Brescia.

Figura 2-35: Andamento delle concentrazioni medie annuali di NO₂ calcolata a partire dai dati delle stazioni della RRQA, quindi la media regionale, confrontato con il trend della città di Brescia (concentrazione annuale massima) (fonte: 4nostra elaborazione)

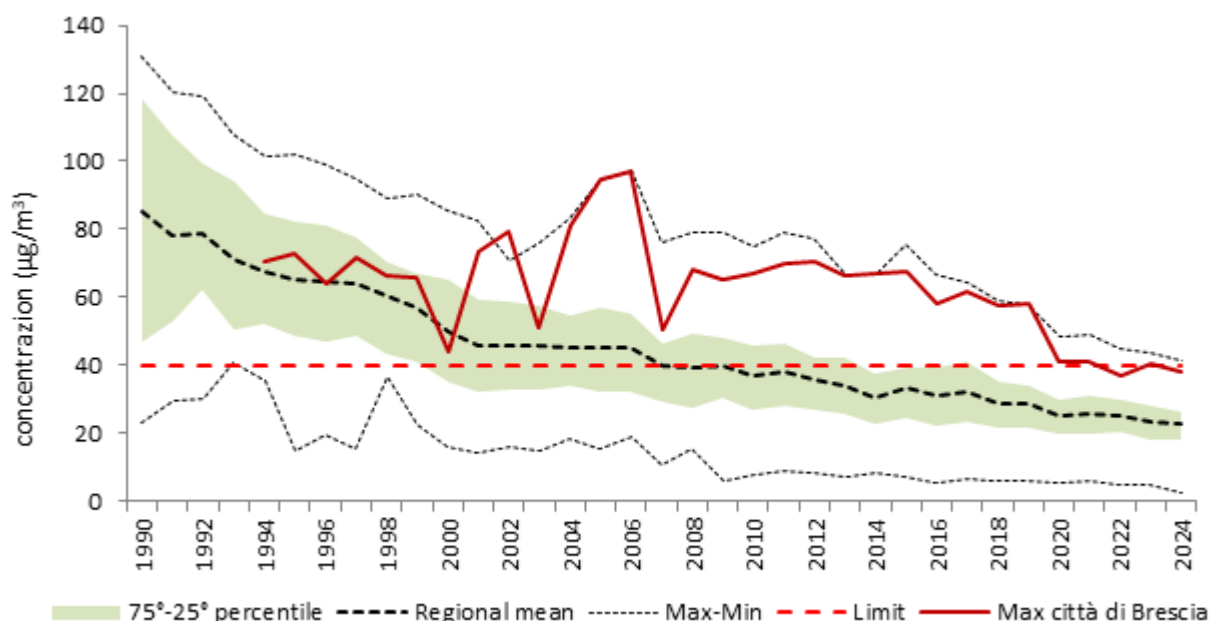
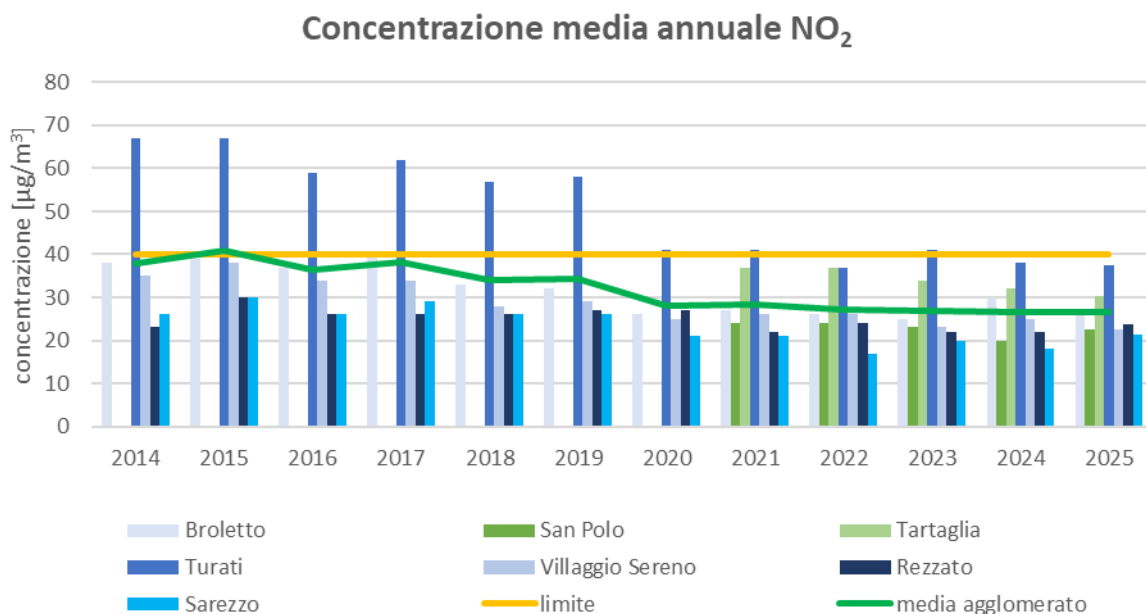


Figura 2-36: Concentrazioni medie annuali di NO₂ delle stazioni dell'agglomerato di Brescia dal 2014 al 2025



Rispetto all'anno 2025, le concentrazioni medie orarie di NO₂ nell'agglomerato si mantengono ampiamente al di sotto del limite orario pari a 200 µg/m³, raggiungendo al massimo 128 µg/m³ presso la stazione di via Turati. La concentrazione media annuale di NO₂ massima è stata registrata presso la stazione di monitoraggio ARPA via Turati, con un valore pari a 38 µg/m³, risultando al di sotto del limite normativo annuale vigente di 40 µg/m³.

2.3.2.3. Ozono (Relazione sulla Qualità dell'Aria della Provincia di Brescia nel 2024, Arpa Lombardia)

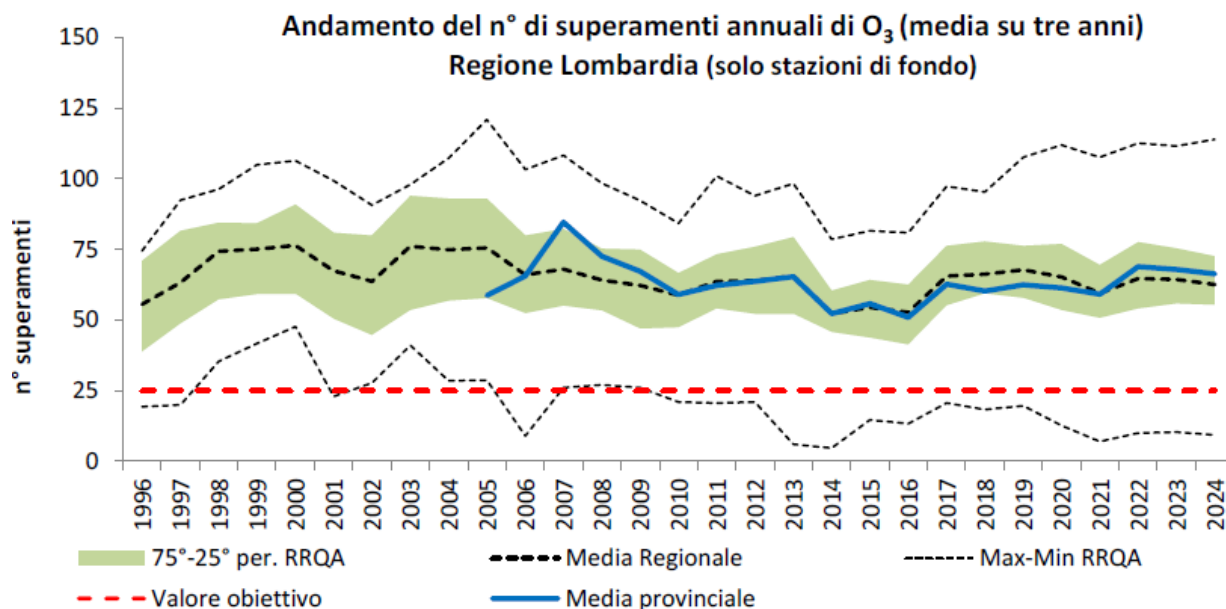
L'ozono è un gas bluastro con un odore pungente, è instabile e tossico per gli esseri viventi. In natura il 90% dell'O₃ si trova nella stratosfera dove costituisce la nostra barriera protettiva dai raggi UV generati dal sole. Nella troposfera l'ozono invece si forma a seguito di reazioni chimiche tra ossidi di azoto e composti organici volatili favorite dalle alte temperature e dal forte irraggiamento solare, a costituire il tipico inquinamento fotochimico estivo detto smog fotochimico. L'ozono è quindi un inquinante secondario senza sorgenti emissive dirette di rilievo i cui precursori sono generalmente prodotti da combustione civile e industriale e da processi che utilizzano o producono sostanze chimiche volatili come solventi e carburanti.

Tabella 2-11: O₃: informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa relativi all'anno 2025

Stazione	Media annuale [µg/m ³]	N° giorni con superamento soglia di informazione [180 µg/m ³]	N° giorni con superamento soglia di allarme [240 µg/m ³]	N° superamenti del valore obiettivo giornaliero come media degli ultimi 3 anni (120 µg/m ³ come massimo della media mobile su 8 ore, da non superare più di 25 gg/anno)
Brescia - Villaggio Sereno	43	0	0	41
Sarezzo - via Minelli	52	36	0	60
Odolo	30	49	0	49
Lonato	63	34	0	68
Gambara	53	78	0	63
Darfo BT	43	21	0	45

Le concentrazioni di ozono mostrano anche per il 2025 un andamento stagionale con valori più alti nei mesi caldi a causa del suo caratteristico meccanismo di formazione favorito dall'irraggiamento solare; si registrano superamenti della soglia di informazione (180 µg/m³) in tutte le stazioni di rilevamento tranne che in quella di Brescia Villaggio Sereno, i superamenti del valore obiettivo, più restrittivo, sono diffusi e rappresentano un problema per l'intera Regione Lombardia, non solo per l'area di Brescia.

Figura 2-37: Andamento del numero di superamenti annuali di O₃ (media su tre anni) della Regione confrontata con quella della Provincia di Brescia (fonte: Rapporto sulla qualità dell'aria della provincia di Brescia nel 2024, Arpa Lombardia)



Nel corso dell'anno 2025, presso le stazioni di monitoraggio ARPA di Villaggio Sereno e Sarezzo, che monitorano l'ozono nell'agglomerato di Brescia, la concentrazione media annuale risulta rispettivamente pari a 43 µg/m³ e 52 µg/m³, in linea con i valori osservati nel 2024.

Limitando l'analisi al solo anno 2025, presso la centralina di Villaggio Sereno, il numero di superamenti del valore obiettivo giornaliero per la protezione della salute umana (120 µg/m³, definito come massimo della media mobile su 8 ore) risulta pari a **21 giorni**, evidenziando una riduzione particolarmente significativa rispetto ai **41 superamenti registrati nel 2024** e ai **62 episodi annui osservati nel 2023**. Presso la centralina di Sarezzo, il numero di superamenti è risultato pari a **64 giorni**, un dato in diminuzione rispetto ai 68 giorni del 2024, ma superiore ai 49 giorni registrati nel 2023.

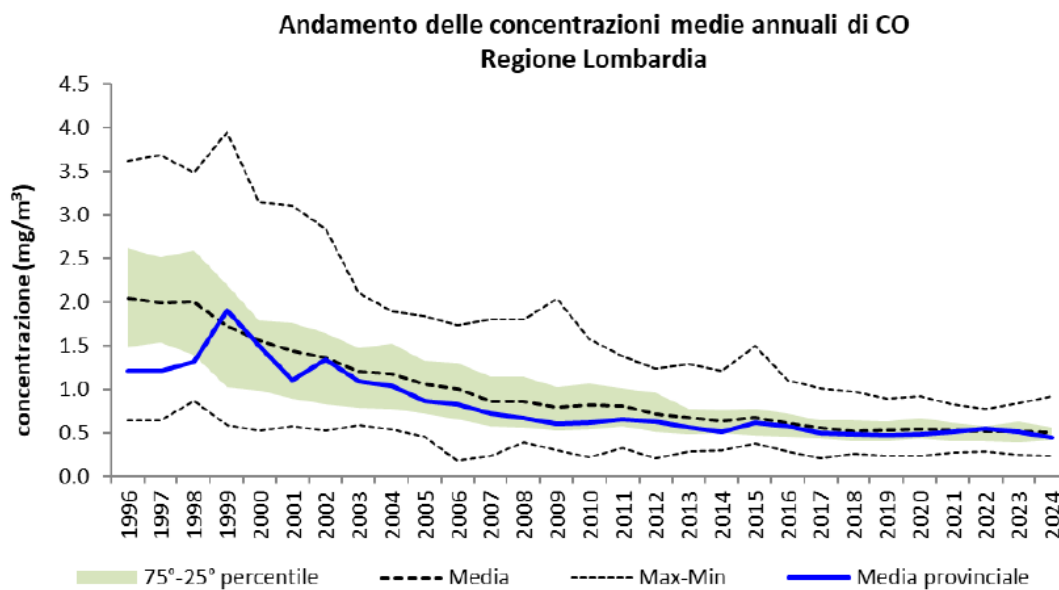
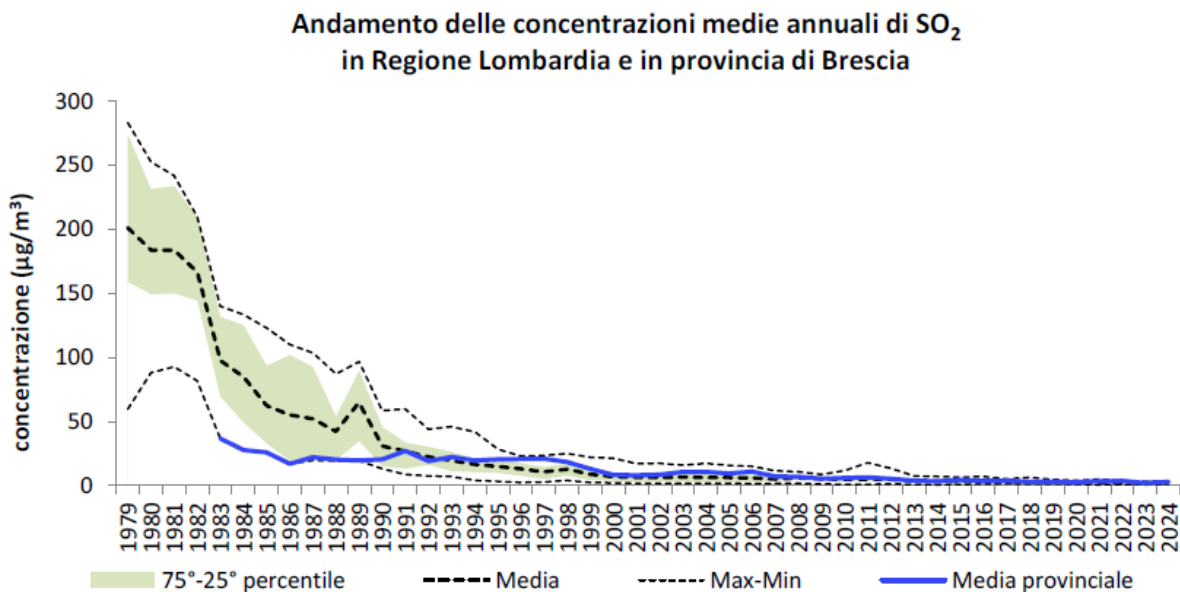
Il numero di superamenti, calcolato come media sul triennio 2023-2025, risulta pari a **41 giorni/anno** a Villaggio Sereno e a **60 giorni/anno** a Sarezzo, valori che permangono al di sopra del limite normativo fissato a 25 giorni/anno.

Per quanto riguarda la soglia di informazione (180 µg/m³) e la soglia di allarme (240 µg/m³), entrambe riferite alla concentrazione massima oraria, nel 2025 non sono stati registrati superamenti presso la centralina di Villaggio Sereno, mentre presso Sarezzo sono stati rilevati 36 superamenti della soglia di informazione.

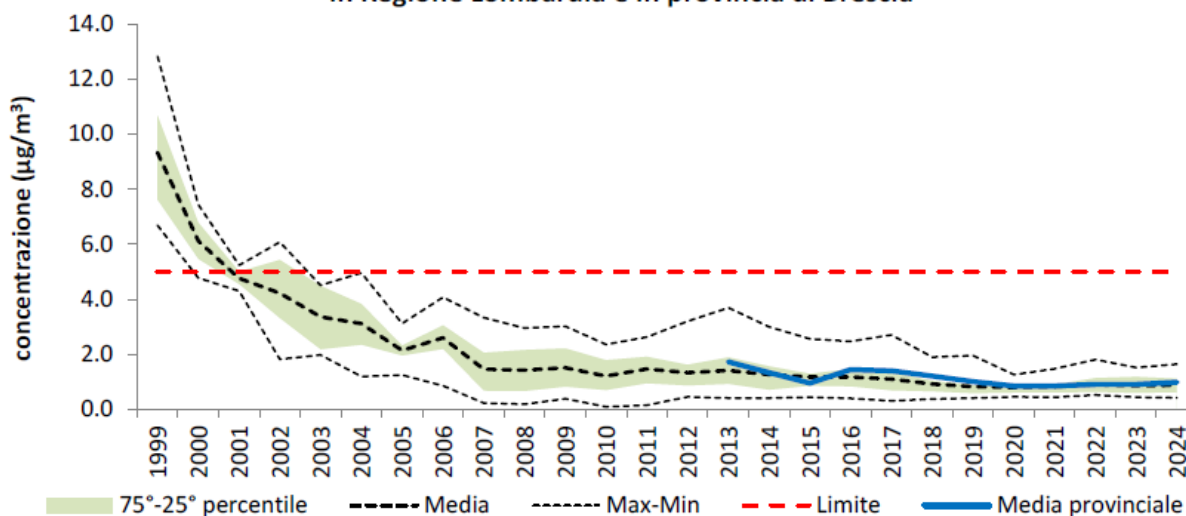
2.3.2.4. Altri inquinanti (Relazione sulla Qualità dell'Aria della Provincia di Brescia nel 2024, Arpa Lombardia)

Gli altri inquinanti normati ovvero il biossido di zolfo (SO₂), monossido di carbonio (CO) e benzene (C₆H₆) per il 2024 si sono mantenuti ampiamente sotto ai limiti di legge. Nel corso del 2025, non si segnalano criticità rispetto a tali inquinanti.

Figura 2-38: Andamento della concentrazione media annuale di SO₂, CO e benzene in Regione Lombardia confrontate con il trend provinciale (fonte: Rapporto sulla qualità dell'aria della provincia di Brescia nel 2024, Arpa Lombardia)



**Andamento delle concentrazioni medie annuali di benzene
in Regione Lombardia e in provincia di Brescia**



2.3.3. Sorgenti emissive e politiche per la qualità dell'aria

Nell'allegato 4, in particolare nel paragrafo 1.4 Valutazione delle sorgenti emissive e delle politiche per la qualità dell'aria a Brescia e provincia, vengono riportati i risultati dello studio dell'unità di Modellistica Ambientale del Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale dell'Università di Brescia al momento in aggiornamento. Nello studio si prevede l'utilizzo del modello multifase CAMx per valutare il ruolo delle emissioni prodotte dalle attività antropiche differenziandole per regione, provincia e agglomerato di Brescia nella produzione ed accumulo delle concentrazioni di PM10 e NO₂. Le misure sono di due tipi:

- Misure end-of-pipe
- Misure energetiche.

2.4. Quadro: ENERGIA

2.4.1. Contesto energetico-emissivo

L'anno di riferimento per il MEI, ovvero l'inventario delle emissioni annue di CO₂ relative agli usi energetici finali attribuibili ad attività di competenza diretta e/o indiretta dell'Amministrazione Comunale, del PAESC di Brescia è il 2023.

Per la costruzione del MEI al 2023 il primo passo consiste nella mappatura dei consumi energetici finali, per settore e per vettore, registrati sul territorio comunale attraverso due livelli di stima complementari: un primo livello è basato sulla banca dati SIRENA20 messa a disposizione da Regione Lombardia a livello di dettaglio comunale ed un secondo livello è basato sui distributori locali di energia (gas, teleriscaldamento ed energia elettrica) e per la parte pubblica sulla base dei dati raccolti dagli Uffici Tecnici Comunali.

All'interno del MEI, il passaggio da consumi energetici a emissioni avviene attraverso i fattori di emissione dell'IPCC (Inter-governmental Panel for Climate Change) suggeriti dalle Linee Guida Europee che forniscono un valore di emissione (tonnellate di CO₂) per unità di energia consumata (MWh) per ogni

tipologia di combustibile. Il fattore di emissione dell'energia elettrica viene calcolato a partire da quello medio regionale al 2010, anno BEI del PAESC, **0.385 tCO₂/MWh** detraendo le FER elettriche presenti a livello comunale, **per il 2023 si attesta a 0.382 tCO₂/MWh**.

Analogamente, in presenza di impianti di cogenerazione o di teleriscaldamento-teleraffrescamento, le Linee Guida del PAESC prevedono che venga determinato un fattore di emissione locale da associare all'energia termica prodotta e distribuita che dovrebbe rispecchiare il mix energetico utilizzato per la produzione stessa.

Come riportato nel MEI, è stato necessario ricalcolare con una metodologia aggiornata il fattore di emissione del calore da teleriscaldamento a partire dall'anno BEI. Con la nuova metodologia di calcolo, per l'anno 2023 il fattore di emissione del calore da teleriscaldamento si attesta a 0.066 tCO₂/MWh, e per gli anni 2010 e 2018 i fattori di emissione ricalcolati sono i seguenti:

- 0.1851 tCO₂/MWh per il 2010,
- 0.213 tCO₂/MWh per il 2018.

2.4.2. Analisi dei consumi

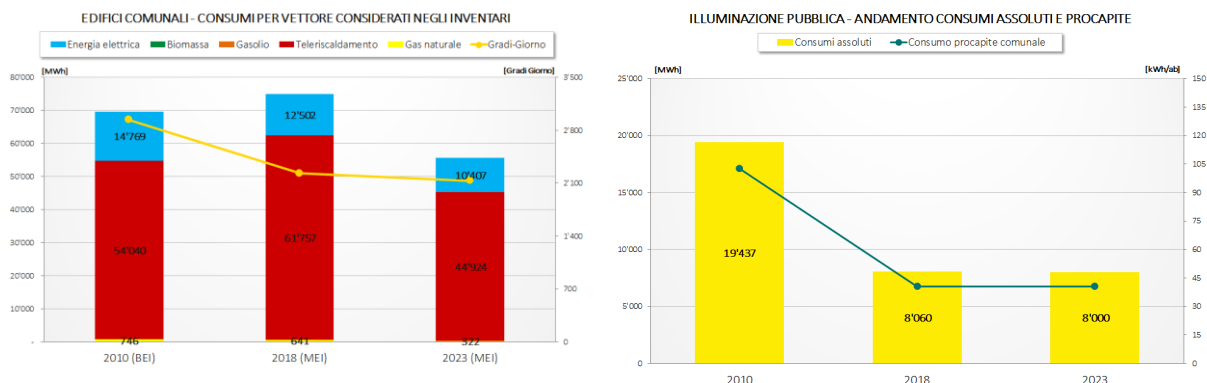
Per quanto riguarda i consumi imputabili agli edifici pubblici, l'AC ha trasmesso la dichiarazione inoltrata al FIRE (Federazione Italiana Risparmio Energetico); i vettori rilevati sono tre:

- Energia elettrica
- Gas naturale
- Calore da teleriscaldamento.

Nel 2023 il vettore prevalente risulta essere il calore da teleriscaldamento seguito dall'energia elettrica, i consumi di gas naturale sono residuali. Tra il 2010 e il 2023 si registra un calo nel consumo di tutti e tre i vettori.

I consumi imputabili all'illuminazione pubblica del Comune di Brescia nel 2023 sono pari a 8'000 MWh e sono invariati rispetto al 2018, confrontando invece il 2010 con il 2023 si registra un calo pari a circa il 59%, la riduzione è frutto dell'opera di efficientamento della rete di illuminazione pubblica avviata nel 2013.

Figura 2-39: consumi energetici degli edifici comunali e di energia elettrica dell'illuminazione pubblica (fonte: MEI del PAESC)

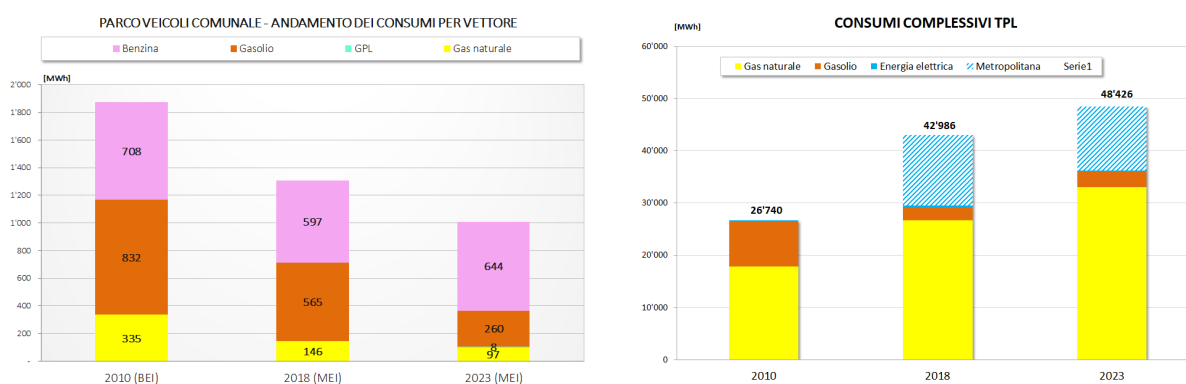


Il Parco auto comunale di Brescia è composto da 71 mezzi a noleggio (di cui 28 alimentati a gas metano, 1 a diesel, 36 ibridi, 4 a benzina e 2 a GPL) e da 17 autocarri (14 a diesel, 1 a benzina e 2 elettrici), 47 motoveicoli a benzina e da 108 autoveicoli (40 a gasolio, 51 a benzina, 12 a metano, 5 elettrici) di proprietà.

Nel 2023 il vettore con consumi prevalenti è la benzina (circa il 64% dei consumi totali). Tra il 2010 e il 2023 i consumi totali imputabili ai veicoli comunali diminuiscono del 46%, in particolare diminuiscono quelli di gasolio.

I dati relativi al TPL sono stati trasmessi all'AC da Brescia Trasporti e riguardano i 222 mezzi che compone il parco mezzi circolante a Brescia. Dei 222 mezzi 29 sono a gasolio, 191 a metano e 2 ibridi; nel 2023 i mezzi alimentati a combustibili tradizionali hanno percorso 8'022'240 km, la percorrenza dei mezzi ad energia elettrica è stata pari a 1'601'910 km (metropolitana), il calcolo dei consumi specifici per ogni categoria di mezzo è avvenuto utilizzando i dati forniti da Arpa ed INEMAR. I consumi di TPL nel 2023 sono in crescita rispetto al 2018 e al 2010, in modo particolare sono aumentati i consumi imputabili al gas naturale (+24%), sono diminuiti i consumi di gasolio (-72%).

Figura 2-40: consumi del parco mezzi comunali e del TPL di Brescia (fonte: MEI del PAESC)

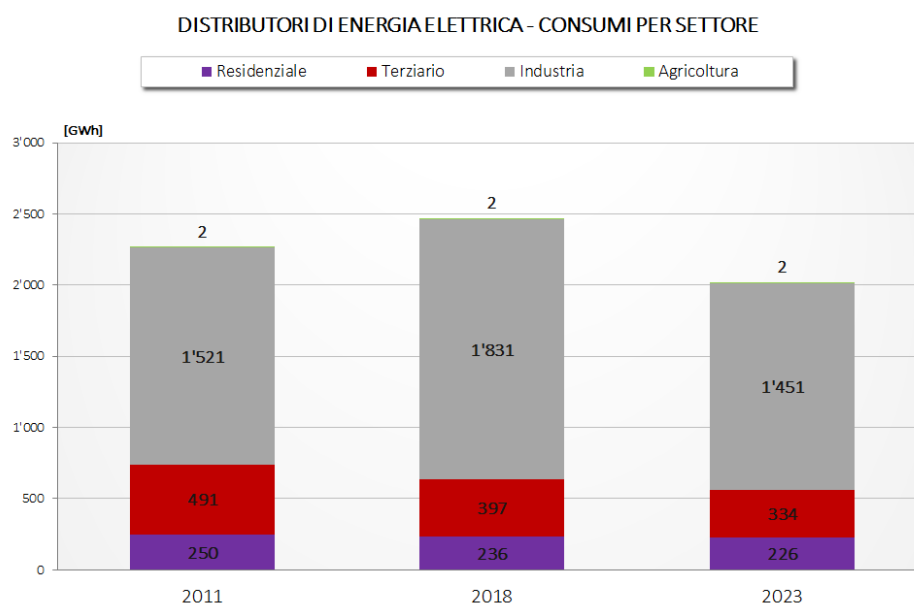


2.4.3. Consumi di energia elettrica rilevati dal distributore

Il distributore locale di energia elettrica (Unareti S.p.A.) ha fornito i dati di consumo dettagliati per livello di tensione e tipologia di utenza dal 2011 al 2023.

I consumi tra il 2010 e il 2023 calano dell'11%, i consumi dei settori dell'industria non ETS e dell'agricoltura diminuiscono del 5% circa, quelli del settore residenziale del 10% e quelli del settore terziario, diminuendo del 32% circa fanno registrare la contrazione maggiore. I consumi del settore dell'industria sono quelli prevalenti, nel 2023 si attestano al 72% del totale.

Figura 2-41: Consumi energia elettrica nel 2011, 2018 e 2023 (fonte: MEI del PAESC)

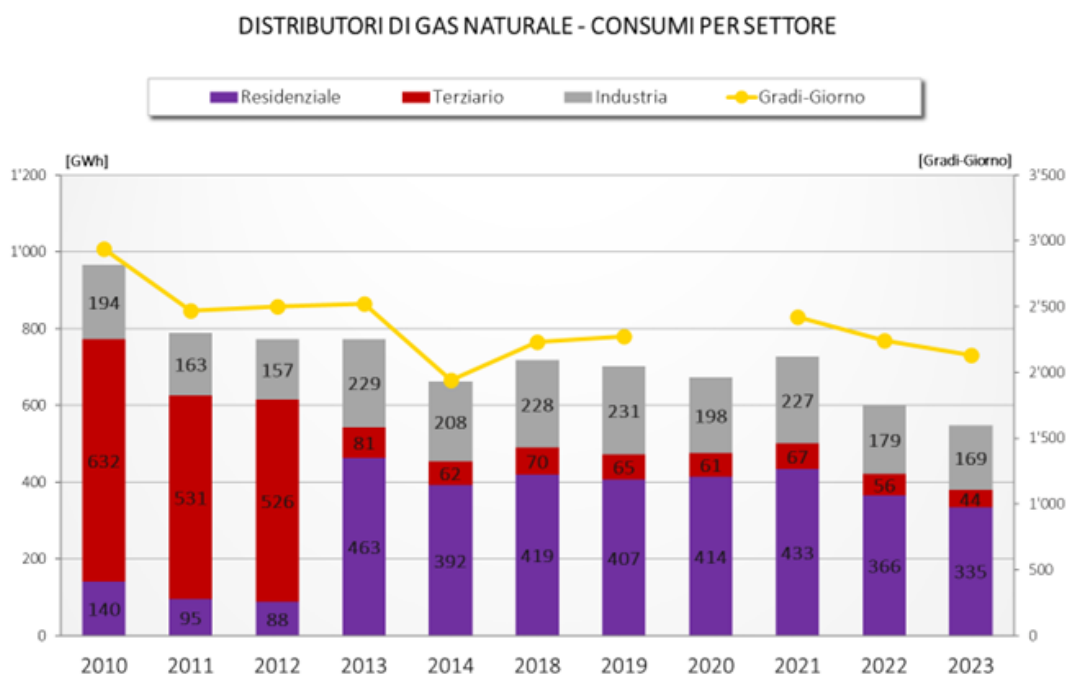


2.4.4. Consumi di gas naturale rilevati dal distributore

Per l'anno 2023 sono stati elaborati dai dati forniti da Unareti S.p.a.

Nel 2023 si conferma il trend di decrescita dei consumi, tra il 2010 e il 2023 il calo è pari al -43%, tra il 2018 e il 2023 al -24%. Confrontando il BEI con il MEI si può notare un incremento dei consumi del settore residenziale, un forte decremento dei consumi del settore terziario e uno più debole di quello produttivo (-13%). Il settore residenziale nel 2023 è quello prevalente (61%).

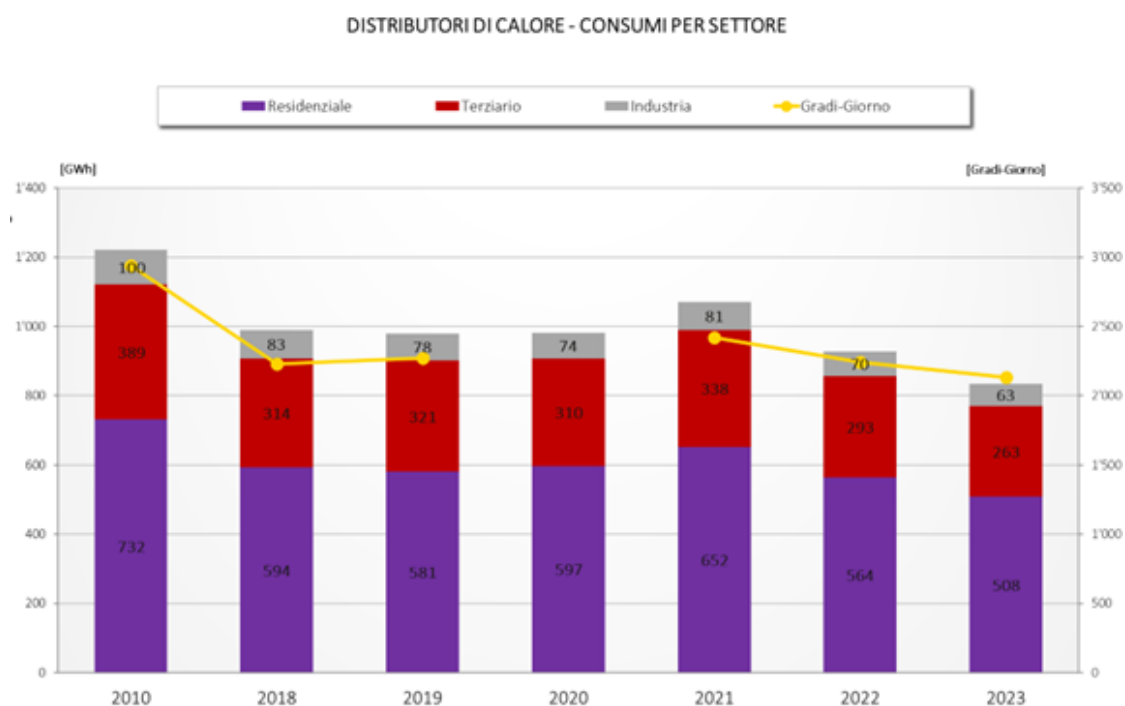
Figura 2-42: Consumi complessivi di gas naturale dal 2010 al 2023 per settore, confrontati con l'andamento dei Gradi-Giorno (fonte: MEI del PAESC)



2.4.5. Consumi di calore/freddo rilevati dal gestore della rete di teleriscaldamento/raffrescamento

Il gestore della rete di teleriscaldamento presente nel territorio comunale di Brescia (A2A S.p.A.) ha fornito le quantità di energia termica annuale erogata per tipologia di utenza dal 2010 al 2023: tali dati sono riportati nella figura successiva. Come per i consumi di gas naturale, si osserva una stretta correlazione di tali consumi rispetto all'andamento dei Gradi-Giorno calcolati per i medesimi anni.

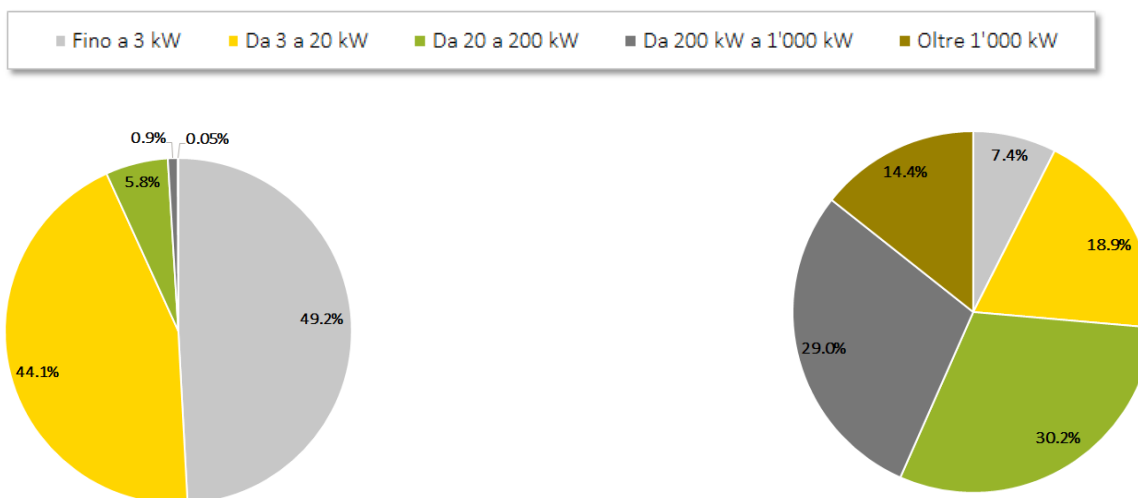
Figura 2-43: Energia termica erogata dal 2010 al 2023 per tipologia di utenza, confrontati con l'andamento dei Gradi-Giorno (fonte: MEI del PAESC)



2.4.6. Produzione locale di energia elettrica e di energia termica

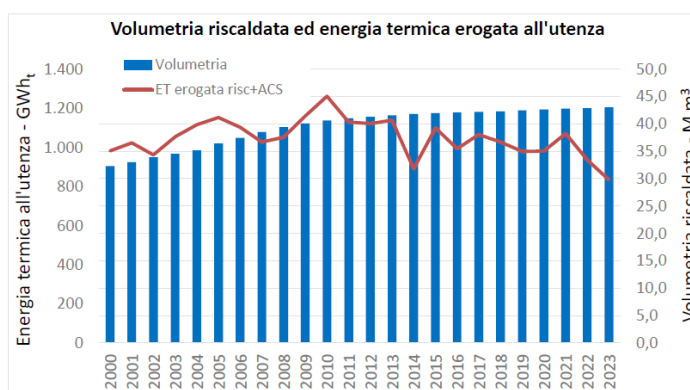
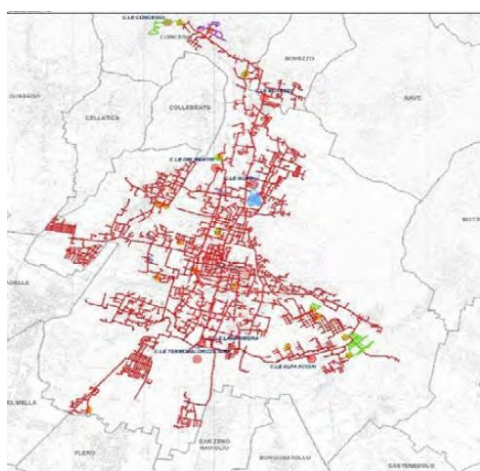
Per definire il quadro conoscitivo circa la produzione locale di energia elettrica, sono state analizzate le informazioni ricavabili dalla banca dati nazionale Atlaimpianti, il sistema informativo geografico messo a disposizione dal GSE che rappresenta l'atlante degli impianti di produzione di energia incentivati, inclusi gli impianti eolici, geotermici, idroelettrici e quelli alimentati con bioenergie. Secondo quanto riportato nella banca dati del GSE, presso il comune di Brescia risultano presenti impianti di tipo fotovoltaico, due impianti di tipo idroelettrico e 8 impianti termoelettrici. Tale censimento sottostima la produzione FER complessiva in quanto non include gli impianti FER non incentivati. A Brescia la potenza fotovoltaica che deriva dai 2'059 impianti installati, è pari 33'400 kW che porta ad avere una produzione potenziale pari a 31'361 MWh, corrispondente all'1.6% dei consumi di energia elettrica registrati nel 2023.

Figura 2-44: numero di impianti (a sinistra) e potenza installata per classe di potenza (a destra), aggiornamento a luglio 2021 (fonte: MEI del PAESC)



Sul territorio comunale sono presenti **due impianti idroelettrici, uno con potenza pari ad 1 kW, uno con potenza pari a 300 kW.**

Si riporta di seguito lo schema della rete di teleriscaldamento di Brescia presente sull'annuario AIRU. Figura 2-45: Sistema teleriscaldamento di Brescia e evoluzione delle connessioni alla rete (fonte: AIRU 2024)

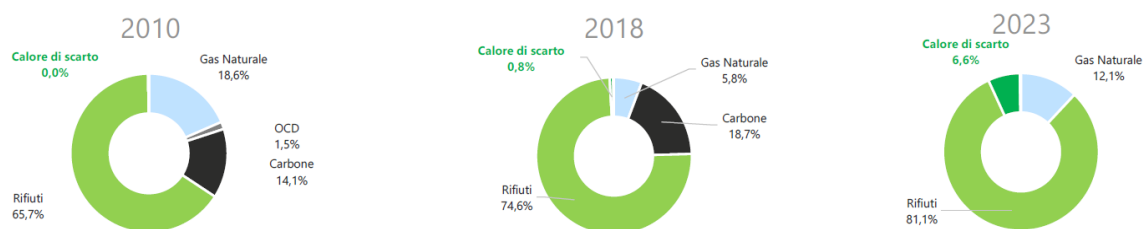


Nel 2023, l'energia erogata alle utenze è stata pari a 834'297 MWh termici e 35'494 MWh di energia frigorifera, in diminuzione rispetto al 2022. L'estensione della rete, che serve utenze domestiche, del terziario e industriali è invece in espansione, la volumetria riscaldata è pari a 43'032'328 m³, quella raffrescata a 713'990 m³, rispetto al 2022 l'incremento è legato solo alla volumetria riscaldata ed è pari a 136'291 m³.

Per definire il fattore di emissione da associare ai consumi di calore da teleriscaldamento, è stato necessario, come anticipato, ridefinire la metodologia di calcolo a seguito dell'entrata in vigore del Decreto Regionale 18546-2019 di Regione Lombardia, pubblicato sul BURL del 4 gennaio 2020 che nell'Allegato 2 definisce le nuove metodologie di calcolo per il fattore di emissione del calore da teleriscaldamento, tale Decreto ha sostituito la metodologia di calcolo contenuta nella Norma UNI EN 15316-4-5 del febbraio 2018.

Nel calcolo del fattore di emissione è necessario determinare il mix energetico consumato dalle centrali destinato alla produzione del calore distribuito. Nell'immagine a seguire si riporta la ripartizione percentuale dei consumi complessivi dell'impianto per vettore trasmessa da A2A.

Figura 2-46: ripartizione per vettore dei consumi dell'impianto di teleriscaldamento di Brescia (fonte: A2A Spa)

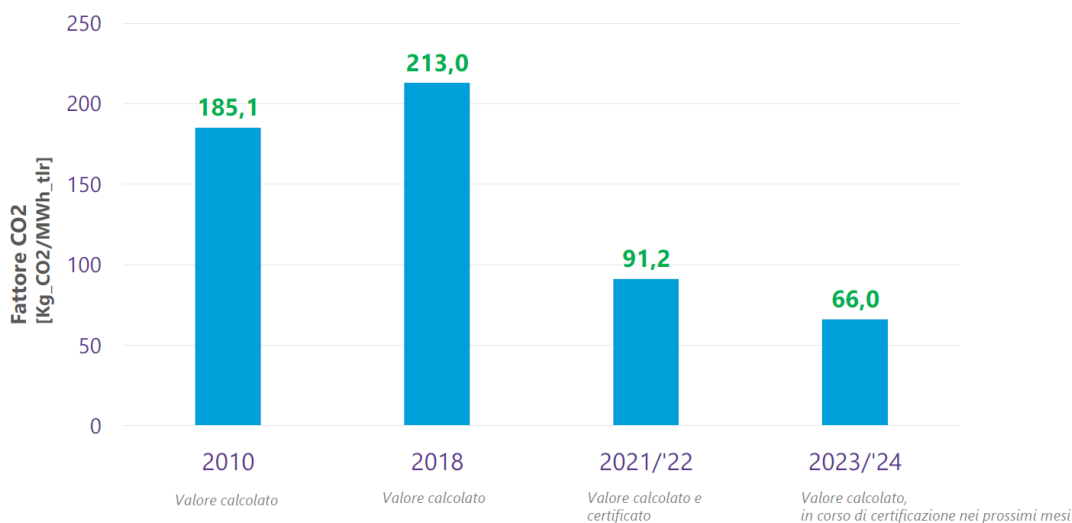


Come si può notare dai grafici tra il 2010 e il 2018 è stato eliminato l'utilizzo di olio combustibile (OCD). Nel 2010 il gruppo policombustibile di Lamarmora è stato interessato dai lavori di installazione del catalizzatore DeNOx (per la riduzione degli NOx). Nel 2010, la disponibilità di tale impianto è stata pertanto ridotta così come il consumo di carbone, e di conseguenza è stato aumentato l'utilizzo di gas naturale negli impianti di riserva al fine di soddisfare il fabbisogno della rete di teleriscaldamento. Tra il 2018 e il 2023 è stato eliminato anche il consumo di carbone a fronte di un aumento del recupero di energia dal calore di scarto dalla combustione dei rifiuti e dalle acciaierie e del gas naturale.

L'andamento del fattore di emissione del calore da teleriscaldamento calcolato per l'impianto di Brescia è riportato nella figura trasmessa da A2A Spa. Il decremento del fattore di emissione in sintesi è legato alle diverse azioni messe in atto da A2A nella gestione dell'impianto e dei combustibili impiegati a seguito delle seguenti azioni messe in campo da A2A:

- 2016 recupero calore da fonte industriale (Ori Martin);
- 2020 diminuzione carbone da La Marmora e avvio accumuli termici;
- 2021 recupero calore da fonte industriale (Alfa Acciai);
- 2022 recupero calore dai fumi del termoutilizzatore.

Figura 2-47: andamento del fattore di emissione del calore dell'impianto di teleriscaldamento gestito da A2A Spa a Brescia (fonte: A2A Spa)



2.4.7. BEI al 2010

Il ricalcolo dei fattori di emissione del calore da teleriscaldamento comporta di fatto la ridefinizione dell'inventario emissivo del BEI per il quale rimane intatto invece l'inventario dei consumi. Il BEI, ovvero il punto di partenza e il riferimento per la costruzione dell'inventario emissivo e per il calcolo dell'obiettivo finale, come precedentemente detto, è il **2010**. In termini di consumi, il settore prevalente, non considerando il settore produttivo, come deciso nel PAESC, è quello residenziale con il 49%, il terziario non comunale è pari al 30%. Il peso del comparto comunale è pari al 3.4%. Il vettore di consumo prevalente è il calore da teleriscaldamento con quasi il 34% dei consumi totali seguito dal gas naturale con circa il 26%, i consumi di energia elettrica si attestano al terzo posto con 22%.

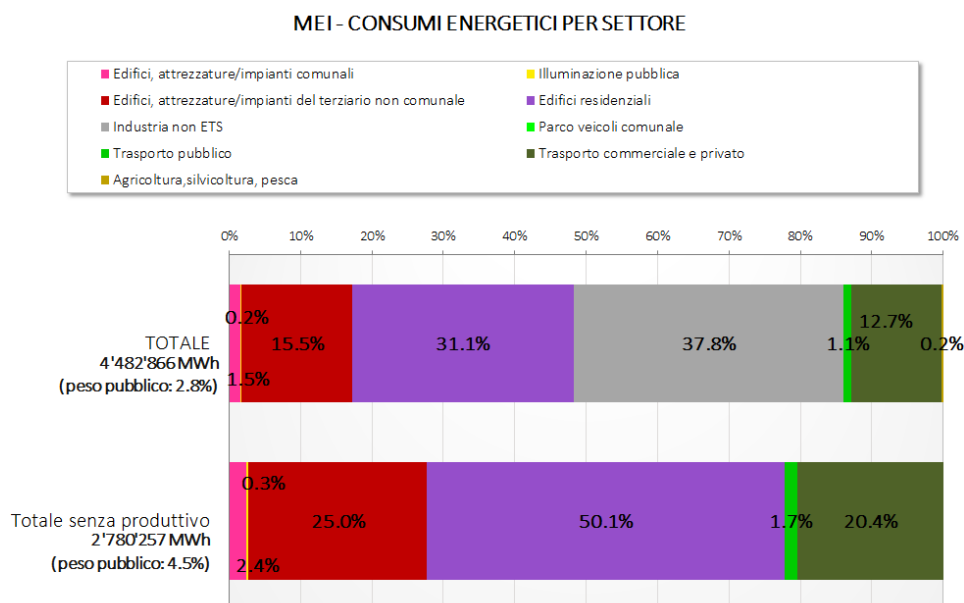
Le emissioni sono invece state ricalcolate con il nuovo fattore di emissione attribuito al calore da teleriscaldamento. Non includendo il settore produttivo, le emissioni del settore residenziale si attestano al 45% circa, quelle del terziario al 34%, il comparto comunale ha un peso sulle emissioni totali pari al 3.6%, considerando i vettori le emissioni di energia elettrica sono al primo posto con il 35% delle emissioni totali (a causa del fattore di emissione più elevato), al secondo posto si registrano quelle di calore con il 26% e al terzo quelle di gas naturale con il 21%.

2.4.8. MEI DEL PAESC al 2023

Dall'analisi della distribuzione dei consumi energetici per settore, il settore maggiormente energivoro risulta essere il produttivo, essendo responsabile di circa il 38% consumi comunali; segue il settore residenziale con il 31% circa mentre il settore terziario è responsabile del 15% circa dei consumi; il settore dei trasporti privati e commerciali è responsabile di poco meno del 13% dei consumi. I consumi del comparto comunale (edifici comunali, illuminazione pubblica, ...) sono pari a circa il 2.8% dei consumi totali di Brescia.

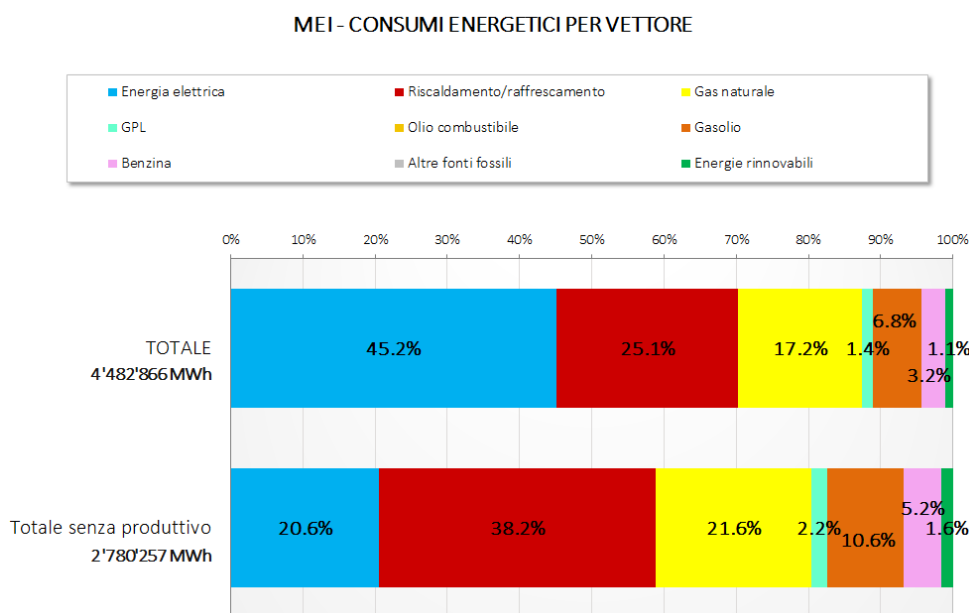
Nel caso di esclusione del settore produttivo, ovvero dei settori industriale e agricolo, il settore predominante in termini di consumi è il residenziale, a cui si associa il 50% dei consumi complessivi, i consumi del settore terziario si attestano al 25%, quelli dei trasporti privati e commerciali salgono al 20% mentre il consumo energetico diretto attribuibile al Comune è in questo caso pari a circa il 4.5%.

Figura 2-48: distribuzione percentuale dei consumi energetici per settore a Brescia nell'anno MEI 2023 includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: MEI del PAESC)



Nella figura successiva si mostra la distribuzione percentuale dei consumi energetici per vettore. Dall'analisi effettuata si può notare come il vettore prevalente sia, così come per l'anno BEI, l'energia elettrica con il 45%, segue il consumo di calore da teleriscaldamento con il 25% circa, i consumi legati al gas naturale si attestano al terzo posto e sono pari al 17%. Escludendo il settore produttivo la situazione cambia in modo significativo, il vettore prevalente diventa infatti il calore da teleriscaldamento con il 38% dei consumi, segue il gas naturale con il 22% mentre i consumi di energia elettrica scendono al terzo posto con il 21%.

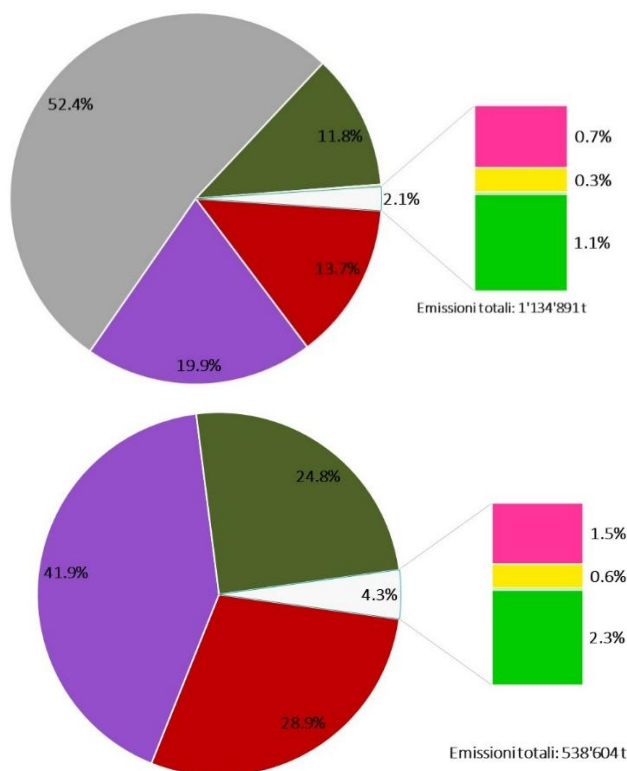
Figura 2-49: distribuzione percentuale dei consumi energetici per vettore a Brescia nell'anno MEI 2023 includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: MEI del PAESC)



La situazione precedentemente descritta si ritrova in linea di massima replicata anche nella distribuzione delle emissioni di CO₂. Come spiegato nel paragrafo sulla metodologia, le emissioni di CO₂ sono calcolate come prodotto tra i consumi dei diversi vettori energetici e i corrispondenti fattori di emissione (tonnellate di emissione di CO₂ per MWh di energia consumata).

Dall'analisi della stima delle emissioni di CO₂ appare evidente come la quota più consistente delle emissioni sia dovuta al settore dell'industria, responsabile per oltre il 52% delle emissioni totali, al secondo posto si attesta il settore residenziale con il 20% gli altri settori fanno registrare percentuali inferiori e pari al 14% circa per il terziario e al 12% per i trasporti privati e commerciali, le emissioni dell'agricoltura, pari allo 0.2% non sono apprezzabili nel grafico. La quota di emissioni relativa al Comune di Brescia è pari al 2.1% delle emissioni totali comunali. Escludendo il settore produttivo si osserva che al primo posto si attestano quelle del settore residenziale con il 42%, seguito dalle emissioni del settore del terziario (29%); quelle del settore dei trasporti privati e commerciali salgono al 25%. In questo caso, le emissioni direttamente riconducibili a servizi pubblici comunali sono pari al 4.3% del totale.

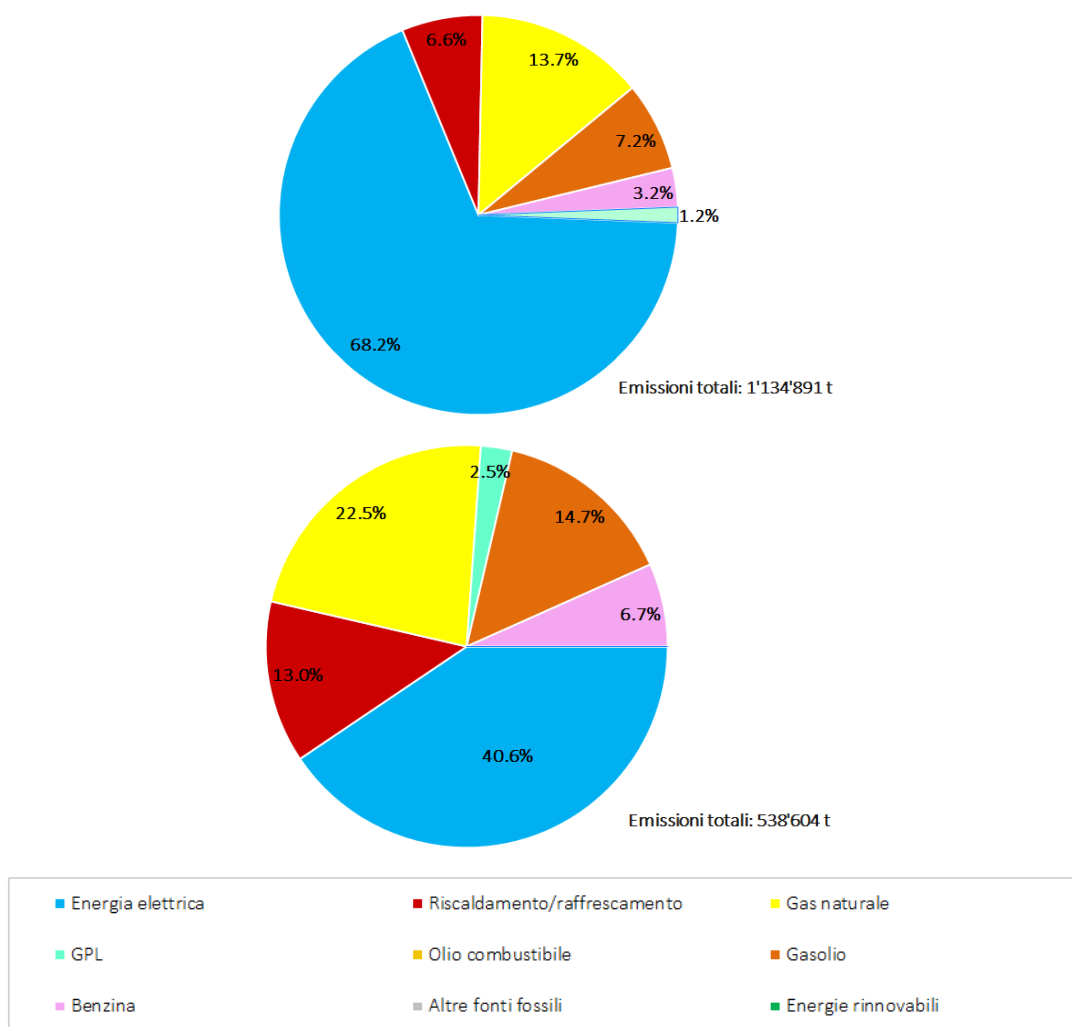
Figura 2-50: distribuzione percentuale delle emissioni di CO₂ per settore a Brescia nell'anno MEI includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: MEI del PAESC)



Dal punto di vista delle emissioni per vettore si può notare come, considerando il settore produttivo, la maggior parte delle emissioni sia dovuta ai consumi di energia elettrica (68% circa), seguiti dai consumi di

gas naturale (14%), le emissioni associate ai consumi di gasolio sono pari a circa il 7%, quelle del teleriscaldamento sono pari al 6.6%. Nel caso in cui si escluda il settore produttivo, l'energia elettrica si conferma il vettore responsabile della quota maggiore di emissioni con il 41%, il gas naturale sale al 23%, il gasolio si attesta al 15%, il teleriscaldamento sale al 13% (grazie alla riduzione del fattore di emissione).

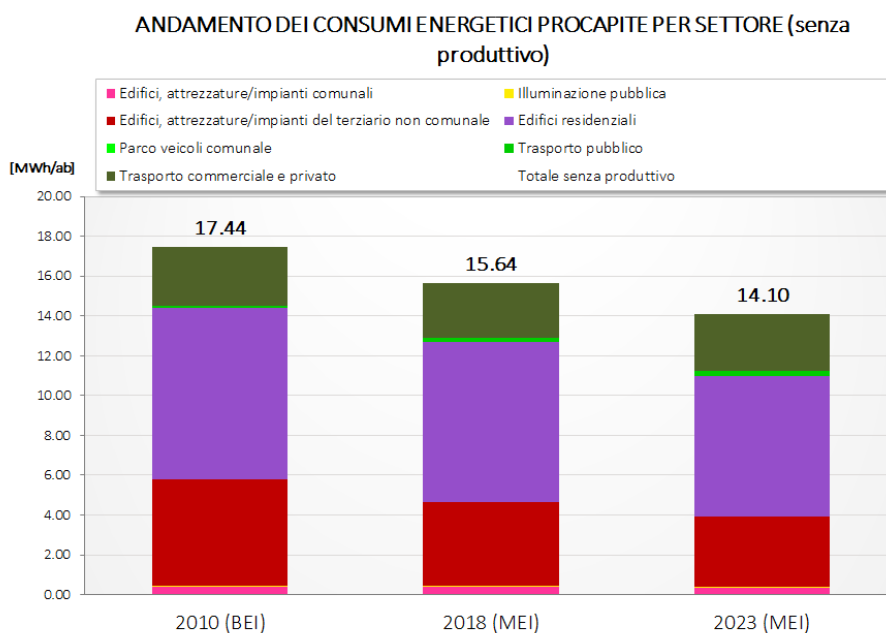
Figura 2-51: distribuzione percentuale delle emissioni di CO₂ per vettore a Brescia nell'anno MEI includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: MEI del PAESC)



2.4.9. Trend energetico emissivo

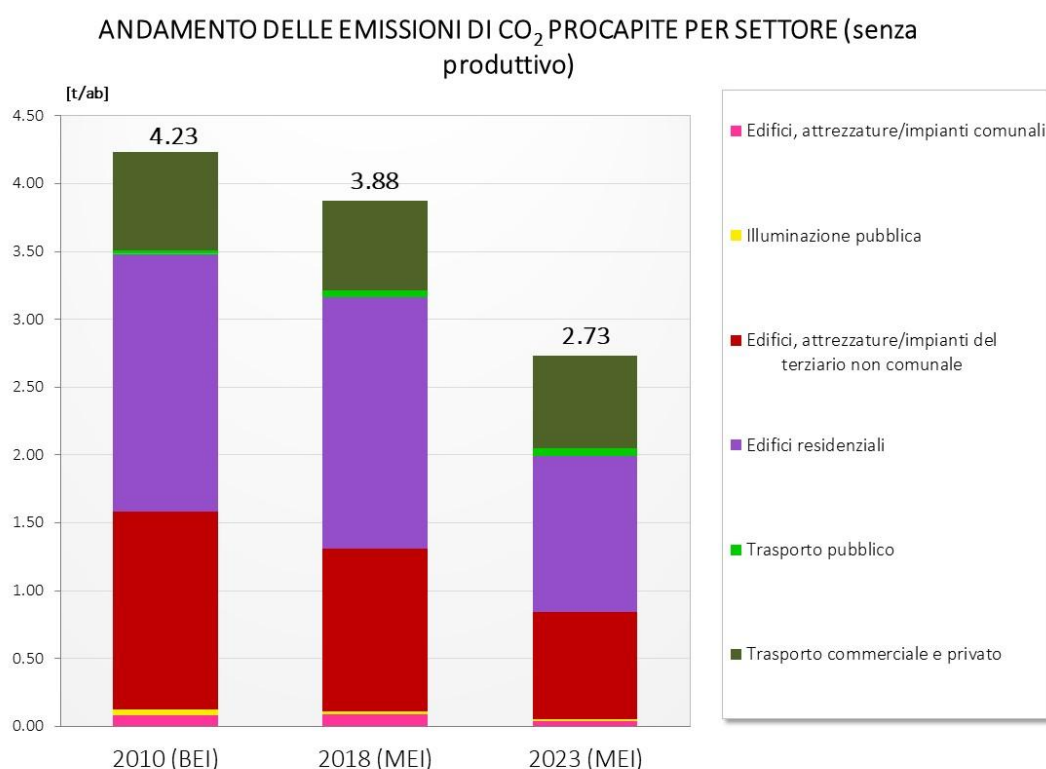
Nel MEI del PAESC, una volta ricalcolato il fattore di emissione dell'energia elettrica al 2010 e quindi l'inventario BEI, viene delineato il trend emissivo dal 2010 al 2023 non considerando il settore produttivo (industria ed agricoltura) e in termini procapite.

Figura 2-52: trend dei consumi al 2010, al 2018 e al 2023 per settore a Brescia (fonte: MEI del PAESC)



I consumi totali tra il 2010 e il 2023 calano del -19.2%, in particolare i consumi del settore del terziario non comunale diminuiscono circa del -36%, quelli del settore residenziale del -18%, i consumi del settore dei trasporti privati e commerciali del -1.5%, per quanto riguarda il comparto dei consumi pubblici si registra un decremento del 60% per consumi dell'illuminazione pubblica, del 48% per quelli dei mezzi di proprietà comunale, del -6% per quelli degli edifici di proprietà comunale, l'unico settore che fa registrare un incremento dei consumi è quello del TPL, a causa dei consumi legati all'energia elettrica e quindi del servizio di metropolitana (non presente nel 2010).

Figura 2-53: trend delle emissioni al 2010, al 2018 e al 2023 per settore a Brescia (fonte: MEI del PAESC)



Valutando il trend emissivo tra il 2010 e il 2018 si nota che si registrano riduzioni in tutti i settori privati, in modo particolare nei settori terziario (-46%) e residenziale (-40%). Nel comparto comunale, le emissioni del settore degli edifici comunali calano del 53%, le emissioni del settore dell'illuminazione pubblica registrano un decremento del 61%, del 48% quelle del parco mezzi comunali, incrementano solo quelle del TPL. In generale la riduzione delle emissioni è pari al 36%.

2.5. Quadro: CLIMA

2.5.1. Profilo climatico

Il presente paragrafo illustra un'analisi degli scenari climatici futuri per il territorio comunale di Brescia, sviluppata sulla base delle proiezioni elaborate dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). L'analisi è condotta tramite l'utilizzo di specifici indicatori climatici, descritti Tabella 2-12, riferiti a temperatura e precipitazione, definiti dall'Expert Team on Climate Change Detection and Indices – ETCCDI (disponibili alla pagina etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml), con lo scopo di quantificare l'intensificarsi del cambiamento climatico. Sono inoltre considerati gli indicatori gradi giorno di riscaldamento (HDDs) e gradi giorno di raffrescamento (CDDs), rappresentativi del fabbisogno energetico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti. Gli indicatori valutati sono calcolati a partire da una rielaborazione effettuata da ARPA Lombardia dei dati giornalieri di temperatura e precipitazione delle simulazioni fornite da un insieme selezionato di otto modelli climatici² con risoluzioni spaziali

² I modelli climatici utilizzati da ARPA Lombardia sono i seguenti: CLMcom_CCLM4-8-17_EC-EARTH, CLMcom_CCLM4-8-17_MPI-ESM-LR, DMI_HIRHAM5_EC-EARTH, GERICs_REMO2015_NorESM1-M, KNMI_RACMO22E_HadGEM2-ES, MPI-CSC_REMO2009_MPI-ESM-LR, SMHI_RCA4_HadGEM2-ES, SMHI_RCA4_MPI-ESM-LR.

rispettivamente pari a 2.2 km e 5 km. Al fine di valutare il futuro climatico del Comune di Brescia, sono considerati due orizzonti temporali, uno a breve termine (2021–2040) e uno a medio termine (2041–2060) e, spazialmente, sono incluse tutte le celle delle griglie modellistiche relative a temperatura e precipitazione che intersecano, anche solo parzialmente, i confini amministrativi comunali.

Tabella 2-12 Descrizione degli indicatori climatici di temperatura e di precipitazione

Variabile	Indicatore	Descrizione	Unità di misura
Temperatura	Temperatura media giornaliera (TAS)	Temperatura media giornaliera annua e stagionale	°C
	Giorni estivi - SUMmer days (SU)	Numero di giorni all'anno in cui la temperatura massima giornaliera supera i 25°C	Giorni
	Giorni estivi consecutivi - Consecutive SUMmer days (CSU)	Numero di giorni consecutivi all'anno in cui la temperatura massima giornaliera supera i 25°C	Giorni
	Notti tropicali - TRopical nights (TR)	Numero di giorni all'anno in cui la temperatura minima è superiore a 20°C	Giorni
	Gradi giorno riscaldamento - Heating Degree Days (HDDs)	Somma delle differenze positive tra la temperatura di riferimento, pari a 20°C, e la temperatura media giornaliera	Gradi giorno
	Gradi giorno raffrescamento - Cooling Degree Days (CDDs)	Somma, nel periodo annuale convenzionale di raffrescamento (da giugno a settembre, estremi inclusi), della differenza tra temperatura media giornaliera e la temperatura di riferimento, pari a 21°C, se la temperatura media giornaliera è maggiore di 24°C	Gradi giorno
Precipitazione	Precipitazione cumulata (PTOT)	Precipitazione cumulata annua e stagionale	mm
	Giorni secchi consecutivi - Consecutive Dry Days (CDD)	Durata massima del periodo di siccità, definita come numero massimo di giorni consecutivi con cumulata giornaliera < 1 mm all'anno	Giorni
	Giorni umidi consecutivi - Consecutive Wet Days (CWD)	Durata massima del periodo di pioggia, definita come numero massimo di giorni consecutivi con cumulata giornaliera ≥ 1mm all'anno	Giorni
	Numero di giorni all'anno con precipitazioni ≥ 20mm (R20mm)	Numero di giorni all'anno con precipitazioni superiori a 20 mm	Giorni
	Massima precipitazione giornaliera mensile (RX1DAY)	Massima precipitazione giornaliera registrata in un determinato mese (dato poi mediato sull'anno)	mm

L'indagine sul territorio di Brescia prende in esame tre intervalli temporali: il periodo climatico di riferimento 1996-2015, il futuro di breve periodo 2021-2040 e il futuro di medio periodo 2041-2060, e si basa sugli scenari IPCC RCP (Representative Concentration Pathways) 2.6, 4.5 e 8.5:

- **«Forte mitigazione» RCP 2.6** secondo il quale vengono adottate politiche climatiche ambiziose e tempestive, che portano a una drastica riduzione delle emissioni di gas serra entro i prossimi 20 anni. Di conseguenza, la concentrazione di questi gas in atmosfera si stabilizza e l'aumento della temperatura media globale rimane inferiore ai 2°C rispetto ai livelli preindustriali.
- **«Significativa mitigazione» RCP 4.5** secondo il quale sono adottate misure significative per il contenimento delle emissioni. Le emissioni CO₂ iniziano a diminuire gradualmente, raggiungendo livelli inferiori rispetto a quelli attuali entro il 2070. Tuttavia, l'aumento della temperatura media globale supera i 2°C rispetto all'era preindustriale.
- **«Business as usual» RCP 8.5** che prevede una crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Le concentrazioni atmosferiche di CO₂ possono arrivare a triplicare o addirittura quadruplicare rispetto ai livelli preindustriali, causando un aumento della temperatura media globale compreso tra i 4°C e i 5°C entro la fine del secolo rispetto al 1850.

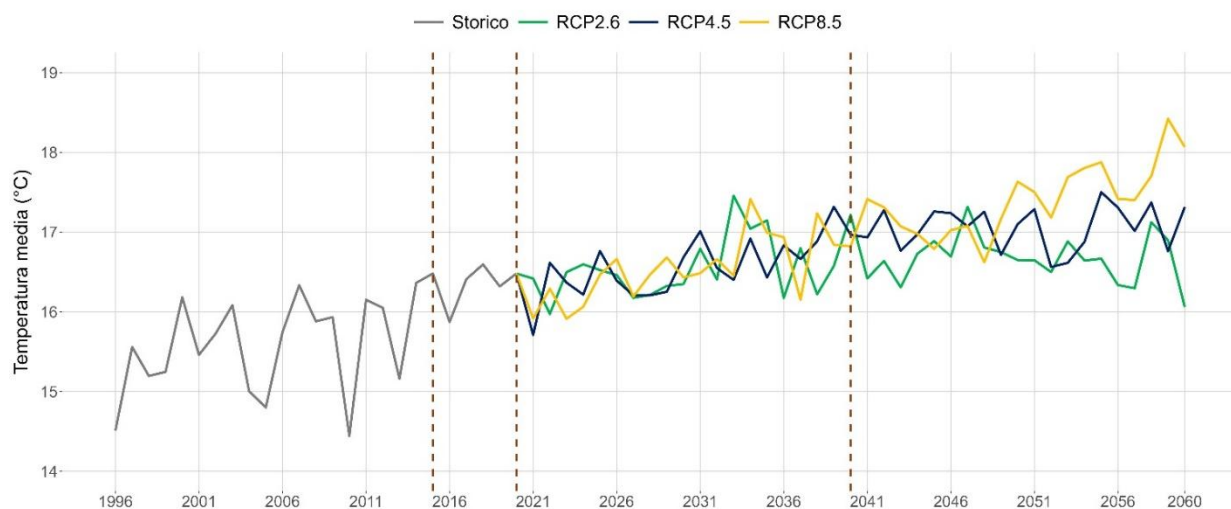
Nei sottoparagrafi seguenti sono riportati gli andamenti temporali degli indicatori medi annuali dal 1996 al 2060, relativi rispettivamente a temperatura e precipitazione. In aggiunta, viene proposta la rappresentazione delle anomalie per ciascun anno compreso tra il 2016 e il 2060 e per ciascuno degli scenari RCP considerati. Le anomalie sono calcolate come differenza tra il valore annuale dell'indicatore e la media del periodo di riferimento 1996-2015.

Si precisa che, per il quinquennio 2016-2020, i dati giornalieri di temperatura derivano da osservazioni strumentali; pertanto, per tale variabile, il periodo 1996-2020 è da considerarsi come intervallo storico. Al contrario, i dati relativi alle precipitazioni nel medesimo intervallo sono ottenuti mediante stime modellistiche.

2.5.1.1. Temperatura

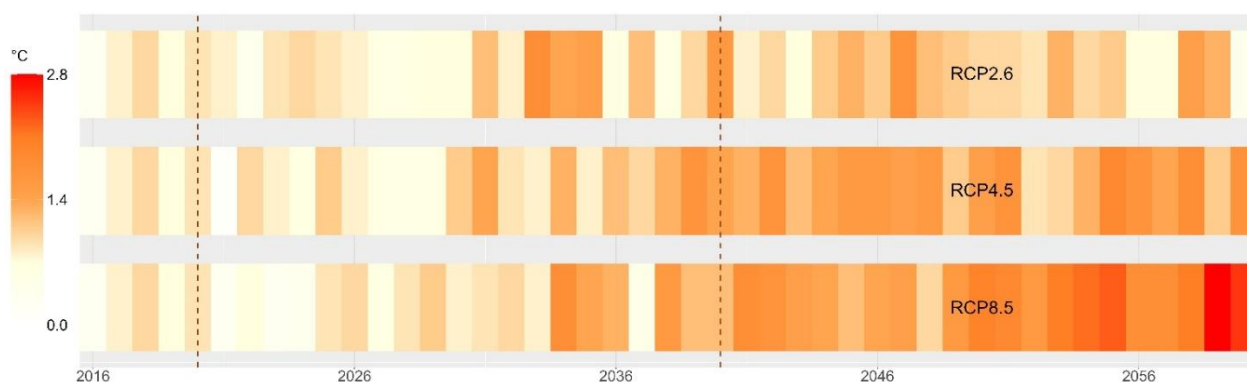
L'evoluzione della temperatura media annua a partire dal 1996 mostra una tendenza crescente e una progressiva divergenza tra le proiezioni dei tre scenari RCP, che si amplifica avvicinandosi all'orizzonte temporale medio 2060. Nel breve periodo (2021-2040), il territorio comunale di Brescia evidenzia un incremento termico di circa 1°C rispetto alla media del periodo di riferimento 1996-2015, attestandosi su un valore medio di 16.6°C in tutti gli scenari analizzati. Nel medio periodo (2041-2060), la discrepanza tra gli scenari si intensifica. Nello scenario con forti mitigazioni (RCP 2.6), il riscaldamento rispetto al ventennio precedente è limitato a 0.1°C; al contrario, nello scenario "significativa mitigazione" (RCP 4.5) la temperatura media annua raggiunge i 17.1°C, mentre lo scenario "business as usual" (RCP 8.5) i 17.4 °C, corrispondente ad un incremento di 0.8°C rispetto al periodo 2021-2040.

Figura 2-54: Andamento del valore medio sul Comune di Brescia della temperatura media annua a partire dal 1996 fino al 2060 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



Il grafico riportato in Figura 2-55 illustra le anomalie della temperatura media annua per il periodo 2016-2060, calcolate rispetto alla media del periodo di riferimento 1996-2015, secondo tre distinti scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5. L'analisi evidenzia una tendenza all'aumento progressivo delle anomalie termiche nel tempo, comune a tutti gli scenari considerati, confermando un graduale intensificarsi del riscaldamento climatico. Le divergenze tra i tre percorsi diventano marcate a partire dal medio periodo (2041-2060). In particolare, nello scenario RCP 2.6, le anomalie si mantengono relativamente contenute, raggiungendo al massimo 1.8°C. Lo scenario RCP 4.5 mostra anomalie termiche più pronunciate e il massimo incremento si riscontra nello scenario più pessimistico RCP 8.5, dove le anomalie raggiungono i 2.8°C, delineando un quadro climatico significativamente più critico.

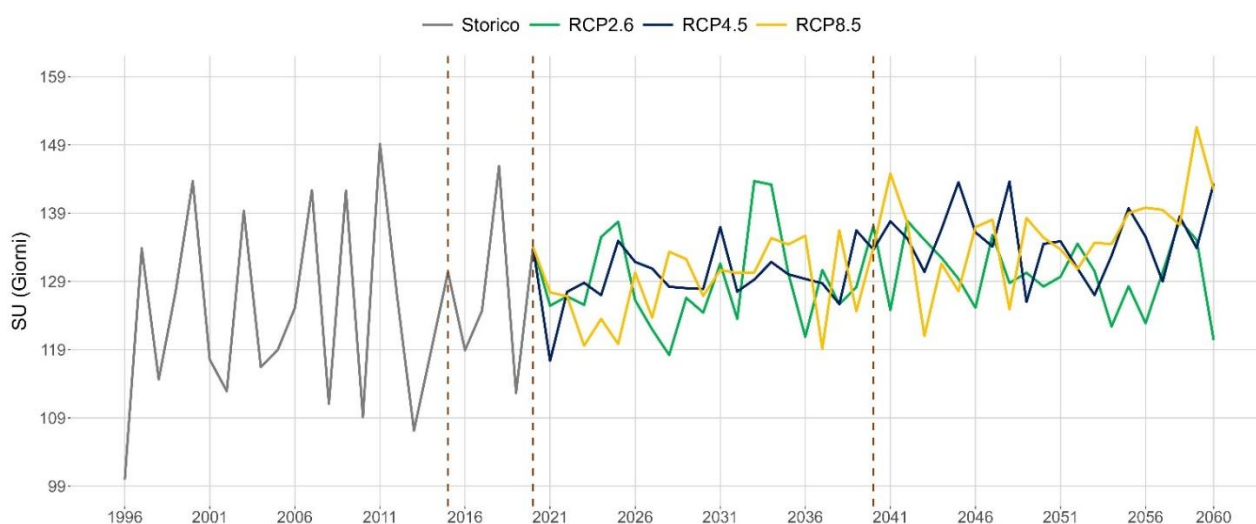
Figura 2-55: Anomalie calcolate, per ogni anno del periodo 2016-2060, come differenza tra la temperatura media e la media del periodo 1996-2015, in ciascuno degli scenari considerati, rispettivamente, dall'alto verso il basso, RCP 2.6, 4.5 e 8.5 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



L'indicatore climatico Summer days (SU) quantifica il numero di giorni annui in cui la temperatura massima giornaliera supera la soglia di 25°C. Questo parametro rappresenta uno strumento analitico rilevante per la valutazione degli effetti delle alte temperature in ambiti critici quali l'agricoltura, la salute pubblica e il settore energetico. Il monitoraggio dell'indicatore SU consente di individuare potenziali situazioni di rischio legate allo stress termico e alla frequenza di ondate di calore, oltre a fornire un supporto strategico nella pianificazione della domanda energetica per il raffrescamento.

La Figura 2-56 illustra l'evoluzione del valore medio dell'indicatore SU sul territorio del Comune di Brescia per il periodo 2016-2060, secondo i tre scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5. Le proiezioni future (2021-2060) delineano un trend crescente nella frequenza dei giorni estivi, con un'accelerazione più marcata nel medio periodo (2041-2060). In particolare, negli scenari RCP 4.5 e RCP 8.5 si prevede un incremento sostanziale dell'indicatore SU, con medie di periodo che superano i 135 giorni, oltre 10 giorni in più rispetto al valore medio osservato nel periodo di riferimento 1996-2015. Nello scenario con forti mitigazioni (RCP 2.6), invece, si osserva un'evoluzione più contenuta e stabile; il numero di giorni con temperatura massima superiore ai 25°C si attesta mediamente attorno ai 130 giorni all'anno sia nel breve sia nel medio periodo, segnando un aumento di circa 5 giorni rispetto alla media del periodo di riferimento.

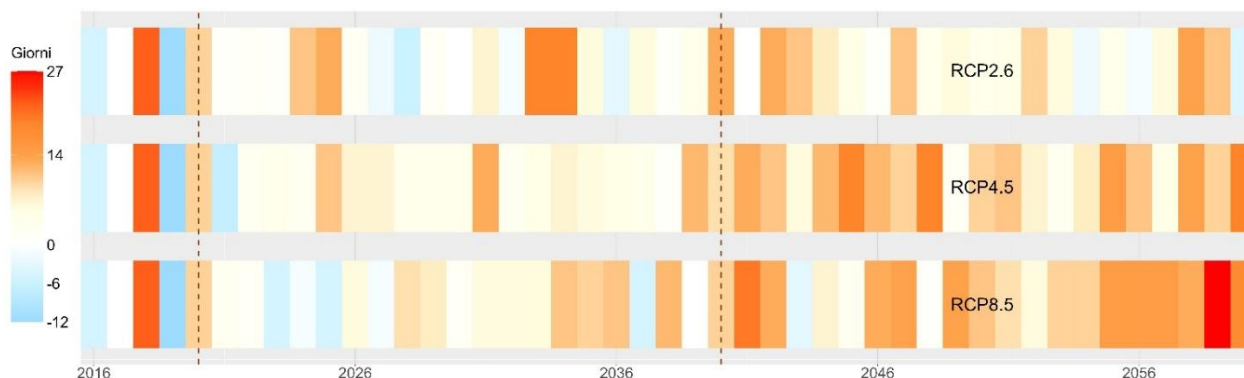
Figura 2-56: Andamento del valore medio sul Comune di Brescia dell'indicatore SU a partire dal 1996 fino al 2060 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



Il seguente grafico mostra le anomalie annuali dell'indicatore SU nel periodo 2016-2060, calcolate rispetto alla media del periodo di riferimento 1996-2015, per i tre scenari RCP 2.6, 4.5 e 8.5. L'andamento delle anomalie evidenzia un'intensificazione progressiva e generalizzata del numero di giorni con temperatura massima superiore a 25°C, segnalando una anomalia positiva sempre più marcata rispetto ai valori del periodo di riferimento.

Nel medio periodo (2041-2060), gli scenari RCP 4.5 e RCP 8.5 registrano rispettivamente un'anomalia massima positiva di 19 e 27 giorni l'anno, mentre lo scenario RCP 2.6, pur mostrando anch'esso un aumento delle anomalie, presenta una crescita più contenuta, che raggiunge al massimo 14 giorni annui nel medio periodo, e caratterizzata da maggiore variabilità interannuale. Nel complesso, il grafico pone in evidenza come tutti gli scenari considerati prevedano un incremento del numero di giorni estivi rispetto al passato. Tale tendenza potrà determinare impatti significativi su settori sensibili quali la salute pubblica, l'agricoltura, la gestione delle risorse idriche e il sistema energetico.

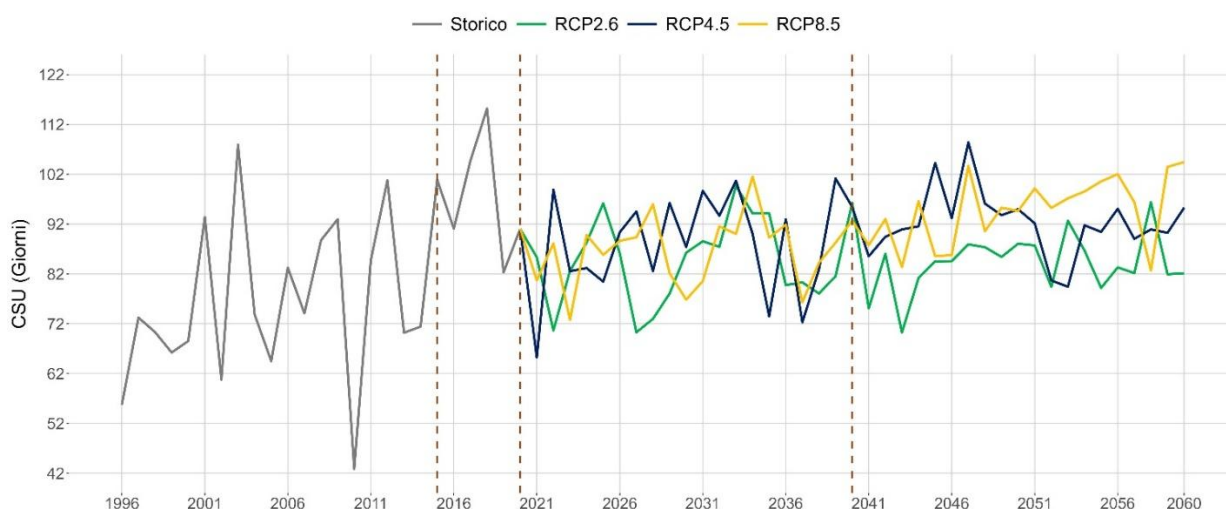
Figura 2-57: Anomalie calcolate, per ogni anno del periodo 2016-2060, come differenza tra il valore dell'indicatore SU e la media del periodo 1996-2015, in ciascuno degli scenari considerati, rispettivamente, dall'alto verso il basso, RCP 2.6, 4.5 e 8.5 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



L'indicatore Consecutive Summer days (CSU) quantifica la durata massima, espressa come giorni consecutivi, di periodi in cui la temperatura massima giornaliera supera i 25°C. Tale parametro è particolarmente rilevante per l'identificazione di episodi prolungati di caldo intenso, con implicazioni significative per la gestione del rischio di incendi boschivi, siccità e gli impatti sanitari derivanti da un'esposizione prolungata a condizioni termiche estreme.

L'evoluzione del valore medio annuo dell'indicatore CSU (Figura 2-58) mostra un incremento rispetto al periodo di riferimento in tutti gli scenari RCP analizzati. Nello specifico, la durata media annua dei periodi consecutivi di giorni estivi aumenta da 77 giorni del periodo di riferimento a un intervallo compreso tra 85 e 88 giorni nel breve periodo (2021-2040), in funzione dello scenario considerato. Nel medio periodo (2041-2060) si osservano andamenti differenziati tra gli scenari: da un lato lo scenario RCP 2.6, caratterizzato da forte mitigazione, evidenzia una tendenza alla stabilizzazione, mantenendo valori simili a quelli del ventennio precedente, dall'altro gli scenari RCP 4.5 e RCP 8.5 evidenziano invece una crescita continua dell'indicatore, con una media annua che raggiunge rispettivamente 92 e 95 giorni consecutivi.

Figura 2-58: Andamento del valore medio sul Comune di Brescia dell'indicatore CSU a partire dal 1996 fino al 2060 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).

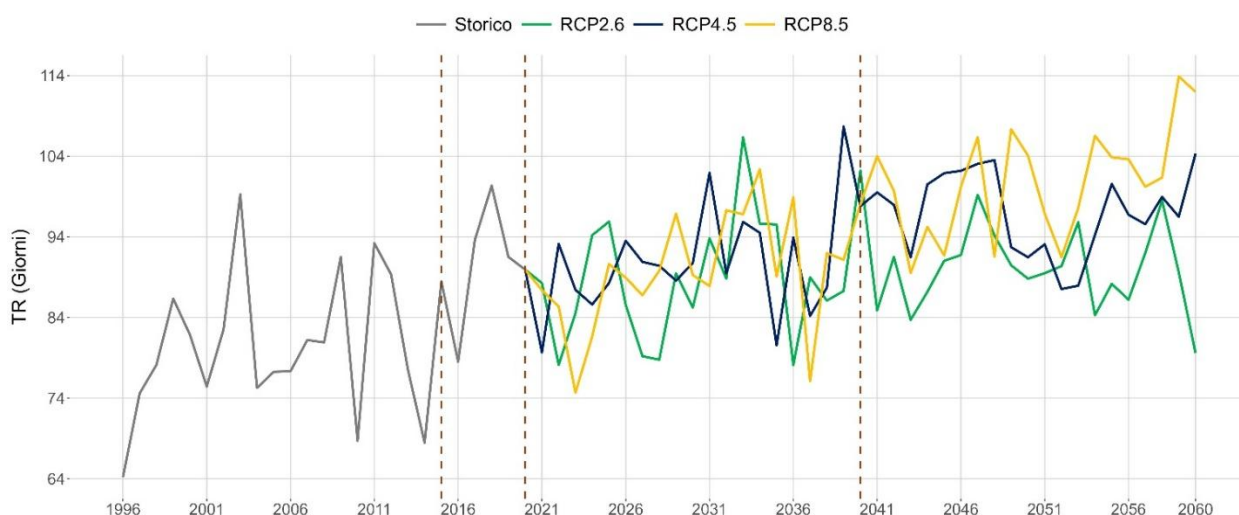


L'indicatore Tropical Nights (TR) quantifica il numero di notti annue in cui la temperatura minima supera i 20°C. Questo parametro è fondamentale per l'analisi della frequenza e della durata di episodi di caldo

notturno persistente, particolarmente critici nei contesti urbani caratterizzati da elevata densità edilizia. La mancata dissipazione del calore durante le ore notturne contribuisce infatti all'accumulo di stress termico, con implicazioni rilevanti per la salute umana, in particolare tra le fasce di popolazione vulnerabili. L'incremento delle notti tropicali rappresenta inoltre una criticità in ambito agricolo, poiché la temperatura notturna svolge un ruolo determinante nei cicli fisiologici delle colture, avendo effetti negativi sulla resa delle colture.

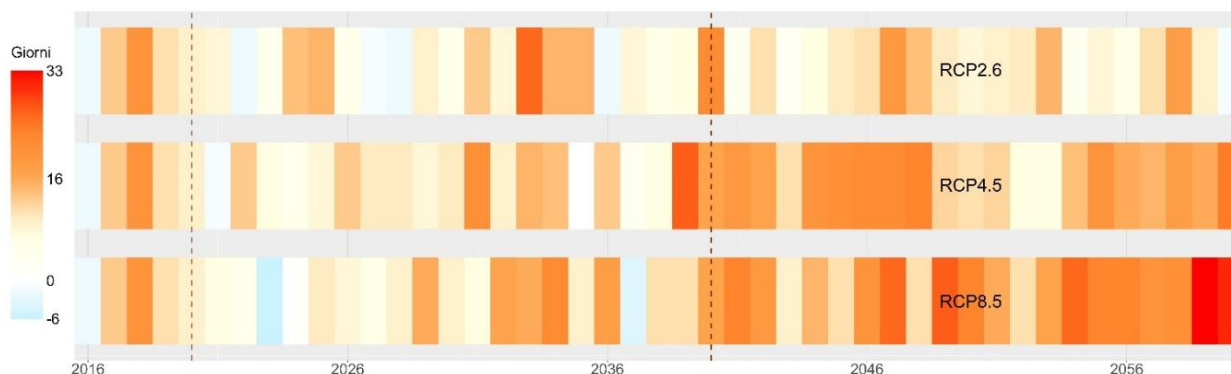
Il seguente grafico, che riporta l'evoluzione temporale del valore medio annuo dell'indicatore Tropical Nights (TR), evidenzia, nello scenario RCP 2.6, una sostanziale stabilità del numero medio di notti tropicali nel breve e medio periodo, con valori che si attestano tra 89 e 90 giorni all'anno, superiore di oltre 9 giorni rispetto alla media di riferimento. Nel medio periodo, le traiettorie previste dai tre scenari RCP mostrano una divergenza significativa. In particolare, nello scenario più pessimistico (RCP 8.5) si registra un incremento marcato del numero medio annuo di notti tropicali, che supera di oltre 20 giorni il valore medio di riferimento, indicando un peggioramento significativo delle condizioni termiche notturne e un potenziale aumento dei rischi associati allo stress termico.

Figura 2-59: Andamento del valore medio sul Comune di Brescia dell'indicatore TR a partire dal 1996 fino al 2060 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



Il grafico in Figura 2-60 mostra le anomalie annuali dell'indicatore Tropical Nights (TR) per il periodo 2016-2060, calcolate rispetto alla media del periodo di riferimento. Si può notare una variabilità iniziale con alternanza tra anni caratterizzati da anomalie positive e negative. Tuttavia, con il progredire del tempo, tutti e tre gli scenari RCP evidenziano un incremento costante e progressivo delle anomalie positive, particolarmente accentuato nel medio periodo. Lo scenario RCP 8.5, registra un picco massimo di anomalie che raggiunge i 33 giorni in più rispetto alla media del periodo di riferimento, mentre nello scenario RCP 2.6 l'anomalia massima media sul territorio supera i 25 giorni. Questo trend sottolinea come, nonostante le misure di mitigazione, l'aumento delle notti tropicali sarà comunque un fenomeno significativo con impatti rilevanti sulla vivibilità e sui sistemi ambientali.

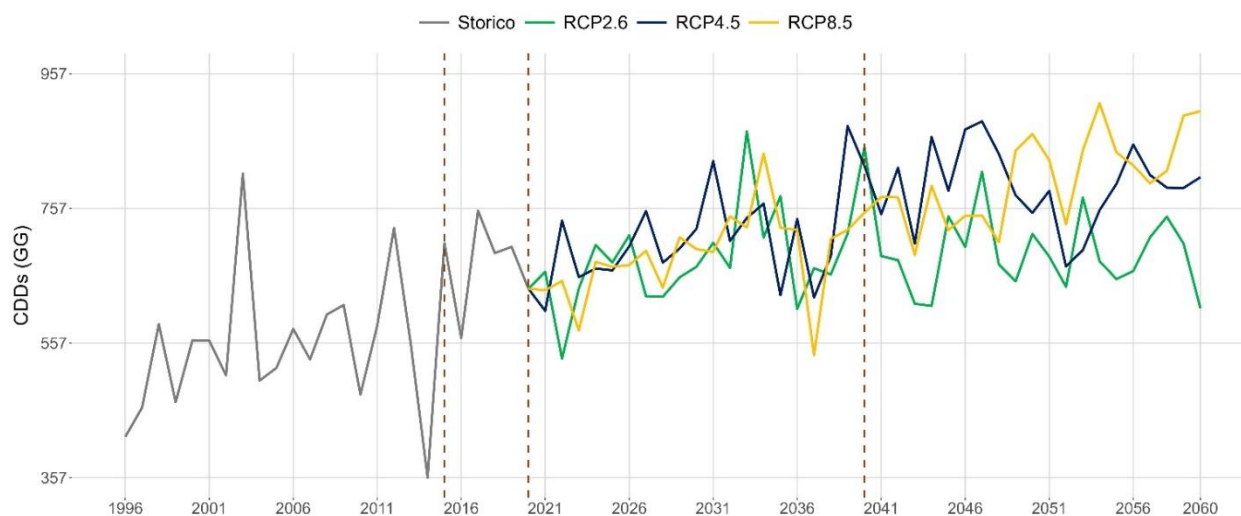
Figura 2-60: Anomalie calcolate, per ogni anno del periodo 2016-2060, come differenza tra il valore dell'indicatore TR e la media del periodo 1996-2015, in ciascuno degli scenari considerati, rispettivamente, dall'alto verso il basso, RCP 2.6, 4.5 e 8.5 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



I gradi giorno di raffrescamento (Cooling Degree Days – CDDs) costituiscono un indicatore quantitativo del fabbisogno energetico associato al raffrescamento degli ambienti nel periodo estivo, convenzionalmente compreso tra i mesi di giugno e settembre. Il calcolo di tale indicatore si basa sulla somma delle differenze positive tra la temperatura media giornaliera e la soglia di riferimento per il comfort termico, fissata a 21°C, considerando esclusivamente i giorni in cui la temperatura media giornaliera supera i 24°C. L'analisi dei CDDs si configura pertanto come uno strumento particolarmente utile per monitorare gli impatti del cambiamento climatico sulla domanda di energia per il raffrescamento.

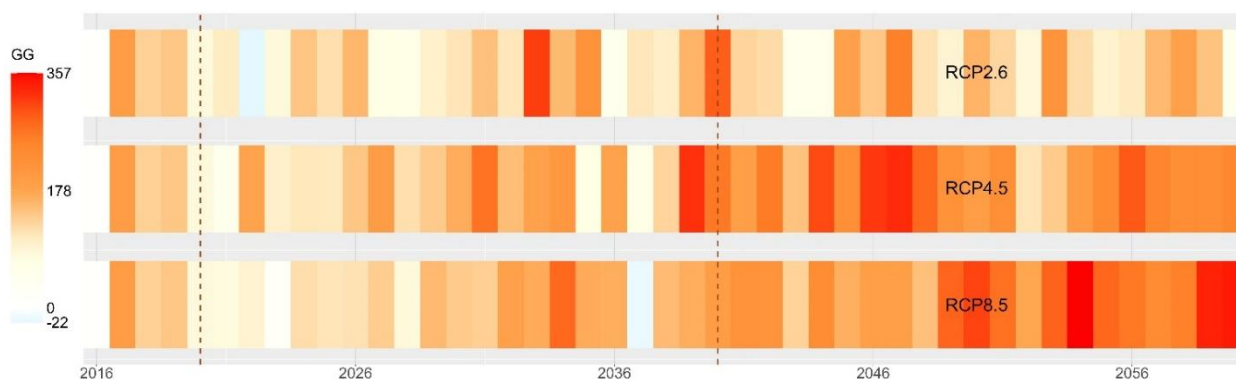
L'andamento medio dei CDDs nel Comune di Brescia (Figura 2-61) mostra un chiaro incremento del fabbisogno energetico per il raffrescamento in tutti e tre gli scenari RCP considerati. Nel periodo di riferimento (1996-2015), il valore medio dei CDDs si attesta a 556 gradi giorno (GG). Nel breve periodo (2021-2040), si osserva un aumento generalizzato dei CDDs, con un incremento compreso tra 132 e 159 GG, a seconda dello scenario considerato. Questa tendenza segnala già nel prossimo futuro una maggiore intensità delle condizioni estive e un crescente stress termico, con implicazioni dirette sulla domanda di climatizzazione. Nel medio periodo (2041-2060), le traiettorie dei tre scenari iniziano a divergere in modo più marcato. Nello scenario RCP 2.6, i valori si stabilizzano su livelli analoghi a quelli del breve periodo. Al contrario, nello scenario RCP 8.5 il fabbisogno di raffrescamento subisce un'accelerazione significativa, con un incremento medio di 246 GG rispetto al periodo 1996-2015, portando il valore medio a 802 GG.

Figura 2-61: Andamento del valore medio sul Comune di Brescia dell'indicatore CDDs a partire dal 1996 fino al 2060 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



L'andamento delle anomalie annuali dei gradi giorno di raffrescamento (CDDs) nel periodo 2016-2060, calcolate rispetto alla media del periodo di riferimento 1996-2015 (Figura 2-62), evidenzia in tutti gli scenari RCP un chiaro trend di crescita delle anomalie, ad indicare un aumento progressivo del fabbisogno di raffrescamento. L'anomalia annua massima si registra nello scenario RCP 8.5, pari a 357 GG. Lo scenario RCP 2.6, al contrario, evidenzia un aumento molto più contenuto, mettendo in evidenza l'efficacia delle politiche di mitigazione sul territorio nel contenere l'innalzamento della domanda energetica per la climatizzazione estiva.

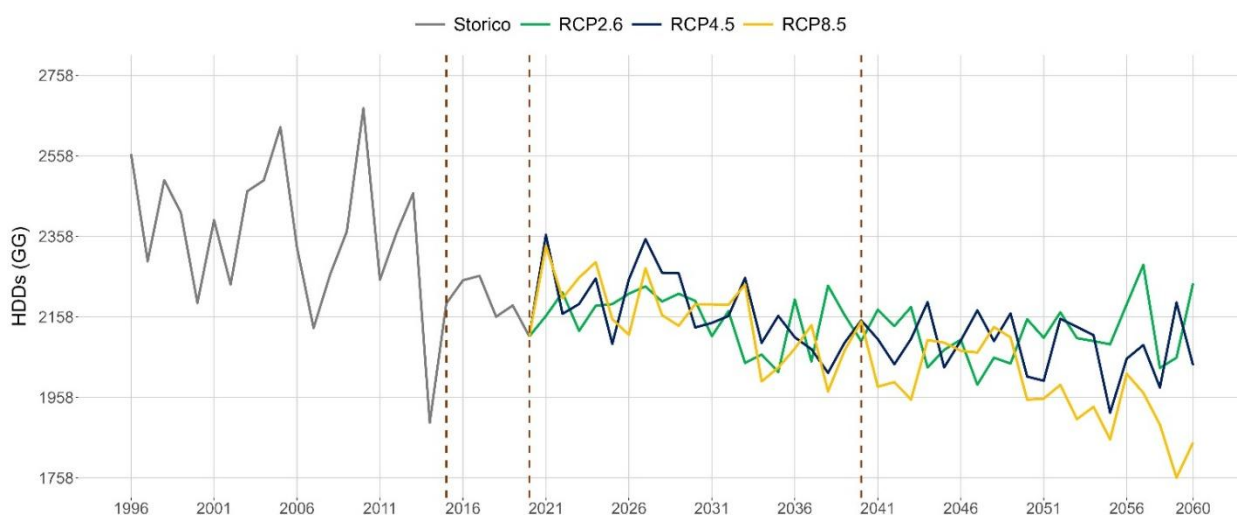
Figura 2-62: Anomalie calcolate, per ogni anno del periodo 2016-2060, come differenza tra il valore dell'indicatore CDDs e la media del periodo 1996-2015, in ciascuno degli scenari considerati, rispettivamente, dall'alto verso il basso, RCP 2.6, 4.5 e 8.5 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



I gradi giorno di riscaldamento (Heating Degree Days – HDDs) costituiscono un parametro chiave per la valutazione del fabbisogno energetico legato al riscaldamento degli ambienti. Il calcolo dell'indicatore avviene sommando, su base annua, le differenze positive tra la temperatura di riferimento, convenzionalmente fissata a 20°C, e la temperatura media giornaliera. Valori elevati di HDDs riflettono condizioni climatiche più rigide, che determinano un aumento della domanda termica per il riscaldamento degli edifici, influenzando direttamente i consumi energetici stagionali, i costi di gestione degli impianti e le strategie di pianificazione energetica. L'analisi dell'andamento di questo indicatore nel tempo consente inoltre di valutare gli effetti del cambiamento climatico sulle esigenze di riscaldamento invernale, mettendo in evidenza eventuali tendenze verso inverni più miti o più severi.

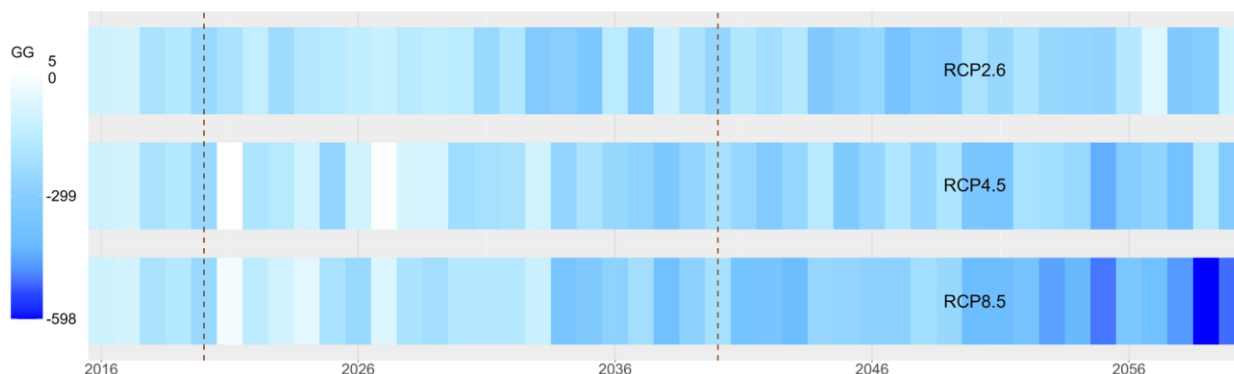
L'andamento medio dei HDDs (Figura 2-63) evidenzia una chiara tendenza alla diminuzione lungo l'orizzonte temporale analizzato, in netta contrapposizione rispetto all'aumento osservato per i CDDs. Tale decremento riflette una progressiva riduzione del fabbisogno energetico per la climatizzazione invernale, coerente con l'incremento delle temperature medie annue. Nel periodo di riferimento 1996-2015, il valore medio degli HDDs si attesta su 2'357 GG. Nel breve termine (2021-2040), tutti gli scenari RCP analizzati mostrano un primo calo dei valori medi, seppur con variazioni contenute. La divergenza tra gli scenari diventa più marcata nel medio periodo (2041-2060). Nel dettaglio, lo scenario RCP 2.6 evidenzia una riduzione media di circa 241 GG rispetto alla media del periodo di riferimento. Diversamente, lo scenario RCP 8.5 mostra una contrazione molto più pronunciata, pari a 378 GG, con una media che scende a 1'979 GG. Questo dato segnala una sostanziale riduzione del fabbisogno di riscaldamento, coerente con l'innalzamento delle temperature invernali previsto nel lungo periodo.

Figura 2-63: Andamento del valore medio sul Comune di Brescia dell'indicatore HDDs a partire dal 1996 fino al 2060 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



Il grafico in Figura 2-64 riporta l'andamento delle anomalie annuali dell'indicatore HDDs calcolate rispetto al periodo di riferimento 1996-2015. Nel medio periodo 2041-2060, le anomalie tendono a diventare progressivamente più negative, riflettendo un progressivo indebolimento della domanda energetica per il riscaldamento. Lo scenario RCP 8.5 evidenzia le anomalie negative più marcate, con una riduzione media sul territorio al massimo pari a -598 GG, segnale di un sostanziale riscaldamento delle stagioni fredde. Nello scenario RCP 2.6, pur confermandosi la tendenza al ribasso, le anomalie risultano meno accentuate e più stabili tra il breve e il medio periodo, grazie all'effetto delle politiche di mitigazione previste in tale scenario.

Figura 2-64: Anomalie calcolate, per ogni anno del periodo 2016-2060, come differenza tra il valore dell'indicatore HDDs e la media del periodo 1996-2015, in ciascuno degli scenari considerati, rispettivamente, dall'alto verso il basso, RCP 2.6, 4.5 e 8.5 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



La Tabella 2-13 fornisce una sintesi comparativa dei valori medi degli indicatori climatici derivati dalla variabile temperatura per il Comune di Brescia, confrontando il periodo di riferimento 1996-2015 con le proiezioni per il breve (2021-2040) e il medio (2041-2060) periodo, secondo i tre scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

L'analisi conferma una tendenza sistematica all'aumento delle temperature lungo l'arco temporale considerato, con variazioni più marcate nello scenario RCP 8.5, che non prevede interventi significativi di mitigazione, e incrementi più contenuti nello scenario RCP 2.6, caratterizzato invece da forte mitigazione.

L'incremento termico è rilevabile su base annua e stagionale, con accentuazioni nei periodi invernale ed estivo. La temperatura media annuale passa da 16.6°C nel breve periodo a un valore massimo di 17.4°C nel medio periodo nello scenario RCP 8.5. In estate, nello stesso scenario, si raggiungono picchi di temperatura media pari a 28.9°C, evidenziando un'accentuata intensificazione del caldo estivo.

Parallelamente, si osserva una progressiva crescita della frequenza di eventi termici estremi. Il numero medio di giorni estivi (SU), giornate con temperature massime superiori a 25°C, cresce da 129 a 136 giorni tra breve e medio periodo nello scenario RCP 8.5. Le notti tropicali (TR), caratterizzate con temperature minime superiori a 20°C, aumentano da 89 a 101 giorni nello stesso intervallo temporale e scenario.

In termini di indicatori energetici, i Cooling Degree Days (CDDs), rappresentativi del fabbisogno di raffrescamento, mostrano un incremento netto, arrivando fino a 802 GG nello scenario più pessimistico. Al contrario, i Heating Degree Days (HDDs), che indicano la domanda di riscaldamento, diminuiscono significativamente, coerentemente con l'attenuazione delle condizioni invernali rigide.

Nel complesso, dall'analisi degli scenari RCP emerge che l'impatto delle politiche di mitigazione tempestive e strutturate, è rilevante al fine di contenere gli effetti del cambiamento climatico sia in termini ambientali sia energetici.

Tabella 2-13: Valori medi sul Comune di Brescia degli indicatori basati sulla variabile temperatura sul periodo climatico riferimento 1996-2015, e sul breve 2021-2040 e medio 2041-2060 periodo per gli scenari IPCC RCP 2.6, 4.5 e 8.5

Indicatore	Unità di misura	Periodo riferimento	Breve periodo			Medio periodo		
			RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
Temp. media	°C	15.6	16.6	16.6	16.6	16.7	17.1	17.4

Indicatore	Unità di misura	Periodo riferimento	Breve periodo			Medio periodo		
			RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
Temp. media inverno	°C	4.5	5.5	5.5	5.4	5.6	5.9	6.3
Temp. media primavera	°C	15.2	16.1	15.8	16.1	16.1	16.3	16.7
Temp. media estate	°C	26.8	27.9	28.2	28.0	27.9	28.8	28.9
Temp. media autunno	°C	15.8	16.6	16.6	16.5	16.8	17.1	17.5
SUMmer days (SU)	Giorni	124	129	130	129	130	135	136
Consecutive SUMmer days (CSU)	Giorni	77	85	88	87	84	92	95
TRopical nights (TR)	Giorni	81	89	91	90	90	97	101
Cooling Degree Days (CDDs)	Gradi giorno	556	687	715	690	688	789	802
Heating Degree Days (HDDs)	Gradi giorno	2'357	2'154	2'179	2'159	2'116	2'085	1'979

2.5.1.2. Precipitazione

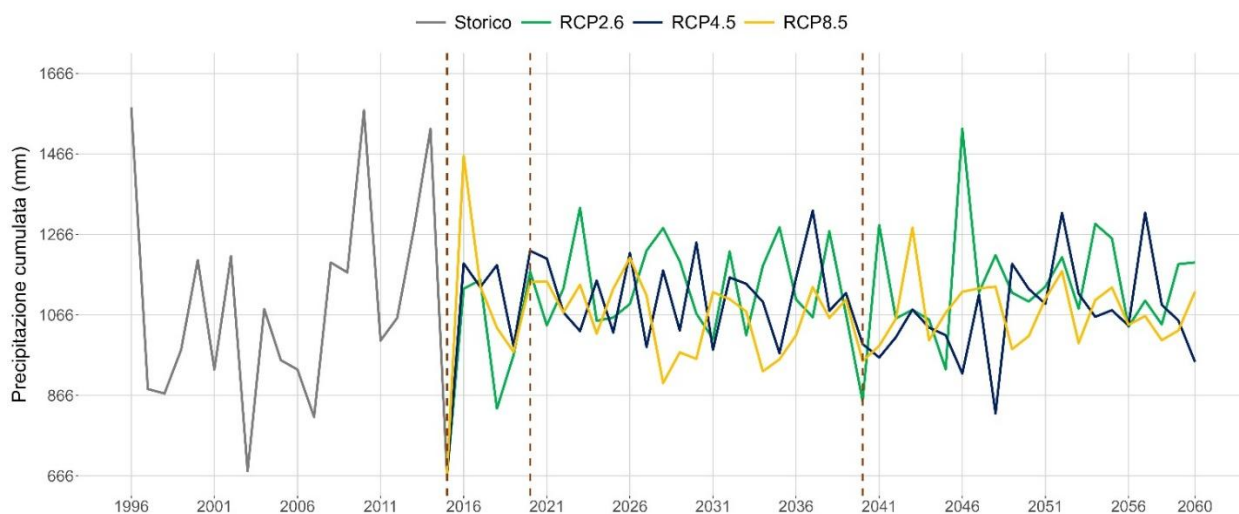
Di seguito si propone un'analisi degli indicatori basati sulla variabile precipitazione nel territorio comunale di Brescia. Per un approfondimento dettagliato sul comportamento di ciascun indicatore si rimanda alle figure successive, che ne illustrano l'andamento e le anomalie.

Dall'analisi dell'andamento delle precipitazioni medie annue (Figura 2-65) emerge la maggiore complessità nell'interpretazione rispetto alla variabile temperatura, a causa dell'elevata variabilità interannuale che caratterizza questo parametro climatico. La variabilità rende difficile individuare tendenze nette e univoche nell'area analizzata. Le proiezioni future relative alla precipitazione cumulata media annuale mostrano generalmente una diminuzione della deviazione standard rispetto alla variabilità dei dati storici, effetto dovuto al fatto che tali proiezioni rappresentano la media di un ensemble composto da 8 diversi modelli. Complessivamente, queste variazioni sono statisticamente meno robuste rispetto a quelle osservate per la temperatura e presentano differenze significative a seconda dello scenario RCP e della stagionalità.

Come a livello annuale, l'analisi stagionale delle precipitazioni conferma la persistenza di un'elevata variabilità interannuale, con un'alternanza marcata tra anni caratterizzati da abbondanti precipitazioni e anni più siccitosi, in linea con le osservazioni regionali. In genere, la primavera mostra un leggero aumento delle precipitazioni medie in tutti gli scenari RCP considerati, valido per entrambi i periodi futuri analizzati. Al contrario, in inverno si registra una lieve diminuzione delle precipitazioni, che raggiunge al massimo il -13% nello scenario RCP 8.5 nel breve periodo. Fa eccezione lo scenario RCP 2.6 nel medio periodo, che evidenzia un leggero incremento delle precipitazioni invernali, pari al 5% rispetto al periodo di riferimento.

Nonostante tali variazioni, le proiezioni stagionali non evidenziano tendenze statisticamente robuste né verso un aumento né verso una diminuzione significativa delle precipitazioni, poiché i risultati dei tre scenari RCP rimangono in stretta convergenza tra loro e si mantengono prossimi alle medie storiche, indicando una limitata significatività delle variazioni previste.

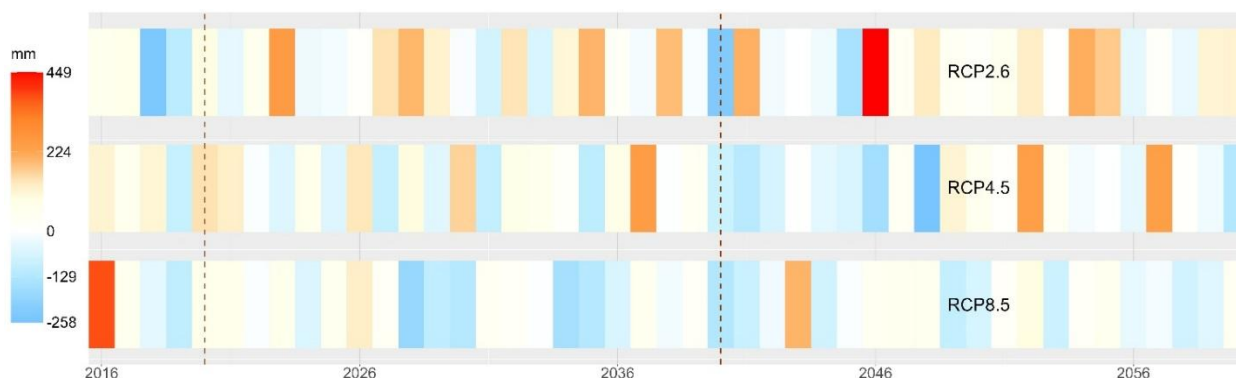
Figura 2-65: Andamento del valore medio sul Comune di Brescia della precipitazione totale annua a partire dal 1996 fino al 2060 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



Il grafico seguente illustra le anomalie annuali della precipitazione cumulata, calcolate rispetto al periodo di riferimento in cui si evidenzia una marcata variabilità interannuale.

Nello scenario a forte mitigazione (RCP 2.6), le anomalie risultano generalmente contenute, con una leggera prevalenza di anni con precipitazioni superiori alla media, il 62% delle anomalie annue registrate tra il 2016 e il 2060 è infatti, positivo. Gli scenari RCP 4.5 e RCP 8.5, pur mantenendo anomalie di entità moderata, mostrano una maggiore alternanza tra anni più secchi e più piovosi rispetto allo scenario RCP 2.6, con il 47% degli anni caratterizzati da anomalie negative nel periodo 2016-2060.

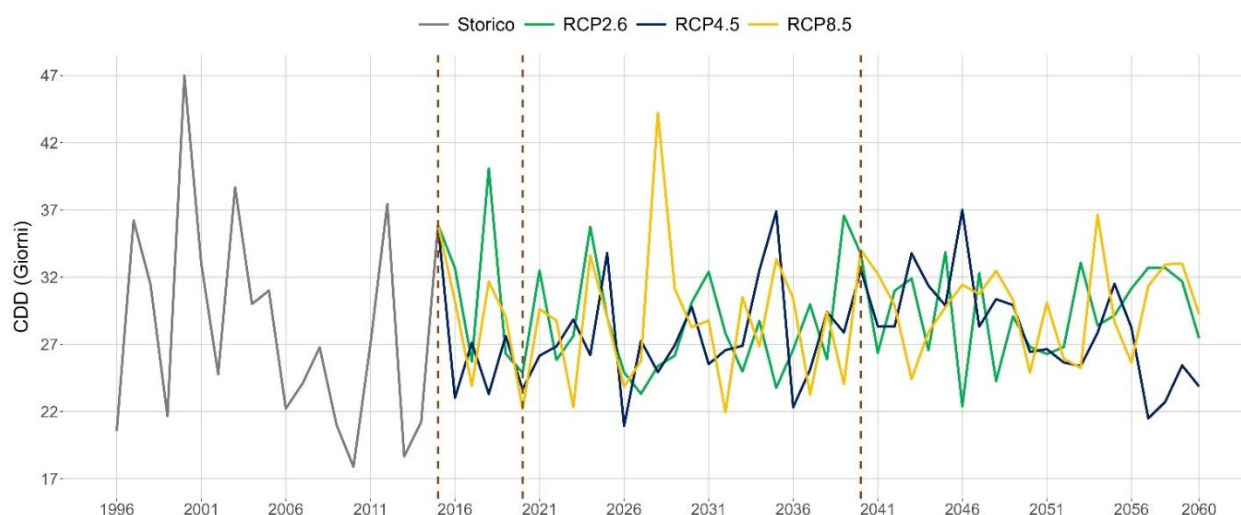
Figura 2-66: Anomalie calcolate, per ogni anno del periodo 2016-2060, come differenza tra il valore dell'indicatore precipitazione cumulata e la media del periodo 1996-2015, in ciascuno degli scenari considerati, rispettivamente, dall'alto verso il basso, RCP 2.6, 4.5 e 8.5 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



L'indicatore CDD (Consecutive Dry Days) misura la lunghezza massima dei periodi di siccità, ossia il numero più alto di giorni consecutivi con precipitazioni inferiori a 1 mm. Un aumento di questo valore può influire negativamente sulla disponibilità di risorse idriche, impattando in modo significativo l'agricoltura, la gestione idrica e le politiche di adattamento climatico. Per questo motivo, il monitoraggio di tale indicatore è essenziale per mettere a punto strategie efficaci volte a fronteggiare i cambiamenti climatici, riducendo i rischi connessi a siccità prolungate e eventi meteorologici estremi che possono danneggiare ecosistemi e infrastrutture.

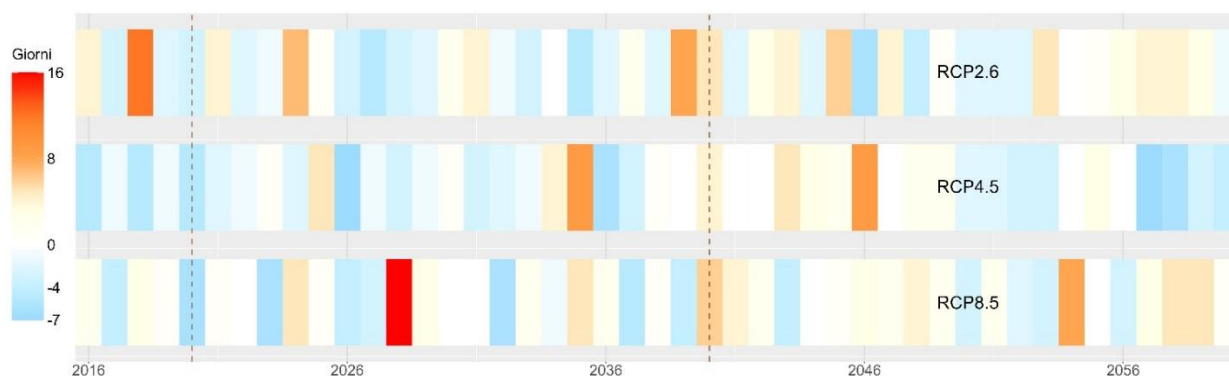
L'analisi dell'andamento medio del CDD, riportata in Figura 2-67, mostra una sostanziale stabilità nel tempo. Durante il periodo di riferimento 1996-2015, la durata media dei periodi di giorni secchi consecutivi è pari a 28 giorni, mantenendosi su valori simili anche nelle proiezioni future e raggiungendo un leggero aumento fino a 30 giorni nello scenario RCP 8.5 nel medio periodo.

Figura 2-67: Andamento del valore medio sul Comune di Brescia dell'indicatore CDD a partire dal 1996 fino al 2060 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



Il grafico seguente illustra le anomalie annuali dell'indicatore CDD nel periodo 2016-2060, calcolate rispetto al periodo di riferimento 1996-2015. I dati evidenziano una sostanziale stabilità dell'indicatore nel corso del tempo, indipendentemente dallo scenario RCP preso in esame, con un'alternanza equilibrata tra anomalie positive e negative. Questa distribuzione percentuale bilanciata delle anomalie indica l'assenza di una tendenza netta in termini di variazione della durata massima dei periodi secchi consecutivi nell'orizzonte temporale analizzato.

Figura 2-68: Anomalie calcolate, per ogni anno del periodo 2016-2060, come differenza tra il valore dell'indicatore CDD e la media del periodo 1996-2015, in ciascuno degli scenari considerati, rispettivamente, dall'alto verso il basso, RCP 2.6, 4.5 e 8.5 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).

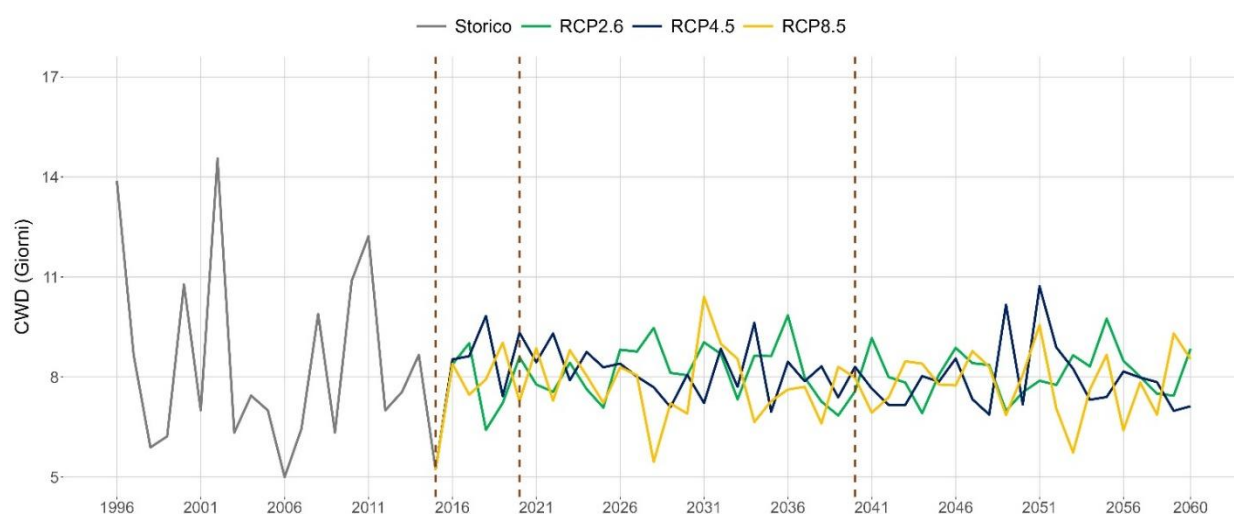


L'indicatore CWD (Consecutive Wet Days) misura la durata massima dei periodi di pioggia, definita come il numero più elevato di giorni consecutivi con precipitazione cumulata giornaliera superiore a 1 mm durante un anno. Questo parametro rappresenta un elemento chiave nell'analisi della variabilità climatica, focalizzandosi sull'identificazione e il monitoraggio di episodi prolungati di precipitazioni. Periodi estesi di pioggia possono causare fenomeni quali allagamenti, problemi di drenaggio, danni alle infrastrutture e

frane, oltre a influire negativamente sull'agricoltura, provocando il degrado delle colture e perdite nei raccolti. Nel contesto urbano, un incremento nella frequenza e nella durata di tali eventi piovosi può aggravare il rischio di allagamenti, compromettendo infrastrutture, servizi e la sicurezza della popolazione.

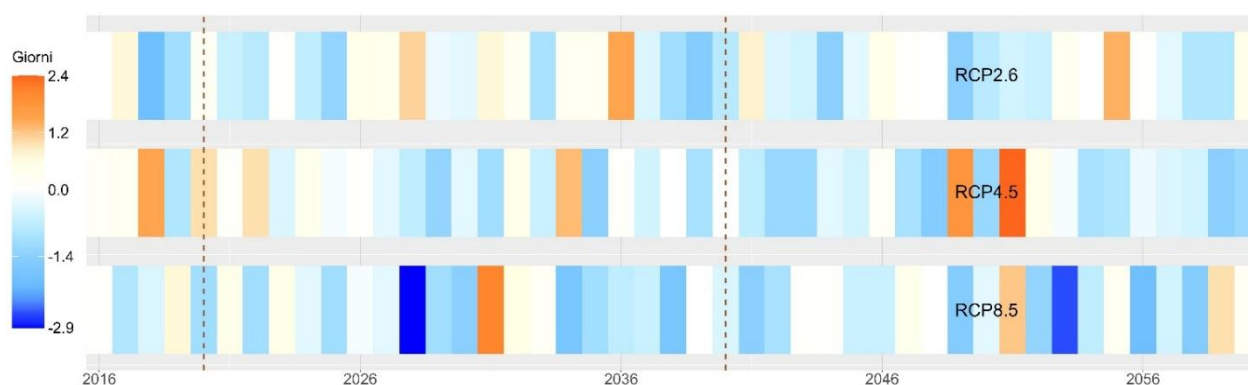
L'analisi dell'andamento medio dell'indicatore CWD, illustrato in Figura 2-69, mostra una sostanziale costanza nel corso del tempo. Il valore medio dei giorni consecutivi con precipitazioni superiori a 1 mm si mantiene stabile intorno a 8 giorni, sia nel periodo di riferimento 1996-2015 sia nelle proiezioni future, indipendentemente dallo scenario RCP.

Figura 2-69: Andamento del valore medio sul Comune di Brescia dell'indicatore CWD a partire dal 1996 fino al 2060 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



Le anomalie dell'indicatore CWD, valutate rispetto al periodo di riferimento e riportate in Figura 2-70, variano in un intervallo compreso tra -2.9 e +2.4 giorni. Nei casi degli scenari RCP 4.5 e RCP 8.5 si rileva una prevalenza di anomalie negative, che rappresentano rispettivamente il 67% e il 69% dell'intero periodo considerato (2016-2060). Al contrario, nello scenario RCP 2.6 si registra un'alternanza più bilanciata, con una leggera predominanza delle anomalie negative, corrispondenti ad una diminuzione dei giorni consecutivi umidi.

Figura 2-70: Anomalie calcolate, per ogni anno del periodo 2016-2060, come differenza tra il valore dell'indicatore CWD e la media del periodo 1996-2015, in ciascuno degli scenari considerati, rispettivamente, dall'alto verso il basso, RCP 2.6, 4.5 e 8.5 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



L'indicatore R20 quantifica il numero di giorni in cui le precipitazioni giornaliere superano la soglia di 20 mm, rappresentando un parametro chiave per valutare la frequenza e l'intensità degli eventi estremi.

L'aumento di tali episodi può avere conseguenze significative sulla gestione territoriale, sulle risorse idriche e sulla sicurezza pubblica, poiché precipitazioni intense possono provocare fenomeni di allagamento, danneggiamenti alle infrastrutture, rapido incremento dei livelli di bacini idrici e corsi d'acqua, oltre a compromettere l'attività agricola, soprattutto in aree vulnerabili.

Le analisi relative all'andamento medio (Figura 2-71) e alle anomalie (Figura 2-72) dell'indicatore R20 mostrano variazioni limitate rispetto al periodo di riferimento 1996-2015. Negli orizzonti temporali futuri considerati, lo scostamento medio rispetto al periodo di riferimento non supera i due giorni, indipendentemente dallo scenario climatico considerato, nonostante anni singoli si allontanino dall'andamento del periodo (come per l'anno 2046 dello scenario RCP2.6).

Figura 2-71: Andamento del valore medio sul Comune di Brescia dell'indicatore R20 a partire dal 1996 fino al 2060 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).

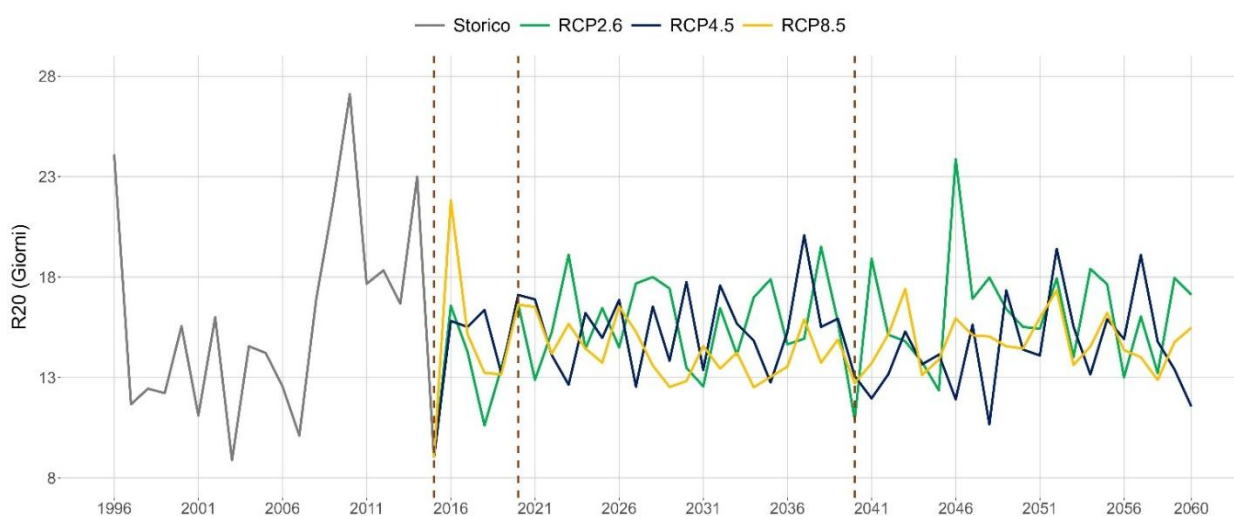
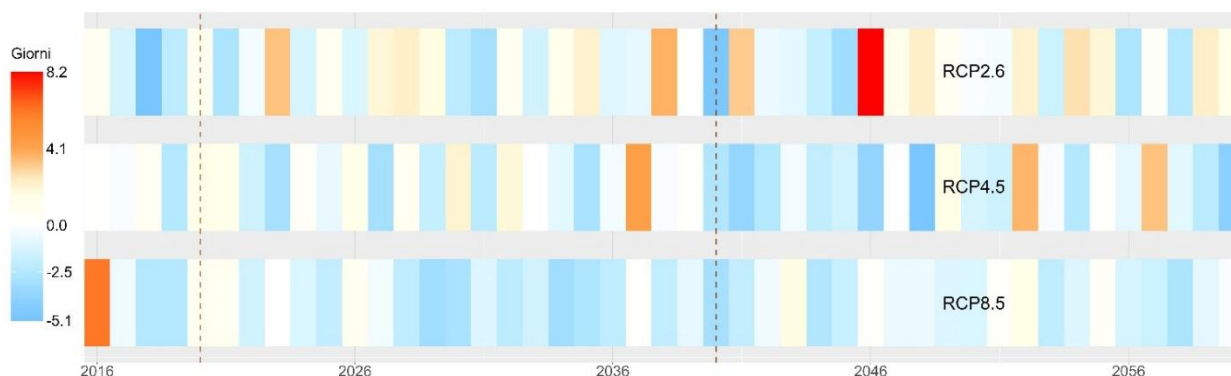


Figura 2-72: Anomalie calcolate, per ogni anno del periodo 2016-2060, come differenza tra il valore dell'indicatore R20 e la media del periodo 1996-2015, in ciascuno degli scenari considerati, rispettivamente, dall'alto verso il basso, RCP 2.6, 4.5 e 8.5 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).

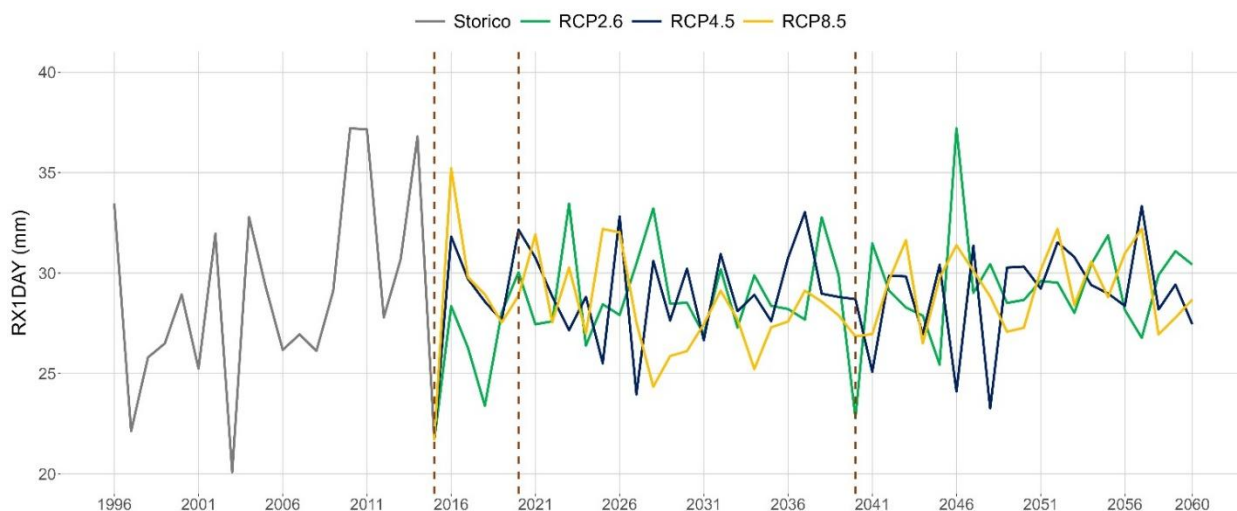


L'indicatore RX1DAY rappresenta il massimo accumulo di precipitazione giornaliera registrato su base mensile, successivamente mediato su scala annuale, e costituisce un parametro essenziale per analizzare la variabilità climatica e i potenziali incrementi nell'intensità delle precipitazioni estreme.

L'analisi dell'andamento dell'indicatore RX1DAY per il territorio comunale di Brescia (Figura 2-73) evidenzia un lieve aumento dei valori medi annuali nel periodo futuro rispetto al periodo di riferimento, con picchi

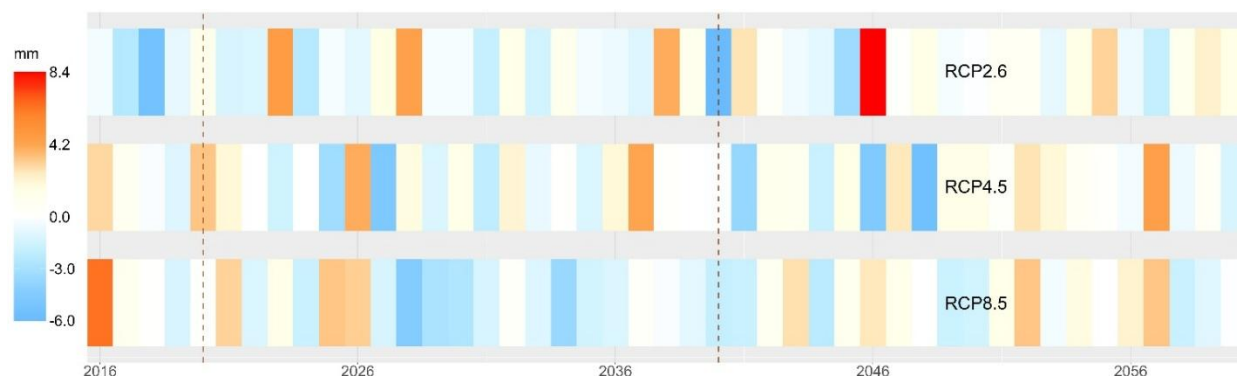
che si attestano attorno ai 30 mm. Le proiezioni relative ai diversi scenari RCP mostrano variazioni relativamente contenute tra loro. Tali risultati suggeriscono che in media gli episodi di precipitazione estrema si manterranno sostanzialmente costanti nell'orizzonte futuro considerato.

Figura 2-73: Andamento del valore medio sul Comune di Brescia dell'indicatore RX1DAY a partire dal 1996 fino al 2060 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



Il grafico illustrato di seguito presenta l'andamento annuale delle anomalie dell'indicatore RX1DAY calcolate rispetto al periodo di riferimento. Nel corso del periodo esaminato si osserva un'alternanza pressoché regolare tra anomalie positive e negative, priva di una tendenza definita, con casi circoscritti di anomalie più marcate in anni specifici.

Figura 2-74 Anomalie calcolate, per ogni anno del periodo 2016-2060, come differenza tra il valore dell'indicatore RX1DAY e la media del periodo 1996-2015, in ciascuno degli scenari considerati, rispettivamente, dall'alto verso il basso, RCP 2.6, 4.5 e 8.5 (fonte: nostra elaborazione da dati ARPA Lombardia).



La Tabella 2-14 presenta una sintesi comparativa dei valori medi degli indicatori climatici relativi alle precipitazioni, nel periodo di riferimento 1996-2015 e negli orizzonti temporali futuri di breve (2040) e medio (2060) termine, analizzati nei tre scenari RCP (2.6, 4.5 e 8.5) per il Comune di Brescia.

L'interpretazione dei dati risulta complessa a causa dell'elevata variabilità interannuale tipica delle precipitazioni. L'analisi stagionale conferma la persistenza di questa variabilità, con una ciclicità marcata tra anni caratterizzati da precipitazioni abbondanti e anni più siccitosi. In termini medi, si osserva un lieve incremento nelle precipitazioni primaverili ed estive, sebbene le proiezioni non evidenzino pattern univoci di crescita o diminuzione. Gli indicatori climatici esaminati, quali CDD, CWD, RX1DAY e R20, manifestano

complessivamente una stabilità significativa nel tempo, indipendentemente dallo scenario RCP considerato.

Tabella 2-14: Valori medi sul comune di Brescia degli indicatori basati sulla variabile precipitazione sul periodo climatico riferimento 1996-2015, e sul breve 2021-2040 e medio 2041-2060 periodo rispetto agli scenari IPCC RCP 2.6, 4.5 e 8.5

Indicatore	Unità di misura	Periodo riferimento	Breve periodo			Medio periodo		
			RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
Precipitazione cumulata annua	mm	1'079	1'128	1'108	1'055	1'152	1'070	1'078
Precipitazione cumulata annua in inverno	mm	239	218	229	208	251	221	211
Precipitazione cumulata annua in primavera	mm	247	287	284	290	299	281	287
Precipitazione cumulata annua in estate	mm	260	267	266	260	275	254	254
Precipitazione cumulata annua in autunno	mm	332	356	329	296	328	313	326
Consecutive Dry Days (CDD)	Giorni	28	29	28	29	29	28	30
Consecutive Wet Days (CWD)	Giorni	8.4	8.2	8.1	7.8	8.1	7.9	7.8
R20	Giorni	16	16	15	14	16	15	15
RX1DAY	mm	29	29	29	28	30	29	29

2.5.2. Analisi dei rischi territoriali

Per l'analisi dei rischi presenti sul territorio di Brescia il PAC prende come riferimento principale i contenuti del Piano Comunale di Protezione Civile (PCC) (aggiornato nel 2022) e la componente di classificazione del rischio geologico, idrogeologico e idraulico del PGT vigente.

Il PCC identifica le diverse pericolosità e i diversi tipi di rischio presenti e li localizza dal punto di vista geografico e spaziale attraverso il corposo apparato cartografico. I rischi analizzati sono di diversa natura e comprendono variabili naturali e ambientali, così come fattori prettamente antropici:

- rischio Idrogeologico;
- rischio Idraulico;
- rischio sismico;
- rischio incendi boschivi e di interfaccia;
- rischio eventi meteorologici estremi;
- rischio da ondata di calore;
- rischio viabilistico;
- rischio industriale;
- rischio igienico e sanitario;
- Rischio blackout;
- Rischio attentati terroristici;

- Tutela beni culturali.

Il Piano Aria e Clima ha il compito di individuare azioni, strategie e politiche di adattamento in relazione ai fenomeni connessi al cambiamento climatico e dunque si rende necessario selezionare le tipologie di rischio collegate al contesto climatico e ambientale, escludendo dall'analisi le criticità collegate invece alle attività antropiche. Anche il rischio sismico, essendo indipendente sia da variabili climatiche sia da attività antropiche, non verrà preso in considerazione.

Si intende dunque porre l'attenzione sui seguenti rischi territoriali selezionati:

- Rischio idrogeologico e idraulico
- Rischio incendi boschivi e di interfaccia
- Rischio eventi meteorologici estremi
- Rischio ondata di calore

2.5.2.1. Pericolosità e rischio idraulico e idrogeologico

Le problematiche di carattere idrogeologico e idraulico che hanno coinvolto l'ambito comunale nel passato e in anni recenti possono essere ricostruite attraverso gli strumenti realizzati a supporto della pianificazione urbanistica, in particolare:

- Studio geologico del Territorio Comunale per la revisione del PRG", redatto nel 1996;
- Aggiornamento della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio", 2008.
- Adeguamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), 2020 e 2022.

Risulta utile anche il confronto con specifiche banche dati di interesse regionale e nazionale quali:

- Progetto IFFI – Inventario dei fenomeni franosi in Italia;
- GeoIFFINet – Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia;
- Progetto AVI – Censimento delle aree italiane storicamente vulnerate da calamità geologiche ed idrauliche;
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po redatto dell'Autorità di Bacino del Fiume Po;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del distretto idrografico padano (PGRA).

Le analisi condotte sui fenomeni di dissesto conosciuti avvenuti nel passato, caratterizzate da tipologie e dinamiche che possono coinvolgere il territorio anche attualmente, hanno evidenziato l'accadimento di fenomeni generalmente localizzati e causa di emergenze di gravità contenuta. Si tratta di dissesti riconducibili soprattutto a scivolamenti traslazionali, che si manifestano in aree nelle quali la copertura detritica è caratterizzata da considerevoli spessori. Ad essere coinvolti in particolare sono i depositi detritico-colluviali, che si distribuiscono nelle zone dove il substrato roccioso è composto da rocce calcaree sottilmente stratificate e/o marnose e marnoso-argillose. Questi litotipi sono facilmente alterabili, e producono notevoli quantità di materiale con una ricca componente argillosa.

I depositi di copertura presenti negli ambiti interessati sono spesso caratterizzati da una notevole potenza e da una pendenza prossima all'angolo limite di stabilità. Il loro basso grado di permeabilità, in determinate condizioni idrogeologiche, o in occasione di precipitazioni abbondanti, porta tali depositi ad impregnarsi d'acqua, alla successiva perdita di coesione e ad un progressivo appesantimento, dal quale possono

generarsi movimenti franosi. Un'altra tipologia di evento riguarda il crollo di blocchi rocciosi da pareti e anche da tratti di versante con elevata acclività. Sono interessate soprattutto le pareti rocciose composte da calcari caratterizzati da livelli di fratturazione variabili, in particolare della Corna e del Medolo che si estendono sul versante sudest del Monte Maddalena e del Monte Mascheda.

Le conoscenze e i dati attualmente a disposizione forniscono, per la tipologia di aree individuate nella tabella, i dati di sommatoria delle superfici riportati:

Figura 2-75 Superfici per aree a rischio

Carta dissesto P.A.I.		Tavola di sintesi degli aspetti geologici e idrogeologici	
Area di frana attiva (Fa)	12,13 ha	Frane attive	1,54 ha
Area di frana quiescente (Fq)	44,22 ha	Frane di crollo	11,29 ha

Nella cartografia del PCC sono stati indicati anche i fenomeni franosi individuati dal Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), realizzato dall'ISPRA (Istituto Superiore per la protezione e la Ricerca Ambientale) e dalle Regioni e Province Autonome. La perimetrazione delle aree interessate in tale contesto di ricerca coincide in gran parte con quelle riportate sul P.G.T. Si segnala inoltre la presenza di un'area a criticità diffusa sul versante sudorientale del Monte Mascheda, lungo il quale sono avvenuti fenomeni di distacco di massi.

Per quanto attiene specificatamente le criticità di carattere idraulico si riconoscono i seguenti principali ambiti:

- **Fiume Mella:** nell'attraversamento della città di Brescia, dal confine con il comune di Concesio a quello con il comune di Castel Mella, l'alveo mostra un andamento subrettilineo, caratterizzato da un elevato livello di artificializzazione con difese spondali e opere trasversali, che lo trasformano in un corso d'acqua canalizzato e morfologicamente stabile. All'interno del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) le fasce fluviali individuate mostrano il coinvolgimento di porzioni di territorio urbanizzato nell'ambito della sola Fascia C (inondazione per piena catastrofica).
- **Torrente Garza e Naviglio Grande Bresciano:** Nell'attraversamento della città il torrente Garza mostra un alveo interamente canalizzato, con opere di sponda a carattere continuo e lunghi tratti della sua sezione a cielo chiuso. Questo torrente rappresenta il principale ricettore della rete di smaltimento delle acque meteoriche della città, e riceve numerosi affluenti secondo uno schema idrografico di rilevante complessità. Tra i corsi d'acqua che si immettono nel Garza è compreso anche il Naviglio Grande Bresciano, che raggiunge la città da est (Rezzato). Lungo il corso del Garza sono presenti due aree a rischio riconosciute dalla Direttiva Alluvioni. La prima è posta nella zona più settentrionale del territorio comunale, e si estende dal confine con Bovezzo fino a Via Benedetto Castelli, mentre la seconda interessa la zona di San Polo.
- **Altre aree** soggette ad allagamenti causati dal reticolo secondario collinare e montano (in particolare Naviglio Grande Bresciano e Torrente Garzetta di Costalunga) si riscontrano nelle zone del Villaggio Badia, Urago Mella, Mompiano, Costalunga, San Polo, Porta Venezia, Sant'Eufemia, Caionvico e Buffalora, in particolare in occasione di eventi meteorologici intensi e concentrati in breve tempo che in anni recenti si ripetono con maggiore frequenza.

Alcuni interventi di mitigazione del rischio per tali situazioni sono stati effettuati per il nodo idraulico di Brescia, i torrenti Garza e Garzetta, e altri sono in corso di programmazione.

L'Autorità di Bacino del fiume Po ha fornito per il sistema idrografico della zona limitrofa alla città di Brescia i seguenti dati di portate per tempi di ritorno da 10 fino a 500 anni.

Figura 2-76 dati di portate per tempi di ritorno da 10 fino a 500 anni (fonte Autorità di Bacino del fiume Po)

Corso d'acqua	Superficie km ²	Q10 m ³ /s	Q20 m ³ /s	Q50 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s
Garza a Crocevia Nave	57	55	70	100	120	165,8	191,2
Garzetta a Porta Trento	12,1	15	20	30	35	49,1	56,6
Bacini urbani di Brescia	10,65	18	23	31	37	-	-
San Carlo	5,5	10	15	20	25	27,6	31,9
Rudone	9,7	15	20	30	35	41,8	48,2
Giava	12	16	23	35	42	48,8	56,3
Musia	15	15	20	30	38	57,4	66,3
Botticino	5,8	10	15	22	25	28,5	32,9
Carobbio	2,4	7	10	12	15	14,8	17,1
Aree urbane del Naviglio	24,7	23	30	36	45	-	-
Mella a Brescia	311	-	520	-	690	820	940

Nell'ambito dell'“Indagine relativa alle criticità di carattere idraulico riguardanti i torrenti ed impluvi montani del Monte Maddalena” sono riportati i valori di portate al colmo.

Figura 2-77 valori di portate al colmo riguardanti i torrenti ed impluvi montani del Monte Maddalena (Fonte Indagine relativa alle criticità di carattere idraulico riguardanti i torrenti ed impluvi montani del Monte Maddalena)

Corso d'acqua	Valore portata al colmo con tempi di ritorno			
	5 anni	10 anni	20 anni	50 anni
Torrente Garzetta di Costalunga	13,23	15,88	18,23	21,38
Scolo Val Bottesa	4,58	5,33	6,35	7,48
Rio Val Tavareda Mattina 1	0,36	0,43	0,49	0,58
Rio Val Tavareda Sera 2	0,53	0,63	0,73	0,85
Rio Val Tavareda 1	0,65	0,78	0,90	1,05
Rio Val Tavareda Mattina 2	1,19	1,42	1,64	1,92
Rio Val Coni	3,41	4,13	4,74	5,62
Rio Val Lana	1,54	1,85	2,13	2,50
Rio Val Carobbio	6,45	7,67	8,83	10,33

Gli episodi di precipitazioni intense in ambito urbano comportano due tipologie principali di rischio:

- l'erosione dei corsi d'acqua superficiali in bacini idrici a monte delle aree urbane;
- l'allagamento delle aree urbane dovuto alla scarsa capacità dei sistemi di drenaggio di smaltire volumi d'acqua elevati in tempi brevi. In tali circostanze, l'acqua in eccesso defluisce in superficie, formando ristagni e veri e propri ruscellamenti lungo le strade, nelle zone e infrastrutture poste a quota più bassa – come sottopassi, linee metropolitane – e nei piani sotterranei degli edifici.

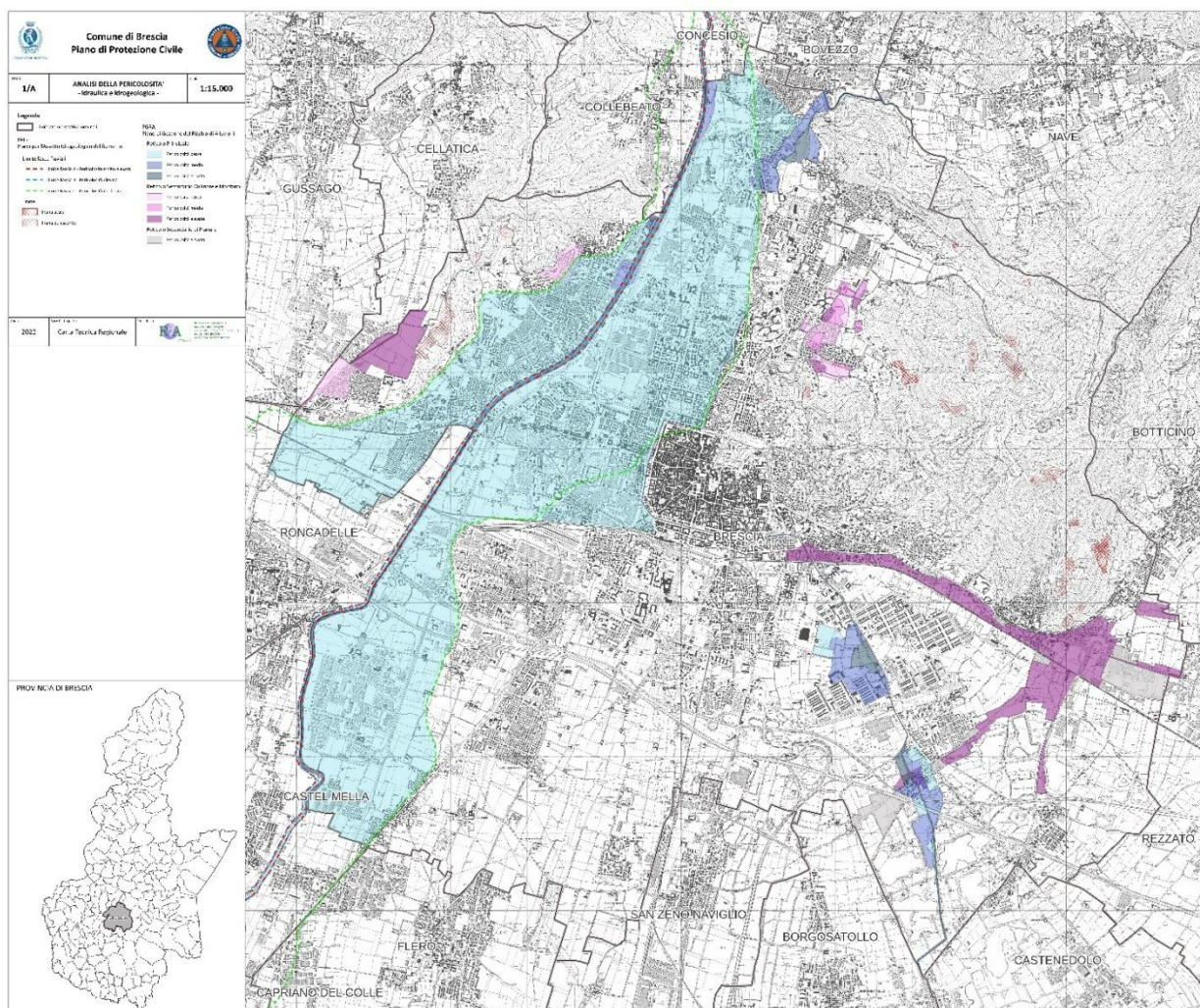
La valutazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico del primo tipo per il territorio di Brescia segue l'allegato 2 del della D.G.R. 19 giugno 2017 n. X/6738, relativa all'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) - Direttiva Europea 2007/60/CE e DPCM 27 ottobre 2016. La tabella, che segue, mostra quali tipologie di aree allagabili sono presenti nel territorio di Brescia.

Tabella 2-15 tipologie di aree allagabili nel territorio di Brescia (Fonte: PGRA)

Ambito	Descrizione	Flag
AMBITO Reticolo Principale	RP Comuni con aree allagabili in ambito RP	X
	Comuni con fasce fluviali PAI vigenti	X
AMBITO Reticolo Collinare Montano	RSCM Comuni con aree allagabili in ambito RSCM	X
	RSCM Secondario Comuni tenuti all'aggiornamento dell'elaborato 2 del PAI da D.G.R. VII/365/2001	X
	Aree allagabili derivanti da studi di sottobacino idrografico, eventi alluvionali recenti o segnalate da comuni (paragrafo 3.3 delle disposizioni)	X
	Aree allagabili corrispondenti alle aree a rischio idrogeologico molto elevato di tipo idraulico già presenti nel PAI (norme titolo IV)	X
AMBITO Reticolo Secondario Pianura	Comuni appartenenti nell'ambito RSP (non tenuti all'aggiornamento dell'elaborato 2 del PAI da D.G.R. VII/7365/2001)	
	RSP Comuni con aree allagabili in ambito RSP	X
	Aree allagabili tratte dai PGT dei comuni	
	Segnalazioni di aree allagabili dai consorzi di bonifica	X
	Aree allagabili da studi sovracomunali	
AMBITO ACL	Comuni con aree allagabili in ambito ACL	

All'interno del Piano Comunale di Protezione Civile sono riportate le "Mappe della pericolosità e del Rischio Alluvione" del PGRA con aggiornamento al 2022, nella quale vengono individuate le aree divise per scenari di pericolosità (bassa, media e alta) e per differenza di reticolo idrico (principale, secondario collinare e montano, secondario di pianura). Si riporta la tavola d'insieme generale.

Figura 2-78 Mappa 1A Analisi della pericolosità idraulica e idrogeologica (Fonte: del Piano di Protezione Civile)



Dai dati cartografici del PPC emerge per il territorio di Brescia la seguente quantificazione delle aree esposte:

Tabella 2-16 quantificazione delle aree esposte per il territorio di Brescia (fonte: dati cartografici del PPC)

AREE ALLAGABILI	
Classe di rischio	Superficie totale interessata km ²
Scenario H (alluvioni frequenti): T ritorno 30-50 anni	0,65
Scenario M (alluvioni poco frequenti): T ritorno 100-200 anni	1,10
Scenario L (alluvioni rare): T ritorno fino a 500 anni	20,85
Superficie aree a rischio idrogeologico molto elevato (267)	2,40
Superficie aree in frana *	0,09 (tipo: crolli e ribaltamenti)

* fonte: *Inventario dei Fenomeni Franosi in Lombardia GeolFFI*

RISCHIO METEOROLOGICO	
Precipitazioni medie annue *	983,76 mm
Precipitazioni minime annue *	536,25 mm
Precipitazioni massime annue *	1689,22 mm
Fulminazioni annue **	1,65 fulmini/km ²

* fonte: Carta delle precipitazioni medie, minime e massime del territorio alpino lombardo

** fonte: Mappa densità di fulminazione - CESI SIRF

Viene inoltre proposta una suddivisione delle macro-zone che presentano le aree con le maggiori criticità (R3 – rischio elevato e R4 – rischio molto elevato):

- zona occidentale: porzione pedecollinare di Urago Mella e aree limitrofe (tavola 3.1.1)
- zona nord: Prealpino, Casazza e Mompiano (tavola 3.1.2)
- zona nord: Mompiano e Costalunga (tavola 3.1.3)
- zona orientale e sud-orientale: Porta Venezia, S. Eufemia, Caionvico, Buffalora, San Polo Case, Sanpolino, San Polo Parco (tavola 3.1.4)

Si riportano le mappe specifiche per ogni macro-zona estratte dal PPC.

Figura 2-79 zona occidentale: porzione pedecollinare di Urago Mella e aree limitrofe (Fonte: PPC)

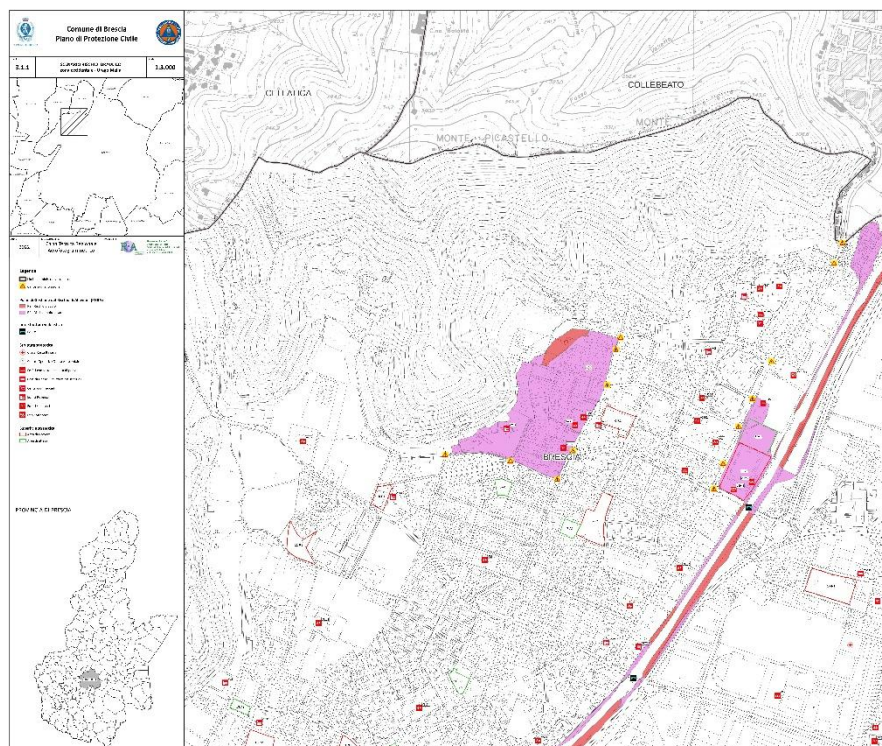


Figura 2-80 zona nord: Prealpino, Casazza e Mompiano (Fonte: PPC)

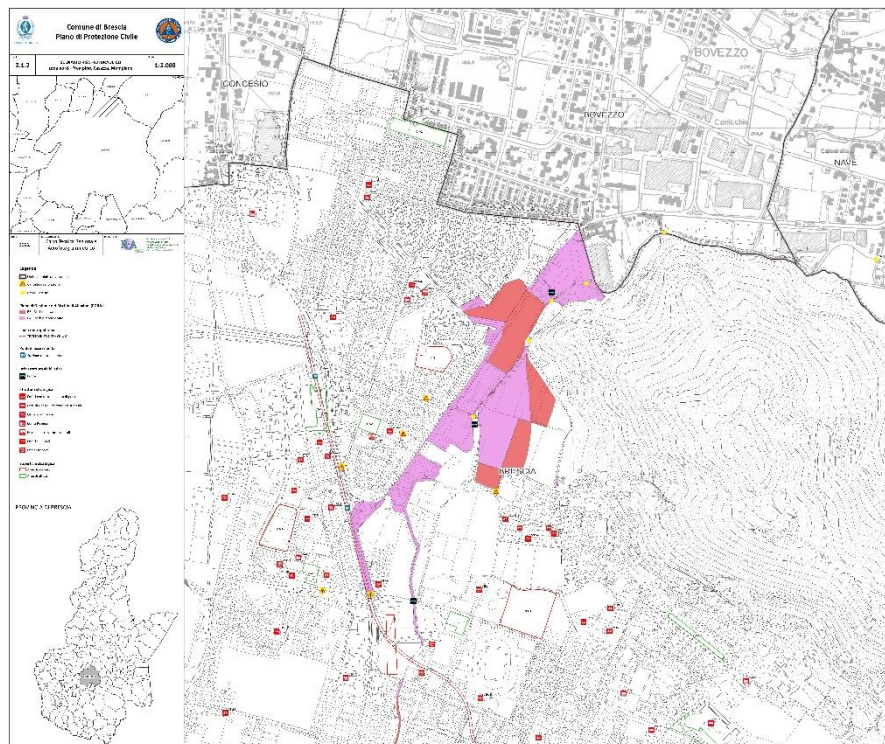


Figura 2-81 zona nord: Mompiano e Costalunga (Fonte: PPC)

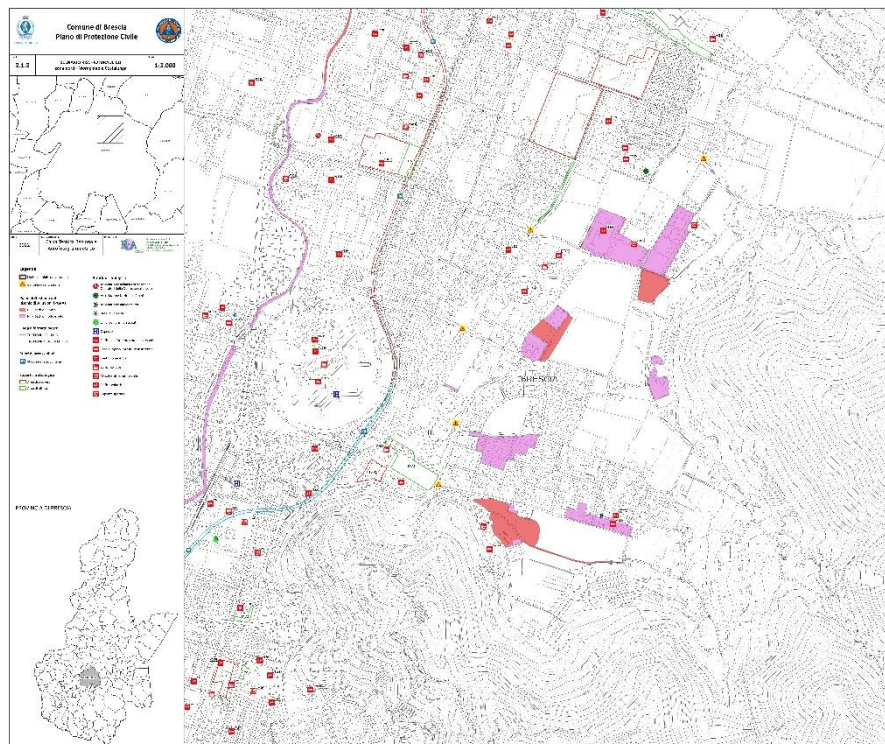
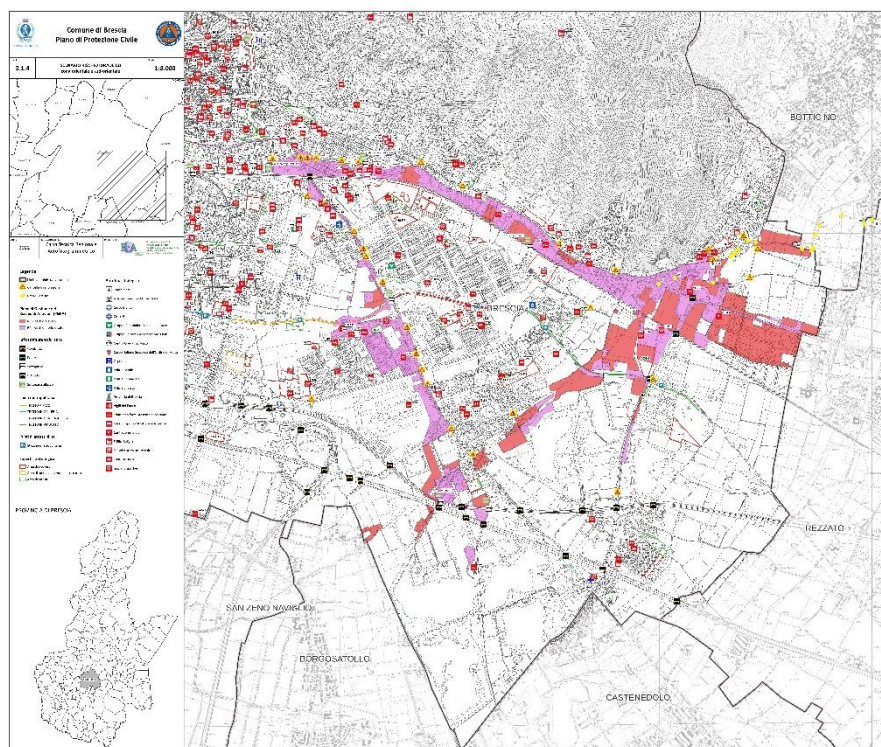


Figura 2-82 zona orientale e sud-orientale: Porta Venezia, S. Eufemia, Caionvico, Buffalora, San Polo Case, Sanpolino, San Polo Parco (Fonte: PPC)



La ripartizione riprende le schede degli ambiti del presidio idraulico nei quali è organizzato il Presidio Territoriale Idraulico e Idrogeologico di Brescia, e si completa con gli aggiornamenti 2022 della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA).

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 sudoccidentale del territorio cittadino con una superficie complessiva interessata pari a 1.997,34 ha, mentre la Fascia B (di esondazione) ha un'estensione analoga a quella della Fascia A (di deflusso della piena).

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

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

Nel Comune di Brescia i contenuti del PGRA sono stati recepiti con le varianti del PGT 2019 e 2021, che hanno introdotto l'ultima classificazione delle aree di pericolosità idrogeologica del territorio supportata da studi di approfondimento. Questa classificazione è alla base di ogni valutazione per le trasformazioni e usi del territorio.

Le varianti hanno integrato le valutazioni di pericolosità del Vaso Garzetta di Costalunga, e rispetto al Reticolo Principale per le aree lungo l'asta del Garza nelle zone Stocchetta-Mompiano e San Polo.

Altri studi di approfondimento stanno interessando aree evidenziate dalle carte di pericolosità nel PGRA nelle zone del Naviglio Grande Bresciano, oltre a studi di dettaglio rispetto al reticolo idrico secondario non comprese nel PGRA.

La sintesi complessiva della pericolosità idrogeologica territoriale è riportata nelle tavole allegare al PGT all'interno della componente geologica che recepisce di volta in volta le modifiche conseguenti alle opere di messa in sicurezza del territorio.

Riguardo al secondo tipo di rischio derivante dall'allagamento delle aree urbane dovuto alla scarsa capacità dei sistemi di drenaggio di smaltire volumi d'acqua elevati in tempi brevi, è stato redatto uno **Studio di gestione del rischio idraulico** rispetto alle componenti del reticolo idrico secondario e della fognatura che individua ulteriori aree a pericolosità idraulica all'interno delle aree urbane, mettendo in evidenza le aree particolarmente critiche per incapacità locale di smaltimento delle acque meteoriche.

2.5.2.2. Pericolosità e rischio da incendi boschivi

Per l'inquadramento di questo rischio si fa riferimento al "Piano regionale delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2020-2022 (Legge n. 353/2000)" della Regione Lombardia, approvato con D.G.R. n. XI/2725 del 23/12/2019.

Il piano fornisce 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. L'analisi dei diversi parametri per la definizione del rischio di incendio è stata effettuata a due livelli territoriali: quello comunale e quello di Area di Base (raggruppamento di comuni coincidenti con la Comunità Montana, per quanto riguarda l'area montana, e con le province per il restante territorio regionale).

Il comune di Brescia è stato inserito nell'area omogenea F10 – Mella, alla quale appartengono il territorio della provincia di Brescia, la Comunità Montana di Valle Trompia e la Comunità Montana di Valle Sabbia.

I parametri scelti per la caratterizzazione pirologica dei comuni lombardi sono:

- superficie totale (ha);
- superficie bruciabile boscata (ha);
- superficie bruciabile non boscata (ha);
- superficie bruciabile totale (ha);
- superficie bruciata nel periodo 2009-2018;
- numero di incendi nel territorio;

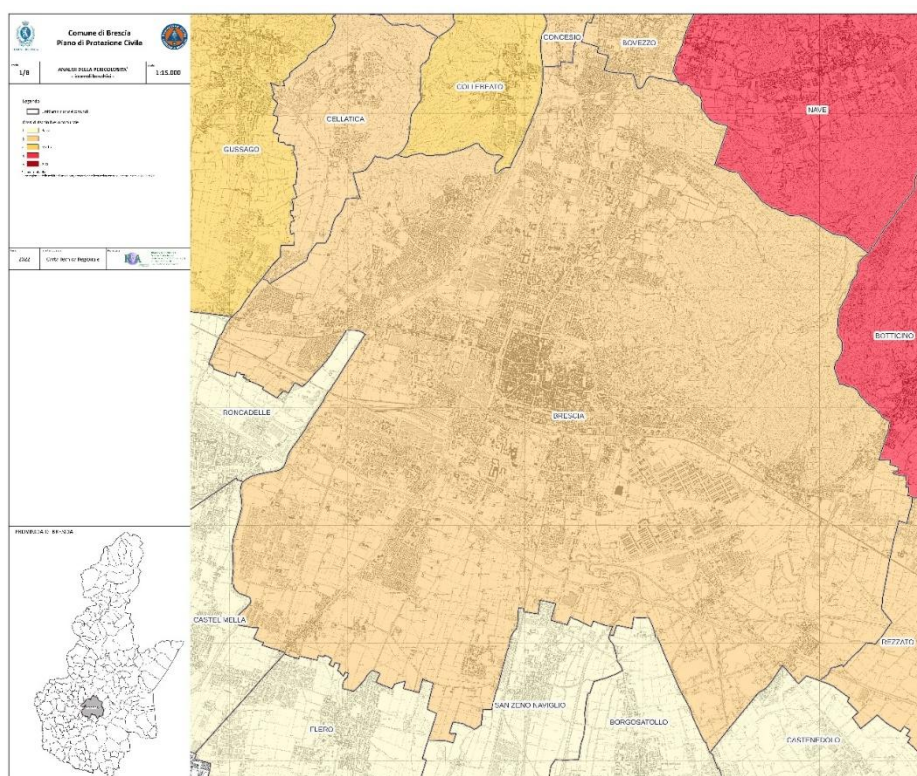
e in particolare per Brescia si riportano i dati nella tabella a seguire.

Tabella 2-17 dati del comune di Brescia

Superficie comune (ha)	Superficie bruciabile boscata (ha)	Superficie bruciabile non boscata (ha)	Totale superficie bruciabile (ha)	Superficie bruciata (ha) 2009-2018	Numero incendi nel territorio	Media superficie incendio	% bruciata su bruciabile	% bruciabile su superficie comune	% bruciata su superficie comune	Rischio 2016-2019	Rischio 2020-2022
9056,69	1548,32	395,73	1944,05	5,73	2	2,86	0,29	21,47	0,06	2	2

Per quanto riguarda il **rischio di incendio boschivo**, il “Piano regionale delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2024 (Legge n. 353/2000)” di Regione Lombardia, approvato con **DELIBERA N.1710- (DL) dicembre 2023**, conferma per il comune di Brescia la classe di rischio 2, le cui caratteristiche sono *“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 preallertaggio in corrispondenza di livelli di soglia medio-alti”*.

Figura 2-83 Analisi della pericolosità incendi boschivi - classi di rischio a livello comunale (Fonte: PPC)



Nei sei anni precedenti il comune era soggetto alla stessa classe di rischio, in diminuzione rispetto al triennio 2014 – 2017 nel quale al Comune di Brescia è stata assegnata la classe 3.

Dal Piano regionale delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi è inoltre possibile valutare alcuni indicatori quantitativi di impatto degli incendi boschivi, tra cui la superficie bruciabile e quella bruciata nei diversi anni.

Si riportano i dati del Catasto Incendi del Comune di Brescia, istituito con d.g. c. n° 213 del 01.06.2022, il cui ultimo aggiornamento è avvenuto con det. dir. N° 768 del 07.04.2025. I dati mostrano con tutta evidenza l'impatto della siccità nell'annualità 2022.

Tabella 2-18 dati del Catasto Incendi del Comune di Brescia (fonte: det. dir. N° 768 del 07.04.2025)

Anno	2022	2023	2024
Superficie bruciata (ha)	29	0	3

2.5.2.3. Pericolosità e rischio venti intensi

Per quanto riguarda il **rischio venti intensi**, è più complesso valutare e soprattutto mappare i valori estremi di vento, i quali rappresentano il reale pericolo climatico legato alle raffiche di vento. Nel recente passato tali fenomeni hanno portato nell'ambito urbano di Brescia, ed in particolare nelle aree verdi e nelle strade alberate, alla rottura di rami, anche di grandi dimensioni che nella caduta possono rappresentare un serio pericolo per la popolazione, per motociclisti ed automobilisti.

La media della velocità del vento giornaliera si attesta infatti intorno a valori molto modesti, non si hanno valori giornalieri all'interno dei confini comunali superiori a 2 m/s. Le zone con venti più intensi sono distribuite nella parte orientale e meridionale della città. La stagione dove si registrano venti più intensi è l'estate.

A titolo esemplificativo, si allega la tabella degli interventi di manutenzione straordinaria e ripristino del verde cittadino a seguito di eventi climatici estremi per i soli anni 2018 e 2019. Dai dati emerge l'ingente costo di tali crescenti necessità.

Tabella 2-19 interventi di manutenzione straordinaria e ripristino del verde cittadino

data	fonte dati		quantificazione	TOTALE
29/10/18	scheda rasda pratica n. 21603	stima danni	1.527.000,00 €	
02/08/19	scheda rasda pratica n. 22405	stima danni	1.500.000,00 €	
12/08/19	scheda rasda pratica n. 22814	stima danni	3.630.000,00 €	6.657.000,00 €

2.5.2.4. Pericolosità e rischio ondate di calore

In concomitanza con periodi di temperature molto elevate della durata di più giorni consecutivi, spesso associati a elevati tassi di umidità, forte irraggiamento solare e assenza di ventilazione, si manifestano ondate di calore che possono rappresentare un rischio per la salute della popolazione.

Il bollettino meteorologico messo a disposizione dal Ministero della Salute consente di conoscere le condizioni climatiche della città di Brescia, che è stata inserita nel programma ministeriale HHWWS. Tale bollettino comunica la previsione di eventuali effetti negativi della temperatura attesa nei tre giorni successivi all'emissione, e copre un periodo esteso dal 1° giugno fino al 15 settembre.

Tabella 2-20 livelli delle condizioni meteorologiche relative alla temperatura attesa

Livello	Definizione	Descrizione
Livello 0		Rappresenta condizioni meteorologiche che non comportano un rischio per la salute della popolazione
Livello 1	PRE-ALLERTA	Indica condizioni meteorologiche che possono precedere il verificarsi di un'ondata di calore. Questo livello non richiede azioni immediate, ma indica che nei giorni successivi è probabile che possano verificarsi condizioni di rischio per la salute.
Livello 2	ALLERTA	Indica le condizioni meteorologiche che possono rappresentare un rischio per la salute, in particolare nei sottogruppi di popolazione più suscettibili.
Livello 3	EMERGENZA	Indica condizioni di emergenza (ondata di calore) con possibili effetti negativi sulla salute di persone sane e attive e non solo sui sottogruppi a rischio come gli anziani, i bambini molto piccoli e le persone affette da malattie croniche. Tanto più prolungata è l'ondata di calore, tanto maggiori sono gli effetti negativi attesi sulla salute.

Per fare fronte al rischio di ondate di calore l'Agenzia di Tutela della Salute di Brescia (ATS) ha predisposto un apposito piano per la tutela della popolazione fragile che, tra i soggetti coinvolti, prevede anche l'amministrazione comunale. In tale contesto i settori dell'amministrazione comunale svolgono le attività elencate:

- Collabora alla predisposizione dell'anagrafe della fragilità dei soggetti a rischio, segnalando alla ATS attraverso canale comunicativo i nominativi di soggetti che si trovino in particolari situazioni di rischio, secondo i criteri individuati nel Piano.
- Può definire eventuali accordi con gli Enti erogatori dei servizi sociosanitari e assistenziali (RSA e CDI), verificando le loro capacità d'offerta e le disponibilità ad eventuali accoglienze temporanee.
- Individua e coinvolge le associazioni/organizzazioni locali del terzo settore, e definisce con esse accordi per il trasporto e le attività da svolgere in fase di accoglienza temporanea.
- Verifica la disponibilità di offerta di proprie strutture idonee per l'accoglienza temporanea (es. scuole, palestre, biblioteche, ecc.), nonché la disponibilità di spazi da parte delle RSA e CDI; definisce eventuali accordi anche con soggetti privati per la disponibilità di strutture adeguate con condizioni climatiche favorevoli per l'accoglienza temporanea per le ore più calde della giornata (es. centri commerciali, sale cinematografiche, ecc.) e la realizzazione di interventi di intrattenimento.
- Verifica le modalità di erogazione diretta degli interventi garantendone i livelli qualitativi e la continuità durante il periodo; svolge un'azione d'informazione sulle modalità di erogazione dei servizi, e può richiedere agli enti fornitori un aumento di frequenza delle telefonate di cortesia e degli accessi domiciliari, e un'adeguata preparazione degli operatori per la raccolta di segnalazioni.
- Stabilisce punti per i cittadini quali punti di riferimento al quale rivolgersi per segnalazioni ed informazioni.

Come analizzati negli allegati al PAC, si registrano negli anni recenti aumenti considerevoli delle ondate di calore con temperature massime che superano costantemente 34°C in estate. Le temperature superficiali si abbassano nei pressi delle aree verdi e dei campi agricoli, mentre raggiungono i loro massimi nelle aree

particolarmente dense e con un basso indice di permeabilità. L'alto livello di impermeabilizzazione della città intensifica l'effetto "isola di calore", un fattore di stress per la popolazione e un rischio per la salute pubblica. Bambini, anziani, disabili e persone più fragili saranno coloro che subiranno maggiori ripercussioni, potranno verificarsi, infatti, incrementi di mortalità per cardiopatie ischemiche, ictus, nefropatie e disturbi metabolici da stress termico e un incremento delle malattie respiratorie dovuto alla sinergia tra l'innalzamento delle temperature in ambiente urbano e concentrazioni di ozono (O3).

Dal 2004 è attivo il Piano operativo nazionale per la prevenzione degli effetti del caldo sulla salute che prevede la predisposizione di sistemi di allarme per le ondate di calore, chiamati Heat Health Watch Warning Systems (HHWWS), che utilizzano le previsioni meteorologiche per prevedere, fino a 72 ore di anticipo, eventuali condizioni ambientali di rischio per la salute.

Di seguito si riportano:

- l'andamento giornaliero del numero di decessi osservati e attesi nella classe di età 65 anni e oltre e della temperatura apparente massima (ovvero che tiene conto di umidità relativa e velocità del vento) nel periodo 20 maggio – 20 settembre 2024 (Fonte: Piano operativo nazionale per la prevenzione degli effetti del caldo sulla salute – Anno 2024)
- i risultati del sistema di monitoraggio della mortalità giornaliera (SiSMG) nella popolazione anziana (65+ anni) per la città di Brescia per il periodo 2017 – 2024, così come riportato nei report annuali del Piano operativo nazionale per la prevenzione degli effetti delle ondate di calore sulla salute.

Figura 2-84 l'andamento giornaliero del numero di decessi osservati e attesi nella classe di età 65 anni e oltre e della temperatura apparente massima (fonte: Piano operativo nazionale per la prevenzione degli effetti del caldo sulla salute – Anno 2024)

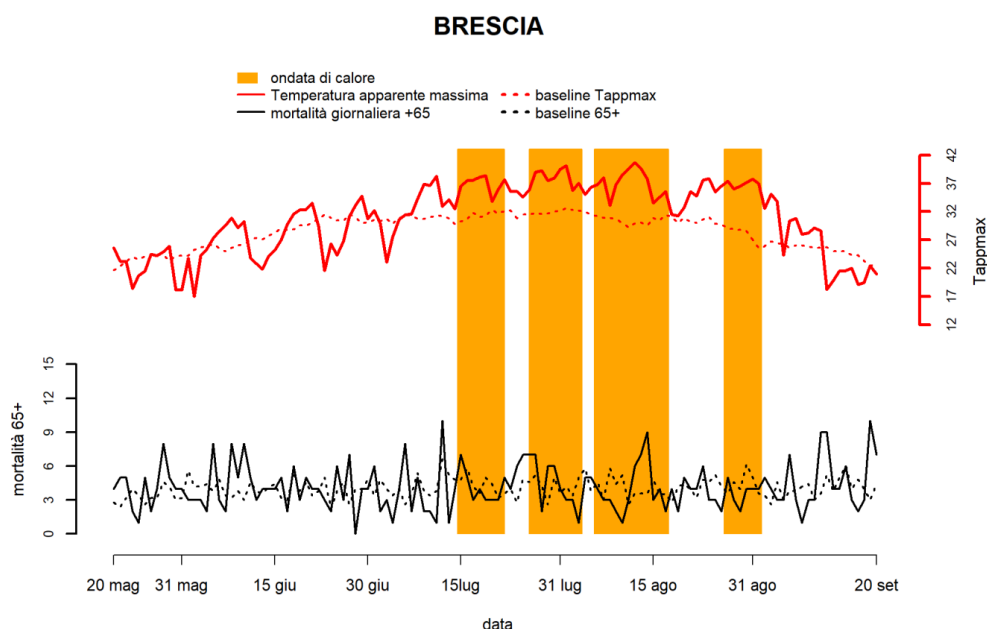


Tabella 2-21 monitoraggio della mortalità giornaliera (SiSMG) nella popolazione anziana (65+ anni) per la città di Brescia per il periodo 2017 – 2024

ANNO	DECESSI OSSERVATI	DECESSI ATTESI	VARIAZIONE PERCENTUALE
2017	509	488	4,1%
2018	515	463	10,1%
2019	395	363	8,1%
2020	539	487	9,6%
2021	522	502	3,8%
2022	571	500	12,4%
2023	490	501	-2,2%
2024	513	500	2,5%

Il periodo analizzato è variato nel corso degli anni e dunque i dati non sono del tutto confrontabili tra le diverse annualità, ma sono comunque indicativi per il periodo specifico dello scarto tra decessi osservati e decessi attesi. Negli ultimi anni il periodo di osservazione si estende dal 20 maggio al 20 settembre. Osservando i dati si rileva come si sia sempre registrato un incremento della mortalità rispetto al valore atteso, ad eccezione dell'anno 2023.

Il Piano Caldo integrato tra Comune di Brescia e ATS Brescia rappresenta una strategia coordinata per prevenire e mitigare gli effetti negativi delle ondate di calore, soprattutto sulle persone fragili come anziani, bambini e persone con condizioni di salute delicate. A livello locale, l'Accordo promosso dall'Ambito Territoriale Sociale 1-Brescia, che coinvolge il Comune, ASST Spedali Civili, varie Fondazioni cittadine e l'associazione Auser "Filo d'Argento", attiva servizi di accoglienza diurna, trasporto e sostegno sociale per anziani soli o privi di reti familiari, con l'obiettivo di limitare l'isolamento e tutelare la salute nelle giornate più calde dell'estate (giugno-settembre) e fornire pasti, indicatori di comportamento e supporto operativo.

Dal lato sanitario e di prevenzione, l'ATS Brescia ha adottato con il *Decreto n. 343 del 18/06/2025* un piano di interventi che integra la rete sanitaria, sociosanitaria e gli enti locali per gestire situazioni di emergenza climatica, coordinando il monitoraggio quotidiano delle condizioni climatiche con i bollettini del Ministero della Salute e di ARPA Lombardia, e definendo livelli di rischio per attivare azioni mirate nei servizi sociali e sanitari. Attraverso i bollettini meteo specifici per Brescia e provincia, gli operatori possono modulare gli interventi, mentre la popolazione generale riceve materiale informativo con consigli di facile applicazione, inclusi strumenti per la prevenzione dello stress da calore nei luoghi di lavoro e numeri utili di assistenza gestiti anche da Auser.

In sintesi, il Piano Caldo unisce un approccio sanitario istituzionale, con monitoraggio e protocolli attivati da ATS e Regione Lombardia, a una rete di servizi sociali territoriali, con Comuni, fondazioni e associazioni di volontariato che offrono accoglienza, trasporto e supporto pratico ai cittadini più vulnerabili durante le ondate di caldo estivo.

3. DISEGNO DEL PIANO

3.1. Vision

Il PAC considera la stretta correlazione esistente tra le sorgenti causa delle emissioni dei gas climalteranti e degli inquinanti dell'aria e agisce su entrambi i fronti. Quindi contribuisce sia alla mitigazione dei cambiamenti climatici, che alla riduzione dell'inquinamento atmosferico. Pertanto, saranno selezionate quelle strategie di adattamento finalizzate alla riduzione del rischio connesso al cambiamento climatico e contemporaneamente sinergiche con le strategie di mitigazione (ad esempio nel caso dell'incremento del verde urbano). La realizzazione dei tre pilastri del PAC (mitigazione, riduzione degli inquinanti e adattamento) sarà raggiunta nel rispetto dei principi di diritto alla salute, di equità e giustizia e considererà quali criteri prioritari nell'individuazione delle azioni l'inclusione sociale e la tutela delle fasce deboli della popolazione.

L'Amministrazione comunale di Brescia attribuisce un ruolo decisivo e imprescindibile alla comunità dei cittadini e degli stakeholder del mondo produttivo ed economico nel percorso di transizione ecologica verso la neutralità climatica attraverso la partecipazione attiva, e un'adesione diffusa, consapevole e generalizzata a nuovi modelli di comportamento e consumo, sia in chiave personale che a livello generale.

Il disegno dello scenario futuro delineato dal Piano Aria e Clima e l'attivazione dei processi necessari per realizzarlo progressivamente si configurano quindi come intrinsecamente partecipativi, e dunque richiedono durante l'elaborazione del Piano il coinvolgimento dei cittadini, delle associazioni formali e informali e di tutti i centri di interesse sensibili alla tematica, per raccogliere contributi significativi allo sviluppo del Piano e per promuovere l'ingaggio di questi soggetti nella fase implementativa e di monitoraggio del Piano stesso.

Il PAC rappresenta, infatti, l'esito di un processo lungo che l'Amministrazione ha avviato da tempo approvando degli strumenti e piani settoriali, che compartecipano alla mitigazione e adattamento dei cambiamenti climatici del territorio e trovano nel PAC un loro ruolo e rilancio in quanto parte di un processo di trasformazione territoriale multiscala e multi-tematica.

All'interno di questo approccio i tre pilastri dichiarati nell'Atto di indirizzo (Delibera di Giunta n.473 del 19 novembre 2024) trovano la loro massima espressione partendo da un quadro complessivamente avanzato dove da anni si stanno già effettuando delle azioni efficaci inserite in differenti pianificazioni che il PAC vuole integrare, raccordare e potenziare.

La vision del PAC è stata elaborata dai tecnici, discussa e costruita anche grazie al contributo della comunità territoriale nel corso di laboratori dedicati svoltisi nella primavera 2025³. Essa tiene conto degli obiettivi degli strumenti già approvati dall'Amministrazione Comunale che hanno diretto effetto nel PAC; quest'ultimo rappresenta proprio lo strumento che mette in relazione le varie strategie previste consentendo di raggiungere la decarbonizzazione al 2050 del Comune di Brescia. In particolare i tre pilastri e le città di seguito descritte trovano forza e attuazione anche attraverso gli altri Piani e Programmi. Per i dettagli si rimanda all'allegato 1 del PAC.

3.1.1. Città per le persone (pilastro "Aria – qualità della vita")

La Città di Brescia da anni prevede strumenti e tavoli tecnici di eccellenza per monitorare la qualità dell'aria del proprio territorio, tra cui l'Osservatorio Aria Bene Comune e Clima rappresenta un'eccellenza che ha prodotto negli ultimi anni:

- 12 Consigli per cambiare stili di vita e migliorare la qualità dell'aria che respiriamo - marzo 2020;
- Primo Rapporto dell'Osservatorio Aria Bene Comune – gennaio 2021;
- Aggiornamento del Primo Rapporto dell'Osservatorio Aria Bene Comune – aprile 2022;
- Secondo Rapporto dell'Osservatorio Aria Bene Comune – aprile 2023.

In sintesi, nel 2024, la media annuale di PM10 come da più anni ormai non supera in nessuna stazione i limiti normativi, così come la media annuale di PM2.5 è rimasta entro i limiti, in un quadro di sostanziale miglioramento negli anni. I **superamenti del limite giornaliero del PM10** sono ancora maggiori in tutte le stazioni cittadine ed a Rezzato del numero limite (35 all'anno). Il valore limite di NO₂ sia sulla concentrazione oraria sia sulla media annua non è stato superato in alcuna stazione, anche in questo caso in un quadro di sostanziale miglioramento. Questo quadro di miglioramento è confermato anche nel 2025, anno in cui, dalle analisi preliminari di dati ARPA, si conferma il rientro nelle stazioni della città di Brescia del numero di superamenti annui della media giornaliera di PM10.

Infine, se benzene, monossido di carbonio e biossido di zolfo sono ormai da anni ampiamente sotto i limiti, va infine registrato che **l'ozono ha fatto ancora registrare il superamento degli obiettivi previsti dalla normativa sia per la protezione della salute che della vegetazione.**

Pertanto, il quadro complessivo che emerge da queste relazioni e dal monitoraggio di Arpa Lombardia, vede una situazione in miglioramento, che evidenzia ancora la sola criticità dell'ozono, inquinante secondario. In vista dell'entrata in vigore, attraverso il recepimento dello Stato italiano della nuova direttiva sulla qualità dell'aria che prevede limiti più severi entro il 2030 (o il 2040 in caso di proroga concessa alla Pianura Padana), è necessario integrare e potenziare le politiche in atto.

Sicuramente visto che le **maggiori criticità si concentreranno su due inquinanti con forte componente secondaria come il particolato fine e l'ozono, la cui scala di formazione in atmosfera è almeno provinciale (se non addirittura di Bacino Padano per il particolato), il PAC dovrà prevedere tavoli di concertazione di politiche con l'agglomerato bresciano, con la Provincia e con la Regione.** Per quanto riguarda invece la componente primaria degli inquinanti, in sinergia con il secondo pilastro, **si dovrà agire a livello di edilizia civile, riducendo i consumi e pertanto le emissioni,** sensibilizzando la popolazione sul rischio di **uso non corretto degli impianti domestici a biomassa,** a livello di mobilità promuovendo la riduzione dello

³https://www.comune.brescia.it/sites/default/files/2025-05/DEF%20Report%20Laboratori%206-8%20marzo_25%2004%2030.pdf
https://www.comune.brescia.it/sites/default/files/2025-05/DEF_Report%20Laboratorio%2027%20marzo%20e%2015%20aprile_25%2005%2016.pdf

spostamento privato sia di persone che di merci, potenziando le politiche promosse dal PUMS e le azioni volte a ridurre la quota di spazio dedicato alla mobilità veicolare privata. I temi del primo pilastro in comune con gli altri due pilastri **devono pertanto prevedere un'alleanza multiattoriale con i vari stakeholder del territorio, dal comparto industriale al teleriscaldamento bresciano, fino ai singoli cittadini**: senza un contributo coeso di tutti gli attori l'obiettivo previsto dalla nuova direttiva europea è difficilmente raggiungibile.

3.1.2. Città più efficiente (pilastro "Mitigazione")

Dalle stime effettuate sull'andamento dei consumi energetici nella città di Brescia, si evince come questi tra il 2010 e il 2023 siano calati del 19.2%. In particolare i consumi del terziario non comunale sono diminuiti circa del 34%, quelli residenziale del 18%, i consumi dei trasporti privati e commerciali del 1.5%; per quanto riguarda il comparto dei consumi pubblici si registra un decremento del 60% per consumi dell'illuminazione pubblica, del 48% per quelli dei mezzi di proprietà comunale, del 6% per quelli degli edifici di proprietà comunale, l'unico settore che fa registrare un incremento dei consumi è quello del TPL, dovuto ai consumi dell'energia elettrica legati all'introduzione del servizio di metropolitana.

Analogamente, valutando il trend emissivo tra il 2010 e il 2023 si registrano riduzioni in tutti i settori privati, in modo particolare del terziario (46%) e del residenziale (40%). Nel comparto comunale, le emissioni degli edifici comunali calano del 53%, le emissioni dell'illuminazione pubblica registrano un decremento del 61%, del 48% quelle del parco mezzi comunali, incrementano solo quelle del TPL. Complessivamente **la riduzione delle emissioni è pari al 36%**.

Questo obiettivo positivo raggiunto anche grazie alle politiche adottate dall'Amministrazione comunale, non è però sufficiente per garantire il raggiungimento dell'obiettivo di riduzione del 55% delle emissioni di CO₂ procapite rispetto alle emissioni del 2010. Le stesse politiche del PAESC che traggono una riduzione del 50% sempre al 2030 vanno quindi potenziate. Va pertanto prevista **una promozione dell'efficientamento energetico del civile** (involucro ed impianti), partendo dagli **edifici del Comune e degli altri Enti Pubblici presenti a Brescia, la promozione della diffusione delle energie rinnovabili (ad esempio attraverso la decarbonizzazione e le varie forme di autoconsumo diffuso)**, deve essere inoltre previsto l'ulteriore **sviluppo della rete di teleriscaldamento incrementando la quota non fossile dell'energia prodotta** (ad es. recuperi termici). Infine, in sinergia con il primo pilastro **vanno integrate e potenziate le politiche previste dal PUMS**.

3.1.3. Città oasi e città spugna (pilastro "Adattamento")

L'analisi, effettuata e dettagliata nel precedente capitolo, evidenzia in sintesi una tendenza sistematica **all'aumento delle temperature** rispetto periodo di riferimento considerato (1996-2015), sia nello scenario a breve e medio termine, **con variazioni più marcate nello scenario RCP 8.5, ovvero quello che non prevede interventi significativi di mitigazione (+1.8 °C come media del periodo 2041-2060)**, e incrementi più contenuti nello scenario RCP 2.6, caratterizzato invece da forte mitigazione (+1.1 °C come media del periodo 2041-2060). L'incremento termico in estate raggiunge picchi di temperatura media pari a 28.9 °C nello scenario RCP 8.5 contro i 26.8 °C del periodo di riferimento, intensificando ulteriormente il fenomeno del caldo estivo già in atto oggi. Nello stesso scenario 8.5 RCP si registra inoltre:

- una progressiva crescita del numero medio di giorni estivi (SU), giornate con temperature massime superiori a 25°C, che cresce da 126 giorni del periodo di riferimento a 129 nel breve periodo e a 136 giorni nel medio periodo

- **Un incremento delle notti tropicali (TR)**, caratterizzate da temperature minime superiori a 20°C, **che aumentano dalle 81 del periodo di riferimento alle 90 e 101** nello stesso intervallo temporale e scenario.

In termini di indicatori energetici, i Cooling Degree Days (CDDs), rappresentativi del **fabbisogno di raffrescamento, mostrano un incremento netto, arrivando fino a 802 Gradi Giorno (GG) nello scenario più pessimistico**. Al contrario, i Heating Degree Days (HDDs), che indicano la domanda di climatizzazione invernale, diminuiscono significativamente, coerentemente con l'attenuazione delle condizioni invernali rigide.

Nel complesso, dall'analisi degli scenari RCP emerge che l'impatto delle politiche di mitigazione tempestive e strutturate, è rilevante al fine di contenere gli effetti del cambiamento climatico sia in termini ambientali sia energetici.

Infine, per quanto riguarda gli indicatori climatici relativi alle **precipitazioni**, nel periodo di riferimento 1996-2015 per il Comune di Brescia, **l'interpretazione dei dati risulta meno univoca a causa dell'elevata variabilità interannuale tipica delle precipitazioni**. In termini medi, **si osserva un lieve incremento nelle precipitazioni primaverili ed estive**, sebbene le proiezioni non evidenzino pattern univoci di crescita o diminuzione. Gli indicatori climatici esaminati, manifestano complessivamente una stabilità significativa nel tempo, indipendentemente dallo scenario RCP considerato.

Partendo dall'aumento della resilienza della città di Brescia rispetto al rischio ondate di calore sicuramente vanno previsti interventi dello spazio fisico urbano mettendo a sistema le sperimentazioni ad oggi in atto con la STC (Strategia di Transizione Climatica) ovvero depavimentazione e deimpermeabilizzazione per la gestione delle acque meteoriche, incremento del verde urbano per elevare la qualità ambientale, l'ombreggiamento per il raffrescamento.

In sintesi, il PAC vuole indirizzare la propria vision, rispetto al quadro conoscitivo emerso nel precedente capitolo, focalizzando le proprie risorse principalmente alle seguenti strategie, che dalle analisi svolte e dalle interlocuzioni avvenute si ritengono prioritarie:

- **Efficientamento energetico del settore civile: riqualificazione energetica dell'involucro degli edifici esistenti ed innovazione tecnologica degli impianti (promozione delle pompe di calore e ulteriore sviluppo del teleriscaldamento);**
- **Diffusione dell'uso di energie rinnovabili realizzando impianti rinnovabili: proseguire il processo di decarbonizzazione e intensificare la promozione delle forme di autoconsumo diffuso (tra cui le CER);**
- **Incentivare l'uso del trasporto pubblico e una mobilità più sostenibile e attenta agli spazi pubblici come luoghi di fruizione più lenta;**
- **Rigenerazione dello spazio fisico urbano: realizzare interventi di riqualificazione degli spazi pubblici attraverso opere di de-pavimentazione e incremento del patrimonio vegetale in ambito urbano, con l'obiettivo di aumentare il capitale naturale;**
- **Avere una città salubre e consapevole delle ricadute che l'inquinamento dell'aria ha sulla salute, capace di misurarne e agire per promuovere la cultura della sostenibilità e il cambiamento degli stili di vita;**
- **Sviluppo di tavoli di concertazione con Area metropolitana, Provincia e Regione per integrare politiche di risanamento della qualità dell'aria integrate ai differenti livelli locale e sovralocale;**
- **Creazione di un'alleanza cittadina multiattoriale con i vari stakeholder del territorio.**

Il continuo e rapido aggravarsi degli effetti del cambiamento climatico testimonia quanto il tema coinvolga tutti nell'immediato e non sia da ritenersi una questione rimandabile al medio/lungo periodo e alle prossime generazioni; l'Amministrazione Comunale pertanto intende impegnarsi fin da ora nel definire una trasformazione energetica – climatica e di miglioramento della qualità dell'aria che si avvii con l'approvazione del PAC e prosegua in due tempi successivi per la sua attuazione:

- **Breve periodo dal 2026 al 2030:** attuazione degli obiettivi e delle azioni che introduce il PAC considerando anche l'attuazione del PAESC, della STC e del PUMS oltre alla Variante generale del PGT in corso di stesura. Funzionale all'avvio delle azioni previste e funzionali al raggiungimento del primo obiettivo del -55% delle emissioni di CO₂ rispetto al 2010 e dei nuovi limiti di qualità dell'aria. In questa fase durante il monitoraggio si procederà ad indirizzare il presente PAC al PRIA, strumento regionale in corso di stesura da parte di Regione Lombardia;
- **Medio periodo 2040:** in cui si analizzano i traguardi raggiunti e si aggiorna il piano rilanciando gli obiettivi per raggiungere la decarbonizzazione e la neutralità climatica, **a lungo periodo 2050**, con riferimento al Comune di Brescia e alle sue aziende partecipate e controllate ed i nuovi limiti di qualità dell'aria in caso di proroga concessa dall'Unione Europea al Bacino Padano. Periodo durante il quale si andranno a definire nuove azioni in coerenza con il PRIA e gli obiettivi della nuova Direttiva Europea in fase di approvazione

3.2. Obiettivi

La vision territoriale del PAC trova la sua principale rappresentazione e attuazione attraverso la declinazione degli obiettivi specifici definiti per ogni pilastro dichiarato nell'Atto di indirizzo (per una migliore lettura, si evita la ridondanza degli obiettivi puntuali ove questi concorrano a due pilastri). Per raggiungere al meglio la completa attuazione delle azioni potenziali è necessario introdurre alcuni obiettivi trasversali ai tre Pilastri. Infine, per meglio comprendere gli obiettivi specifici si riportano in rosso alcune azioni esemplificative. Gli obiettivi di seguito descritti per ogni pilastro sono coerenti con ***l'Obiettivo strategico "Piano Aria e Clima" in:***

"Al fine di affrontare in modo organico e interdisciplinare il complesso tema dell'inquinamento atmosferico, si procederà alla elaborazione di un Piano Aria e Clima per accompagnare la città verso la transizione ecologica. La prima fase sarà caratterizzata dal coinvolgimento, attraverso tavoli di lavoro, di tutti i più importanti portatori di interesse al fine di ottenere una fotografia completa di quanto si sta già realizzando e di condividere le sfide prioritarie. Tale lavoro sarà propedeutico alla definizione delle azioni, anche attraverso un processo partecipativo in cui saranno coinvolti Consigli di Quartiere e cittadini, e alla loro attuazione." (fonte Delibera di Giunta comunale).

Per ogni Pilastro è stato, inoltre, definito un Obiettivo generale declinato più Obiettivo specifico a cui sono associate almeno una azione, che consente di raggiungere lo scenario prefissato al 2030. Si specifica che tale pianificazione potrà negli anni essere rivista e rindirizzata aggiungendo o rivedendo gli obiettivi assunti rispetto all'evoluzione normativa e l'innovazione tecnologica del contesto.

3.2.1. Città delle persone – pilastro "Aria e qualità della vita"

Il PAC vuole incidere al miglioramento in termini di qualità dell'aria andando a prevedere politiche ed azioni efficaci che riducano le emissioni inquinanti e l'esposizione della popolazione all'inquinamento.

Il PAC con il suo obiettivo di definire le politiche locali per il miglioramento della qualità dell'aria nel Comune di Brescia dovrà confrontarsi nei prossimi mesi con un contesto normativo europeo, nazionale e regionale in forte evoluzione, da un lato con la recentissima approvazione (14 ottobre 2024) della nuova Direttiva europea e dall'altro con la Giunta regionale della Lombardia che ha disposto di procedere al rafforzamento delle misure del Piano regionale per la qualità dell'aria (PRIA) vigente ed ha iniziato l'iter per la predisposizione ed approvazione del nuovo Piano regionale per la qualità dell'aria che traguardi il 2030 ed il 2040, alla luce della nuova direttiva europea.

<p>OBIETTIVO GENERALE <u>Contribuire localmente al raggiungimento dei valori limite attuali delle concentrazioni dei principali inquinanti atmosferici tra cui PM10, PM2.5, NO₂ ed ozono.</u></p>	<p>OBIETTIVI SPECIFICI</p> <ul style="list-style-type: none"> • OB01_ Incentivare l'allaccio di nuove utenze alla rete di TLR, attraverso il dialogo con A2A Calore e servizi • OB02_ Promuovere l'elettrificazione dei consumi a favore dell'eliminazione delle combustioni • OB03_ Contribuire alla definizione delle politiche settoriali sovralocali finalizzate al miglioramento della qualità dell'aria nell'area metropolitana bresciana • OB04_ Incentivare una mobilità dolce • OB05_ Regolamentare il trasporto merci • OB06_ Azioni finalizzate alla protezione degli ambiti sensibili
--	--

3.2.2. Città efficiente – Pilastro “Emissioni e mitigazione”

Volendo ridurre l'impatto del sistema energetico esistente, per giungere fino alla neutralità climatica entro il 2050, è necessario incrementare l'uso razionale ed efficiente dell'energia, tramite il ricorso sempre più elevato alle fonti rinnovabili già nel breve periodo (entro il 2030). Tali obiettivi vanno colti garantendo un approvvigionamento sicuro della risorsa energia e sostenendo la riduzione della povertà energetica attraverso azioni specifiche.

L'obiettivo generale rinforza quanto previsto dal PAESC di Brescia (ovvero la riduzione rispetto al 2010 delle emissioni pro-capite di CO₂ pari al 50% entro il 2030) e si allinea con la normativa europea per la lotta contro i cambiamenti climatici. Il Comune di Brescia con le proprie municipalizzate intende dare il proprio contributo locale con l'adozione di politiche di transizione verde ed in particolare di riduzione dei consumi energetici e di sostituzione dei combustibili fossili con forme energetiche rinnovabili, raggiungendo il traguardo di una “città a emissioni nette zero”, entro il 2040.

<p>OBIETTIVO GENERALE <u>Riduzione delle emissioni di CO₂ al 2030 del 55%; decarbonizzazione e neutralità climatica al 2040 con riferimento al Comune di Brescia e alle sue aziende partecipate e controllate.</u></p>	<p>OBIETTIVI SPECIFICI</p> <ul style="list-style-type: none"> • OB07_ Incrementare l'efficientamento energetico degli edifici • OB08_ Riduzione delle emissioni di gas climalteranti attraverso la sostituzione dei combustibili fossili con fonti rinnovabili • OB09_ Aumento della capacità di assorbimento e stoccaggio nel suolo di gas climalteranti • OB10_ Contrasto alla povertà energetica • OB11_ Ridurre i consumi energetici del patrimonio pubblico • OB12_ Contributo del Comune di Brescia e delle sue aziende partecipate al raggiungimento del traguardo di una “città a emissioni nette zero” entro il 2040
---	--

3.2.3. Città Oasi e Città Spugna – Pilastro “Adattamento ai cambiamenti climatici”

Prevedere interventi che riducano l’esposizione al rischio connesso con i cambiamenti climatici, migliorando la resilienza del territorio e della cittadinanza verso gli eventi estremi. Nello specifico si lavorerà per incrementare il benessere delle persone e migliorare il microclima urbano.

Con questo obiettivo di lotta ai cambiamenti climatici, il Comune di Brescia vuole dare il proprio contributo locale alle politiche di adattamento ed in particolare alla “Legge per il clima” di Regione Lombardia, che stabilisce norme per la mitigazione e l’adattamento ai cambiamenti climatici, mettendo a sistema e coordinando quanto previsto in particolare dalla Strategia di Transizione Climatica e dal Piano del Verde e della Biodiversità, ovvero la riduzione dell’isola di calore urbana, l’aumento del drenaggio urbano, la messa in sicurezza dai fenomeni atmosferici di elevata intensità ed infine l’aumento del capitale naturale e della biodiversità.

<p>OBIETTIVO GENERALE <u>Sistema territoriale pro-attivo in continuo miglioramento nella gestione dei rischi e delle criticità dovute ai cambiamenti climatici.</u></p>	<p>OBIETTIVI SPECIFICI</p> <ul style="list-style-type: none"> • OB13_ Contrastare le ondate di calore • OB14_ aumento del drenaggio urbano • OB15_ riduzione del rischio idraulico • OB16_ Incrementare il raffrescamento naturale degli spazi pubblici • OB17_ Incrementare il capitale naturale urbano • OB18_ Promuovere l’economia circolare/riuso
---	---

3.2.4. Obiettivi trasversali

Sono fondamentali per poter supportare gli scenari previsti dal PAC al raggiungimento degli obiettivi di ogni singolo pilastro; consentono infatti, di traguardare la vision di breve periodo proiettandola verso quella a medio periodo. Sono riassumibili in tre principali ambiti:

Partecipazione e Sensibilizzazione

- OB19_ Costituire una “Alleanza per l’aria ed il clima con le imprese e stakeholder locali”
- OB20_ Consolidare l’ingaggio di cittadini e attori locali
- OB21_ Incrementare le conoscenze e competenze della comunità bresciana con riferimento ai temi della resilienza del territorio ai cambiamenti climatici
- OB22_ Promozione e incentivazione dei comportamenti sostenibili

Potenziamento degli strumenti a servizio della Amministrazione della città di Brescia

- OB23_ Incrementare il recupero finanziamenti per la realizzazione degli interventi
- OB24_ Avviare processi di capacity building per l’Ente locale e per gli ordini professionali, ripensare il modello di governance interno alla Pubblica Amministrazione per le politiche climatiche e ambientali.

Utilizzo di strumenti innovativi a supporto delle decisioni

- OB25_ Supporto tecnologico per la valutazione dell’attuazione dell’efficacia e la relativa informazione sulle azioni implementate

4. SCENARI DI PIANO

4.1. EVOLUZIONE DEL CONTESTO di PIANO

In questo capitolo si analizzano due scenari principali:

- **scenario tendenziale:** analizza gli effetti tendenziali che potrebbero esserci nei prossimi anni se non ci fosse l'attuazione delle azioni del PAC, in termini di politiche di riduzione emissiva di inquinanti e di CO₂ e di adattamento ai cambiamenti climatici. In altri termini valuta l'effetto delle misure sole che sono già previste dai vari strumenti di pianificazione di livello sovraordinato (quali ad esempio le normative europee sui veicoli, sugli edifici, sugli impianti termici ...)
- **scenario di piano:** definisce gli effetti che le azioni degli strumenti di pianificazione urbana vigenti nel Comune di Brescia (PAESC, PUMS, STC ...) già generano e produrranno per quanto concerne le politiche energetiche, di mobilità e di adattamento, insieme alle azioni di sistema introdotte del PAC, alla luce delle sfide di piano di breve termine 2030.

Successivamente al 2030, poi, saranno definite nuove azioni, sulla base del nuovo scenario socioeconomico e delle opportunità tecnologiche, in funzione degli obiettivi per il 2050. Alcune delle azioni già individuate potranno essere integrate o sostituite in fase di monitoraggio, sulla base di nuove opportunità politiche, economiche e tecniche. Alcune azioni del PAC, infatti, rappresentano dei casi pilota, che dovranno essere poi sviluppati e realizzati in altri contesti territoriali comunali.

Il PAC prevede, infatti, tre step temporali di attuazione che porteranno la Città di Brescia alla decarbonizzazione del territorio:

- **Breve periodo dal 2026 al 2030:** attuazione degli obiettivi e delle azioni che introduce il PAC considerando anche l'attuazione del PAESC, della STC e del PUMS oltre alla Variante generale del PGT in corso di stesura. Funzionale all'avvio delle azioni previste e funzionali al raggiungimento del primo obiettivo del -55% delle emissioni di CO₂ rispetto al 2010 (obiettivo rinforzato rispetto a quello previsto dal PAESC -50%) e di avvio del percorso di avvicinamento ai nuovi limiti di qualità dell'aria introdotti dalla recente Direttiva (2024/2881/UE) in fase di recepimento a livello nazionale. In questa fase durante il monitoraggio per il tema della qualità dell'aria, si procederà ad indirizzare il presente PAC al PRIA (Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria, strumento in corso di stesura da parte di Regione Lombardia (a gennaio 2026 c'è la pubblicazione del documento di scoping);
- **Medio periodo 2040:** in cui si analizzano i traguardi raggiunti e si aggiorna il piano rilanciando gli obiettivi per raggiungere la decarbonizzazione e la neutralità climatica con riferimento al Comune di Brescia e alle sue aziende partecipate e controllate ed i nuovi limiti di qualità dell'aria in caso di proroga concessa dall'Unione Europea al Bacino Padano. Periodo durante il quale di andranno a

definire nuove azioni in coerenza con il PRIA e gli obiettivi della nuova Direttiva Europea in fase di approvazione

- **Lungo periodo 2050:** rilancio del PAC per raggiungere la decarbonizzazione e la neutralità climatica per l'intero territorio comunale.

Il PAC, infatti, è la risultanza di vari strumenti approvati dall'amministrazione che partecipano al raggiungimento degli obiettivi così come dichiarato nell'Atto di Indirizzo.

4.2. ARIA

4.2.1. L'approccio modellistico

Per introdurre l'argomento va ricordato che alcuni inquinanti, in particolare il particolato, possono:

- essere diffusi e trasportati a grande distanza dal punto di emissione;
- essere creati per reazioni secondarie in atmosfera grazie alla presenza di composti detti precursori come ad esempio il caso dell'ammoniaca per quanto concerne il comparto emissivo dell'agricoltura.

Questo comporta che le concentrazioni presenti e misurate dalle stazioni di qualità dell'aria in un punto specifico del territorio possono essere generate:

- da sorgenti emissive poste nelle vicinanze del misuratore,
- da sorgenti emissive poste a grande distanza,
- da reazioni secondarie che si hanno in atmosfera.

Risulta quindi di fondamentale importanza comprendere con la massima precisione possibile quali siano le sorgenti emissive inquinanti che determinano le concentrazioni di NO₂, PM10 e PM2.5 misurate presso le stazioni della città di Brescia.

Ad aiutarci in tal senso è la modellistica matematica ed in particolare il **source-apportionment**.

Il presente paragrafo descrive l'approccio modellistico adottato per supportare il Piano Aria e Clima del Comune di Brescia, per gli aspetti sopra evidenziati fornendo una base tecnico-scientifica solida per la valutazione di misure efficaci di riduzione delle emissioni in sede locale, rispetto anche ai futuri valori limite previsti dalla nuova Direttiva europea sulla qualità dell'aria, attualmente in fase di recepimento nell'ordinamento nazionale.

Si sintetizza di seguito l'analisi matematica adottata, rimandando per maggiori dettagli relativi all'approccio modellistico all'allegato 3 "**Valutazione modellistica dello stato della qualità dell'aria nel territorio bresciano attraverso tecniche di source-apportionment**".

La catena modellistica adottata per il Piano Aria e Clima è costituita:

- dal modello meteorologico WRF (Weather Research and Forecasting), utilizzato per la ricostruzione dei campi meteorologici tridimensionali;
- dal modello fotochimico tridimensionale di tipo euleriano CAMx (Comprehensive Air quality Model with extensions), ampiamente utilizzato in ambito europeo per analisi di qualità dell'aria a supporto delle politiche ambientali. CAMx consente la simulazione integrata dei principali processi che determinano le concentrazioni degli inquinanti atmosferici, includendo il trasporto, la diffusione, la trasformazione chimica e la deposizione. Il modello di dispersione opera a partire da

campi meteorologici tridimensionali e da inventari emissivi dettagliati, garantendo una rappresentazione coerente sia delle sorgenti locali sia dei contributi di scala sovralocale.

- Un elemento di particolare rilevanza all'interno di CAMx è la presenza di moduli (OSAT e PSAT) dedicati all'analisi delle sorgenti (*source apportionment*), che permettono l'attribuzione quantitativa dei contributi delle diverse sorgenti emissive e delle differenti scale territoriali. Tale caratteristica rende CAMx particolarmente adatto:
 - alla descrizione dello stato della qualità dell'aria,
 - soprattutto alla valutazione del ruolo delle politiche di riduzione delle emissioni a diverse scale territoriali.

I moduli di source apportionment OSAT (Ozone Source Apportionment Technology) e PSAT (Particulate Source Apportionment Technology) permettono di tenere traccia dei differenti contributi emissivi legati rispettivamente alle concentrazioni di ozono e particolato (PM).

L'analisi è stata condotta definendo due domini di simulazione annidati:

- un dominio di scala vasta, esteso all'intera Regione Lombardia, con risoluzione orizzontale pari a 6x6 km², finalizzato alla corretta rappresentazione dei processi di trasporto e delle interazioni su scala di bacino;
- un dominio di dettaglio, centrato sulla provincia di Brescia, con risoluzione di 1x1 km², dedicato all'analisi fine delle dinamiche emissive e delle concentrazioni nel comune di Brescia, nell'agglomerato urbano e nel resto della provincia.

L'anno meteorologico utilizzato è il 2021, in coerenza con il più recente dato emissivo disponibile al momento dell'inizio dello studio del PAC.

Le emissioni sono state derivate dall'inventario INEMAR 2021 per il territorio lombardo e da *Copernicus Atmosphere Monitoring Service* (CAMS) per le aree esterne, opportunamente disaggregate spazialmente, temporalmente e chimicamente sulla griglia modellistica.

Particolare attenzione è stata dedicata alla corretta rappresentazione delle sorgenti puntuali industriali e delle emissioni diffuse legate al traffico, al riscaldamento civile e alle attività agricole. A livello lombardo, le sorgenti puntuali considerate sono **5902**.

Gli inquinanti oggetto di analisi sono:

- ossidi di azoto (NO_x), con riferimento alle concentrazioni di NO₂;
- particolato atmosferico PM10;
- particolato fine PM2.5.

Tali inquinanti risultano centrali sia per il rispetto degli attuali limiti normativi sia in relazione ai valori più stringenti previsti dalla nuova Direttiva europea.

Come previsto dalle procedure modellistiche, le simulazioni sono state sottoposte a una **fase di validazione** mediante confronto con i dati osservati delle reti di monitoraggio. I risultati mostrano prestazioni complessivamente soddisfacenti per tutti gli inquinanti considerati, sia sul dominio regionale sia su quello di dettaglio.

Nell'ambito dell'attività di confronto con i portatori di interesse (in particolare nell'ambito dell'Osservatorio aria bene comune e clima del Comune di Brescia) sulla scelta del 2021 quale anno di riferimento, sono emerse perplessità in considerazione del fatto che nel 2021 vi sono state a livello

nazionale e quindi anche a quello regionale, le imponenti restrizioni sanitarie per contrastare il Corona virus.

Si ricorda al proposito che dal 31 gennaio 2020 al 31 luglio 2021, è stato dichiarato lo stato di emergenza sul territorio nazionale relativo al rischio sanitario prima citato. Vengono introdotti diversi obblighi, tra i quali i seguenti di interesse per la nostra trattazione:

- viene sospeso in tutto il territorio nazionale lo svolgimento della didattica in presenza per le scuole di ogni grado e le Università
- **il divieto di spostamento per motivi non necessari**, la sospensione delle attività sportive, di manifestazioni ed eventi, la chiusura di musei, luoghi di cultura e centri sportivi
- ulteriori misure restrittive entrano in vigore prevedendo la sospensione delle comuni attività commerciali al dettaglio, dei servizi di ristorazione, delle celebrazioni religiose e vietando gli assembramenti di persone in luoghi pubblici o aperti al pubblico.

Risulta evidente che nel periodo in esame la riduzione di molte attività antropiche può aver ridotto le emissioni di inquinanti in atmosfera.

Ovviamente questi aspetti sono stati considerati nella scelta dell'anno 2021, ma hanno portato comunque a considerarlo quale anno di riferimento per i motivi che vengono di seguito sinteticamente richiamati:

- il 2021 rappresenta l'anno più recente per il quale risultava disponibile, all'avvio delle attività, un inventario emissivo regionale completo e consolidato (INEMAR), condizione necessaria per garantire la coerenza tra emissioni, meteorologia e simulazioni di qualità dell'aria;
- come valutato nel paragrafo 2.3.1, la successiva pubblicazione dell'inventario delle emissioni aggiornato al 2023 dimostra come il 2021 non abbia subito in maniera univoca una riduzione emissiva: nel 2023 l'emissione di particolato si è incrementata mentre l'emissione di ossidi di azoto si è ridotta rispetto a quella del 2021;
- le concentrazioni medie annuali simulate per il 2021 risultano coerenti con i valori misurati e con i trend pluriennali, confermando ulteriormente la rappresentatività dell'anno di riferimento e non indicando discontinuità strutturali nelle concentrazioni degli inquinanti atmosferici tali da rendere tale annualità non rappresentativa;

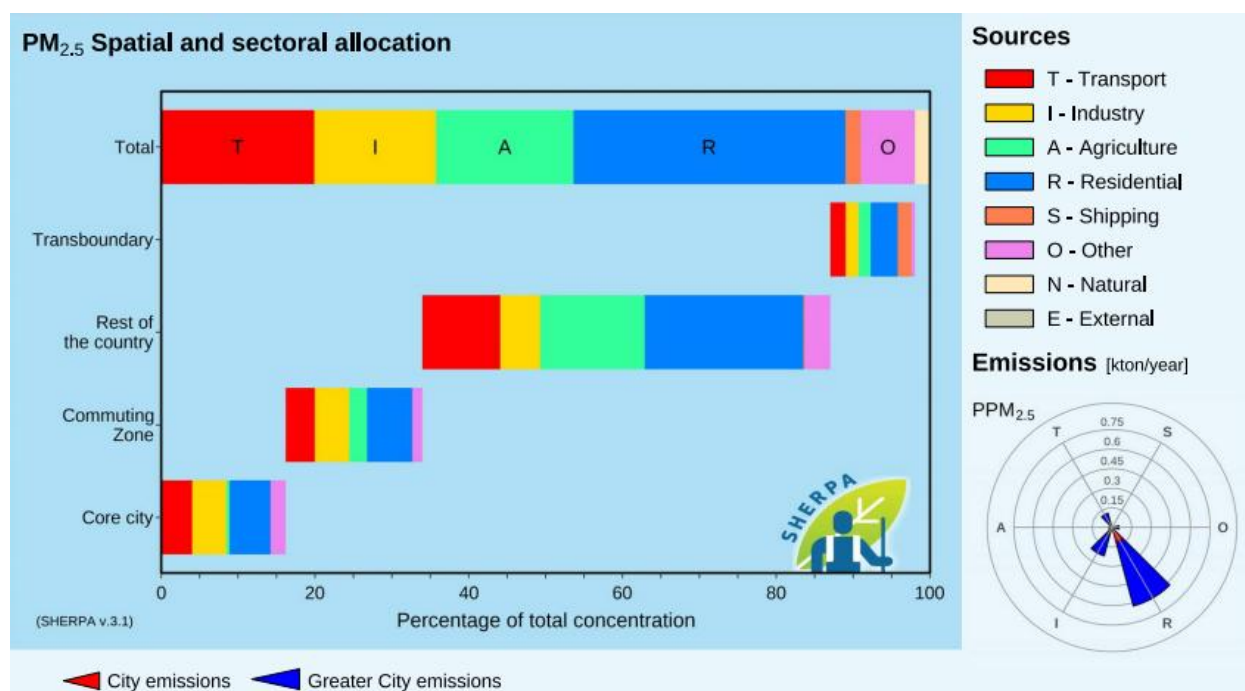
Un ulteriore elemento a supporto della rappresentatività dello studio di source apportionment svolto dall'Università di Brescia, è la comparazione con gli esiti di un analogo studio del JRC (Joint Research Centre) centro di ricerca della Commissione Europea con sede a Ispra (VA). Il rapporto Urban PM2.5 Atlas Air Quality in European Cities dell'anno 2025 (JRC143618) fornisce, infatti, una caratterizzazione dettagliata per 150 aree urbane europee delle concentrazioni urbane di PM2.5 e della loro attribuzione alle diverse sorgenti, con riferimento all'anno 2022, ritenuto appunto consistente. Tale studio, seppure svolto per un solo inquinante, ad una scala molto più ampia di quella di dettaglio svolta dal PAC (risoluzione di 1 km per 1 km) e con differenti strumenti modellistici ed inventari delle emissioni consente di valutarne qualitativamente gli esiti.

Sul dominio di Brescia, la ripartizione ottenuta dal JRC per aree di competenza, riportata nella figura seguente, attribuisce circa il 16% delle concentrazioni al contributo derivante dalla sola città di Brescia, coerentemente con la simulazione 2021 utilizzata per il PAC (pari al 16,4% per il PM2.5). Lo studio del JRC inoltre confronta le analisi svolte per il 2022 con quelle del 2019, 2023 e 2025 per verificare la robustezza del source apportionment rispetto a variazioni nei dati emissivi, nella modellistica e nelle condizioni meteorologiche: il confronto mostra come le quote relative di contributo delle principali sorgenti e delle

diverse scale spaziali rimangano complessivamente stabili. Ne deriva un quadro coerente nel tempo, nel quale le criticità strutturali della qualità dell'aria urbana persistono, pur a fronte di variazioni annuali delle concentrazioni medie.

In conclusione, si conferma pertanto che **l'analisi di dettaglio svolta per il PAC nell'anno 2021 possa essere considerata rappresentativa delle condizioni medie di qualità dell'aria e idoneo come anno di riferimento per le valutazioni strutturali del Piano Aria e Clima.**

Figura 3-1: Emissioni del dominio attorno a Brescia per l'anno 2022 e relativa ripartizione delle concentrazioni per sorgente (fonte: rapporto 2025 Urban PM2.5 Atlas Air Quality in European Cities)



4.2.1.1. Analisi di source apportionment

Come anticipato, il source apportionment rappresenta un elemento centrale delle valutazioni, in quanto permette di quantificare il contributo delle diverse sorgenti emissive e delle differenti aree geografiche, fornendo indicazioni direttamente utili alla pianificazione delle politiche di risanamento. Nel contesto del PAC, tale approccio consente di comprendere quale quota delle concentrazioni sia effettivamente riconducibile alle emissioni comunali e quale derivi invece da contributi sovralocali.

L'analisi è stata condotta secondo due dimensioni complementari:

- settoriale, per stimare il contributo delle principali attività emissive (traffico, riscaldamento civile, industria, agricoltura; per il dettaglio si rimanda alla tabella seguente), distinte in termini di macrosettore;
- spaziale, per distinguere le quote attribuibili al Comune di Brescia, all'agglomerato urbano, al resto della provincia e ai contributi esterni.

Tabella 3-1: Associazione tra gruppi utilizzati nell'analisi di source apportionment e macrosettori INEMAR.

Gruppo source apportionment	Associazione INEMAR	Descrizione
Produzione di energia e trasformazione di combustibili	Macrosettore 1	Impatto delle emissioni derivanti dalla produzione di energia
Combustione non industriale	Macrosettore 2	Impatto delle emissioni da riscaldamento civile <i>autonomo</i> (escludendo pertanto il teleriscaldamento)
Industria	Macrosettori 3, 4, 5	Impatto delle emissioni derivanti da qualsiasi attività industriale
Uso di solventi	Macrosettore 6	Impatto delle emissioni da produzione e utilizzo di solventi sia a livello domestico che industriale
Trasporto su strada	Macrosettori 7	Impatto delle emissioni derivanti da trasporto su strada
Altre sorgenti mobili	Macrosettore 8	Impatto delle emissioni derivanti da altre tipologie di trasporto (ex. ambito agricolo)
Trattamento e smaltimento di rifiuti	Macrosettore 9	Impatto delle emissioni da trattamento e smaltimento rifiuti, ricompreso il Termoutilizzatore di Brescia
Agricoltura	Macrosettore 10	Impatto delle emissioni derivanti dalle attività agricole
Altro	Macrosettore 11 e Condizioni al contorno	Impatto delle emissioni di altre fonti non precedentemente considerate (ex. biogeniche) e delle condizioni al contorno

È importante sottolineare che per inquinanti come il particolato atmosferico, le concentrazioni risultano influenzate da processi di formazione secondaria e da fenomeni di trasporto su lunga distanza, che introducono non linearità nel rapporto tra emissioni e concentrazioni, questo implica che i contributi stimati tramite source apportionment non coincidano necessariamente con le riduzioni ottenibili mediante l'applicazione di misure di abbattimento emissivo. **Il source apportionment**, tenendo sempre presente tale complessità, fornisce un'indicazione robusta dell'ordine di grandezza dei contributi e **consente di individuare le scale territoriali e i settori su cui risulta prioritario intervenire.**

I risultati ottenuti, evidenziano come, pur in presenza di un ruolo significativo delle emissioni comunali, una quota rilevante delle concentrazioni di NO₂, PM10 e PM2.5 misurate nel Comune di Brescia derivi da sorgenti esterne, rendendo necessarie per il PAC strategie di intervento coordinate a scala di agglomerato, provinciale e regionale.

Si restituiscono di seguito, per ciascun inquinante, i contributi delle varie sorgenti emissive alle concentrazioni nel Comune di Brescia, considerando una cella rappresentativa del contesto urbano cittadino.

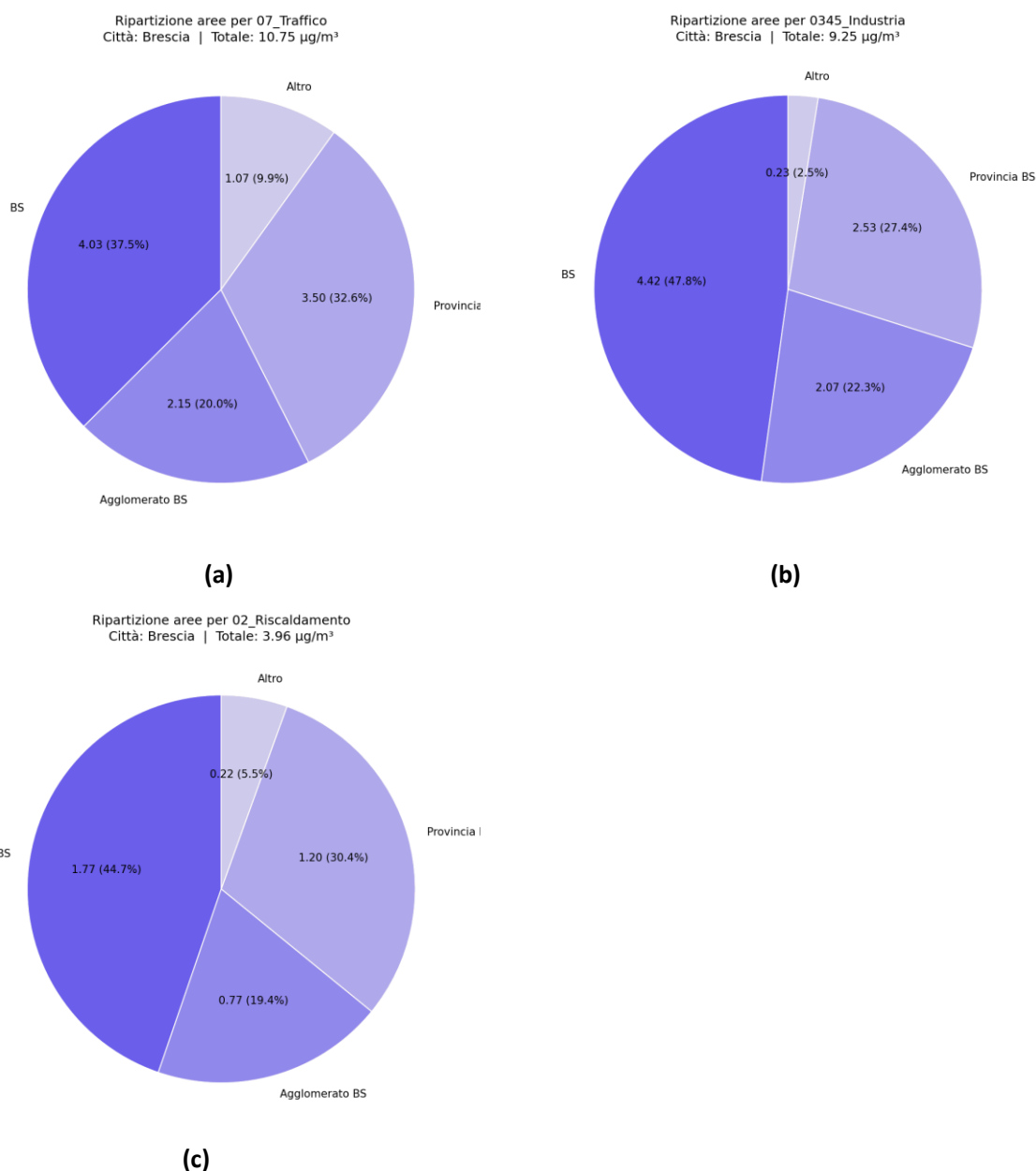
4.2.1.2. Biossido di azoto (NO₂)

Per il biossido di azoto (NO₂), nel Comune di Brescia le concentrazioni medie annuali stimate dal **sistema modellistico** per l'anno 2021 risultano pari a circa **31.4 µg/m³**. Tale valore risulta inferiore all'attuale valore limite annuale vigente, pari a **40 µg/m³**, e pertanto conforme al quadro normativo attualmente in vigore. Tuttavia, la concentrazione stimata supera il nuovo valore limite annuale di **20 µg/m³** introdotto dalla Direttiva (UE) 2024/2881, recentemente approvata e in corso di recepimento a livello nazionale, e che entrerà in vigore il 2030 o il 2040 (a seconda dello scenario che emergerà a livello europeo per il bacino padano), evidenziando quindi la necessità di una riduzione significativa futura di emissioni di ossidi di azoto. Solo **il 38.2% delle concentrazioni, pari a 11.99 µg/m³, è attribuibile alle emissioni del Comune di Brescia**; il contributo restante è suddiviso tra la provincia di Brescia (28.2%, escludendo il Comune e

l'agglomerato di Brescia), l'agglomerato di Brescia (18.2%, escludendo il Comune di Brescia) e le aree esterne alla provincia (15.4%).

Il contributo alle concentrazioni di NO₂ sul Comune di Brescia risulta prevalentemente associato al traffico veicolare, al comparto industriale (inteso come sommatoria dei macrosettori 3, 4 e 5) e al riscaldamento (combustione non industriale). In termini di contributi settoriali alle concentrazioni complessive nel Comune di Brescia, il traffico veicolare rappresenta circa il 34%, tuttavia solo il 37.5% di tale quota è attribuibile a emissioni originate all'interno del territorio comunale. Il comparto industriale contribuisce per circa il 29% alle concentrazioni totali, con una quota pari al 47.8% riconducibile ad attività localizzate nel Comune. Il riscaldamento (combustione non industriale) incide per circa il 13% sulle concentrazioni complessive, di cui il 44.7% deriva da emissioni comunali.

Figura 3-2: Ripartizione in aree degli impatti sul NO₂ dei diversi gruppi emissivi nel comune di Brescia (BS sta per Comune di Brescia).



Il confronto con il nuovo valore limite annuale di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ consente di sviluppare un ragionamento quantitativo utile a chiarire il ruolo e i limiti dell'azione comunale. Il passaggio da 31.4 a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ implicherebbe una riduzione complessiva delle concentrazioni pari a circa $11.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le politiche attivabili attraverso il Piano Aria e Clima comunale possono incidere esclusivamente sulla quota di concentrazione attribuibile alle emissioni del territorio comunale, pari a circa $11.99 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ne consegue che, anche in uno scenario puramente teorico di massima efficacia delle politiche locali, **con l'annullamento di tutte le emissioni cittadine**, l'azione del solo Comune di Brescia risulta appena sufficiente a consentire il rispetto dei nuovi valori limite introdotti dalla Direttiva europea. Il raggiungimento degli obiettivi di qualità dell'aria richiede pertanto l'attivazione di politiche coordinate e coerenti anche a scala di agglomerato e di provincia, almeno in quota parte, in modo da agire in maniera congiunta sulle diverse componenti che concorrono alle concentrazioni osservate sul territorio comunale.

Come descritto in precedenza, tale ragionamento rappresenta un riferimento puramente indicativo, basato su un'ipotesi di risposta lineare del sistema atmosferico, che nella realtà risulta semplificativa, in quanto le concentrazioni sono influenzate da processi non lineari di trasporto e trasformazione degli inquinanti.

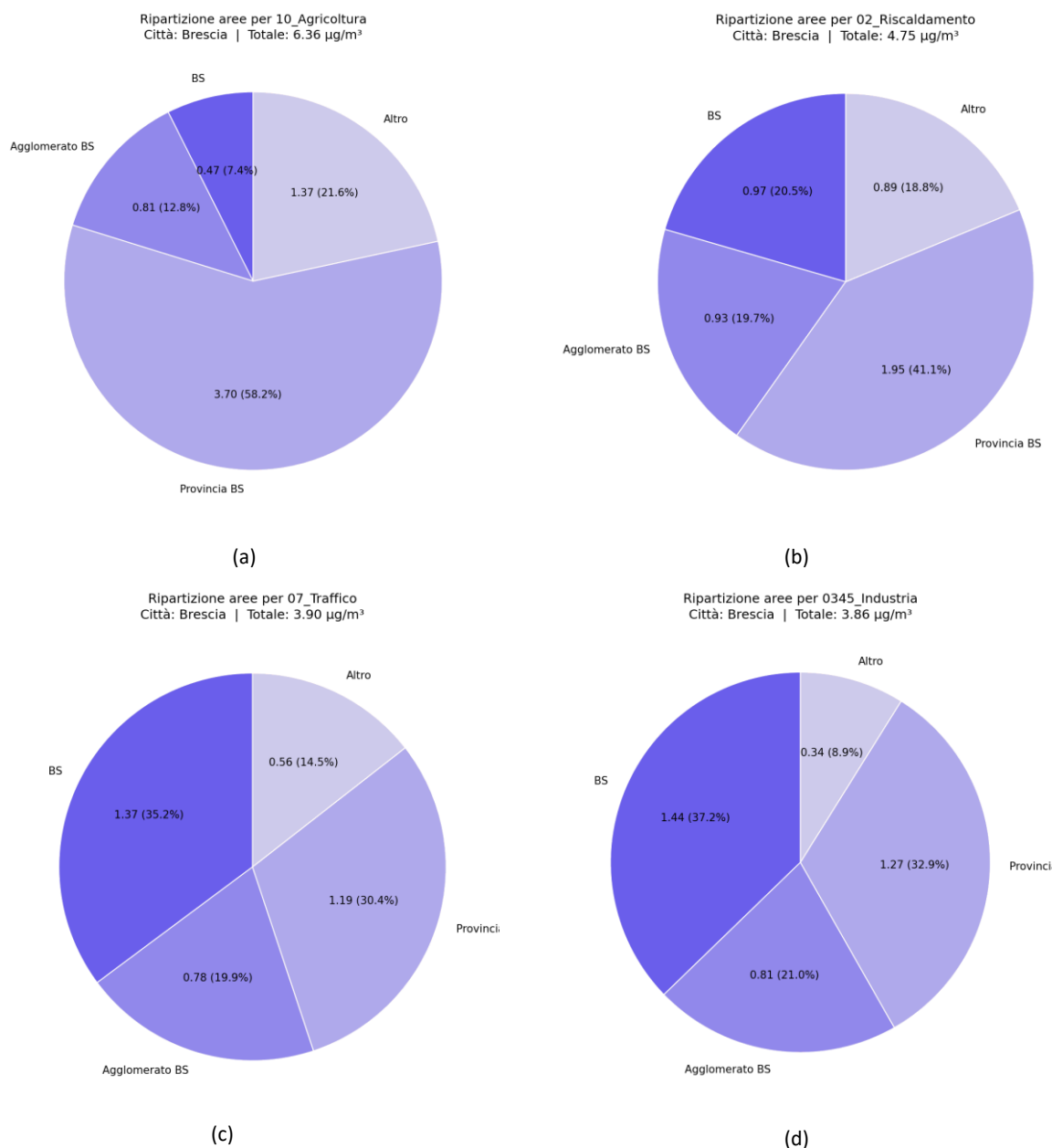
4.2.1.3. Particolato atmosferico (PM10)

Con riferimento al particolato atmosferico PM10, le elaborazioni modellistiche effettuate per l'anno 2021 restituiscono, per il Comune di Brescia, una concentrazione media annuale pari a circa $30.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale valore risulta conforme al limite annuale previsto dalla normativa vigente, fissato a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ma non soddisfa il nuovo valore limite di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ introdotto dalla Direttiva (UE) 2024/2881, che entrerà in vigore il 2030 o il 2040 (a seconda dello scenario che emergerà a livello europeo per il bacino padano) e comporterà un significativo innalzamento del livello di ambizione delle politiche di risanamento. La concentrazione media totale del Comune di Brescia è riconducibile solo per circa $17.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a contributi emissivi ricadenti all'interno del territorio provinciale bresciano.

L'analisi di source apportionment evidenzia che le concentrazioni di PM10 osservate nel territorio comunale presentano una componente sovralocale rilevante. Considerando la concentrazione media sul Comune, le componenti maggiormente rilevanti risultano associate al settore agricolo (per effetto della componente secondaria delle reazioni chimiche in atmosfera), al riscaldamento (combustione non industriale), al traffico veicolare e al comparto industriale.

Il contributo attribuibile all'agricoltura ammonta a circa $6.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in termini di concentrazione media annuale nel Comune di Brescia; di tale valore, solo $0.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pari al 7.4%, è riconducibile a emissioni generate all'interno del territorio comunale, confermando il carattere prevalentemente sovralocale di questa sorgente. Il riscaldamento (combustione non industriale) contribuisce per circa $4.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alle concentrazioni complessive di PM10 nel Comune di Brescia, con una quota pari a circa $0.97 \mu\text{g}/\text{m}^3$, corrispondente al 20.5%, attribuibile a emissioni comunali. Il traffico veicolare incide per circa $3.90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, di cui $1.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pari al 35.2%, è riconducibile a emissioni originate all'interno del territorio comunale. Il comparto industriale contribuisce infine per circa $3.86 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una quota locale pari a $1.44 \mu\text{g}/\text{m}^3$, corrispondente al 37.2%.

Figura 3-3: Ripartizione in aree degli impatti sul PM10 dei diversi gruppi emissivi nel comune di Brescia (BS sta per Comune di Brescia).



Nel complesso, a una concentrazione media annuale complessiva di 30.72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ corrisponde **un contributo delle sole emissioni del Comune di Brescia pari a circa 5.09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (16,6%)**, evidenziando come una quota limitata delle concentrazioni di PM10 sia direttamente riconducibile alle sorgenti locali. Il confronto con il nuovo valore limite annuale di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mostra che la riduzione richiesta, pari a circa 10.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, **risulta ampiamente superiore alla quota di concentrazione su cui possono incidere le politiche comunali**, sempre nell'ipotesi semplificata prima discussa di riduzione lineare.

Ne consegue che, anche ipotizzando l'eliminazione totale delle emissioni di PM10 attribuibili al territorio comunale, la concentrazione residua risulterebbe pari a circa 25.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valore comunque superiore al limite previsto dalla nuova Direttiva europea. Tale evidenza conferma che l'azione del solo Comune di Brescia, pur necessaria, non risulta sufficiente a garantire il conseguimento dei nuovi valori limite per il

PM10. Il raggiungimento degli obiettivi fissati dalla Direttiva (UE) 2024/2881 richiede pertanto l'adozione di politiche coordinate anche a scala di agglomerato, di provincia e regionale, in grado di incidere in modo sostanziale sulle componenti sovralocali che concorrono alle concentrazioni rilevate sul territorio comunale.

4.2.1.4. Particolato atmosferico fine (PM2.5)

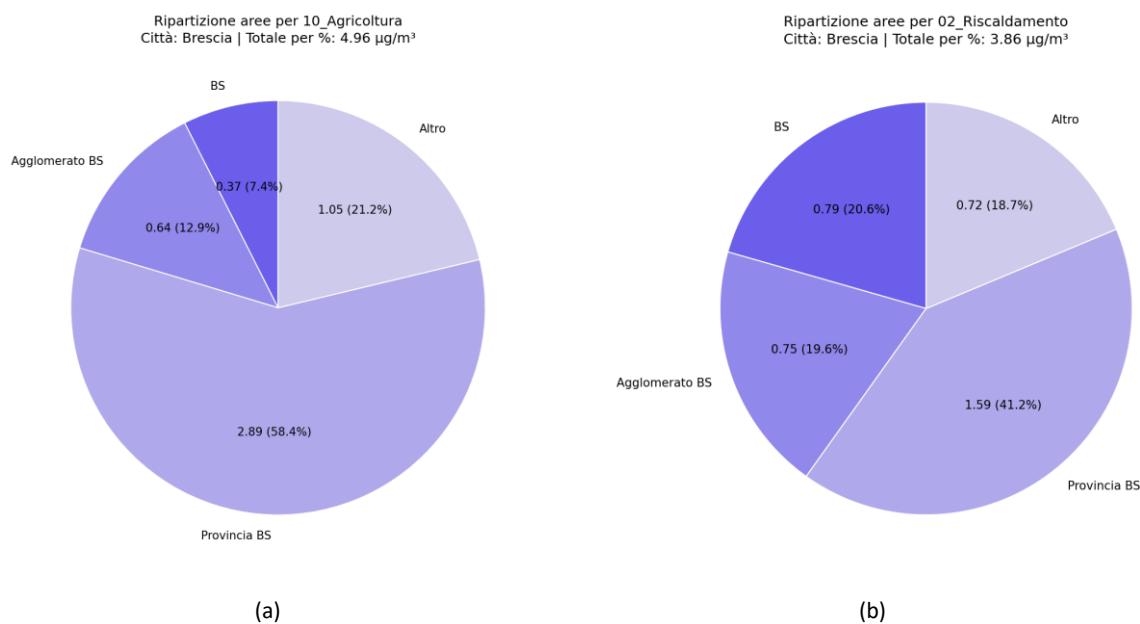
Per il particolato fine PM2.5, nel Comune di Brescia la concentrazione media annuale stimata dal sistema modellistico per l'anno 2021 risulta pari a 24.03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Di tale valore complessivo, solo circa 13.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ risulta associato alle emissioni ricadenti all'interno del dominio di indagine di dettaglio, mentre la quota residua è riconducibile a contributi esterni, trasferiti dal dominio modellistico di scala più ampia. Questo elemento evidenzia fin da subito il marcato carattere sovralocale che contraddistingue l'inquinamento da PM2.5.

L'analisi di source apportionment mostra che i maggiori contributi sono riconducibili ai macrosettori agricoltura, riscaldamento (combustione non industriale), traffico veicolare e industria, confermando il ruolo congiunto di sorgenti primarie e di processi di formazione secondaria.

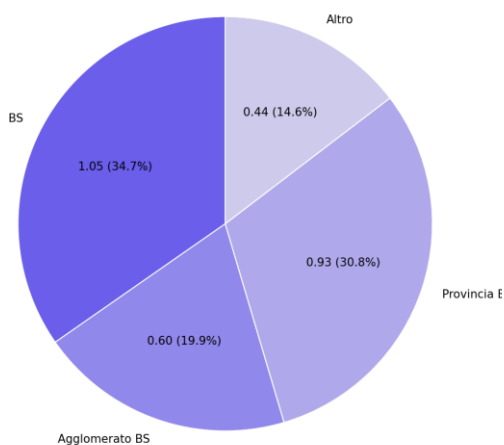
Nel dettaglio, il contributo del settore agricolo alle concentrazioni di PM2.5 nel Comune di Brescia risulta pari a circa 4.96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; tuttavia, il contributo agricolo presenta una prevalente componente sovralocale, infatti solo 0.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, corrispondente a circa il 7.4%, è attribuibile a emissioni originate all'interno del territorio comunale.

Il riscaldamento (combustione non industriale) contribuisce per circa 3.86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ alle concentrazioni complessive di PM2.5 nel Comune, di cui 0.79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pari al 20.6%, è riconducibile a emissioni comunali. Il traffico veicolare incide per circa 3.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con una quota locale pari a 1.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, corrispondente a circa il 34.7%. Il comparto industriale contribuisce infine per circa 3.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, di cui 1.10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pari al 36.7%, è attribuibile ad attività localizzate nel Comune di Brescia.

Figura 3-4: Ripartizione in aree degli impatti sul PM2.5 dei diversi gruppi emissivi nel comune di Brescia (BS sta per Comune di Brescia).

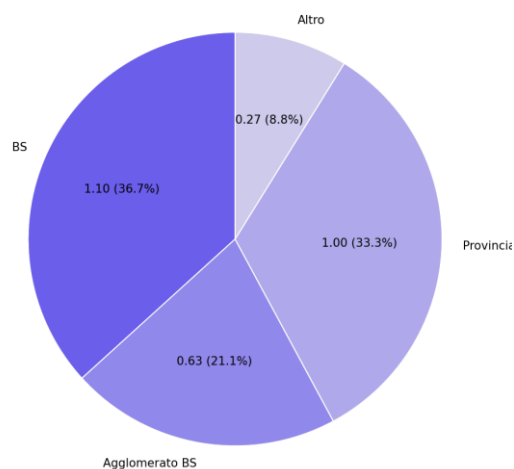


Ripartizione aree per 07_Traffico
Città: Brescia | Totale per %: 3.02 µg/m³



(c)

Ripartizione aree per 0345_Industria
Città: Brescia | Totale per %: 3.00 µg/m³



(d)

Nel complesso, a fronte di una concentrazione media annuale totale di 24.03 µg/m³, **il contributo direttamente attribuibile alle emissioni comunali risulta limitato a una frazione minoritaria pari al 16.4%**. Alla luce del nuovo valore limite annuale di 10 µg/m³ introdotto dalla Direttiva (UE) 2024/2881 per il PM2.5 che entrerà in vigore il 2030 o il 2040 (a seconda dello scenario che emergerà a livello europeo per il bacino padano), emerge come il rispetto dei futuri obiettivi di qualità dell'aria non possa essere perseguito attraverso le sole politiche comunali, anche azzerando il contributo comunale, sempre nell'ipotesi semplificata prima discussa di riduzione lineare. Sono pertanto necessarie strategie integrate e coordinate anche a scala di agglomerato e di provincia, in grado di incidere sulle componenti sovralocali che determinano in modo significativo le concentrazioni osservate nel Comune di Brescia.

4.2.1.5. Riepilogo

Nel loro insieme, i risultati delle analisi modellistiche e di source apportionment confermano che le politiche di riduzione delle emissioni attuabili a scala comunale, in vista dell'entrata in vigore al 2030 o al 2040 dei nuovi limiti di qualità dell'aria, risultino necessarie per il miglioramento della qualità dell'aria nel territorio di Brescia. Al contempo, le evidenze quantitative mostrano come l'efficacia delle sole politiche comunali, pur rilevante, non sia sufficiente da sola a garantire il rispetto dei futuri valori limite introdotti dalla Direttiva (UE) 2024/2881, in particolare per gli inquinanti caratterizzati da una marcata componente sovralocale (come il particolato). Il conseguimento degli obiettivi europei richiede pertanto che le azioni previste dal Piano Aria e Clima del Comune di Brescia siano affiancate da misure coordinate e coerenti anche a scala di agglomerato, provinciale, regionale e di bacino padano, in modo da agire in maniera congiunta sulle diverse componenti che determinano le concentrazioni osservate sul territorio comunale.

4.2.1.6. Scenario tendenziale al 2030 e 2040

Quanto illustrato nei paragrafi precedenti, relativamente alla valutazione modellistica eseguita con il source apportionment, rappresenta un quadro esaustivo dello stato di fatto attuale della qualità dell'aria a Brescia e consente di individuare le scale territoriali e i settori su cui risulta prioritario intervenire per il PAC rispetto all'obiettivo di miglioramento della qualità dell'aria cittadina.

Di seguito si riporta, invece, l'evoluzione al 2030 e al 2040 delle emissioni e qualitativamente delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici per effetto delle politiche europee, anni nei quali potranno entrare in vigore i nuovi limiti previsti dalla Direttiva.

La stima delle emissioni degli inquinanti atmosferici al 2030 e al 2040 secondo lo scenario tendenziale, viene condotta con riferimento allo scenario Current Legislation (CLE), che rappresenta l'evoluzione prospettica basata sul quadro normativo europeo vigente, basato sulle proiezioni emissive degli inquinanti considerati nello scenario Clean Air Outlook 2 – Baseline del modello GAINS ("Greenhouse Gas – Air Pollution Interactions and Synergies"), sviluppato dall'International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), elaborate a scala nazionale per l'Italia e articolate per macrosettore e combustibile, con anni di riferimento 2020, 2030 e 2040.

Le riduzioni emissive previste da GAINS sono state determinate come rapporti percentuali tra le emissioni stimate per il 2030 e per il 2040 rispetto a quelle del 2020, distintamente per ciascun macrosettore e combustibile. Si precisa che per i macrosettori 6 (uso di solventi) e 11 (emissioni naturali), cautelativamente, i rapporti di riduzione emissiva sono stati assunti invariati, non avendo a disposizione informazioni specifiche da GAINS.

Tali riduzioni emissive sono state applicate, per macrosettore e combustibile, alle corrispondenti emissioni INEMAR 2021 (anno di riferimento della simulazione modellistica) associate rispettivamente al Comune di Brescia, ai comuni dell'agglomerato di Brescia e all'ambito provinciale. Attraverso la successiva aggregazione per combustibile, sono state così stimate le emissioni INEMAR al 2030 e al 2040 di NO₂, PM10 e PM2.5, distinte per macrosettore e per area territoriale. Tali emissioni sono state quindi ulteriormente aggregate per i principali gruppi di macrosettori emissivi (per l'NO₂: MS 2 - residenziale, MS 3-4-5 - industria, MS 7 – trasporto su strada, macrosettori restanti; per il particolato MS 2, MS 3-4-5, MS 7, MS 10 - agricoltura, macrosettori restanti), ottenendo le percentuali di riduzione emissiva rispetto ad INEMAR 2021 differenziate per area. Con tale approccio si tiene conto della diversa distribuzione per combustibile delle emissioni all'interno delle aree considerate. Nelle figure seguenti si riportano, per ciascun inquinante, le emissioni del solo Comune di Brescia distinte per i macrosettori considerati, rispettivamente per l'anno 2021 a partire da INEMAR, e per lo scenario CLE al 2030 e 2040, ottenuti a partire dalle riduzioni emissive percentuali corrispondenti di GAINS. Come si evince dalle figure, la riduzione più importante in termini assoluti è associata al macrosettore 7 (trasporto su strada) per tutti gli inquinanti in esame. Si evidenzia inoltre la riduzione relativa al macrosettore 2 (combustione non industriale), apprezzabile in termini percentuali sul contributo del comparto emissivo. Per il comparto industriale si prevede una contrazione emissiva, seppur limitata in termini percentuali (inferiore al 10% per tutti gli inquinanti in entrambi gli orizzonti temporali). Il contributo dell'agricoltura risulta limitato considerando esclusivamente il territorio comunale.

Figura 3-5: Emissioni di NO_x nel comune di Brescia per i macrosettori considerati per gli anni 2021 (fonte INEMAR 2021), e lo scenario CLE al 2030 e 2040.

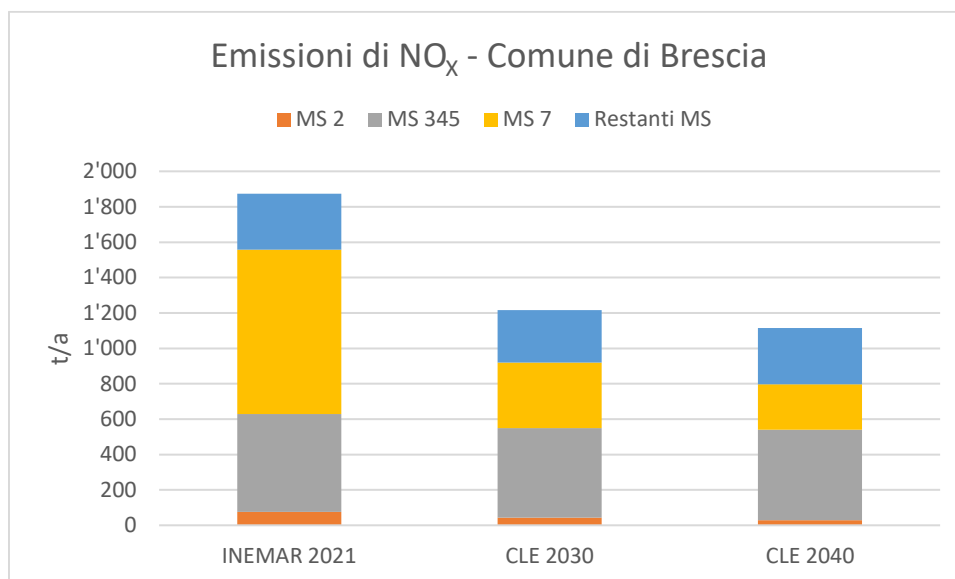


Figura 3-6: Emissioni di PM₁₀ nel comune di Brescia per i macrosettori considerati per gli anni 2021 (fonte INEMAR 2021), e lo scenario CLE al 2030 e 2040.

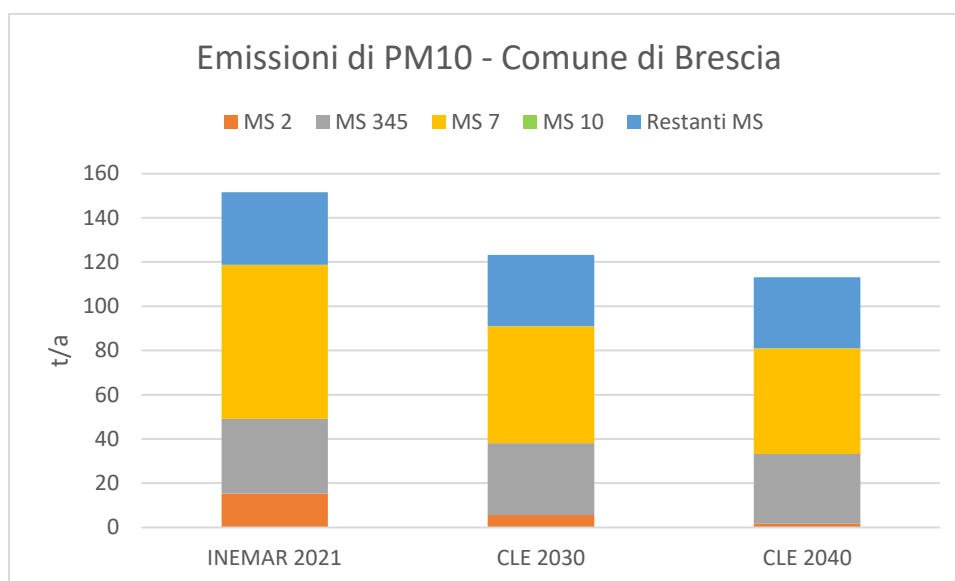
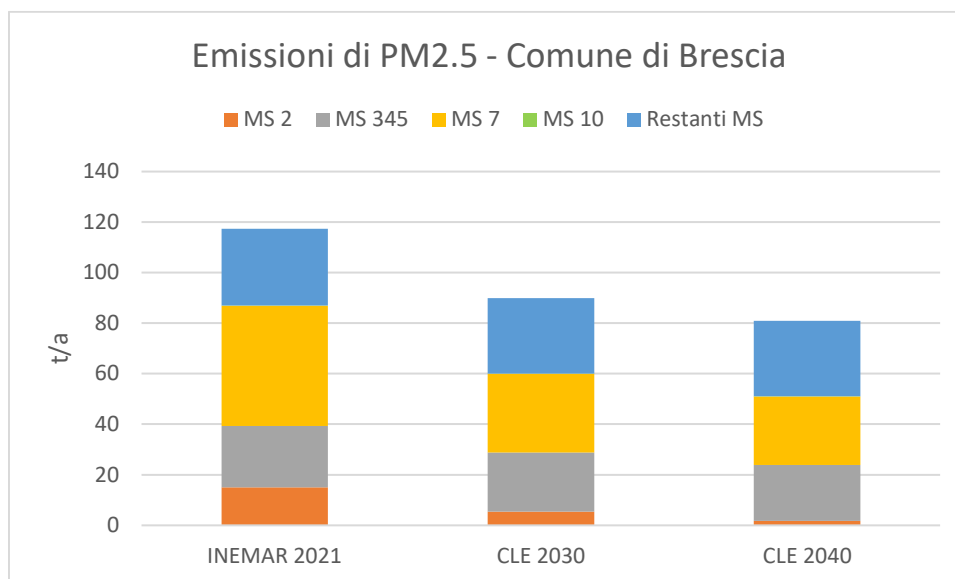


Figura 3-7: Emissioni di PM2.5 nel comune di Brescia per i macrosettori considerati per gli anni 2021 (fonte INEMAR 2021), e lo scenario CLE al 2030 e 2040.



⁴Le riduzioni emissive così derivate sono state utilizzate per costruire gli input emissivi al 2030 e al 2040 alla base di ulteriori simulazioni modellistiche di qualità dell'aria realizzate mediante il sistema CAMx nella stessa configurazione utilizzata per la valutazione dello scenario base e per l'analisi di source-apportionment mostrata nei paragrafi precedenti.

Le simulazioni sono state condotte adottando un approccio modellistico a *nesting* sui due domini di calcolo utilizzati per la simulazione del caso base. In una prima fase sono state quindi realizzate le simulazioni di scenario sul dominio esteso all'intera Lombardia, con risoluzione orizzontale pari a 6x6 km², al fine di rappresentare l'impatto delle riduzioni emissive sui processi di trasporto e trasformazione chimica a scala regionale.

Successivamente, i campi di concentrazione ottenuti sul dominio regionale sono stati utilizzati per definire le condizioni al contorno per le simulazioni di zoom sul dominio ad alta risoluzione centrato sul territorio bresciano, con griglia pari a 1x1 km². Tale approccio consente di mantenere la coerenza tra contributi locali e sovralocali, rappresentando in maniera fisicamente consistente l'impatto delle riduzioni emissive sia sui processi emissivi locali sia sul trasporto degli inquinanti provenienti dalle aree esterne al territorio provinciale.

Per ciascun inquinante, a partire dalle simulazioni modellistiche sulle singole celle ricadenti nel territorio comunale, nelle figure seguenti viene riportata la distribuzione delle concentrazioni medie annue relative agli anni 2021, 2030 e 2040, consentendo una lettura della variabilità spaziale interna al Comune di Brescia. Le figure seguenti presentano i boxplot delle concentrazioni medie annue calcolate sulle celle ricadenti nel territorio comunale. Ciascun rettangolo rappresenta la distribuzione statistica delle concentrazioni modellistiche e riporta, in particolare, il primo e il terzo quartile (rispettivamente lato inferiore e superiore del box colorato), mentre la linea orizzontale interna rappresenta il valore mediano. Le linee esterne al rettangolo individuano invece il secondo e il novantottesimo percentile della

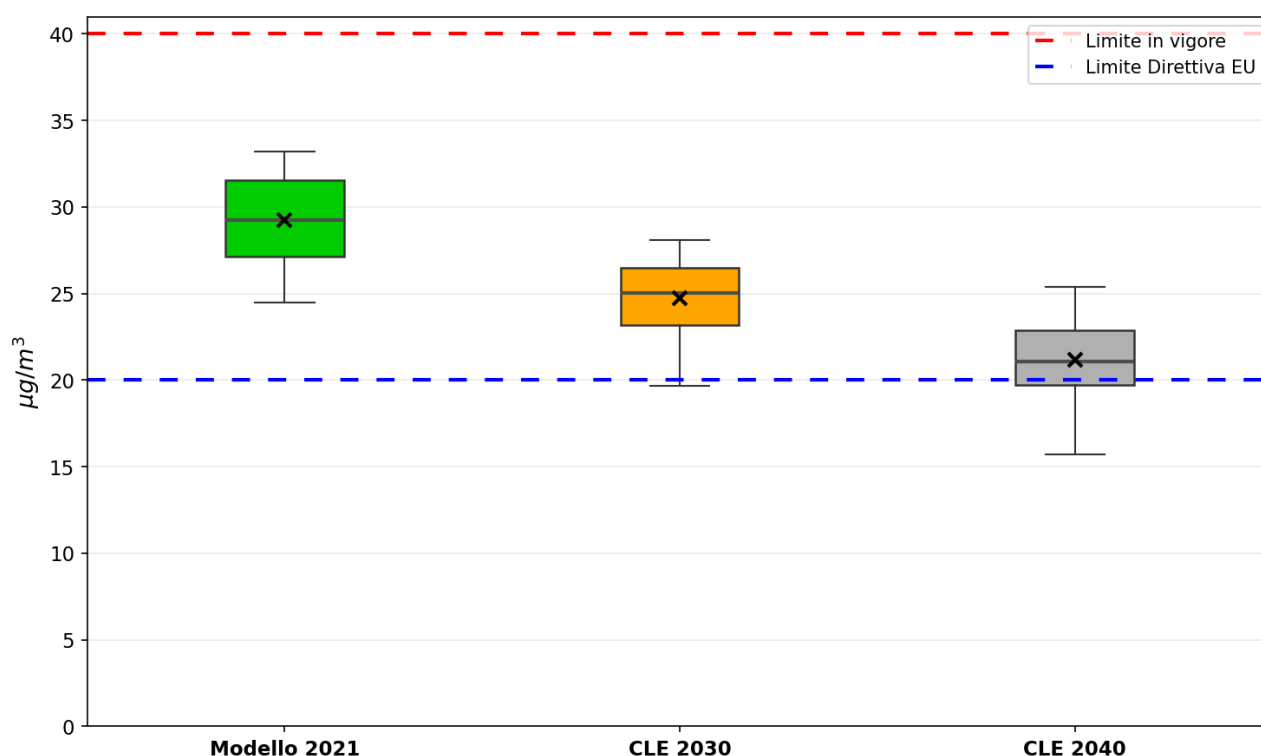
⁴ La presente trattazione rappresenta un'integrazione dell'allegato «Valutazione modellistica dello stato della qualità dell'aria nel territorio bresciano attraverso tecniche di source-apportionment», elaborato dall'Università degli Studi di Brescia, e redatta a cura del Prof. Claudio Carnevale.

distribuzione. Il simbolo “x” rappresenta infine la concentrazione media calcolata sull’insieme delle celle del Comune di Brescia.

Per l’NO₂, la concentrazione media annuale stimata dal modello per il 2021 sul territorio comunale risulta pari a circa 29.3 µg/m³, valore inferiore all’attuale limite normativo vigente di 40 µg/m³ ma superiore al nuovo valore limite annuale di 20 µg/m³ introdotto dalla Direttiva (UE) 2024/2881.

Nello scenario CLE al 2030, la concentrazione media annuale nel Comune di Brescia si riduce a circa 24.8 µg/m³, evidenziando un miglioramento significativo rispetto al quadro emissivo del 2021, ma con valori ancora superiori al futuro limite normativo sull’intero territorio comunale. Nello scenario CLE al 2040, la concentrazione media annuale si attesta invece intorno a 21.1 µg/m³, con una distribuzione spaziale che mostra valori medi prossimi al nuovo limite europeo e con parte delle celle comunali che presentano valori inferiori a 20 µg/m³. Tuttavia, persistono alcune aree caratterizzate da concentrazioni superiori al valore limite previsto dalla Direttiva europea. I risultati ottenuti evidenziano pertanto come le misure previste dalla legislazione corrente europea, progressivamente recepite a livello nazionale, consentano una marcata riduzione delle concentrazioni di NO₂ nel territorio comunale, pur mostrando nel 2040 condizioni ancora localmente prossime o superiori al nuovo valore limite introdotto dalla Direttiva (UE) 2024/2881.

Figura 3-8: Distribuzione delle concentrazioni medie annue di NO₂ all’intero del Comune di Brescia considerando le stime del modello per l’anno 2021 e lo scenario CLE al 2030 e 2040.



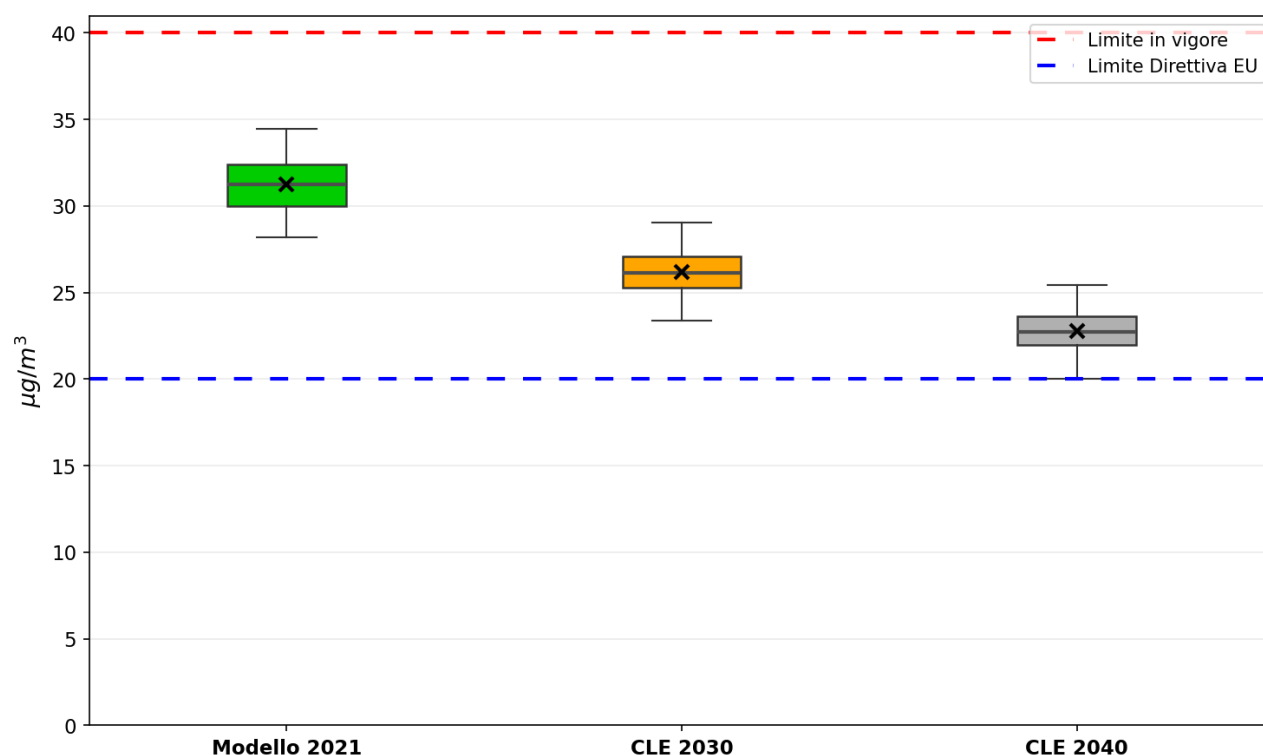
Per il PM10, la concentrazione media annuale stimata dal modello per il 2021 sul territorio comunale risulta pari a circa 31.2 µg/m³, valore inferiore all’attuale limite normativo vigente di 40 µg/m³ ma superiore al nuovo valore limite annuale di 20 µg/m³ introdotto dalla Direttiva (UE) 2024/2881.

Nello scenario CLE al 2030, la concentrazione media annuale nel Comune di Brescia si riduce a circa 26.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mostrando un miglioramento significativo rispetto al quadro emissivo del 2021, ma mantenendo valori superiori al futuro limite normativo sull'intero territorio comunale.

Nello scenario CLE al 2040, la concentrazione media annuale si attesta intorno a 22.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pur evidenziando una progressiva riduzione delle concentrazioni rispetto agli scenari precedenti, la distribuzione spaziale delle concentrazioni mostra valori ancora diffusamente superiori al nuovo limite europeo, con solo una quota limitata delle celle comunali presentano valori inferiori a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

I risultati ottenuti evidenziano pertanto come le misure previste dalla legislazione corrente europea, progressivamente recepite a livello nazionale, consentano una significativa riduzione delle concentrazioni di PM10 nel territorio comunale, ma non risultino sufficienti a garantire il pieno rispetto del nuovo valore limite introdotto dalla Direttiva (UE) 2024/2881.

Figura 3-9: Distribuzione delle concentrazioni medie annue di PM10 all'intero del Comune di Brescia considerando le stime del modello per l'anno 2021 e lo scenario CLE al 2030 e 2040.



Per il PM2.5, la concentrazione media annuale stimata dal modello per il 2021 sul territorio comunale risulta pari a circa 24.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valore sostanzialmente in linea con l'attuale limite normativo vigente di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ma ampiamente superiore al nuovo valore limite annuale di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ introdotto dalla Direttiva (UE) 2024/2881.

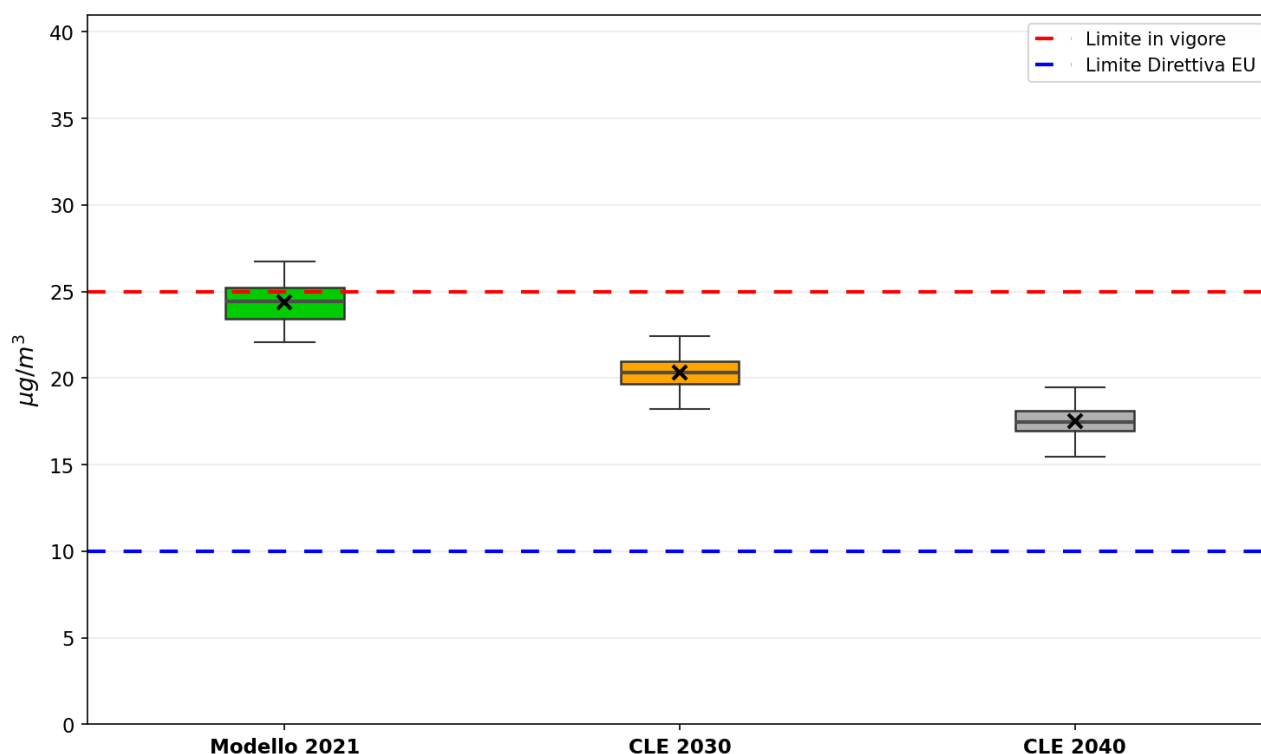
Nello scenario CLE al 2030, la concentrazione media annuale nel Comune di Brescia si riduce a circa 20.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, evidenziando un miglioramento significativo rispetto al quadro emissivo del 2021, ma mantenendo valori ancora nettamente superiori al futuro limite normativo sull'intero territorio comunale.

Nello scenario CLE al 2040, la concentrazione media annuale si attesta intorno a 17.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pur mostrando una progressiva riduzione delle concentrazioni rispetto agli scenari precedenti, la distribuzione

spaziale delle concentrazioni evidenzia valori ancora diffusamente superiori al nuovo limite europeo, con nessuna area del territorio comunale che presenta valori inferiori al valore obiettivo di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I risultati ottenuti evidenziano pertanto come le misure previste dalla legislazione corrente europea, progressivamente recepite a livello nazionale, consentano una significativa riduzione delle concentrazioni di PM_{2.5} nel territorio comunale, ma non risultino sufficienti a garantire il rispetto del nuovo valore limite introdotto dalla Direttiva (UE) 2024/2881.

Figura 3-10: Distribuzione delle concentrazioni medie annue di PM_{2.5} all'intero del Comune di Brescia considerando le stime del modello per l'anno 2021 e lo scenario CLE al 2030 e 2040.



4.2.2. Scenario di Piano

Come emerge dall'analisi dei precedenti paragrafi, il PAC dovrà potenziare quanto previsto dagli attuali piani vigenti PUMS, PAESC ed STC in particolare, sui seguenti contesti:

- per l'NO₂ in primo luogo sul traffico (sia sul contesto cittadino, che dell'agglomerato che provinciale), in secondo luogo sull'industria ed infine sul comparto civile;
- per il particolato in primo luogo sul comparto agricolo (sul contesto provinciale per il contributo emissivo limitato in tale comparto da parte della città), in secondo luogo sulla combustione residenziale (anche in questo caso il contributo maggioritario proviene dalle combustioni di biomassa provinciali, pari al contributo del contesto cittadino sommato a quello dell'agglomerato), in terza battuta arriva il contributo del traffico e dell'industria.

Dallo scenario tendenziale, valutato con riferimento allo scenario CLE, emerge come sia per l'NO₂ sia per il particolato le politiche non risultano sufficienti ad accompagnare il raggiungimento dei limiti nei tempi previsti dalla Direttiva. Dai contributi derivanti dal source apportionment inoltre si evidenzia che l'azione

locale del PAC deve stimolare un'azione coordinata alle differenti scale territoriali di azione fino a quella del Bacino Padano.

4.3. MITIGAZIONE

4.3.1. Monitoraggio del PAESC

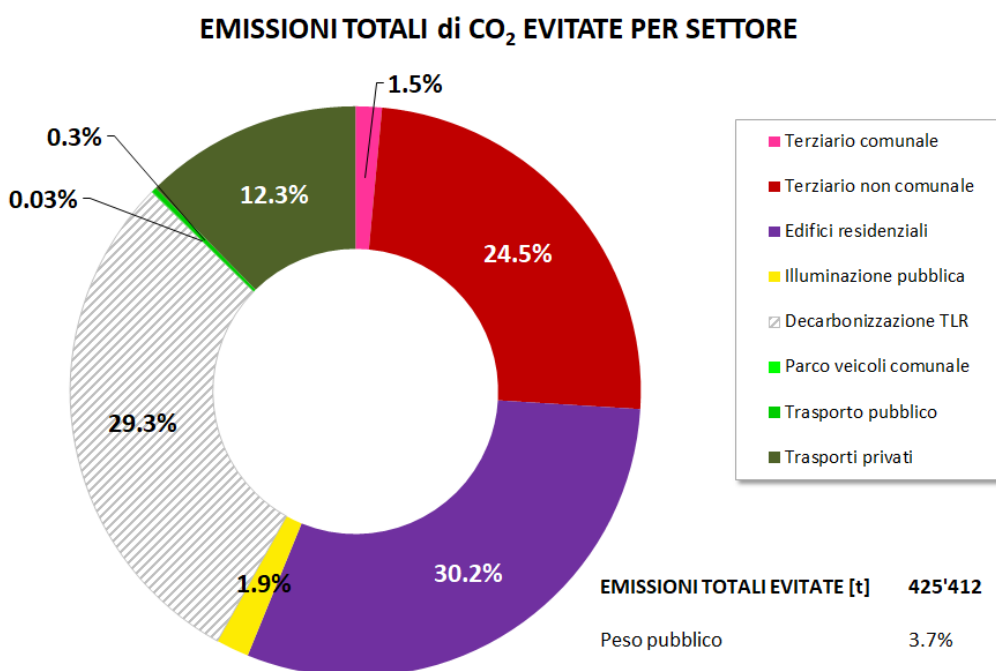
La costruzione dell'inventario energetico emissivo al 2023, il Monitoring Emission Inventory (MEI), è avvenuta attraverso l'integrazione di banche dati regionali quali SIRENA20 ed INEMAR e banche dati locali come per esempio i consumi del comparto pubblico bresciano. Per l'individuazione del fattore di emissione del calore da teleriscaldamento a seguito Decreto Regionale 18546-2019 di Regione Lombardia è stato necessario rivedere anche quello relativo al 2010 (anno BEI) così da coerenzare l'intero percorso del PAESC. All'anno MEI le emissioni procapite, escludendo dal computo emissivo il settore produttivo (industria non ETS + agricoltura) sono pari a 3.07 tonnellate/abitante, in diminuzione rispetto a quelle dell'anno BEI, pari a 4.23 tonnellate/abitante, si registra quindi un avvicinamento all'obiettivo definito dal PAESC e pari a 2.12 tonnellate/abitanti al 2030, ovvero la riduzione del 50% delle emissioni calcolate al 2010 entro il 2030.

Per raggiungere l'obiettivo è necessario abbattere ancora 0.95 tonnellate/abitante di CO₂, la riduzione emissiva tra il 2010 e il 2023 è stata, infatti, pari a 1.16 ton/ab di CO₂, con una riduzione del 23% rispetto al 2010.

Il monitoraggio del PAESC ci mostra che **l'obiettivo emissivo stabilito è raggiungibile e, portando a termine tutte le azioni individuate è possibile superarlo ed arrivare alla riduzione del 55% delle emissioni di CO₂** rispetto all'anno BEI, obiettivo ambizioso assunto dall'Amministrazione Comunale nel PAC quale importante passo nel percorso per arrivare alla decarbonizzazione all'anno 2050.

Le azioni, che contribuiscono in modo significativo al raggiungimento e al superamento dell'obiettivo del PAESC, sono imputabili soprattutto al settore residenziale e al **processo di decarbonizzazione di A2A** che è trasversale ed interessa più settori, con il cambiamento riguardante il fattore di emissione del calore al 2010. L'azione proposta da A2A in fase di redazione del PAESC, che prevedeva la riduzione di circa il 60% delle emissioni grazie alle azioni di eliminazione del carbone e dell'attuazione di ulteriori recuperi termici, è stata ricalcolata mantenendo fissa la percentuale di riduzione emissiva; questo obiettivo ambizioso, come emerge dal MEI, è già stato sostanzialmente raggiunto nel 2023. Nel grafico, che segue, si riportano le emissioni che è possibile ridurre attuando le azioni previste dal PAESC per ogni settore di intervento ed è rappresentato anche il contributo che è possibile raggiungere attraverso le azioni sul comparto del terziario pubblico che comprende gli edifici comunali, l'illuminazione pubblica, il parco auto comunale e il trasporto pubblico locale (TPL) che è pari al 3.7%.

Figura 3-11: emissioni evitate per settore entro al 2030 (fonte: MEI del PAESC)

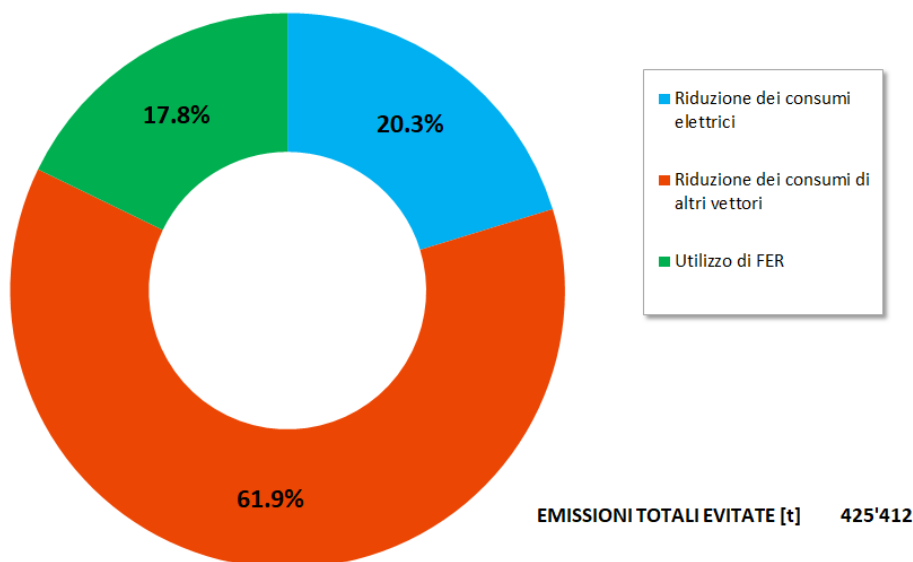


Il 30% dell'obiettivo viene raggiunto attraverso **azioni sul comparto residenziale**; sono previste azioni di efficientamento dell'involucro e quindi la sostituzione dei serramenti, interventi sulle pareti come la realizzazione del cappotto o l'isolamento delle coperture. Saranno anche realizzati interventi di sostituzione di caldaie, autonome o centralizzate, con impianti più efficienti. In particolare analizzando la banca dati CURIT e mettendo a confronto gli indici di energia primaria medi EPgl [kWh/m²] dell'edificato tra il 2015 e il 2022 e quello degli edifici sottoposti a ristrutturazione importante e a riqualificazione energetica tra il 2022 e il primo semestre del 2025 è possibile stimare il risparmio energetico conseguito in questi mesi e, di conseguenza la riduzione dei consumi termici degli edifici residenziali. **Il risparmio energetico imputabile alle unità abitative sottoposte a ristrutturazione importante è pari al 58%** quindi il risparmio in termini di energia primaria tenendo conto che il volume sottoposto a ristrutturazione è di circa 375'080 m³ è di circa lo 0.7% dei consumi di gas naturale per il riscaldamento domestico registrati nel 2023. **Il risparmio energetico imputabile alle unità abitative sottoposte a riqualificazione energetica è pari al 62%** quindi il risparmio in termini di energia primaria tenendo conto che il volume sottoposto a riqualificazione è di circa 706'838 m³ è di circa l'1.4% dei consumi di gas naturale per il riscaldamento domestico registrati nel 2023. Questo quadro descritto è dato dall'impulso ricevuto da politiche incentivanti come per esempio è stato il Superbonus 110%, i cui effetti non sono ancora del tutto quantificabili all'anno MEI. Considerando il peso del comparto residenziale e l'impossibilità di un'azione diretta dell'AC sul patrimonio edilizio privato esistente diventa fondamentale, per proseguire nelle politiche di mitigazione delle emissioni e di riduzione dei consumi energetici degli edifici, anche alla luce dei costi dell'energia stessa, **promuovere l'informazione dei cittadini rispetto l'esistenza di strumenti incentivanti** quali i bonus legati al risparmio energetico (ecobonus e bonus casa) e il Conto Termico 3.0 attraverso il loro coinvolgimento utilizzando strumenti quali lo sportello energia.

Valutando, invece, la riduzione delle emissioni dal punto di vista della tipologia di energia si può notare che per la maggior parte ci siano risparmi di vettori energetici tradizionali (62%) e di energia elettrica (20%), solo il 18% dei risparmi avviene attraverso l'utilizzo di FER.

Figura 3-12: emissioni evitate per vettore entro al 2030 (fonte: MEI del PAESC)

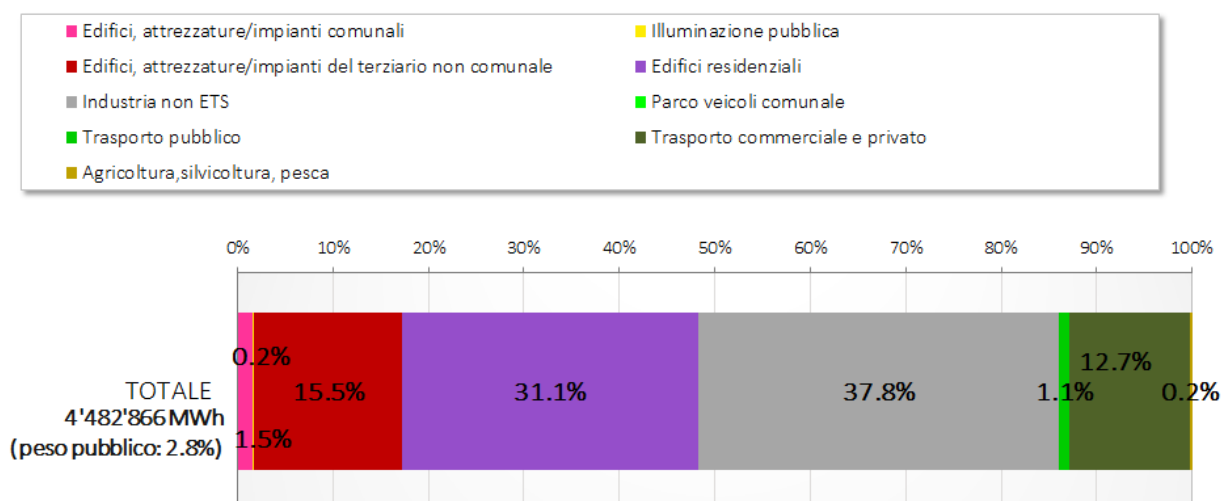
EMISSIONI TOTALI di CO₂ EVITATE PER TIPOLOGIA DI INTERVENTO



Al 2023 è stato raggiunto circa il 45% dell'obiettivo individuato, è quindi necessario continuare con l'impegno fin qui profuso da parte dell'Amministrazione Comunale di Brescia, **l'obiettivo del 50% e anche quello del 55%, raggiungibile attuando tutte le azioni previste è alla portata di Brescia e può essere il punto di partenza per aumentare la consapevolezza circa il contesto energetico emissivo del territorio e fissare nuove stime ed obiettivi.** Una linea di azione su cui è possibile concentrare maggiormente gli sforzi è quella dell'utilizzo di FER, che ad oggi non sono ancora pienamente sfruttate, solo il 12% degli edifici infatti ospita impianti fotovoltaici.

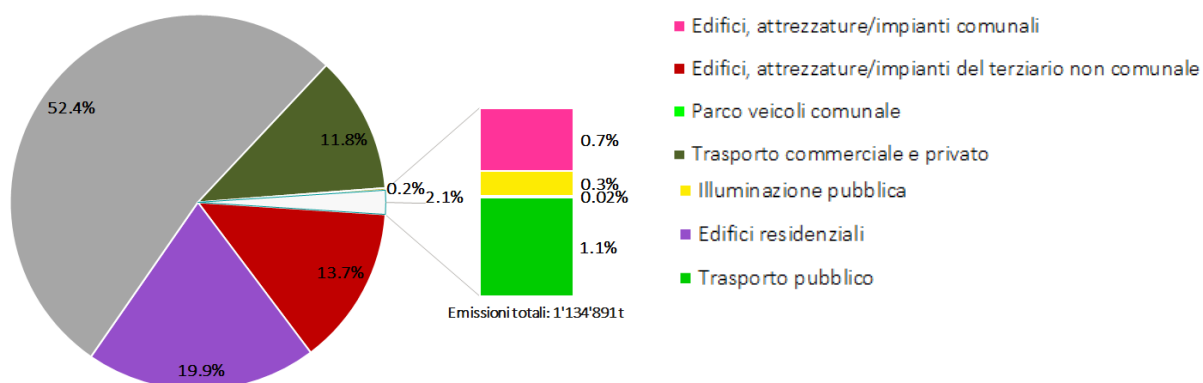
L'inventario energetico emissivo complessivo mette in luce che gran parte dei consumi del comune di Brescia sono imputabili al settore dell'industria non ETS con il 38% dei consumi totali.

Figura 3-13: consumi per settore del comune di Brescia al 2023 (fonte: MEI del PAESC)



Anche analizzando la situazione delle emissioni il settore dell'industria ETS è quello prevalente con oltre il 50% delle emissioni totali.

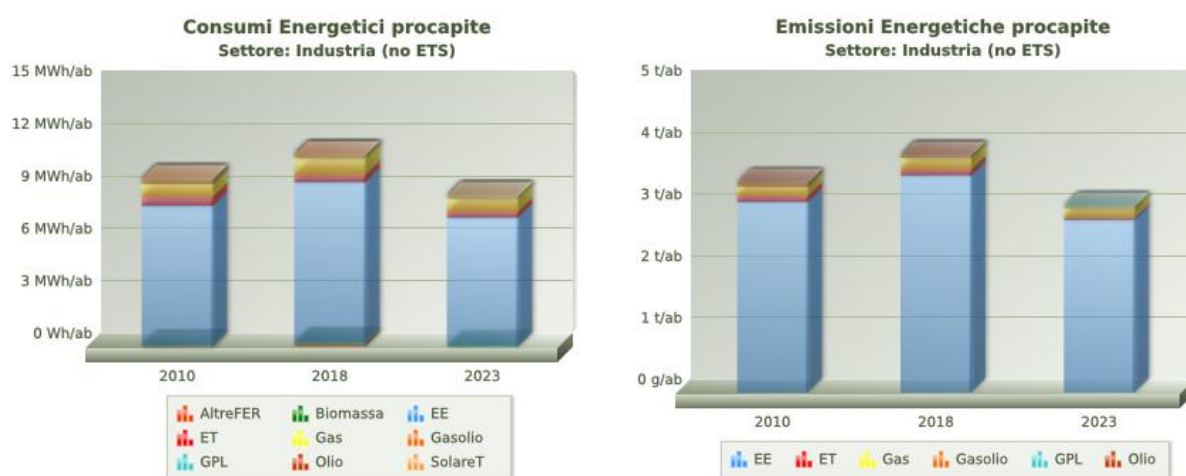
Figura 3-14: emissioni per settore del comune di Brescia al 2023 (fonte: MEI del PAESC)



Il coinvolgimento del settore produttivo, ed in particolare del settore dell'industria non ETS nel processo di decarbonizzazione può essere la strada per consolidare il trend di riduzione emissivo intrapreso bilanciando i contributi dell'intero tessuto cittadino che solo agendo nel suo complesso può ambire a raggiungere obiettivi più sfidanti.

Riferendosi all'analisi del contesto energetico emissivo è possibile notare come l'83% dei consumi del settore industriale non ETS siano imputabili all'energia elettrica, in termini emissivi lo stesso vettore sale al 90% delle emissioni totali di settore. Lo sfruttamento della superficie delle aree industriali può essere strategico nella riduzione delle emissioni prevedendo per esempio l'installazione di impianti fotovoltaici che agirebbero in termini di riduzione dei consumi di energia elettrica. Nell'ottica della riduzione dei consumi di energia elettrica è anche possibile la valutazione della creazione di CACER in grado di incidere anche sul tema della povertà energetica, pilastro del PAESC dal 2025 e linea di azione fondamentale dell'Agenda 2030.

Figura 3-15: suddivisione per vettori di consumo ed emissivi del settore dell'industria non ETS (fonte: software CO₂₀)



Altro elemento caratterizzante del contesto territoriale di Brescia è la presenza della rete di teleriscaldamento gestita da A2A che con il suo piano di decarbonizzazione è stata in grado di dare un notevole impulso al raggiungimento dell'obiettivo del PAESC e che può continuare a contribuire al processo in corso grazie al recupero del calore da fonte industriale (Alfa Acciai) e dai fumi del termoutilizzatore e al fattivo confronto con l'Amministrazione Comunale.

Anche il **trasporto pubblico** riveste importanza strategica nel contesto bresciano. L'utilizzo del mezzo pubblico può, infatti, diminuire in modo significativo le emissioni in atmosfera da traffico oltre a migliorare la qualità della vita dei cittadini. Il contributo del settore è possibile attraverso la sostituzione dei mezzi a gasolio, ancora circolanti nel 2023, con mezzi a minor impatto e attraverso l'importante intervento della linea del tram che attraversando il comune in direzione nord-sud può portare una decisa riduzione all'utilizzo del mezzo privati per spostamenti di medio e piccolo raggio all'interno del tessuto cittadino.

4.3.2. Scenario di Piano

Rispetto allo scenario previsto dal PAESC e sintetizzato in precedenza, il PAC deve impegnarsi ad affrontare le seguenti principali linee strategiche che compartecipano a raggiungere la decarbonizzazione del territorio; e sono:

- Continuare a supportare **l'efficientamento energetico del patrimonio residenziale** attraverso la promozione e il rilancio dello Sportello Energia, avviato con fondi della Strategia di Transizione Climatica. Inoltre devono essere incrementati allacci delle utenze di soggetti privati alla rete di teleriscaldamento esistente supportando i cittadini nel sostenere i costi necessari. Nel contempo A2A proseguirà con il suo processo di decarbonizzazione dell'alimentazione della rete di TLR;
- Avviare processi di riqualificazione energetica del patrimonio di edilizia pubblica residenziale rappresenta una leva strategica per **contrastare la povertà energetica**. Intervenire sull'efficientamento degli edifici, migliorando l'isolamento termico, gli impianti e l'utilizzo di fonti rinnovabili, consente di ridurre i consumi e abbattere i costi delle bollette, garantendo al contempo maggiore comfort abitativo e sostenibilità ambientale.
- L'Amministrazione comunale inoltre proseguirà nei processi di riqualificazione energetica del **patrimonio edilizio pubblico**, in particolare quello scolastico, utilizzando gli incentivi esistenti,

quale ad esempio il Conto Termico 3.0, che rappresenta un'ottima occasione per avviare percorsi virtuosi di continuo investimento per interventi di efficientamento energetico.

- **Il settore produttivo**, escluso dal PAESC, deve essere coinvolto in quanto incide significativamente in termini emissivi nel territorio comunale. Si devono infatti prendere dei tavoli e dei confronti continui con le Associazioni di categoria così da promuovere buone pratiche, anche già in corso come ad esempio la riduzione della carbon footprint aziendale.
- Potenziare **il trasporto pubblico** al fine di disincentivare l'uso del mezzo privato anche prevedendo delle nuove politiche legate alla regolamentazione della sosta, soprattutto in contesti dove la presenza di servizi alternativi è molto presente. Inoltre prevedere il potenziamento della rete ciclabile rafforzando al rete esistente anche per tratti non solo urbani potrebbe introdurre nuove pratiche di ingresso alla città. Infine migliorare la riqualificazione degli spazi pubblici consente un incremento della mobilità dolce, riducendo così le emissioni generate dal traffico urbano.
- Incentivare l'uso di energia da fonti rinnovabili a discapito delle fonti fossili. L'amministrazione deve impegnarsi a promuovere l'attivazione delle varie forme di **CACER** ad oggi finanziati a livello nazionale: Autoconsumo individuale a distanza, CER e autoconsumo collettivo.
- Per supportare gli uffici Comunali nella gestione e attuazione delle misure rispetto alla continua evoluzione normativa e tecnologica per la decarbonizzazione del territorio comunale, sarà nominato un **Energy Manager**, che collaborando con i tecnici comunali supporterà i processi di trasformazione energetica promuovendo iniziative innovative anche attraverso l'ottenimento di incentivi quali il Conto termico 3.0.

4.4. ADATTAMENTO

4.4.1. Lo scenario di riferimento

Il presente capitolo sviluppa uno scenario di piano per il tema dell'adattamento climatico, in coerenza con l'impostazione generale del Piano Aria e Clima (PAC) del Comune di Brescia. Lo scenario è costruito come quadro interpretativo di riferimento, finalizzato a descrivere i principali fattori di stress climatico che interessano il territorio comunale e le modalità con cui tali pressioni incidono sulle diverse componenti fisiche, sociali e funzionali del sistema urbano.

Nel PAC, l'adattamento climatico non è inteso come risposta puntuale a singoli eventi estremi, ma come processo strutturale e progressivo di riduzione delle vulnerabilità e di rafforzamento della capacità del sistema urbano di assorbire, gestire e adattarsi a condizioni climatiche progressivamente più stressanti. In questa prospettiva, il cambiamento climatico è assunto come variabile strutturale della pianificazione urbana.

Lo scenario di adattamento qui delineato integra una lettura discorsiva di tipo qualitativo con una valutazione sintetica dei livelli di intensità dei rischi e delle capacità di adattamento dei diversi settori urbani, secondo una scala qualitativa (basso, medio, alto) coerente con i riferimenti metodologici del Patto dei Sindaci e adattata al linguaggio di piano del PAC.

Nel contesto urbano di Brescia, il cambiamento climatico si manifesta come un insieme di fattori di stress persistenti e cumulativi che incidono sul funzionamento complessivo della città. Tali fattori non si esauriscono nella dimensione emergenziale degli eventi estremi, ma producono effetti continui e

progressivi sulle condizioni di vivibilità urbana, sulla salute della popolazione e sull'efficienza dei sistemi infrastrutturali.

L'aumento delle temperature medie e delle temperature massime estive, la maggiore frequenza e durata delle ondate di calore, l'irregolarità dei regimi di precipitazione e la tendenza a periodi prolungati di deficit idrico rappresentano i principali driver climatici che, interagendo con la struttura urbana esistente, generano nuove pressioni ambientali e sociali.

La collocazione di Brescia nel settore centrale della Pianura Padana, unita a condizioni di scarsa ventilazione e a frequenti fenomeni di inversione termica, accentua l'intensità degli stress climatici, in particolare di quelli legati allo stress termico urbano e alla qualità dell'aria, soprattutto nei tessuti urbani più densi.

I principali **fattori di stress climatici rilevanti per il territorio comunale sono stati valutati in termini di intensità del rischio**, intesa come combinazione di frequenza degli eventi, magnitudo attesa ed esposizione del sistema urbano.

Tabella 3-2 Fattori di stress climatico e intensità del rischio (fonte: nostra elaborazione)

Fattore di stress climatico	Descrizione sintetica	Intensità del rischio
Stress termico urbano	Ondate di calore, isola di calore urbana, notti tropicali	Alta
Precipitazioni intense	Eventi brevi e concentrati con allagamenti urbani	Alta
Stress idrico	Siccità e riduzione della disponibilità idrica	Media
Eventi meteorologici intensi	Vento forte e temporali violenti	Media
Pressioni sugli ecosistemi periurbani	Stress ecologico e incendi di interfaccia urbano-rurale	Bassa

I fattori di stress climatici si **traducono in pressioni differenziate sui settori e sulle componenti del sistema urbano**. La capacità di adattamento di ciascun settore dipende da fattori strutturali, organizzativi, tecnologici e sociali, e risulta variabile all'interno del territorio comunale.

I settori caratterizzati da elevata esposizione e da una capacità di adattamento relativamente bassa rappresentano ambiti di maggiore vulnerabilità e assumono un ruolo centrale nella lettura dello scenario di adattamento.

Tabella 3-3 Pressioni differenziate sui settori (fonte: nostra elaborazione)

Settore urbano	Fattori di stress prevalenti	Livello di esposizione	Capacità di adattamento
Popolazione e salute	Stress termico urbano, qualità dell'aria	Alta	Bassa
Edifici e patrimonio abitativo	Stress termico, precipitazioni intense	Alta	Media
Mobilità e trasporti	Precipitazioni intense, eventi intensi	Media	Media
Infrastrutture e reti	Precipitazioni intense, stress idrico	Media	Media
Aree verdi ed ecosistemi	Stress idrico, ondate di calore	Media	Bassa

Attività economiche	Caldo estremo, eventi intensi	Media	Media
---------------------	-------------------------------	-------	-------

Le pressioni generate dai fattori di stress climatici non interessano in modo uniforme il territorio comunale, ma assumono caratteristiche differenti in relazione alla struttura urbana e al contesto territoriale.

Nel centro storico e nei tessuti urbani più compatti, la continuità del costruito, l'elevata impermeabilizzazione dei suoli e la limitata presenza di spazi verdi contribuiscono ad accentuare gli effetti dello stress termico urbano e a ridurre il comfort microclimatico.

Nei quartieri della città consolidata, caratterizzati da edilizia residenziale realizzata in fasi storiche differenti, gli stress climatici interagiscono con la qualità del patrimonio edilizio e con la capacità delle reti infrastrutturali di gestire eventi intensi.

Le aree periurbane e di margine urbano, comprendenti ambiti agricoli e naturali, presentano una maggiore esposizione allo stress idrico e alle pressioni sugli ecosistemi, con effetti sulla continuità ecologica e sulla resilienza ambientale complessiva.

La **vulnerabilità climatica** è il risultato dell'interazione tra esposizione, sensibilità e capacità di adattamento. Nel territorio comunale di Brescia, alcuni gruppi sociali presentano condizioni di maggiore fragilità rispetto agli stress climatici.

Tabella 3-4 vulnerabilità climatica (fonte: nostra elaborazione)

Gruppo sociale	Stress climatici prevalenti	Livello di vulnerabilità	Capacità di adattamento
Anziani	Stress termico urbano	Alta	Bassa
Bambini	Caldo estremo, inquinamento atmosferico	Alta	Media
Persone con disabilità	Eventi estremi, stress termico	Alta	Bassa
Persone con patologie croniche	Caldo estremo, qualità dell'aria	Alta	Bassa
Persone in abitazioni di scarsa qualità	Stress termico, eventi intensi	Alta	Bassa

4.4.2. Scenario di Piano

Lo scenario di adattamento delineato evidenzia come il rischio climatico per la città di Brescia sia fortemente legato a fenomeni cumulativi e a pressioni persistenti sul sistema urbano. Lo stress termico urbano emerge come fattore trasversale, in grado di amplificare vulnerabilità sociali, criticità infrastrutturali e condizioni di disagio negli spazi urbani. La lettura integrata dei fattori di stress, dei livelli di intensità del rischio e delle capacità di adattamento dei diversi settori urbani costituisce una base conoscitiva essenziale per l'impostazione del Piano Aria e Clima, consentendo di orientare le successive scelte pianificatorie a partire da una comprensione strutturata delle principali pressioni climatiche che interessano il territorio comunale.

In questa prospettiva, **lo scenario di piano deve assumere come obiettivo prioritario la riduzione delle vulnerabilità sistemiche e il rafforzamento della resilienza urbana**, attraverso un insieme integrato di azioni che agiscono sia sulla componente fisico-spaziale della città sia sui sistemi sociali e funzionali.

- Una prima direttrice strategica per il PAC riguarda il miglioramento del comfort climatico urbano, con particolare riferimento alla riduzione dello stress termico negli spazi di vita quotidiana. Il Piano dovrà promuovere **un sistema diffuso di spazi pubblici e semi-pubblici in grado di offrire condizioni di benessere microclimatico**, attraverso l'incremento **dell'ombreggiamento naturale e artificiale**, la riduzione delle superfici esposte e la qualificazione climatica degli spazi aperti. In questo quadro si inserisce lo sviluppo di una rete **di rifugi climatici**, distribuiti in modo capillare sul territorio urbano e accessibili ai diversi gruppi di popolazione, in grado di offrire protezione durante gli eventi estremi e di rafforzare la resilienza sociale della città.
- Una seconda direttrice riguarderà la **gestione integrata e sostenibile delle acque urbane**. Il Piano orienta le proprie azioni verso il rafforzamento delle capacità di **drenaggio urbano**, la riduzione del rischio di allagamenti e la valorizzazione dell'acqua come elemento strutturante dello spazio urbano. Interventi di drenaggio urbano sostenibile, recupero e riuso delle acque meteoriche, nonché la possibile riemersione e valorizzazione di tratti di corsi d'acqua oggi tombinati, contribuiscono a migliorare la resilienza idraulica e a rafforzare il ruolo dell'acqua nella regolazione microclimatica. La **riduzione dell'impermeabilizzazione** dei suoli urbani rappresenta una leva trasversale alle diverse politiche di adattamento. Le azioni di **depavimentazione** e di restituzione di suolo permeabile contribuiscono simultaneamente alla gestione delle acque, alla mitigazione dello stress termico e al miglioramento della qualità ambientale complessiva dello spazio urbano, configurandosi come interventi ad alto valore sistemico.
- Il rafforzamento della componente vegetale urbana costituisce un ulteriore asse strategico. Le azioni di **riforestazione urbana**, incremento della copertura arborea e diffusione di infrastrutture verdi e blu sono finalizzate a costruire una rete ecologica urbana continua, capace di migliorare il comfort climatico, aumentare la biodiversità e contribuire alla regolazione dei cicli ambientali.
- Un ambito rilevante dello scenario di piano riguarda inoltre **l'integrazione tra adattamento climatico ed economia circolare**, con particolare attenzione ai cicli delle risorse urbane. Il Piano promuove pratiche orientate alla riduzione degli sprechi, al riuso delle risorse e alla valorizzazione delle filiere locali, riconoscendo il ruolo che tali strategie possono svolgere anche in termini di resilienza urbana.
- In questo contesto, assumono rilievo le politiche legate alla **cultura del cibo e allo sviluppo dell'agricoltura urbana e periurbana**, intese come componenti integrate delle strategie di adattamento. La promozione di sistemi alimentari locali, di spazi per la produzione agricola urbana e di pratiche sostenibili contribuisce non solo alla resilienza ecologica, ma anche al rafforzamento della coesione sociale e della qualità degli spazi urbani.
- Particolare attenzione è inoltre rivolta alla protezione dei gruppi sociali più vulnerabili, attraverso misure che integrano interventi fisici e azioni di carattere sociale, sanitario e organizzativo. In questo ambito, il Piano promuove la diffusione di **servizi climatici, sistemi di allerta e reti di supporto**, con l'obiettivo di ridurre l'esposizione ai rischi e rafforzare la capacità di risposta della popolazione.
- Infine, lo scenario di piano riconosce **il ruolo della governance e della capacità istituzionale** come fattori abilitanti dell'adattamento. Il coordinamento tra strumenti urbanistici, politiche settoriali e livelli amministrativi, insieme al coinvolgimento attivo della cittadinanza e degli attori locali, costituisce una condizione essenziale per l'efficacia e la durabilità delle azioni.



Nel loro insieme, queste direttrici configurano un approccio integrato all'adattamento climatico, in cui le azioni proposte dal Piano non sono considerate interventi puntuali, ma componenti di una strategia sistemica di trasformazione urbana orientata al comfort climatico, alla resilienza e al benessere della popolazione.

5. PIANO DELLE AZIONI

5.1. STRUTTURA DELLE AZIONI

Per trasformare Brescia entro il 2050 in città carbon neutral (a impatto climatico nullo), la lotta al cambiamento climatico deve integrare l'investimento in soluzioni tecnologiche innovative e allo stesso tempo il coinvolgimento di tutti gli attori del territorio. È necessario armonizzare gli interventi nei settori fondamentali e garantire equità sociale, affinché si compia una transizione energetica, ambientale ed ecologica efficace e giusta per tutti.

Le Azioni del PAC descritte nelle schede riportate nell'**allegato 6** rafforzano e introducono interventi già approvati con gli strumenti settoriali di riferimento, ma trovano una loro rilettura progettuale più ampia mettendo in relazione i benefici ottenuti rispetto ai tre i Pilastri.

Le azioni del PAC infatti, consentono di raggiungere i primi risultati al 2030, integrando e rafforzando le azioni già attuate ed in corso di attuazione degli strumenti già approvati e dettagliati di seguito:

- **Strategia di Transizione Climatica Un Filo Naturale:**
 - 2.1 Interventi di riqualificazione urbana in chiave resiliente (de-pavimentazione e zone oasi)
 - 2.2 Realizzazione di tetti verdi pilota con produzione di strumenti conoscitivi per la loro diffusione
 - 2.4 Gestione forestale responsabile basata sulla costruzione di un modello di governance associata
 - 2.6 Progettazione di interventi pilota per la riduzione del rischio di esondazione dei canali del RIM
 - 2.7 Interventi di forestazione e costituzione di nuovi habitat anche a potenziamento della rete ecologica comunale
 - 3.1 Cessione del credito e retrofit patrimonio edilizio
- **Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima:**
 - TERZIARIO COMUNALE: Interventi di riqualificazione energetica degli edifici pubblici, Installazione di impianto fotovoltaico
 - TERZIARIO NON COMUNALE: Riqualificazione usi elettrici, Sviluppi futuri-Miglioramento classe energetica edifici, Riduzione dei consumi termici, Fotovoltaico su terziario non comunale, Sviluppi futuri-fotovoltaico
 - RESIDENZIALE: interventi di efficientamento energetico del patrimonio edilizio, Sostituzione caldaie centralizzate con impianti più performanti, fotovoltaico su edifici residenziali, Impianto di cogenerazione a fonti rinnovabili (produzione termica rinnovabile) oltre alla naturale sostituzione degli elettrodomestici
 - TRASPORTI: Rottamazione autovetture Euro 0,1,2 e sostituzione con veicoli elettrici, Sostituzione autovetture con veicoli a basse emissioni, Utilizzo di biocombustibili, Previsione dello scenario del PUMS, Sviluppi futuri - Riduzione emissioni nuovi autoveicoli
 - ADATTAMENTO: Eventi estremi di pioggia e rischio alluvioni: drenaggio urbano sostenibile, URBAN GREENING, Interventi Idraulici

- **Piano Urbano della Mobilità Sostenibile:** è in corso l'attuazione di varie azioni tra cui quella più rilevante per il PAC è il nuovo tracciato del TRAM
- **Piano del Governo del Territorio e la sua Variante generale:** è in corso la definizione della variante e nel dettaglio sarà da considerare lo sviluppo della Linea di Azione del Piano specifica "Città sostenibile", che *"si configura come un ecosistema urbano integrato, orientato ad un uso equo delle risorse e alla tutela della salute pubblica e dell'ambiente, attraverso il riconoscimento del ruolo strategico della sicurezza ambientale, del comfort microclimatico, della valorizzazione del suolo, della gestione efficiente delle risorse naturali e della salvaguardia della biodiversità, quali fattori determinanti per la qualità ambientale e la vivibilità urbana. (fonte: Documento Programmatico)"*.

Il Piano d'Azione è stato costruito anche con l'aiuto di proposte progettuali raccolte durante i vari incontri e laboratori svolti durante il percorso di partecipazione (per dettagli si rimanda al capitolo 7 ad esso dedicato).

Il PAC introduce complessivamente **31 azioni**, che rispondono agli obiettivi generali e specifici che l'Amministrazione Comunale si è data per migliorare la qualità dell'aria e contrastare i cambiamenti climatici. Ogni azione trova una sua descrizione e approfondimento in una scheda dedicata (Allegato 6) e sono raccolte in due principali categorie rappresentate nella figura a seguire:

- **Trasversali:** rappresentano le azioni che trovano effetti in tutti e tre i Pilastri e quindi in tutte e tre le tipologie di Città di riferimento;
- **Pilastri Aria, mitigazione e adattamento:** sono azioni che rispondono principalmente a un solo o al massimo a due Pilastri del PAC.

Figura 5-1: Azioni e i Pilastri/città della Vision (fonte: nostra elaborazione)

		Città per le persone - "Aria – qualità della vita"	Città più efficiente - "Mitigazione"	Città oasi e città spugna - "Adattamento"
1	RICUCIRE BRESCIA: L'AMBITO DELLA STAZIONE			
2	TOGLIERE L'ASSEDIO: IL CASTELLO COME LUOGO DI MOBILITÀ PROTETTA			
3	ISOLE AMBIENTALI NEI QUARTIERI			
4	PAC MANAGER			
5	AGRICOLTURA INNOVATIVA			
6	ATTIVITA' DI COINVOLGIMENTO E CONSULTAZIONE CONTINUA SUL PAC DELLA CITTADINANZA E DEI SOGGETTI ORGANIZZATI DELLA SOCIETA' CIVILE DI BRESCIA			
7	PERCORSI PARTECIPATIVI DI CO-PROGETTAZIONE PER SPECIFICHE AZIONI PROGETTUALI DEL PAC			
8	INFRASTRUTTURE VERDI			
9	NUOVA GREENWAY FRA IL PARCO DEL MELLA ED IL PARCO DELLE CAVE			
10	DIFFUSIONE DELLE CACER			
11	VERSO UNA BRESCIA CON EDIFICI A ZERO EMISSIONI INQUINANTI			
12	RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA ERP			
13	EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL PATRIMONIO EDILIZIO COMUNALE			
14	MUOVERSI NELL'OMBRA: RETE DI RIFUGI CLIMATICI			
15	USA E RIUSA			
16	CULTURA DEL CIBO			
17	DAL RING AL G-RING – L'ANELLO VERDE DEI VIALI			
18	CONTRIBUTI AI REGOLAMENTI COMUNALI IN AMBITO: ARIA, ENERGIA E CLIMA			
19	RIFORESTAZIONE URBANA			
20	MAPPARE IL PIANO ARIA E CLIMA			
21	LOGISTICA DI BRESCIA RISPETTO ALLA NORMATIVA EUROPEA			
22	TAVOLI ISTITUZIONALI			
23	LINEA Tram T2			
24	ATTIVITÀ PRODUTTIVE VERSO LA TRANSIZIONE ENERGETICA E CLIMATICA			
25	PROMUOVERE ATTIVITÀ DI SENSIBILIZZAZIONE DELLE PARTECIPATE			
26	MONITORAGGIO PAESC			
27	COLPO DI SPUGNA			
28	SICUREZZA DELLE PERSONE			
29	ACQUE PULITE			
30	FUNDRAISING	OBIETTIVI TRASVERSALI		
31	CAPACITY BUILDING			

Dall'immagine sopra si evince come le azioni riescano in modo equilibrato a rispondere a tutte le tipologie di Città così da rendere omogeneo il Piano di intervento rispetto ai tre Pilastri, con un colore più tenue sono indicati anche le relazioni indirette con altri Pilastri.

Tutte le Azioni rispondono direttamente ad almeno un Obiettivo della Vision; si specifica inoltre che anche per gli Obiettivi trasversali sono previste delle azioni specifiche, che sono a supporto dell'attuazione del PAC e del suo rilancio dopo il 2030.

Infine di seguito si riporta il legame tra ciascun obiettivo specifico della vision e le azioni che lo perseguono.

Figura 5-2: Azioni e obiettivi dei Pilastri/città della Vision (fonte: nostra elaborazione)

OBIETTIVI SPECIFICI	AZIONI
OB01_ Incentivare l'allaccio di nuove utenze alla rete di TLR, attraverso il dialogo con A2A Calore e servizi	4. PAC manager 11. Verso una Brescia con edifici a zero emissioni inquinanti 26. Monitoraggio PAESC
OB02_ Promuovere l'elettrificazione dei consumi a favore dell'eliminazione delle combustioni	4. PAC manager 18. Contributi ai regolamenti comunali in ambito: aria, energia e clima 26. Monitoraggio PAESC
OB03_ Contribuire alla definizione delle politiche settoriali sovralocali finalizzate al miglioramento della qualità dell'aria nell'area metropolitana bresciana	4. PAC manager 16. Cultura del cibo 18. Contributi ai regolamenti comunali in ambito: aria, energia e clima 17. DAL RING AL G-RING – l'anello verde dei viali 18. Contributi ai regolamenti comunali in ambito: aria, energia e clima 21. Logistica di Brescia rispetto alla normativa europea 22. Tavoli istituzionali
OB04_ Incentivare una mobilità più sostenibile	1. Ricucire Brescia: l'ambito della stazione 2. Togliere l'assedio: il castello come luogo di mobilità protetta 3. Isole ambientali nei quartieri 4. PAC manager 9. Nuova greenway fra il parco del Mella ed il Parco delle cave 15. Usa e riusa 17. DAL RING AL G-RING – l'anello verde dei viali 21. Logistica di Brescia rispetto alla normativa europea 23. La linea Tram T2 26. Monitoraggio PAESC
OB05_ Regolamentare il trasporto merci	4. PAC manager 15. Usa e riusa 18. Contributi ai regolamenti comunali in ambito: aria, energia e clima 21. Logistica di Brescia rispetto alla normativa europea
OB06_ Azioni finalizzate alla protezione degli ambiti sensibili, dei residenti e dei city users dall'esposizione all'inquinamento atmosferico	1. Ricucire Brescia: l'ambito della stazione 2. Togliere l'assedio: il castello come luogo di mobilità protetta 3. Isole ambientali nei quartieri 4. PAC manager 5. agricoltura innovativa 8. Infrastrutture verdi 15. Usa e riusa 17. DAL RING AL G-RING – l'anello verde dei viali 19. Riforestazione urbana 20. Mappare il piano aria e clima 24. Attività produttive verso la transizione energetica e climatica 21. Logistica di Brescia rispetto alla normativa europea
OB07_ Incrementare l'efficiamento energetico degli edifici	4. PAC manager 10. Diffusione delle CACER 12. Riqualificazione energetica ERP 13. Efficiamento energetico del patrimonio edilizio comunale 18. Contributi ai regolamenti comunali in ambito: aria, energia e clima

OBIETTIVI SPECIFICI	AZIONI
	<p>20. Mappare il piano aria e clima</p> <p>24. Attività produttive verso la transizione energetica e climatica</p> <p>26. Monitoraggio PAESC</p>
OB08_ Riduzione delle emissioni di gas climalteranti attraverso la sostituzione dei combustibili fossili con fonti rinnovabili	<p>1. Ricucire Brescia: l'ambito della stazione</p> <p>2. Togliere l'assedio: il castello come luogo di mobilità protetta</p> <p>3. Isole ambientali nei quartieri</p> <p>4. PAC manager</p> <p>10. Diffusione delle CACER</p> <p>12. Riqualificazione energetica ERP</p> <p>13. Efficientamento energetico del patrimonio edilizio comunale</p> <p>15. Usa e riusa</p> <p>17. DAL RING AL G-RING – l'anello verde dei viali</p> <p>18. Contributi ai regolamenti comunali in ambito: aria, energia e clima</p> <p>21. Logistica di Brescia rispetto alla normativa europea</p> <p>24. Attività produttive verso la transizione energetica e climatica</p> <p>26. Monitoraggio PAESC</p>
OB09_ Aumento della capacità di assorbimento e stoccaggio nel suolo di gas climalteranti	<p>4. PAC manager</p> <p>5. agricoltura innovativa</p> <p>8. Infrastrutture verdi</p> <p>16. Cultura del cibo</p> <p>19. Riforestazione urbana</p> <p>26. Monitoraggio PAESC</p>
OB10_ Contrasto alla povertà energetica	<p>4. PAC manager</p> <p>10. Diffusione delle CACER</p> <p>12. Riqualificazione energetica ERP</p> <p>18. Contributi ai regolamenti comunali in ambito: aria, energia e clima</p> <p>20. Mappare il piano aria e clima</p>
OB11_ Ridurre i consumi energetici del patrimonio pubblico	<p>4. PAC manager</p> <p>10. Diffusione delle CACER</p> <p>12. Riqualificazione energetica ERP</p> <p>13. Efficientamento energetico del patrimonio edilizio comunale</p> <p>20. Mappare il piano aria e clima</p> <p>26. Monitoraggio PAESC</p>
OB12_ Contributo del Comune di Brescia e delle sue aziende partecipate al raggiungimento del traguardo di una "città a emissioni nette zero" entro il 2040	<p>4. PAC manager</p> <p>11. Verso una Brescia con edifici a zero emissioni inquinanti</p> <p>25. Promuovere attività di sensibilizzazione delle partecipate</p> <p>26. Monitoraggio PAESC</p>
OB13_ Contrastare le ondate di calore	<p>1. Ricucire Brescia: l'ambito della stazione</p> <p>2. Togliere l'assedio: il castello come luogo di mobilità protetta</p> <p>3. Isole ambientali nei quartieri</p> <p>4. PAC manager</p> <p>14. Muoversi nell'ombra: rete di rifugi climatici</p> <p>17. DAL RING AL G-RING – l'anello verde dei viali</p> <p>18. Contributi ai regolamenti comunali in ambito: aria, energia e clima</p> <p>20. Mappare il piano aria e clima</p>
OB14_ aumento del drenaggio urbano	<p>1. Ricucire Brescia: l'ambito della stazione</p> <p>2. Togliere l'assedio: il castello come luogo di mobilità protetta</p> <p>3. Isole ambientali nei quartieri</p> <p>4. PAC manager</p> <p>17. DAL RING AL G-RING – l'anello verde dei viali</p>

OBIETTIVI SPECIFICI	AZIONI
	<ul style="list-style-type: none"> 18. Contributi ai regolamenti comunali in ambito: aria, energia e clima 20. Mappare il piano aria e clima 27. Colpo di spugna 28. Sicurezza delle persone 29. Acque pulite
OB15_ riduzione del rischio idraulico	<ul style="list-style-type: none"> 4. PAC manager 17. DAL RING AL G-RING – l’anello verde dei viali 27. Colpo di spugna 28. Sicurezza delle persone 29. Acque pulite
OB16_ Incrementare il raffrescamento naturale degli spazi pubblici	<ul style="list-style-type: none"> 1. Ricucire Brescia: l’ambito della stazione 2. Togliere l’assedio: il castello come luogo di mobilità protetta 3. Isole ambientali nei quartieri 4. PAC manager 5. agricoltura innovativa 14. Muoversi nell’ombra: rete di rifugi climatici 17. DAL RING AL G-RING – l’anello verde dei viali 18. Contributi ai regolamenti comunali in ambito: aria, energia e clima 20. Mappare il piano aria e clima 27. Colpo di spugna
OB17_ Incrementare il capitale naturale urbano	<ul style="list-style-type: none"> 4. PAC manager 5. agricoltura innovativa 8. Infrastrutture verdi 18. Contributi ai regolamenti comunali in ambito: aria, energia e clima 19. Riforestazione urbana 20. Mappare il piano aria e clima 29. Acque pulite
OB18_ Promuovere l’economia circolare/riuso	<ul style="list-style-type: none"> 5. PAC manager 15. Usa e riusa 16. Cultura del cibo
OB19_ Costituire una “Alleanza per l’aria ed il clima con le imprese e stakeholder locali”	<ul style="list-style-type: none"> 4. PAC manager 6. Attività di coinvolgimento e consultazione continua sul pac della cittadinanza e dei soggetti organizzati della società civile di Brescia 7. Percorsi partecipativi di co-progettazione per specifiche azioni progettuali del PAC 15. Usa e riusa 16. Cultura del cibo
OB20_ Consolidare l’ingaggio di cittadini e attori locali	<ul style="list-style-type: none"> 4. PAC manager 6. Attività di coinvolgimento e consultazione continua sul pac della cittadinanza e dei soggetti organizzati della società civile di Brescia 7. Percorsi partecipativi di co-progettazione per specifiche azioni progettuali del PAC 15. Usa e riusa 16. Cultura del cibo 21. Logistica di Brescia rispetto alla normativa europea
OB21_ Incrementare le conoscenze e competenze della comunità bresciana con riferimento ai temi della resilienza del territorio ai cambiamenti climatici	<ul style="list-style-type: none"> 4. PAC manager 6. Attività di coinvolgimento e consultazione continua sul pac della cittadinanza e dei soggetti organizzati della società civile di Brescia 7. Percorsi partecipativi di co-progettazione per specifiche azioni progettuali del PAC 15. Usa e riusa

OBIETTIVI SPECIFICI	AZIONI
	16. La cultura del cibo
OB22_ Promozione e incentivazione dei comportamenti sostenibili	4. PAC manager 6. Attività di coinvolgimento e consultazione continua sul pac della cittadinanza e dei soggetti organizzati della società civile di Brescia 7. Percorsi partecipativi di co-progettazione per specifiche azioni progettuali del PAC 15. Usa e riusa 16. La cultura del cibo 17. DAL RING AL G-RING – l’anello verde dei viali 21. Logistica di Brescia rispetto alla normativa europea
OB23_ Incrementare il recupero finanziamenti per la realizzazione degli interventi	4. PAC manager 30. Fundraising
OB24_ Avviare processi di capacity building per l’Ente locale e per gli ordini professionali, ripensare il modello di governance interno alla pubblica amministrazione per le politiche climatiche e ambientali.	4. PAC manager 31. Capacity building
OB25_ Supporto tecnologico per una qualità della vita per la fruizione e l’informazione sulle azioni implementate	4. PAC manager 18. Contributi ai regolamenti comunali in ambito: aria, energia e clima

E’ interessante notare come il ruolo del PAC Manager sia strategico per la buona riuscita del PAC, in quanto è figura che deve operare direttamente con tutte le azioni apportando benefici e interventi alle tre città: Città per le persone, Città più efficiente e Città oasi e Città spugna. Ovviamente le Azioni trasversali sono quelle che rispondono ad un maggior numero di obiettivi specifici dichiarati nella Vision.

5.2. AZIONI

Le 31 Azioni, come anticipato sopra, trovano una loro descrizione e approfondimento in singole schede (si veda allegato 6) e in molti casi una singola azione partecipa e rafforza altre azioni del PAC. Nell’immagine a seguire sono rappresentate le “Relazioni tra Azioni”.

Le **Azioni Bandiera** sono relative agli interventi specifici la cui attuazione è considerata prioritaria e devono quindi trovare in breve tempo la loro attuazione anche accedendo anche a fondi finanziari esterni partecipando a bandi e misure europee o nazionali. Per queste Azioni Bandiera la scheda, pertanto, riporta nel dettaglio oltre alla descrizione anche:

- **OUTPUT:** elenco delle iniziative entro il 2030
- **STIMA ECONOMICA:** una prima quantificazione di massima dei costi che l'Amministrazione deve prevedere per il loro avvio e la loro attuazione
- **RISULTATI ATTESI:** sono descritti i "benefici attesi" e gli "indicatori degli esiti" necessari per le attività di monitoraggio

Sono previste Azioni, che, attraverso incontri e tavoli istituzionali esterni alla Pubblica Amministrazione, supporteranno in modo efficace la decarbonizzazione del territorio; infatti, il Piano prevederà momenti specifici di confronto a multi livello: stakeholder locali, con i Comuni dell'agglomerato di Brescia e con gli Enti sovracomunali quali ad esempio Regione Lombardia.

Sono anche previsti interventi puntuali di rigenerazione urbana che porteranno a un nuovo disegno della città in due contesti significativi: **ambito della Stazione**, che deve assumere il ruolo di cerniera tra contesto nord e quello sud e che deve essere ripensato per migliorare la mobilità dolce attraverso una nuova programmazione della sosta. A livello di quartieri si prevede di realizzare di **Isole Ambientali in particolare entro il 2027 quella del quartiere "Primo Maggio"** che possa diventare il caso pilota da diffondere nella città di Brescia al fine di migliorare la qualità di vita delle persone nei pressi delle proprie abitazioni. Interessante è anche sottolineare il fatto che il PAC è riuscito a far convergere le progettualità di vari settori comunali, che trovano la loro piena rappresentazione nella scheda dell'Azione 2_ **TOGLIERE L'ASSEDIO: IL CASTELLO COME LUOGO DI MOBILITÀ PROTETTA**, che prevede un nuovo ridisegno dell'ambito centrale della città introducendo significative politiche nella gestione della sosta e con l'introduzione di nuove are ZTL.

Sono previste due rilevanti opere infrastrutturali la cui realizzazione avrà effetti significativi soprattutto rispetto alla Qualità dell'Aria:

- **Nuova greenway fra il Parco del Mella ed il Parco delle Cave:** previsione di realizzare una pista ciclopedonale che rafforzi la rete esistente in quanto connessione est – ovest e svolga un ruolo sovralocale così da facilitare l'accesso in città;
- **Infrastrutture verdi:** fascia alberata significativa lungo il tratto dell'Autostrada funzionale allo stoccaggio di CO₂ e all'assorbimento delle polveri e degli altri inquinanti emessi dal transito dei veicoli lungo una arteria tra le più trafficate del Nord Italia.

Elemento innovativo introdotto da PAC, è l'azione "**Agricoltura innovativa**", che valorizza suoli agricoli e spazi boschivi per aumentare l'assorbimento di CO₂, migliorare la qualità dell'aria e rafforzare la resilienza climatica urbana, sviluppando servizi ecosistemici, pratiche agroecologiche e interventi gestionali integrati nel quadro del Piano Aria e-Clima. Percorsi che si stanno già definendo nell'esperienza in corso di ASFO e nel PAC trovano la loro veste più completa e visibilità nella pianificazione del territorio.

L'Amministrazione, infine, ha rilanciato molto e rafforzato la propria volontà nel perseguire a potenziare gli interventi di efficientamento energetico del proprio patrimonio edilizio e in particolare ha previsto una Azione specifica "**Riqualificazione energetica ERP**" per realizzare interventi di riqualificazione energetica dei suoi edifici ERP. Inoltre per i benefici ambientali stimati, **incentiva gli allacci dei privati alla rete di teleriscaldamento ed in alternativa le pompe di calore come iniziativa di sostituzione degli attuali**



impianti di riscaldamento basati sulla combustione di fonti fossili; per questo ha introdotto misure specifiche a sostegno dei cittadini.

6. GOVERNANCE

6.1. STRUTTURA

Il Piano Aria e Clima coinvolge temi complessi e multidimensionali che oltrepassano i confini settoriali e territoriali dell'Amministrazione. Per rispondere adeguatamente alle sfide locali del Piano, è necessario superare la settorialità tradizionale degli interventi e delle politiche comunali.

Questo richiede un maggior coordinamento interno, anche grazie a strutture apposite da definire. I temi del Piano devono essere inquadrati in un contesto geografico più ampio dei confini comunali. Per l'inquinamento atmosferico, l'orizzonte si estende all'Agglomerato di Brescia e fino all'intero territorio del bacino padano. La riduzione delle emissioni climalteranti e l'adattamento al cambiamento climatico vanno affrontati a livello sia locale, sia globale. È evidente l'importanza di una *governance* multilivello, che possa agire a scala locale interagendo con gli strumenti di programmazione sovraordinata (ad es. regionale).

Per poter quindi al meglio coerenza le attività degli Uffici Comunali, che attraverso la propria programmazione specifica contribuiscono alla decarbonizzazione della Città di Brescia e rafforzano la transizione energetica e climatica introdotta e tracciata dal Piano d'Azione del PAC, è necessario definire una struttura di gestione del Piano che sia strutturata internamente all'Amministrazione Comunale e intrattenga relazioni e confronti continui con il contesto esterno.

La governance per un Piano, così articolato e multidisciplinare, ha necessità di essere coordinata da un **Nucleo Operativo** composto da figure che siano in grado di restituire processi innovativi rispetto al continuo cambiamento e raccogliere ogni contributo dagli Uffici comunali, dagli stakeholder e dalle figure decisionali attraverso due percorsi che lavoreranno separatamente in parallelo:

- Governance interna all'amministrazione comunale;
- Governance esterna

Figura 6-1: Struttura delle Governance (Fonte: nostra elaborazione)

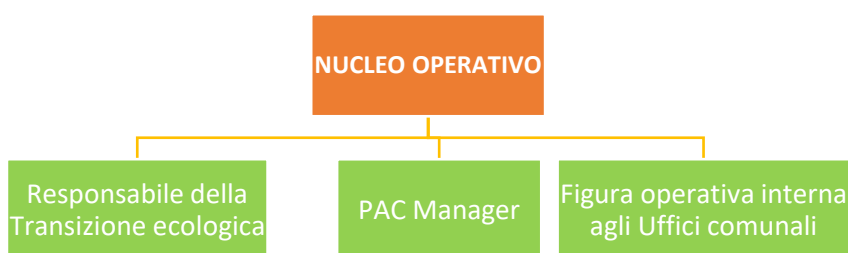


6.2. RUOLO DELLE FIGURE E STRUTTURE COINVOLTE

All'interno dell'Amministrazione Comunale sarà definita una **"Nucleo Operativo"** composta da tre figure che devono collaborare:

- **Responsabile della Transizione ecologica:** figura interna all'Amministrazione con il ruolo di Responsabile, il quale interagisce tra le figure politiche del Comune e i referenti tecnici coinvolti degli Uffici (Gruppo di lavoro dell'Area transizione ecologica, ambiente e mobilità). Il suo ruolo nella Governance interna è quello di cerniera e allineamento tra la parte tecnica e quella politica, mentre per la governance esterna rappresenta il Referente che si fa carico di aggiornare gli avanzamenti dei lavori e di raccogliere le sollecitazioni, che saranno presentate dai Comuni dell'Agglomerato di Brescia, dall'Osservatorio aria e bene comune e clima, dai Consigli di Quartiere e dalla Consulta dell'Ambiente.
- **PAC Manager:** figura tecnica interna o esterna agli Uffici comunali, che deve supportare l'attuazione delle azioni del Piano mettendo a disposizione propria conoscenza rispetto ai tre pilastri del PAC (aria, mitigazione e adattamento), al fine di supportare al meglio la realizzazione delle azioni. Parteciperà agli incontri sia della Governance interna che esterna per portare esperienza, competenza, aggiornamenti normativi e innovazione dei processi tecnologici per rafforzare la vision del PAC;
- **Figura operativa interna agli Uffici comunali:** figura in grado di gestire gli aspetti più organizzativi e di supporto diretto ai colleghi nel reperire le informazioni e contributi dagli Uffici interni. Rappresenterà, infatti, per la propria competenza tecnica, il riferimento interno dell'Amministrazione nell'attuazione del PAC e dei suoi monitoraggi. Monitorerà inoltre la messa a disposizione e la rendicontazione delle risorse economiche, che l'Amministrazione dovrà sostenere per l'attuazione del PAC anche attraverso possibili ulteriori finanziamenti ottenuti. Sarà figura strategica nei tavoli organizzativi con il "Gruppo di lavoro comunicazione" per il buon esito del Piano di Comunicazione.

Figura 6-2: Struttura del Nucleo Operativo (Fonte: nostra elaborazione)



Inoltre il "Nucleo Operativo" rappresenterà il punto di contatto tra l'Amministrazione Comunale e i gruppi di lavoro esterni (**Governance esterna**) che operano nel territorio bresciano. Il loro contributo specifico è fondamentale per avere una accettazione della vision del PAC così da rafforzare gli obiettivi dichiarati nel Piano; le realtà, che saranno coinvolte, sono:

- Comuni dell'Agglomerato di Brescia
- Osservatorio aria e bene comune e clima
- Consigli di Quartiere
- Consulta dell'Ambiente

Figura 6-3: Struttura della Governance esterna (Fonte: nostra elaborazione)



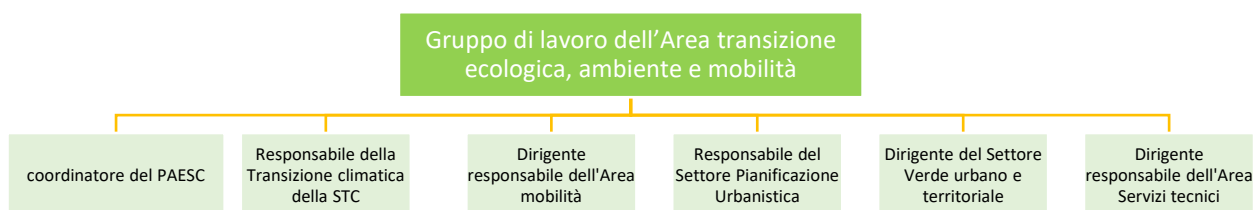
Internamente, per supportare l'attuazione del Piano e per avviare buone pratiche coerenti ai tre Pilastri (Aria, Mitigazione e Adattamento) è necessario definire una **governance interna** che deve prevedere mensilmente incontri di aggiornamento organizzati dal PAC Manager e dalla figura tecnica con gli Uffici Tecnici. Durante questi incontri si restituiranno gli avanzamenti delle azioni del PAC e si sottoporrono agli Uffici interessati le fasi indicate da cronoprogramma. In particolare il PAC Manager chiederà ai referenti di ogni Scheda Azione l'avanzamento delle attività e di segnalare nuove iniziative e progetti previsti che possono supportare il disegno del PAC. Il PAC Manager, infatti, sarà a supporto degli uffici Comunali nella definizione di nuovi progetti dando il proprio contributo rispetto alle interazioni con i tre pilastri: Aria, Mitigazione e Adattamento. La Governance interna si articolerà in due sotto ambiti che troveranno punto di incontro in tavoli tecnici specifici per l'organizzazione di momenti pubblici; gli ambiti sono:

- **Gruppo di lavoro dell'Area transizione ecologica, ambiente e mobilità:** composto dal coordinatore del PAESC, dal Responsabile della Transizione climatica della STC, dal dirigente responsabile dell'Area Transizione ecologica e mobilità per il PUMS, dal Responsabile del Settore Pianificazione Urbanistica per la Variante Generale del PGT, dal Dirigente del Settore Verde urbano e territoriale per il Piano del Verde e della Biodiversità ed infine dal dirigente responsabile dell'Area Servizi tecnici per la gestione del patrimonio pubblico
- **Gruppo di lavoro comunicazione:** che svolgerà le attività di comunicazione

Figura 6-4: Struttura della Governance interna (Fonte: nostra elaborazione)



Figura 6-5: Struttura del Gruppo di lavoro dell'Area transizione ecologica, ambiente e mobilità (Fonte: nostra elaborazione)



La figura tecnica interna convocherà mensilmente tavoli tecnici con il Gruppo di Lavoro dell'Area di transizione specificando i punti da approfondire e redigerà un verbale al termine, così da lasciare traccia a tutti gli altri Tecnici indirettamente coinvolti sullo stato dell'attuazione delle azioni e sulle decisioni prese, che vanno direttamente ad incidere nel processo del PAC al 2030. I materiali prodotti saranno poi restituiti alla Governance esterna così da raccogliere anche i loro contributi ed istanze. Si procederà, infatti, a organizzare momenti pubblici di condivisione delle fasi di attuazione.

Il Nucleo Operativo, infine, al termine dell'anno 2030, a seguito dell'effettuazione del monitoraggio del PAC organizzerà un evento pubblico per restituire l'esito del percorso fatto e rilanciare il PAC al 2040.

7. PERCORSO DI PARTECIPAZIONE

7.1. ATTIVITÀ DI INFORMAZIONE E COMUNICAZIONE

All'inizio del 2025 il Comune di Brescia ha elaborato un piano di comunicazione a supporto della redazione del Piano Aria e Clima (PAC) e del relativo percorso partecipativo. L'obiettivo è accompagnare tutte le fasi di costruzione del Piano e garantirne un'adeguata visibilità anche dopo la sua approvazione.

Il piano definisce in modo puntuale le azioni di informazione, diffusione e comunicazione rivolte alla cittadinanza e ai soggetti organizzati del territorio. Le attività riguardano sia la fase di elaborazione del PAC e del percorso partecipativo (2025–2026), sia la successiva fase di attuazione, prevista a partire dal 2027.

Il piano di comunicazione è consultabile in allegato al presente documento oppure può essere richiesto agli Uffici del Settore Sostenibilità del Comune scrivendo a: sostenibilitaambientale@comune.brescia.it

7.2. DESCRIZIONE DEL PERCORSO DI PARTECIPAZIONE

7.2.1. Premesse e obiettivi

Con l'obiettivo di affrontare in modo sistemico, esteso, multidisciplinare e inclusivo le questioni relative alla qualità dell'aria e al cambiamento climatico, il Comune di Brescia ha previsto⁵ che la redazione del Piano Aria e Clima (PAC) fosse accompagnata da un percorso di informazione e coinvolgimento degli stakeholder del territorio e della cittadinanza. Il percorso di partecipazione, di tipo consultivo⁶, ha avuto i seguenti obiettivi:

- diffondere un'informazione chiara, esaustiva e trasparente sulla materia oggetto del PAC e sui suoi contenuti;
- favorire un confronto consapevole, trasparente e costruttivo per la messa a punto delle azioni di Piano e per un ingaggio per la futura fase attuativa;
- raccogliere osservazioni, domande, proposte, sollecitazioni per costruire un Piano il più possibile inclusivo dei punti di vista e delle istanze del territorio in ottica di «transizione giusta».

La definizione dei principi fondamentali e delle regole di partecipazione dei diversi soggetti, utile a tracciare un itinerario condiviso verso l'approvazione del piano, è contenuta nel [Patto di Partecipazione](#) (pubblicato sulla pagina del sito del Comune di Brescia dedicata al PAC).

⁵ [Delibera di Giunta n. 473 del 19/11/2024.](#)

⁶ Per “consultazione” si intende la raccolta di contributi durante il percorso di stesura del PAC fino all'adozione

Gli esiti del percorso partecipativo sono stati condivisi con il Settore Sostenibilità Ambientale del Comune di Brescia e con il Tavolo Mitigazione e il Tavolo Adattamento dell'Osservatorio Aria bene comune e Clima, al fine di essere analizzati e opportunamente integrati nel processo di redazione del Piano.

Infine, si segnala che i momenti di informazione, consultazione e confronto propri del percorso partecipativo sono stati affiancati anche dalla realizzazione di una fiaba dal titolo "Zanza the boss e la palude maledetta", composta a partire dai laboratori didattici avviati all'inizio del 2025 dal Gruppo OrtoLibero. Il progetto ha fornito anche alle detenute e ai detenuti presso la Casa di reclusione di Verziano gli elementi per proporre un proprio contributo al processo di partecipazione, raccontando i temi del PAC attraverso il linguaggio del teatro.

7.2.2. Partecipanti

Il percorso di partecipazione del PAC si è rivolto a:

- portatori d'interesse, ovvero soggetti organizzati quali le istituzioni pubbliche, le associazioni riconosciute e non riconosciute, i gruppi informali, gli ordini professionali e i soggetti economici;
- Consigli di Quartiere (CdQ), consulte territoriali elettive volte a favorire la partecipazione civica, la democrazia di prossimità e la consultazione su materie di interesse dei quartieri della città⁷;
- la popolazione interessata.

Oltre ai membri dei 33 Consigli di Quartiere, l'individuazione dei soggetti organizzati prioritari da invitare ai laboratori del percorso è avvenuta grazie a una mappatura degli attori del territorio costruita a partire da un database di oltre 600 contatti raccolti da Urban Center Brescia, da cui sono state estratte tutte le realtà cittadine organizzate (circa 320) ritenute più interessate o influenti per i temi del cambiamento climatico e della qualità dell'aria, oggetto del percorso, anche in riferimento ai potenziali effetti economici, sanitari e sociali di questi fenomeni. Il database così filtrato comprendeva soggetti organizzati del settore pubblico/istituzionale, del settore economico/privato e 205 del Terzo settore.

Fra le organizzazioni invitate a partecipare, particolare attenzione è stata riservata a ulteriori soggetti segnalati dalle diverse Direzioni del Comune di Brescia coinvolte nel processo di PAC: le associazioni della Consulta per l'ambiente, le associazioni giovanili, quelle già coinvolte negli incontri svolti nel 2021 nell'ambito della costruzione della Strategia di Transizione Climatica, i Punti di Comunità, le società partecipate dal Comune, gli ordini professionali e le associazioni di categoria, le Università e le Scuole nonché i soggetti intervistati nell'ambito della pubblicazione "Next Vision Brescia 2040. Ascolto e riflessioni condivise per la Brescia di domani" e della mostra "Visioni per un futuro presente".

Gli incontri sono comunque stati resi visibili nelle pagine del sito del Comune di Brescia dedicate al percorso e tramite i social del progetto, e sono rimasti aperti alla partecipazione di ulteriori interessati che ne abbiano fatto richiesta.

⁷ Cfr Art. 8 del REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE DELLA PARTECIPAZIONE TERRITORIALE E DI COMUNITÀ del Comune di Brescia, 2024.

7.3. Attività

7.3.1. Sondaggio preliminare

Il percorso di partecipazione del PAC è stato preceduto, nel 2024, dalla diffusione di un sondaggio dal titolo [“Brescia e il clima che cambia: una sfida da affrontare insieme verso il Piano Aria e Clima”](#) sul grado di consapevolezza dei cittadini bresciani sulle tematiche ambientali e climatiche e le conseguenti priorità d’azione suggerite, strutturato da Urban Center Brescia nell’Ambito della Strategia di Transizione Climatica “Un filo naturale”. I risultati del sondaggio, compilato da 1.600 persone, sono reperibili [a questo link](#). Il lavoro ha anche rappresentato un punto di partenza significativo per il design del processo di consultazione e ingaggio del Piano.

7.3.2. Attività di presentazione e lancio

Prima dell’avvio del percorso partecipativo vero e proprio si sono svolti anche alcuni incontri di presentazione del PAC e delle attività di partecipazione previste:

- Presentazione alla Consulta per l’Ambiente (22/11/2024)
- Presentazione ai rappresentanti dei Consigli di Quartiere (3/12/2024)
- Presentazione alle associazioni e alle realtà giovanili (15/01/2025)

L’evento pubblico di lancio del percorso di redazione del PAC (01/02/2025) si è tenuto presso il Teatro Borsoni, alla presenza della sindaca Laura Castelletti e degli assessori all’Ambiente Camilla Bianchi del Comune di Brescia, Elena Grandi del Comune di Milano, Oriana Ruzzini del Comune di Bergamo, Tommaso Ferrari del Comune di Verona, e con un intervento di Luca Mercalli, climatologo.

7.3.3. Incontri e laboratori

Il percorso di partecipazione ha previsto sostanzialmente due livelli di lavoro:

- Incontri laboratoriali dedicati ai soggetti organizzati del territorio, in due momenti corrispondenti alle rispettive fasi di avanzamento del lavoro di Piano, ossia la definizione della visione e degli obiettivi, prima, e il lavoro sulle proposte di azione, poi.
- Appuntamenti informativi e di condivisione per i membri dei Consigli di Quartiere e le rispettive comunità di riferimento

Gli incontri si sono svolti in parte presso Urban Center Brescia o in altre sedi del Comune, in parte nelle 5 zone della città.

Ciascun incontro si è aperto con un momento di erogazione di informazioni e dati sul tema in oggetto, condivisi dal personale tecnico del Comune, seguito da attività partecipative in tavoli di lavoro o con il supporto di metodologie di facilitazione atte ad agevolare l’interazione e il dialogo in gruppo.

Il percorso si è svolto parallelamente a quanto portato avanti istituzionalmente dall’Osservatorio Aria Bene comune e Clima, i cui membri si sono dedicati alle questioni più tecniche, accogliendo al contempo le sollecitazioni di cittadinanza e stakeholder.

Di seguito le attività svolte:

- Marzo-Aprile 2025: **laboratori di costruzione e condivisione della vision e degli obiettivi** del PAC (6, 8, 27 marzo e 15 aprile). I primi due incontri sono stati dedicati a portatori d’interesse del Terzo

Settore, organizzazioni della società civile e Consigli di Quartiere, i secondi due ai soggetti economici e istituzionali, affinché si potessero raccogliere sollecitazioni specifiche sulla vision futura per Brescia da punti di vista specifici e distinti, aventi ciascuno la propria peculiarità. A ciascun incontro hanno partecipato in media tra le 25 e le 30 persone.

- **Ottobre 2025: laboratori sulle proposte di Azione** del PAC su ciascuno dei suoi 3 ambiti tematici (7, 21, 28 ottobre): Città più efficiente (pilastro “Emissioni - mitigazione”), Città oasi e città spugna (pilastro “Cambiamenti climatici - adattamento”), Città per le persone (pilastro “Aria – qualità della vita”). A ciascun incontro hanno partecipato circa 30 persone. Questi laboratori tematici, a differenza dei precedenti incontri, hanno visto la partecipazione simultanea di Consigli di Quartiere, enti del Terzo Settore e dei settori economico e istituzionale.
- **Novembre 2025: incontri territoriali nelle Zone della città** (5, 7, 11, 13, 17 novembre) per restituire gli esiti del percorso fatto fino a quel momento e in particolare dei laboratori sulle proposte di Azione e raccogliere il punto di vista delle persone dei Quartieri. A ciascun incontro hanno partecipato circa una quindicina di persone.

In parallelo a questo percorso partecipativo, il Comune ha organizzato anche altri momenti di confronto, come ad esempio quello con le amministratrici e gli amministratori dei Comuni della provincia di Brescia sulle proposte del Libro Bianco degli Stati Generali dell’Azione per il Clima (08/02/2025), o quello di restituzione intermedia dell’avanzamento lavori del PAC alla presenza della sindaca Castelletti e dell’Assessora Bianchi (02/07/2025), che ha visto un intervento del giornalista Ferdinando Cotugno e una tavola rotonda con alcuni rappresentanti delle testate giornalistiche locali.

7.4. CONTRIBUTI DEL PERCORSO DI PARTECIPAZIONE

Il percorso di partecipazione ha prodotto diversi esiti, che sono stati raccolti all’interno di vari Report dedicati ai momenti chiave del processo: gli incontri su vision e obiettivi, i laboratori sulle Azioni, gli incontri nelle Zone della città. Se ne riporta di seguito una sintesi (è possibile accedere ai Report integrali dei singoli incontri [nella pagina web dedicata](#) o [chiedendoli agli Uffici del Settore Ambiente e sostenibilità del Comune di Brescia](mailto:chiedendoli@uffici.ambiente.comune.brescia.it): sostenibilitaambientale@comune.brescia.it).

7.4.1. Laboratori su vision e obiettivi - sintesi degli esiti

7.4.1.1. Pilastro “mitigazione” - Città più efficiente

La visione del futuro della città di Brescia in merito al pilastro “Emissioni - mitigazione” si è **concentrata soprattutto sui temi dell'energia**:

- si è sottolineata anzitutto l’importanza di **conoscere e monitorare le fonti emissive** per ogni settore, al fine di creare consapevolezza e pianificare interventi efficaci e coordinati per la riduzione delle emissioni, con il supporto di strutture di governance efficaci che mettano in comunicazione le diverse realtà del territorio.
- Si è auspicata una diffusione capillare del **fotovoltaico**, anche nel centro storico e sugli edifici pubblici, accompagnata da tecnologie meno invasive per rispettare il paesaggio. L’**efficientamento energetico** degli edifici, l’uso di materiali sostenibili, l’impiego di fonti energetiche locali e un generale orientamento a un consumo sobrio sono stati considerati imprescindibili. L’efficienza

dovrebbe diventare un valore condiviso, supportato da conoscenza diffusa, formazione, e strumenti informativi come lo Sportello Energia comunale.

- Centrali dovranno essere anche le **comunità energetiche rinnovabili**, per cui si auspica una regia pubblica in grado di coordinare e sostenere le iniziative locali, favorendo la creazione di veri e propri distretti energetici.

Un secondo tema importante è stato poi quello dell'**economia circolare e della gestione dei rifiuti**: si è ribadita la necessità di ridurre gli imballaggi, promuovere i prodotti locali e incrementare il riciclo.

Infine, sono emersi anche temi legati al **verde urbano** e all'**agricoltura sostenibile**, ed è stato proposto l'incremento di aree verdi capaci di assorbire CO₂ e migliorare la qualità dell'aria, insieme alla tutela degli ecosistemi urbani e periurbani. In ambito agricolo, si è invocata una riduzione della monocoltura e degli allevamenti intensivi, promuovendo pratiche più sostenibili e locali.

7.4.1.2. Pilastro "adattamento" - Città oasi e città spugna

La visione del futuro della città di Brescia in merito al pilastro "Cambiamenti climatici - adattamento" si è concentrata sulla **metafora della "Città oasi"**, intesa non solo come luogo piacevole e vivibile, ma anche come risorsa capace di generare vantaggi ambientali, energetici ed economici.

Si è sottolineato il valore di **soluzioni tecniche innovative** come i sistemi di recupero del calore urbano e il teleriscaldamento, già diffuso in città, accanto a **interventi naturali** come l'incremento del verde urbano (es. viali alberati) che contribuiscono al comfort climatico e alla riduzione dei consumi energetici.

In particolare, per quanto riguarda il **verde**, si sono immaginate più foreste urbane (Parco delle Cave, Parco delle colline di Brescia, un nuovo "Bosco Caffaro"...), e parchi interconnessi, giardini pensili nel centro storico, recupero di spazi verdi interstiziali, orti e tetti verdi, insieme a un censimento del verde privato con quote minime di tutela. È stata inoltre rilanciata la regola "3-30-300" per garantire equa distribuzione della vegetazione.

Parallelamente, si immagina in futuro un **uso sostenibile del suolo**, il recupero e la rigenerazione degli spazi esistenti, depavimentazione vicino alle scuole e riconversione di aree industriali dismesse in spazi verdi e corridoi ecologici "verdi-blu". Tra gli interventi possibili di cui si è parlato figurano fermate autobus con tetti verdi, riqualificazioni degli edifici scolastici in strutture multifunzionali a basso impatto ambientale, il potenziamento della funivia del Monte Maddalena.

Per quanto riguarda la gestione del **rischio idrogeologico** e delle acque meteoriche, inoltre, si immagina la valorizzazione dei canali tombati per il raffrescamento urbano, la balneabilità del fiume Mella e il recupero e riutilizzo dell'acqua piovana in edifici pubblici e privati.

Un aspetto trasversale, infine, riguarda la partecipazione e del coinvolgimento della cittadinanza, per una trasformazione della città che sia diffusa e strutturale, fondata su una **responsabilità condivisa tra pubblico, privato e società civile**: si auspicano infatti più percorsi partecipativi per coinvolgere abitanti, associazioni e imprese nella costruzione di una cultura dell'adattamento, che richiede consapevolezza e cambiamenti nei comportamenti quotidiani.

7.4.1.3. Pilastro “aria e qualità della vita” - Città per le persone

La visione del futuro della città di Brescia in merito al pilastro “Aria e qualità della vita” è caratterizzata dal ruolo preminente attribuito alla **ciclopedonalità** e alla promozione di **forme di mobilità dolci, sostenibili, solidali e inclusive**.

Si auspica la nascita di quartieri car-free, oltre a una riduzione dell’inquinamento acustico, ponendo grande attenzione sulla riduzione del traffico automobilistico e sul rafforzamento del trasporto pubblico, sul miglioramento della gestione della logistica urbana e del traffico pesante, sulla creazione di ZTL più ampie e sull’introduzione di abbonamenti annuali più convenienti ai mezzi pubblici.

In particolare, è stata posta l’attenzione su una **visione urbana integrata e policentrica**, che promuova quartieri con servizi di prossimità accessibili in 15 minuti a piedi o in bicicletta, sostenendo al contempo le attività economiche locali e il commercio di prossimità, attraverso soluzioni innovative come mezzi pubblici attrezzati per gli acquisti e fermate strategiche.

È stato messo l’accento anche sulla **centralità dell’approccio partecipativo** e di sensibilizzazione della comunità, per sostenere parallelamente il cambiamento dei comportamenti individuali e degli stili di vita.

Si è poi sottolineata l’importanza di un approccio sistemico e integrato al tema dell’inquinamento dell’aria, con particolare attenzione alle sue **ricadute sulla salute pubblica**: la città del futuro non potrà prescindere dalla misurazione attenta degli effetti delle politiche ambientali sulla salute.

I rappresentanti del mondo economico e imprenditoriale, infine, hanno espresso disponibilità a farsi parte attiva nel percorso verso una città più sana e sostenibile, proponendo l’uso di materiali edili selezionati con criteri ambientali e la definizione di buone pratiche condivise a livello di categoria. Tuttavia, è stato evidenziato il rischio che le imprese più virtuose risultino penalizzate in termini di competitività, se mancassero sistemi premiali adeguati.

7.4.2. Laboratori sulle proposte di Azione – sintesi degli esiti

A valle dell’elaborazione della proposta di vision e obiettivi del PAC (presentata alla Cabina di regia del PAC il 16/12/2025), nella quale sono stati integrati anche gli esiti dei primi incontri del percorso partecipativo sopra richiamati, con i laboratori di ottobre si è passati alla condivisione delle prime proposte di Azione sulle quali raccogliere le priorità percepite e le indicazioni e suggerimenti dei partecipanti al percorso.

In ciascun incontro, dopo una carrellata di presentazione di tutte le proposte di Azione in essere, ai partecipanti è stato chiesto di individuare quelle ritenute prioritarie e sulle quali avviare una discussione in tavoli di lavoro organizzata secondo quattro domande guida:

1. *Cosa mi piace di questa azione/i? Perché è importante per me?*
2. *Quali problemi/rischi/difetti vedo?*
3. *Se dovessimo realizzarla/e in concreto da domani, quale sarebbe il primo passo da fare?*
4. *Quali altre idee e buone pratiche posso suggerire?*

A conclusione del percorso partecipativo, il lavoro sulle proposte di Azione è confluito nella versione finale delle Azioni del PAC contenute nel presente documento.

7.4.2.1. Pilastro “mitigazione” - Città più efficiente

Fra le 19 proposte di Azione presentate, le 10 che sono state considerate prioritarie e da discutere nei tavoli di lavoro sono state le seguenti:

Ordine di priorità	Proposta di Azione	Sintesi delle principali osservazioni mosse dai partecipanti ai laboratori
1	Incentivare le installazioni delle FER da parte delle società controllate e partecipate	<ul style="list-style-type: none"> • Ampio consenso ma rischio effetto "delega" – Azione condivisa, ma percepita come responsabilità affidata solo alle partecipate • Mix FER diversificato – Priorità a fotovoltaico, ma anche geotermico e biomasse. Eolico poco adatto a Brescia.
2	Piano di efficientamento energetico ERP (Edilizia Residenziale Pubblica) e diffusione delle rinnovabili	<ul style="list-style-type: none"> • Benefici ambientali e sociali – L'efficientamento energetico dell'ERP e l'uso di rinnovabili riducono emissioni e costi, migliorano la salute e contrastano la povertà energetica. • Necessità di risorse e incentivi – L'efficacia dell'azione dipende da forti finanziamenti pubblici e da chiara comunicazione dei fondi disponibili. • Ruolo guida dei Comuni – Servono mappature dell'ERP, trasparenza dei dati e sperimentazione di tecnologie di avanguardia.
3	Creazione di strumenti per la riqualificazione energetica degli edifici residenziali	<ul style="list-style-type: none"> • L'azione è accolta favorevolmente per la regia della pubblica amministrazione nel coordinare la riqualificazione energetica • Criticità legate ai costi per i cittadini e ai vincoli dei centri storici • Necessità di regole chiare, perequazione economica, facilitazione di strumenti finanziari (ESCO, cessione del credito), collaborazione con ordini professionali
4	Neutralità climatica delle società controllate e partecipate	<ul style="list-style-type: none"> • Un passo importante per essere credibili – Apprezzamento per l'Azione, garantirebbe credibilità all'Amministrazione • Approccio integrato tra partecipate – Necessario considerare le società comunali come un sistema unico, favorendo compensazioni e sinergie, con un ruolo centrale di A2A • Concertazione e monitoraggio – Serve coordinamento con e tra le partecipate PRIMA dell'approvazione del PAC e un monitoraggio costante e personalizzato dei progressi.
5	Incentivare la realizzazione delle pareti e tetti verdi	<ul style="list-style-type: none"> • L'azione è innovativa e utile per isolamento termico, riduzione isole di calore e miglioramento del decoro urbano • Criticità tecniche e manutentive – Dubbi su consumo idrico, rischi di infiltrazioni, sovraccarichi strutturali e costi manutenzione; opinioni contrastanti su reale idoneità delle piante sui tetti • Necessarie, oltre a linee guida tecniche, semplificazione normativa, incentivi/premi "verdi", campagne di comunicazione dedicate.
6	Incentivare l'efficientamento e il consumo da FER nel settore privato (residenziale, industriale, terziario)	<ul style="list-style-type: none"> • Efficientamento e FER riducono emissioni e costi, con vantaggi diretti • Limiti infrastrutturali: criticità legate a inefficienza rete elettrica, che può saturarsi: servono investimenti mirati per potenziarla • Necessari incentivi continui, accordi di condivisione energetica e campagne di sensibilizzazione per diffondere gestione più consapevole dell'energia.
7	Diffusione delle CACER – configurazioni di autoconsumo per la condivisione dell'energia rinnovabile	<ul style="list-style-type: none"> • Le CACER sono viste come strumenti per rafforzare la comunità, migliorare la stabilità energetica e promuovere solidarietà

Ordine di priorità	Proposta di Azione	Sintesi delle principali osservazioni mosse dai partecipanti ai laboratori
	(nel pubblico e nel privato)	<ul style="list-style-type: none"> • Difficoltà nella costituzione comunità, soprattutto in grandi centri: pochi incentivi, complessità “consumo diffuso” e gestione risorse • Necessario modello operativo chiaro, con il Comune come coordinatore, promotore di formazione e coinvolgimento di esperti
8	Realizzazione di aree residenziali a zero emissioni attraverso la promozione dell’elettrificazione dei consumi in aree già servite dal teleriscaldamento	<ul style="list-style-type: none"> • L’elettrificazione dei consumi riduce i rischi sanitari e contribuisce alla decarbonizzazione • Possibili ostacoli legati a costi più alti dell’elettricità, adattamento culturale e minore accessibilità per fasce anziane/a basso reddito • Comuni e associazioni dovrebbero avviare progetti pilota e campagne informative, favorendo collaborazioni pubblico-private per promuovere l’elettrificazione residenziale.
9	Costituire un’“Alleanza per l’aria e il clima con le imprese e stakeholder locali”	<ul style="list-style-type: none"> • Il calcolo impronta di carbonio è il punto di partenza per l’Alleanza • Governance complessa tra le imprese (approcci rapidi e mirati) e il terzo settore (necessita confronti più lunghi): serve mediazione tramite Comune o ente neutrale (es. Università) • Il successo dipende da azioni concrete e vantaggi tangibili per i firmatari, supporto formativo e acquisizione di fiducia.
10	Calcolo della CFP (Carbon Footprint) per il Comune e le proprie controllate e partecipate	<ul style="list-style-type: none"> • Azione strategica di base – Il calcolo della CFP è un punto di partenza per definire priorità, allocare risorse e avviare compensazioni • Complessità e trasparenza – Servono fondi, personale e tempi per sviluppare metodologia e piattaforma; centrale garantire credibilità e pubblica accessibilità dei dati • Coinvolgimento e formazione – Importante estendere in futuro il calcolo CFP anche alle PMI e promuovere formazione e sensibilizzazione diffusa per rafforzare partecipazione

7.4.2.2. Pilastro “adattamento” - Città oasi e città spugna

Fra le 22 proposte di Azione presentate, le 11 che sono state considerate prioritarie e da discutere nei tavoli di lavoro sono state le seguenti:

Ordine di priorità	Proposta di Azione	Sintesi delle principali osservazioni mosse dai partecipanti ai laboratori
1	Il colpo di spugna	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivare i cittadini a mantenere aree verdi nei propri giardini • Promuovere strade e spazi pubblici con aiuole, scoli e materiali drenanti, per favorire infiltrazione e controllo naturale delle acque.
2	Pianificare l’adattamento	<ul style="list-style-type: none"> • L’adattamento deve entrare negli strumenti urbanistici: Comune motore di cambiamento sistemico e promotore di formazione di tecnici e cittadini • Contrastare la cementificazione privata e armonizzare normative nazionali e locali, valutando vincoli anche sul verde privato

Ordine di priorità	Proposta di Azione	Sintesi delle principali osservazioni mosse dai partecipanti ai laboratori
		<ul style="list-style-type: none"> Servono obiettivi di lungo periodo misurabili
3	Muoversi nell'ombra	<ul style="list-style-type: none"> Individuare modello unico di gestione del verde pubblico Sostenere la gestione del verde privato, sensibilizzare i privati e i giovani e promuovere l'educazione al cambiamento Scegliere attentamente le specie arboree adatte a svolgere l'azione di ombreggiamento in area urbana Non facile capire come agire sui centri storici.
4	Mappare il clima	<ul style="list-style-type: none"> La scala della mappa dovrà essere appropriata al caso specifico di Brescia e occorre prevedere un dialogo tra questa nuova forma di pianificazione e il PGT/Piano del verde e della biodiversità Integrare nelle mappe anche gli scenari climatici di adattamento Collegare le segnalazioni che vengono dal basso/alla micro scala
5	Tutelare il patrimonio arboreo	<ul style="list-style-type: none"> Rafforzare la formazione di tecnici e cittadini e coinvolgere attivamente anche la componente straniera e le scuole Coinvolgere i privati con incentivi economici o informativi (es. abaco delle Nature Based Solutions) e superare i conflitti di gestione e smaltimento degli sfalci Regole più ambiziose e una visione evoluta del verde urbano, che includa anche "aree selvagge" - gestione più naturale
6	Conoscere il clima	<ul style="list-style-type: none"> Cercare forme di incentivazione per i cittadini che vogliono collaborare e mettere i sensori in casa propria Proporre l'azione anche ai comuni contermini, le cui competenze e capacità di affrontare le problematiche meteorologiche sono strettamente intrecciate a quelle del capoluogo
7	Acque pulite	<ul style="list-style-type: none"> Limitare l'inquinamento delle acque superficiali durante eventi estremi, anche tramite la separazione di acque bianche e nere Maggior coordinamento tra gestori, consorzi, ATS e ARPA per una gestione congiunta di quantità e qualità delle acque Promuovere raccolta e riuso dell'acqua piovana, sistemi di laminazione e cisterne diffuse, interventi tipo giardini della pioggia
8	La città bosco	<ul style="list-style-type: none"> Il nuovo PGT - Piano di Governo del Territorio è visto come un'ulteriore occasione per ripensare le aree industriali dismesse e farne boschi urbani.
9	Usa e riusa	<ul style="list-style-type: none"> Creare spazi diffusi dedicati al riuso, con attività di noleggio, baratto e vendita solidale, partendo dal censimento delle realtà già attive I centri di riuso devono diventare spazi di aggregazione intergenerazionale, favorendo la condivisione di saperi Coinvolgere scuole e promuovere percorsi formativi per manutenzione e riutilizzo dei prodotti, rafforzando cultura dell'economia circolare.
10	Riscoprire il Garza	<ul style="list-style-type: none"> Prima di interventi strutturali, riqualificare e rendere fruibili le sponde dei corsi d'acqua già visibili, come spazi di benessere e socialità

Ordine di priorità	Proposta di Azione	Sintesi delle principali osservazioni mosse dai partecipanti ai laboratori
		<ul style="list-style-type: none"> • Proseguire con "Contratto di fiume per il Mella", con Brescia capofila e il coinvolgimento di Regione e Provincia, per gestione condivisa acque • Promuovere iniziative divulgative e digitali per raccontare la storia dei corsi d'acqua bresciani, alimentando identità e consapevolezza
11	"Aperti" al futuro	<ul style="list-style-type: none"> • Definire target annuali di depavimentazione e piantumazione • Importanza di fiumi e corsi d'acqua e zone umide per raffrescamento • Importanza che cittadini si facciano portatori di richieste di questo tipo

7.4.2.3. Pilastro "Aria e qualità della vita" - Città per le persone

Fra le 21 proposte di Azione presentate, le 11 che sono state considerate prioritarie e da discutere nei tavoli di lavoro sono state le seguenti:

Ordine di priorità	Proposta di Azione	Sintesi delle principali osservazioni mosse dai partecipanti ai laboratori
1	Trasporto pubblico sostenibile	<ul style="list-style-type: none"> • Rendere il trasporto pubblico più competitivo rispetto all'auto privata, anche tramite urbanistica dissuasiva (percorsi automobilistici più lenti e tortuosi) • Creare un sistema di trasporti integrato e capillare, con linee ben collegate tra città e dintorni • Promuovere un cambiamento culturale, favorendo una nuova mentalità collettiva orientata alla mobilità sostenibile
2	Campagna di comunicazione e sensibilizzazione	<ul style="list-style-type: none"> • Coinvolgimento delle realtà locali nella comunicazione (scuole, parrocchie...) • Puntare ad arrivare alle persone anche tramite le emozioni, coinvolgere figure attrattive • Utilizzare arte e sport come veicoli per dialogare su questi temi.
3	Città dei 15 minuti	<ul style="list-style-type: none"> • Riadattare il concetto alla scala di Brescia, in ottica di capillarità dei servizi • Resta centrale la necessità di migliorare la ciclabilità e l'efficienza del trasporto pubblico, per rendere gli spostamenti più rapidi, sicuri e sostenibili • Si segnalano costi elevati dei mezzi pubblici, lentezza percorsi, difficoltà nei collegamenti tra quartieri e nell'utilizzo della bici • Promuovere le corsie preferenziali per bus, mobilità multimodale, nuovi modelli tariffari (es. il pay-per-use per la metro) e una revisione delle agevolazioni sui parcheggi per dirottare risorse e incentivi verso i mezzi pubblici.
4	Individuazione di strategie finalizzate ad agevolare l'allaccio alla rete di	<ul style="list-style-type: none"> • Sono stati evidenziati aspetti critici: • Il TLR dipende per l'80% dal termovalorizzatore, alimentato da rifiuti provenienti anche da fuori Provincia, con traffico e

Ordine di priorità	Proposta di Azione	Sintesi delle principali osservazioni mosse dai partecipanti ai laboratori
	teleriscaldamento di nuove utenze	<p>seppur minime emissioni inquinanti e inefficienza stagionale in estate</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tariffa TLR troppo alta rispetto a quella del gas, bisognerebbe adeguarla a quella di Arera. • Sul tema del riscaldamento delle abitazioni bisognerebbe: • togliere le caldaie e sostituirle con pompe di calore • far calare la domanda di energia termica, coibentando edifici • andare sempre di più verso le fonti rinnovabili.
5	“Zone 30” a velocità lenta	<ul style="list-style-type: none"> • Le Zone 30 sono viste come strumento per favorire relazioni di comunità, sicurezza stradale e riduzione dell’inquinamento acustico, soprattutto vicino a scuole e luoghi sensibili • Servono dissuasori fisici, mappature puntuali e controlli rigorosi, con priorità alle vie larghe e ai contesti residenziali ad alto rischio • È fondamentale informare e coinvolgere, valorizzando buone pratiche già attive (pedibus, “finte multe”, iniziative scolastiche) per creare consenso e cultura della mobilità lenta.
6	Partecipare a tavoli regionali per promuovere politiche che portino al miglioramento della qualità dell’aria bresciana	<ul style="list-style-type: none"> • Lavorare per collegare i limiti/soglia UE alle problematiche sanitarie, in particolare per fasce deboli della popolazione • Proporre a Regione di convocare tutti i Comuni degli agglomerati di aree critiche, non solo quelli con popolazione > 50.000 ab. • Mettere a punto metodologie che consentano di integrare nel computo emissioni connesse al tema della mobilità parametri derivanti dall’usura dei freni e delle gomme, anche in relazione alla velocità e alla massa dei veicoli.
7	Aumento delle infrastrutture verdi	<ul style="list-style-type: none"> • Attenzione alla cura e alla manutenzione del verde per il mantenimento dell’efficienza dell’infrastruttura • Stimolare Patti di collaborazione orientati a questo scopo.
8	Prevedere l’avvio di tavoli con i Comuni dell’Agglomerato per ridurre il consumo della biomassa	<ul style="list-style-type: none"> • Difficoltà e resistenze che derivano da radicato “amore per il caminetto” e percezione diffusa che la legna sia più economica • I Comuni non riescono a fare i controlli sulle caldaiette a biomassa e le loro manutenzioni.
9	Avviare confronto con Provincia di Brescia/Agglomerato per la promozione di buone pratiche in ambito biomassa e agricolo	<ul style="list-style-type: none"> • Le nuove tecnologie, pur disponibili, costano, e gli agricoltori devono essere aiutati nella conversione delle pratiche.
10	Mappatura dei luoghi di interscambio principali	<ul style="list-style-type: none"> • Realizzare punti di snodo in cui poter parcheggiare la propria autovettura, a loro volta collegati efficacemente alle linee di TPL

Ordine di priorità	Proposta di Azione	Sintesi delle principali osservazioni mosse dai partecipanti ai laboratori
		<ul style="list-style-type: none"> • Potenziare il TPL e agevolare abbonamenti • Coinvolgere i CDQ per sensibilizzare i cittadini • Difficoltà: <ul style="list-style-type: none"> • parcheggi anche poco fuori centro sono sotto-utilizzati: resistenza culturale all'abbandono auto privata • timori dei commercianti per la riduzione dei parcheggi centrali
11	Velostazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentare rastrelliere e stalli sicuri, potenziare il servizio BiciMia e rendere più accessibili le velostazioni, anche con nuove strutture (alcune associazioni propongono di realizzarne una al posto del parcheggio in Piazza della Vittoria) • Migliorare la visibilità delle velostazioni: sito di Brescia Mobilità, BresciApp da valorizzare come strumento utile • Migliorare illuminazione, asfaltatura e sicurezza delle ciclabili, accompagnando gli interventi con analisi dei flussi e dei bisogni per localizzarle in punti strategici – es. via Turati.

7.4.3. Incontri nelle Zone della città

A novembre 2025, per completare il percorso di informazione, coinvolgimento e confronto con la città, si sono svolti cinque appuntamenti aperti alla cittadinanza e ai membri dei CdQ nelle diverse Zone della città:

- 5 novembre – Zona Sud | CDQ: Chiesanuova - Noce - Girelli; Don Bosco; Folzano; Lamarmora; Porta Cremona-Volta; Villaggio Sereno
- 7 novembre – Zona Ovest | CDQ: Chiusure; Fiumicello; Primo Maggio; Urago Mella; Villaggio Badia; Villaggio Violino
- 11 novembre – Zona Est | CDQ: Buffalora-Bettole; Caionvico; Sanpolino; San Polo-Case; San Polo Cimabue; San Polo Parco; Sant'Eufemia
- 13 novembre – Zona Nord | CDQ: Borgo Trento; Casazza; Mompiano; San Bartolomeo; Sant'Eustacchio; Villaggio Prealpino - Stocchetta; San Rocchino - Costalunga
- 17 novembre – Zona Centro | CDQ: Brescia Antica; Centro Storico Nord; Centro Storico Sud; Crocifissa di Rosa; Porta Milano; Porta Venezia

Gli incontri, che hanno rappresentato il primo momento di “avvicinamento” del PAC al territorio e quindi hanno voluto offrire una carrellata complessiva su tutto il percorso fatto fino a quel momento, hanno seguito la seguente struttura:

- Introduzione al percorso del PAC
- Illustrazione degli elementi chiave di contesto e scenario, e della vision e obiettivi del PAC in riferimento ai tre pilastri: mitigazione, adattamento, aria e qualità della vita
- Illustrazione delle proposte di azioni prioritarie, così come emerse dai laboratori di ottobre 2025 con i portatori d'interesse sul tema

- Sondaggio su quali siano le proposte di Azione più rilevanti (fra già quelle individuate come prioritarie nei laboratori sulle Azioni) per le persone partecipanti delle diverse zone della città
- Discussione, domande e osservazioni.

Dalle discussioni svoltesi durante gli incontri nelle zone sono emerse le seguenti priorità:

- Forte richiesta di più impianti fotovoltaici e promozione dell'autoconsumo
- Interesse per CER/CACER, con bisogno di informazioni operative
- Necessità di semplificare burocrazia e rafforzare il ruolo del Comune negli incentivi all'efficienza energetica degli edifici (pubblici e privati)
- Ampia convergenza su più verde urbano, migliore manutenzione di parchi e verde stradale
- Gestione acque: recupero piovane, naturalizzazione corsi d'acqua
- Compensazione della cementificazione, aumento di drenaggio e ombreggiamento. Richieste "alternative" dove la depavimentazione è difficile (Zona Centro)
- Attenzione alla cementificazione delle sponde del Garza e ai rischi per la biodiversità (Zona Nord)
- Zone 30 poco rispettate, richiesta di maggior controllo per la sicurezza (Zone Ovest e Sud)
- Traffico intenso, problemi di parcheggi, bisogno di servizi di prossimità per ridurre auto privata (Zona Centro)
- Richiesta dati su qualità dell'aria più dettagliati/trasparenti (Zona Nord e Centro)

Di seguito l'aggregazione degli esiti dei sondaggi svolti in ciascuna zona.

Figura 7-1: Sondaggio sulle proposte di Azione di Mitigazione (Fonte: nostra elaborazione)

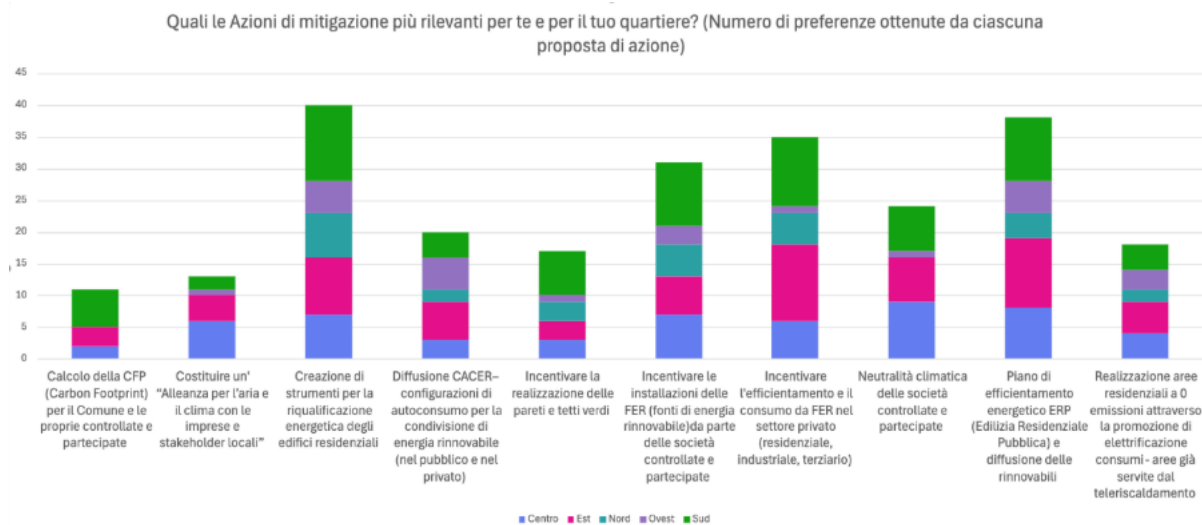


Figura 7-2: Sondaggio sulle proposte di Azione di Adattamento (Fonte: nostra elaborazione)

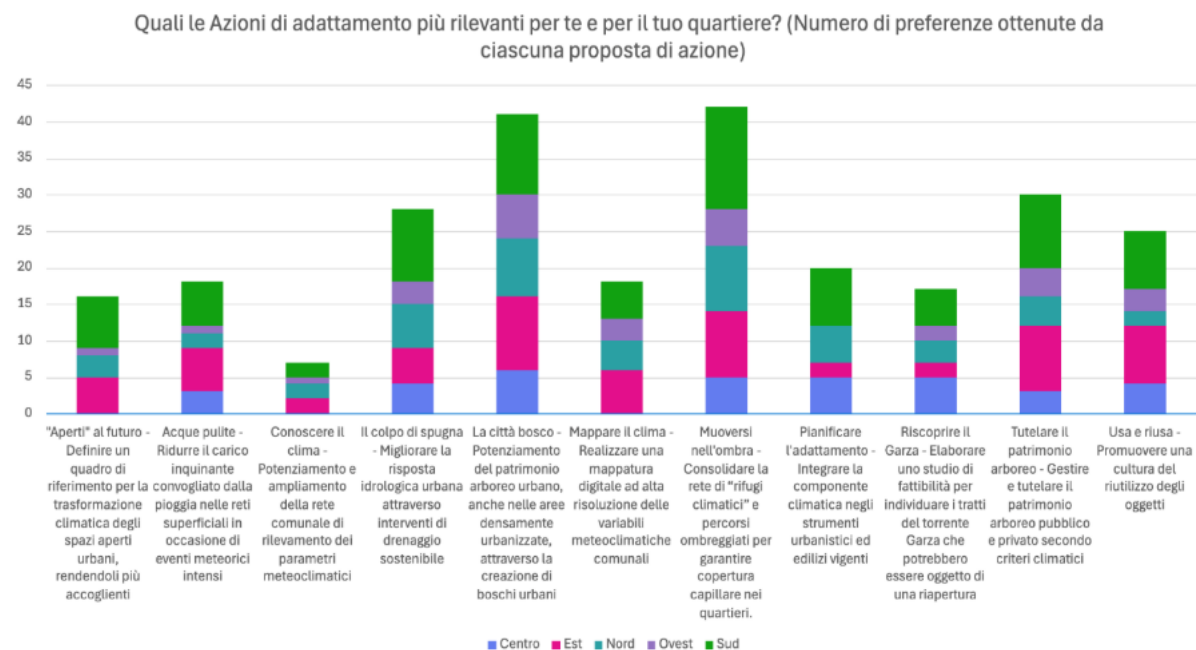
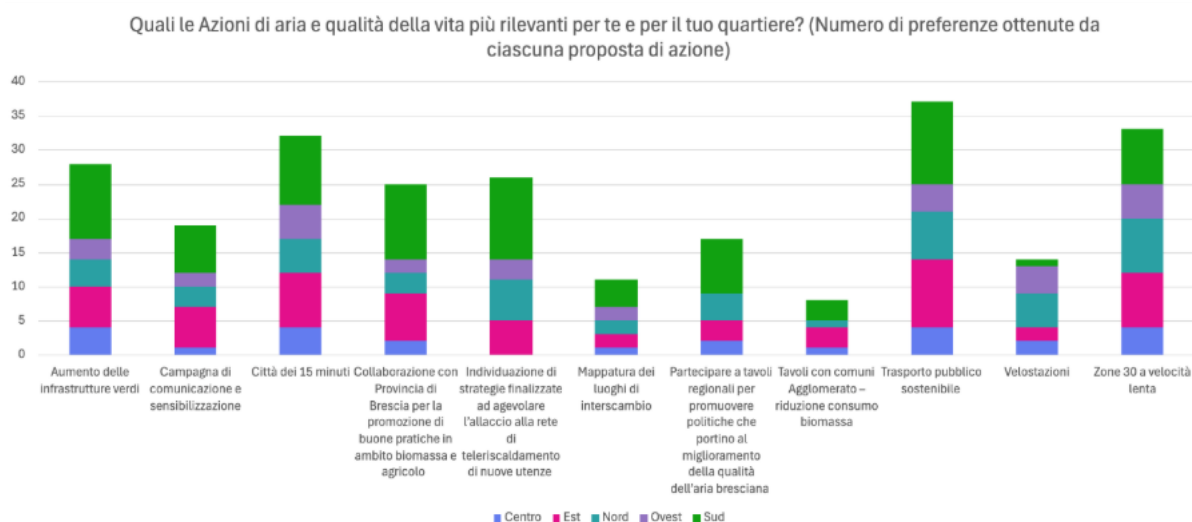


Figura 7-3: Sondaggio sulle Proposte di Azione di Aria e qualità della vita (Fonte: nostra elaborazione)



7.4.4. Reading teatrale: iniziativa di coinvolgimento della Casa di reclusione di Verziano nel percorso del PAC

Nel 2025 è stata realizzata la fiaba “Zanza the Boss e la palude maledetta”, sceneggiatura e reading teatrale musicale di un processo per ecicidio. L'opera nasce dai laboratori didattici avviati all'inizio del 2025 dal [Gruppo OrtoLibero](#) - formato da Comune di Brescia, Libera, Cooperativa Pandora e volontari del servizio civile - nell'ambito del processo di partecipazione del Piano Aria e Clima (PAC).

Il Gruppo OrtoLibero ha proposto laboratori didattici specifici, sviluppati sulla base della documentazione scientifica elaborata dai gruppi di lavoro del PAC (Gruppi di lavoro sulla mitigazione e sull'adattamento, nonché Osservatorio Aria Bene Comune e Clima) per fornire alle detenute e ai detenuti (25 persone circa) gli elementi per proporre un proprio contributo al processo di partecipazione. Successivamente, i detenuti hanno scelto di realizzare una fiaba sulle tematiche legate agli impatti di agricoltura e di allevamenti intensivi sull'ambiente, sulla qualità dell'aria e sul cambiamento climatico. La narrazione ha ipotizzato un processo penale surreale per ecicidio avviato a seguito di querela presentata da una zanzara (metafora del soggetto invisibile a tutti, come il detenuto) nei confronti di un'amministrazione comunale che ha “bonificato” una palude, “la palude maledetta”, rendendola un “agro redento” destinato alla coltivazione di mais per l'alimentazione di bovini di un allevamento intensivo. In uno scenario surreale si confrontano pubblica accusa e difesa, testimoni, consulenti e, ovviamente, è pronunciata una sentenza finale. Jus naturalis e diritto degli uomini duellano in uno scenario comico e dissacrante con improbabili personaggi che parteggiano per l'attore o il convenuto. Il pretesto narrativo ha consentito altresì di mettere a confronto i principi costituzionali sanciti dall'ultimo comma dell'art. 9 (tutela degli habitat) e dall'art. 41 (libertà di iniziativa economica), nonché sui principi di cooperazione e di competizione.

Sabato 15 novembre 2025, nella Casa di Reclusione di Verziano, è stata presentata in un evento sold out (pubblico ammesso circa 100 persone) ad amministratori, associazioni e cittadini la fiaba "Zanza the Boss e la palude maledetta, reading teatrale musicale di un processo per ecicidio", interpretata da detenute, detenuti e membri del Gruppo OrtoLibero. A seguire è stato realizzato un vivo dibattito in cui le detenute e i detenuti hanno stimolato e coinvolto gli amministratori presenti e i rappresentanti delle associazioni sulle tematiche del PAC. Il testo della sceneggiatura è stato consegnato all'Assessora alla transizione ecologica, all'ambiente e al verde come proprio contributo al PAC con la sollecitazione a promuovere

politiche di conoscenza, tutela e valorizzazione degli habitat urbani e periurbani e di promuovere stili di vita sostenibili. Il testo della sceneggiatura sarà completato nel 2026 e con la parte iconografica e proposto per la pubblicazione affinché possa essere utilizzato per le campagne di comunicazione del PAC.

7.4.5. Conclusione del percorso di partecipazione

Il percorso di partecipazione si conclude a Marzo 2026 con un workshop finale, nel quale gli stakeholders e i soggetti che hanno contribuito agli incontri precedenti del percorso ricevono informazioni riguardo agli esiti del confronto e a come questi ultimi sono stati inclusi e integrati nella forma finale presa dalle Azioni del Piano Aria e Clima. Questo momento ha anche una funzione informativa in merito alla possibilità di avanzare osservazioni al Piano all'interno del procedimento di VAS.

Il percorso del Piano Aria e Clima prevede poi un evento pubblico aperto a tutti, nel quale il Piano è presentato alla città. L'evento si terrà a maggio 2026.

7.5. Monitoraggio del percorso di partecipazione

Al fine di valutarne l'efficacia e l'interesse per le attività proposte, gli incontri laboratoriali su vision e obiettivi e quelli sulle proposte di Azione sono stati monitorati attraverso questionari sottoposti ai partecipanti alla fine di ciascun appuntamento.

Al primo questionario di **monitoraggio degli incontri su vision e obiettivi PAC** hanno risposto 40 persone, di cui il 57% maschi e il 37% femmine, tutti di nazionalità italiana. 27 di questi erano persone partecipanti per conto di organizzazioni del Terzo Settore e 13 per conto di enti del settore economico e istituzionale. L'82% dei rispondenti ha una laurea o un titolo di studio superiore. Il 70% è occupato e il 20% pensionato. Il 67% abita a Brescia, mentre la restante percentuale fuori Brescia.

L'87% dei rispondenti si sono ritenuti soddisfatti delle **informazioni sul PAC e sui suoi macro-obiettivi** fornite durante gli incontri. L'82% si è detto soddisfatto degli interventi dei politici coinvolti, mentre il 92% degli interventi del personale tecnico del Comune. Il 65% ha apprezzato poi i materiali informativi forniti, anche se per un altro 25% questi ultimi hanno avuto un valore relativo, mentre per il 10% dei partecipanti hanno avuto valore scarso.

L'80%, inoltre, si è ritenuto soddisfatto della **conduzione d'insieme degli incontri** da parte dello staff di facilitazione e moderazione.

L'87% ha dichiarato di aver avuto **adeguati spazi e tempi per esprimere** la propria opinione e il 75% si è detto soddisfatto delle metodologie partecipative proposte, mentre il 20% non ha espresso a riguardo particolari entusiasmi o critiche.

Il 70% dei rispondenti ha giudicato che il **gruppo di partecipanti fosse ben rappresentativo** degli stakeholders della città.

Con riferimento alla valutazione **dell'utilità di queste iniziative per l'Amministrazione**, il 47% dei rispondenti ritiene inoltre che queste iniziative di partecipazione siano decisamente molto utili per sensibilizzare la cittadinanza riguardo all'emergenza climatica e alla crisi ambientale, il 35% che siano abbastanza utili, mentre il 7% che lo siano poco o nulla. Parallelamente, l'85% ritiene che sarebbe decisamente utile per l'Amministrazione di Brescia potenziare queste iniziative di partecipazione e coinvolgimento di cittadini e stakeholders nel processo decisionale, e il 12% abbastanza utile.

Al questionario di **monitoraggio dei laboratori sulle proposte di Azioni** hanno risposto 25 persone, di cui il 44% maschi e il 52% femmine, tutti di nazionalità italiana tranne 1 proveniente da un altro stato UE. L'84% dei rispondenti ha una laurea o un titolo di studio superiore. Il 64% è occupato e il 28% pensionato. Il 68% abita a Brescia, mentre la restante percentuale fuori Brescia.

Il 96% dei rispondenti si sono ritenuti soddisfatti delle **informazioni sul PAC e sui suoi macro-obiettivi** fornite durante gli incontri. Il 64% si è detto soddisfatto degli interventi dei politici coinvolti, mentre l'80% degli interventi del personale tecnico del Comune. Il 56% ha apprezzato poi i materiali informativi forniti, anche se per un altro 32% questi ultimi hanno avuto un valore relativo, mentre per il 12% dei partecipanti hanno avuto valore scarso. Il 48% dei rispondenti ha giudicato che il **gruppo di partecipanti** fosse ben rappresentativo degli stakeholders della città, mentre un altro 48% non si è espresso in modo particolarmente positivo né negativo in merito. L'80% si è ritenuto soddisfatto della **conduzione d'insieme** degli incontri da parte dello staff di facilitazione e moderazione. Il 68% ha dichiarato di aver avuto adeguati spazi e tempi per esprimere la propria opinione e il 72% si è detto soddisfatto delle metodologie partecipative proposte.

Con riferimento alla valutazione **dell'utilità di queste iniziative per l'Amministrazione**, si sono confermate le percentuali raccolte nel primo sondaggio: il 64% dei rispondenti ritiene che queste iniziative di partecipazione siano decisamente molto utili per sensibilizzare la cittadinanza riguardo all'emergenza climatica e alla crisi ambientale, il 16% che siano abbastanza utili, mentre il 20% che lo siano poco o nulla. Parallelamente, l'80% ritiene che sarebbe decisamente utile per l'Amministrazione di Brescia potenziare queste iniziative di partecipazione e coinvolgimento di cittadini e stakeholders nel processo decisionale, e il 12% abbastanza utile.

8. STIMA DEGLI INVESTIMENTI DEL PAC

8.1. STRUTTURA DEL MONITORAGGIO

Nel presente capitolo si riportano tutte le stime economiche effettuate per la realizzazione delle Azioni Bandiera, che trovano il loro dettaglio in ogni singola scheda dell'azione (ALLA07 del PAC). Questi importi si aggiungo agli impegni economici che l'Amministrazione Comunale ha già definito per i singoli strumenti già approvati e in corso di attuazione.

Azione 1 RICUCIRE BRESCIA: L'AMBITO DELLA STAZIONE Masterplan/ Studio di prefattibilità	100.000 €
Azione 2 TOGLIERE L'ASSEDIO: IL CASTELLO COME LUOGO DI MOBILITÀ PROTETTA Studio per la disciplina e la regolamentazione dell'accessibilità e delle are di sosta del Colle Cidneo PFTE per la rigenerazione ambientale e fruitiva di percorsi, spazi aperti e verde Attivazione nuove ZTL: realizzazione di varchi elettronici	50.000 € 100.000 € 100.000 €
Azione 3 ISOLE AMBIENTALI NEI QUARTIERI DOCFAP Realizzazione della riqualificazione di Via Divisione Acqui Gratuità del TPL in città per i residenti under 18 del Comune di Brescia	150.000 € 1.200.000€ 2'600'000€/anno
Azione 4 PAC MANAGER Affidamento incarico professionista esterno per il servizio completo di Energy manager per la durata di 2 anni 1 Report monitoraggio PAC 1 Report monitoraggio MEI del PAESC	25.000 €/anno 10.000 € 10.000 €
Azione 5 AGRICOLTURA INNOVATIVA Studio di fattibilità per la valorizzazione e l'accesso al mercato dei servizi ecosistemici: - Step 1 - Realizzazione dello Studio - Step 2 - Definizione delle azioni da realizzare sulla base degli esiti dello studio (Step 1): definito dopo lo step 1 Realizzazione di azioni operative da parte dell'Associazione Fondiaria Monte Maddalena Rinnovo dell'Accordo tra Comune di Brescia e l'istituto Tecnico Agrario Statale G. Pastori - Integrazione 1) - Integrazione 2)	10.000 € 215.000 € 20.000 €/anno 30.000 €/anno
Azione 7 ATTIVITA' DI COINVOLGIMENTO E CONSULTAZIONE CONTINUA SUL PAC DELLA CITTADINANZA E DEI SOGGETTI ORGANIZZATI DELLA SOCIETA' CIVILE DI BRESCIA Anno 2026 Anno 2027	30.000 € 40.000 €

Anno 2028	40.000 €
Anno 2029	40.000 €
Anno 2030	40.000 €
Azione 7 Percorsi partecipativi di co-progettazione per specifiche azioni progettuali del PAC	
Anno 2026	30.000 €
Anno 2027	40.000 €
Anno 2028	40.000 €
Anno 2029	40.000 €
Anno 2030	40.000 €
Azione 8 Infrastrutture verdi	
Stesura del Profetto di fattibilità tecnico economico e Progetto esecutivo	400.000 €
Per esproprio delle aree private	1.500.000 €
Recupero fondi per la realizzazione delle opere	3.500.000 €
Conduzione manutentiva	800.000 €
Azione 9 Nuova Greenway fra il Parco del Mella ed il Parco delle Cave	
Redazione del DOCFAP	350.000 €
Azione 10 Diffusione delle CACER	
Costituzione della CER del Comune di Brescia	30.000 €
Azione 11 Verso una Brescia con edifici a zero emissioni inquinanti	
Promuovere la sostituzione delle caldaie in pompe di calore	100.000 €/anno
Azione 12 Riqualificazione energetica ERP	
Sottoscrizione di un Partenariato Pubblico Privato e Realizzazione di interventi di efficientamento energetico di 3 edifici ERP	2 milioni €
Recupero incentivo Conto Termico 3.0: 65% dell'investimento	3 milioni €
Azione 13 Efficientamento energetico del patrimonio edilizio comunale	
Scuola Ungaretti – riqualificazione e recupero incentivo del CT3.	3 milioni €
Nuova Scuola Primaria - realizzazione e recupero incentivo del CT3	3 milioni €
Azione 14 Muoversi nell'ombra: Rete di rifugi climatici	
Prima mappatura dei rifugi climatici e divulgazione alla cittadinanza	30.000 €
Attività di continuo aggiornamento della mappatura	10.000 €/anno
Inserimento di 5 interventi annui per l'ampliamento della rete di rifugi climatici	150.000 €/anno
Azione 15 USA e RIUSA	
Integrazione nel sistema bibliotecario urbano della biblioteca degli oggetti	20.000 €
Potenziamento poli del riuso	200.000 €
Sostegno alle attività di quartiere e mobilità sostenibile: 50.000 € x 5 zone = 250.000 € / anno (in questo budget è incluso anche il sostegno al progetto Cibo&Bici contenuto nella scheda azione 26 "Cultura del Cibo")	250.000 €/anno
Azione 16 La cultura del cibo	
Programmi di educazione alimentare nelle scuole e Patto per il Cibo	30.000 €
Introduzione pratiche di prevenzione sprechi e monitoraggio scarti	30.000 €
Promozione delle iniziative del terzo settore e compostaggio nei vari quartieri	250.000 €

9. SISTEMA DI MONITORAGGIO

9.1. PROCESSO DI ATTUAZIONE DEL PIANO

Si prevede di avviare un **Sistema di Monitoraggio del Piano Aria e Clima** che ha l'obiettivo di assicurare un processo di valutazione costante e programmato che evidenzi i punti di forza e le criticità del Piano e che ne possa favorire un continuo miglioramento e controllo. Il Sistema di monitoraggio permetterà la corretta gestione, il continuo aggiornamento, il rafforzamento degli obiettivi stabiliti e la quantificazione in fase attuativa dei target.

Utilizzare gli indicatori per monitorare le azioni implica la necessità di raccogliere, in modo organico e continuativo, una notevole quantità di dati e informazioni. Risulta quindi indispensabile avviare un percorso di interlocuzione, indagine e confronto sul territorio e con il territorio per raccogliere informazioni e indicazioni, sia di tipo quantitativo che qualitativo, circa gli interventi di qualità dell'aria, mitigazione e adattamento realizzati o in progetto. Oltre ai dati per la costruzione di indicatori sarà opportuno prevedere una raccolta dati attraverso interviste/somministrazione di questionari rivolto a tecnici, decision maker e stakeholder.

La selezione degli indicatori per la composizione del sistema di monitoraggio è lo strumento di base che consente la verifica periodica del raggiungimento di risultati intermedi e funziona come campanello di allarme nel momento in cui si renda necessario ed evidente una modifica o un aggiornamento delle azioni o dei risultati attesi del Piano.

Il sistema di monitoraggio proposto per il PAC è basato sull'adozione di appositi indicatori raggruppati nelle seguenti categorie:

- **Indicatori di processo/attuazione** delle Azioni Bandiera in grado di evidenziare l'effettiva e progressiva realizzazione delle azioni programmate, il loro stato di avanzamento e la loro coerenza con le tempistiche e i costi previsti dalle stesse azioni. Per tutte le altre azioni saranno definiti gli indicatori nella loro fase di attuazione.
- **Indicatori di contesto** in grado di descrivere sinteticamente il contesto e le sue evoluzioni nel tempo nella direzione indicata dagli obiettivi generali del PAC (si riferiscono al quadro conoscitivo).

In fase di implementazione del monitoraggio si definirà la procedura operativa e le azioni correttive e relative tempistiche di attivazione da adottare in caso di non scostamenti rispetto agli obiettivi previsti.

9.2. STRUTTURA DEL MONITORAGGIO

Il Sistema di monitoraggio qui descritto affronterà il processo di attuazione della Vision e quindi delle azioni previste dal PAC all'anno 2030. Sarà inoltre supportato anche da tutti i processi dei Piani che costituiscono l'elemento fondante del presente Piano, in particolare i seguenti strumenti vigenti comunali:

- Strategia di transizione climatica
- Piano d'azione per l'energia e il clima
- Piano urbano della mobilità sostenibile
- Piano del verde e della biodiversità
- Piano di emergenza comunale
- Piano del governo del territorio e la sua Variante Generale in corso

Si prevede un **Primo Report di monitoraggio nel 2028**, che dovrà approfondire in particolare:

- **Per il Pilastro Aria:** approvazione e avvio di attuazione del Piano regionale della qualità dell'aria attualmente in corso di redazione;
- **Per il Pilastro Mitigazione:** in linea con il monitoraggio del PAESC del Comune di Brescia;
- **Per il Pilastro Adattamento:** sarà conclusa l'attuazione delle azioni introdotte dalla STC Un Filo Naturale.

Successivamente all'anno 2030 sarà redatto il **Report intermedio** in cui si darà conto dell'attuazione del PAC e dei risultati raggiunti quantificando gli indicatori di Piano di seguito elencati. Si dovrà inoltre analizzare il raggiungimento degli obiettivi definiti nella Vision così da valutare il rilancio del PAC all'anno 2040, considerando il contesto normativo, pianificatorio e tecnologico evoluto nel frattempo. Saranno quindi definite le Linee strategiche che rappresenteranno il punto di partenza per l'Aggiornamento del PAC proiettandolo al 2040.

9.3. INDICATORI DI CONTESTO

Oltre al monitoraggio e dei risultati raggiunti dalle Azioni previste dal PAC, i Report di monitoraggio procederanno a mappare e stimare gli Indicatori di Contesto che consentono di restituire un quadro della qualità dell'aria, benefici delle azioni di mitigazione e gli effetti delle azioni in ambito di adattamento, così da mappare i cambiamenti intercorsi e i risultati raggiunti anche rispetto agli Scenari di Piano. Per ogni tipologia di "Città" infatti, sarà restituita una descrizione qualitativa e quantitativa dello stato utilizzando sia anche dati pubblici disponibili sia collaborando con i soggetti che hanno accompagnato il processo di PAC, così da avere un quadro più completo possibile. Di seguito si riportano alcuni indicatori di contesto che si ritengono prioritari, ma potranno essere integrati durante il processo di attuazione del PAC.

9.3.1. Indicatori Città per le persone (pilastro "Aria – qualità della vita")

Indicatori emissioni gas inquinanti

- Riduzione emissioni NO_x (t/anno)
- Riduzione emissioni PM10 (t/anno)

Indicatori concentrazioni gas inquinanti nelle stazioni cittadine

- Concentrazioni di NO₂ rispetto ai limiti di breve e lungo periodo previsti dalla normativa vigente

- Concentrazioni di PM10 rispetto ai limiti di breve e lungo periodo previsti dalla normativa vigente
- Concentrazioni di PM2.5 rispetto ai limiti di breve e lungo periodo previsti dalla normativa vigente
- Concentrazioni di O₃ rispetto ai limiti di breve e lungo periodo previsti dalla normativa vigente

Azioni associati:

- Ricucire Brescia: l'ambito della stazione
- Togliere l'assedio: il castello come luogo di mobilità protetta
- Isole ambientali
- Infrastrutture verdi
- Riforestazione urbana
- Nuova Greenway fra il Parco del Mella ed il Parco delle Cave
- Verso una Brescia con edifici a zero emissioni inquinanti

9.3.2. Indicatori Città efficiente – Pilastro “Emissioni e mitigazione”

Indicatori aspetti energetici:

- Riduzione dei consumi energetici (MWh/anno)
- Aumento della potenza installata da impianti fotovoltaici (kWp)
- Valore degli interventi di efficientamento (euro)

Azioni associati:

- Diffusione delle CACER
- Verso una Brescia con edifici a zero emissioni inquinanti
- ERP
- Efficientamento energetico del Patrimonio edilizio comunale

Indicatori bilancio anidride carbonica

- Riduzione CO₂ media annuale emessa (t/anno)
- Aumento CO₂ media annuale assorbita (t/anno)

Azioni associati:

- Diffusione delle CACER
- Verso una Brescia con edifici a zero emissioni inquinanti
- ERP
- Efficientamento energetico del Patrimonio edilizio comunale
- Infrastrutture verdi
- Riforestazione urbana

9.3.3. Indicatori Città Oasi e Città Spugna – Pilastro “Adattamento ai cambiamenti climatici”

Indicatori aspetti idraulici

- Volume di acqua meteorica drenata (mc)

Azioni associati:

- Colpo di Spugna
- Acque pulite

Indicatori aspetti microclimatici

- • Variazione temperatura media dei luoghi di intervento prima e dopo la loro realizzazione

Azioni associati:

- Muoversi nell'ombra
- Riforestazione Urbana
- Ricucire Brescia: l'ambito della stazione

Indicatori patrimonio naturale e biodiversità

- Concentrazione di sostanza organica nei suoli
- Nuova superficie permeabile (mq)

Azioni associati:

- Riforestazione Urbana
- Infrastrutture verdi