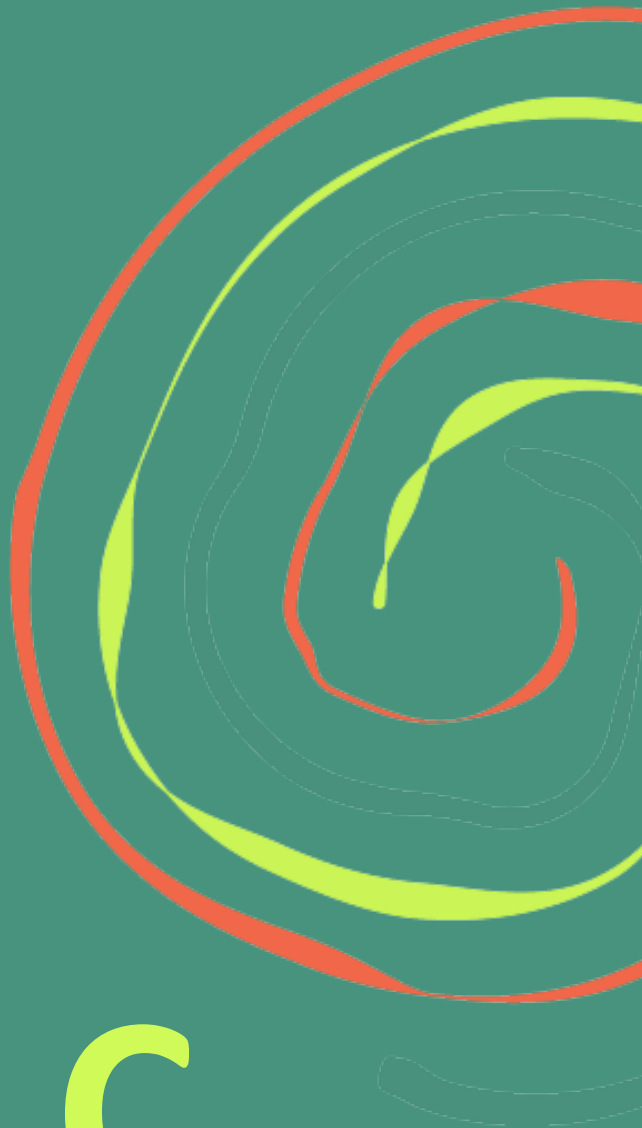




Brescia,
La Tua Città
Europea.



P IANO A RIA C LIMA

Allegato 5:

Monitoraggio PAESC



Patto dei Sindaci
per il Clima e l'Energia



COMUNE DI BRESCIA

PAESC



Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima **1° Report di Monitoraggio**

Gli estensori del PAESC:



TerrAria srl
Via Melchiorre Gioia 132
Milano

Comune di Brescia

Laura Castelletti _ Sindaca

Camilla Bianchi _ Assessora alla Transizione Ecologica, Ambiente, Verde e Politiche Energetiche

Claudio Bresciani _ Dirigente Responsabile Settore Sostenibilità Ambientale

Melida Maggiori _ Settore Sostenibilità Ambientale

Maria Luisa Venuta _ Settore Sostenibilità Ambientale

TerrAria srl _ estensore del Piano di Mitigazione del PAESC e delle Diagnosi energetiche

Giuseppe Maffei _ Responsabile del progetto

Luisa Geronimi _ Referente tecnico e supporto alla stesura del Monitoraggio del Piano di Mitigazione del PAESC

Alice Bernardoni _ Elaborazione dati e stesura del Monitoraggio del Piano di Mitigazione del PAESC

Indice

0. INTRODUZIONE	5
1. MONITORAGGIO DEL PAESC DI BRESCIA	7
1.1 METODOLOGIA	7
1.1.1 SIRENA20	7
1.1.1 I fattori di emissione	8
1.2 RACCOLTA DATI	9
1.2.1 Gli operatori del sistema ETS	10
1.3 ANALISI DEI CONSUMI	11
1.3.1 Gli edifici comunali	11
1.3.2 L'illuminazione pubblica	12
1.3.3 Il parco veicoli comunale	12
1.3.4 Il trasporto pubblico locale	13
1.3.5 I consumi elettrici rilevati dal distributore	15
1.3.6 I consumi di gas naturale rilevati dal distributore	16
1.3.7 I consumi di calore/freddo rilevati dal gestore del teleriscaldamento e teleraffrescamento	17
1.4 CONFRONTO TRA I DATI DELL'INVENTARIO REGIONALE E I DATI REPERITI DAI DISTRIBUTORI ENERGETICI	18
1.4.1 Il confronto dei consumi di energia elettrica	18
1.4.2 Il confronto dei consumi di gas naturale	19
1.4.1 Il confronto dei consumi di calore da teleriscaldamento	20
1.5 ANALISI DELLA PRODUZIONE LOCALE DI ENERGIA	21
1.5.1 La produzione locale di energia elettrica	21
1.5.2 La produzione locale di calore da teleriscaldamento	23
1.6 BEI del PAESC: 2010	25
1.7 MEI del PAESC: 2023	31
1.7.1 I consumi energetici finali	31
1.7.2 Le emissioni totali	34

1.8	TREND ENERGETICO – EMISSIVO	36
2.	GRADO DI ATTUAZIONE DEL PIANO DI MITIGAZIONE.....	40
2.1	SCENARIO AGGIORNATO del PAESC	40
2.2	CALCOLO dell'OBIETTIVO di RIDUZIONE delle EMISSIONI	40
2.3	PAESC APPROVATO	41
2.3.1	Gli effetti del PAESC	42
3.	AZIONI del PAESC	44
3.1	Azioni del Piano di mitigazione	44
3.1.1	Azioni di dettaglio	44
3.1	Azioni del Piano di adattamento	48

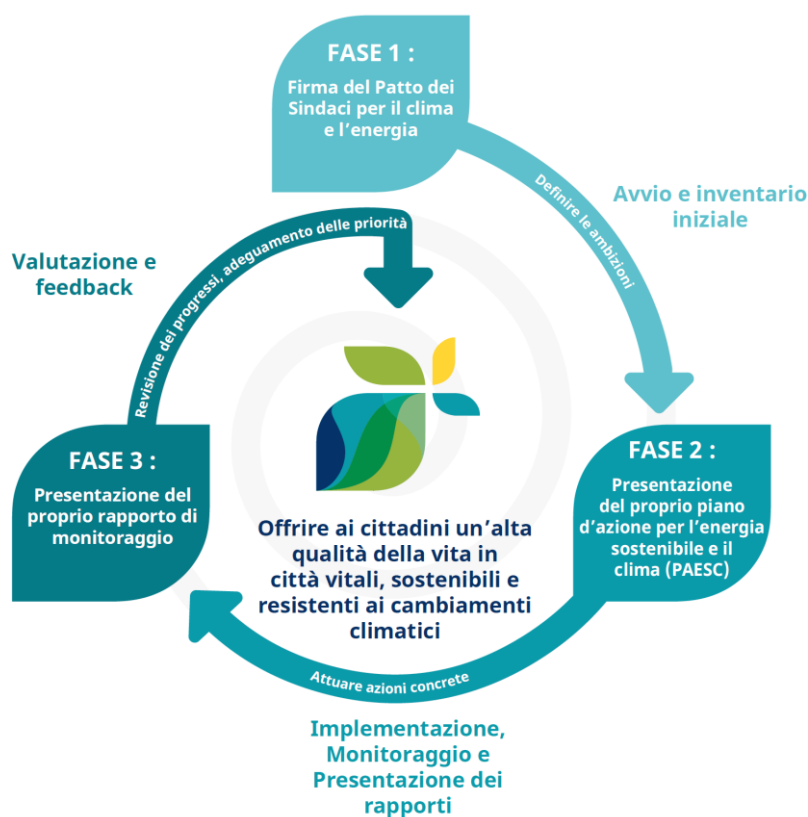
0. INTRODUZIONE

Il Comune di Brescia ha aderito al Patto dei Sindaci per l'energia e il clima con la Delibera di Consiglio Comunale n. 60 del 19 giugno 2020, il PAESC è stato approvato dal Consiglio Comunale il 24 maggio 2021, nel Piano d'Azione il Comune si impegna a ridurre le emissioni procapite di anidride carbonica presenti al 2010 (anno BEI) del -50% entro il 2030 escludendo il settore produttivo (industria non ETS + agricoltura).

Il PAESC è stato quindi conseguentemente trasmesso alla Commissione Europea tramite il modulo online (Fase 2 - Figura O-1)) all'interno dell'area riservata del sito del Patto dei Sindaci (www.eumayors.eu).

A seguito dei controlli effettuati dal JRC, la sezione di mitigazione del PAESC è stata accettata e approvata dal Covenant of Mayors Technical Helpdesk in data 02 agosto 2022, contestualmente alla pubblicazione del relativo Feedback Report. La sezione di adattamento del PAESC è stata valutata e in merito il JRC ha inviato all'AC un "Precontact adaptation message" a seguito del quale è stato redatto un documento ad integrazione del PAESC che sottolinea come una parte significativa dei contenuti del "Piano di adattamento" della città di Brescia siano contenuti nella Strategia di Transizione climatica e che questa strategia completa ed integra i contenuti del PAESC e che i due strumenti pertanto, tenendo conto dell'altro, cercano di non sovrapporsi. Infatti il Comune di Brescia ha approvato il "Piano d'Azione per l'energia e il clima (PAESC)" (in data 24 maggio 2021) 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 del PAESC, mentre quest'ultimo rappresenta un approfondimento circa la pianificazione della mitigazione delle emissioni di anidride carbonica.

Come mostrato nello schema nella figura seguente, la Fase 3 del Patto dei Sindaci prevede la periodica presentazione di Rapporti di Attuazione (Implementation Report): in particolare, la relazione di monitoraggio delle azioni dev'essere presentata ogni due anni dalla data di presentazione del PAESC al Covenant of Mayors e ogni quattro anni comprensiva anche dell'aggiornamento dell'Inventario delle Emissioni (MEI - Monitoring Emission Inventory - Monitoraggio delle Emissioni).

Figura 0-1: iter di approvazione del PAESC (fonte: Linee guida per la stesura del PAESC)

Il Report di Monitoraggio del PAESC procede su due binari distinti:

- Aggiornamento dell'inventario energetico-emissivo del 2010 (BEI) utilizzato nel PAESC come punto di partenza e costruzione del MEI al 2023 a partire dai dati dei distributori territoriali di energia elettrica, gas naturale e teleriscaldamento;
- Monitoraggio del grado di attuazione del PAESC (monitoraggio delle azioni), verificando al contempo la conformità dei risultati intermedi a fronte degli obiettivi previsti.

1. MONITORAGGIO DEL PAESC DI BRESCIA

1.1 METODOLOGIA

L'Emission Inventory è l'inventario delle emissioni annue di CO₂ relative agli usi energetici finali attribuibili ad attività di competenza diretta e/o indiretta dell'AC. Alle prime fanno capo i consumi energetici del patrimonio edilizio pubblico, dell'illuminazione pubblica, del parco veicolare dell'Ente Comunale e del TPL. Alle seconde si riferiscono le emissioni del patrimonio edilizio privato, del terziario, delle piccole e medie imprese (non ETS), dell'agricoltura e del trasporto in ambito urbano che risulti regolato dalle attività pianificatorie e regolatorie dell'AC. L'indagine conoscitiva condotta sul territorio approfondisce sia i dati di banche dati di livello nazionale/regionale/provinciale (SIRENA20, INEMAR, Atlasole/Atlaimpianti, CENED, CURIT, AIRU) sia di livello comunale (dati del distributore di energia elettrica, dati del distributore gas naturale, altri dati di consumo, dati sul patrimonio edilizio privato, attività produttive, attività commerciali, etc.).

1.1.1 SIRENA20

Come anno di riferimento per il **MEI del PAESC è stato scelto il 2023** per due principali motivi: la pronta disponibilità dei dati di monitoraggio energetico del patrimonio pubblico da parte dell'AC di Brescia e la necessità di fare una fotografia energetica post-pandemia il più vicino possibile all'orizzonte temporale del PAESC.

Il primo passo per la costruzione del MEI al 2023 è la determinazione dei consumi energetici finali suddivisi per vettore (combustibile) e per settore (residenziale, terziario, edifici pubblici, illuminazione pubblica, settore produttivo, trasporto privato, settore agricolo e trasporto pubblico).

Un primo livello di stima è basato sulla banca dati SIRENA20 messa a disposizione da Regione Lombardia a livello di dettaglio comunale e per la parte pubblica sulla base dei dati raccolti dagli Uffici Tecnici Comunali.

La Banca Dati SIRENA20 (acronimo di Sistema Informativo Regionale ENergia e Ambiente) è realizzata, gestita ed aggiornata da ARIA per conto di Regione Lombardia. Tale Banca Dati nasce nel 2007 con il preciso obiettivo di monitorare i consumi e le diverse modalità di produzione e trasmissione/distribuzione di energia sul territorio lombardo, parametri cruciali per la competitività e la sostenibilità ambientale. Con questo obiettivo, garantendo un alto grado di aggiornamento dei dati e la loro restituzione in piena trasparenza con un innovativo servizio su internet, il sistema fornisce tutte le informazioni che, ai diversi livelli territoriali e rispetto ai diversi ambiti di interesse, consentono di ricostruire le dinamiche energetiche della Lombardia. SIRENA20 rappresenta quindi la fonte principale per ricostruire i consumi energetici e le relative emissioni per i Comuni localizzati in Regione Lombardia,

consentendo di acquisire a livello di dettaglio comunale il quadro generale dei consumi per vettore (energia elettrica, gas naturale, gasolio, benzina, etc.) e per settore (residenziale, terziario, industria non ETS, trasporto urbano e agricoltura) dal 2005 al 2012, per il 2017, per il 2019 e per il 2021. Per la stesura di questo MEI è stato utilizzato l'aggiornamento al 2022 (dati non ancora pubblici).

Pur utilizzando Banche Dati con il massimo dettaglio spaziale disponibile, per scendere a scala comunale sono però necessari processi di disaggregazione che possono necessitare di una taratura/correzione a livello comunale; a tale scopo sono stati quindi richiesti i dati rilevati dai distributori locali di energia elettrica e gas naturale e dal gestore della rete di teleriscaldamento.

1.1.1 I fattori di emissione

Il passaggio da consumi energetici a emissioni avviene attraverso i fattori di emissione dell'IPCC (Intergovernmental 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. I dati quindi che fanno riferimento al MEI al 2023 sono espressi in tonnellate di CO₂ come quelli che fanno riferimento al BEI del PAES. Il fattore di emissione dell'energia elettrica viene calcolato a partire da quello medio regionale al 2010 **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. Sul territorio comunale sono presenti due centrali di teleriscaldamento:

- La centrale Lamarmora localizzata nella zona sud della città, consta di un gruppo in assetto cogenerativo combinato con turbina a vapore a contropressione e generatore di vapore, attualmente alimentato con gas naturale (precedentemente consumava anche olio combustibile e carbone poi abbandonati, in un primo tempo l'olio combustibile e in un secondo anche il carbone)
- La centrale Nord, costituita da caldaie semplici.

Dalla redazione del PAESC, per cui si era concordato con A2A, gestore della rete di Teleriscaldamento, la metodologia di calcolo del fattore di emissione del calore legato al termovalorizzatore di Brescia sulla base della Norma UNI EN 15316-4-5 del febbraio 2018, è successivamente entrato in vigore il 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 utilizzata in precedenza.

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**, valore superiore rispetto a quanto calcolato come da Norma UNI per l'anno 2010 e pari a 0.0237 tCO₂/MWh e 0.0401 tCO₂/MWh per il 2018; i fattori di emissione dei 3 anni considerati non sono coerenti e quindi non paragonabili e quindi in accordo con

A2A si è deciso di ricalcolare con la nuova DR i fattori di emissione del calore da teleriscaldamento per gli anni 2010 e 2018 per paragonarne l'andamento.

I fattori di emissione ricalcolati sono i seguenti:

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

Tabella 1-1: Fattori di emissione di alcuni dei principali combustibili (Fonte: IPCC 2006)

FATTORI DI EMISSIONE [t CO ₂ /MWh]		
VETTORI		FE
Combustibili fossili	Gas naturale	0.202
	GPL	0.227
	Olio combustibile	0.267
	Gasolio	0.267
	Benzina	0.249
	Carbone	0.342
	Rifiuti e biogas	0
Energie rinnovabili	Olio vegetale	0
	Biocarburanti	0
	Altre biomasse	0
	Solare termico	0
	Geotermia	0

Si precisa che, secondo le Linee Guida del JRC, nella definizione degli scenari energetico-emissivi sono state escluse le emissioni riconducibili alla produzione di energia (perché considerate negli usi finali di energia elettrica), alle attività produttive ETS e ai trasporti "nazionali" (autostrade e strade extraurbane).

1.2 RACCOLTA DATI

Accanto all'analisi delle banche dati regionali, che ha permesso di creare il contesto energetico emissivo del MEI, l'AC è stata coinvolta direttamente nella raccolta dei materiali disponibili relativi a:

- ✔ patrimonio immobiliare pubblico;
- ✔ illuminazione pubblica;
- ✔ parco veicoli comunale;
- ✔ trasporto Pubblico Locale;
- ✔ consumi energetici rilevati dai distributori locali di energia;
- ✔ diffusione delle fonti energetiche rinnovabili sul territorio comunale.

Il contesto comunale è stato poi ulteriormente definito integrando le informazioni ricevute dall'AC con i dati diffusi dai soggetti responsabili di diversi aspetti particolari del sistema energetico-emissivo regionale, nazionale ed europeo di seguito elencati:

- ✔ dati sugli impianti di produzione di energia disponibili sulla piattaforma Atlaimpianti, gestita dal GSE;
- ✔ dati in merito alla produzione di calore da teleriscaldamento della rete gestita da A2A S.p.A.;
- ✔ informazioni su eventuali impianti che rientrano nel sistema ETS, gestito dall'Unione Europea.

1.2.1 Gli operatori del sistema ETS

Analizzando i dati disponibili relativi al sistema ETS, il sistema di scambio di quote di emissione dell'Unione Europea, sul quale si fonda la politica dell'UE per contrastare i cambiamenti climatici, è possibile individuare oltre alle centraline del teleriscaldamento (TLR), tre impianti attivi (due acciaierie e una centrale termoelettrica), riportati nella tabella sottostante, ricadenti nel territorio comunale di Brescia.

Tabella 1-2: Impianti ETS localizzati nel territorio comunale di Brescia e relative emissioni verificate al 2023 (Fonte: EU, MASE)

IMPIANTI ETS NEL COMUNE DI BRESCIA							
ID	Nome impianto	Titolare	Indirizzo	Classificazione ETS	Emissioni CO ₂ 2010 [t]	Emissioni CO ₂ 2018 [t]	Emissioni CO ₂ 2023 [t]
IT – A - 189	Centrale Lamarmora	A2A	Via Lamarmora 230	Combustion_installation_thermal > 20 MW	247'679	205'652	
IT – A-191	Centrale Nord	A2A	Via Branze 60	Combustion_installation_thermal > 20 MW	14'038	4'688	
IT – A-195	ALFA Acciai Spa	Alfa Acciai Spa	Via San Paolo 152	Production_pig_iron_steel_casting_installations	106'580	131'493	
IT – A-194	ORI Martin Spa	ORI Martin Spa	Via Canovetti 13	Production_pig_iron_steel_casting	96'784	100'700	
IT – A - 188	Centrale Termoelettrica	Edison Next Spa	Via Fiume 3	Combustion_installation_thermal > 20 MW	16'901	9'591	
TOTALE					481'982	452'124	

Come indicato dalle Linee Guida per la redazione del PAESC, le emissioni dirette legate ai consumi energetici dei soggetti inclusi nel sistema ETS, così come era stato per il BEI, **non devono essere considerate nel MEI**, appunto perché già oggetto delle politiche e degli obiettivi legati al sistema internazionale di scambio delle emissioni. Avendo utilizzato i dati forniti dai distributori di energia alla

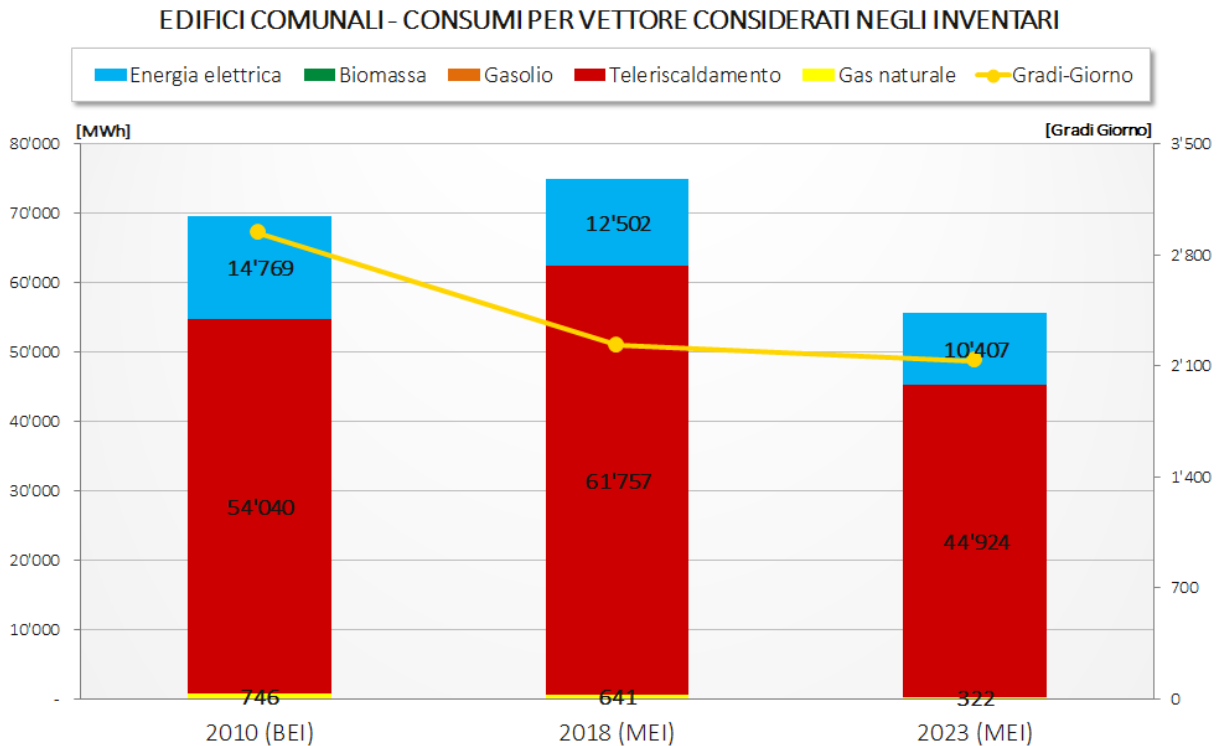
rete cittadina per ricostruire i consumi termici dei settori privati da considerare nel MEI, si ritiene che i consumi termici dei soggetti ETS (e dunque le relative emissioni dirette) siano già esclusi, in quanto generalmente il rifornimento di energia di soggetti di questa dimensione non avviene attraverso le reti di distribuzione cittadina.

1.3 ANALISI DEI CONSUMI

1.3.1 Gli edifici comunali

Per l'elaborazione dei dati consumo degli edifici comunali sono stati utilizzati i dati desunti dal BEI e dal MEI del PAESC al 2010 e al 2018 mentre per il MEI introdotto dal Monitoraggio al 2023, per gli edifici allacciati alla rete di teleriscaldamento sono stati utilizzati i consumi comunicati da A2A Energia; per gli altri consumi termici e per i consumi elettrici sono stati utilizzati i dati trasmessi per la dichiarazione del Comune al FIRE (Federazione Italiana Risparmio Energetico) al 2023 e quelli comunicati da A2A calore ed Unareti trasmessi dall'AC.

Figura 1-1: andamento dei consumi termici ed elettrici per gli edifici pubblici di Brescia negli anni 2010, 2018 e nel 2023
(fonte: dati comunali, nostra elaborazione)

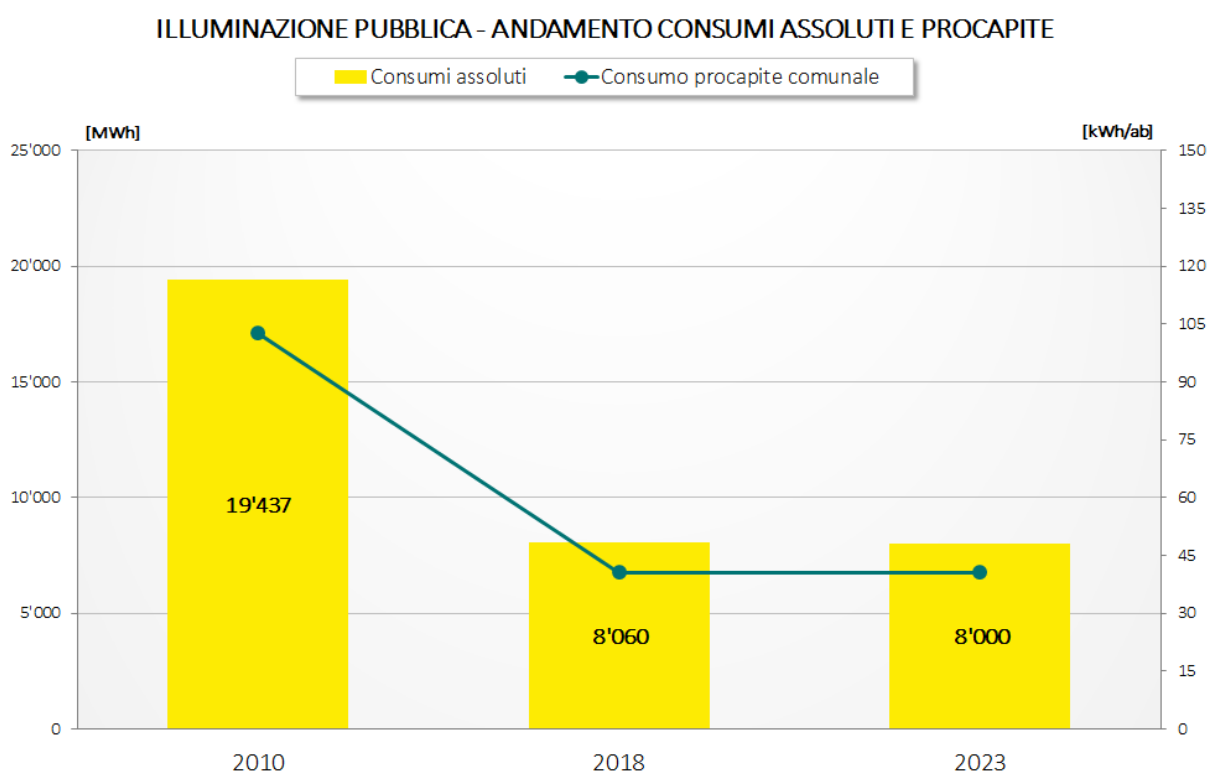


In generale si nota una riduzione dei consumi tra 2010 e 2023 per tutti i vettori rilevati: il consumo di gas naturale diminuisce del 57%, quelli di energia elettrica del 30%, i consumi di calore da teleriscaldamento calano del 17% rispetto a quelli del 2010 e del 27% rispetto al 2018.

1.3.2 L'illuminazione pubblica

I consumi di energia elettrica imputabili all'amministrazione pubblica sono stati raccolti dagli Uffici tecnici, nel grafico vengono mostrati i consumi al 2010, anno BEI del PAESC, e al 2018 oltre ai consumi al 2023 necessari al calcolo di questo MEI.

Figura 1-2: consumi di energia elettrica per l'illuminazione pubblica (fonte: PAESC, dati comunali, nostra elaborazione)



Dal grafico emerge una netta riduzione dei consumi tra il 2010 e il 2018 ed un'ulteriore, lieve, riduzione tra il 2018 e il 2023, dall'analisi risulta evidente la sostituzione del parco lampade presente nel 2010 e il termine dei lavori di efficientamento dell'intero impianto avviato dal 2013 in poi.

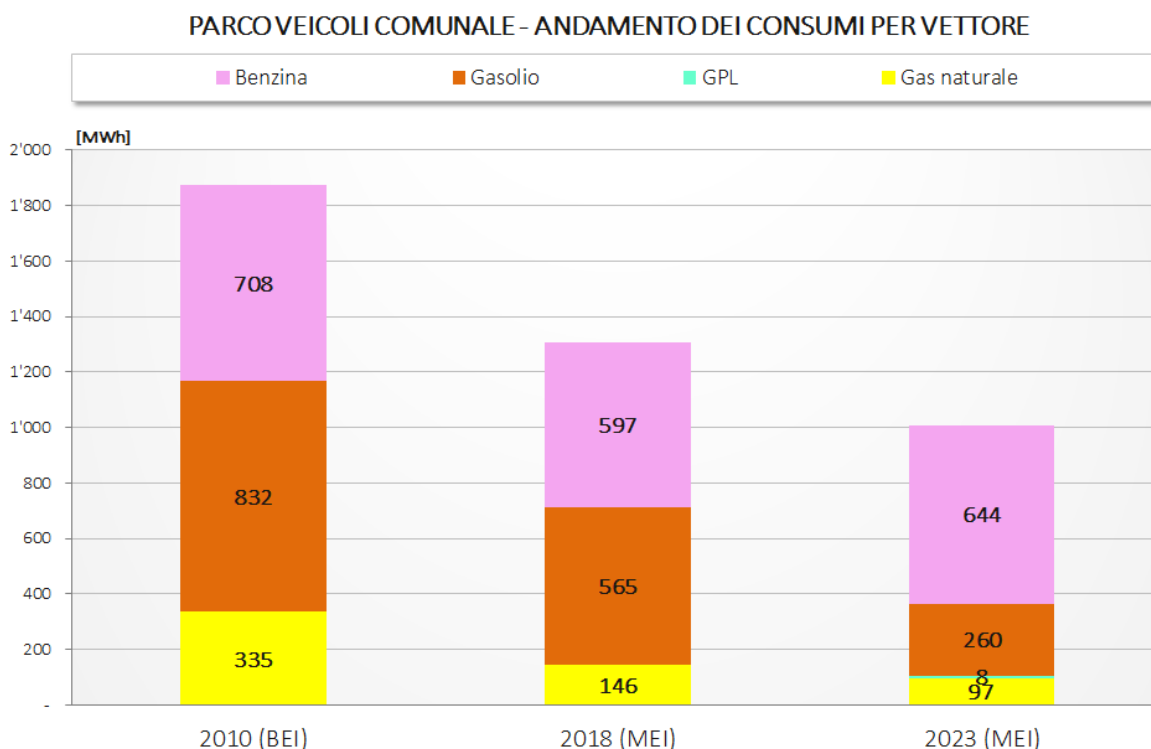
1.3.3 Il parco veicoli comunale

Il parco dei veicoli comunali del Comune di Brescia per l'anno 2023 è composto da mezzi a noleggio e mezzi di proprietà, quelli a noleggio sono 71 di cui 28 alimentati a gas metano, 1 a diesel, 36 ibridi, 4 a benzina e 2 a GPL, la Polizia Locale possiede 9 autocarri di cui 8 a diesel e 1 a benzina, 47 motoveicoli a benzina e 91 autoveicoli di cui 5 elettrici, 34 a gasolio, 8 a metano e 44 a benzina, gli altri uffici comunali

hanno a disposizione, di proprietà, 8 autocarri di cui 2 elettrici e 6 a diesel, 17 autoveicoli di cui 4 a metano, 6 a gasolio e 7 a benzina.

Tra l'anno 2010 (BEI) e il 2023 MEI si nota una riduzione netta dei consumi che calano del 46%, in particolare i consumi di gas naturale diminuiscono del 71%, quelli di gasolio del 69% circa, quelli di benzina del 9%. Nel 2023 si registrano anche consumi di GPL. E' in corso l'ammodernamento del parco mezzi comunali anche attraverso l'utilizzo di auto elettriche.

Figura 1-3: consumi per vettore del parco mezzi comunale al 2010, al 2018 e al 2023 (fonte: Comune di Brescia, nostra elaborazione)



1.3.4 Il trasporto pubblico locale

I dati relativi al TPL comunale sono stati comunicati all'AC da Brescia Mobilità.

Il parco mezzi del TPL è composto da 222 mezzi di cui 29 a gasolio, 191 a metano e 2 ibridi, la percorrenza complessiva di tutti i mezzi, compresa la metro per il 2023 è stata pari a 8'022'240 km per i bus alimentati combustibili tradizionali e 1'601'910 km per i vettori elettrici legati alla percorrenza della metro.

I dati di consumo sono stati estrapolati dalle informazioni relative alla composizione del parco autobus nei tre anni di riferimento, le percorrenze chilometriche annuali, i consumi specifici per ogni categoria di mezzo forniti da Arpa Lombardia e/o ricavati da altre fonti ufficiali quali INEMAR.

Tabella 1-3: consumi energetici del parco autobus del servizio di trasporto pubblico locale a Brescia al 2010, 2018 e 2023
(fonte: dati comunali – nostra elaborazione)

CONSUMI ENERGETICI DEL PARCO AUTOBUS DEL TPL NEL BEI E NEL MEI								
Vettore	Classe Euro	N° veicoli			Consumi [MWh]			
		2010	2018	2023	2010	2018	2023	Trend
Gasolio	Tot classi Euro	84	25	29	8'626	2'402	3'087	-72%
Totale gasolio		84	25	29	8'626	2'402	3'087	-72%
Gas naturale		106	175	191	13'656	20'469	33'905	+84%
Ibridi elettrici		4	6	2	272	371	108	-60%
TOTALE		194	206	222	26'740	29'516	36'252	+10%

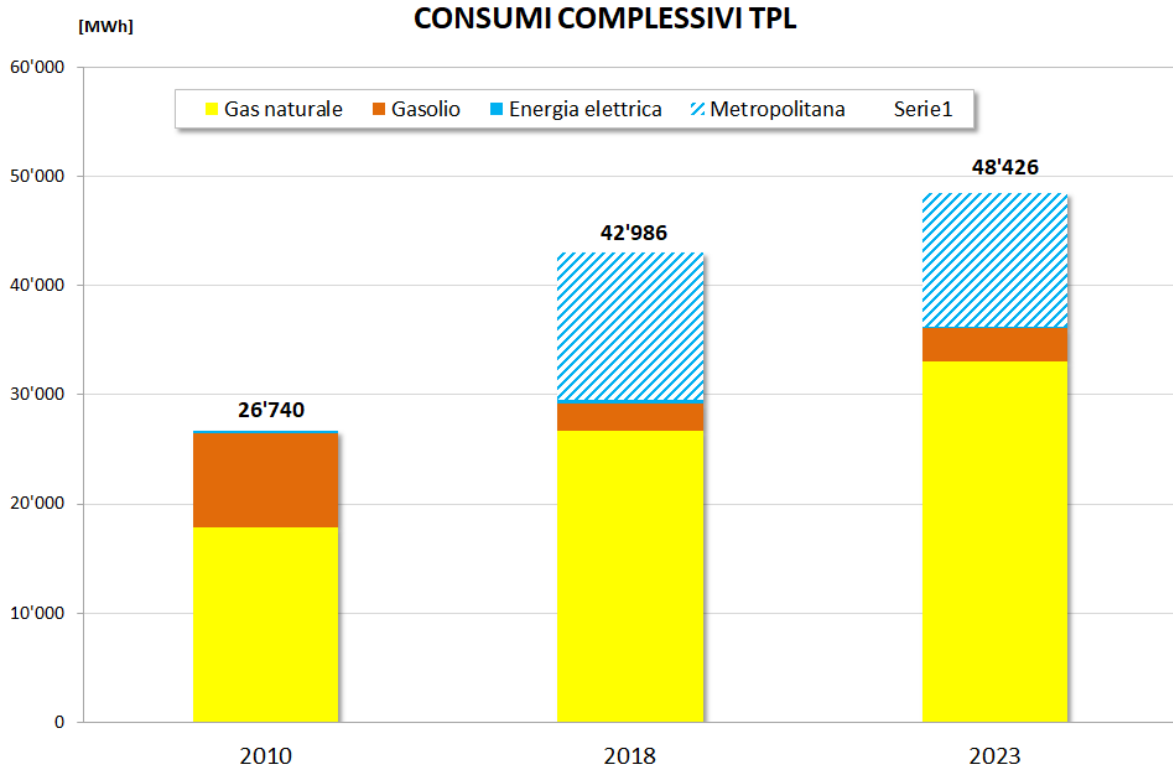
Tra il 2023 e il 2018, così come era già stato rilevato tra il 2010 e il 2018, si nota un ulteriore incremento dei consumi dei combustibili tradizionali oltre ad un incremento imputabile all'ampliamento del servizio della metropolitana.

Dalla tabella si nota un decremento dei consumi di gasolio (-72% tra il 2010 e il 2023), un incremento dei consumi di gas metano (+84%), i consumi dei veicoli ibridi diminuiscono invece del -60%, in generale i consumi registrano un incremento del 10%. I consumi della metropolitana tra il 2010 e il 2023 registrano un incremento notevole e pari all'88%.

Tabella 1-4: consumi in MWh del TPL per vettore a Brescia nel 2010, 2018 e 2023 (fonte: dati comunali-nostra elaborazione)

ANNO	METROPOLITANA	ENERGIA ELETTRICA	GAS NATURALE	GASOLIO	CONSUMO TOTALE [MWh]
2010	-	272	17'841	8'626	26'740
2018	13'470	371	26'743	2'402	42'986
2023	12'175	108	33'057	3'087	48'426

Figura 1-4: andamento dei consumi di gas naturale, gasolio e energia elettrica del settore dei trasporti pubblici (fonte: nostra elaborazione)



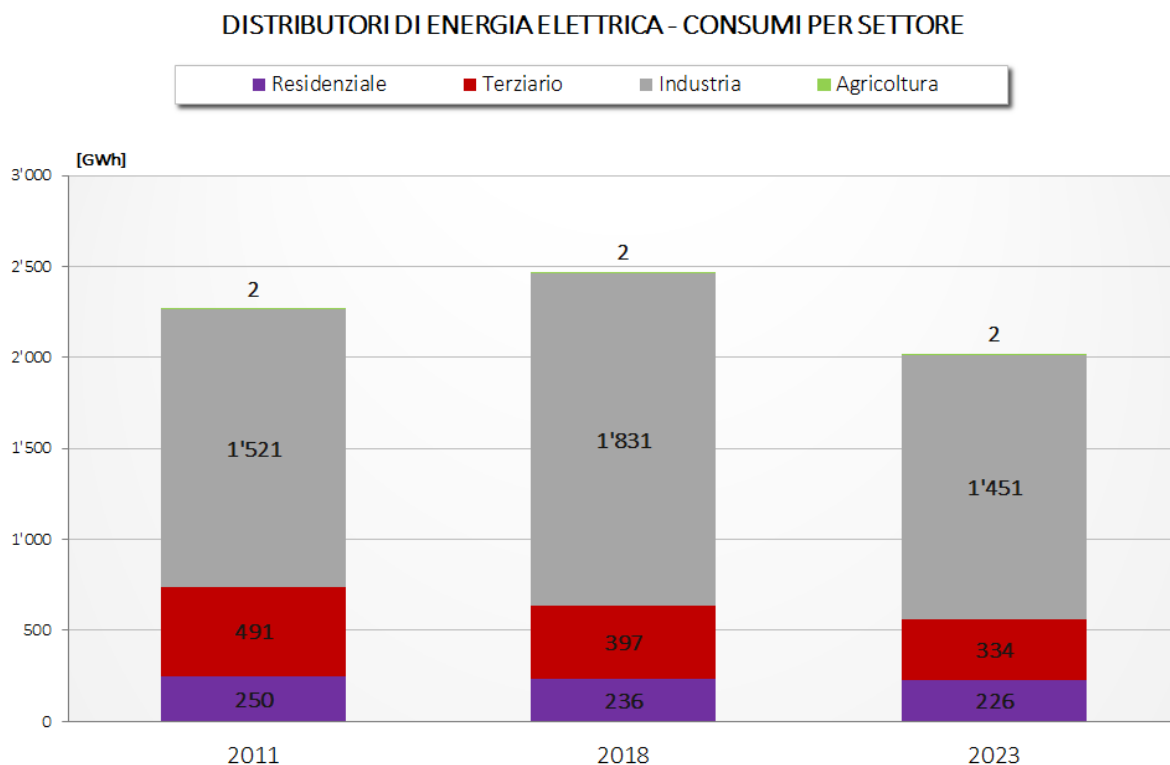
1.3.5 I consumi elettrici rilevati dal distributore

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. Per quanto riguarda la categoria "Altre utenze", il distributore ha fornito un'ulteriore disaggregazione per i dati del triennio 2016-2018 che ha permesso di suddividere tali consumi nei diversi settori di interesse (residenziale, terziario, industria e agricoltura), i consumi al 2023 sono stati suddivisi tenendo fisse le proporzioni calcolate per i dati al 2018. I consumi sono stati comunicati così suddivisi:

- ✓ usi diversi Alta Tensione;
- ✓ usi diversi Bassa Tensione;
- ✓ usi diversi Media Tensione;
- ✓ ricarica veicoli elettrici;
- ✓ illuminazione pubblica;
- ✓ consumi domestici con un'ulteriore suddivisione rispetto alle utenze intestate al Comune di Brescia (usi diversi Media Tensione, usi diversi Bassa Tensione e domestici).

I consumi imputabili all'illuminazione pubblica e del terziario comunale in questa fase di analisi vengono conteggiati insieme a quelli del settore terziario. Di seguito si riporta un grafico per mostrare l'andamento dei consumi di energia elettrica negli anni di riferimento per BEI e MEI.

Figura 1-5: Consumi energia elettrica nel 2011, 2018 e 2023 (Fonte: Unareti S.p.a, nostra elaborazione.)



In generale i consumi tra il 2011, assunti come consumi BEI 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.

1.3.6 I consumi di gas naturale rilevati dal distributore

Per l'elaborazione dei dati relativi ai consumi di gas naturale sono stati utilizzati i dati presenti nel PAESC per il 2010 e per il 2018, per il 2023 sono stati elaborati dai dati forniti da Unareti S.p.a.

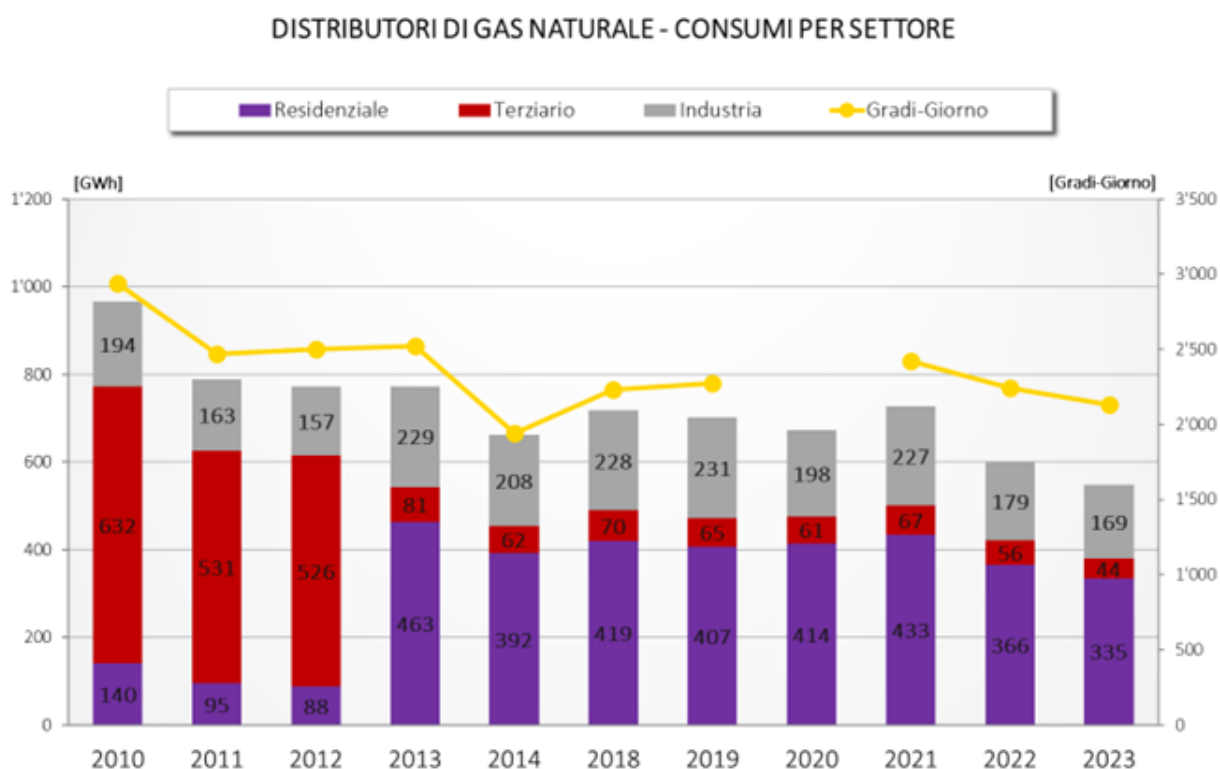
La suddivisione in categorie d'uso per il 2023 è la seguente:

- ✓ C1: Riscaldamento;
- ✓ C2: Uso cottura cibo e/o produzione di acqua calda sanitaria;
- ✓ C3: Riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria;
- ✓ C4: Uso condizionamento;

- ✓ C5: Uso condizionamento + riscaldamento;
- ✓ T1: Uso tecnologico (artigianale-industriale);
- ✓ T2: Uso tecnologico.

Dal grafico seguente si può notare una netta differenza nella distribuzione dei consumi per settori tra 2010, il 2011 e il 2012 e gli anni successivi, tale differenza è legata alla classificazione dei consumi stabilita dall'autorità per l'energia (cambiata tra il 2012 e il 2013).

Figura 1-6 Consumi complessivi di gas naturale dal 2010 al 2023 per settore, confrontati con l'andamento dei Gradi-Giorno (Fonte: Unareti SpA, nostra elaborazione)

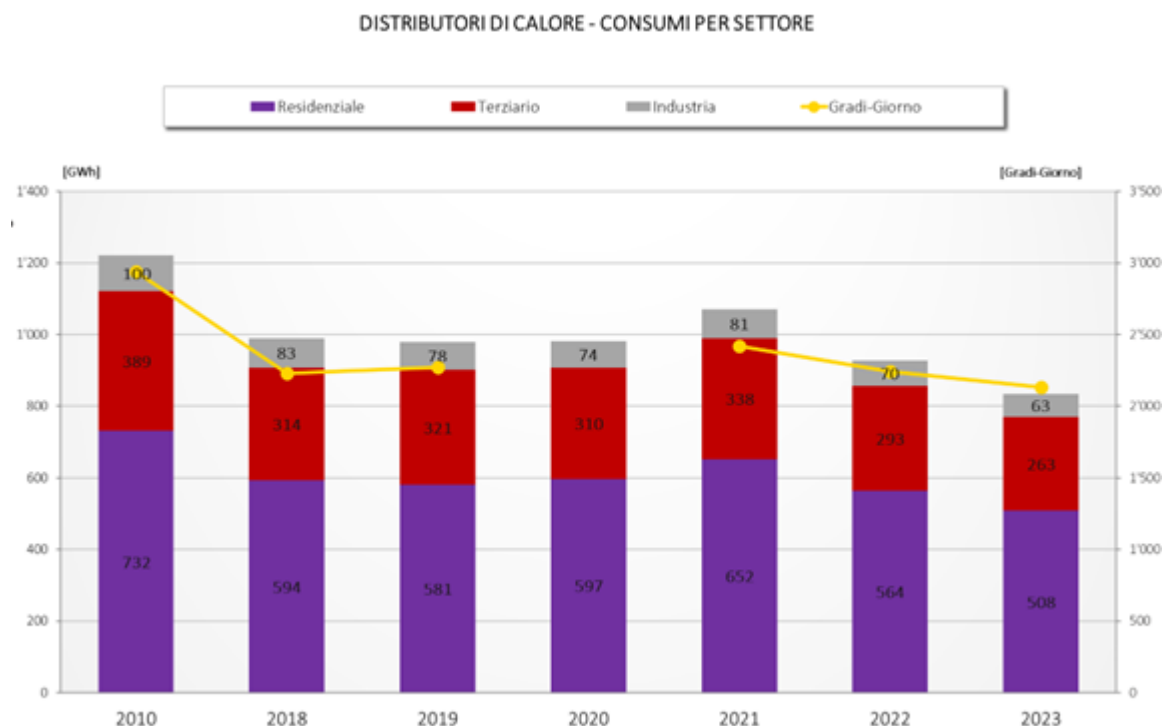


Nel 2023 si conferma il trend di decrescita dei consumi complessivi, tra il 2010 e il 2023 il calo è pari al -43%, tra il 2018 e il 2023 al -24%. Confrontando il BEI con il MEI si può notare un incremento dei consumi del settore residenziale, un forte decremento dei consumi del settore terziario e uno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

1.3.7 I consumi di calore/freddo rilevati dal gestore del teleriscaldamento e teleraffrescamento

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.

Figura 1-7: Energia termica erogata dal 2010 al 2023 per tipologia di utenza, confrontati con l'andamento dei Gradi-Giorno (fonte: A2A SpA, nostra elaborazione)



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.

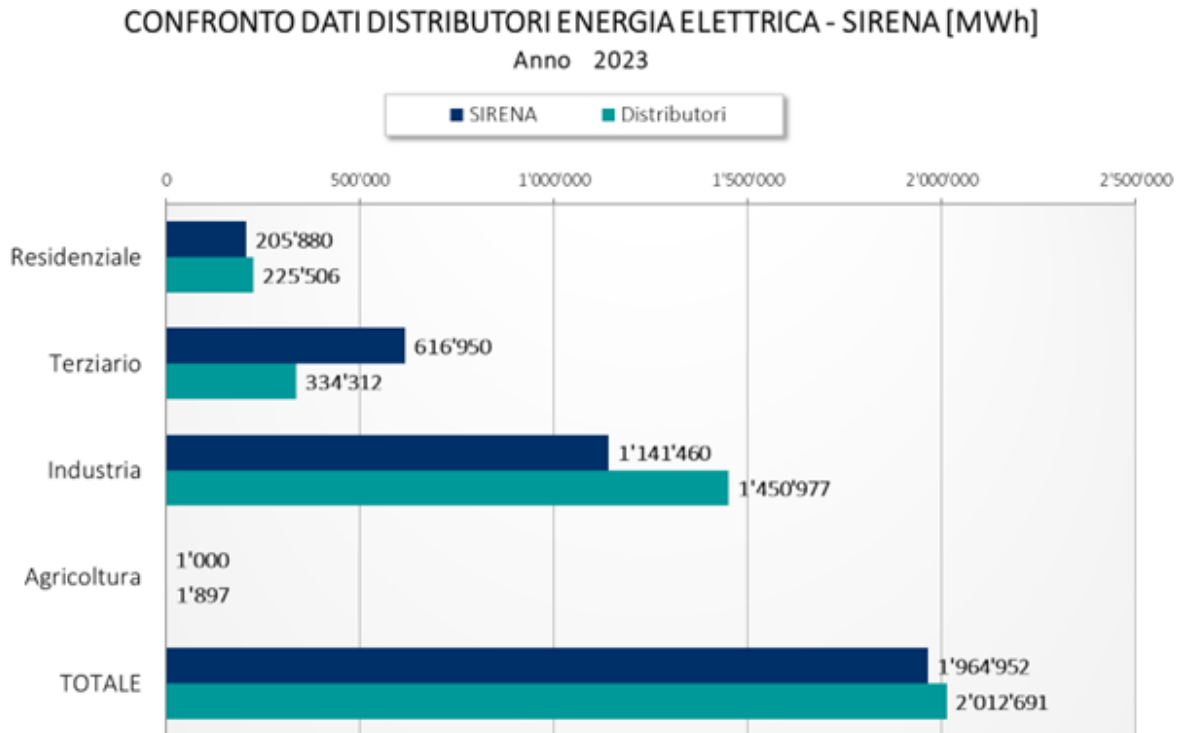
Per ulteriori approfondimenti sulla rete di teleriscaldamento del comune di Brescia si rimanda al paragrafo 1.5.2 dove si riporta un'analisi speditiva del mix energetico utilizzato per la produzione di calore, allo scopo di determinare il fattore di emissione da associare a tali consumi.

1.4 CONFRONTO TRA I DATI DELL'INVENTARIO REGIONALE E I DATI REPERITI DAI DISTRIBUTORI ENERGETICI

1.4.1 Il confronto dei consumi di energia elettrica

In questo paragrafo sono messi a confronto i consumi comunicati dal distributore locale con quelli desunti da SIRENA20 allo scopo di costruire un inventario dei consumi il più possibile vicino al reale contesto comunale. L'anno scelto per il confronto è il 2023, l'ultimo anno di aggiornamento di SIRENA20 è il 2022.

Figura 1-8: Confronto tra i dati forniti dal distributore locale di energia elettrica e quelli desunti da SIRENA20 (Fonte: UnaReti SpA, SIRENA20)

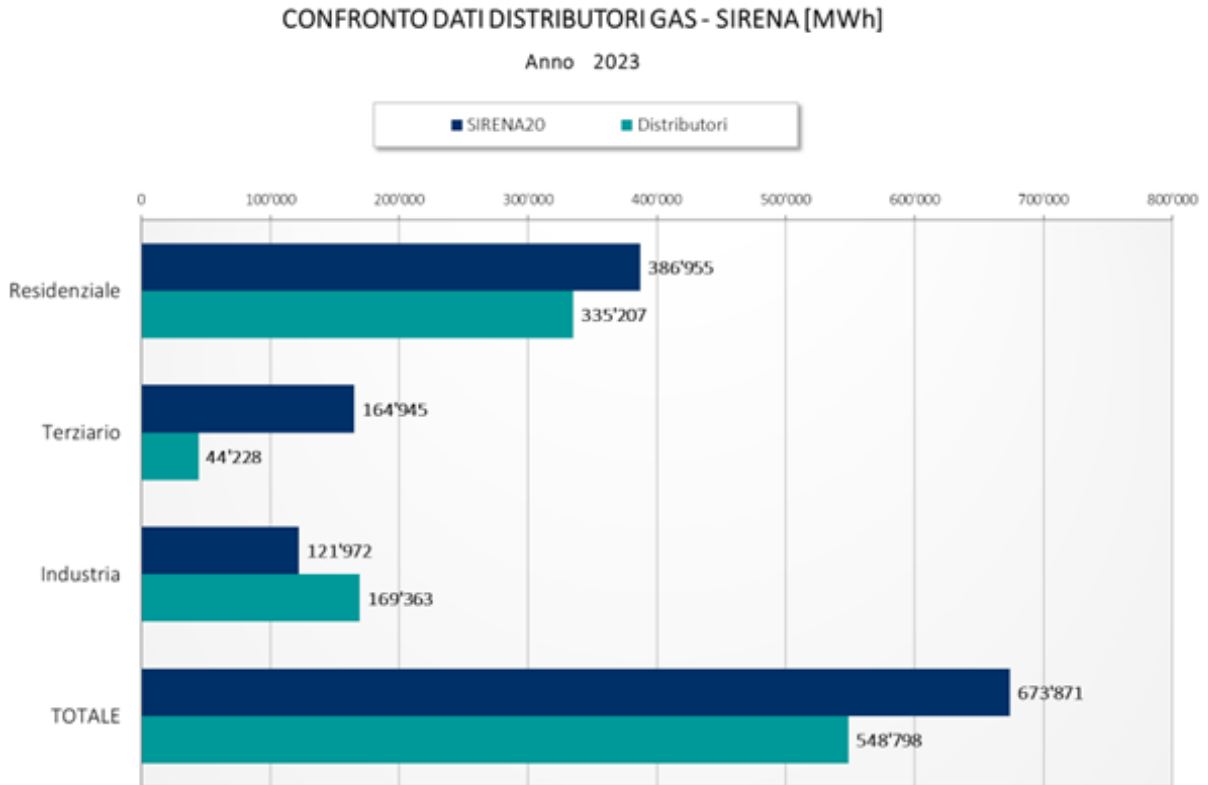


Dal confronto tra i dati del distributore e SIRENA20 non emergono particolari differenze in termini di consumi complessivi, in generale si registra uno **scostamento del -2%** da parte di SIRENA20. I consumi che fanno registrare maggiori differenze sono il **terziario** (circa 84%) e l'**industriale** (-21% per SIRENA). Si consiglia di utilizzare i dati forniti dal distributore

1.4.2 Il confronto dei consumi di gas naturale

Con lo scopo di costruire un inventario dei consumi il più completo e coerente sono stati messi a confronto i dati di consumo forniti dai distributori locali di gas naturale e quelli desunti dall'inventario SIRENA20. L'anno scelto per il confronto è il 2023, l'ultimo anno di aggiornamento di SIRENA20 è il 2022.

Figura 1-9: Confronto tra i dati forniti dal distributore locale di gas naturale e quelli desunti da SIRENA20 (Fonte: Unareti SpA, SIRENA20)



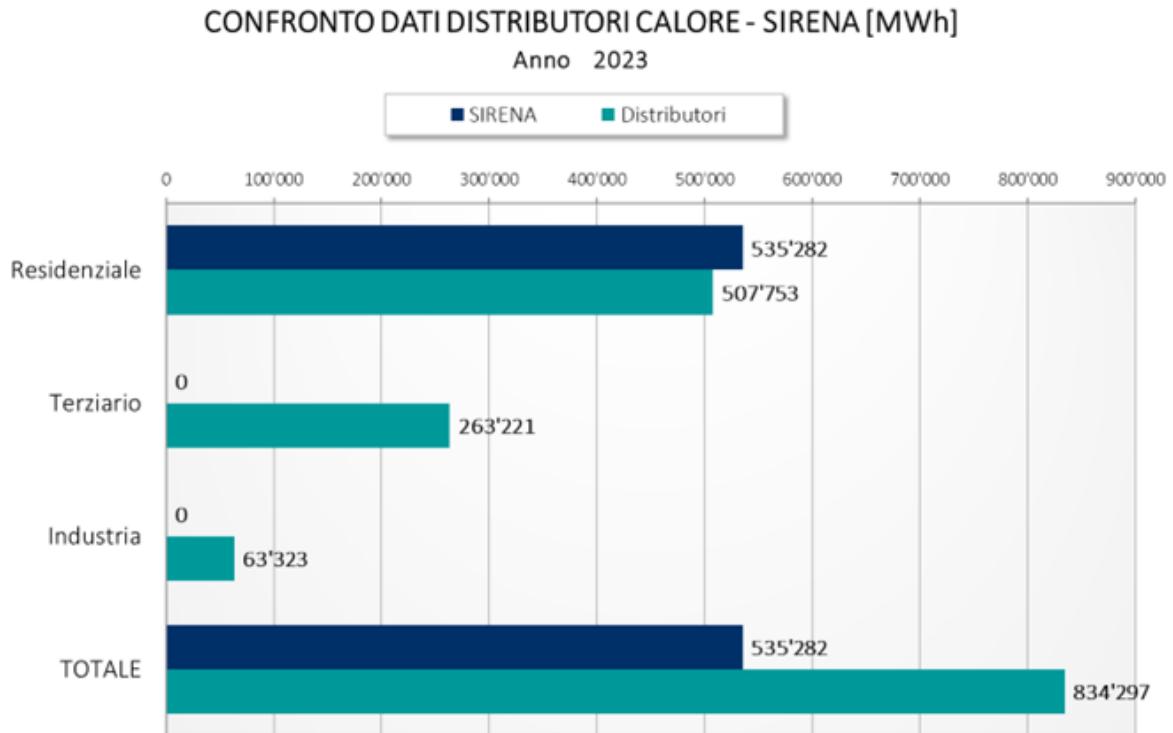
Confrontando i dati del distributore con quelli di SIRENA20 non emergono particolari differenze se non per il settore terziario e, in modo meno marcato, per il settore produttivo. Lo scostamento per il settore residenziale è pari al 15%, per il terziario (oltre il 300%) con sovrastima di SIRENA20 in entrambi i casi mentre per il settore dell'industria la sovrastima del distributore è del 29%. In generale lo scostamento dei consumi totali è del +23% con sovrastima di SIRENA20.

Si consiglia, anche in questo caso, l'utilizzo per la redazione dell'inventario, dei dati forniti dal distributore UnaReti.

1.4.1 Il confronto dei consumi di calore da teleriscaldamento

Anche in questo caso il confronto viene condotto per l'anno 2023.

Figura 1-10: Confronto tra i dati forniti dal distributore locale di calore da teleriscaldamento e quelli desunti da SIRENA20
(Fonte: A2A, SIRENA20)



I dati forniti da A2A con quelli di SIRENA20 non sono del tutto confrontabili in quanto quest'ultima si riferisce solo ai dati del settore residenziale che in ogni caso sono in linea. Anche in questo caso si suggerisce l'utilizzo dei dati forniti da A2A.

1.5 ANALISI DELLA PRODUZIONE LOCALE DI ENERGIA

Come descritto nel paragrafo 1.1.1, nella costruzione del MEI è possibile tenere conto delle riduzioni delle emissioni di CO₂ sul versante della produzione qualora siano presenti sul territorio comunale impianti di produzione locale di energia rinnovabile elettrica e di energia termica. Nei paragrafi successivi sono presentati i dati disponibili sugli impianti presenti nel territorio di Brescia.

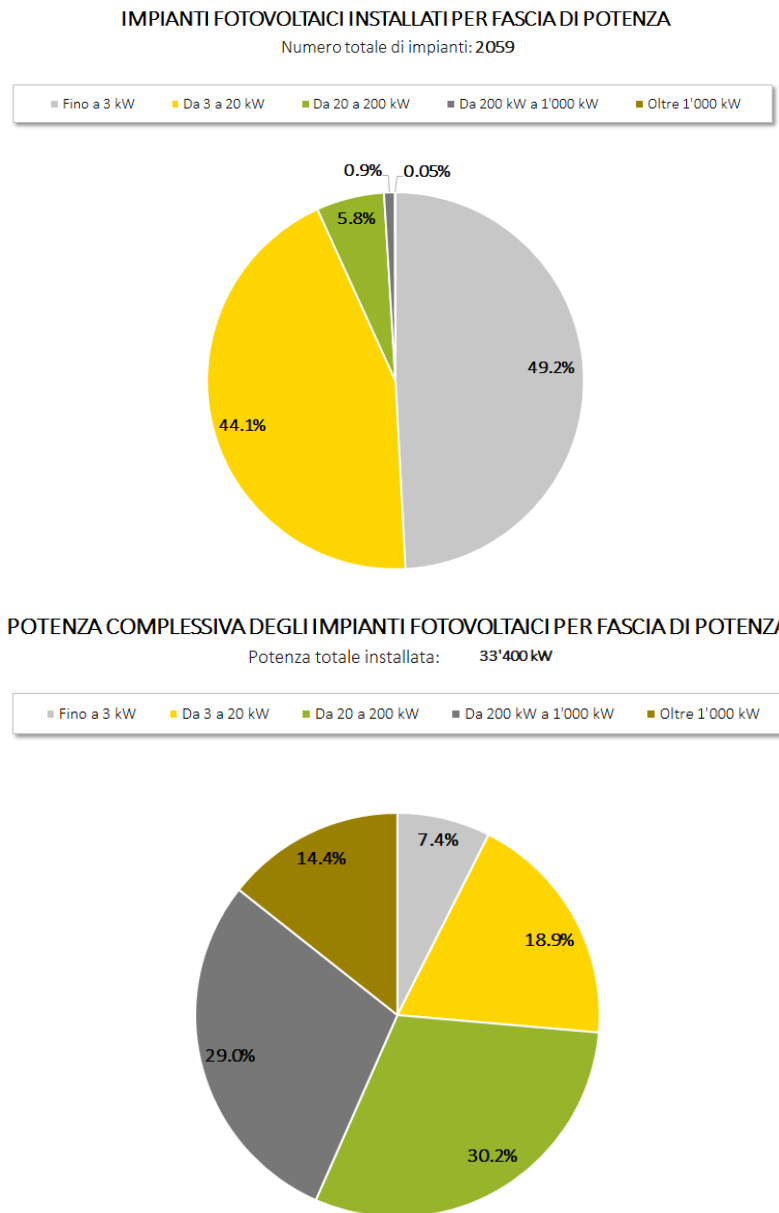
1.5.1 La produzione locale di energia elettrica

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.

I dati riportati nella figura seguente restituiscono il quadro degli impianti fotovoltaici presenti a Brescia a luglio 2021. 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 1-11: numero di impianti e potenza installata per classe di potenza, aggiornamento a luglio 2021 (fonte: nostra elaborazione su dati Atlaimpianti - GSE)



La maggior parte degli impianti installati, il 49%, appartiene alla fascia di potenza tra i 3 e i 20 kW, il 44% degli impianti installati hanno potenza superiore a 3kW ed inferiore a 20 kW, circa il 7% degli impianti installati ha potenza superiore ai 20 kW, sul territorio comunale è presente un impianto con potenza pari a 4'793 kW. Confrontando il numero di impianti installati, 2'059, con il numero degli edifici presenti a Brescia, 16'343, emerge come ci sia margine per l'implementazione di questo tipo di tecnologia, presente solo sul 12% degli edifici presenti sul territorio comunale. Gli impianti in fascia di potenza tra 20 e 200 kW sono quelli che producono la maggior parte della potenza fotovoltaica complessiva (30%) seguiti da quelli nella fascia da 200 a 1'000 kW con il 29%.

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

L'energia idroelettrica è una fonte di energia alternativa e rinnovabile, che sfrutta la trasformazione dell'energia potenziale gravitazionale, posseduta da una certa massa d'acqua ad una certa quota altimetrica, in energia cinetica al superamento di un certo dislivello. Tale energia cinetica viene, infine, trasformata in energia elettrica in una centrale idroelettrica grazie ad un alternatore accoppiato ad una turbina.

1.5.2 La produzione locale di calore da 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 a partire dal 2007.

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

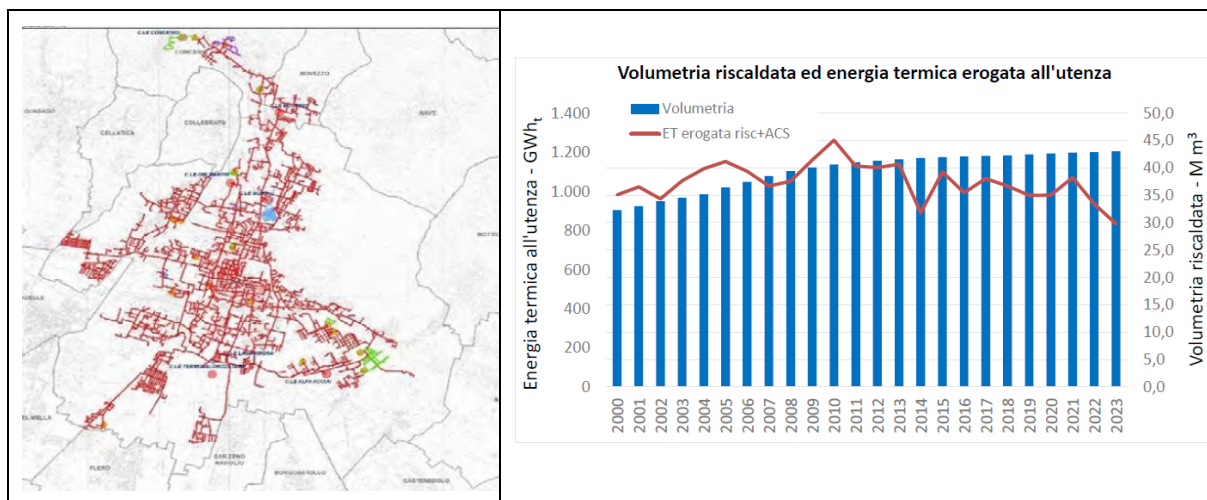
- ✔ la **Centrale Lamarmora**, localizzata nella zona sud della città, consta di un gruppo in assetto cogenerativo combinato con turbina a vapore a contropressione e generatore di vapore, attualmente alimentato con gas naturale (nel 2010 il gruppo consumava anche olio combustibile, nel 2018 anche carbone), a cui si aggiungono tre caldaie semplici alimentate a gas naturale che fungono da integrazione e riserva. A questo polo è collegato, a partire dal 1998, l'impianto combinato di *termoutilizzazione* dei rifiuti e nel corso del 2016 è stato attivato uno scambio termico di recupero calore da una industria metallurgica di Brescia.
- ✔ la **Centrale Nord**, costituita da caldaie semplici.

Esistono inoltre due centrali minori, a nord della città, Bovezzo e Concesio, entrambe allacciate alla rete principale.

Al fine di completare il quadro conoscitivo sull'impianto, nella figura successiva si riporta una rappresentazione della rete di teleriscaldamento attuale, dove è possibile individuare la posizione delle centrali, e un grafico in cui è riportata la volumetria complessivamente allacciata alla rete a partire dalla sua entrata in funzione. Da questo punto di vista si sottolinea che, come riportato nell'annuario 2024

dell'AIRU (Associazione Italiana Riscaldamento Urbano), sono previsti ulteriori allacciamenti alla rete e sono in corso azioni per l'efficientamento della rete e l'incremento del risparmio energetico.

Figura 1-12: Sistema teleriscaldamento di Brescia e evoluzione delle connessioni alla rete (fonte: AIRU 2024)

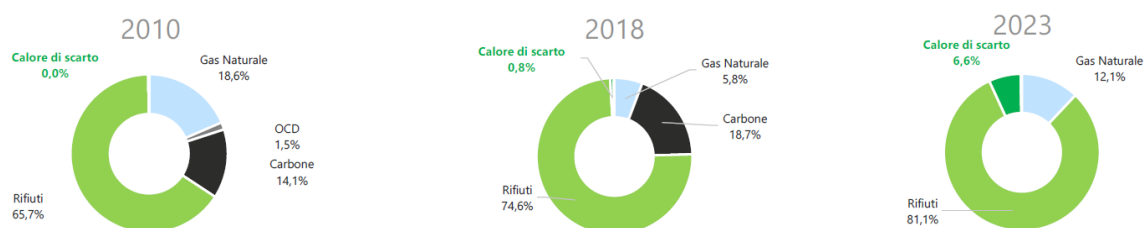


Nel 2023, l'energia erogata alle utenze è stata pari a 834'297 MW termici e 35'494 MW di energia frigorifera, in diminuzione rispetto al 2022. L'estensione della rete, che serve utenze domestiche, del terziario e industriali è invece in espansione, la volumetria riscaldata è pari a 43'032'328 m³, quella 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.

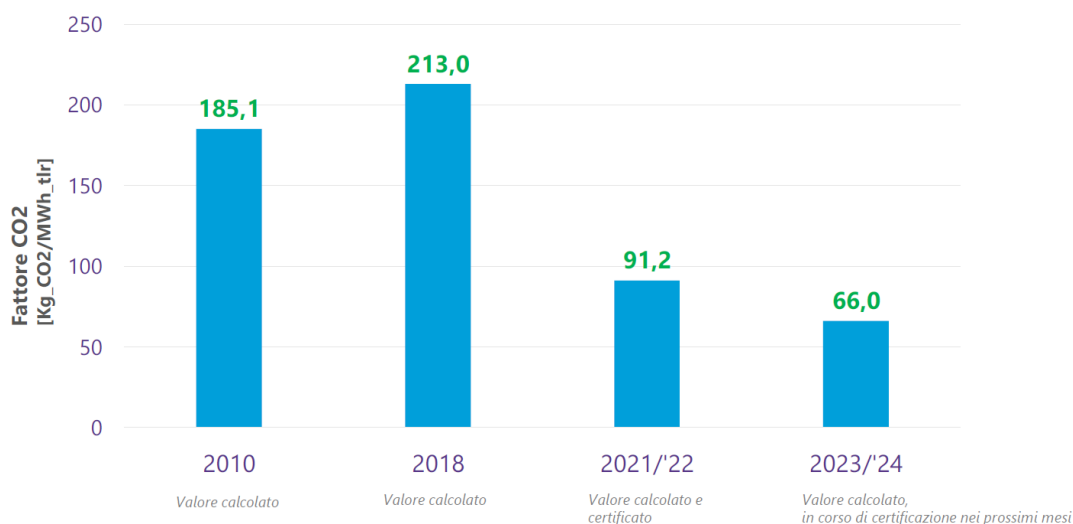
Figura 1-13: ripartizione per vettore dei consumi dell'impianto di teleriscaldamento di Brescia (fonte: A2A Spa)



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). La disponibilità di tale impianto è stata pertanto ridotta 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.

Figura 1-14: andamento del fattore di emissione del calore dell'impianto di teleriscaldamento gestito da A2A Spa a Brescia (fonte: A2A Spa)



Il decremento del fattore di emissione è anche 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.

1.6 BEI del PAESC: 2010

Come anticipato, 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**. Si restituisce quindi una sintesi del contesto dei consumi e delle emissioni del Comune di Brescia al 2010.

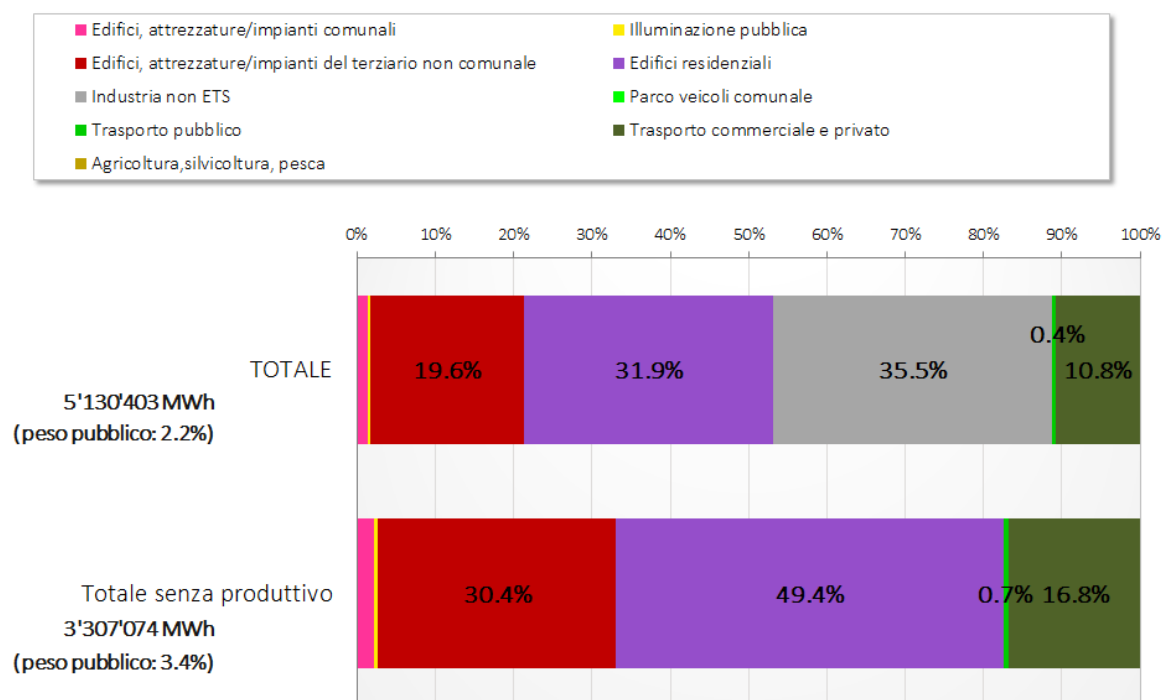
Tabella 1-5: consumi per settore e per vettore all'anno BEI 2010 (fonte: nostra elaborazione da dati PAESC)

BEI - CONSUMI FINALI DI ENERGIA [MWh]													
Settore	Energia elettrica	Riscaldamento/raffrescamento	Combustibili fossili						Energie rinnovabili				TOTALE
			Gas naturale	GPL	Oljo combustibile	Gasolio	Benzina	Altre fonti fossili	Biocarburanti	Biomasse	Energia geotermica	Altre fonti rinnovabili	
EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE:													
Edifici, attrezzature/impianti comunali	14'769	54'040	746	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69'555
Illuminazione pubblica	19'437	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19'437
Edifici, attrezzature/impianti del terziario non comunale	456'174	335'140	193'082	217	0	163	0	0	0	0	19'760	26	1'004'562
Edifici residenziali	249'751	732'077	631'641	314	0	806	0	0	0	3'281	15'808	730	1'634'409
Industria non ETS	1'523'094	100'024	140'108	16'068	5'407	31'736	3	0	0	2'908	3'952	29	1'823'329
Subtotale edifici, attrezzature/impianti e industrie	2'263'226	1'221'282	965'577	16'599	5'407	32'706	3	0	0	6'188	39'519	784	4'551'291
TRASPORTI:													
Parco veicoli comunale	0	0	335	0	0	832	708	0	0	0	0	0	1'875
Trasporto pubblico	272	0	13'656	0	0	8'626	0	0	0	0	0	0	22'554
Trasporto commerciale e privato	6	0	12'237	35'565	0	326'443	156'131	0	24'301	0	0	0	554'683
Subtotale trasporti	279	0	26'227	35'565	0	335'902	156'838	0	24'301	0	0	0	579'112
ALTRO:													
Agricoltura,silvicoltura, pesca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE	2'263'504	1'221'282	991'804	52'164	5'407	368'607	156'841	0	24'301	6'188	39'519	784	5'130'403

Il settore prevalente risulta essere il produttivo (35% dei consumi totali), seguito dal residenziale con il (32%), il terziario non comunale si attesta a circa il 20%, il comparto pubblico ha un peso del 2.2% circa, prevalentemente dovuto ai consumi degli edifici comunali (1.4% del totale). Escludendo il produttivo (industria e agricoltura) dal computo dei consumi si nota come questo comparto incida sul contesto generale, i consumi del settore residenziale si attestano al 49% mentre il terziario non comunale sale al 30%. Il peso del comparto comunale, in questo caso è pari al 3.4%.

Figura 1-15: consumi per settore all'anno BEI 2010 includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: nostra elaborazione da dati PAESC)

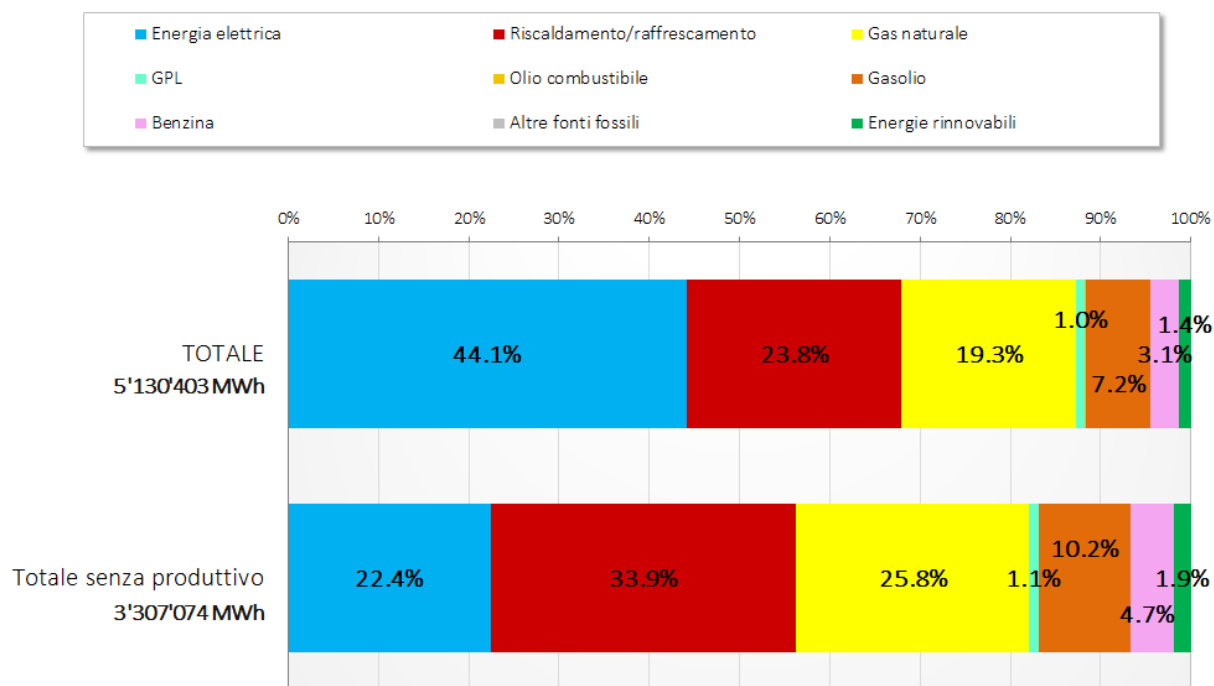
BEI - CONSUMI ENERGETICI PER SETTORE



Analizzando i consumi per vettore, quello prevalente risulta essere l'energia elettrica, con consumi pari al 44% del totale, seguono i consumi di calore da teleriscaldamento con circa il 24%, i consumi di gas naturale si attestano invece al terzo posto con il 19% dei consumi totali. Escludendo il settore produttivo la situazione cambia: il vettore di consumo prevalente diventa il calore da teleriscaldamento con quasi il 34% dei consumi totali seguito dal gas naturale con circa il 26%, i consumi di energia elettrica scendono al terzo posto con 22%.

Figura 1-16: consumi per vettore all'anno BEI 2010 includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: nostra elaborazione da dati PAESC)

BEI - CONSUMI ENERGETICI PER VETTORE



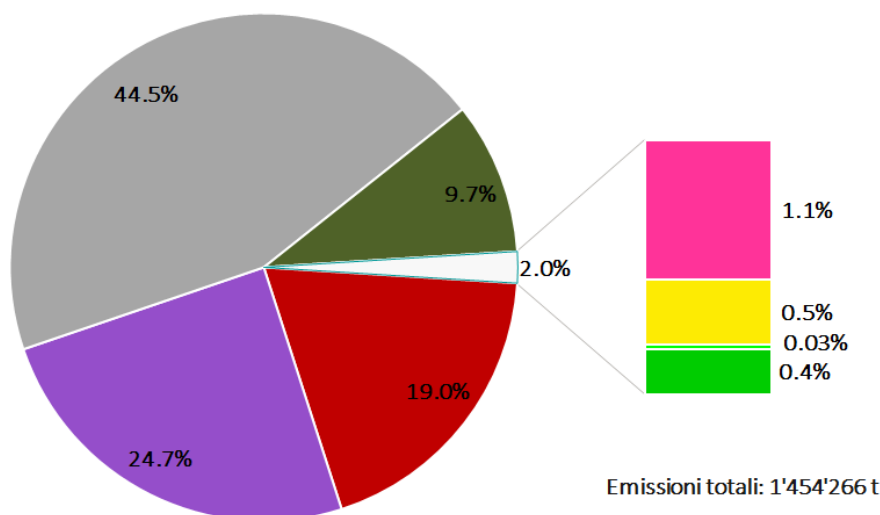
Le emissioni sono invece state ricalcolate con il nuovo fattore di emissione attribuito al calore da teleriscaldamento.

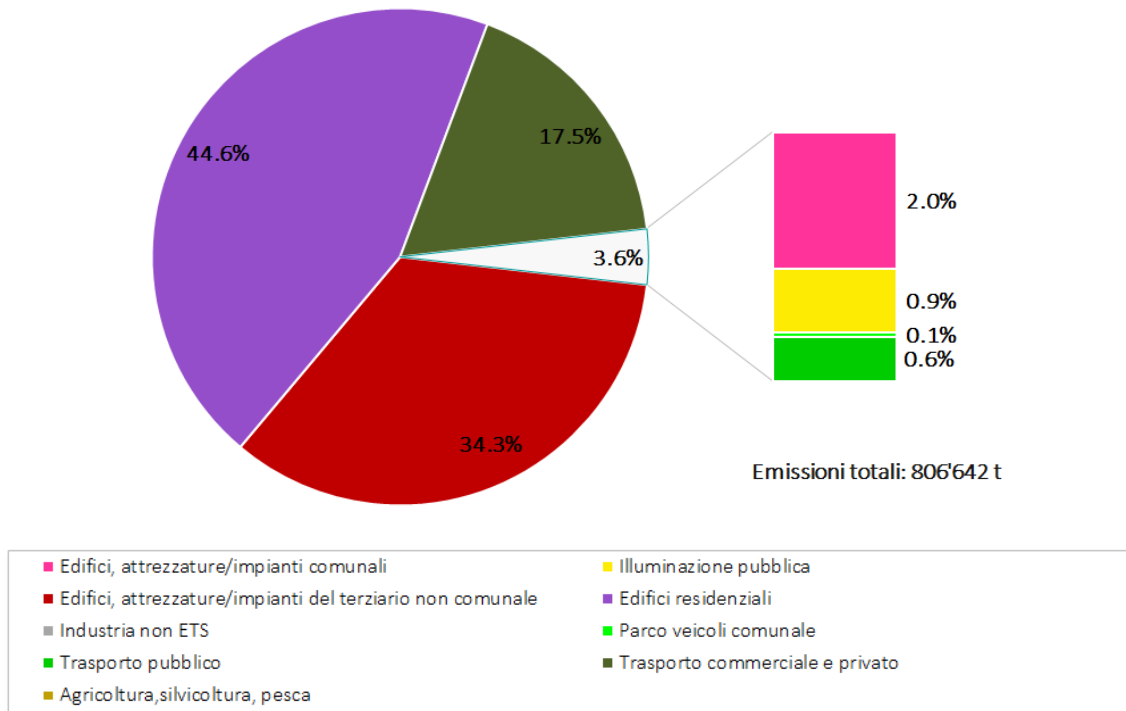
Figura 1-17: emissioni per settore e per vettore all'anno BEI 2010, in rosso i dati modificati (fonte: nostra elaborazione da dati PAESC)

BEI - EMISSIONI DI CO ₂ [t]													
Settore	Energia elettrica	Riscaldamento/raffrescamento	Combustibili fossili						Energie rinnovabili				TOTALE
			Gas naturale	GPL	Olio combustibile	Gasolio	Benzina	Altre fonti fossili	Biocarburanti	Biomasse	Energia geotermica	Altre fonti rinnovabili	
EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE:													
Edifici, attrezzature/impianti comunali	5'694	10'003	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15'847
Illuminazione pubblica	7'493	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7'493
Edifici, attrezzature/impianti del terziario non comunale	175'868	62'034	39'003	49	0	43	0	0	0	0	0	0	276'997
Edifici residenziali	96'286	135'508	127'591	71	0	215	0	0	0	0	0	0	359'672
Industria non ETS	587'195	18'515	28'302	3'647	1'509	8'474	1	0	0	0	0	0	647'641
Subtotale edifici, attrezzature/impianti e industrie	872'536	226'059	195'047	3'768	1'509	8'732	1	0	0	0	0	0	1'307'651
TRASPORTI:													
Parco veicoli comunale	0	0	68	0	0	222	176	0	0	0	0	0	466
Trasporto pubblico	105	0	2'758	0	0	2'303	0	0	0	0	0	0	5'167
Trasporto commerciale e privato	2	0	2'472	8'073	0	87'160	38'877	0	0	0	0	0	136'584
Subtotale trasporti	107	0	5'298	8'073	0	89'686	39'053	0	0	0	0	0	142'217
ALTRO:													
Agricoltura,silvicoltura, pesca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE	872'643	226'059	200'344	11'841	1'509	98'418	39'053	0	0	0	0	0	1'449'868

Le emissioni del settore dell'industria non ETS si attestano al primo posto, con quasi il 45% delle emissioni totali, quelle del settore residenziale, al secondo posto, sono molto vicine al 25%. Il terziario non comunale sono pari al 19%, quelle invece imputabili al comparto comunale sono pari al 2%.

Figura 1-18: emissioni per settore all'anno BEI includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: nostra elaborazione da dati PAESC)

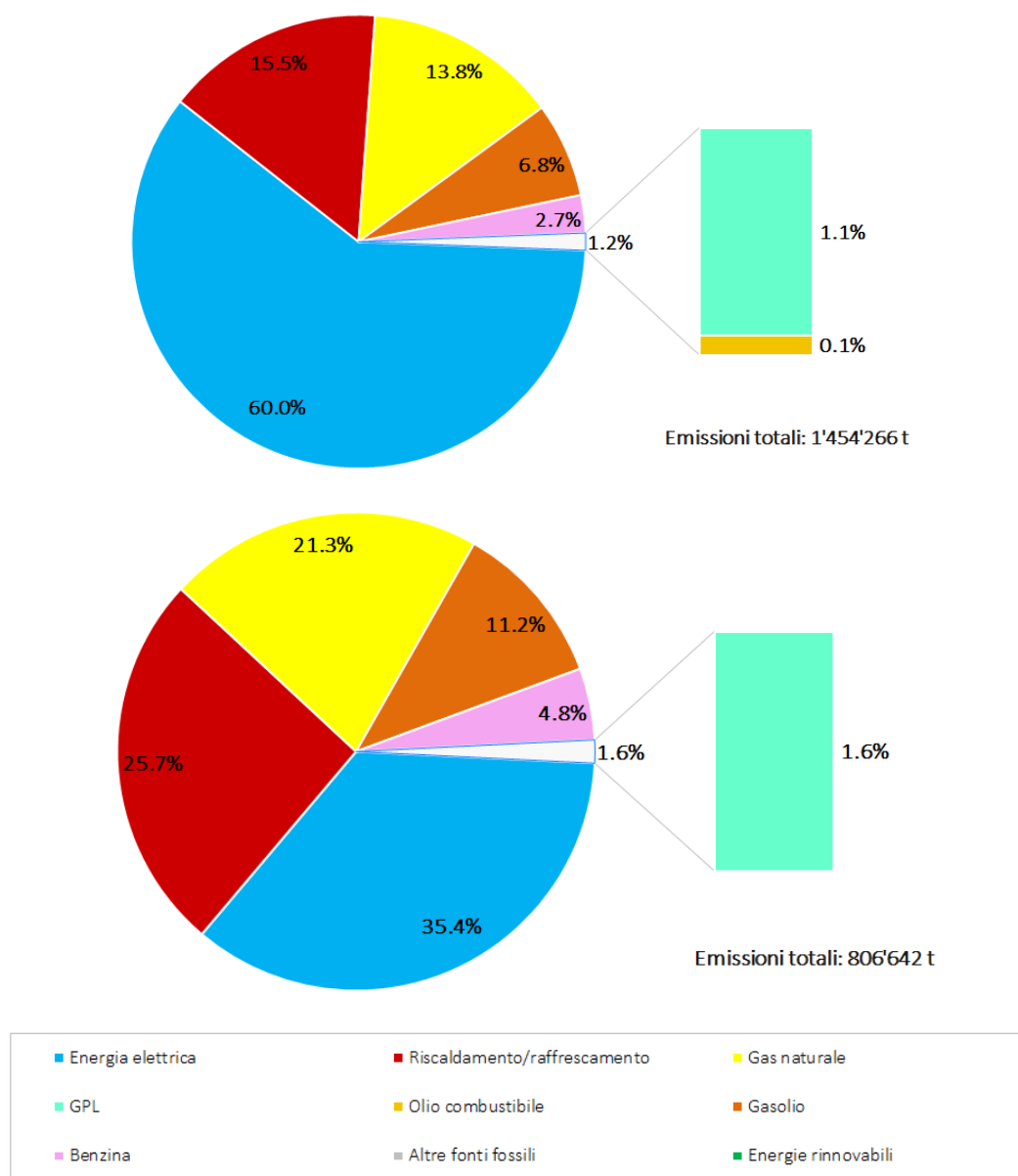




Non includendo il settore produttivo, le emissioni del settore residenziale si attestano al 45% circa, quelle del terziario al 34%, il comparto comunale ha un peso sulle emissioni totali pari al 3.6%.

Considerando invece le emissioni per vettore, l'energia elettrica, così come visto per i consumi, è il vettore prevalente, con il 60% delle emissioni. Seguono le emissioni dovute ai consumi di calore da teleriscaldamento, a cui si attribuisce il 16% circa delle emissioni, le emissioni di gas naturale si attestano al terzo posto con il 14%. Escludendo il settore produttivo, si confermano al primo posto le emissioni di energia elettrica che scendono però al 35% delle emissioni totali, si confermano al secondo posto quelle di calore con il 26% e al terzo quelle di gas naturale con il 21%.

Figura 1-19: emissioni per vettore del BEI includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: nostra elaborazione da dati PAESC)



1.7 MEI del PAESC: 2023

1.7.1 I consumi energetici finali

La Tabella 1-6, esito delle elaborazioni di cui ai paragrafi precedenti, è estratta direttamente dal template del JRC e riporta i dati di consumo per settore e per vettore del comune di Brescia.

Tabella 1-6: consumi energetici per settore e per vettore nel comune di Brescia all'anno MEI 2023 (fonte: ISPRA, Unareti, SIRENA20, dati comunali – nostra elaborazione)

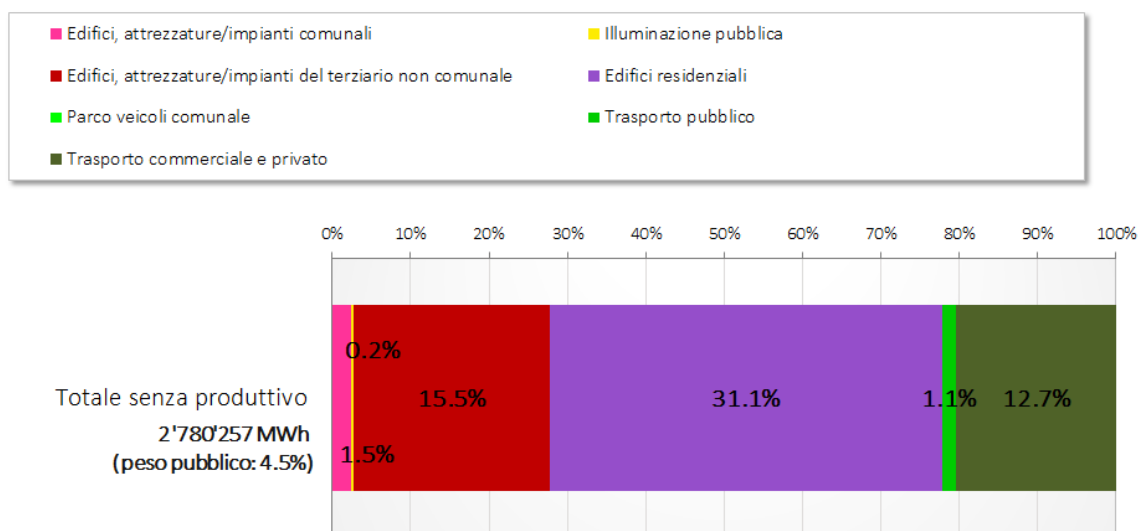
MEI - CONSUMI FINALI DI ENERGIA [MWh]														
Settore	Energia elettrica	Riscaldamento/raffrescamento	Combustibili fossili						Energie rinnovabili				TOTALE	
			Gas naturale	GPL	Olio combustibile	Gasolio	Benzina	Altre fonti fossili	Biocarburanti	Biomasse	Energia geotermica	Altre fonti rinnovabili		
EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE:														
Edifici, attrezzature/impianti comunali	10'407	57'040	409	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67'856
Illuminazione pubblica	8'000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8'000
Edifici, attrezzature/impianti del terziario non comunale	315'905	305'906	60'575	6'524	0	4'138	0	0	0	133	0	1'471	0	694'652
Edifici residenziali	225'506	700'123	462'204	115	0	164	0	0	0	2'373	0	1'632	0	1'392'117
Industria non ETS	1'450'977	63'323	169'363	2'071	0	3'871	0	0	0	5'633	0	198	0	1'695'435
Subtotale edifici, attrezzature/impianti e industrie	2'010'795	1'126'391	692'552	8'709	0	8'173	0	0	0	8'138	0	3'301	0	3'858'060
TRASPORTI:														
Parco veicoli comunale	0	0	97	8	0	260	644	0	0	0	0	0	0	1'010
Trasporto pubblico	12'283	0	33'057	0	0	3'087	0	0	0	0	0	0	0	48'426
Trasporto commerciale e privato	0	0	44'213	53'165	0	288'428	143'783	0	38'607	0	0	0	0	568'196
Subtotale trasporti	12'283	0	77'367	53'173	0	291'775	144'427	0	38'607	0	0	0	0	617'632
ALTRO:														
Agricoltura,silvicoltura, pesca	1'897	0	0	26	0	5'252	0	0	0	0	0	0	0	7'175
TOTALE	2'024'974	1'126'391	769'919	61'909	0	305'199	144'427	0	38'607	8'138	0	3'301	0	4'482'866

Dall'analisi della distribuzione dei consumi energetici per settore (Figura 1-20), 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, ovvero la scelta portata avanti dal PAESC, 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 1-20: distribuzione percentuale dei consumi energetici per settore a Brescia nell'anno MEI 2023 escludendo il settore produttivo (fonte: nostra elaborazione)

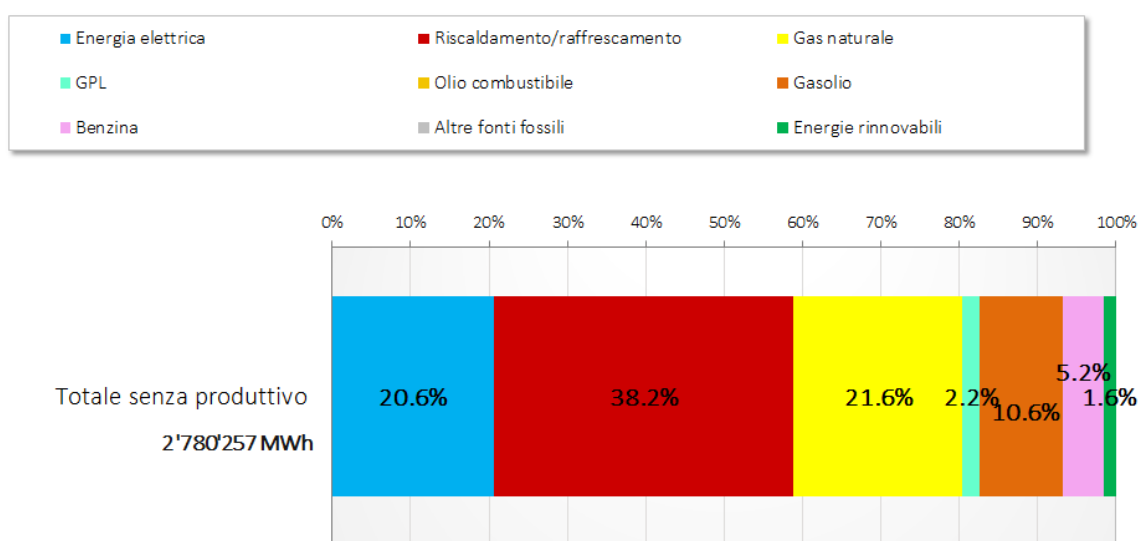
MEI - CONSUMI ENERGETICI PER SETTORE



Nella figura successiva si mostra la distribuzione percentuale dei consumi energetici per vettore. Dall'analisi effettuata si può notare come il vettore prevalente sia 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 1-21: distribuzione percentuale dei consumi energetici per vettore a Brescia nell'anno MEI 2023 escludendo il settore produttivo (fonte: nostra elaborazione)

MEI - CONSUMI ENERGETICI PER VETTORE



1.7.2 Le emissioni totali

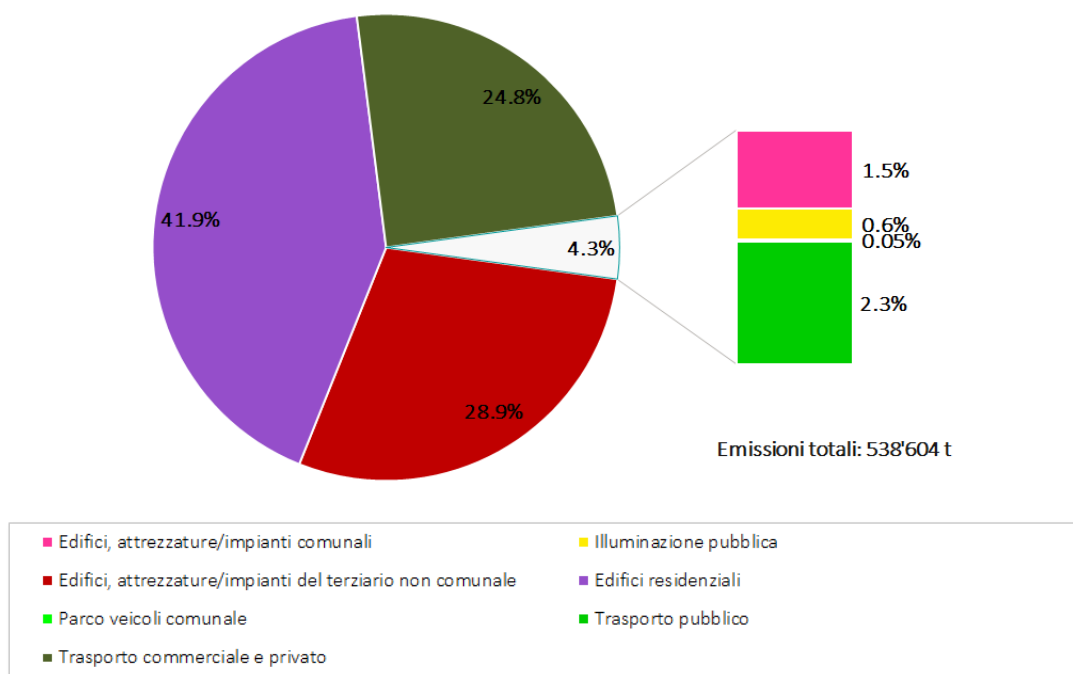
La situazione precedentemente descritta si ritrova in linea di massima replicata anche nella distribuzione delle emissioni di CO₂. Come spiegato nel paragrafo sulla metodologia, le emissioni di CO₂ sono calcolate come prodotto tra i consumi dei diversi vettori energetici e i corrispondenti fattori di emissione (tonnellate di emissione per MWh di energia consumata). La tabella seguente è estratta direttamente dal template di CoMO e riporta le emissioni di CO₂ stimate per il comune di Brescia, suddivise per settore e per vettore.

Tabella 1-7: emissioni di CO₂ per settore e per vettore nel comune di Brescia all'anno MEI 2023 (fonte: ISPRA, UnaReti, SIRENA20, dati comunali – nostra elaborazione)

MEI - EMISSIONI DI CO ₂ [t]													
Settore	Energia elettrica	Riscaldamento/raffrescamento	Combustibili fossili						Energie rinnovabili				TOTALE
			Gas naturale	GPL	Oil combustibile	Gasolio	Benzina	Altre fonti fossili	Biocarburanti	Biomasse	Energia geotermica	Altre fonti rinnovabili	
EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE:													
Edifici, attrezzature/impianti comunali	3'976	3'765	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7'823
Illuminazione pubblica	3'056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3'056
Edifici, attrezzature/impianti del terziario non comunale	120'673	20'190	12'236	1'481	0	1'105	0	0	0	0	0	0	155'685
Edifici residenziali	86'141	46'208	93'365	26	0	44	0	0	0	0	0	0	225'784
Industria non ETS	554'260	4'179	34'211	470	0	1'033	0	0	0	0	0	0	594'154
Subtotale edifici, attrezzature/impianti e industrie	768'106	74'342	139'895	1'977	0	2'182	0	0	0	0	0	0	986'502
TRASPORTI:													
Parco veicoli comunale	0	0	20	2	0	69	160	0	0	0	0	0	251
Trasporto pubblico	4'692	0	6'677	0	0	824	0	0	0	0	0	0	12'194
Trasporto commerciale e privato	0	0	8'931	12'068	0	77'010	35'802	0	0	0	0	0	133'812
Subtotale trasporti	4'692	0	15'628	12'070	0	77'904	35'962	0	0	0	0	0	146'257
ALTRO:													
Agricoltura,silvicoltura, pesca	725	0	0	6	0	1'402	0	0	0	0	0	0	2'133
TOTALE	773'522	74'342	155'524	14'053	0	81'488	35'962	0	0	0	0	0	1'134'891

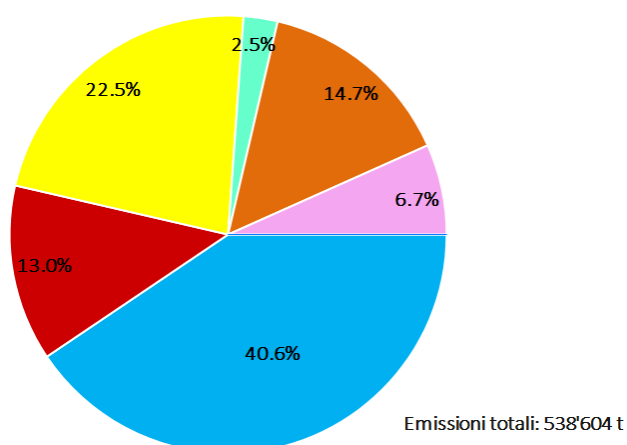
Dall'analisi della stima delle emissioni di CO₂ (Figura 1-22), escludendo il settore produttivo, appare evidente come la quota più consistente delle emissioni sia dovuta al settore residenziale con il 42%, seguito dalle emissioni del settore del terziario (29%); quelle del settore dei trasporti privati e commerciali salgono al 25%. In questo caso, le emissioni direttamente riconducibili a servizi pubblici comunali sono pari al 4.3% del totale.

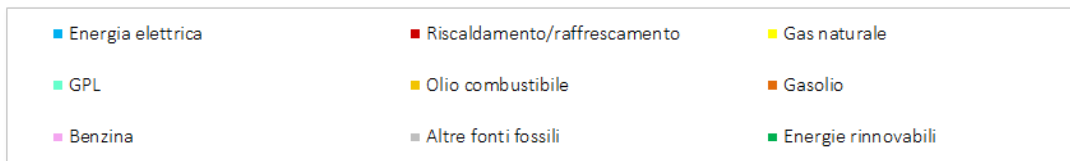
Figura 1-22: distribuzione percentuale delle emissioni di CO₂ per settore a Brescia nell'anno MEI escludendo il settore produttivo (fonte: nostra elaborazione)



Dall'analisi delle emissioni totali per vettore (Figura 1-23) si può notare come, l'energia elettrica sia 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%.

Figura 1-23: distribuzione percentuale delle emissioni di CO₂ per vettore a Brescia nell'anno MEI escludendo il settore produttivo (fonte: nostra elaborazione)

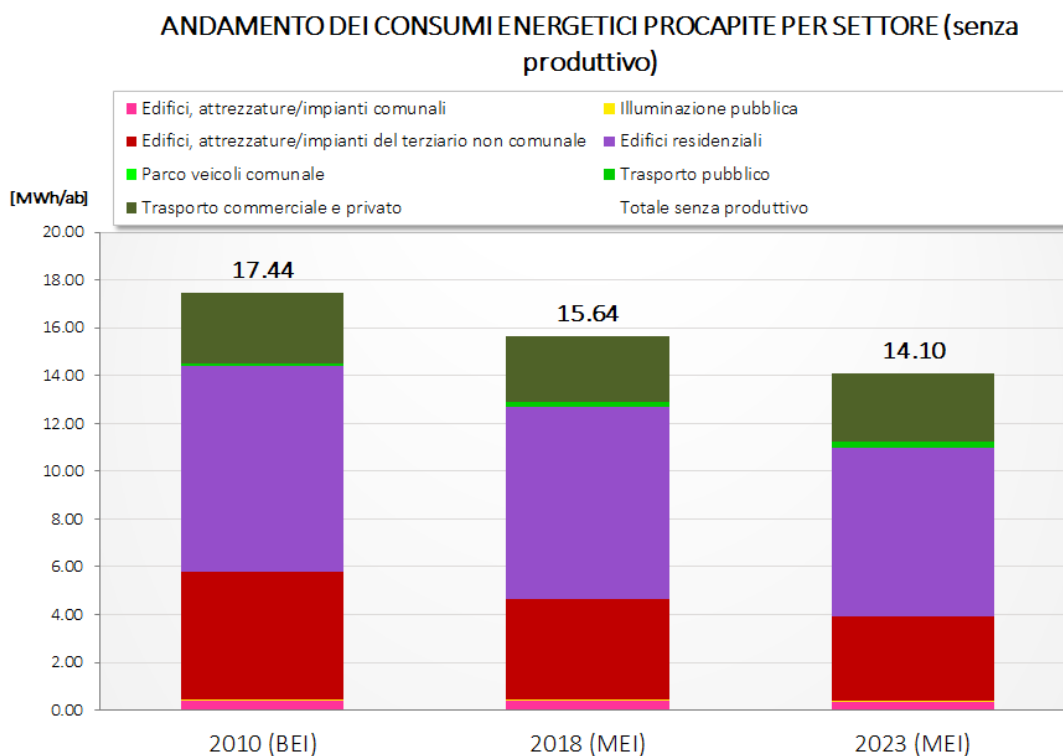




1.8 TREND ENERGETICO – EMISSIVO

Una volta ricalcolato con il nuovo fattore di emissione del calore l'inventario BEI e calcolato l'inventario MEI al 2023 è possibile mettere a confronto i diversi anni di riferimento, comprendendo anche il 2018, anno MEI inserito nella definizione del PAESC. Il confronto tra i tre anni di riferimento è riportato in termini procapite ed escludendo il settore produttivo (industria non ETS e agricoltura) in quanto l'obiettivo di riduzione del 50% delle emissioni di CO₂ presenti al 2010 entro il 2030 era stato calcolato in termini procapite ed escludendo il settore produttivo.

Figura 1-24: trend dei consumi al 2010, al 2018 e al 2023 per settore a Brescia (fonte: nostra elaborazione)



Si riporta inoltre una tabella di confronto per individuare l'andamento di tutti i consumi in termini procapite, anche dei settori afferenti al produttivo per avere un quadro completa della dinamica territoriale.

Tabella 1-8: trend dei consumi al 2010 e al 2023 per settore a Brescia (fonte: nostra elaborazione)

CONFRONTO CONSUMI BEI-MEI [MWh/ab]			
	2010 (BEI)	2023 (MEI)	Variazione
Edifici, attrezzature/impianti comunali	0.37	0.34	-6.2%
Illuminazione pubblica	0.10	0.04	-60.4%
Edifici, attrezzature/impianti del terziario non comunale	5.30	3.52	-33.5%
Edifici residenziali	8.62	7.06	-18.1%
Industria non ETS	9.62	8.60	-10.6%
Parco veicoli comunale	0.01	0.01	-48.2%
Trasporto pubblico	0.12	0.25	106.4%
Trasporto commerciale e privato	2.93	2.88	-1.5%
Agricoltura, silvicoltura, pesca	0.00	0.04	-
TOTALE	27.06	22.73	-16.0%
Totale senza produttivo	17.44	14.10	-19.2%

Mettendo a confronto la situazione registrata al 2010 e quella al 2023 si può notare una riduzione dei consumi totali del 16%. Per quanto riguarda il comparto privato, la riduzione maggiore si registra per i consumi del settore terziario (-34%), seguono i consumi del settore residenziale con un decremento del -18%, mentre i consumi del settore dell'industria non ETS calano del -10%, quelli dei trasporti privati e commerciali (-1.5%). Per quanto riguarda invece il comparto comunale si nota una riduzione del -60% dei consumi imputabili all'illuminazione pubblica, il decremento dei consumi degli edifici comunali è pari al -6%, al -48% quello dei veicoli del parco mezzi comunali, aumentano invece i consumi del TPL. Escludendo il settore produttivo la riduzione dei consumi è pari al -19%. Nel 2010 il settore dell'Agricoltura era considerato.

Dal punto di vista delle emissioni, il quadro è differente grazie alla forte riduzione del fattore di emissione del TLR.

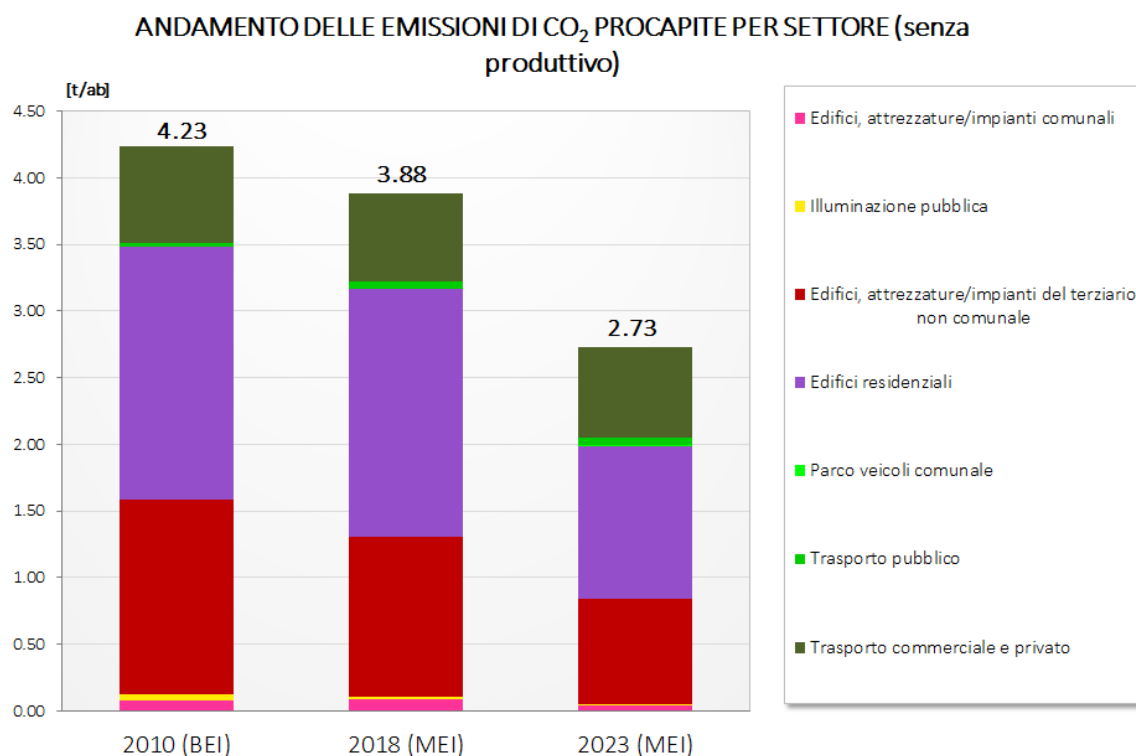
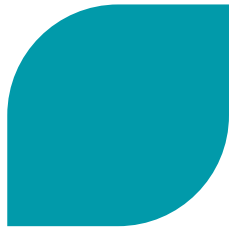
Figura 1-25: emissioni di CO₂ per settore al 2010, al 2018 e al 2023 a Brescia (fonte: nostra elaborazione)

Tabella 1-9: trend delle emissioni al 2010 e al 2023 per settore a Brescia (fonte: nostra elaborazione)

CONFRONTO EMISSIONI BEI-MEI [t/ab]			
	2010 (BEI)	2023 (MEI)	Variazione
Edifici, attrezzature/impianti comunali	0.08	0.04	-52.6%
Illuminazione pubblica	0.04	0.02	-60.8%
Edifici, attrezzature/impianti del terziario non comunale	1.46	0.79	-46.0%
Edifici residenziali	1.90	1.14	-39.7%
Industria non ETS	3.42	3.01	-11.8%
Parco veicoli comunale	0.00	0.00	-48.2%
Trasporto pubblico	0.03	0.06	126.8%
Trasporto commerciale e privato	0.72	0.68	-5.8%
Agricoltura, silvicoltura, pesca	0.00	0.01	-
TOTALE	7.65	5.75	-24.8%
Totale senza produttivo	4.23	2.73	-35.5%

Complessivamente le emissioni risultano in calo del -25% (-36% escludendo il settore produttivo). 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. Nel 2010 il settore dell'Agricoltura era considerato.



2. GRADO DI ATTUAZIONE DEL PIANO DI MITIGAZIONE

2.1 SCENARIO AGGIORNATO del PAESC

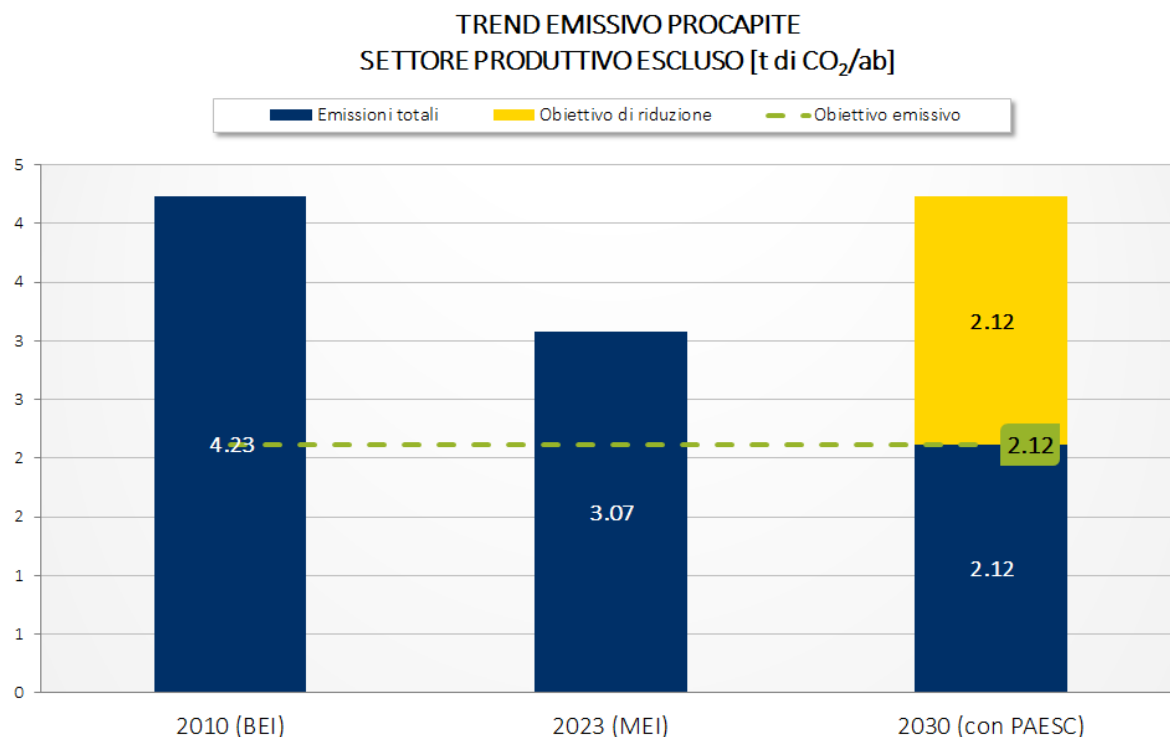
Il Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia richiede che le azioni di riduzione delle emissioni di CO₂ siano stimate rispetto all'anno di riferimento del BEI e quindi il 2010. È tuttavia stato necessario, a seguito del ricalcolo del fattore del calore da teleriscaldamento anche al 2010 una verifica in merito alla possibilità di raggiungere l'obiettivo di riduzione del PAESC individuato nella riduzione del 50% delle emissioni procapite, escludendo il settore produttivo, presenti al 2010 entro il 2030. Il cambio del fattore di emissione del calore ha di fatto sancito un notevole incremento delle emissioni presenti al 2010.

2.2 CALCOLO dell'OBIETTIVO di RIDUZIONE delle EMISSIONI

Nella figura a seguire sono riportate le emissioni comunali al 2010 (BEI) confrontate con le emissioni previste al 2030, e con l'obiettivo emissivo minimo del PAESC (riduzione del -50% delle emissioni rispetto al 2010). I dati mostrati non comprendono le emissioni legate al settore produttivo; essendo stata considerata costante la popolazione, non ci sono differenze tra obiettivo assoluto e obiettivo procapite. Nel grafico si riportano inoltre le emissioni calcolate al 2023 con correzione gradi-giorno rispetto al 2010.

Rapportato alle emissioni del BEI (4.23 ton/ab di CO₂), l'obiettivo di emissioni di CO₂ per il 2030 è pari a circa 2.12 ton/ab di CO₂ che, vista la quota di CO₂ già abbattuta tra il 2010 e il 2022, ovvero 1.16 ton/ab (-27% circa rispetto al 2010) fa sì che le tonnellate di CO₂ da ridurre per raggiungere l'obiettivo siano pari a 0.95 ton/ab.

Figura 2-1: confronto dell'obiettivo di riduzione delle emissioni al 2030, in termini procapite senza produttivo, con le emissioni del BEI (2010), del MEI (2023) e le emissioni al 2030 (fonte: CO₂₀)



Si riporta di seguito una tabella riassuntiva della situazione del PAESC di Brescia e della sua proiezione al 2030.

Tabella 2-1: riepilogo del trend emissivo assoluti e distanza dall'obiettivo del PAESC (fonte: nostra elaborazione)

TREND EMISSIVO E OBIETTIVO DI RIDUZIONE				
Anno	2010	2023	2030 (senza PAESC)	2030 (con PAESC)
Popolazione	189'576	197'237	203'793	203'793
Emissioni totali [t]	802'227	606'223	802'227	401'113
Emissioni procapite [t/ab]	4.23	3.07	4.23	2.12
Obiettivo di riduzione [t]	401'113	205'119	401'113	-

2.3 PAESC APPROVATO

Per quanto riguarda il Piano d'azione, attraverso il software CO₂₀ è stato possibile eseguire un aggiornamento ed una integrazione attraverso due operazioni ben distinte:

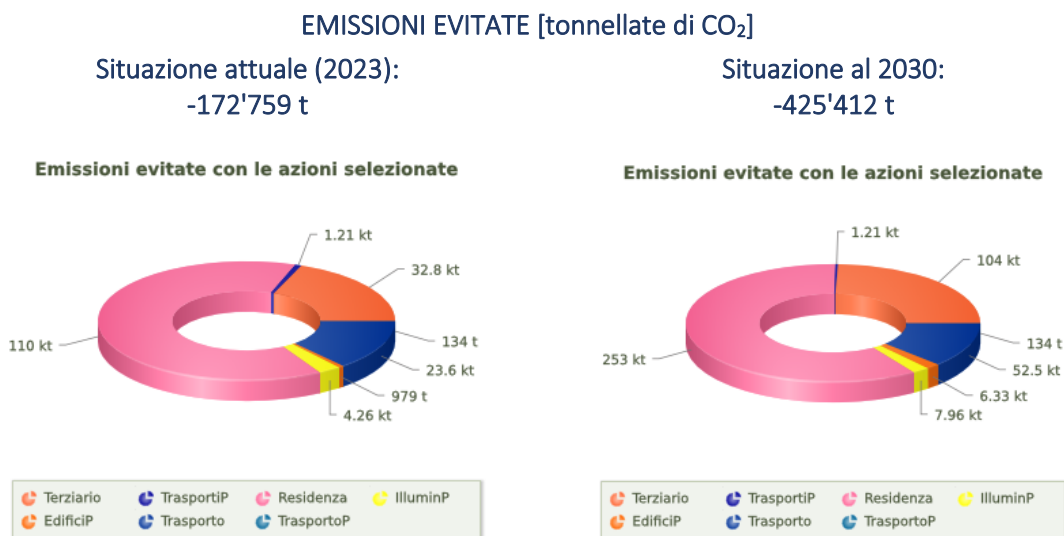
- da un lato, per ogni azione del PAESC sono state verificate le stime condotte per valutarne gli effetti in termini di energia risparmiata, incremento della produzione da FER e emissioni evitate, utilizzando, nel caso di interventi già realizzati, dati reali osservati sui trend dei consumi in sostituzione ai valori stimati;
- in un secondo momento, per ciascuna misura prevista è stata definita una percentuale di completamento, che ha permesso di valutare il grado di attuazione del PAESC di Brescia in termini di mitigazione.

I risultati ottenuti dall'aggiornamento delle stime e le percentuali di completamento definite per ciascuna azione sono riportati nella tabella in appendice. Nei paragrafi successivi si riportano alcune peculiarità emerse nel lavoro di aggiornamento del PAESC e si riassume in termini generali la situazione attuale rispetto alla situazione attesa al 2030.

2.3.1 Gli effetti del PAESC

Nelle figure seguenti si esplicitano i risultati conseguiti attualmente grazie alle azioni implementate (dati derivanti dall'applicazione di percentuali di completamento ad ogni misura del Piano), confrontati con quelli previsti al 2030.

Figura 2-2: Emissioni evitate attraverso le azioni attualmente implementate e previsione al 2030, ripartizione per settore (fonte: CO₂₀)



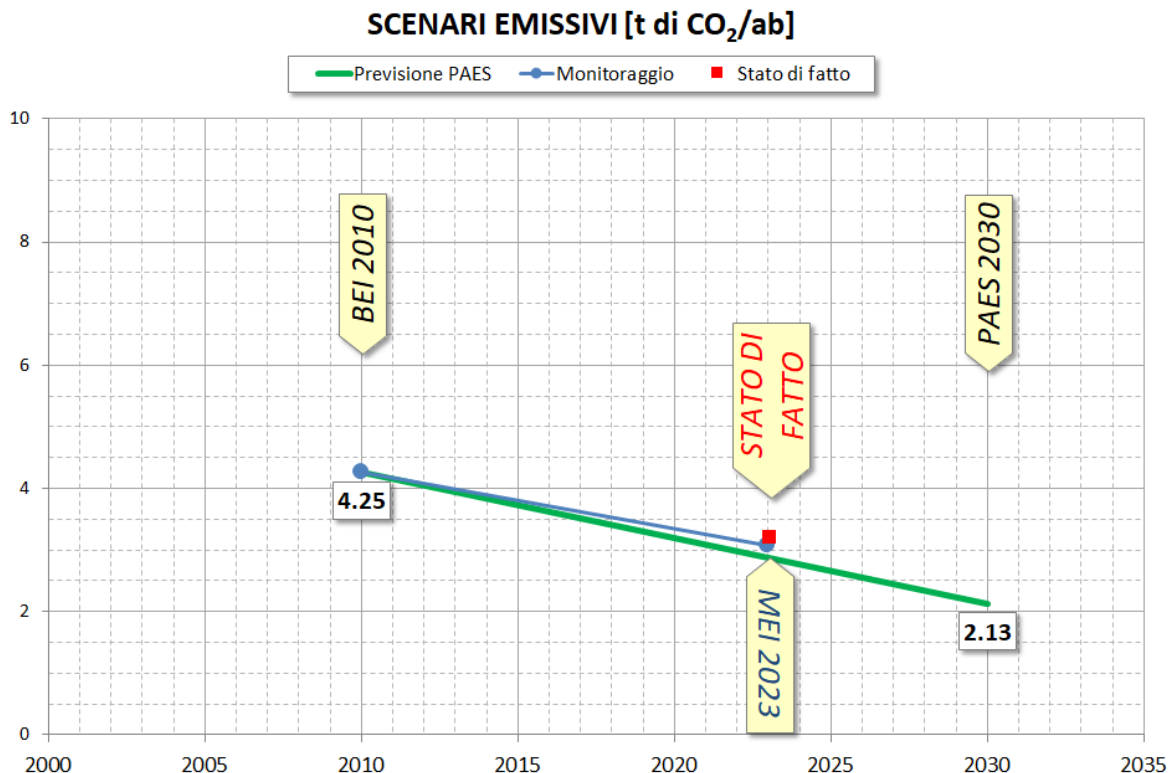
Per monitorare il grado di attuazione delle azioni individuate nel Piano d'azione di mitigazione del PAESC sono state raccolte informazioni direttamente con l'AC per la valutazione di quelle azioni su cui l'AC ha un ruolo chiave, per quanto riguarda le altre azioni si è invece proceduto imponendo una percentuale di completamento coerente con l'avvio dell'azione stessa e l'arco temporale previsto per il suo completamento, ovvero l'orizzonte temporale del PAESC. Dai grafici e dai numeri che li accompagnano emerge come in questo momento non sia ancora possibile vedere appieno il reale lavoro fin qui condotto per l'attuazione del PAESC.

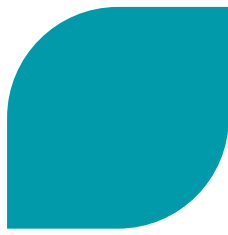
Si notano in particolare i notevoli progressi derivanti dall'azione di decarbonizzazione dell'impianto di teleriscaldamento e le attività di incremento della mobilità sostenibile con l'implementazione della rete della metropolitana e la sostituzione dei mezzi pubblici circolanti con mezzi a minor impatto ambientale. Sono evidenti anche i progressi relativi all'efficientamento degli edifici pubblici, dell'illuminazione pubblica e dell'incremento dell'utilizzo di fonti di energia rinnovabile.

In conclusione, si riassumono nella figura seguente i risultati ottenuti dall'attività di monitoraggio, sia in termini di inventario emissivo ricostruito al 2023 che in termini di grado di attuazione del PAES e relativi benefici (2030). Si evidenzia che la linea verde rappresenta l'andamento delle emissioni definito dal PAESC, in rosso è indicato lo stato di fatto mentre in blu l'esito del monitoraggio, ovvero il calcolo delle emissioni potenzialmente abbattute con le azioni di mitigazione del PAESC portate a termine o avviate.

Come si nota dal grafico, le emissioni dal 2010 al 2023 sono in calo in modo meno marcato di quello che aveva previsto il PAESC. Questo è legato in parte al fatto che nel 2023 (anno MEI) buona parte delle azioni previste dal PAESC non fossero ancora concluse. Per raggiungere e superare l'obiettivo definito dal PAESC, è quindi necessario un ulteriore impegno da parte dell'AC e da parte di tutti gli stakeholder.

Figura 2-3: trend emissivo 2010-2030 previsto dal PAESC confrontato con il BEI e con i risultati dell'attività di MEI e con la stima delle emissioni al 2023, determinata in base al monitoraggio dell'attuazione del PAESC, dati espressi in tonnellate di CO₂ [fonte: nostra elaborazione]





3. AZIONI del PAESC

3.1 Azioni del Piano di mitigazione

Nella stesura del Piano di Mitigazione del PAESC erano state prese in considerazione due diverse tipologie di azione:

- ✔ **Azioni di Piano:** si identificavano in azioni quantitative che il PAESC prevedeva per ogni settore così da raggiungere l'obiettivo dichiarato.
- ✔ **Azioni trasversali:** sono quelle azioni che interessano diversi ambiti integrati fra loro che concorrono al raggiungimento dell'obiettivo di Piano: A2A S.r.l. ha avviato di un piano di investimenti sul sistema energetico della città di Brescia riassunto nel titolo "Brescia verso la decarbonizzazione", avente lo scopo primario di azzerare i consumi di carbone degli impianti a cui si allaccia la rete di teleriscaldamento locale che comprende accumuli termici per il teleriscaldamento, la creazione di un campo solare presso la Centrale Lamarmora, il potenziamento DeNOx della Centrale Lamarmora, il recupero del calore industriale ed infine il recupero calore dai fumi del termoutilizzatore. L'azione è stata portata a termine.

3.1.1 Azioni di dettaglio

In questo paragrafo vengono prese in considerazione le azioni che compongono il Piano di Mitigazione del PAESC.

In tabella si riporta l'elenco delle azioni individuate dal PAESC con le rispettive percentuali di completamento che contribuiscono alla definizione del quadro descritto nel paragrafo 2.3.1.

Tabella 3-1: le azioni di mitigazione del PAESC con la relativa percentuale di completamento

AZIONI IMPLEMENTATE SUL SOFTWARE CO ₂₀								
Settore	Nome	Data Inizio	Data Fine	Risparmio energetico [MWh]	FER [MWh]	CO ₂ evitata [t]	% obiettivo	% di compl.
TERZIARIO COMUNALE	Efficientamento impianto di illuminazione interna edifici pubblici	2020	2030	1'574	0	601	0.15%	100%
	Interventi di riqualificazione energetica degli edifici pubblici	2020	2030	4'475	2'237	443	0.11%	30%
	Installazione di impianto fotovoltaico	2020	2030	0	2'136	816	0.2%	30%
	Contratto gestione calore	2021	2030	3'712	0	245	0.06%	0%
	Acquisto di energia verde	2020	2030	0	11'059	4'225	1.05%	0%
TERZIARIO NON COMUNALE	Riqualificazione usi elettrici	2020	2030	114'0433	0	43'563	10.79%	36%
	Sviluppi futuri-Miglioramento classe energetica edifici	2020	2030	1'766	276	227	0.06%	0%
	Riduzione dei consumi termici	2020	2030	137'097	0	15'268	3.78%	0%
	Fotovoltaico su terziario non comunale	2011	2018	0	3'329	1'272	0.31%	100%
	Fotovoltaico su terziario non comunale	2020	2030	0	114'043	43'563	10.79%	36%
	Sviluppi futuri-fotovoltaico	2020	2030	0	873	334	0.08%	0%
RESIDENZIALE	Sostituzione lampadine a incandescenza (2011-2020)	2011	2019	47'429	0	18'118	4.49%	100%
	Sostituzione serramenti	2020	2030	103'765	0	11'556	2.86%	36%
	Realizzazione cappotto esterno	2020	2030	128'042	0	14'260	3.53%	36%
	Isolamento copertura	2020	2030	61'450	0	6'843	1.69%	36%
	Sostituzione frigocongelatori	2020	2030	27'210	0	10'394	2.57%	36%
	Sostituzione frigocongelatori	2011	2019	12'154	0	4'643	1.15%	100%
	Installazione dispositivi di spegnimento automatico televisori/decoder	2020	2030	4'226	0	1'614	0.4%	36%
	Sostituzione caldaie centralizzate	2020	2030	18'502	0	5'312	1.32%	36%

AZIONI IMPLEMENTATE SUL SOFTWARE CO ₂₀								
Settore	Nome	Data Inizio	Data Fine	Risparmio energetico [MWh]	FER [MWh]	CO ₂ evitata [t]	% obiettivo	% di compl.
	Sostituzione caldaie centralizzate	2011	2019	11'227	0	1'250	0.31%	100%
	Installazione di valvole termostatiche (impianti autonomi)	2020	2030	18'410	0	2'050	0.51%	36%
	Interventi di riqualificazione energetica sull'involucro	2011	2019	20'286	0	2'259	0.56%	100%
	Interventi di riqualificazione energetica sull'involucro	2015	2018	5'576		621	0.15%	100%
	Sviluppi futuri-riduzione dei consumi elettrici dei nuovi edifici	2020	2030	7'104	0	2'714	0.67%	0%
	Sostituzione di caldaie a servizio di impianti autonomi	2011	2019	38'869	0	4'329	1.07%	100%
	Sostituzione di caldaie a servizio di impianti autonomi	2020	2030	55'452	0	6'176	1.53%	36%
	Installazione di pompe di calore aria-aria o aria-acqua	2020	2030	18'900	2'556	8'196	2.03%	36%
	Sviluppi futuri-miglioramento classe energetica degli edifici	2020	2030	42'854	8'657	5'737	1.42%	0%
	Installazione di valvole termostatiche (impianti centralizzati)	2013	2020	33'321	0	3'711	0.92%	100%
	Fotovoltaico su edifici residenziali	2020	2030	0	30'373	11'602	2.87%	36%
	Fotovoltaico su edifici residenziali a 1-2 piani (<20kW)	2011	2018	0	14'098	5'385	0.75%	100%
	Sviluppi futuri-fotovoltaico sui nuovi edifici	2020	2030	0	4'543	1'735	1.33%	0%
	Solare termico domestico (metodologia Scheda Tecnica n°8T dell'AEEG)	2011	2018	0	600	67	0.43%	10%
	Solare termico domestico (metodologia Scheda Tecnica n°8T dell'AEEG)	2020	2030	0	19'472	2'169	0.02%	36%
	Impianto di cogenerazione a fonti rinnovabili (produzione termica rinnovabile)	2020	2030	0	0	124'627	30.86%	36%
ILLUMINAZIONE PUBBLICA	Sostituzione componenti	2014	2018	11'143	0	4'257	1.05%	100%
	Acquisto di energia verde	2020	2030		8'294	3'168	0.78%	0%
	Sviluppi futuri - Utilizzo di lampade ad alta efficienza / sistemi di regolazione su nuovi impianti	2020	2030	702	0	268	0.07%	0%
	Sviluppi futuri – Acquisto energia verde	2020	2030	0	702	268	0.07%	0%
TRA SPORTELLI	Sostituzione di mezzi comunali	2011	2018	567	0	134	0.03%	100%

AZIONI IMPLEMENTATE SUL SOFTWARE CO ₂₀								
Settore	Nome	Data Inizio	Data Fine	Risparmio energetico [MWh]	FER [MWh]	CO ₂ evitata [t]	% obiettivo	% di compl.
	Rottamazione autovetture Euro 0,1,2 e sostituzione con veicoli a metano/GPL	2011	2018	0	0	346	0.09%	100%
	Rottamazione autovetture Euro 0,1,2 e sostituzione con veicoli elettrici	2020	2030	1'232	0	246	0.06%	50%
	Rinnovo parco autoveicolare	2011	2018	19'144	0	5'031	1.24%	100%
	Sostituzione autovetture con veicoli a basse emissioni	2020	2030	96'912	0	22'949	5.68	36%
	Utilizzo di biocombustibili	2020	2030	0	10'546	2'497	0.62%	36%
	Previsione dello scenario del PUMS	2019	2030	75'285	0	17'828	4.41%	50%
	Sviluppi futuri - Riduzione emissioni nuovi autoveicoli	2020	2030	125'464	0	32'863	0.9%	0%
TOTALE				1'147'503	229'658	425'412	%	

Come è possibile notare dalla tabella e dalla descrizione di quanto previsto dal PAESC, tramite l'attuazione delle azioni di Piano è possibile raggiungere e superare l'obiettivo di riduzione previsto dal PAESC e quindi la riduzione del 50% delle emissioni calcolate al 2010, emerge anzi che è possibile raggiungere una riduzione del 55% delle emissioni BEI, traguardo importante verso la decarbonizzazione delle emissioni comunali, obiettivo ambizioso che il Comune di Brescia si è posto.

È inoltre importante segnalare che quando il Comune ha intrapreso il percorso del PAESC, nel suo tracciato, non era ancora previsto il terzo pilastro che oggi è previsto per la redazione dei Piani d'Azione ovvero quello della **Povertà Energetica**. Dal 2025, infatti, il Patto dei Sindaci-Europa ha introdotto obbligatoriamente l'analisi di un terzo pilastro: la povertà energetica. E' necessario includere nel PAESC una sezione specifica con l'analisi di indicatori necessari a fotografare la situazione del firmatario e la definizione di azioni specifiche sul tema. L'obiettivo della transizione climatica al 2050 verso territori climaticamente neutri, decarbonizzati e resilienti deve essere raggiunto, infatti, con l'accesso ad un'energia a prezzi accessibili, sicura, sostenibile ed equa così che tutti i cittadini, a prescindere dal reddito possano beneficiarne.

Gli indicatori individuati per rendicontare la situazione della povertà energetica sul territorio sono 20 raggruppati in sei macroaree: clima, strutture/abitazioni, mobilità, aspetti socio economici, quadro politico e normativo, partecipazione e sensibilizzazione. La varietà di questi indicatori permette di ottenere informazioni inerenti allo specifico contesto in cui si inserisce il PAESC senza fermarsi solo alla condizione socioeconomica dei cittadini.

Il Comune di Brescia ha in questo momento quindi la possibilità di implementare politiche in direzione del contrasto alla povertà energetica come per esempio le CACER o l'efficientamento degli edifici di edilizia residenziale pubblica per incrementare la tutela nei confronti delle figure fragili che sono le più esposte ai rischi di natura climatica essendo maggiormente esposti ad ondate di calore o, al contrario, di freddo. Nel PAESC, come primo passo in questa direzione è prevista l'installazione di pannelli fotovoltaici sui 10 edifici pubblici maggiormente energivori con lo scopo di coprire almeno la metà dei consumi degli edifici stessi.

3.1 Azioni del Piano di adattamento

Il pilastro dell'Adattamento del PAESC è stato oggetto di ulteriori approfondimenti in quanto era in corso la stesura della Strategia di Transizione Climatica Un Filo Naturale della Città di Brescia. Infatti sia la visione e quindi gli obiettivi e le azioni della Strategia sono parte sostanziale del presente PAESC.

Sono stati attuati e realizzati tutte le azioni previste eccetto quelle di seguito che sono ancora in corso:

2.1 Interventi di riqualificazione urbana in chiave resiliente (de-pavimentazione e zone oasi): in corso

2.2 Realizzazione di tetti verdi pilota con produzione di strumenti conoscitivi per la loro diffusione: in corso

2.4 Gestione forestale responsabile basata sulla costruzione di un modello di governance associata: in corso

2.6 Progettazione di interventi pilota per la riduzione del rischio di esondazione dei canali del RIM: in corso

2.7 Interventi di forestazione e costituzione di nuovi habitat anche a potenziamento della rete ecologica comunale:
in corso

2.8 Cessione del credito e retrofit patrimonio edilizio in corso