



COMUNE DI BERGAMO

COMUNE DI BERGAMO

DIREZIONE TERRITORIO E AMBIENTE  
DIVISIONE ECOLOGIA E AMBIENTE



# PIANO ENERGETICO COMUNALE

## DIREZIONE E MONITORAGGIO DEL PROGETTO

*Dario Tadè  
Giovanni Valietti*

## COMITATO TECNICO DI COORDINAMENTO E PROGETTAZIONE

*Diego Finazzi  
Alessandra Salvi  
Serena Trussardi  
Marina Zambianchi*

## COLLABORAZIONI PROFESSIONALI ESTERNE

*Margherita Fiorina  
Daniele Fraternali*

## COORDINAMENTO SISTEMA INFORMATIVO E CARTOGRAFICO

*Andrea Maffeis*

## COORDINAMENTO AMMINISTRATIVO

*Tiziano Cipriani*



## Presentazione

Un'azione efficace prevede un'adeguata pianificazione.

Con questo obiettivo il Comune di Bergamo ha avviato un progetto di ampio respiro denominato "Bergamo Sostenibile", articolato in tre ambiti specifici, autonomi, ma strettamente coordinati, con l'obiettivo unificante e prioritario di avviare politiche di sostenibilità per la città, attraverso progetti di pianificazione urbana che possano fungere da modello per altre città europee.

Il Piano energetico nasce così all'interno del più ampio progetto di Agenda 21, costituendone approfondimento in merito alle politiche energetiche e pone altresì le basi strategiche per la predisposizione del "Piano di Azione per l'Energia Sostenibile" previsto dal progetto Patto dei Sindaci, a cui il Comune di Bergamo ha volontariamente ritenuto di aderire, al fine di portare il proprio contributo alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

L'elaborazione del Piano Energetico Comunale non si pone pertanto come mero adempimento legislativo - la Legge 10 del 1991 impone tale strumento ai Comuni con popolazione superiore ai 50.000 abitanti - ma si configura quale atto di pianificazione primario e atto di indirizzo fondamentale per le politiche energetiche comunali.

Obiettivo del PEC è l'integrazione del fattore "energia" nella pianificazione del territorio, mediante l'individuazione di scelte strategiche migliorative dello stato ambientale comunale e la promozione dell'uso razionale delle risorse, nella direzione di un miglioramento della qualità ambientale della città.

Il PEC contribuisce altresì al raggiungimento degli obiettivi nazionali di riduzione delle emissioni di anidride carbonica e rappresenta inoltre uno strumento, periodicamente aggiornabile ed estremamente flessibile, utile al confronto con le parti economiche e sociali coinvolte nei processi di trasformazione del territorio.

Esso riveste un ruolo di primo piano nello sviluppo socio-economico della città di Bergamo: l'energia è occasione oggi per cogliere le opportunità di crescita del territorio ed è motore di sviluppo economico e sociale.

Sicuramente ci aspetta un duro lavoro. La complessa situazione economica, le normative nazionali e regionali ed un contesto internazionale sempre più esigente, compongono un puzzle difficile da affrontare, che impone scelte non facili e tempi stretti. Ma proprio in questo contesto i contenuti del piano d'azione acquisiscono un'importanza ancora maggiore : se è infatti necessario conoscere per scegliere nel migliore dei modi, le pagine che seguono contengono una parte del Know-how necessario per guidare le scelte e migliorare la nostra città.

Massimo Bandera  
Assessore all'Ambiente, Ecologia, Opere del verde

## Introduzione

L'Amministrazione comunale di Bergamo ha attivato il progetto:



che focalizza l'attenzione sul tema delle politiche energetiche che occorre mettere in atto per garantire lo sviluppo e la pianificazione del territorio amministrativo tenendo conto della necessità di:

- Pianificare gli utilizzi energetici con l'obiettivo di contenere i consumi, promuovere l'efficienza e ridurre le emissioni inquinanti e climalteranti (PEC);
- Promuovere uno sviluppo sostenibile attraverso un processo in cui le istituzioni si aprono verso la comunità con il coinvolgimento e la responsabilizzazione di tutti (Agenda 21);
- Impegnare le città europee a predisporre un Piano di Azione con l'obiettivo di ridurre almeno del 20% le proprie emissioni di gas serra entro il 2020 (Patto dei Sindaci).

A seguito dell'approvazione del Piano di Governo del territorio l'Amministrazione ha attivato l'aggiornamento del Piano Energetico Comunale, strumento obbligatorio per i Comuni con popolazione superiore ai 50.000 abitanti.

Il PEC costituirà lo strumento di pianificazione per tutti gli utilizzi energetici, con l'obiettivo di rispondere efficacemente alla necessità di contenere e ridurre le emissioni inquinanti e climalteranti.

La redazione dello strumento è stata condotta in stretta connessione con il Piano di Azione per l'Energia Sostenibile previsto dal Patto dei Sindaci e in coerenza con il processo di Agenda 21 attraverso la costituzione di un Gruppo di lavoro interdirezionale, costituito con Ordine di Servizio del Direttore Generale n. 3/2010, così articolato:

Direzione e monitoraggio del progetto	Arch. Dario Tadè - Direzione Territorio e Ambiente  Dott. Giovanni Valietti - Direzione Generale - Divisione Organizzazione e innovazione
Comitato Tecnico di coordinamento e pianificazione	Arch. Alessandra Salvi - Direzione Territorio e Ambiente Divisione Ecologia  Ing. Serena Trussardi - Direzione Territorio e Ambiente Divisione Ecologia e Ambiente  Ing. Diego Finazzi - Direzione Lavori Pubblici Divisione Servizi a Rete e Utilities  Arch. Marina Zambianchi - Direzione Territorio e Ambiente - Divisione Spazi e tempi Urbani
Coordinamento e gestione sistema informativo e cartografico	Ing. Andrea Maffei - Direzione Territorio e Ambiente U.O. S.I.T.
Coordinamento Amministrativo	Sig. Cipriani Tiziano - Direzione Territorio e Ambiente – Divisione Ecologia

## **COMUNE DI BERGAMO**

Il team dei progettisti è stato affiancato nella redazione dello strumento dall'Arch. Margherita Fiorina, alla quale è stato conferito un incarico di collaborazione autonoma di studio e di ricerca per la redazione del nuovo piano e dall'Ing. Daniele Fraternali, incaricato dell'elaborazione di un approfondimento relativo alla "stima delle potenzialità dell'impiego di fonti rinnovabili del Comune di Bergamo".

Inoltre il Team di progettazione è stato supportato da collaborazioni interne, attraverso la costituzione di un tavolo tecnico che ha coinvolto diversi uffici delle Direzioni Territorio e Ambiente, Lavori Pubblici e Risorse e collaborazioni esterne, attraverso il coinvolgimento dei diversi soggetti interessati. Tali collaborazioni, sia interne che esterne, hanno consentito di acquisire il data entry necessario e indispensabile non solo per la redazione del presente Piano Energetico Comunale, ma utilizzato come piattaforma informativa anche per gli altri sopra citati documenti.

Ne consegue quindi che tutti i Piani predisposti nell'ambito del Progetto "Bergamo Sostenibile" condividono un' identica banca dati iniziale per poi articolare gli approfondimenti secondo le diverse direttrici già ricordate.

Le modalità di lavoro sviluppate nel corso della redazione dello strumento hanno costituito una significativa esperienza di collaborazione intersettoriale e di valorizzazione delle diverse competenze professionali, promuovendo un approccio multidisciplinare e partecipativo per la pianificazione sostenibile del territorio.

I Progettisti del Piano Energetico Comunale

## INDICE DEL DOCUMENTO

<b>1. Premessa</b> .....	pag. 3
<b>2. Inquadramento del Piano Energetico Comunale nel panorama normativo europeo, nazionale e regionale</b> .....	pag. 6
<b>3. Processo di elaborazione del Piano Energetico Comunale</b> .....	pag. 15
<b>4. Piano energetico ambientale allegato al PRG con DGR n. 48766 del 29/02/2000)</b> .....	pag. 17
<b>5. Rapporti del PEC con il PGT, altri piani e regolamenti di settore</b> .....	pag. 20
<b>6. Quadro conoscitivo del sistema energetico territoriale e ambientale comunale</b> .....	pag. 32
6.1. inquadramento territoriale del Comune di Bergamo	
6.2. inquadramento meteo climatico e ambientale del Comune di Bergamo	
6.3. inquadramento socio economico del Comune di Bergamo	
<b>7. Bilancio energetico</b> .....	pag. 58
7.1. premessa	
7.2. processo di partecipazione	
7.3. raccolta dati del sistema energetico locale (procedimento bottom up)	
7.4. raccolta dati provenienti dalla scala regionale - provinciale (procedimento top down)	
7.5. analisi dei trend di consumo nel periodo 2005-2009 e possibile evoluzione nello scenario di riferimento	
7.6. le Fonti di energia rinnovabile sul territorio del Comune di Bergamo	
7.7. il bilancio energetico del Comune di Bergamo	
7.7.1. il contesto energetico di riferimento a livello regionale	
7.7.2. metodologia del bilancio energetico del Comune di Bergamo .....	
<b>8. Bilancio ambientale</b> .....	pag. 101
8.1. il contesto regionale di riferimento	
8.2. le emissioni di CO <sub>2</sub> del Comune di Bergamo	
8.2.1. i dati del Sistema Informativo Energia e Ambiente di Regione Lombardia S.I.R.E.N.A.	
8.2.2. stima delle emissioni di CO <sub>2</sub> equivalente sulla base del bilancio energetico	
8.2.3. confronto tra i metodi di calcolo	

<b>9.Considerazioni finali</b> .....	pag. 110
9.1 Valutazioni di sintesi	
9.2 Previsioni al 2020	
<b>10.Quadro delle azioni strategiche del PEC</b> .....	pag. 122
10.1.obiettivi generali e strategie di azione	
10.2 definizione degli ambiti di intervento	
Ambito 1 – INFO: Informazione e formazione	
Ambito 2 – PA: Patrimonio comunale e/o pubblico o di interesse pubblico	
Ambito 3 – RES: Edilizia Residenziale Privata	
Ambito 4 – IND/TER: Industriale/terziario	
Ambito 5 –MOB: Mobilità e trasporti	
Ambito 6 –RINN : Implementazione delle fonti energetiche rinnovabili	
<b>Indice dei grafici</b> .....	pag. 159
<b>Indice delle tabelle</b> .....	pag.160
<b>Glossario dei termini tecnici</b> .....	pag. 162

## 1. PREMESSA

L'art. 5 della L. 10/91 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia", stabilisce che: *"I piani regolatori generali di cui alla legge 17 agosto 1942, n. 1150, e successive modificazioni e integrazioni, dei comuni con popolazione superiore a cinquantamila abitanti, devono prevedere uno specifico piano a livello comunale relativo all'uso delle fonti rinnovabili di energia."*

Il Piano Energetico Comunale (di seguito PEC) si configura pertanto come uno strumento obbligatorio per il Comune di Bergamo, effettua il censimento dei fabbisogni energetici della città ed è finalizzato all'individuazione del bilancio energetico ed alla programmazione razionale di interventi tesi al risparmio energetico ed all'uso di fonti rinnovabili, con conseguenti ripercussioni positive sulla tutela dell'ambiente.

Lo scopo della pianificazione del sistema energetico locale, infatti, è garantire lo sviluppo efficiente e sostenibile e ridurre i consumi di combustibili fossili e le emissioni di gas serra, inserendosi nel territorio considerato coerentemente alle principali variabili socioeconomiche che caratterizzano lo stesso.

Il percorso di elaborazione del PEC richiede, pertanto, un approccio multidisciplinare, legato alla capacità di legare l'economia, l'ecologia, l'innovazione tecnologica, i soggetti pubblici e privati, alle risorse energetiche, per definire le condizioni idonee allo sviluppo di un sistema energetico che dia priorità alle fonti rinnovabili ed al risparmio energetico come mezzi per una maggior tutela ambientale.

Il PEC analizza pertanto le caratteristiche del sistema energetico locale a partire dal 2005 e definisce gli obiettivi di sostenibilità in linea con gli strumenti urbanistici di programmazione strategica (Piano di Governo del Territorio - PGT), in riferimento al contenimento dei consumi, delle emissioni di gas climalteranti e all'identificazione delle corrispondenti azioni per il loro raggiungimento.

Per quanto attiene gli obiettivi generali, il PEC intende:

- *implementare le funzioni della pianificazione territoriale e delle politiche di sviluppo sociale, valorizzando la variabile energia quale fattore chiave di sviluppo;*
- *minimizzare gli impatti negativi sull'ambiente, per un corretto sviluppo sostenibile.*

Lo stesso identifica inoltre i soggetti (pubblici e privati) da coinvolgere e gli strumenti da utilizzare per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità esplicitati.

L'obiettivo operativo primario del PEC è fornire un quadro conoscitivo completo del sistema

energetico locale e del relativo bilancio ambientale delle emissioni di CO<sub>2</sub>eq, che consenta di individuare le azioni finalizzate alla pianificazione del territorio, valutare il potenziale energetico utilizzabile e ancora non sfruttato nel territorio, e perseguire gli obiettivi strategici di politica energetica assunti dall'Amministrazione comunale di Bergamo.

Il PEC si inserisce nel contesto della sostenibilità ambientale ed energetica attraverso il progetto "Bergamo Sostenibile" che coordina i progetti di seguito elencati.

**Agenda 21:** istituita per promuovere, attraverso la condivisione con gli attori territoriali locali, la definizione di obiettivi e azioni che conducano la città di Bergamo su un percorso di sviluppo sempre maggiormente sostenibile.

La città di Bergamo ha esplicitato e formalizzato in più occasioni il proprio impegno verso la sostenibilità dello sviluppo locale in particolare aderendo, con atto di giunta del 10 febbraio 2005, alla "Carta delle città europee per uno sviluppo durevole e sostenibile" (Carta di Aalborg) e successivamente agli Aalborg Commitments.

A livello comunale Agenda 21, attiva da diversi anni, è stata fortemente rilanciata a partire dalla fine del 2009, come strumento di partecipazione e condivisione delle scelte di sostenibilità a livello locale, riconoscendo nella Relazione sullo Stato dell'Ambiente (RSA), recentemente aggiornata e presentata al forum per una sua discussione e condivisione, lo strumento base da cui partire per evidenziare criticità e opportunità per lo sviluppo locale.

Il passo successivo sarà la redazione del piano d'Azione Ambientale che a partire da quanto evidenziato nella RSA e negli incontri con gli attori locali delineerà azioni concrete volte a raggiungere gli obiettivi di tutela e miglioramento ambientale che verranno individuati.

**Patto dei Sindaci**, con deliberazione del Consiglio Comunale. n. 53 OdG. Del 14 dicembre 2009, il Comune di Bergamo ha volontariamente aderito all'iniziativa denominata "Patto dei Sindaci" che impegna le città europee firmatarie a predisporre un Piano di Azione con l'obiettivo di ridurre almeno del 20% le proprie emissioni di gas serra entro il 2020.

Nel caso specifico l'Amministrazione Comunale di Bergamo, si è impegnata a ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>eq almeno del 20% rispetto ad un anno base (2005) con una prospettiva temporale predeterminata (2020), attraverso azioni di energia efficiente e di energia rinnovabile, previste nell'ambito del piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (Sustainable Energy Action Plan SEAP), lo strumento di pianificazione ulteriore che quantifica energeticamente ed economicamente le scelte assunte dall'Amministrazione comunale la cui incidenza in termini di riduzione di emissioni non risulta immediatamente determinabile. Il



SEAP, contestualmente, concorre anche all'incremento della quota delle fonti rinnovabili e al miglioramento di efficienza negli usi finali dell'energia.



Grafico 1. Fasi del Piano di Azione per l'Energia sostenibile (SEAP)

Il SEAP, è uno strumento attuativo delle strategie generali individuate dal piano energetico che specifica e dettaglia le azioni d'intervento finalizzate al raggiungimento dell'obiettivo di riduzione di almeno il 20% delle emissioni di CO<sub>2</sub> al 2020.

**PEC**, realizza l'integrazione degli strumenti di pianificazione urbanistica comunale con le politiche di efficienza energetica e di utilizzo delle fonti rinnovabili, e fornisce l'opportunità di rispondere efficacemente agli obiettivi di contenimento e riduzione di emissioni inquinanti e climalteranti, così come previsto dai numerosi accordi internazionali e comunitari, che hanno visto il nostro Paese tra i principali e più convinti fautori.

Il coordinamento dei tre progetti è stato affidato ad un Gruppo di lavoro interdirezionale istituito dal Comune di Bergamo con Disposizione di Servizio n.3 dello 01.03.2010 che si avvale di un Tavolo tecnico di supporto, selezionato internamente alle competenze del Comune di Bergamo.

## 2. INQUADRAMENTO DEL PIANO ENERGETICO COMUNALE NEL PANORAMA NORMATIVO EUROPEO, NAZIONALE E REGIONALE

Il PEC si ispira principalmente alle impostazioni segnalate dalla Commissione Europea. Le indicazioni provenienti dalle normative europee ruotano intorno a pochi ma chiari principi, diretti a creare e consolidare le prospettive di sostenibilità energetica degli Stati Membri.

Il trattato internazionale di riferimento in materia di ambiente, è il Protocollo di Kyoto, firmato nel 1997 da più di 160 paesi in occasione della Conferenza COP3, ed entrato in vigore il 16 febbraio 2005, dopo la ratifica da parte della Russia.

Il Protocollo di Kyoto ha costituito lo strumento attuativo della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici e si è proposto, come primo grande passo, una strategia internazionale volta al raggiungimento di una progressiva riduzione delle emissioni di gas serra in atmosfera, per contrastare il progressivo riscaldamento del pianeta ad opera della CO<sub>2</sub>, a cui corrisponde il 70% delle emissioni totali di gas serra.

Il Protocollo ha prescritto, per il 2012, una riduzione del 5.2% delle emissioni di CO<sub>2</sub> eq<sup>1</sup> rispetto al 1990. Questo impegno non è stato però distribuito in modo uniforme tra le diverse aree geografiche: l'Europa dovrà ridurre dell'8% il quantitativo di CO<sub>2</sub>, rispetto al 1990, mentre l'obiettivo assegnato all'Italia in ambito comunitario è stato quello di una riduzione del 6.5%. Non si tratta solo di obiettivi generici, in quanto il loro mancato conseguimento comporterà il pagamento di una penale pari a 100 euro a tonnellata di CO<sub>2</sub> equivalente in eccesso.

Si tratta di obiettivi molto impegnativi, tenendo conto del trend di forte crescita della domanda mondiale di energia, almeno prima della recente crisi economica, legato soprattutto all'emergere di nazioni, quali Cina ed India, in cui si concentra circa un terzo della popolazione mondiale.

---

<sup>1</sup> E' l'unità di misura utilizzata per misurare il GWP (*Global Warming Potential*) dei gas serra, ovvero il loro potenziale di riscaldamento globale. La CO<sub>2</sub> è il gas di riferimento usato per misurare tutti gli altri, quindi il GWP della CO<sub>2</sub>=1.

CO<sub>2</sub> equivalenti dei principali gas serra:

CO<sub>2</sub> = 1

CH<sub>4</sub> 2 = 1

N<sub>2</sub>O = 310

SF<sub>6</sub> = 23.900

PFC = 6.500 - 9.200

HFC = 140 - 11.700

	1990 TOTALE	2005 TOTALE	2012 TARGET % anno base 1990	2012 TARGET	2020 TARGET % anno base 1990	2020 TARGET
	(Mt CO <sub>2</sub> eq)	(Mt CO <sub>2</sub> eq)	%	(Mt CO <sub>2</sub> eq)	%	(Mt CO <sub>2</sub> eq)
Francia	562	569	0	562,3	-14,9	448
Germania	1231	1022	-21	972,9	-31,6	842
Regno_Unito	775	692	-12,5	678	-27	565
<b>Italia</b>	<b>519</b>	<b>588</b>	<b>-6,5</b>	<b>485</b>	<b>-5,1</b>	<b>492</b>
UE_15	4269	4310	-8,1	3925	-16,1	3581
UE_27	5800	5299	-8,1	5340	-21,9	4527

Tabella 1. Ripartizione dei target a medio/lungo termine stabiliti dal protocollo di Kyoto.

Il Protocollo è stato successivamente approvato dall'Unione Europea (con decisione 2002/358/CE del Consiglio, del 25 aprile 2002), e, nella prospettiva del rispetto delle prescrizioni del trattato, l'UE ha elaborato il Libro Bianco sulle politiche energetiche.

Il nuovo modello energetico si fonda pertanto sull'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili (energia idroelettrica, biomasse, geotermia, eolica e fotovoltaica) che attualmente provvedono a soddisfare il 15% della richiesta energetica nazionale, soprattutto grazie al contributo della fonte idroelettrica (11%), mentre la parte restante rimane fortemente vincolata all'energia da fonti fossili (68%) e all'importazione dall'estero (15%).

Perseguendo una strategia di sviluppo di queste fonti è possibile svincolarsi dalla dipendenza energetica estera, creando un modello di crescita opportunamente basato sullo sfruttamento delle potenzialità energetiche locali e rispettoso dell'ambiente.

Il Libro Bianco definisce per ogni fonte rinnovabile gli obiettivi di riferimento per conseguire le riduzioni delle emissioni di gas serra previste dalle prescrizioni del protocollo di Kyoto. In tale documento si prevede l'aumento della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili fino a coprire il 23% della produzione totale (su base 1990), da raggiungere entro il 2010.

Inoltre si individuano gli strumenti per il conseguimento di tale obiettivo. In particolare per il nostro paese è previsto il raggiungimento di 20,3 Mtep di energia prodotta dalle fonti rinnovabili per il periodo 2008 - 2012; nel 1997 il quantitativo di energia prodotta era pari a 11,7 Mtep.

Già nel 2001 con la Direttiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio in materia di promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili, si è sottolineata a livello comunitario, la necessità di promuovere fonti energetiche rinnovabili per contribuire alla protezione dell'ambiente ed allo sviluppo sostenibile, permettendo di raggiungere più rapidamente gli obiettivi definiti dal Protocollo di Kyoto.

La direttiva rimarcava altresì come il raggiungimento degli obiettivi, a livello comunitario,

dovesse partire dall'azione a livello locale, per mezzo di meccanismi diversi a sostegno della diversificazione dell'approvvigionamento energetico.

A livello nazionale il DLgs. n. 387 del 29 dicembre 2003, "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità", ha fornito disposizioni specifiche per promuovere:

- un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario;
- le misure per il perseguimento degli obiettivi nazionali;
- la creazione delle basi per un futuro quadro comunitario;
- la ricerca e gli studi tecnologici in materia di fonti rinnovabili.

Nel caso specifico il Ministero delle attività produttive ha stipulato un accordo di programma quinquennale con l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA) con i seguenti obiettivi:

- l'introduzione nella pubblica amministrazione e nelle imprese di componenti, processi e criteri di gestione che consentano il maggiore utilizzo di fonti rinnovabili e la riduzione del consumo energetico per unità di prodotto;
- la formazione di tecnici specialisti e la diffusione dell'informazione in merito alle caratteristiche ed alle opportunità offerte dalle tecnologie;
- la ricerca per lo sviluppo e l'industrializzazione di impianti per la produzione di energia elettrica dalle fonti rinnovabili.

L'articolo 10 del citato decreto stabilisce inoltre che le regioni possono adottare misure per promuovere l'aumento del consumo di elettricità da fonti rinnovabili nei rispettivi territori, aggiuntive rispetto a quelle nazionali.

A livello europeo, con la direttiva 2002/91/CE sono stati forniti indirizzi per il miglioramento del rendimento energetico nell'edilizia, mentre in Italia con il D.lgs 192/05 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia" integrato con il Decreto legislativo 29 dicembre 2006, n. 311, "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico in edilizia", sono stati formulati i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici al fine di favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica; in particolare è stato introdotto il Certificato Energetico degli edifici, quale attestato che descrive e documenta la

prestazione energetica degli edifici.

All'inizio del 2007 l'Unione europea (UE) ha presentato una nuova politica energetica, espressione del suo impegno forte a favore di un'economia a basso consumo di energia più sicura, più competitiva e più sostenibile. Il nuovo quadro di riferimento delle politiche energetiche ed ambientali è stato fornito dall'accordo politico raggiunto dal Consiglio Europeo l'8-9 marzo 2007, che ha visto la definizione della cosiddetta "**politica 20-20-20**".

Al fine di promuovere una crescita sostenibile, l'Unione europea ha fissato nella Strategia europea 20/20/20 tre obiettivi strategici:

- la riduzione del 20%, rispetto ai livelli del 1990, delle emissioni di gas a effetto serra;
- il raggiungimento della quota di fonti rinnovabili del 20% rispetto al consumo finale lordo, con il contributo per il settore dei trasporti di almeno il 10% di energia da fonte rinnovabile rispetto ai consumi totali nel settore;
- il miglioramento dell'efficienza degli usi finali dell'energia del 20 %.

Una politica comune rappresenta, infatti, la risposta più efficace alle sfide energetiche attuali, che sono comuni a tutti gli Stati membri. Essa pone nuovamente l'energia al centro dell'azione europea, tema già all'origine dei trattati che hanno istituito la Comunità europea del carbone e dell'acciaio (trattato CECA) e la Comunità europea dell'energia atomica (trattato Euratom), rispettivamente nel 1951 e nel 1957.

Gli strumenti di mercato (imposte, sovvenzioni e sistemi di scambio di quote di emissione di CO<sub>2</sub>), lo sviluppo delle tecnologie energetiche (in particolare le tecnologie per l'efficienza energetica e le energie rinnovabili, o le tecnologie a basso contenuto di carbonio) e gli strumenti finanziari comunitari, sostengono concretamente la realizzazione degli obiettivi della politica.

Per l'Italia, tale strategia si è tradotta in un duplice obiettivo vincolante per il 2020: la riduzione dei gas serra del 14% rispetto al 2005 e il raggiungimento di una quota di energia rinnovabile pari al 17% del consumo finale lordo.

Gli orientamenti delineati dalla Commissione Europea, hanno perseguito tre obiettivi principali:

1. garantire la sicurezza degli approvvigionamenti favorendo, sul lato dell'offerta, la diversificazione delle fonti energetiche;

2. potenziare la competitività economica delle fonti energetiche nazionali ed in particolare di quelle rinnovabili;
3. assicurare la tutela ed il rispetto dell'ambiente per garantire uno sviluppo di tipo sostenibile.

Nel 2007 l'Italia ha presentato il proprio Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica (PAEE), finalizzato al raggiungimento dell'obiettivo comunitario di risparmio energetico corrispondente al 9,6% entro il 2016, calcolato rispetto al valore di consumo medio negli usi finali nei cinque anni compresi tra il 2002 e il 2006.

Il Piano prevede in sintesi:

- la conferma delle misure già adottate (efficienza energetica nell'edilizia, promozione della cogenerazione ad alto rendimento, sgravi per elettrodomestici ad alta efficienza, incentivi al sistema agro-energetico, ecc...);
- il recepimento delle misure comunitarie in materia di etichettatura energetica, promozione della cogenerazione, progettazione ecocompatibile dei prodotti, efficienza degli usi finali dell'energia;
- l'introduzione a partire dal 2009, del limite di 140 grammi di CO<sub>2</sub>/km alle emissioni medie delle autovetture, corrispondente ad un risparmio di oltre 23.000 GWh/anno (pari al 18% dell'obiettivo complessivo).

Accanto all'evoluzione della politica europea il quadro nazionale ha visto recentemente approvare il D. Lgs. 115 del 30 maggio 2008 " Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE", in applicazione della Direttiva Europea 2006/32/CE che al fine di contribuire al miglioramento della sicurezza dell'approvvigionamento energetico e alla tutela dell'ambiente attraverso la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, stabilisce un quadro di misure volte al miglioramento dell'efficienza degli usi finali dell'energia sotto il profilo costi e benefici.

### **Le azioni della Regione Lombardia.**

Nel 2002 la Regione Lombardia si è dotata degli strumenti volti a delineare le proprie scelte in campo energetico, con l'approvazione in Consiglio regionale dell'Atto di Indirizzo per la Politica Energetica (DGR VII/0674 del 3 dicembre 2002 "Approvazione degli indirizzi per la politica energetica della Regione."), seguita poi dall'adozione del Programma Energetico Regionale (PER) da parte della Giunta (DGR VII/12467 del 21 marzo 2003).

Nel corso del 2007 con DGR VIII/4916 del 15 giugno 2007, è stato approvato il Piano d'Azione per l'Energia (PAE), per rendere operativa la programmazione energetica, individuando specifiche linee di intervento e prevedendo un set di azioni e risorse; successivamente sono stati emanati l'aggiornamento del Piano d'Azione (DGR VIII/8746 del 22 dicembre 2008) e il Piano per una Lombardia Sostenibile (DGR VIII/11420 del 10 febbraio 2010).

Con il **Programma Energetico Regionale**, la Regione Lombardia ha precisato come debbano venire perseguiti gli obiettivi dell'incremento nell'uso delle fonti rinnovabili, della diffusione degli impianti di cogenerazione, specie se alimentati a biomasse, e del teleriscaldamento. Il Programma Energetico Regionale, nel declinare i contenuti indicati dal Documento Programmazione Economica Finanziaria Regionale (DPEFR) del 2000, ha delineato il quadro della situazione energetica in Lombardia, ne ha descritto l'evoluzione considerata più probabile nel prossimo decennio e ha esposto le "linee programmatiche" della Regione Lombardia in relazione agli obiettivi di riferimento, descrivendo gli strumenti d'attuazione prescelti.

Gli obiettivi strategici dell'azione regionale, così come individuati dal Programma Regionale di Sviluppo della VII Legislatura, sono, infatti, i seguenti:

- ridurre i costi dell'energia per le imprese e le famiglie;
- ridurre le emissioni climalteranti ed inquinanti;
- promuovere la crescita competitiva dell'industria delle nuove tecnologie energetiche;
- incrementare l'occupazione a livello locale, quale diretta conseguenza della politica energetica;
- tutelare i consumatori più deboli e vulnerabili.

Il quadro normativo regionale si è arricchito tra il 2000 ed il 2006, di leggi nel settore energetico:

LR n. 17 del 27 marzo 2000 "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso": prevede che "la Regione Lombardia, ai fini del risparmio energetico nell'illuminazione pubblica e privata di esterni, incentivi l'impiego della tecnologia fotovoltaica", e che i comuni adottino un piano di illuminazione che integri lo strumento urbanistico generale, per il censimento della consistenza e dello stato di manutenzione degli edifici insistenti sul territorio amministrativo di competenza e per la disciplina delle nuove installazioni, dei tempi e delle modalità di adeguamento, manutenzione o sostituzione di quelle esistenti.

LR n. 26 del 16 dicembre 2003 "Disciplina i servizi locali di interesse economico generale" :

in particolare al Titolo III definisce le norme in materia di gestione del settore energetico.

L'articolo 25 recita: “la Regione si prefigge, in armonia con la politica energetica dello Stato e dell'Unione europea, di garantire lo sviluppo del sistema energetico nel rispetto dell'ambiente e della salute dei cittadini”.

In particolare la Regione consegue l'obiettivo di riduzione delle emissioni climalteranti, come previsto dal Protocollo di Kyoto, sviluppa azioni coordinate con lo Stato, gli enti locali e le autonomie funzionali, al fine di:

- favorire ed incentivare forme di risparmio energetico e di aumento della produzione di energia da fonti rinnovabili, secondo la direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2001/77/CE;
- promuovere la ricerca e l'innovazione tecnologica in materia di fonti rinnovabili;
- sostenere la riduzione dei consumi degli immobili esistenti e di nuova costruzione mediante soluzioni costruttive e l'utilizzazione delle fonti rinnovabili;
- incrementare la competitività del mercato energetico lombardo.

Nel successivo articolo 27 vengono individuate le funzioni dei comuni, i quali devono provvedere:

- “a favorire la diffusione delle fonti energetiche rinnovabili, l'uso razionale dell'energia ed il risparmio energetico, anche operando tramite i propri strumenti urbanistici e regolamentari”;
- “ad applicare la riduzione, secondo modalità e criteri definiti dalla Regione, degli oneri di urbanizzazione nel caso di progetti caratterizzati da alta qualità energetica”.

LR n. 38 del 21 dicembre 2004: “Modifiche ed integrazioni alla legge regionale 27 marzo 2000, n. 17 ed ulteriori disposizioni”.

In particolare, nell'articolo 3 la norma definisce i seguenti obiettivi del piano dell'illuminazione:

- la limitazione dell'inquinamento luminoso e ottico;
- l'economia di gestione degli impianti attraverso la razionalizzazione dei costi di esercizio, anche con il ricorso a energia autoctona da fonti rinnovabili, e di manutenzione;
- il risparmio energetico;
- una migliore fruizione dei centri urbani e dei luoghi esterni di aggregazione, dei beni ambientali, monumentali ed architettonici;
- la realizzazione di linee di alimentazione dedicate.

LR n. 24 dell'11 dicembre 2006: “Norme per la prevenzione e la riduzione delle emissioni in atmosfera a tutela della salute e dell'ambiente”, declina la politica di risanamento della



qualità dell'aria attraverso linee d'azione capaci di integrare lo sviluppo delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica con il miglioramento della qualità dell'aria del bacino padano.

Il **Piano d'Azione per l'Energia** (PAE), approvato il 15 giugno 2007 con Deliberazione di Giunta regionale n. VII/4916, è lo strumento attuativo del Programma Energetico regionale del 2003.

Il Piano d'azione per l'energia, e il suo aggiornamento del 2008, contengono nuovi indirizzi di politica energetica regionale collegati ad un insieme di misure e azioni da effettuare nel breve e medio periodo.

Il documento è stato formulato a seguito dell'aggiornamento del bilancio energetico del territorio regionale, avvenuto nel 2004, dal quale sono emerse nuove criticità del sistema energetico e ambientale lombardo, rispetto alle analisi effettuate nel 2000 che avevano portato ad elaborare le misure contenute nel PER del 2003 .

Il mutato contesto produttivo, ambientale e sociale ha reso necessario un adeguamento di quelle misure non solo sul piano regionale, ma anche a livello Europeo e internazionale.

In tal senso le linee di intervento individuate nel PAE puntano a:

- ridurre il costo dell'energia per contenere le spese delle famiglie e per migliorare la competitività del sistema delle imprese;
- diminuire le emissioni che inquinano e alterano il clima, rispettando le particolarità del territorio e dell'ambiente entro il quale vengono previsti gli interventi, secondo le linee del protocollo di Kyoto;
- promuovere la crescita competitiva delle industrie legate all'innovazione tecnologica nel settore dell'energia;
- tutelare la salute dei cittadini e curare gli aspetti sociali legati alle politiche energetiche.

Per raggiungere questi obiettivi nel PAE si è ricostruito integralmente il bilancio energetico regionale, ossia la rappresentazione del nuovo contesto energetico lombardo sia sul lato dei consumi sia su quello della produzione di energia.

Di qui il documento si concentra sulle misure da intraprendere per gestire l'energia in Lombardia. Secondo il piano, l'approvvigionamento energetico farà leva su fonti rinnovabili come l'idroelettrica, le biomasse, il solare termico, il solare fotovoltaica, la geotermia e l'eolico. In tal senso gli interventi previsti nel PAE puntano alla diffusione del teleriscaldamento, dei sistemi a pompe di calore, della produzione centralizzata di energia ad alta efficienza, della generazione distribuita e della micro - cogenerazione.

Nel settore dei trasporti il PAE prevede l'introduzione della Carta Sconto metano-Gpl, di

motori elettrici, e l'incremento della rete di distribuzione di metano ad uso autotrazione.

Con il “**Piano per la Lombardia Sostenibile**” approvato dalla Giunta regionale il 10 febbraio 2010, la Regione Lombardia ha impostato il percorso decennale verso l'obiettivo di costruire una “Regione a bassa intensità di carbonio e ad alta efficienza energetica”, e ha scelto di individuare, secondo una logica di “burden sharing” (condivisione a livello regionale degli impegni e degli oneri connessi al raggiungimento degli obiettivi nazionali), un criterio metodologico e alcuni parametri che possono consentire l'attribuzione regionale di target di riferimento e quindi di obiettivi da raggiungere sul territorio locale.

In un'ottica integrata delle tematiche ambientali prioritarie, il Piano si pone l'obiettivo di dare valore al “fattore sostenibilità” come nuova opportunità di competitività e di efficienza del territorio lombardo.

Il Piano rappresenta il contributo che la Regione vuole dare al raggiungimento dell'obiettivo 20-20-20 prospettato dal Piano sul Clima dell'Unione Europea, rafforzando e consolidando nel contempo lo storico impegno per la qualità dell'aria.

Nella politica della Regione Lombardia, gli obiettivi indicati nel Piano per una Lombardia Sostenibile sono i seguenti:

- **+ 17% rinnovabili**
- **- 20% consumi energetici (su base 2005)**
- **- 13% emissioni di CO<sub>2</sub>eq. (su base 2005).**



Tabella 2. Schema degli obiettivi strategici assunti dal “Piano per una Lombardia Sostenibile”, fonte Regione Lombardia “Piano per una Lombardia Sostenibile”.

### 3. PROCESSO DI ELABORAZIONE DEL PIANO ENERGETICO COMUNALE

Per la redazione del Piano Energetico Comunale è stata preliminarmente condotta una fase di analisi che ha messo in luce gli aspetti programmatici del quadro urbanistico vigente, nonché gli aspetti inerenti le tematiche energetiche affrontate anche dai Piani e dai Programmi di Settore del Comune di Bergamo.

Il processo di analisi ha costruito un quadro conoscitivo del sistema territoriale, mettendo in luce le caratteristiche fisico ambientali, socio economiche ed energetiche del contesto. che ha consentito di definire un quadro di riferimento per le strategie d'intervento.

Tale ricognizione è passata attraverso il complesso processo di raccolta e omogeneizzazione dei dati energetici disponibili.

La raccolta dati riferiti al periodo 2005 - 2009 e la disamina degli stessi, ha consentito di evidenziare comportamenti e dinamiche energetiche in atto nei settori di attività analizzati, che hanno direttamente influito sul peggioramento della qualità ambientale dell'aria in termini di emissioni in atmosfera di gas ad effetto serra.

Da qui l'esigenza di individuare le strategie più efficaci per indirizzare lo sviluppo della città, dal punto di vista energetico, verso criteri di maggiore sostenibilità (contenimento dei consumi, introduzione di tecnologie più efficienti sul piano dei consumi/emissioni, diffusione delle fonti energetiche rinnovabili).

Il lavoro è stata pertanto articolato nelle seguenti fasi:

**Ricognizione degli strumenti di programmazione e pianificazione locale vigente:** sono stati analizzato il Piano energetico ambientale allegato al PRG approvato con DGR n. 48766 del 29/02/2000, il PGT vigente e gli altri piani/regolamenti di settore vigenti;

**Costruzione quadro conoscitivo del sistema energetico ambientale comunale,** attraverso:

- a. raccolta dati di inquadramento territoriale, ambientale e socio-economico del Comune di Bergamo;
- b. raccolta dati del sistema energetico locale per il periodo 2005-2009
- c. analisi del mutamento dei consumi energetici nel periodo 2005-2009 e ipotesi di una loro possibile evoluzione nello scenario stabilito dal Piano di Governo del Territorio

vigente.

### **Redazione del bilancio ambientale (per gli anni 2005 e 2009)**

**Definizione Piano di Azione del PEC**, attraverso l'individuazione degli indirizzi di sviluppo della città dal punto di vista energetico, e la predisposizione di linee di azione che possano orientare l'evoluzione del sistema energetico comunale verso la sostenibilità ambientale.

La redazione del PEC, in quanto revisione del Piano Energetico Ambientale allegato al PRG approvato con DGR n. 48766 del 29/02/2000, intende assumere il quadro strategico del nuovo strumento urbanistico di recente approvazione (PGT), concentrandosi sugli interventi, verificando gli obiettivi perseguiti attraverso il piano originale, e aggiornando le linee di intervento in base alla recente programmazione energetica lombarda che ha accentuato l'interesse verso i risparmi di combustibile, l'uso di risorse rinnovabili e la qualità dell'ambiente.

**Gli indirizzi generali assunti per la redazione del nuovo PEC sono :**

- *l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio di proprietà comunale, allo scopo di ridurre i costi e gli sprechi;*
- *la sostituzione degli impianti inefficienti nell'eventuale ristrutturazione degli immobili di proprietà;*
- *il miglioramento del parco automezzi,*
- *l'introduzione di strategie e strumenti innovativi finalizzati al risparmio energetico ed alla promozione delle fonti rinnovabili;*
- *le campagne informative destinate ai cittadini per stimolare comportamenti ambientalmente attenti;*
- *l'attuazione del Regolamento Edilizio e degli strumenti attuativi vigenti del PGT in materia di risparmio energetico;*

Tali strategie di carattere programmatico, dovranno coordinarsi con gli obiettivi e le azioni di dettaglio definite dal Piano di Azione di Agenda 21 e dal Piano di Azione per l'Energia sostenibile elaborato all'interno del progetto Patto dei Sindaci.

## 4. PIANO ENERGETICO AMBIENTALE

(ALLEGATO AL PRG APPROVATO CON DGR N. 48766 DEL 29/02/2000)

Il Piano Energetico Comunale del Comune di Bergamo (PEC) sostituisce e innova il precedente Piano Energetico Ambientale, allegato allo strumento urbanistico approvato con DGR n. 48766 del 29/02/2000 .

Le principali motivazioni che hanno portato alla stesura di un nuovo piano non sono dovute solo ad un adempimento normativo, ma anche alla necessità di ottenere una maggiore incisività della pianificazione energetica locale alla luce delle recenti iniziative europee, nazionali e regionali in materia di risparmio energetico.

Lo stesso Piano originale è stato redatto in simultanea con altri strumenti di controllo e regolamentazione della qualità urbana (piano dell'illuminazione pubblica, piano della mobilità, piano regolatore), per far fronte alle problematiche connesse alla pianificazione energetica ambientale nei processi di trasformazione della città.

Il panorama normativo di riferimento (L. 9 e 10 del 1991) configura il Piano Energetico ambientale come strumento di indirizzo necessariamente da correlare con tutte le componenti della pianificazione che concorrono a realizzare la tutela ambientale del territorio.

Considerata la carenza normativa dell'epoca, lo strumento del piano energetico, da riferire esclusivamente alle fonti di energia rinnovabile, ha incluso aspetti attinenti l'utilizzo razionale dell'energia e la riduzione/compensazione degli impatti ambientali connessi all'uso dell'energia stessa. Tali contenuti sono stati quindi tradotti in norme prescrittive e guide agli interventi, attraverso i livelli di programmazione e di indirizzo del piano che costruiscono l'ambito di applicazione dello stesso.

La politica energetica della Regione Lombardia nel 1990, aveva definito un quadro di obiettivi, interventi e azioni all'interno dei quali si è collocato il piano energetico ambientale:

- efficienza del sistema energetico regionale intervenendo sulla riduzione degli sprechi, nella misura del 15-20%
- riduzione dei consumi energetici rispetto ai valori del 1990, soddisfacendo il 5-10% con fonti rinnovabili o assimilate
- incremento dell'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili
- riduzione drastica delle emissioni inquinanti, nella misura del 20-30%

Tali obiettivi sono stati declinati attraverso le seguenti azioni:

- interventi tecnologici impiantistici per l'uso razionale dell'energia
- iniziative imprenditoriali per servizi impianti a minor consumo energetico
- nuove forme di sostegno agli investimenti connessi all'uso razionale dell'energia
- normativa regionale per le forme di sostegno alle iniziative in campo energetico
- campagna di informazione agli utenti sulle opportunità tecnologiche economiche e finanziarie connesse con l'uso razionale delle energie
- creazione struttura regionale di monitoraggio dei flussi energetici sul territorio
- decentramento delle competenze energetiche a Provincia e Comune
- individuazione bacini energetici
- individuazione forme di cooperazione con la CEE, le aziende municipalizzate, ENEA, ecc.

Con l'emanazione delle Leggi 9 e 10 del 1991, il Comune di Bergamo ha incaricato "Lombardia Risorse SpA" affinché avviasse la raccolta dei dati necessari per gli studi del Piano energetico ambientale.

Alla luce delle strategie formulate dalla politica energetica regionale, il Comune di Bergamo ha assunto un proprio programma, che discende da quanto sopra riportato in sintesi, che si è uniformato alle specificità locali ed agli strumenti di programmazione ai quali è coordinato, con particolare riferimento al tema della compensazione per il riequilibrio ambientale (impianti verdi), e al coinvolgimento dei vari soggetti chiamati per la realizzazione dei programmi di razionalizzazione energetica (Comune di Bergamo, ENEL, Bergamo Ambiente Servizi, parti economiche: terziario-industria-agricoltura).

L'approccio metodologico adottato è stato del tipo bottom-up, partendo dalla ricognizione dei dati raccolti è stato stilato il bilancio energetico e ambientale. Sono stati proposti progetti-obiettivo nei diversi settori e per diversi soggetti sintetizzati in 16 schede di riferimento.

Il confronto con l'ambito della pianificazione urbanistica allora vigente (PRG) ha consentito la conoscenza degli aspetti connessi alla consistenza volumetrica del patrimonio edilizio esistente e previsto come pure dell'incremento demografico previsto dallo stesso, e ha permesso di dare rilievo all'interno del PRG alle questioni relative alla compensazione degli impatti derivanti dalle trasformazioni della città. Un ulteriore livello di coordinamento tra PEC e PRG si è concretizzato attraverso l'inserimento di alcune specifiche disposizioni su questioni energetiche all'interno della normativa del PRG, acquistando pertanto un valore prescrittivo.

La convergenza tra gli obiettivi del Piano energetico e del PRG è stata realizzata grazie alla progettazione del sistema del verde con funzione di mitigazione e compensazione degli

effetti negativi dell'inquinamento urbano. Sono stati, infatti, progettati gli impianti tipo-vegetazionali da localizzare lungo le grandi arterie del traffico automobilistico con funzione di barriere, ed in prossimità delle aree industriali con funzione di boschi molto densi, finalizzati al recupero dell'equilibrio fisico e bio-chimico dell'ecosistema urbano.

Parallelamente a queste azioni di tipo ecologico, sono state intraprese azioni tese al risparmio energetico e all'impiego di fonti energetiche rinnovabili per condurre la città verso uno sviluppo urbano ecosostenibile ed ecocompatibile.

L'azione contestuale di altri piani, quali ad esempio il piano dell'illuminazione pubblica, ha fornite linee di intervento per la ristrutturazione della rete e i possibili sistemi di illuminazione stradale a basso consumo.

L'analisi dei dati reperiti attraverso "Lombardia risorse" ha consentito la stima dei fabbisogni elettrici e termici complessivi. Nel caso delle utenze elettriche, Enel distribuiva la stragrande maggioranza dell'energia utilizzata, alla quale si aggiunge la quota utilizzata dalle utenze comunali prodotta dall'impianto di via Goltara, per un totale complessivo di 357.287 MWh/anno, coperti per oltre il 98% dall'Enel.

Nel caso delle utenze termiche globali, il fabbisogno è stato valutato in rapporto alle percentuali di penetrazione dei diversi combustibili utilizzati, ed è stato stimato che il 32% degli impianti utilizzavano combustibile liquido mentre il 68% utilizzavano gas. In funzione del potere calorifico dei combustibili usati, è stato stimato un fabbisogno complessivo di energia termica pari a 968 GWh/anno.

Il Piano ha infine assunto una struttura normativa che è confluita nelle Norme Tecniche di Attuazione del PRG, e un sistema di matrici di intervento per regolamentare gli interventi proposti per gli edifici e gli impianti esistenti, per le nuove costruzioni, e per gli impianti privati, che effettivamente hanno trovato poi un riscontro negli interventi effettivamente realizzati nel periodo di validità dello strumento urbanistico precedente.

## 5. RAPPORTI DEL PEC CON IL PGT, ALTRI PIANI E REGOLAMENTI DI SETTORE

Preliminarmente all'analisi del sistema energetico ambientale locale, è stata condotta una valutazione degli strumenti di programmazione urbanistica (Piani e regolamenti di settore) vigenti nel Comune di Bergamo, necessaria per delineare la coerenza strategica da considerare per coordinare il nuovo PEC con gli Atti di programmazione già vigenti.

Il Piano energetico comunale realizza la convergenza con gli obiettivi dello strumento urbanistico vigente, grazie all'attenzione posta agli aspetti del risparmio energetico e del riequilibrio fisico e ambientale dell'ecosistema urbano della città, e quindi all'assunzione di scelte strategiche che realizzino tali intenti.

Lo stesso PEC è coerente con le azioni strategiche prioritarie assunte dal Piano di Governo del Territorio vigente, e ha assunto lo scenario decennale di riferimento (anno 2020), sebbene l'Atto strategico del PGT (il documento di piano), per effetto della legislazione urbanistica regionale vigente di riferimento (LR 12/2005, possa essere aggiornato e modificato con frequenza quinquennale.

Trattandosi di Piano/Programma, il PEC di Bergamo, a seguito dell'applicazione della Direttiva europea 42/2001 sulla valutazione ambientale strategica (VAS), deve essere sottoposto alla procedura citata secondo le disposizioni metodologiche e procedurali contenute nella DGR 10971/2009, per decretare la sostenibilità del quadro degli obiettivi strategici assunti dal PEC e per valutare che gli effetti prodotti sull'ambiente dalle azioni messe in campo dallo stesso piano, producano minori impatti possibili sull'ambiente e siano sostenibili per il contesto territoriale e socio economico sui quali influiscono.

Il tema della sostenibilità dello sviluppo ha imperniato la struttura del nuovo **Piano di Governo del Territorio del Comune di Bergamo** attraverso strategie di sviluppo che perseguono logiche qualitative e non più quantitative, orientate al miglioramento delle condizioni di vita e, in esse, di riequilibrio sociale economico ed ambientale.

Il quadro conoscitivo del PGT ha evidenziato peculiarità del contesto territoriale su cui intervenire per promuovere nuove politiche di intervento .In particolare ha evidenziato:

- la progressiva riduzione della popolazione residente e il progressivo aumento del numero degli anziani, a fronte di una perdita di popolazione giovane sotto i 30 anni;
- il cambiamento radicale della tipologia di domanda abitativa: da un lato, si registra un aumento nella richiesta di alloggi temporanei, soprattutto in affitto, sia da parte di giovani



coppie o lavoratori immigrati (negli ultimi anni è cresciuta la presenza di residenti con cittadinanza straniera, per il 40% di età inferiore ai 30 anni, per il 90% sotto i 45 anni); dall'altro, come dimostrano i dati relativi al numero delle famiglie giovani presenti e al tasso di natalità registrato, anche la popolazione di Bergamo registra un fenomeno, comune alla maggior parte dei comuni italiani, di micro-parcellizzazione dei nuclei familiari. Tale processo determina un aumento nella richiesta di nuovi alloggi, non solo in termini di nuove costruzioni, ma anche e soprattutto in termini di ristrutturazione e ampliamento di edifici già esistenti, recupero di edifici sfitti o abitati solo per brevi periodi localizzati all'interno del centro abitato o in zone periferiche;

- lo sviluppo e promozione di attività produttive non più legate ad una crescita generalizzata dell'economia locale, bensì alla necessità di indurre condizioni concorrenziali in termini di disponibilità di aree, di accessibilità, di dotazioni pubbliche, di qualità dei servizi e, più in generale, di qualità della vita che la città può offrire per attrarre nuovi investimenti e creare così nuove occasioni di sviluppo sostenibile. È doveroso attribuire alle attività produttive un significato più ampio di quello tradizionale, adeguato alle modifiche radicali intervenute negli ultimi decenni nell'economia italiana e legato alla ricerca e allo sviluppo tecnologico, oltre che al turismo (funzioni ricettive e commerciali).

Il dimensionamento del Piano pertanto non ha considerato il fisiologico decremento sociale ed economico riscontrato, ma, al contrario, ha valutato l'opportunità di politiche di intervento in grado di sollecitare uno sviluppo futuro.

Tradotto in scelte urbanistiche ciò ha significato:

- prevedere nuovi insediamenti residenziali dimensionati sulle reali possibilità d'intervento e sulla disponibilità di aree interne ai tessuti urbani esistenti o ad essi marginali (lotti liberi, aree libere intercluse, aree abbandonate, degradate o sottoutilizzate), coerenti con la più generale strategia di riqualificazione urbana del nuovo Piano;
- garantire un'offerta differenziata di tipologie edilizie in grado di soddisfare una domanda residenziale più articolata e maggiormente orientata alla locazione, per rispondere ai bisogni emergenti dalla programmazione per le politiche abitative;
- considerare un dimensionamento in termini di servizi e attrezzature, per migliorare le dotazioni di spazi verdi nella città;
- prevedere aree per attività (produttive, artigianali, commerciali, tecnologiche, legate alla ricerca, ...) che, adeguate al nuovo scenario di sviluppo economico, siano localizzate in

base alla compatibilità con le funzioni residenziali, alla migliore accessibilità e al minore impatto ambientale, favorendo lo sviluppo delle attività orientate ad investire nei settori della tecnologia e della ricerca capaci di generare un valore aggiunto al concetto tradizionale di produzione;

- prevedere nuove aree per servizi legati al commercio e al turismo, con localizzazioni selezionate in base alla migliore accessibilità e al minore impatto ambientale, evitando ripercussioni negative, possibili impatti, rischi di compromissione del contesto circostante;
- valutare, in una prospettiva di complessivo miglioramento della qualità urbana e territoriale, l'opportunità di realizzare, apportando eventuali modifiche di riduzione degli indici edificatori per mitigazione degli impatti negativi prodotti, i progetti per la mobilità o interventi non realizzati dello strumento urbanistico vigente.

Entrando nel dettaglio delle trasformazioni urbanistiche della città, il nuovo PGT delinea un dimensionamento complessivo pari 4.300.422 mc, di cui: 3.258.390 mc relativi a volumi sostituiti/confermati/rifunzionalizzati, e 1.042.032 mc relativi al nuovo volume di progetto (1,96% sull'esistente).

Le previsioni insediative sono state così ripartite per SLP e funzioni:

residenziale	551.134 mq
servizi	218.791 mq
produttivo	76.756 mq
terziario	334.186 mq
alberghiero	77.679 mq
commerciale	174.945 mq
totale	1.433.490 mq

Abitanti previsti da trasformazioni in corso	8.924 ab.
Abitanti previsti da trasformazioni previste dal PGT	11.078 ab.
Stima abitanti nel decennio	137.520 ab.

In relazione agli aspetti ambientali il nuovo Piano energetico ed il nuovo strumento urbanistico vigente, pongono particolare attenzione al sistema del verde ed alla pianificazione dello stesso con funzione di mitigazione e compensazione degli impatti indotti dalle trasformazioni.

A tal proposito nell'ambito degli studi paesistici condotti a supporto del documento di piano del PGT, la sostenibilità ambientale è stata affrontata anche attraverso la biopotenzialità territoriale che ha lo scopo di definire la capacità portante dei sistemi paesistici, e la loro capacità di auto mantenimento, funzionale alla definizione mirata e dettagliata delle capacità di ecoconnessione dell'assetto territoriale che allo stato attuale caratterizza il Comune di Bergamo. Tale studio è finalizzato alla determinazione dei fattori di pressione e allo stato di qualità ambientale del territorio ed è stato condotto con l'obiettivo di fornire dati opportuni per:

- conoscere il territorio e interpretarlo attraverso modelli descrittivi;
- migliorare le prestazioni ambientali attraverso indirizzi di gestione del territorio;
- migliorare le prestazioni ambientali attraverso la realizzazione di interventi mirati;
- prevedere e mitigare l'insorgere di eventuali alterazioni dovute a trasformazioni.

Il progetto che meglio rappresenta la strategia verde del PGT è il progetto della "Cintura Verde" che si configura come "un vero e proprio progetto ambientale che integra, collega, ricuce ed amplifica le speciali condizioni dei "vuoti urbani" per ottenere risultati altamente qualitativi e facilmente misurabili a favore dell'innalzamento della qualità del vivere. La misura geografica del progetto assume la scala del sovralocale, pur configurandosi entro i confini cittadini: la cintura avvolge da est a ovest la mezzaluna meridionale del corpo urbano andandosi a saldare ad est con il colle Canto e la Maresana, ad ovest con il promontorio della Benaglia e i Colli di Città Alta, veri e capaci serbatoi di naturalità".

Il progetto della cintura verde si pone alti obiettivi strategici, tra i quali:

la promozione di un sistema di spazi verdi

la riqualificazione dei margini del tessuto abitativo cittadino

la realizzazione della cintura verde quale esito di sinergie e connessioni con i territori e le comunità delle Municipalità confinanti.

I quattro elementi della cintura verde sono:

1. Ambiti di valore strategico e vocazione pubblica: le "stanze verdi"
2. Il parco lineare
3. I percorsi della mobilità dolce
4. Gli ambiti periurbani agricoli con funzione ecologico-ambientale.

Tale progetto si compone di formazione agro-forestale appositamente progettata per realizzare la connessione ecologica tra aree disunite di particolare interesse naturalistico, per

favorire contestualmente la fruizione turistica e ambientale del territorio rurale periurbano, e per fungere da barriera di mitigazione ambientale e compensazione degli effetti negativi dell'inquinamento urbano.

La realizzazione nel tempo di questo sistema verde integrato contribuirà fortemente al recupero dell'equilibrio e bio-chimico dell'ecosistema urbano, attraverso l'assorbimento del carbonio presente in surplus nelle situazioni di inquinamento ambientale.

Le capacità ricettive dell'ambiente sono riuscite, fino ad un recente passato, a far rientrare la CO<sub>2</sub> emessa nel ciclo naturale del carbonio. Ma il tasso di crescita della presenza di CO<sub>2</sub> nella composizione chimica dell'atmosfera a livello globale sta aumentando vertiginosamente, basti pensare che nel 2007 è stato di 2,2 ppm (nel 2006 era stato di 1,8) superiore al valore dell'intero periodo 2000-2007 di 2,0 ppm, la media annuale dei precedenti 20 anni era stata di 1,5 ppm l'anno. Questo incremento ha condotto la concentrazione atmosferica a 383 ppm nel 2007, il 37% in più della concentrazione presente all'inizio della rivoluzione industriale (1975).

I sistemi naturali assorbono, infatti, 4,9 miliardi di tonnellate di carbonio ogni anno che corrispondono al 54% delle emissioni del periodo 2000-2007, di cui il suolo assorbe il 29% e gli oceani il 25%.

Un recente studio dimostra infatti che gli organismi vegetali assorbono più CO<sub>2</sub> in situazioni ambientali inquinate: gli effetti dell'inquinamento atmosferico sembrano aver potenziato la "produttività" globale delle piante dal 1960 al 1999 che si traduce in un aumento netto del 10% della quantità di anidride carbonica immagazzinata sulla terra", effetti di cui tener conto nella messa in atto dei programmi di riduzione dell'inquinamento atmosferico.

Infatti, la presenza di particelle inquinanti disperse nell'atmosfera, facilita l'assorbimento di CO<sub>2</sub> da parte delle piante perché l'aerosol disperde e frastaglia la luce solare che pertanto non arriva più diretta e in un'unica direzione alle piante. Il frastagliamento della luce consente dunque a un maggior numero di foglie di ricevere raggi da utilizzare per svolgere fotosintesi clorofilliana e, dunque, consente un maggiore assorbimento netto di CO<sub>2</sub>.

La Cintura Verde dovrà essere progettata attraverso elementi così definiti: le fasce boscate fitte e in presenza di infrastrutture, le fasce tampone, il filare semplice arborato, il prato arborato, e le siepi campestri.

Per ciascuna tipologia verde prevista dalla normativa del Piano delle Regole e del Piano dei Servizi del PGT sono stati ipotizzati indici di densità arborea e arbustiva da rispettare per salvaguardare il compimento del disegno verde della città e assicurare gli effetti attesi da tale realizzazione.

In termini di efficienza energetica la **normativa del Piano delle Regole del PGT**, all'art. 10.4 – indirizzi e principi in materia di risparmio energetico, afferma che in applicazione delle disposizioni contenute all'art.10 c.3 lettere h) i) della L.R. 12/2005 e s.m.i. nel suo testo vigente, in forza delle quali il Piano delle Regole deve individuare i requisiti qualitativi degli interventi, nonché i requisiti di efficienza energetica dei fabbricati, il piano enuncia quale primario requisito qualitativo l'assunzione dei principi di contenimento energetico e sostenibilità ambientale nella progettazione e nell'esecuzione degli interventi, sia di nuova costruzione che relativi al patrimonio edilizio esistente.

Tale requisito qualitativo deve essere tenuto indispensabilmente in considerazione dalle future progettazioni unitamente alla qualità architettonica ed all'applicazione dei principi di bioarchitettura al fine di qualificare l'intervento e contribuire al miglioramento della qualità ambientale, urbana ed architettonica della città.

Le disposizioni a cui dare applicazione per il raggiungimento del fine qualitativo ed i parametri e le misure cogenti da rispettare sono quelle contenute, oltre che dalla specifica normativa urbanistica, dal regolamento di settore: **Regolamento Edilizio Comunale vigente**, il quale al suo Capo VI - "Requisiti degli edifici finalizzati al risparmio del fabbisogno energetico e alla riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti", individua le prestazioni dei fabbricati nella specifica materia.

I requisiti in materia di efficienza e risparmio energetico si applicano agli interventi di nuova costruzione, demolizione con ricostruzione, ristrutturazione, ampliamento, modifica degli edifici e degli impianti secondo quanto indicato dalle disposizioni legislative nazionali (Decreto Legislativo 19/08/2005 n. 192 e successive modificazioni e integrazioni) e dalle disposizioni legislative regionali (Deliberazione della Giunta Regionale 26/06/2007 n. 8/5018 e successive modificazioni e integrazioni). In particolare si richiamano i seguenti articoli:

Art. 95 - Certificazione energetica e targa energetica degli edifici: è fatto obbligo di certificazione energetica, modalità di produzione, presentazione e rilascio dell'attestato di certificazione energetica, e classificazione energetica degli edifici.

L'obbligo di certificazione energetica riguarda: la nuova edificazione, gli ampliamenti/ricostruzione/ristrutturazione di edifici esistenti, la ristrutturazione edilizia e la manutenzione straordinaria.

Art. 96 - Contenimento del fabbisogno termico del sistema edificio-impianto: ai fini del

rispetto dei principi di contenimento del fabbisogno termico degli edifici e più in generale del risparmio energetico, gli interventi edilizi devono essere progettati e realizzati sulla base dei criteri e delle verifiche di efficienza energetica definite dalla normativa generale e dalle norme del regolamento edilizio in quanto integrative.

Art. 98 - Orientamento dell'edificio e controllo degli apporti solari: la collocazione ed il posizionamento degli edifici all'interno di un lotto devono privilegiare il rapporto con l'ambiente allo scopo di migliorare il microclima interno e sfruttare al meglio le risorse energetiche rinnovabili, mirando in particolare a favorire l'apporto energetico del sole nel periodo invernale e a mantenere sotto controllo il soleggiamento nel periodo estivo.

L'orientamento dell'edificio e delle sue superfici deve in ogni caso garantire la migliore esposizione possibile in funzione dell'apporto di energia solare.

Le disposizioni assumono valore vincolante qualora si intenda accedere ai benefici stabiliti dall'Amministrazione comunale in favore delle costruzioni con più elevate caratteristiche di efficienza energetica e sostenibilità ambientale.

Art. 104 - Adozione di sistemi di produzione di calore ad alto rendimento: fatto salvo quanto previsto dalla normativa generale in materia, per gli edifici di nuova costruzione, per quelli oggetto di demolizione con ricostruzione, ristrutturazione integrale ed in quelli in cui è prevista la completa sostituzione dell'impianto di riscaldamento o del solo generatore di calore, è obbligatorio prevedere l'impiego di sistemi di produzione di calore ad alto rendimento.

TABELLA - Rendimenti minimi generatori di calore

a) nel caso in cui l'edificio sia collegato a una rete di gas metano, i nuovi generatori di calore devono avere emissioni di NOx < 120 mg/kWh ed i seguenti rendimenti:

Rendimento a potenza nominale (100%)		Rendimento a carico parziale (30%)	
Temperatura media dell'acqua nella caldaia	Espressione del requisito del rendimento	Temperatura media dell'acqua nella caldaia	Espressione del requisito del rendimento
70 °C	$\geq 91 + 1 \log P_n$	30 °C	$\geq 97 + 1 \log P_n$

b) nel caso in cui l'alimentazione disponibile sia a gasolio, i nuovi generatori di calore devono avere emissioni di NOx < 80 mg/kWh ed i seguenti rendimenti:

Rendimento a potenza nominale (100%)		Rendimento a carico parziale (30%)	
Temperatura media dell'acqua nella caldaia	Espressione del requisito del rendimento	Temperatura media dell'acqua nella caldaia	Espressione del requisito del rendimento
70 °C	$\geq 93 + 2 \log P_n$	> 50 °C	$\geq 89 + 3 \log P_n$

Art. 105 - Impianti centralizzati per il riscaldamento ed il raffrescamento: le prescrizioni previste si applicano in caso d'intervento di nuova costruzione, demolizione con ricostruzione, ristrutturazione integrale dell'edificio, nuova installazione/ristrutturazione integrale degli impianti termici esistenti, negli edifici ove sono presenti e/o previste più di 6 unità immobiliari o un volume superiore a m<sup>3</sup> 2.000.

È obbligatorio prevedere l'impiego di impianti centralizzati per la produzione e la distribuzione dell'energia termica per il riscaldamento nonché l'adozione di un sistema di gestione e contabilizzazione dell'energia termica prelevata individualmente da ogni utente.

Art. 110 - Efficienza energetica degli impianti elettrici e di illuminazione, riduzione dell'inquinamento luminoso: negli edifici pubblici, d'uso pubblico o destinati al terziario, in caso di interventi di nuova costruzione, demolizione con ricostruzione, ristrutturazione integrale dell'edificio o rifacimento degli impianti elettrici, è obbligatorio l'installazione di dispositivi che permettano di controllare i consumi di energia per l'illuminazione, quali interruttori a tempo, sensori di presenza o sensori di illuminazione naturale, ecc.

Nei casi d'intervento di cui al comma precedente, riferiti ad edifici in tutto o in parte di tipo residenziale, è obbligatorio l'installazione di interruttori crepuscolari o a tempo nelle parti comuni.

Le condizioni di illuminamento artificiale negli spazi adibiti ad attività principale, secondaria (attività comuni e simili) e nelle pertinenze devono assicurare un adeguato livello di benessere visivo, in funzione dell'attività prevista.

Per i valori corretti di illuminamento si deve fare riferimento alla normativa generale (norme UNI, CEI, EN).

L'illuminazione esterna pubblica e privata di edifici, giardini, parchi, strade, piazze, ecc. è soggetta alle norme della Legge Regionale 27/03/2000 n. 17 e successive modificazioni e integrazioni che dettano disposizioni in materia di contenimento di tutti i fenomeni di inquinamento luminoso e di risparmio energetico.

Nelle aree comuni esterne (private, condominiali o d'uso pubblico) relative ad interventi di nuova costruzione, demolizione con ricostruzione, ristrutturazione integrale dell'edificio, è

obbligatorio che i corpi illuminanti siano previsti di diversa altezza per le zone carrabili e per quelle ciclabili/pedonali, e forniscano sempre un flusso luminoso orientato verso il basso, per ridurre al minimo le dispersioni verso la volta celeste e il riflesso sugli edifici, così come richiesto dalla citata Legge Regionale 27/03/2000 n. 17.

Art. 111 - Utilizzo di energie rinnovabili: per tutte le categorie di edifici, di proprietà pubblica o privata, è obbligatorio l'utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia termica ed elettrica, sulla base di quanto previsto dalle normative generali in materia.

Negli edifici pubblici e privati, oltre ai casi obbligatori previsti dalla normativa generale, è raccomandato, per gli edifici soggetti a interventi di ampliamento o ristrutturazione edilizia, progettare e realizzare l'impianto di produzione di energia termica in modo tale che almeno il 50% del fabbisogno annuo dell'energia primaria richiesta per la produzione dell'acqua calda sanitaria sia soddisfatto attraverso impianti alimentati da fonti rinnovabili - quali collettori solari termici, risorse geotermiche, pompe di calore a bassa entalpia, biomasse.

Tale limite è ridotto al 20% per gli edifici situati nei centri storici.

Art. 111 bis - Impianti solari termici: salvo motivate richieste di deroga, approvate dall'Amministrazione comunale, gli impianti solari termici devono rispettare le seguenti indicazioni:

- a) i collettori solari devono essere installati su tetti piani o su falde o facciate esposte a sud, sud-est, sud-ovest, est, ovest, ed essere integrati con l'architettura dell'edificio;
- b) i collettori disposti su falde inclinate e quelli installati su facciate, balaustre o parapetti di edifici devono essere adagiati in modo complanare alla superficie di appoggio;
- c) nel caso di coperture piane, i pannelli e i loro serbatoi possono essere installati con inclinazione ritenuta ottimale, purché non visibili dal piano stradale sottostante ed evitando l'ombreggiamento tra di essi, se disposti su più file;
- d) i serbatoi di accumulo devono essere posizionati all'interno degli edifici.

Art. 111 ter - Impianti solari fotovoltaici: negli interventi di nuova costruzione, demolizione con ricostruzione, ristrutturazione integrale dell'edificio, devono essere previsti impianti per la produzione di energia elettrica fotovoltaica, aventi potenza nominale almeno pari alla maggiore tra quelle di seguito indicate:

- 1 kWp per ciascuna unità, nel caso di destinazione residenziale - 5 kWp, nel caso di fabbricati industriali con superficie utile superiore a mq 100;



- la potenza nominale necessaria per erogare almeno l'80% dell'energia elettrica annualmente richiesta per la gestione delle parti comuni dell'edificio.

A tal fine il progetto deve prevedere, compatibilmente con la realizzabilità tecnica dell'intervento:

- a) L'individuazione di una superficie della copertura dell'edificio o di aree di pertinenza tali da consentire l'installazione dei moduli fotovoltaici richiesti;
- b) la presenza di un vano tecnico accessibile, per la manutenzione degli impianti, dove possano essere ospitati i dispositivi di condizionamento della potenza dell'impianto fotovoltaico e di connessione alla rete, con caratteristiche idonee ad ospitare un quadro elettrico ed i dispositivi di interfaccia con la rete;
- c) la realizzazione dei collegamenti dei moduli fotovoltaici al vano tecnico, di norma richiedente un cavedio di sezione opportuna, per consentire l'alloggio di due canaline destinate ad ospitare i tubi corrugati per i collegamenti elettrici all'impianto fotovoltaico ed il collegamento alla rete di terra.

La **Valutazione Ambientale Strategica del PGT vigente**, ha contribuito ad indirizzare le scelte del Piano verso i principi della sostenibilità ambientale, e a tal proposito le ipotesi di trasformazione del territorio nello scenario futuro della città sono state verificate attraverso un set di criteri qualitativi di inserimento paesistico ambientale e un quadro di indicatori ambientali per la valutazione sintetica degli impatti, con particolare riferimento alle seguenti tematiche energetiche:

Clima e atmosfera:	ridurre emissioni gas climalteranti, incrementare l'uso di fonti rinnovabili
Aria:	migliorare la qualità dell'aria
Acqua:	migliorare la qualità dei corpi idrici, tutelare le risorse idriche, ridurre i consumi idrici
Risorse energetiche:	migliorare/ridurre l'uso di risorse non rinnovabili, ridurre i consumi energetici
Rifiuti:	riduzione dei rifiuti prodotti, migliorare l'efficienza del recupero e dello smaltimento dei rifiuti.

In tema di valutazione delle scelte di Piano con i criteri della sostenibilità, la VAS del PGT ha posto particolare attenzione ai seguenti argomenti (il testo che segue è tratto dal "Rapporto Ambientale" della VAS):

*“ Minimizzare l'utilizzo di risorse non rinnovabili: a livello locale l'Amministrazione comunale già opera con gli strumenti vigenti a disposizione; il regolamento edilizio di recente approvazione interessa settori come: il contenimento del fabbisogno tecnico degli edifici, l'inerzia termica dell'involucro edilizio, l'Illuminazione naturale e protezione dall'irraggiamento solare, i materiali ecosostenibili, l'isolamento acustico, le serre bioclimatiche ed altri sistemi solari passivi, i sistemi ad alto rendimento di produzione del calore, gli impianti centralizzati per la climatizzazione invernale ed estiva (Impianti centralizzati per la produzione del calore – Sistemi centralizzati di raffrescamento estivo), la regolazione locale della temperatura nell'ambiente, l'adozione dei sistemi a bassa temperatura, la ventilazione degli edifici (naturale – meccanica), la contabilizzazione e gestione energetica individuale, l'efficienza energetica degli impianti elettrici e di illuminazione e riduzione dell'inquinamento luminoso, l'utilizzo di energie rinnovabili (Impianti solari termici, Impianti fotovoltaici, il Teleriscaldamento), la certificazione energetica degli edifici.*

*.... In sintesi si perseguono i seguenti obiettivi: salvaguardare l'ambiente e le aree ricomprese nel territorio del Parco con particolare riguardo alla tutela ambientale in materia di inquinamento dei corsi d'acqua e dei torrenti ivi ricompresi; promuovere il recupero del patrimonio storico e monumentale e l'arricchimento del patrimonio naturalistico-ambientale dell'area del Parco e assicurarne la fruizione ad uso pubblico secondo le previsioni del piano, ferma restando la prevalenza delle aree a bosco e a verde agricolo; promuovere e favorire le attività agricole, agrituristiche, la messa a coltura delle aree recuperabili a destinazione agricola, anche con l'acquisizione delle aree stesse; coordinare gli interventi nell'area del Parco con le opere ed i servizi in esso attuati.*

Tra le misure valutate dalla VAS per perseguire la sostenibilità ambientale, è stato citato il **Piano Urbano della Mobilità (PUM)**, considerato lo strumento di *“...razionalizzazione del sistema infrastrutturale a scala locale e territoriale, ... che ha strutturato un quadro ampio di indirizzi programmatici nel medio e lungo periodo in funzione di diversi scenari di sviluppo ipotizzati che vanno a sostenere ed a declinare le scelte strategiche del piano.”*

Lo strumento del PUM ha prefigurato un set di indirizzi programmatici, correlati a diversi possibili scenari di sviluppo della città, riguardanti i seguenti temi:

Intermodalità – nuovo polo intermodale integrato nel progetto strategico a scala territoriale di Porta Sud;

Mobilità su ferro - linee ferroviarie: collegamento ferroviario dalla stazione FS all'aeroporto di Orio al Serio che si sviluppa secondo lo schema di tracciato in fase di approfondimento da parte di Ferrovie Nord;

Mobilità su ferro - linee tranviarie: la linea tranviaria per la valle Seriana è recepita dal Piano come opera esistente in funzione della sua prossima conclusione. In quanto agli altri tracciati si elencano di seguito: 1. Bergamo stazione FS - Valle Brembana; 2. Nuovo Polo intermodale Porta Sud - Nuovo Ospedale; 3. Porta Nuova - Stazione della funicolare; 4. Porta Nuova - raccordo con la linea per la Valle Seriana;

Nuovi tracciati stradali e soluzione dei nodi critici;

Mobilità dolce: grande rilevanza è stata attribuita alla definizione di una rete di mobilità lenta che si configura come elemento connettivo a basso impatto, che innerva tutto il territorio comunale;

Risalita per Città Alta.

Le trasformazioni indotte dal nuovo piano dovranno adottare tutte le misure di mitigazione e compensazione ambientale necessarie per bilanciare gli effetti negativi prodotti sull'ambiente urbano, attraverso operazioni vegetali e strutture passive nel caso, con funzione di quinte visive e barriera anti-inquinamento.

Le misure previste rappresentano la strategia portante dell'Amministrazione comunale che in tal modo intende perseguire gli obiettivi di sostenibilità ambientale ed ecologica, attraverso strumenti di programmazione urbanistica e di controllo delle trasformazioni edilizie, ma anche attraverso lo strumento del PEC che si inserisce nella programmazione generale del territorio e rappresenta, pertanto, lo strumento operativo per lo sviluppo delle diverse azioni in relazione all'efficienza energetica e all'utilizzo delle risorse direzionate nel campo dell'energia rinnovabile.

Con esso l'Amministrazione comunale intende proseguire nell'azione politica mirata alla ricerca di approvvigionamenti energetici alternativi ed ecologici, promuovendo un nuovo modo di concepire l'energia in linea con l'ambiente circostante.

## 6. QUADRO CONOSCITIVO DEL SISTEMA TERRITORIALE E AMBIENTALE COMUNALE:

### 6.1 Inquadramento territoriale del Comune di Bergamo

L'inquadramento territoriale, ambientale e socio-economico del Comune di Bergamo, è stato definito facendo in parte riferimento a quanto elaborato nel "Rapporto sullo Stato dell'Ambiente" (RSA), aggiornato al 2009, redatto per Agenda 21 nell'ambito del progetto "Bergamo Sostenibile", e allo "Studio paesistico" redatto nell'ambito del nuovo Piano di Governo del Territorio del Comune di Bergamo.

La città di Bergamo è situata al centro della Provincia di cui è capoluogo, al confine con i Comuni di Bergamo confina con i comuni di Ponteranica, Torre Boldone, Gorle, Seriate, Orio al Serio, Azzano San Paolo, Stezzano, Lallio, Treviolo, Curno, Mozzo, Valbrembo, Paladina e Sorisole. Il territorio comunale si estende per 40,4 km<sup>2</sup> nella zona di raccordo tra i rilievi più meridionali della Catena Alpina e l'ampio bacino alluvionale della Pianura Padana.

La città di Bergamo sorge ai piedi delle Alpi Orobie, allo sbocco della valle Seriana e della valle Brembana, nel territorio dell'alta pianura lombarda; il comune è diviso in due zone chiaramente distinte che a loro volta definiscono l'equa ripartizione tra la zona di collina e la fascia di pianura: la città alta, cinta dalle mura venete, e la città bassa moderna.

Se Bergamo alta rappresenta il limite settentrionale della città, a sud è possibile identificare due soglie differenti, rappresentate dallo scalo ferroviario e dall'asse interurbano; tali soglie evidenziano con chiarezza le diverse fasi attraversate dallo sviluppo urbanistico della città bassa, dove sono riconoscibili le edificazioni realizzate dagli anni 50-60' ai giorni nostri.

La crescita della città è storicamente avvenuta principalmente lungo le radiali est ed ovest della città, poiché a sud lo scalo ferroviario ha di fatto definito per lunghi anni una linea di arresto all'espansione dell'edificato sui campi coltivati; a est e a ovest della città, al contrario, la crescita urbanistica si è manifestata nel fenomeno della "saturazione", per la quale tra i quartieri storici periferici ed il centro non è rilevabile alcuna cesura, né spazio vuoto.

Il cuore di Bergamo è inequivocabilmente rappresentato dalla città fortificata, o città alta, il monumento unitario che con il suo skyline ne definisce l'unicità e la riconoscibilità rispetto a qualsiasi altra città.

L'area collinare della città, appartenente al più vasto territorio compreso nel Parco dei Colli di Bergamo, è contraddistinta da una discreta superficie a bosco, diffusa per tradizione in macchie relativamente compatte sui versanti meno esposti dei colli di Bergamo e della Maresana.

La città di Bergamo è pesantemente vincolata nell'organizzazione infrastrutturale legata alla viabilità, da sempre condizionata dall'elevata densità di popolazione e dalla particolare conformazione geomorfologica; un criterio organizzativo ritenuto efficace è stato individuato nella separazione dei flussi, con l'obiettivo di limitare al massimo la frammistione tra gli spostamenti interni e quelli in attraversamento, affinché il movimento legato al pendolarismo non entrasse in conflitto con l'accessibilità ai servizi pubblici.

Con questo scopo, a partire dal secondo dopoguerra, si è proceduto alla costruzione della circonvallazione, internamente alla città, e trent'anni dopo all'asse interurbano. L'asse interurbano è stato primariamente realizzato per facilitare il collegamento tra il capoluogo e le aree gravitanti attorno ai comuni di Curno, Ponte San Pietro, Seriate e Brusaporto, tuttavia allo stato attuale conduce comodamente anche verso la valle Seriana attraverso lo svincolo che oltre Pedrengo immette nella galleria Montenegrone conducendo verso Nembro.

L'asse interurbano rappresenta attualmente la risposta principale che il comune di Bergamo ha offerto alle esigenze di mobilità contenute nelle intense relazioni territoriali ormai consolidate con le direttrici principali dei flussi produttivi.

Definire la città come un sistema insediativo significa riconoscere che essa si costituisce di elementi e parti distinte e caratterizzate sulla base della loro funzione nel complesso delle relazioni.

Le funzioni centrali attengono alle attività che si rivolgono ad un territorio vasto offrendo servizi alla produzione ed al commercio, attività direzionali e finanziarie, servizi della pubblica amministrazione della cultura, della conservazione dei beni culturali dell'istruzione, della ricreazione e dello svago.

Esse organizzano lo spazio costruito in Città Alta, nel centro cittadino, lungo il Sentierone, Viale Papa Giovanni XXIII e Viale Vittorio Emanuele II, che costituiscono poli attrattori del sistema territoriale, nei centri dei quartieri sia centrali che periferici organizzando la gerarchia locale dei luoghi.

La residenza costruisce e rinnova il tessuto diffuso della città, costituito da un tessuto antico che da città alta scende verso le pendici di accesso, allargandosi nel centro cittadino e connettendosi ai borghi storici esterni; da un tessuto cresciuto per processo incrementale originando i quartieri della prima cintura dagli inizi del '900 e dando origine alle grandi cuciture tra le parti antiche; e ancora da un tessuto di intere parti aggiunte per interventi e progetti unitari sia di iniziativa pubblica (a partire dai primi insediamenti Iacp e Cep fino all'ultimo Piano casa), sia di iniziativa privata, nelle grandi lottizzazioni ed operazioni convenzionate del Piano Astengo; e infine da un tessuto costituito dalle corti, dagli edifici rurali, dalle ville e dimore storiche, diffuso sui colli e sulle pendici di Città Alta.

Sono riconoscibili all'interno del sistema della residenza tutte le attrezzature di complemento alle attività residenziali distribuite nei quartieri e che ne qualificano il tessuto, da quelle sportive alla piccola distribuzione, da quelle dell'istruzione di base a quelle dell'assistenza e dello spazio sociale. Il sistema della produzione convenzionale, ascrivibile al secondario classico, ha ormai completato la sua fase cittadina di abbandono e frazionamento delle attività della grande produzione, con la dismissione di grandi spazi industriali per far spazio alle attività del terziario, dei servizi alla produzione, del commercio, dell'incontro e dell'intrattenimento. Ciò determina equilibri sempre più sottili e delicati nelle relazioni urbane e quindi una sfida impegnativa per la definizione della sostenibilità delle trasformazioni in atto e future, che deve essere giocata attraverso il coinvolgimento dei soggetti che possono concorrere alla valorizzazione delle risorse locali in aggiunta ai tradizionali investitori.

Di contro, i processi di riconversione funzionale sopradescritti, legati a logiche di scala macroeconomica, possono ammettere l'opportunità di promuovere attività ad alto contenuto tecnologico ed innovativo, capaci di innalzare ed ammodernare il sistema produttivo stesso rendendo benefici al sistema urbano anche in relazione al loro carattere di massima compatibilità insediativa ed adattabilità tipologica ai luoghi urbani destinati all'abitare o al tempo libero.

Il sistema ambientale complessivo si regge sul verde e sugli spazi aperti, attraverso la loro capacità di assorbire e compensare i carichi ad elevato impatto del funzionamento della macchina urbana quali traffico, rumore, occupazione del suolo, inquinamento dell'aria, densità del costruito, pressione delle infrastrutture sul paesaggio.

Il sistema insediativo, per funzionare al meglio, ha bisogno che anche il sistema ambientale funzioni al meglio: occorre in tal senso mirare alla completa realizzazione dei parchi urbani, alcuni dei quali già previsti, e porre le basi per la salvaguardia e la valorizzazione della Cintura Verde prevista dal PGT attorno all'area urbanizzata della Grande Bergamo che si estende al di fuori dei confini cittadini, comprendendo le attestazioni dei PLIS del Parco Agricolo Ecologico, del Serio, del Brembo, del Rio Morla e delle Rogge.

In merito all'inquadramento geologico e morfologico, il territorio di Bergamo è suddivisibile in due settori distinti: la zona dei colli appartiene alla porzione più meridionale delle Prealpi Lombarde ed è formata da rocce di età cretacea, fagliate e piegate. La fascia pedecollinare e la pianura sono costituite da ampie falde di depositi quaternari originati dallo smantellamento sin-orogenetico e post-orogenetico delle rocce del substrato roccioso.

Il reticolo idrografico superficiale naturale è formato dai numerosi torrenti, a volte poco più di ruscelli, che scendono dai rilievi collinari, dal torrente Quisa e, per un breve tratto, dal Torrente Morla.

Il reticolo idrografico artificiale, comprende le rogge principali derivate dal Fiume Serio: roggia Morlana, Roggia Serio, Roggia Guidana e Roggia Ponte Perduto. Sono rogge antiche che hanno visto lo sviluppo della città; sviluppo che a volte ha ricalcato il percorso dei canali, mantenendone l'originalità o valorizzandola, ma che il più delle volte le ha nascoste e/o ha modificato l'originario tracciato rendendone, in alcuni casi, difficile l'individuazione.

In merito ai rischi naturali sono presenti aree esposte ad esondazione e aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti; per quanto concerne il rischio sismico il territorio comunale rientra nella classe di pericolosità sismica 3, secondo la definizione fornita dall'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003.

#### Dati generali

Superficie territoriale	40,4 kmq
Superfici verdi esistenti (sistema ambientale al 2008)	2.016,6 ha
Volume complessivo esistente (stima base aerofotogrammetrica 2007)	53.214.403 mc
SLP in uso complessiva (al 2009)	8.515.287 mq
Abitanti residenti (al gennaio 2010)	119.234 ab

#### Posizione geografica e dati climatologici

Latitudine	45°41'56"04 Nord
Longitudine	09°40'12"00 Est
Altitudine	min. 211 – max 645
Escursione altimetrica	434
Zona altimetrica	collina interna
Gradi giorno	2.533 <sup>1</sup>
Zona climatica	E <sup>2</sup>
Accensione impianti termici	max 14 ore g. (dal 15.10 al 15.04)

<sup>1</sup> Indica il fabbisogno termico di una determinata area geografica relativa alle vigenti normative sul riscaldamento/raffreddamento delle abitazioni: fascia E: tra 2101 e 3000 GG; ore 14 giornaliere dal 15 ottobre al 15 aprile; 4271 comuni;

<sup>2</sup> La classificazione climatica dei comuni italiani è stata introdotta dal D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993, tabella A e successive modifiche ed integrazioni: Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10.

## 6.2 Inquadramento meteo climatico e ambientale del Comune di Bergamo

Dal punto di vista dell'inquadramento meteorologico, il periodo più caldo dell'anno a Bergamo coincide con il mese di luglio, con temperature medie che oscillano tra i 22 ed i 27°C, mentre il periodo più freddo è quello compreso tra i mesi di gennaio e febbraio, con una media che oscilla tra 0°C e 7°C. Le precipitazioni hanno una distribuzione approssimativamente sinusoidale, con i massimi concentrati nei mesi di agosto e settembre ed i minimi nel periodo invernale.

Le principali caratteristiche fisiche che influenzano il clima a Bergamo, sono:

- la spiccata continentalità dell'area, con un debole regime del vento e la persistenza di condizioni di stabilità atmosferica;
- la presenza della barriera alpina, come in tutta la pianura padana, che influenza in modo determinante l'evoluzione delle perturbazioni di origine atlantica, determinando la prevalenza di situazioni di occlusione e un generale disaccoppiamento tra le circolazioni nei bassissimi strati e quelle degli strati superiori.

Tutti questi fattori influenzano in modo determinante le capacità dispersive dell'atmosfera, e quindi le condizioni di accumulo degli inquinanti, soprattutto in periodo invernale, ma anche la presenza di fenomeni fotochimici nel periodo estivo;

La zona centro-occidentale della pianura Padana, specie in prossimità delle Prealpi, è interessata dalla presenza di un vento particolare, il foehn, corrente di aria secca che si riscalda scendendo dai rilievi che ha effetti positivi sul ricambio della massa d'aria quando giunge fino al suolo, può invece determinare intensi fenomeni di accumulo degli inquinanti quando permane in quota e comprime gli strati d'aria sottostanti, formando un'inversione di temperatura in quota (fonte: ARPA 2008).

L'inquadramento ambientale riguarda la problematica della qualità dell'aria, che si sviluppa considerando due aspetti:

- a) lo stato attuale della qualità dell'aria a Bergamo come risulta dai dati della rete di monitoraggio messi a confronto con gli obiettivi di Standard accettabili di Qualità dell'Aria fissati dalla normativa (DM 60/02);



- b) la stima dei “fattori di pressione” a livello locale, ovvero il censimento delle “emissioni” di inquinanti atmosferici attribuibili direttamente alle attività antropiche del comune di Bergamo.

I due aspetti sopra citati sono naturalmente in relazione tra di loro: infatti le emissioni di inquinanti a scala locale, sommandosi al contributo proveniente dal contesto territoriale esterno e considerando le caratteristiche (debolmente) disperdenti della meteorologia locale, sono da mettere in relazione con i livelli di qualità dell’aria locale registrati dalla rete di monitoraggio.

Partendo dall’esame della situazione attuale della qualità dell’aria, descritta in sintesi nel seguito richiamando i dati presentati nella relazione ARPA per il periodo 2005-2009, vengono delineati gli obiettivi che la pianificazione territoriale locale deve porsi nella consapevolezza che una parte del problema deve necessariamente essere affrontato a scala più ampia (regionale o meglio su scala della pianura padana) data la forte interconnessione del sistema geografico-meteorologico che coinvolge in unico contesto tutte la regione della pianura padana. Infatti, la scarsa ventilazione della pianura padana, in cui le circolazioni atmosferiche a scala continentale sono frenate dalla presenza della catena alpina, che la racchiude su tre lati, porta a fenomeni di accumulo degli inquinanti atmosferici che si riscontrano nei dati di scarsa qualità dell’aria che caratterizzano quasi allo stesso grado di problematicità tutte le regioni e province della pianura padana stessa.

In questo contesto, all’esigenza di procedere nella direzione della limitazione dei consumi di energia (per le ragioni strategiche delineate dalla politica europea e già descritte in precedenza) si somma e diventa sinergica la necessità di limitare le emissioni di inquinanti atmosferici che sono essenzialmente il prodotto della combustione di fonti energetiche fossili.

#### Caratteristiche meteorologiche del territorio bergamasco

La provincia di Bergamo è caratterizzata da un clima di tipo continentale, con inverni freddi e nebbiosi ed estati calde e afose. Le stagioni intermedie sono relativamente brevi e caratterizzate da una spiccata variabilità.

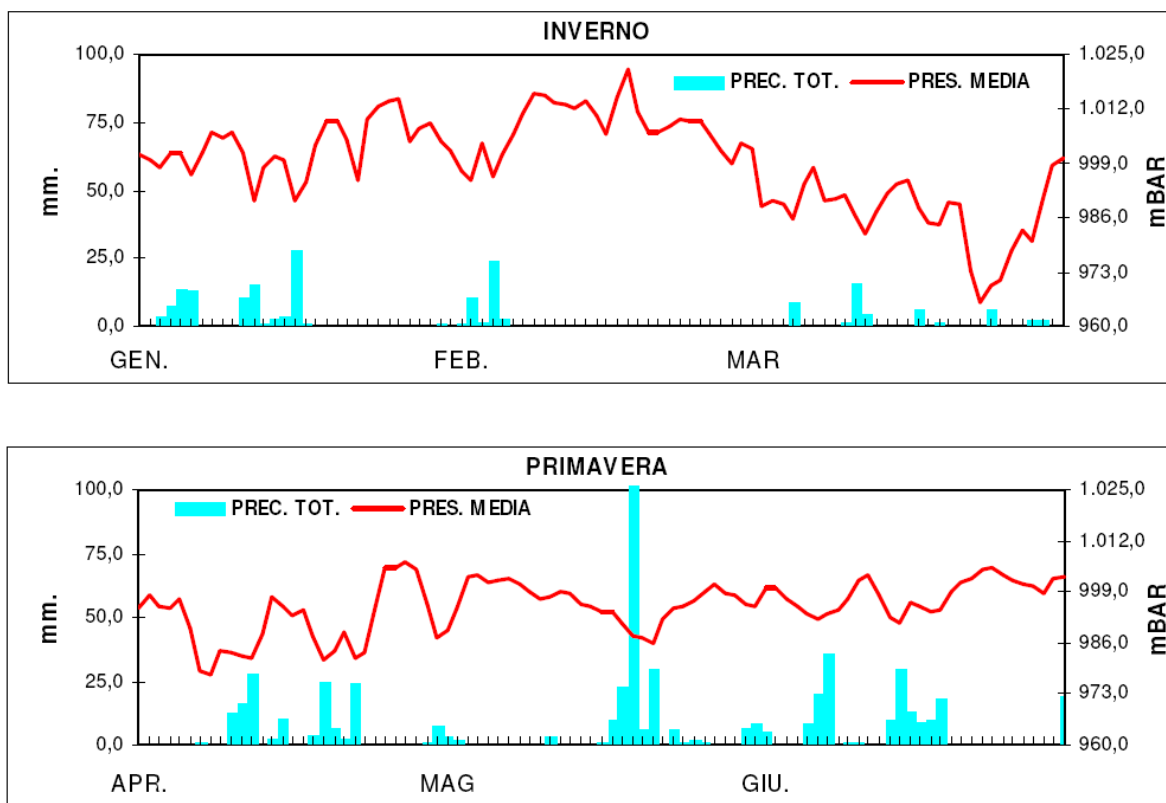
Un andamento tipico dei principali parametri meteorologici può essere desunto osservando i valori rilevati da ARPA nel 2008 e riportati nella più recente relazione annuale sullo stato della qualità dell’aria (ARPA Lombardia, Rapporto Annuale sulla Qualità dell’Aria – Anni 2008- 2009).

I grafici 2, 3, 4 presentano l'andamento nel corso dell'anno 2008 dei principali parametri meteo climatici misurati nella stazione meteo di Bergamo - Garibaldi:

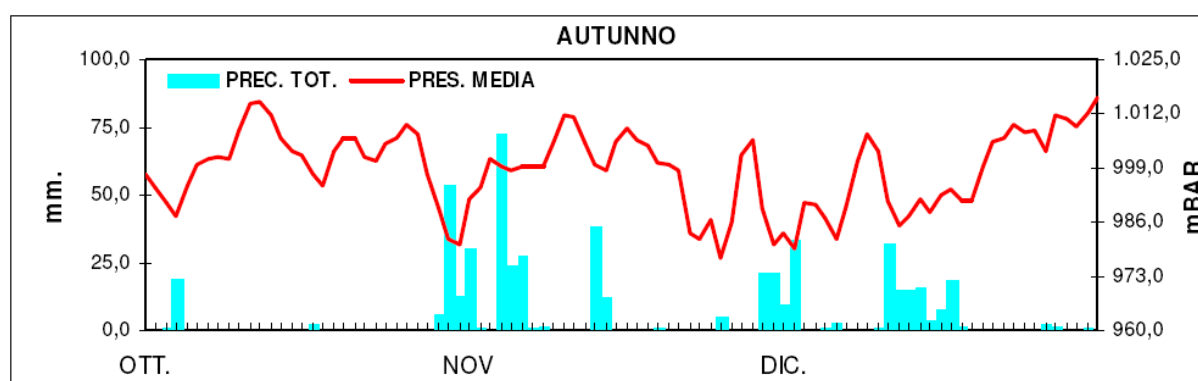
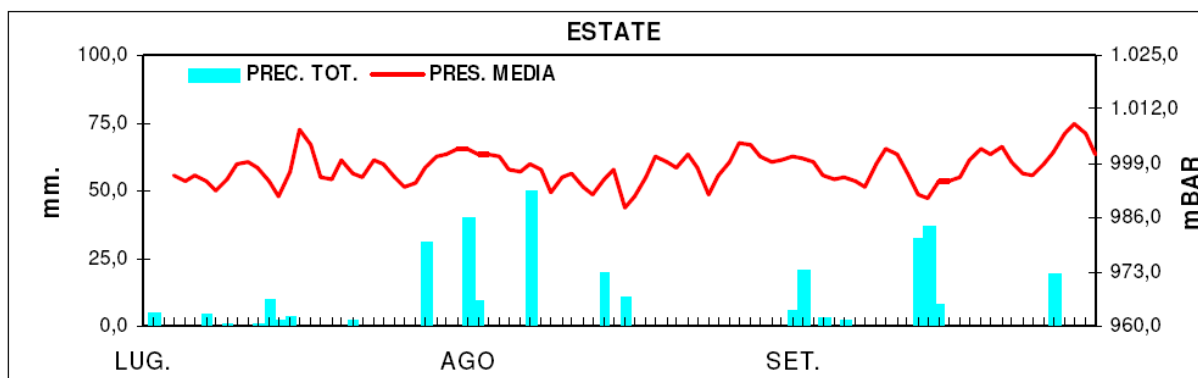
- pressione media e precipitazioni totali giornaliere (gr. 2a e 2b);
- temperatura media e massima giornaliera (gr. 3);
- velocità del vento media e massima giornaliera (gr. 4.)

Piovosità e pressione atmosferica

*Grafico 2a – Andamento della pressione media e precipitazioni totali giornaliere. Stazione meteo ARPA di Bergamo via Garibaldi- Anno 2008 - Periodi inverno e primavera*



*Grafico 2b – Andamento della pressione media e precipitazioni totali giornaliere. Stazione meteo ARPA di Bergamo via Garibaldi- Anno 2008 - Periodi estate e autunno*



Abbondanti precipitazioni si sono verificate nel mese di aprile, maggio e giugno 2008 che sono risultati i mesi più piovosi. Nei mesi primaverili si sono concentrate le piogge più intense con periodi di bassa pressione. Nel mese di gennaio e febbraio si sono verificati situazioni di alta pressione e piogge scarse.

Complessivamente, la piovosità su base annuale nella città di Bergamo si attesta su valori medi annuali pari a circa 1'000 mm.

Nella tabella seguente, più in dettaglio, vengono riportati i valori della piovosità mensile registrata dalla postazione ARPA di Bergamo via Goisis nel periodo 2005 – 2009.

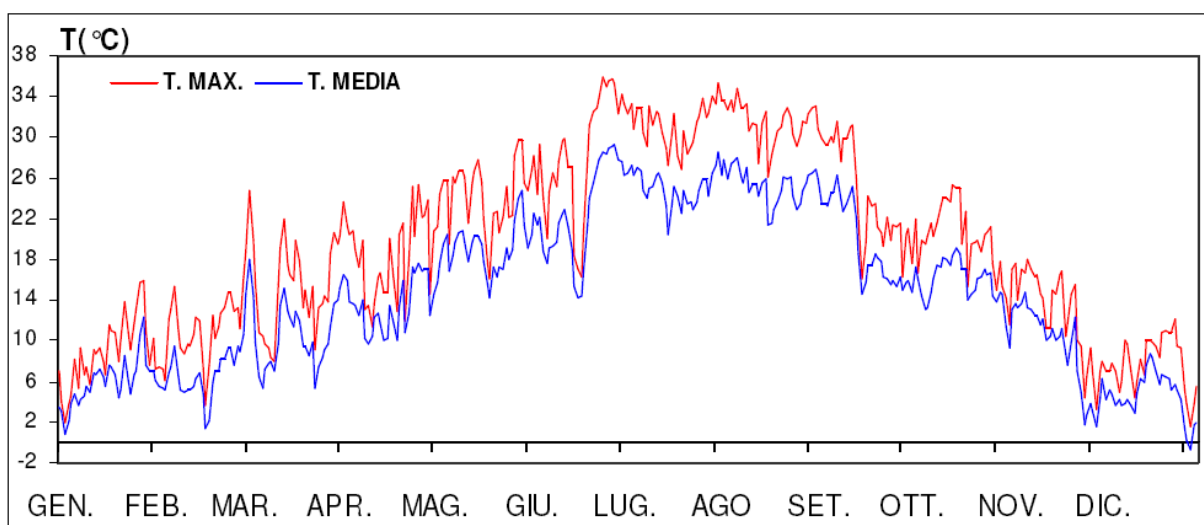
Andamento dei valori delle piogge, rilevamento stazione di Goisis, periodo 2005-2009

*Tabella 3. – Valori cumulati mensili e annuali delle precipitazioni, rilevamento stazione Goisis (Bergamo), valori espressi in mm di precipitazione, fonte dati ARPA, elaborazione PEC.*

anno	mese												totale (mm/anno)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>2005</b>	13,20	17,00	40,60	111,00	49,00	11,80	23,00	17,60	43,00	91,40	53,60	52,40	<b>523,60</b>
<b>2006</b>	27,60	61,80	43,60	77,40	61,60	0,80	68,20	136,00	86,00	43,60	29,60	76,80	<b>713,00</b>
<b>2007</b>	39,80	25,00	37,40	69,20	63,40	73,20	14,20	23,80	5,40	23,60	113,00	6,40	<b>494,40</b>
<b>2008</b>	88,60	34,20	56,40	129,00	159,80	141,40	65,80	73,80	98,80	154,60	187,60	134,20	<b>1324,20</b>
<b>2009</b>	78,40	120,80	112,80	142,40	25,60	109,20	54,00	20,80	59,40	67,20	159,20	133,20	<b>1083,00</b>

Temperatura dell'aria

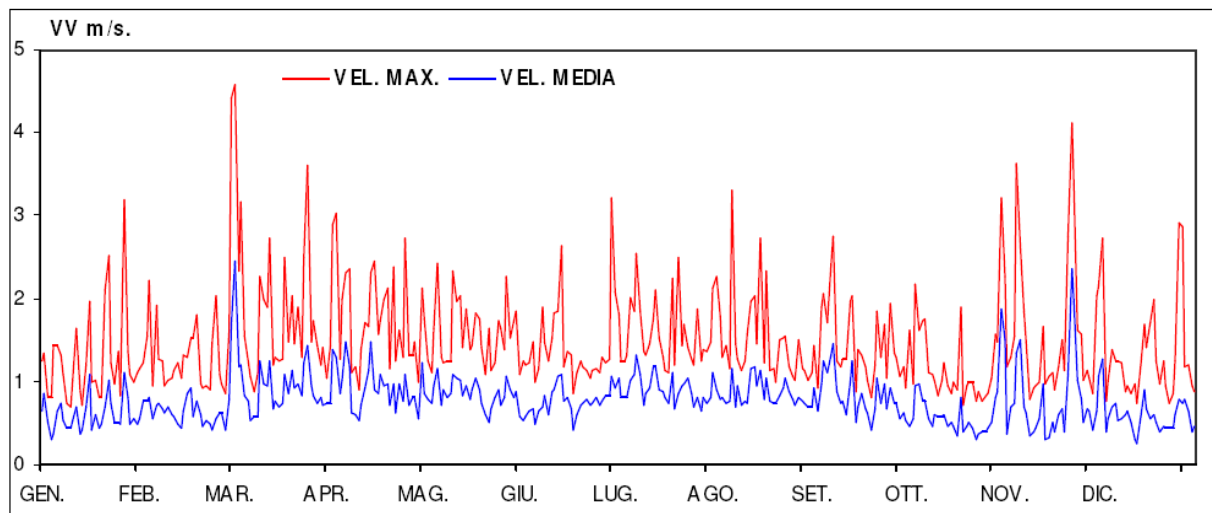
Grafico 3 – Andamento della temperatura (valori medi e massimi giornalieri ). Stazione meteo ARPA di Bergamo via Garibaldi- Anno 2008 -



Le temperature più elevate si sono verificate nei mesi di luglio, agosto e settembre con valore massimo di 36.0°C registrata nella stazione meteo di Bergamo - Garibaldi. Il mese più freddo è risultato essere dicembre con una temperatura minima di -0.7° C.

Condizioni anemologiche

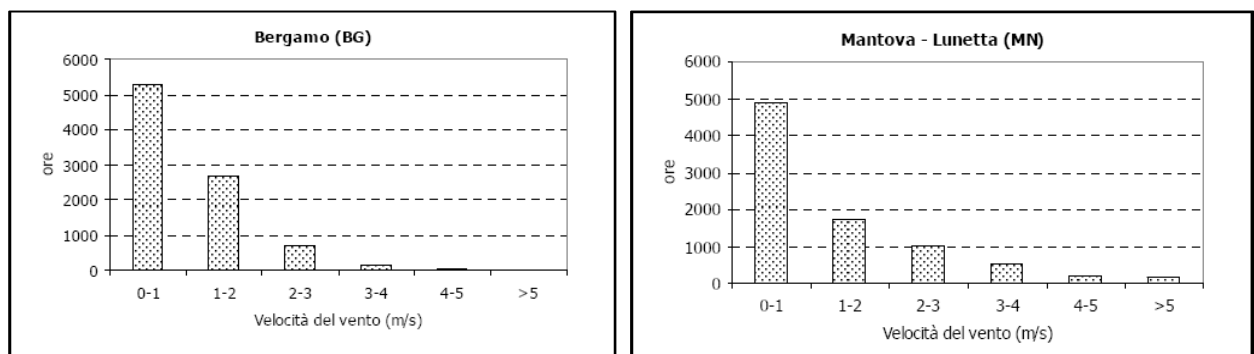
Grafico 4 – Andamento della velocità del vento (valori medi e massimi giornalieri ). Stazione meteo ARPA di Bergamo via Garibaldi- Anno 2008



Si evince un andamento tipicamente caratterizzato da scarsa dinamica anemologica. Ad una velocità media del vento che raramente supera il valore medio di 1 m/sec (corrispondete a 3.6 km/h) si sovrappongono punte massime che comunque a loro volta non hanno comunque mai superato nel 2008 la soglia dei 5 m/sec. La velocità media del vento è risultata più elevata nei mesi primaverili.

Le relazioni tra la climatologia e lo stato della qualità dell'aria

Se osserviamo anche il confronto tra i due grafici riportati nella figura seguente, uno relativo alla postazione meteo di Bergamo e l'altro relativo ad una postazione della bassa pianura Padana (Mantova) si notano andamenti della distribuzione delle velocità del vento molto simili, entrambe dunque caratteristiche della appartenenza al regime anemologico tipico della pianura padana.



Le condizioni di scarsa ventosità sono la causa dei fenomeni di accumulo a livello locale degli inquinanti emessi e di conseguenza dei possibili fenomeni di raggiungimento di elevate concentrazioni degli inquinanti atmosferici. Siano questi emessi direttamente dalle sorgenti emissive locali) ad esempio SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, Benzene) siano essi prodotti dalla trasformazione in atmosfera degli inquinanti primari (PM10/2.5, NO<sub>2</sub>, Ozono.).

Sempre riferendoci alla relazione ARPA sullo stato di qualità dell'aria per il periodo 2005-2009, vengono segnalati a questo proposito i seguenti periodi critici per l'inquinamento atmosferico determinati dalle condizioni meteorologiche sinottiche (ovvero la climatologia a scala regionale) e dalle condizioni meteo-diffusive locali:

- periodo invernale : nei mesi di gennaio, febbraio, novembre e dicembre in condizioni di alta pressione e precipitazioni scarse si sono registrati i valori più elevati in tutti gli inquinanti (ad esclusione dell'ozono);
- periodo estivo: nei mesi di giugno, luglio e agosto si sono verificati frequenti superamenti della soglia di attenzione dell'ozono dovuta alla forte radiazione solare, alta temperatura ed elevata pressione sinottica;
- periodo autunnale : si sono registrati valori elevati degli inquinanti nei mesi di ottobre e marzo per la presenza di inversioni termiche, piogge scarse e assenza di vento.

Questi fenomeni che si registrano sistematicamente nel territorio della pianura padana, e che interessano pertanto anche il Comune di Bergamo, sono dunque la conseguenza di due cause concorrenti: le emissioni di inquinanti da parte delle attività antropiche e le scarse capacità dell'atmosfera di disperdere gli inquinanti immessi, ovvero condizioni favorevoli all'accumulo degli stessi.

I risultati di questa relazione tra emissioni e scarsa capacità dispersiva dell'atmosfera postano a Bergamo, come nel resto della pianura padana, a condizioni che in alcune situazioni possono raggiungere e superare i limiti di qualità dell'aria previsti dalla normativa.

Ad esempio, sempre riprendendo i dati riportati nella relazione ARPA (2008-2009), nella città di Bergamo le 4 centraline fisse di rilevamento della qualità dell'aria (BG- Garibaldi, BG-Goisis, BG- Meucci, BG-S.Giorgio) hanno segnalato la seguente situazione:

#### Anidride solforosa (SO<sub>2</sub>).

Un inquinante rilevato storicamente in quanto legato alla presenza di zolfo nei combustibili e carburanti di origine petrolifera e nel carbone. I suoi valori sono oggi molto diminuiti e per nulla preoccupanti per effetto della metanizzazione diffusa del territorio (il metano, infatti, non contiene se non tracce di zolfo).

La sola centralina di questo tipo esistente, quella di BG-Garibaldi, segnala livelli medi di concentrazione annua attorno a 8 µg/mc e nessun superamento dei valori limite previsti per le medie giornaliere (valore limite pari a 125 µg/mc) .

#### Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)

E' un inquinante più problematico perché le sue emissioni non dipendono particolarmente dal tipo di combustibile e quindi non si trae un vantaggio significativo ad esempio dalla metanizzazione. Infatti, qualunque forma di combustione produce ossidi di azoto che si formano per la combinazione tra l'azoto dell'aria comburente e l'ossigeno per effetto dell'alta temperatura della fiamma. Gli impianti termici di nuova generazione così come i motori dei veicoli di ultima immatricolazione hanno apportato notevoli limitazione alla formazione di questo inquinante (anche grazie all'impiego di catalizzatori nelle marmitte degli scarichi) ma la quantità emessa rimane elevata e questo si traduce in un miglioramento importante ma non ancora sufficiente a poter considerare risolto il problema.

Tre centraline di Bergamo rilevano il biossido di Azoto (BG-Garibaldi, BG-Goisis, BG-Meucci). I limiti di concentrazione da non superare per questo inquinante sono di due tipi: un limite sulle concentrazioni orarie (200 µg/mc che non deve essere superato per più di 18 ore in un anno) e un limite sulla media annua (40 µg/mc).

I livelli di NO<sub>2</sub> registrati, se raffrontati ad entrambi i limiti di legge, mostrano una situazione tollerabile (ovvero il supero di entrambi i limiti avviene solo nella postazione Meucci (dove la media annua limite mostra valori di 42 µg/mc) mentre nella postazione di via Garibaldi la media annua viene superata (con 57 µg/mc contro il limite di 40) nell'anno 2009.

*Tabella 4. Analisi dei dati rilevati nel periodo 2005-2009 nelle postazioni di monitoraggio di Bergamo per l'inquinante: Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>).*

Anno	Centralina	Rendimento (%)	Standard qualità 98° percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media annua ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Superamenti media 1h > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n. ore)	Superamenti media 1h > 200 + 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n. ore) <sup>4</sup>
2005	Meucci	nd	109	49	0	0
	Garibaldi	nd	144	64	19	1
	Goisis	nd	79	30	nd	0
2006	Meucci	94,5	100	43	0	0
	Garibaldi	98,1	113	49	0	0
	Goisis	92,3	557	19	0	0
2007	Meucci	96,6	119	45	2	0
	Garibaldi	92,7	110	47	1	0
	Goisis	94	94	24	0	0
2008	Meucci	93,9	97	38	0	0
	Garibaldi	90,6	128	54	0	0
	Goisis	97,8	96	34	0	0
2009	Meucci	92,8	127	42	4	2
	Garibaldi	98,1	159	57	22	18
	Goisis	95	91	27	0	0

### Monossido di carbonio (CO)

*Tabella 5. Analisi dei dati rilevati nel periodo 2005-2009 nelle postazioni di monitoraggio di Bergamo per l'inquinante: Monossido di Carbonio (CO).*

Anno	Centralina	Rendimento (%)	Media annua ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	Superamenti media mobile 8h > 10 $\text{mg}/\text{m}^3$ (n. ore)	Media mobile massima giornaliera ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )
2005	Meucci	nd	nd	0	4,3
	Garibaldi	nd	nd	0	5,1
	Goisis	nd	nd	0	2,6
2006	Meucci	95,5	0,9	0	4,7
	Garibaldi	97,9	1,3	0	4,0
	Goisis	94,5	1,1	0	3,5
2007	Meucci	96,1	1,1	0	4,3
	Garibaldi	98,9	1,1	0	4,5
	Goisis	97	0,8	0	3,8
2008	Meucci	95,4	1,1	0	3,5
	Garibaldi	95,4	1,1	0	3,3
	Goisis	93,1	0,4	0	2,4
2009	Meucci	94,8	0,8	0	2,8
	Garibaldi	98,3	1,6	0	4,2
	Goisis	89,9	0,6	0	2,8

nd: dato non disponibile



Tutte le postazioni della rete di monitoraggio della città di Bergamo che includono questo analizzatore hanno mostrato che il limite di legge (10 mg/mc come media su 8 ore consecutive) non viene mai raggiunto con ampio margine di sicurezza.

Questo inquinante è tipicamente rappresentativo del traffico auto veicolare. I valori più elevati si possono, infatti, riscontrare in corrispondenza delle principali arterie stradali.

### Ozono

L'ozono è un inquinante che viene sottoposto a sempre maggiore attenzione perché i suoi livelli riscontrati non mostrano trend in diminuzione anzi in aumento. Non viene emesso tal quale dalle sorgenti antropiche ma si forma in atmosfera per effetto delle reazioni chimiche che vi si instaurano partendo da sostanze che agiscono da precursori e con attivazione della luce solare ultravioletta.

I limiti normativi prevedono dei livelli di concentrazione media su 8 ore, pari a 120 µg/mc, che non dovrebbero essere superati per più di 25 gg/anno. Come si vede dalla tabella seguente, questo limite è stato superato a BG-Goisis nel 2008 per 67 giorni.

Un altro limite che fissa la normativa per l'Ozono è il parametro AOT che rappresenta la sommatoria delle concentrazioni medie orarie rilevate nei mesi tra maggio e luglio considerando però solo le ore in cui la concentrazione supera la soglia di 40 µg/mc. E' un limite fissato per la protezione della vegetazione (come noto l'Ozono è una sostanza fitotossica) e rappresenta in pratica un indicatore della persistenza nel periodo estivo della presenza a livelli sostenuti di questo inquinante.

Il suo valore limite è fissato pari a 18.000. Nella postazione di BG-Goisis nel 2008 questo parametro è stato segnalato pari a 23.329, ovvero oltre il limite normativo.

Data la pericolosità della sostanza, la normativa prevede anche che vengano segnalate alcune soglie di rischio anche a livello delle singole medie orarie.

A BG-Goisis nel 2009 si è registrato durante 13 giorni il superamento della "soglia di informazione" (pari a 180 µg/mc come media di una singola ora).

La soglia di allarme fissata pari a 240 µg/mc di media oraria è invece stata raggiunta nella postazione BG-Goisis una sola volta nel corso del 2009.

Tabella 6. Analisi dei dati rilevati nelle postazioni di monitoraggio di Bergamo per l'inquinante: Ozono (O<sub>3</sub>) (vari anni).

Dati 2008 Stazione	protezione salute umana		protezione vegetazione	
	n° sup. media 8h >120 µg/m <sup>3</sup> (max 25 gg/anno) (anno2008)	n° sup. media 8h >120 µg/m <sup>3</sup> mediando su ultimi 3 anni (max 25 gg)	AOT40 mag-lug mediando su ultimi 5 anni [limite:18 mg/m <sup>3</sup> h]	AOT40 mag-lug (anno 2008)
Goisis (BG)	67	59	23329	33810

Anno	Rendimento (%)	Media annua (µg/m <sup>3</sup> )	Giorni interessati da almeno un superamento della soglia di informazione	Giorni interessati da almeno un superamento della soglia di allarme
2005	nd	nd	0	0
2006	92,9	46	1	1
2007	96,3	55	17	1
2008	96,9	55	14	0
2009	95,9	59	13	1

nd: dato non disponibile

### Benzene

Il Benzene, al pari del CO, è un inquinante attribuibile al traffico auto veicolare (essendo un componente che si può trovare nelle benzine). A fronte di valori limite fissati pari a 5 µg/mc, la concentrazione medie annue registrata a BG-Garibaldi non ha superato nel 2009 il valore di 1.6 µg/mc.

Tabella 7. Analisi dei dati rilevati nel periodo 2006-2009 nelle postazioni di monitoraggio di Bergamo per l'inquinante: Benzene.

Anno	Rendimento (%)	Media annua (µg/m <sup>3</sup> )
2006 <sup>6</sup>	95,1	2,4
2007	90,4	1,4
2008	90,7	1,4
2009	98,6	1,6

PM10 (Particolato Sottile)

Questo inquinante, al pari dell'Ozono, è in gran parte il frutto delle reazioni chimiche che avvengono in atmosfera. Reazioni che comunque hanno come precursori diverse sostanze ma che sono innescate anche dai prodotti di combustione come il SO<sub>2</sub> e gli NO<sub>x</sub>.

A Bergamo, come in tutta la pianura padana, questo inquinante viene registrato a livelli che raggiungono o superano le soglie fissate dalla normativa. Nella postazione fissa di BG-Meucci, la media annua di PM10 ha raggiunto nel 2008 (senza superarla) la soglia della media annua di 40 µg/mc, valore che nel 2009 è sceso a 36 µg/mc. Nella stessa postazione, il numero di superamenti della media giornaliera rispetto alla soglia di 50 µg/mc è stato di 75 volte contro il limite di 35 nel 2008, e di 63 volte nel 2009, in diminuzione.

*Tabella 8. Analisi dei dati rilevati nel periodo 2006-2009 nelle postazioni di monitoraggio di Bergamo per l'inquinante: PM10*

		<b>DM 60/02</b>	
<b>Dato 2008</b>	<b>Rendimento</b>	<b>protezione salute umana</b>	
<b>Stazione</b>	<b>%</b>	media anno [limite: 40 µg/m <sup>3</sup> ]	n° sup. media 24h > 50 µg/m <sup>3</sup> [limite. non più di 35 volte/anno]
Meucci(BG)	91.5(***)	40	<b>75</b>
S.Agostino(BG)	66.9(*)	(36)	(40)

( \* ) Campionatore Gravimetrico

(\*\*) TEOM

(\*\*\*) Raggi Beta

Anno	Rendimento (%)	Media annua (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media 24h > 50 µg/m <sup>3</sup> (n)
2006	87,8	43	90
2007	95,4	44	109
2008	91,5	40	75
2009	99,2	36	63

## Conclusioni

Ricaviamo dalla pubblicazione del Rapporto ARPA sulla qualità dell'aria 2008-2009 le seguenti considerazioni che possiamo assumere come rappresentative del quadro conoscitivo dello stato della qualità dell'aria in Provincia di Bergamo.

La Direttiva 1996/62/CE e il D.Lgs. 351/1999 fissano il criterio secondo il quale non è ammesso il peggioramento della qualità dell'aria rispetto alla situazione esistente, soprattutto allorché i valori delle concentrazioni degli inquinanti sono inferiori ai valori limite. Il D.M. 163/1999 sottolinea l'importanza di una valutazione della qualità dell'aria in funzione dei fattori meteo climatici ed antropici coinvolti.

Analizzando quanto scritto nei capitoli precedenti, si può rilevare in generale una lieve tendenza al miglioramento della qualità dell'aria, almeno per gli inquinanti primari.

In generale si è riscontrato una tendenza alla diminuzione per le concentrazioni dei tipici inquinanti da traffico, come il CO e il NO<sub>2</sub>, mentre gli inquinanti che non fanno riscontrare netti miglioramenti sono il PM10 e l'O<sub>3</sub>, che diventano così i principali responsabili dei numerosi episodi di superamento dei limiti di legge, sia nei mesi invernali, PM10, sia nella stagione calda, O<sub>3</sub>.

I dati rilevati confermano la stagionalità di alcuni inquinanti: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), PM10, hanno dei picchi centrati sui mesi autunnali ed invernali, quando il ristagno atmosferico causa un progressivo accumulo degli inquinanti emessi dal traffico auto veicolare e dagli impianti di riscaldamento.

L'O<sub>3</sub>, tipico inquinante fotochimico, presenta un trend con un picco centrato sui mesi estivi, quando si verificano le condizioni di maggiore insolazione e di più elevata temperatura, che ne favorisce la formazione fotochimica; le condizioni peggiori si hanno comunque quando nelle grandi città diminuiscono solo parzialmente le emissioni di NO, e l'anticiclone provoca condizioni di subsidenza e di assenza di venti sinottici, con sviluppo di brezze, che trasportano ed accumulano sottovento ai grandi centri urbani le concentrazioni di O<sub>3</sub> prodotte per effetto fotochimico.

Dai dati rilevati si osserva inoltre che, con l'eccezione dell'O<sub>3</sub> e del PM10, nell'ultimo decennio la qualità dell'aria è andata gradualmente migliorando in seguito alla diminuzione delle concentrazioni di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, e CO.

Inoltre, mentre il SO<sub>2</sub>, il NO<sub>2</sub> ed il CO hanno raggiunto nel quinquennio 2005-2009 il livello minimo dall'inizio delle osservazioni, l'O<sub>3</sub>, dopo la fase di crescita tra il 1993 ed il 1997, ed il picco del 2003, è stazionario sui livelli più alti mai registrati dall'inizio delle osservazioni.

Il PM10, invece, la cui misura è iniziata solo nel 2003, ha un trend molto altalenante con livelli per l'anno 2009 molto simili in tutte le stazioni di misura della provincia di Bergamo e in

diminuzione rispetto agli anni precedenti. Si deve notare che i valori medi annuali, per l'anno 2009, registrati in tutte le centraline della provincia di Bergamo, sono inferiori al limite annuale fissato dal D.M. 60/02 pur superando il numero massimo di superamenti giornalieri ammessi, per la protezione della salute umana, fissato sempre D.M. 60/02.

#### Il censimento delle emissioni di inquinanti nel Comune di Bergamo.

Mentre nel capitolo precedente è stata descritta la situazione della qualità dell'aria, nel presente capitolo si presentano e descrivono i dati disponibili in merito ad un importante "fattore di pressione" che sta a monte, insieme alle caratteristiche meteo climatiche, della situazione della qualità dell'aria che si viene determinando, ovvero le emissioni di inquinanti atmosferici e la loro ripartizione per tipologie di sorgenti responsabili.

L'attuale performance italiana relativa alle emissioni climalteranti, risulta in generale decisamente negativa, con 550 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>; l'Italia è il terzo paese europeo per emissioni (era quinto nel 1990 e quarto nel 2000).

Rispetto al 1990 - anno di riferimento per l'obiettivo di riduzione del 6,5% entro il 2010 del Protocollo di Kyoto - la crescita delle emissioni lorde italiane è stata del 7,1%, soprattutto a causa dell'aumento dei consumi per trasporti (+24%), della produzione di energia elettrica (+14%) e della produzione di riscaldamento per usi civili (+5%).

Tutto ciò, mentre a livello europeo si registra una riduzione del 4,3% (EU a 15) delle emissioni rispetto al 1990, con Germania, Regno Unito e Francia che hanno già superato gli obiettivi del Protocollo di Kyoto, seguiti dall'Olanda che li sta raggiungendo.

Il database di riferimento per la stima delle emissioni inquinanti è INEMAR, *l'INventario delle Emissioni in Aria di Regione Lombardia*.

Le emissioni che INEMAR registra sono riferite sia a quelle cosiddette "climalteranti" che alle emissioni degli inquinanti atmosferici con effetto diretto sulla salute.

I dati disponibili per stimare le emissioni di inquinanti atmosferici a livello comunale (anno 2007) raccolti nel database INEMAR della Regione Lombardia, sono suddivisi per fonti emmissive in macrosettori e per tipologia di combustibile:

Produzione di energia e trasformazione dei combustibili	X	Trasporti su strada	X
Combustione non industriale	X	Altre sorgenti mobili e macchinari	X
Combustione nell'industria	X	Trattamento e smaltimento rifiuti	X
Processi produttivi	X	Agricoltura	X
Estrazione e distribuzione combustibili	X	Altre sorgenti e assorbimenti	X
Uso di solventi	X		

Tabella 9. Schema delle fonti di emissione suddivise in macrosettori, dell'inventario INEMAR.

Agli inquinanti considerati, quali:

- SO<sub>2</sub> (biossido di zolfo);
- NO<sub>x</sub> (ossidi di azoto);
- CO (monossido di carbonio);
- N<sub>2</sub>O (protossido di azoto);
- PTS (polveri totali sospese).

si aggiungono alcune misure di sintesi quali:

- CO<sub>2</sub>eq.: che rappresenta una misura del contributo complessivo alle emissioni di gas serra misurato in equivalenti di anidride carbonica;
- Precurs. O<sub>3</sub>: che raggruppa i gas responsabili dell'incremento di concentrazione dell'ozono;

In Lombardia nel 2007 le emissioni "energetiche" di CO<sub>2</sub>eq prodotte sul territorio lombardo sono state pari a 67 milioni di tonnellate, mentre le emissioni "ombra" di CO<sub>2</sub> (ovvero derivate da tutti i consumi energetici compresa la quota parte di energia elettrica importata) pari a 73 milioni di tonnellate, circa 7 tonnellate per abitante.

A scala provinciale il trasporto su strada costituisce una delle principali fonti di inquinamento per buona parte degli inquinanti e contribuisce a circa un terzo delle emissioni di CO<sub>2</sub> (26%) ed un quinto a quelle di COV (16% - composti organici volatili), e a buona parte delle emissioni di NO<sub>x</sub> (42%), PM10 (26%) e CO (35%).

Per quanto riguarda le fonti emissive delle polveri sono da considerare come principali fonti di emissione, insieme al traffico, anche le emissioni da combustione non industriali per il PM<sub>2,5</sub> (45%), PM10 (39%) e PTS (36%).

Nelle emissioni della Provincia di Bergamo si evidenziano, nell'apporto dei combustibili, i valori particolarmente elevati della legna e similari sulle polveri (PM<sub>2,5</sub>= 42%, PM10=37% e PTS=34%).

Le fonti che contribuiscono maggiormente alle emissioni delle sostanze inquinanti sono le seguenti:

SO <sub>2</sub> –	il contributo maggiore (38%) è dato dalla combustione nell'industriale e per il 25% dai processi produttivi industriali.
NO <sub>x</sub> –	la principale fonte di emissione è il trasporto su strada (42%), con buon apporto anche della combustione nell'industria (33%).
COV –	l'uso di solventi e il trasporto su strada contribuiscono per il 50% e il 16% rispettivamente alle emissioni.
CH <sub>4</sub> –	per questo parametro le emissioni più significative sono dovute, per il 42% all'agricoltura, per il 30% a processi di estrazione e di distribuzione dei combustibili e per il 22% al trattamento e smaltimento dei rifiuti.
CO –	il maggior apporto (35%) è dato dal trasporto su strada mentre la combustione non industriale contribuisce al 35% delle emissioni.
CO <sub>2</sub> –	i contributi principali (48%) sono le combustioni, sia industriali che non industriali e, per il 26%, il trasporto su strada.
N <sub>2</sub> O -	il maggior contributo percentuale (65%) è dovuto dall'agricoltura.
NH <sub>3</sub> –	per questo inquinante le emissioni sono dovute quasi esclusivamente (95%) all'agricoltura.
PM2.5, PM10 e PTS -	le polveri, sia grossolane, che fini ed ultrafini sono emesse dal trasporto su strada (dal 26 al 29%) e dalle combustioni non industriali (dal 36 al 45%).
CO <sub>2</sub> eq –	come per la CO <sub>2</sub> i contributi principali (43 %) sono le combustioni, sia industriali che non industriali e, per il 22%, il trasporto su strada
Precursori O <sub>3</sub> –	per i precursori dell'O <sub>3</sub> le principali fonti di emissione sono il trasporto su strada (27%) e l'uso di solventi (27%).
Tot Acidificanti –	per gli acidificanti le fonti di emissioni principali sono il trasporto su strada (21%) e l'agricoltura (44%).

Le maggiori emissioni di carbonio sono principalmente a carico dei processi di combustione e del trasporto, mentre i precursori dell'ozono sono a carico del trasporto su strada e dell'uso di solventi.

Descrizione macrosettore	SO <sub>2</sub>	NOx	COV	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
Combustione non industriale	40,64	174,59	67,09	25,40	322,03	243,41	18,16
Combustione nell'industria	7,76	49,02	9,79	2,14	17,23	40,07	2,26
Processi produttivi	-	-	51,21	-	-	-	-
Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	122,71	1.187,43	-	-	0,00
Uso di solventi	-	-	997,82	-	0,00	-	-
Trasporto su strada	4,57	719,38	339,98	19,86	1.266,65	145,75	5,48
Altre sorgenti mobili e macchinari	4,83	174,05	30,21	0,61	95,60	18,20	4,73
Trattamento e smaltimento rifiuti	9,23	27,37	1,03	75,03	2,33	2,72	7,36
Agricoltura	-	0,31	0,05	60,34	-	-	3,80
Altre sorgenti e assorbimenti	-	-	45,72	-	9,23	-	-
<b>Totale</b>	<b>67,05</b>	<b>1144,72</b>	<b>1665,59</b>	<b>1370,80</b>	<b>1713,08</b>	<b>450,16</b>	<b>41,78</b>
Totale provinciale	2073	21372	29372	36666	58117	8153	1553
% comune di Bergamo	3,2	5,4	5,7	3,7	2,9	5,5	2,7

Descrizione macrosettore	SO <sub>2</sub>	NOx	COV	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
Combustione non industriale	60,6%	15,3%	4,0%	1,9%	18,8%	54,1%	43,5%
Combustione nell'industria	11,6%	4,3%	0,6%	0,2%	1,0%	8,9%	5,4%
Processi produttivi	0,0%	0,0%	3,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Estrazione e distribuzione combustibili	0,0%	0,0%	7,4%	86,6%	0,0%	0,0%	0,0%
Uso di solventi	0,0%	0,0%	59,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Trasporto su strada	6,8%	62,8%	20,4%	1,4%	73,9%	32,4%	13,1%
Altre sorgenti mobili e macchinari	7,2%	15,2%	1,8%	0,0%	5,6%	4,0%	11,3%
Trattamento e smaltimento rifiuti	13,8%	2,4%	0,1%	5,5%	0,1%	0,6%	17,6%
Agricoltura	0,0%	0,0%	0,0%	4,4%	0,0%	0,0%	9,1%
Altre sorgenti e assorbimenti	0,0%	0,0%	2,7%	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%
<b>Totale</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Descrizione macrosettore	NH <sub>3</sub>	PM2.5	PM10	PTS	CO <sub>2</sub> eq	PREC_OZ	SOST_AC
Combustione non industriale	0,35	12,42	12,84	13,30	249,58	315,87	5,09
Combustione nell'industria	0,13	1,47	2,17	2,87	40,82	71,52	1,32
Processi produttivi	-	2,97	5,33	6,03	-	51,21	-
Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	-	-	24,94	139,33	-
Uso di solventi	-	0,07	0,19	0,23	13,09	997,82	-
Trasporto su strada	13,43	44,26	53,36	64,13	147,87	1.357,23	16,57
Altre sorgenti mobili e macchinari	0,00	17,05	17,11	18,94	19,68	253,07	3,93
Trattamento e smaltimento rifiuti	0,00	2,54	2,54	2,58	6,58	35,73	0,88
Agricoltura	28,25	0,03	0,09	0,21	2,44	1,27	1,67
Altre sorgenti e assorbimenti	-	5,90	5,90	5,90	0,00	46,73	-
<b>Totale</b>	<b>42,16</b>	<b>86,70</b>	<b>99,52</b>	<b>114,18</b>	<b>504,99</b>	<b>3269,78</b>	<b>29,46</b>
Totale provinciale	9025	2053	2476	2886	9525	62354	1060
% comune di Bergamo	0,5	4,2	4,0	4,0	5,3	5,2	2,8

Descrizione macrosettore	NH <sub>3</sub>	PM2.5	PM10	PTS	CO <sub>2</sub> eq	PREC_OZ	SOST_AC
Combustione non industriale	0,8%	14,3%	12,9%	11,6%	49,4%	9,7%	17,3%
Combustione nell'industria	0,3%	1,7%	2,2%	2,5%	8,1%	2,2%	4,5%
Processi produttivi	0,0%	3,4%	5,4%	5,3%	0,0%	1,6%	0,0%
Estrazione e distribuzione combustibili	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,9%	4,3%	0,0%
Uso di solventi	0,0%	0,1%	0,2%	0,2%	2,6%	30,5%	0,0%
Trasporto su strada	31,9%	51,1%	53,6%	56,2%	29,3%	41,5%	56,3%
Altre sorgenti mobili e macchinari	0,0%	19,7%	17,2%	16,6%	3,9%	7,7%	13,4%
Trattamento e smaltimento rifiuti	0,0%	2,9%	2,6%	2,3%	1,3%	1,1%	3,0%
Agricoltura	67,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,5%	0,0%	5,7%
Altre sorgenti e assorbimenti	0,0%	6,8%	5,9%	5,2%	0,0%	1,4%	0,0%
<b>Totale</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Tabella 10. Emissioni atmosferiche al 2007 nella provincia di Bergamo e contributo percentuale del Comune di Bergamo (dati espressi in tonnellate, per CO<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>eq in chilo tonnellate) - fonte dati INEMAR, tratto da RSA Comune di Bergamo.



I dati presentati nelle precedenti tabelle mostrano come il contributo percentuale della città di Bergamo alle emissioni provinciali sia sempre significativamente inferiore al peso demografico del Comune stesso (dato del resto prevedibile data la vocazione terziaria e alle attività di fornitura di servizi tipica di un comune capoluogo). (tratto da: “*RSA del Comune di Bergamo – aggiornamento 2009*”).

La tabella sotto riportata contiene dati INEMAR riferiti al Comune di Bergamo, ordinati per macrosettori, e riguarda alcuni degli inquinanti censiti dall’Inventario, con particolare riferimento agli inquinanti principalmente analizzati in precedenza per delineare l’inquadramento meteo-climatico e ambientale del Comune di Bergamo (precursori dell’Ozono, N<sub>2</sub>O, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, Particelle Totali Sospese) e alla CO<sub>2</sub>eq in quanto indicatore delle politiche ambientali ed energetiche europee assunte anche in questa sede.

Descrizione macrosettore	Descrizione settore	CO <sub>2</sub> _eq	PREC_OZ	N2O	CO	PTS	SO2	NOx
Combustione nell'industria	Combustione nelle caldaie turbine e motori a combustione interna	37,62304	54,09071	1,98875	13,25834	0,13258	0,19348	41,76376
Combustione nell'industria	Processi di combustione con contatto	0,00429	0,00401	0	0,00068	0,00325	0,00064	0,00257
Combustione nell'industria	Combustione nelle caldaie turbine e motori a combustione interna	0,02506	0,2761	0,0045	0,11223	0,00678	0,04534	0,19295
Combustione non industriale	Impianti commerciali ed istituzionali	2,48627	2,38626	0,52107	0,37219	0,01117	0	1,86095
Combustione non industriale	Impianti commerciali ed istituzionali	64,73852	62,60998	3,46857	28,90474	0,23124	0,57809	43,9352
Combustione non industriale	Impianti commerciali ed istituzionali	7,47222	6,31178	1,33285	1,90407	0,47602	9,52033	4,76016
Combustione non industriale	Impianti in agricoltura silvicoltura e acquacoltura	0,20595	0,17549	0,03706	0,05294	0,01323	0,26469	0,13235
Combustione non industriale	Impianti residenziali	1,25436	1,433	0,26289	0,18778	0,00376	0	1,12666
Combustione non industriale	Impianti in agricoltura silvicoltura e acquacoltura	0,61451	0,58948	0,03266	0,27214	0,00218	0,00544	0,41365
Combustione non industriale	Impianti commerciali ed istituzionali	0,17181	0,41627	0,02992	0,03419	0,08547	0,32053	0,32053

Combustione non industriale	Impianti residenziali	150,08517	145,15051	8,04128	67,01068	0,53609	1,34021	101,85624
Combustione non industriale	Impianti residenziali	22,13023	22,13333	3,94745	5,63921	1,4098	28,19605	16,91763
Trasporto su strada	Veicoli leggeri < 3,5 t	1,71211	11,28945	0,13138	47,39641	0,03294	0,05242	2,62277
Trasporto su strada	Veicoli leggeri < 3,5 t	24,67278	162,33144	0,49839	54,77577	10,56233	0,80018	118,43369
Trasporto su strada	Veicoli pesanti > 3,5 t e autobus	0,04297	1,4986	0,00022	4,50901	0,00249	0,00132	0,49763
Trasporto su strada	Ciclomotori (< 50 cm3)	0,91606	125,61817	0,01456	118,94371	1,71075	0,02749	1,40963
Trasporto su strada	Motocicli (> 50 cm3)	4,09006	134,82255	0,06728	485,16062	0,9964	0,12492	6,12324
Trasporto su strada	Automobili	3,83407	17,91045	0,15324	44,31576	0	0	6,66289
Trasporto su strada	Veicoli pesanti > 3,5 t e autobus	38,97744	551,59541	1,44628	90,17072	12,18697	1,2567	424,09562
Trasporto su strada	Automobili	39,0462	129,41018	2,13603	389,2101	0,42502	1,20109	43,27142
Trasporto su strada	Veicoli a benzina - Emissioni evaporative	0	70,55948	0	0	0	0	0
Trasporto su strada	Automobili	0,35743	0,82515	0,02651	3,7946	0	0	0,24291
Trasporto su strada	Automobili	34,21671	151,37345	1,00402	28,37229	8,03822	1,10685	116,02411

Tabella 11. Emissioni atmosferiche nel Comune di Bergamo, ordinate per macrosettori (dati 2007 espressi in tonnellate, per CO<sub>2</sub>eq in chilo tonnellate.)

Dalla tabella sopra riportata emerge come il contributo maggiore alle emissioni di CO<sub>2</sub>eq, nel Comune di Bergamo, sia da imputare ai processi di combustione non industriale, per i combustibili: gasolio – gas metano – benzina, nella misura del 57%, al trasporto su strada nella misura del 34% e ai processi di combustione industriale per il 9%.

Nella Relazione sullo Stato dell'Ambiente del Comune di Bergamo (RSA 2009) si trova infine il confronto tra i dati INEMAR al 2005 e quelli del 2007; emerge come per tutti gli inquinanti considerati le emissioni siano diminuite, in alcuni casi anche significativamente:

- il caso del biossido di zolfo è il più evidente con una diminuzione di quasi il 60% a conferma della progressiva diminuzione di importanza di questo inquinante;
- il monossido di carbonio diminuisce di quasi il 37% grazie ai miglioramenti nei processi di combustione, in particolare per il trasporto su strada;
- tutti gli aggregati che misurano il particolato atmosferico (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> e PTS) mostrano diminuzioni comprese tra il 16% del particolato ultrafine e il 21% del PM<sub>10</sub>.

Per quanto riguarda le misure di sintesi, complessivamente:

- le emissioni di CO<sub>2</sub>eq sono diminuite del 6,8%, segnale positivo ma indicatore dello sforzo che è necessario compiere per raggiungere gli obiettivi posti dal “Pacchetto Clima” (riduzione del 20% delle emissioni) e dall’adesione della città di Bergamo al Patto dei Sindaci;
- le emissioni di precursori dell’ozono troposferico e di sostanze acidificanti mostrano rispettivamente una riduzione del 19,5% e del 19,4% nel periodo considerato.

### 6.3 Inquadramento socio-economico del Comune di Bergamo

In relazione agli aspetti socioeconomici, alla fine del 2009, la città di Bergamo contava 119.234 abitanti residenti, con un incremento di 1.344 abitanti (pari a circa 1,1%) rispetto all'anno precedente.

A partire dagli anni 60 la popolazione del comune di Bergamo ha subito molte e rilevanti variazioni: dopo un periodo di sostenuta crescita, culminato nel 1974 quando la popolazione ha sfiorato le 130.000 unità, si è assistito ad una altrettanto sostenuta diminuzione dei residenti che, nel 1992, ha riportato i valori della popolazione a quelli dell'inizio degli anni 60. Negli anni '90 la popolazione comunale è stata sostanzialmente stabile intorno a circa 116.000 unità. A partire dal 2000 si assiste ad una nuova fase di variabilità; dal 2007 il trend demografico è in aumento.

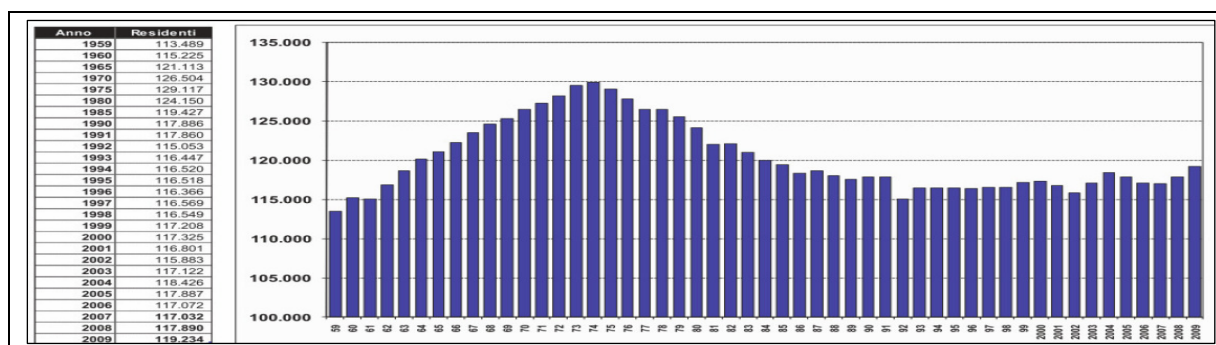


Grafico 5.

Serie storica della popolazione residente a fine anno, dal 1959 al 2009.

Fonte: Comune di Bergamo, Annuario Demografico 2010 – agenzia sistemi informativi Comune di Bergamo.

Per quanto riguarda la composizione per fasce di età, si evidenzia come le fasce demografiche più numerose sono quelle che vanno dai 35 ai 49 anni sia per i maschi che per le femmine, con una significativa popolazione anziana in particolare femminile.

Per quanto riguarda le imprese attive nella città di Bergamo, nel 2009 risultavano operative 13.160 imprese. Il numero di imprese attive nell'area considerata è in lieve ma costante aumento: dal 2004 ad oggi le imprese sono aumentate, infatti, del 7,2%.

Al di là della consistenza numerica complessiva è interessante analizzare la composizione settoriale delle imprese presenti sul territorio :

- il settore produttivo maggiormente presente in termini di numero di imprese attive è quello

relativo alle attività tipicamente terziarie legate al settore immobiliare, al noleggio, all'informatica e alla ricerca;

- il secondo raggruppamento per numerosità è quello del commercio all'ingrosso e al dettaglio con quasi il 25% delle imprese attive totali;
- si attestano intorno al 10% delle imprese attive le attività manifatturiere e le costruzioni.

(Informazioni e dati desunti da: "Relazione sullo stato dell'ambiente del comune di Bergamo – aggiornamento 2009").

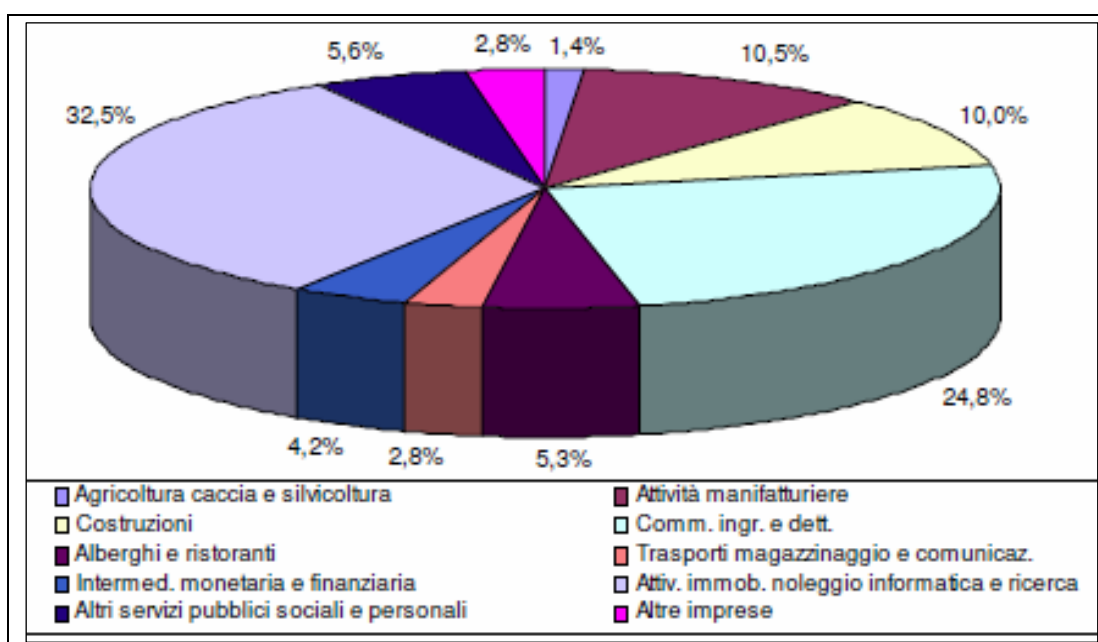


Grafico 6. Composizione settoriale delle imprese attive al 2009. Fonte: RSA 2009 del Comune di Bergamo

## 7. BILANCIO ENERGETICO

### 7.1 Premessa

La statistica ufficiale dei dati energetici non è disponibile a livello comunale ma lo è solo a livello provinciale e spesso solo a livello regionale.

Per questo motivo la costruzione di un bilancio energetico comunale deve necessariamente adattare a questo scopo i dati disponibili ad una scala territoriale più ampia (da qui il termine “top-down”, ovvero con informazioni che procedono da un livello territoriale alto a uno più basso).

Gli enti e le aziende che distribuiscono i servizi energetici a scala locale hanno reso disponibili una serie di informazioni che, essendo raccolte localmente, risultano più precise e attendibili di quelle dedotte dalle statistiche di scala territoriale superiore. L'impiego di dati acquisiti localmente e la loro elaborazione per ricondurli in modo organico all'interno del bilancio comunale, è alla base dell'approccio metodologico definito con il termine bottom up (ovvero a partire dal basso).

Si può affermare che il bilancio energetico comunale dovrà necessariamente nascere dall'aggregazione dei risultati di entrambi gli approcci metodologici. Si cercherà pertanto di valorizzare il più possibile i dati disponibili localmente (bottom up) che saranno messi a confronto con i dati che provengono dal bilancio top down (per una verifica di congruenza). Per alcuni settori dove i dati a scala comunale non sono disponibili, si è proceduto ad utilizzare i dati provenienti dall'adattamento top down dei dati regionali e provinciali.

### 7.2 Processo di partecipazione

Contestualmente alla raccolta dati del PEC, il Comune di Bergamo ha avviato un **processo di partecipazione/ comunicazione con i soggetti da coinvolgere** nell'ambito del Progetto “Bergamo Sostenibile” (Agenda 21 – Patto dei Sindaci – Piano Energetico Comunale), con particolare riferimento a: strumenti, metodi, tempistiche e risorse da impegnare nel processo, secondo il seguente programma di incontri:

### *TAVOLI TECNICI CON GRUPPI DI STAKEHOLDERS.*

Gli incontri con i soggetti istituzionali ed associazioni (stakeholders individuati) sono stati articolati, secondo le modalità già espletate nel PGT, in due momenti: un primo momento informativo sul quadro conoscitivo e sulle proposte di sviluppo dei progetti in oggetto e un secondo momento di confronto in merito alle linee strategiche ed agli obiettivi da condividere, con eventuale richiesta di contributo scritto.

I tavoli tecnici hanno visto la partecipazione delle seguenti categorie di soggetti:

- ✓ Enti e Istituzioni pubbliche – Comuni contermini
- ✓ Società partecipate dal Comune – Soggetti economici – Istituti di Credito
- ✓ Associazioni di categoria – Ordini e collegi professionali
- ✓ Istituti Scolastici – Enti religiosi e socio-assistenziali

### *FORUM DI AGENDA 21*

In data 1 luglio 2010, è stata presentata la bozza della Relazione sullo Stato dell'Ambiente al fine di acquisire, entro una tempistica prestabilita, i contributi necessari per la sua stesura definitiva. Sono stati inoltre presentati i progetti correlati all'Agenda 21, Patto dei Sindaci e Piano Energetico Comunale, con indicazione del percorso metodologico e degli obiettivi/finalità da raggiungere.

### *1° CONFERENZA VAS DEL PEC*

Sulla base di quanto stabilito a partire dalla Direttiva 2001/42/CE del 27 giugno 2001 concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente e il D. Lgs. n. 152 del 03.04.2006 (oggi modificato e integrato dal D.Lgs. n. 4/2008), tutti i piani e programmi relativi al settore energetico devono essere sottoposti a Valutazione Ambientale Strategica al fine di individuare i potenziali impatti positivi e negativi della loro attuazione fin dalle prime fasi della loro costruzione e permettere, quindi, l'ottimizzazione di tutti i possibili effetti positivi del Piano e la minimizzazione di quelli negativi.

Il primo incontro pubblico della procedura di VAS del PEC del Comune di Bergamo si è svolto in data 8 luglio 2010 e ha previsto l'illustrazione del Documento di Scoping agli attori sul territorio. Il Documento di Scoping costituisce il primo prodotto della procedura di VAS e contiene sia un inquadramento iniziale delle condizioni ambientali sulle quali il Piano opererà, sia l'illustrazione del percorso metodologico che verrà seguito nella VAS.

Verrà successivamente convocata la seconda Conferenza di Valutazione VAS del PEC con l'obiettivo di illustrare agli stakeholders la bozza di PEC e di Rapporto ambientale. Il Rapporto Ambientale costituisce il secondo prodotto della VAS e contiene tutte le valutazioni effettuate sugli impatti potenziali del PEC e le misure ritenute necessarie per ottimizzare quelli positivi e minimizzare ed eventualmente compensare quelli negativi. La seconda conferenza di valutazione conclude il procedimento di VAS.

#### *FORUM SUL TERRITORIO DELLE CIRCOSCRIZIONI*

Sono stati organizzati n. 4 Forum per illustrare lo stato di avanzamento dei progetti. In particolare in essi è stato approfondito il Rapporto sullo Stato dell'Ambiente relativo al territorio interessato e lo stato di avanzamento del PEC e del Patto dei Sindaci.

Sono stati altresì richiesti specifici contributi in merito all'elaborazione del Piano di Azione di Agenda 21 e del Piano di Azione per l'Energia Sostenibile previsto dal Patto dei Sindaci.

Per la pubblicizzazione e messa a disposizione delle informazioni relative ai progetti correlati a "Bergamo Sostenibile", il Comune di Bergamo ha predisposto, nel sito Internet comunale, una sezione dedicata ai progetti di Agenda 21, Patto dei Sindaci e Piano Energetico Comunale, con relativa VAS.

Il sito viene regolarmente alimentato con la documentazione prodotta e costituirà strumento di raccolta delle osservazioni degli stakeholders.



### 7.3 Raccolta dati del sistema energetico locale (procedimento bottom up).

Per l'elaborazione del PEC di Bergamo, è stata fondamentale una fase preliminare di raccolta di dati disponibili a scala locale, al fine di ottenere un quadro conoscitivo di base dell'attuale struttura della domanda e offerta di energia sul territorio di Bergamo. Tenuto conto della provenienza da fonti diverse, è stato necessario disaminare e omogeneizzare il database raccolto, in modo da poter illustrare e sintetizzare le indicazioni inerenti il settore energetico e i diversi ambiti della produzione e dell'utilizzo.

L'analisi della domanda è stata effettuata considerando sia le fonti energetiche utilizzate che gli impieghi finali, valutando anche le relative emissioni di inquinanti in atmosfera.

L'analisi dei consumi di fonti energetiche per settori è stata propedeutica alla redazione del bilancio energetico di sintesi al 2005 e al 2009, e all'individuazione delle aree di criticità verso le quali indirizzare la programmazione degli interventi da realizzare, per gestire la domanda e pianificare l'offerta di energia nel medio - lungo periodo.

In particolare, sono state stimate le variazioni dei consumi energetici attraverso la predisposizione di scenari energetici tendenziali della domanda, al fine di ottenere indicazioni sulle conseguenze evolutive degli interventi da effettuare.

Il metodo *bottom up* ha consentito analisi di dettaglio nelle quali convergono tutti gli elementi essenziali per la descrizione del quadro conoscitivo di base del sistema energetico del territorio analizzato.

I dati di consumo energetico che sono stati resi disponibili dagli Enti preposti all'erogazione dei servizi (ENEL, A2A, ecc.), sono stati aggregati con l'obiettivo di definire il bilancio energetico del Comune di Bergamo, analizzati per il periodo 2005-2009, e rappresentano la situazione attuale più aggiornata possibile.

Per gestire opportunamente le informazioni, i consumi di energia richiesti dal Comune di Bergamo sono stati così ripartiti:

- per **vettori**: energia elettrica, combustibili per autotrazione, gas naturale, gasolio e GPL;
- per **settori**: civile (terziario, domestico, Pubblica Amministrazione), trasporti, industria, agricoltura e settore delle trasformazioni di energia.

L'articolazione per settore è stata effettuata secondo le seguenti modalità:

- i consumi elettrici sono stati suddivisi conservando la ripartizione adottata dall'ENEL per

- settore: Agricoltura, Domestico (ritenuto equivalente a Residenziale), Industria, Terziario;
- i consumi termici sono stati suddivisi da A2A (il principale gestore di calore a Bergamo) per: aree tecnologiche (impianti di produzione ubicati nel comune di Bergamo), e utilizzi fatturati, quali:
    - uso domestico,
    - riscaldamento individuale
    - riscaldamento centralizzato
    - altri usi (comprendente: utenze in deroga come l’Ospedale, industria, Amministrazione pubblica, impianti di produzione dell’energia).

La tabella di seguito allegata fornisce una mappatura della tipologia e delle fonti dei dati risultate disponibili nel periodo 2005-2009 per il procedimento di analisi bottom up e top down.

Dati	2005	2006	2007	2008	2009
Consumi elettrici per settori: agricoltura, domestico, industria, terziario (ENEL)	•	•	•	•	
Consumi elettrici per settori: residenza, terziario, agricoltura, industria, trasporti (CESTEC)	•	•	•		
Consumi per produzione di energia: gas naturale, rifiuti CDR, biomasse, TLR (A2A.)	•	•	•	•	•
Consumi gas naturale per usi finali (A2A.)				•	•
Consumi gas naturale per usi finali (ISTAT.)	•	•	•	•	•
Consumi per vettori energetici vari (gasolio, benzina, GPL, biocombustibili, olio combustibile, biomasse, solare, TLR, geotermico (CESTEC)	•	•	•		
Consumi per settori (CESTEC)	•	•	•		

*Tabella 12. Tipologie e fonti dati disponibili per il Comune di Bergamo.*

La raccolta dati con metodo bottom up ha presentato diverse problematiche che hanno riguardato:

1. la corretta interpretazione delle voci di consumo fornite dai Gestori del Servizio,
2. la disomogeneità delle unità di misura dei dati,
3. la mancanza di dati per alcune annualità (in taluni casi l'annualità del 2009).

La soluzione di alcune problematiche, nel caso specifico l'interpretazione delle voci di consumo, è stata affrontata con il contributo dei Gestori medesimi; riguardo alla disomogeneità dei dati si

è fatto riferimento ai principali parametri di conversione adottati nel campo energetico a livello internazionale, riportati in sintesi nella sezione conclusiva del lavoro, mentre riguardo alla mancanza di alcune annualità di dati si è provveduto proiettando per le stesse il valore ottenuto applicando il trend medio annuo di variazione del periodo precedente.

#### **7.4 Raccolta dati provenienti dalla scala regionale - provinciale (procedimento top down)**

La metodologia elaborata a scala regionale - provinciale per il Bilancio energetico regionale, ha reso disponibili, attraverso un processo top-down per i consumi cosiddetti "diffusi", i consumi energetici per vettore e per settore a livello comunale. Nel modello top-down è stata pertanto formulata una visione generale del sistema senza scendere nel dettaglio di alcuna delle sue parti.

Entrando nello specifico, la Regione Lombardia si è dotata degli strumenti atti a delineare le proprie scelte in campo energetico, attraverso l'Atto di Indirizzo per la Politica Energetica (DCR VII/0674 del 3 dicembre 2002), seguito poi dall'adozione del Programma Energetico Regionale (PER) da parte della Giunta (DGR VII/12467 del 21 marzo 2003), e dal Piano d'Azione per l'Energia (PAE) nel 2007, per rendere operativa la programmazione energetica, individuando specifiche linee di intervento e prevedendo uno specifico set di azioni e risorse.

L'elaborazione del PAE è stata basata su di un quadro conoscitivo di dettaglio e, in particolare, su un bilancio energetico - ambientale con proiezione quinquennale (BEAR 2000-2004, aggiornato al 2005), ma soprattutto è stata integrata da un sistema di monitoraggio, denominato SIRENA (Sistema Informativo Regionale Energetico Ambientale).

In tale ambito sono state affinate e specificate rispetto al livello regionale e a quello provinciale, le tecniche tradizionali di stesura del Bilancio Energetico.

I dati resi disponibili a livello comunale dal processo top down (consumi usi finali) fanno capo ad un metodo di elaborazione, adottato nel Bilancio Energetico Ambientale Regionale, elaborato dal CEntro lombardo per lo Sviluppo TECnologico (CESTEC) e di seguito riportato.

##### Settore civile

I consumi riconducibili al settore civile, inteso come somma dei contributi delle attività dei settori terziario e del residenziale, sono stati analizzati sulla base di dati disaggregati per singoli vettori

energetici (gas naturale, gasolio, olio combustibile, gpl e biomasse).

Base di partenza per l'elaborazione dei dati di consumo annuo di gas naturale è il volume distribuito e registrato nei punti di riconsegna primari connessi alla rete di distribuzione di SNAM Rete Gas, suddiviso per reti cittadine e terziario, autotrazione, industria e termoelettrico.

Il dettaglio spaziale fornito da SNAM Rete Gas non è quindi riconducibile direttamente ad un consumo comunale, in quanto il volume di gas registrato in ciascun punto di riconsegna potrebbe essere finalizzato a soddisfare i fabbisogni solo di una parte della rete cittadina o viceversa a rifornire più Comuni limitrofi. In Lombardia i Comuni in cui è presente almeno un punto di riconsegna dalla rete Snam sono 722, mentre i Comuni metanizzati al 2005 ammontano a 1421 (*Elaborazione su dati tariffari Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas*).

Anche la ripartizione dei dati Snam Rete Gas per tipo di uso non corrisponde alla distinzione tra settori adottata nel bilancio energetico: nei volumi destinati a "riconsegna a reti cittadine e terziario" sono inclusi i consumi del settore civile e una parte dei consumi del settore produttivo (per semplicità definita industria "diffusa" o "piccola-media", con consumi di gas naturale contenuti, non servita direttamente dalla rete Snam).

E' stata quindi elaborata una procedura finalizzata a determinare i consumi per settore con dettaglio spaziale comunale: il primo passaggio ha visto l'aggregazione dei Comuni per "regione agraria", con alcune correzioni determinate in base a fattori geomorfologici.

Tali ambiti territoriali sono stati ritenuti sufficientemente omogenei, da un punto di vista climatologico e sotto il profilo urbanistico ed edilizio, per poter considerare i consumi per unità di superficie simili nei Comuni inclusi nella medesima regione agraria.

Per ogni Comune e per ogni regione agraria è stata quindi ottenuta la superficie annuale riscaldata a gas naturale equivalente (equivalente perché comprende la superficie residenziale ISTAT incrementata di una quota percentuale legata al numero di addetti pesati per ciascun settore ATECO, a loro volta fatti evolvere sulla base del numero regionale annuo di imprese per comparto). Il calcolo annuo di tale superficie è basato su un modello di evoluzione della superficie ISTAT, suddivisa in quattro tipologie di combustibile (gas metano, gpl, olio combustibile e gasolio, legna), che considera anche il grado di metanizzazione, la nuova volumetria costruita a livello provinciale e la volumetria riscaldata tramite teleriscaldamento. Sulla base di questo modello sono stati definiti indicatori comunali annui rappresentativi dei consumi civili e di quelli che possono essere attribuiti all'industria diffusa e all'agricoltura. I consumi complessivi per regione agraria sono stati disaggregati a livello comunale, mediante l'indicatore annuo comunale "superficie equivalente".

Il successivo passaggio ha permesso di scorporare i consumi di gas naturale del settore civile-residenziale e civile-pubblica amministrazione e servizi dai consumi propri dei settori industria

diffusa e agricoltura.

Il metodo è stato sviluppato in uno specifico codice Fortran denominato *FORMET* attraverso il quale, oltre a calcolare i consumi di gas metano legati ai settori civile, industria diffusa e agricoltura, come sopra indicato, si è proceduto ad elaborare un dato di consumo “equivalente” (ovvero suscettibile di essere modificato in funzione di eventuali scostamenti nei rendimenti) anche per gli altri vettori (gasolio, gpl, olio combustibile e biomassa). Ciò è stato possibile grazie alla stima dei consumi annui comunali di gas naturale e della percentuale annuale di superficie riscaldata con uno specifico vettore.

Il sistema FORMET considera anche altri fattori: la differente percentuale di utilizzo dei combustibili per gli usi riscaldamento e acqua calda sanitaria e cottura, valutata sulla base dei valori nazionali indicati da Enea all'interno del Rapporto Energia e Ambiente, e l'andamento annuale dei consumi totali e per settore rispettivi di olio combustibile e gasolio (indicatori nazionali, regionali e derivanti dall'adeguamento alle normative).

In sintesi, attraverso questo modello è stato possibile ottenere i consumi annuali del settore civile (residenziale e terziario), del settore agricolo (esclusi i consumi legati ai trasporti) e di una quota parte dell'industria (il cosiddetto “industriale diffuso”, ossia i consumi propri delle piccole e medie imprese) per gas metano, gasolio, gpl, olio combustibile e legna.

I dati di consumo annuo di energia elettrica sono invece resi disponibili direttamente dal gestore della rete di trasmissione elettrica nazionale, TERNA, con dettaglio provinciale e disaggregati per categoria merceologica.

Il grado di dettaglio dei dati disponibili è molto elevato: all'interno del settore civile è possibile, infatti, discriminare il contributo del residenziale e del terziario e all'interno di quest'ultimo identificare una serie di macro-attività. Tuttavia l'articolazione dei consumi per settore utilizzata da Terna nei “bilanci regionali” non considera separatamente il comparto dei trasporti, il cui contributo è invece incluso all'interno del settore terziario sotto la voce “trasporti”. Nel caso della Lombardia, in coerenza con il metodo ENEA di elaborazione dei Piani Energetici, si è invece scelto di estrapolare tale voce di consumo e di considerarla separatamente.

### Settore industria

Per l'elaborazione dei consumi del settore industriale si è proceduto considerando separatamente il contributo delle grandi utenze produttive e della piccola e media industria (industriale diffuso), per tutti i vettori energetici esaminati.

I consumi dell'industriale “diffuso”, ovvero riconducibili al settore delle piccole e medie imprese, relativi a gas metano, gasolio, olio combustibile, gpl e biomasse, sono stati calcolati attraverso il programma FORMET corretti sulla base delle quote relative dei combustibili, gasolio/olio e gpl

rispetto al metano, così come illustrato in precedenza.

A questo dato di consumo sono stati successivamente aggiunti i contributi puntuali delle grandi utenze industriali. In particolare, per i prodotti petroliferi (gasolio, olio combustibile e gpl) i dati relativi alle grandi utenze, principalmente per quel che riguarda l'olio combustibile, derivano dalle dichiarazioni degli impianti ETS (inclusi nel Piano Nazionale di Assegnazione delle quote di emissione di gas serra) verificati ed integrati con gli esiti della raccolta dati da sorgenti puntuali di INEMAR (l'INventario delle EMissioni in Aria Regionale), negli anni in cui era presente, ed infine con la banca dati INES (l'archivio nazionale/regionale relativo alle dichiarazioni IPPC). Stessa metodologia è stata utilizzata anche per i consumi di biomassa, carbone e rifiuti.

Nel caso dei consumi di gas naturale, invece, i dati elaborati si riferiscono direttamente ai volumi registrati da SNAM RETE GAS ai punti di riconsegna per grandi utenze industriali.

Infine, per quanto riguarda l'energia elettrica, i dati di consumo annuo per il settore industria si riferiscono anche in questo caso ai bilanci TERNA, all'interno dei quali sono disponibili dati in forma molto disaggregata secondo una serie di attività produttive.

#### Settore trasporti

L'analisi dei consumi dei diversi carburanti per autotrazione è stata condotta sulla base delle informazioni acquisite da banche dati di Regione Lombardia (Direzione Generale Commercio – Ufficio Carburanti) rivelatesi più affidabili alla scala territoriale regionale e soprattutto provinciale e, solo in parte, da dati riportati nel Bollettino Petrolifero del MSE.

In particolare, i consumi sono stati elaborati integrando i dati di vendita extra-rete (depositi ad uso privato) acquisiti dal MSE (Bollettino Petrolifero) con i dati di erogato effettivo relativi ai punti vendita della rete di distribuzione carburanti regionale (stradale e autostradale) per gasolio, benzina e gpl, con informazioni a livello di singolo comune. I dati di consumo di gas naturale per autotrazione sono determinati sulla base dei dati SNAM Rete Gas.

#### Settore agricoltura

I dati di consumo dei combustibili liquidi ad uso agricolo (gasolio e benzina) sono resi disponibili direttamente dalla Direzione Generale Agricoltura di Regione Lombardia che, annualmente, registra tali informazioni a livello puntuale di singola azienda (Sistema Informativo Agricolo Regionale). Per evitare problemi relativi alla localizzazione della sede legale delle aziende agricole i dati sono stati aggregati a livello provinciale e disaggregati successivamente a livello comunale sulla base del dato di SAU (Istat –Censimento Agricoltura).

Per gli usi elettrici in agricoltura la fonte dati è TERNA che rende disponibili dati di consumo con

dettaglio regionale e provinciale.

La disponibilità di tali dati varia dal 2000 fino al 2007, e nel caso specifico del PEC di Bergamo, ha fornito un quadro conoscitivo complementare a quello di dettaglio raccolto dalle fonti locali (procedimento bottom up), rappresentando specificamente i settori dell'industria, dell'agricoltura, e dei trasporti, in rapporto ai principali vettori energetici.

La procedura *top down* si presta correttamente al completamento del quadro conoscitivo locale, in caso di mancanza e incompletezza di dati o di estrema disomogeneità di informazioni, problematiche queste effettivamente rilevate in relazione alla indisponibilità di alcune fonti a fornire quanto richiesto, per effettuare le elaborazioni di bilancio. Le elaborazioni sono state eseguite da Cestec per conto di Regione Lombardia, e di seguito se ne fornisce il quadro di riferimento per il Comune di Bergamo, per gli anni dal 2005 al 2009.

Settore **RESIDENZIALE**

Consumi periodo 2005-2007

Anni		
2005	2006	2007

ENERGIA ELETTRICA	MWh	123.598	125.793	124.217
Variazione %			1.8%	- 1.3%
GAS NATURALE	MWh	808.880	789.239	744.695
Variazione %			-2.4%	- 5.6%
GASOLIO	MWh	111.333	89.042	71.457
Variazione %			-20.0%	-19.7%
GPL	MWh	6.287	5.673	5.179
Variazione %			-9.8%	-8.7%
OLIO COMBUSTIBILE	MWh	3.007	869	353
Variazione %			-71.1%	-59.4%
BIOMASSE	MWh	14.935	13.632	12.519
Variazione %			-8.7%	-8.2%
SOLARE TH	MWh	37	330	498
Variazione %			791.9%	50.9%
TLR CONVENZIONALE	MWh	6.093	10.970	22.165
Variazione %			80.0%	102.1%
GEOTERMIA	MWh	71	88	87
Variazione %			23.9%	-1.1%

Settore **TERZIARIO**

Consumi periodo 2005-2007

Anni		
2005	2006	2007

ENERGIA ELETTRICA	MWh	371.490	419.141	416.998
Variazione %			12.8%	-0.5%
GAS NATURALE	MWh	533.551	530.352	498.862
Variazione %			-0.6%	-5.9%
GASOLIO	MWh	18.784	15.169	12.116
Variazione %			-19.2%	-20.1%
GPL	MWh	2.146	1.983	1.805
Variazione %			-7.6%	-9.0%
OLIO COMBUSTIBILE	MWh	507	148	60
Variazione %			-70.8%	-59.5%
SOLARE TH	MWh	11	17	37
Variazione %			54.5%	117.6%
TLR CONVENZIONALE	MWh	3.453	6.243	12.665
Variazione %			80.8%	102.9%
GEOTERMIA	MWh	500	632	632
Variazione %			26.4%	0.0%

Settore **AGRICOLTURA**

Consumi periodo 2005-2007

Anni		
2005	2006	2007

ENERGIA ELETTRICA	MWh	356	374	376
Variazione %			5.1%	0.5%
GAS NATURALE	MWh	126	117	108
Variazione %			-7.1%	-7.7%
GASOLIO	MWh	1.738	1.732	1.732
Variazione %			-0.3%	0.0%
BENZINA	MWh	3	3	3
Variazione %			0.0%	0.0%



Settore **INDUSTRIA**

Consumi periodo 2005-2007

Anni		
2005	2006	2007

ENERGIA ELETTRICA	MWh	272.734	280.709	283.090
Variazione %			2.9%	0.8%
GAS NATURALE	MWh	197.483	196.036	182.985
Variazione %			-0.7%	-6.7%
GASOLIO	MWh	1.291	1.014	1.112
Variazione %			-21.5%	9.7%
GPL	MWh	2.039	1.851	1.646
Variazione %			-9.2%	-11.1%
OLIO COMBUSTIBILE	MWh	9.972	9.643	9.018
Variazione %			-3.3%	-6.5%
SOLARE TH	MWh	2	4	10
Variazione %			100.0%	150.0%
TLR CONVENZIONALE	MWh	321	624	1.357
Variazione %			94.4%	117.5%

Settore **TRASPORTI**

Consumi periodo 2005-2007

Anni		
2005	2006	2007

ENERGIA ELETTRICA	MWh	9.837	10.455	10.958
Variazione %			6.3%	4.8%
GAS NATURALE	MWh	2.611	2.901	2.752
Variazione %			11.1%	-5.1%
GASOLIO	MWh	272.558	289.487	308.733
Variazione %			6.2%	6.6%
BENZINA	MWh	169.895	164.118	149.260
Variazione %			-3.4%	-9.1%
GPL	MWh	5.369	6.197	6.968
Variazione %			15.4%	12.4%
BIOCOMBUSTIBILI	MWh	4.469	5.975	7.447
Variazione %			33.7%	24.6%

*Tabella 13. Consumi energetici articolati per settore di impiego e per vettore energetico, espressi in MWh e riferiti al periodo 2005-2007, con indicazione delle variazioni percentuali intervenute. Fonte dati CESTEC.*

La motivazione per cui sono stati rilevati scarti, anche consistenti, dal confronto tra i dati energetici disponibili (metodo bottom up e top down), risiede pertanto nelle diverse

metodologie di raccolta dati adottate da entrambi i sistemi.

Il bilancio energetico del Comune di Bergamo, come meglio specificato successivamente, valorizzerà i dati raccolti con metodo bottom up, in quanto direttamente forniti dai gestori dei servizi energetici attivi sul territorio comunale, integrati con quelli di fonte top down.

### **7.5 Analisi dei trend di consumo nel periodo 2005-2009 e possibile evoluzione nello scenario di riferimento**

Funzionale alla presentazione dei fabbisogni energetici disaggregati per settori di attività e per vettore energetico, è l'analisi dei trend di consumo e degli impieghi energetici.

Tale analisi è stata condotta attraverso dati ottenuti dalle fonti statistiche (ISTAT, CESTEC Lombardia) o comunicati direttamente dagli Enti energetici che operano sul territorio (A2A, ENEL).

I dati sono riportati nelle tabelle successive che riassumono i consumi energetici ripartiti per settori di impiego riferiti al periodo 2005-2009, sono espressi in unità energetiche (MWh), e sono riferiti:

- agli impieghi diretti di energia, al netto delle perdite di trasformazione,
- ai consumi per produzione elettrica dedotti invece da dati di consumo di energia primaria effettuata nel territorio comunale di Bergamo.

Quando, in alcune situazioni, non sono risultati disponibili i dati del 2009 o di altri anni, questi sono stati desunti dagli anni precedenti mediante l'applicazione del trend medio annuo di variazione del periodo precedente.

#### **SETTORE INDUSTRIA**

- **energia elettrica:** i dati sono stati forniti da Enel per il periodo 2005-2008, e rappresentati nelle tabelle in MWh; nel periodo analizzato si rileva un **andamento decrescente con un calo medio annuo di consumi pari all'1,3 % circa**; al 2008 i consumi di energia elettrica nel settore rappresentano solo il **17%** circa del totale dei consumi fatturati sul territorio comunale, stante il peso marginale dell'attività industriale rispetto agli altri utilizzi (settore civile: 83%); anche in questo caso il fenomeno è sicuramente da mettere in relazione alla decrescita economica.
- **energia termica:** la fonte dati è A2A per quanto riguarda i consumi di gas naturale, per il periodo 2005-2009, mentre Cestec-Regione Lombardia è la fonte per i dati comunali di

energia termica riferiti ad altri vettori energetici (gasolio, GPL, olio combustibile, solare) desunti con procedimento top down.

Nello specifico il **gas naturale** nel settore industria rappresenta la maggior fonte di approvvigionamento, nella misura del **60%** circa. L'andamento nel breve periodo **decesce nella misura dell'1,5% circa**, e si attesta al 2009 sui 160.000 MWh.

Riguardo gli altri vettori energetici, che al 2007 rappresentano il 7,7% del totale termico, il maggior utilizzo riguarda l'**olio combustibile (5%)**, seguito da: **GPL (0,9%)**, **gasolio (0,6%)**, e una piccola quota di **solare (0,005%)**.

Per i vettori energetici riportati l'**andamento è di decrescita** per: gasolio (-14%), GPL (-19%) e olio combustibile (-9,6%) mentre sono in leggero aumento i consumi di solare e TLR.

Complessivamente l'andamento rilevato per la città di Bergamo tra il 2005 ed il 2007 attraverso i dati CESTEC-A2A, è parzialmente in linea con gli andamenti rilevati a livello nazionale e regionale, secondo il panorama provinciale e lombardo sintetizzato nello schema sottostante:

<b>Evoluzione dei consumi nel periodo 2003 - 2007</b>	<b>Provincia di Bergamo</b>	<b>Lombardia</b>	<b>Italia</b>
Benzina	-16%	-17%	-28%
Gasolio autotrazione	+31%	+12%	+14%
Gasolio riscaldamento	+23%	-58%	-37%
Olio combustibile	+11%	-58%	-37%
GPL	-1%	-10%	-11%
Gas naturale	+1%	0%	+5%

*Tabella 14. Raffronto dell'evoluzione dei consumi nel periodo, dati Provinciali – Regionali - Nazionali. Fonte dati Terna SpA.*

I consumi del Comune di Bergamo relativi al Settore Industria, sono riassunti nelle tabelle di seguito riportate:

Settore industriale		Anni					media periodo 2005-09	stima al 2020
		2005	2006	2007	2008	2009		
Consumi periodo 2005-2009								
energia elettrica	MWh	98'738	96'383	94'284	93'920	93'500 (1)	95'365	82'130
variazione %			-2.4%	-2.2%	-0.4%	-0.4%	-1.3%	
energia termica (come gas naturale)	MWh	172'368	172'007	167'509	178'423	160'999	170'261	143'883
variazione %			-0.2%	-2.6%	6.5%	-9.8%	-1.5%	
Note:								
(1) stima costruita in base al trend medio del periodo 2005-2009								

Tabella 15. Tabella dei consumi complessivi (MWh) di energia elettrica e termica, con variazione percentuali di periodo e ipotesi di consumo al 2020

	2005	2006	2007	2008	2009	media periodo
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	
<b>energia elettrica</b>	<b>98.738</b>	<b>96.383</b>	<b>94.284</b>	<b>93.920</b>	<b>93.500</b>	<b>-1,3</b>
<b>energia termica</b>	<b>172.368</b>	<b>172.007</b>	<b>167.509</b>	<b>178.423</b>	<b>160.999</b>	<b>-1,5</b>
gas naturale <sup>(1)</sup>	158.743	158.871	154.366	178.423	160.999	
<b>FONTI DATI CESTEC (TOP DOWN):</b>						
gasolio	1.291	1.014	1.112	-	-	
GPL	2.039	1.851	1.646	-	-	
olio combustibile	9.972	9.643	9.018	-	-	
solare	2	4	10	-	-	
TLR convenzionale	321	624	1.357	-	-	

(1) - fonte dati A2A

Tabella 16. Tabella dei consumi (MWh) per vettori energetici, nel periodo.

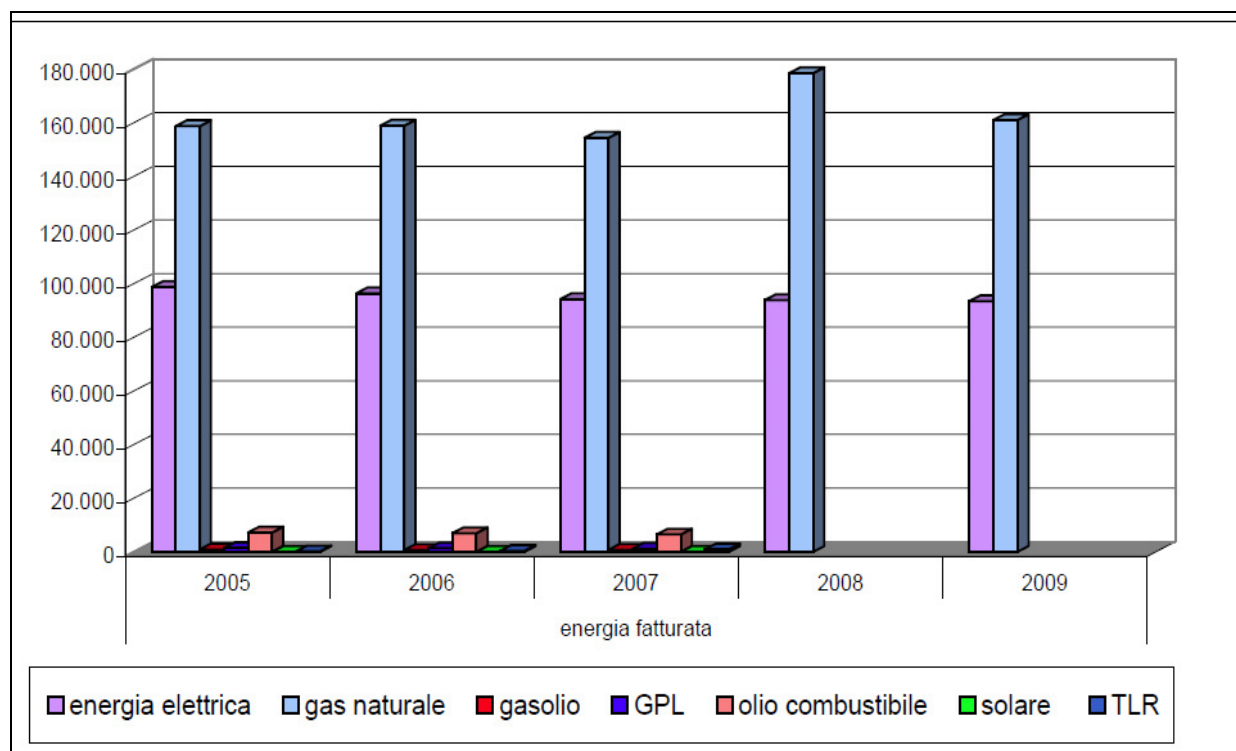


Grafico 7. Consumi di energia del settore industria, per vettori energetici, periodo 2005-2009.

## SETTORE CIVILE

- **energia elettrica:** i dati sono stati forniti da Enel, suddivisi per usi finali (domestico e terziario), per il periodo 2005- 2008, e rappresentati in Mwh.

L'andamento rilevato risulta **in crescita** variando complessivamente tra i 412.461 MWh del 2005 e i 485.379 MWh stimati per il 2009 con un **incremento medio annuo del 4,2% circa**. La differente utilizzazione per usi domestici e terziari denota una diversa composizione interna del dato, che vede un **andamento pressoché stabile degli utilizzi domestici e una crescita complessiva di 3,5% per riscaldamento**. Sul totale di energia consumata, l'energia elettrica rappresenta il **30% del totale energetico consumato**.

- **energia termica:** la fonte dati è A2A, il principale gestore di calore per la città di Bergamo, ed il periodo fornito è 2005-2009. I dati sono stati forniti in  $\text{sm}^3$  e sono stati successivamente elaborati in MWh.

I **consumi dei settori domestico e terziario** rappresentano complessivamente la maggior parte dei consumi registrati (circa l'**86%**) rispetto agli altri settori ed utilizzi: complessivamente il consumo di gas nel periodo 2005-2009 fa registrare un modesto aumento pari allo 0,1% medio annuo attestandosi al 2009 su 1.104.478 MWh, fenomeno

direttamente imputabile al rallentamento dei consumi dovuti alla crisi economica che ha colpito a tutti i livelli.

Il maggior decremento si registra per i consumi ad uso domestico (cottura cibi e acqua calda) nella misura del 21% circa, seguito dai consumi compresi alla voce “altri usi” e comprendenti: industria, commercio, grandi utenze (Ospedale, ecc.), amministrazione pubblica, impianti, ecc., nella misura del 6,5%, mentre al contrario si registra un lieve aumento dei consumi da riscaldamento (+1,3%) e ciò può essere imputabile alla variabilità registrata dal 2006 al 2009, dei gradi giorno; nel caso specifico Bergamo appartiene ai comuni che possiedono un numero di gradi-giorno maggiore di 2.100 e non superiore a 3.000, e sono inseriti nella zona climatica E .

Riguardo alla consistenza del settore industria, con particolare riferimento ad una sua possibile evoluzione nella struttura economica del Comune di Bergamo, gli strumenti di programmazione urbanistica vigenti prevedono una graduale dismissione delle attività industriali, a fronte di una già marginale consistenza del settore industriale tra le attività economiche esistenti a Bergamo.

In effetti il settore, da un decennio a questa parte è presente essenzialmente attraverso la quota di uffici e sedi amministrative, laddove le lavorazioni e le trasformazioni sono invece ubicate al di fuori della città.

Del totale consumato alla voce “altri usi”, circa il 57% è fornito dal TLR.

Il consumo per riscaldamento rappresenta l'82% dei consumi complessivi, e ad esso contribuisce per il 4,7% circa la fonte del TLR (fonte A2A).

Analizzando il numero di utenze attive si osserva come nel riscaldamento centralizzato si mantengano costanti nel periodo fino al 2008 e risultino invece in calo nel periodo 2008-2009, mentre nel riscaldamento individuale nel periodo 2008-2009 si registra un modesto aumento delle utenze rispetto alla conferma del dato nel periodo precedente; tale fenomeno può essere messo in relazione alla dinamica edilizia che ha messo sul mercato una tipologia abitativa che ha favorito le utenze individuali.

Settore Civile		Anni					media periodo	stima
Consumi periodo 2005-2009		2005	2006	2007	2008	2009	2005-09	al 2020
energia elettrica	MWh	412'461	435'649	428'385	465'714	485'379 (1)	445'518	555'494
variazione %			5.6%	-1.7%	8.7%	4.2%	4.2%	
energia termica (come gas naturale)	MWh	1'113'906	1'108'956	980'668	1'067'547	1'104'478	1'075'111	896'963 (2)
variazione %			-0.4%	-11.6%	8.9%	3.5%	0.1%	

Note:  
 (1) stima costruita in base al trend medio del periodo 2005-2009  
 (2) al netto dei consumi di gas sostituiti dal teleriscaldamento

Tabella 17. Tabella dei consumi complessivi (MWh) di energia elettrica e termica, con variazione percentuale di periodo e ipotesi di consumo al 2020

	2005	2006	2007	2008	2009
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
<b>energia elettrica</b>	<b>412.460,80</b>	<b>435.649,00</b>	<b>428.385,00</b>	<b>465.713,50</b>	<b>485.379,00</b>
uso domestico	149.336,60	154.280,60	151.472,80	154.504,10	
uso terziario	263.124,20	280.999,40	276.912,00	311.209,40	
<b>energia termica</b>	<b>1.113.906,30</b>	<b>1.108.956,30</b>	<b>980.667,60</b>	<b>1.067.547,00</b>	<b>1.104.477,60</b>
uso domestico	53.157,20	52.880,60	47.288,70	48.455,60	42.200,50
riscaldamento individuale	403.838,40	401.737,50	362.973,10	380.823,60	419.195,70
riscaldamento centralizzato	494.493,80	491.921,30	450.548,90	475.850,50	491.179,50
totale riscaldamento	898.332,20	893.658,80	813.522,00	856.674,10	910.375,20
altri usi <sup>(1)</sup>	162.416,90	162.416,90	162.416,90	162.417,30	151.901,90

Tabella 18. Tabella dei consumi (MWh) per tipologie di usi finali, nel periodo.

	2005	2006	2007	2008	2009
<b>energia termica</b>	mc	mc	mc	mc	mc
uso domestico	5.541.230	5.512.402	4.929.491	5.051.128	4.399.079
riscaldamento individuale	42.097.092	41.878.086	37.837.192	39.697.980	43.697.980
riscaldamento centralizzato	51.547.237	51.279.067	46.966.315	49.603.809	51.201.737 <sup>(2)</sup>
totale riscaldamento	93.644.329	93.157.153	84.803.507	89.301.789	94.899.717
altri usi <sup>(1)</sup>	16.930.738	16.930.738	16.930.738	16.930.738	15.834.630 <sup>(3)</sup>
<b>totale generale</b>	<b>116.116.297</b>	<b>115.600.293</b>	<b>106.66.736</b>	<b>111.283.655</b>	<b>115.133.426</b>

(1) - comprende: consumi delle centrali, TLR, industria, commercio, grandi utenze in deroga (Ospedale, cliniche, ecc.)

(2) - rispetto al totale MWh 51.201.737, circa il 4,7% è rappresentato dal TLR

(3) - rispetto al totale MWh 15.384.630, circa il 57% è rappresentato dal TLR

Tabella 19. Tabella dei consumi di energia termica nel periodo, espressi in unità fisiche (mc).

UTENZE ATTIVE	2006	2007	2008	2009
<b>energia elettrica</b>	72.848	72.834	73.844	-
<b>energia termica</b>	58.415	57.048	56.678	59.748
<i>uso domestico</i>	22.572	22.022	21.918	22.466
<i>riscaldamento individuale</i>	29.816	29.170	28.972	32.823
<i>riscaldamento centralizzato</i>	5.712	5.708	5.707	4.071
<i>totale riscaldamento</i>	35.528	34.878	34.679	36.894
<i>altri usi <sup>(2)</sup></i>	315	148	81	388

Tabella 20. Tabella delle utenze attive nel periodo, per vettore energetico e usi finali.

## SETTORE AGRICOLTURA

- o **energia elettrica**: i dati sono forniti da Enel per il periodo dal 2005 al 2008; il settore riveste un'importanza marginale nel contesto produttivo della città di Bergamo, e parimenti i consumi registrati incidono in misura limitata sulla richiesta complessiva di energia. Mediamente la richiesta di energia elettrica si aggira intorno al **25% della domanda complessiva del settore**, e l'andamento registrato nel periodo denota una modesta **crescita**, passando da 664 MWh nel 2005 a 742 MWh nel 2009 (**5,7% medio annuo**).
- o **energia termica**: i dati sono fonte Cestec, e rappresentano il quadro complessivo di domanda di energia termica dal 2005 al 2007. Il calo maggiore si registra per il consumo di **gas naturale (-14,3%)**, e in minore quota per il gasolio mentre la quota benzina è stabile nel periodo.

Settore Agricoltura		Anni					media periodo	stima
Consumi periodo 2005-2009		2005	2006	2007	2008	2009	2005-09	al 2020
energia elettrica	MWh	664	729	512	702	742	670	1'231
variazione %			9.8%	-29.7%	37.0%	5.7%	5.7%	
energia termica (come gasolio)	MWh	1'350	1'340	1'333	1'324	1'316	1'333	1'241
variazione %			-0.8%	-0.5%	-0.6%	-0.6%	-0.6%	
Note:								
(1) stima costruita in base al trend medio del periodo 2005-2009								

Tabella 21. Tabella dei consumi complessivi (MWh) di energia elettrica e termica, con variazione percentuale di periodo e ipotesi di consumo al 2020.



	2005	2006	2007	2008	2009	media periodo
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	
<b>energia elettrica</b>	<b>663,9</b>	<b>728,7</b>	<b>512,3</b>	<b>702</b>	<b>742</b>	<b>5,70%</b>
<b>energia termica</b>	<b>1.350</b>	<b>1.340</b>	<b>1.333</b>	<b>1.324</b>	<b>1.316</b>	<b>-0,60%</b>
<i>gas naturale</i>	126	117	108			
<i>gasolio</i>	1738	1732	1732			
<i>benzina</i>	3	3	3			

fonte dati Cestec, procedimento top down dati regionali/provinciali

Tabella 22. Tabella dei consumi complessivi (MWh) per vettore energetico, e variazione media percentuale di periodo.

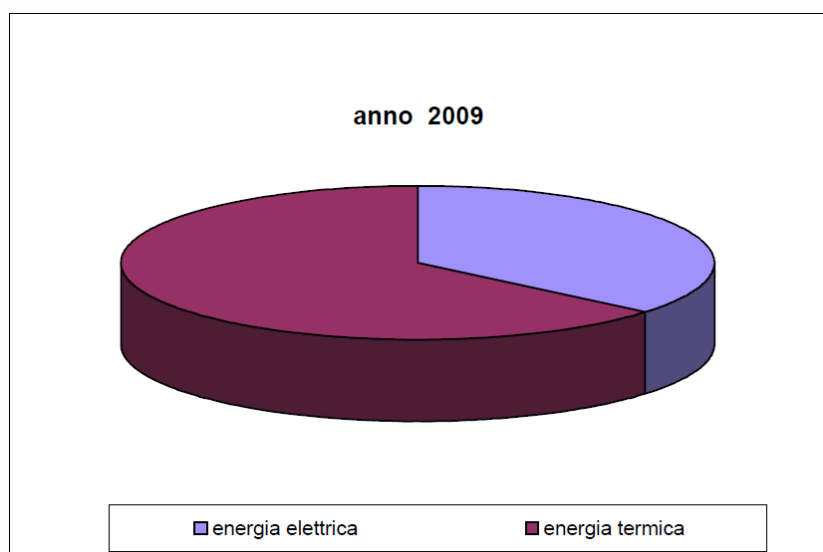
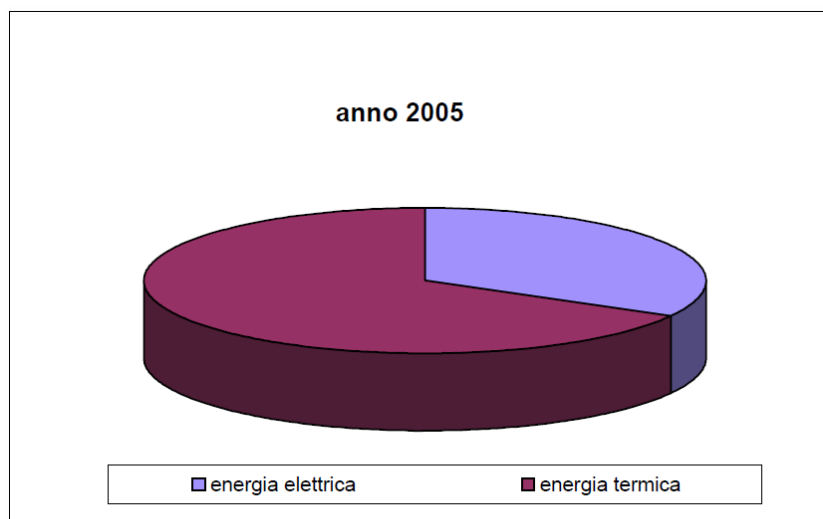


Grafico 8. Consumi di energia del settore agricolo (2005 – 2009)

SETTORE TRASPORTI

La fonte dati è Cestec-Regione Lombardia per il periodo 2005-2007, e fornisce il quadro di riferimento per i consumi stimati del settore, con metodo top down.

Dai dati riportati in tabella emerge complessivamente un **aumento dei consumi per tutti i vettori energetici** considerati; in particolare il consumo di energia elettrica aumenta del 5,5% medio annuo, mentre il consumo di **energia termica** (gasolio, benzina, GPL, biocombustibili e metano) **aumenta mediamente del 2,2% pur rappresentando il 97% dei consumi di energia del settore.**

Settore Trasporti		Anni					media periodo	stima
Consumi periodo 2005-2009		2005	2006	2007	2008	2009	2005-09	al 2020
energia elettrica	MWh	9'837	10'455	10'958	11'566	12'207	11'005	19'928
variazione %			6.3%	4.8%	5.5%	5.5%	5.5%	
energia termica (come gasolio)	MWh	454'902	468'678	475'160	485'641	496'352	(1) 476'147	605'294
variazione %			3.0%	1.4%	2.2%	2.2%	2.2%	

Note:  
(1) stima costruita in base al trend medio del periodo 2005-2009

Tabella 23. Tabella dei consumi complessivi (MWh) di energia elettrica e termica, con variazione percentuale di periodo e ipotesi di consumo al 2020.

	2005	2006	2007	variaz.% 2005/2007
	MWh	MWh	MWh	
<b>energia elettrica</b>	9837	10455	10958	+11,4
<b>totale combustibili</b>	454902	468678	475160	+4,6
gas naturale	2.611	2901	2752	+5,4
gasolio	182.344	289487	308733	+13,3
benzina	169.895	164118	149260	-12,1
GPL	5.369	6197	6968	+29,7
biocombustibili	4.469	5975	7447	+66,6

Tabella 24. Tabella dei consumi complessivi (MWh) per vettore energetico, variazioni dei consumi in percentuale e variazione media percentuale di periodo.

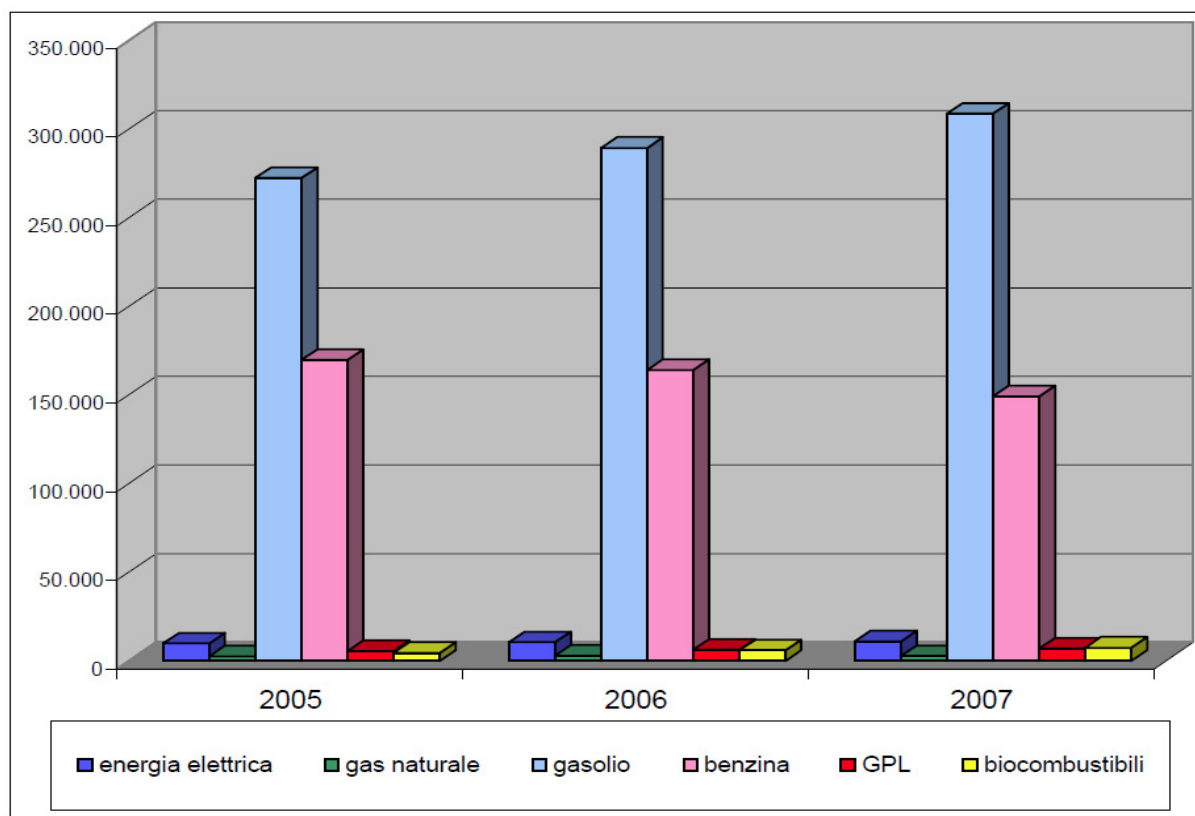


Grafico 9. Consumi di energia del settore trasporti, per vettori energetici, periodo 2005-2007.

## SETTORE DELLA PRODUZIONE TERMOELETTRICA

I dati raccolti per il settore della produzione termoelettrica riferiti al periodo 2005-2009, sono di provenienza A2A e sono stati analizzati secondo il metodo bottom up.

La tabella sotto riportata rappresenta l'andamento di produzione termoelettrica nel periodo 2005-2009, ottenuto a partire dai consumi di energia primaria variabili nel periodo in dipendenza dei fattori di rendimento dei processi di trasformazione.

Come è possibile notare, tale rendimento è andato migliorando nel periodo considerato e parallelamente l'impiego di **energia primaria** presenta un andamento altalenante che si attesta su un valore di **crescita medio annuo del 14%**, a partire dal quale si stima una produzione tendenziale al 2020 di 639.000 Mwh circa; la produzione di energia elettrica a partire dal 2006 è stata abbastanza costante (valore medio 63.797 MWh), mentre la produzione di calore ha avuto un incremento evidente soprattutto nell'ultimo anno (+350% dal 2006).

Settore Produzione termoelettrica		Anni					media periodo 2005-09	stima al 2020
		2005	2006	2007	2008	2009		
Consumi periodo 2005-2009								
Consumi energia RDF+biomasse	MWh	184'797	252'269	251'029	234'671	222'417	229'037	229'037
Consumi energia - metano		12'188	27'026	52'202	68'171	97'550	51'428	410'175
<b>Totale energia primaria</b>		196'985	279'296	303'232	302'842	319'968	280'464	639'212
variazione %			41.8%	8.6%	-0.1%	5.7%	14.0%	
Output - Energia elettrica prodotta	MWh	6'097	73'691	83'274	76'813	79'112	63'797	163'907 (3)
Output- Calore prodotto (teleriscaldam.)	MWh	7'550	15'793	32'975	49'279	70'718	35'263	266'436
Rendimenti di trasformazione								
rendimento elettrico		3.1%	26.4%	27.5%	25.4%	24.7%		25.6%
rendimento termico		3.8%	5.7%	10.9%	16.3%	22.1%		41.7%
rendimento globale		6.9%	32.0%	38.3%	41.6%	46.8%		67.3%

(3) stima relazione produzione fonti rinnovabili al 2020

Tabella 25.

Tabella dei consumi di energia e dei rendimenti di produzione nel periodo.

Riguardo ai rendimenti di trasformazione degli impianti, il valore globale di 6,9% rilevato al 2005, dedotto a partire dai dati di consumo forniti da A2A, cresce al 2009 del 46,8%; la stima al 2020 vede un deciso miglioramento del rendimento termico (42%), mentre quello elettrico si attesta intorno al 26%.

## 7.6 Le Fonti di energia rinnovabile sul territorio del Comune di Bergamo

Vengono di seguito sinteticamente riportati i risultati dell'indagine conoscitiva **"Stima delle potenzialità di impiego di fonti di energia rinnovabile nel territorio comunale di Bergamo"**, predisposta dall'ing. Daniele Fraternali nel maggio 2010, su incarico del Comune, volta a stimare il ruolo ricoperto allo stato attuale dalle fonti energetiche rinnovabili nel Comune di Bergamo.

I settori analizzati dallo studio sono i seguenti:

- il fotovoltaico;
- le biomasse;
- il mini idroelettrico;
- la coibentazione degli edifici, le pompe di calore geotermiche e il solare termico;
- il teleriscaldamento e la cogenerazione;

## Il fotovoltaico

Il depositario principale dei dati relativi agli impianti fotovoltaici informazioni è il GSE che è l'Ente incaricato di raccogliere l'adesione al programma di sviluppo del fotovoltaico e di provvedere al versamento dei "certificati verdi", strumenti di supporto finanziario che costituiscono la principale forma di remunerazione degli investimenti in questo settore.

Consultando il sito del GSE, è stato possibile estrapolare l'elenco dei progetti realizzati sul territorio del Comune di Bergamo negli anni recenti.

In sintesi, le potenze installate relative agli impianti fotovoltaici nel periodo 2006-2009 sono riportate nella Tabella 26 seguente.

Nella stessa tabella viene indicata la produzione attesa di energia elettrica (assumendo tipicamente una produzione di 1'100 kWh/kWp) e il valore corrispondente di risparmio di energia primaria nel sistema nazionale ad essa associato.

	2006	2007	2008	2009	totale
Potenza installata	<i>kWp</i>	<i>kWp</i>	<i>kWp</i>	<i>kWp</i>	<i>kWp</i>
<b>totali annui</b>	<b>50.50</b>	<b>46.80</b>	<b>167.00</b>	<b>149.30</b>	<b>413.60</b>
	<i>kWh/kWp/a</i>	<i>kWh/kWp/a</i>	<i>kWh/kWp/a</i>	<i>kWh/kWp/a</i>	<i>kWh/anno</i>
Produzione attesa	55'550	51'480	183'700	164'230	<b>454'960</b>
	<i>tep/anno</i>	<i>tep/anno</i>	<i>tep/anno</i>	<i>tep/anno</i>	<i>tep/anno</i>
Risparmio en.	11.65	10.80	38.53	34.45	<b>95</b>

Tabella 26 – Potenza installata progressivamente nel periodo 2006-2009 nel Comune di Bergamo. Stima della producibilità elettrica attesa e del risparmio di energia primaria associato.

Fonte: GSE

## Le biomasse

- La componente biodegradabile dei rifiuti urbani

Una delle fonti di energia rinnovabile che può svolgere un ruolo importante a scala locale, è quella relativa alla conversione energetica delle biomasse.

In un territorio a prevalente struttura metropolitana come quello del Comune di Bergamo, questa fonte può essere individuata in primo luogo analizzando le potenzialità offerte dalla raccolta differenziata dei rifiuti limitatamente alle componenti di natura biologica.

Sostanzialmente le possibili frazioni utilizzabili di RSU possono essere individuate come segue.

- a) La frazione vegetale di RSU raccolta in modo differenziato, il cosiddetto rifiuto "verde", costituito da residui legnosi di potature arboree o similari;
- b) La frazione organica di RSU (FORSU) che possiede un limitato potere calorifico e che in teoria potrebbe anche essere convertita in energia dopo adeguati trattamenti preliminari. Attualmente però questa frazione di RSU vede un impiego prevalente in impianti di compostaggio che ne valorizzano la componente biologica prima di quella energetica. Il contributo di questa frazione dunque non viene incluso tra le fonti utilizzabili a questo scopo.
- c) La frazione Legno, identificabile con la raccolta differenziata di legno sostanzialmente non trattato, che potrebbe essere avviato a processi di recupero energetico.

La tabella seguente riporta i dati del Piano Provinciale Gestione Rifiuti della Provincia di Bergamo riferiti al Comune di Bergamo.

<b>Comune di Bergamo</b>				
<b>Produzione annua complessiva di RSU</b>				
<i>Anni</i>	<i>N. Abitanti</i>	Quantità totale di RSU prodotti <i>ton/anno</i>	<i>kg/ab/a</i>	Quantità di Raccolta Differenziata <i>ton/anno</i>
2005	116'197	66'646	573.6	27'625
2006	115'645	67'904	587.2	29'319
<b>Composizione dei RSU di Bergamo nelle componenti di natura "biologica"</b>				
	organico	verde	carta	legno
	21.80%	4.10%	28.10%	2.70%
<i>Anni</i>	<i>ton/anno</i>	<i>ton/anno</i>	<i>ton/anno</i>	<i>ton/anno</i>
2005	14'529	2'732	18'728	1'799
2006	14'803	2'784	19'081	1'833
<b>Efficienza di intercettazione della raccolta differenziata nelle componenti biologiche (quantitativi annui effettivamente disponibili)</b>				
	organico	verde	carta	legno (stima)
	54.90%	86.80%	51.70%	50%
<i>Anni</i>	<i>ton/anno</i>	<i>ton/anno</i>	<i>ton/anno</i>	<i>ton/anno</i>
2005	7'976	2'372	9'682	900
2006	8'127	2'417	9'865	917

Tabella 27 – Dati relativi alla raccolta differenziata delle componenti biodegradabili (biomasse) nel Comune di Bergamo. Fonte: Piano Provinciale Gestione Rifiuti.

- Le biomasse agricole e agroforestali

Le biomasse agricole e agroforestali sono considerate una delle principali fonti rinnovabili di energia, tra l'altro individuate anche come un possibile supporto socio-economico per il settore agricolo e forestale. In tale senso vanno le direttive della Commissione Europea e il regime di incentivazione finanziaria previsto per gli impieghi di questa fonte, soprattutto se l'energia è prodotta da una filiera certificata, ovvero quando sia garantita l'effettiva provenienza da attività agricole svolte sul territorio europeo.

In realtà, nel territorio comunale di Bergamo le aree agricole svolgono oggi un ruolo del tutto marginale relativamente alla produzione di biomasse.

Per favorire un possibile sviluppo del settore, si potrebbe valutare l'opportunità di individuare e indirizzare a questo scopo terreni marginali, di scarso interesse urbanistico, ma anche poco adatti a impieghi agricoli, (come ad esempio ambiti residuali o fasce di rispetto di strade e autostrade), in cui la produzione arborea, possa svolgere il duplice ruolo di fascia di protezione ambientale e fonte di produzione di biomasse.

A titolo indicativo, può essere utile sottolineare che terreni pianeggianti di dimensioni non eccessivamente parcellizzate, possono produrre biomassa legnosa in quantità stimabile fino a 20-30 ton/anno/ha di legno tal quale.

Un'ulteriore fonte di possibile produzione di biomasse potrebbe essere ricercata all'interno della gestione forestale del Parco dei Colli di Bergamo. Si tratterebbe in questo caso di sviluppare un censimento delle risorse agro-forestali che, senza interferire con i progetti di naturalizzazione e/o protezione in corso, possa anche portare un contributo all'impiego locale.

### **Il mini idroelettrico**

L'unico impianto di produzione idroelettrica esistente all'interno del territorio comunale di Bergamo è un piccolo impianto idroelettrico posto presso il serbatoio S. Agostino, viale Vittorio Emanuele.

La produzione idroelettrica di questo impianto negli anni, a partire dal 2005, è riportata nella tabella seguente:

	Produzione	Corrispondenti a
Anni	MWh	tep/anno
2005	336	70.5
2006	405	85.0
2007	410	86.0
2008	458	96.1
2009	472	99.0

*Tabella 28– Produzione idroelettrica dell'impianto posto presso il serbatoio S. Agostino, in viale Vittorio Emanuele a Bergamo.*

### **La coibentazione degli edifici, le pompe di calore geotermiche e il solare termico;**

#### **Coibentazione edifici**

Gli interventi di coibentazione degli edifici e l'impiego di tecnologie efficienti sotto l'aspetto energetico, possono apportare un importante contributo al raggiungimento dell'obiettivo di riduzione del 20% dei consumi di energia. Si tratta di interventi che vengono progettati e realizzati caso per caso, a livello di singoli edifici o piccoli aggregati edilizi.

Anche il settore privato, con le sue iniziative di piccola e media scala, potrà quindi svolgere un ruolo significativo in questo settore, se opportunamente incentivato allo scopo

Una fonte di informazioni su quanto è stato fatto nel Comune di Bergamo è stata individuata presso l'ENEA, Ente che ha il compito di acquisire, analizzare e registrare le relazioni tecniche obbligatoriamente inoltrate da parte dei richiedenti il supporto finanziario relativo al recupero fiscale del 55%.

Sebbene le rendicontazioni statistiche ufficiali di ENEA, presentate sul sito, siano riferite al livello regionale (attualmente sono disponibili le relazioni relative al 2007 e al 2008), su specifica richiesta, è stato possibile ottenere un'estrazione dal data base dei dati specificamente riferiti al Comune di Bergamo. I risultati di questa interrogazione sono riportati nella Tabella 6.0 seguente.



Tabella 29

<i>Sintesi degli interventi di risparmio energetico comunicati a ENEA per l'ottenimento del contributo del 55%</i>				
<i>Fonte: ENEA - Elaborazione dati 2008 a livello comunale- Comune di Bergamo</i>				
<b>Interventi semplificati (PRS)</b>			<b>Risparmio energetico conseguito</b>	<b>pari a</b>
<b>Comma selezionato (rif. Finanziaria 2007)</b>	<b>Num.</b>	<b>Perc.</b>	<b>MWh</b>	<b>tep</b>
Comma 345	433	95%	1'552.2	133.49
Comma 346	16	4%	82.4	7.09
Selezione multipla	2	0%	9.3	0.80
Non selezionato	4	1%	11.2	0.96
<b>Totale</b>	<b>455</b>	<b>100%</b>	<b>1'655.1</b>	<b>142.3</b>
<b>Altri interventi (PRQ)</b>			<b>Risparmio energetico conseguito</b>	<b>pari a</b>
<b>Comma selezionato (rif. Finanziaria 2007)</b>	<b>Num.</b>	<b>Perc.</b>	<b>MWh</b>	<b>tep</b>
Comma 344	4	2%	113.2	9.73
Comma 345	40	17%	584.6	50.28
Comma 346	-	0%	-	-
Comma 347	119	51%	2'904.7	249.81
Selezione multipla	68	29%	882.1	75.86
Non selezionato	1	0%	21.7	1.87
<b>Totale</b>	<b>232</b>	<b>100%</b>	<b>4'506.4</b>	<b>387.5</b>
<b>Totale PRS+PRQ</b>			<b>6'161.5</b>	<b>529.9</b>

#### Pompe di calore geotermiche

La Provincia di Bergamo è l'Ente competente a concedere le autorizzazioni all'impiego del calore a bassa entalpia del sottosuolo, per mezzo o di prelievi/immissioni di acqua di falda oppure di sonde geotermiche. In entrambi i casi il prelievo del calore a bassa entalpia viene utilizzato per incrementare il coefficiente di prestazione delle Pompe di Calore. Come noto, queste macchine permettono di convertire l'energia elettrica con cui vengono azionate in energia termica con elevata efficienza.

Le condizioni necessarie per il raggiungimento di questi livelli di efficienza nella trasformazione (che altrimenti sarebbero molto bassi e impraticabili) sono due:

- Che il calore erogato all'utenza non superi livelli di temperatura di 45-50°C (molto meglio se inferiore);
- Che sia possibile reperire una fonte di calore naturale a temperatura costante e non inferiore a 10-15°C (meglio ovviamente se superiore).

In provincia di Bergamo, per quanto comunicato dalla Provincia, non sono state concesse autorizzazioni al prelievo di acqua di falda; tutte le applicazioni autorizzate sono del tipo a "sonda geotermica".

Nella tabella seguente sono elencate le applicazioni autorizzate di pompe di calore geotermiche nel Comune di Bergamo con i corrispondenti dati di potenza erogata ed assorbita.

Si noti che, nei dati sopra riportati relativi agli interventi presentati al contributo del 55%, non figurano impianti geotermici; è dunque corretto considerare i dati riportati di seguito come aggiuntivi ai precedenti.

Si segnala infine, che la quota parte di fonte rinnovabile che verrà portata al computo complessivo è costituita dalla quota parte di calore estratto dal suolo (riportato nella Tabella 6.1 seguente) che la pompa di calore geotermica consente di utilizzare. Non viene dunque computato il consumo di energia elettrica necessario all'azionamento del ciclo termodinamico, assumendone la provenienza dalla rete nazionale.

Utenza	n. sonde	profondità <i>m</i>	Potenza erogata <i>kW</i>	COP (*)	Calore estratto dal suolo	
					<i>kW</i>	<i>W/m</i>
1	6	100	17	4	12.75	21.25
2	3	97	18	4	13.50	46.39
3	10	100	54	3.98	40.43	40.43
4	23	100	54	4	40.50	17.61
5	52	100	123	4.1	93.00	17.88
6	7	100	6.5	4	4.88	6.96
7	3	85	17	4.1	12.85	50.41
8	6	100	54	4	40.50	67.50
9	4	120	21	4	15.75	32.81
10	20	150	100	4	75.00	25.00
11	5	80	30	4	22.50	56.25
12	47	100	81	4.01	60.80	12.94
13	12	100	25	4	18.75	15.63
14	51	100	104	4.1	78.63	15.42
15	10	100	41.8	4.14	31.70	31.70
16	4	100	25	4	18.75	46.88
17	2	100	17.3	4	12.98	64.88
		<b>Totale (kW)</b>	<b>788.6</b>		<b>593</b>	
<i>(*) I dati in corsivo, non dichiarati, sono stimati</i>						

Tabella 30 - Caratteristiche tecniche dei progetti autorizzati di pompa di calore geotermica nel Comune di Bergamo. Fonte: Provincia di Bergamo

### Teleriscaldamento e cogenerazione

Il progetto di teleriscaldamento della città di Bergamo prevede, a regime, la posa di tubazioni distribuite su gran parte del territorio cittadino, in modo da poter servire più di un terzo degli edifici cittadini, per una **volumetria complessiva di 10 milioni di metri cubi** ed un risparmio di energia primaria pari ad **oltre 19 mila tonnellate equivalenti di petrolio**. A regime saranno serviti con il teleriscaldamento **oltre 15 milioni di metri cubi di edifici**.

Il calore viene prodotto da **impianti cogenerativi** alimentati da gas metano ed in futuro, anche con impianti che utilizzano fonti rinnovabili, per diversificare fonti di approvvigionamento e garantire la continuità del servizio. Tutti gli impianti sono dotati dei più avanzati e moderni sistemi di abbattimento e controllo delle emissioni inquinanti.

Tra il 2005 e la fine del 2008 sono stati posati i primi 20 Km di rete per servire:

- la zona Centro, alimentata dalla Centrale cogenerativa Carnovali (area Ex Magrini)
- la zona Ovest e Sud Ovest, alimentata dal polo industriale di Goltara
- la zona Nord, alimentata dalla Centrale di Monterosso

Nel corso del 2009 sono stati eseguiti gli interventi di posa delle tubazioni della rete di teleriscaldamento sulle vie Carducci e San Bernardino.

L'intervento ha rivestito particolare rilevanza in quanto ha permesso di collegare le reti del centro città e della zona sud-ovest, con un aumento dell'affidabilità e della continuità del servizio in quanto entrambe le zone potranno essere alimentate, con l'inizio della nuova stagione termica, sia dalla centrale cogenerativa di Carnovali (Zona centro - area Ex Magrini) che dalla centrale di Goltara (Zona sud).

Al 30 settembre 2009 gli edifici allacciati sono oltre 190 per una volumetria complessiva di circa 2 milioni di metri cubi.

I parametri relativi alla realizzazione della rete di teleriscaldamento nella città di Bergamo, dal 2004 al 2009, sono riportati nella seguente tabella.

<b>REPORTS TELERISCALDAMENTO BERGAMO</b>										
	<b>N° UtENZE Allacciate</b>	<b>Volumetria Allacciata</b>	<b>VAR %</b>	<b>N° UtENZE Allacciate Prog.</b>	<b>Volumetria Allacciata Prog.</b>	<b>VAR %</b>	<b>Calore erogato all'utenza [GWht]</b>	<b>VAR %</b>	<b>Sviluppo rete [km]</b>	<b>Potenza Termica max immessa in rete [MW]</b>
<b>2004</b>	11	-	-	11	292'000	-	6.200		1.6	
<b>2005</b>	2	59'000	-	13	351'000	20.2%	6.700	8.1%	1.6	6
<b>2006</b>	27	492'282	734.4%	40	843'282	140.3%	13.242	97.6%	10.35	15.27
<b>2007</b>	72	296'738	-39.7%	112	1'140'020	35.2%	28.794	117.4%	14.62	30.8
<b>2008</b>		Volum. Allacc. Stimata			1'500'000					
<b>2009</b>		Volum. Allacc. Stimata			2'000'000					

Tabella 31. Gli sviluppi della rete di teleriscaldamento. Fonte: A2A

### **7.7 Il bilancio energetico del Comune di Bergamo**

Il PEC assegna al Bilancio Energetico la funzione di costruzione del quadro conoscitivo analitico del sistema energetico locale, per delineare il "profilo di consumo di energia". Le analisi sono effettuate per dettagliare, per quanto possibile, la quota di energia primaria necessaria per gli utilizzi finali, il flusso dei differenti vettori energetici e la loro distribuzione nei diversi settori di utilizzo, valutandone l'andamento nel tempo.

Il fine ultimo di tale rilevazione è, pertanto, arrivare a definire lo stato attuale e l'evoluzione nel tempo delle disponibilità delle risorse energetiche e dei fabbisogni, potendo così stimare i possibili trend futuri e, di conseguenza, predisporre le iniziative mirate al raggiungimento degli obiettivi regionali, nazionali ed internazionali, attraverso una corretta pianificazione ambientale.

Il Bilancio Energetico costituisce anche la base di partenza per poter predisporre il Bilancio Ambientale delle emissioni di gas climalteranti.

*Nel Bilancio Energetico Ambientale la valutazione delle emissioni non ha lo scopo di costruirne l'inventario, ma di associare un'emissione di gas inquinante al consumo energetico annuo di uno specifico vettore energetico.*

- L'elaborazione del Bilancio Ambientale riferita assume come unità di misura la CO<sub>2</sub>eq, misura di sintesi delle emissioni di gas climalteranti ad effetto serra. Il Bilancio Energetico opera attraverso:
  - la differenziazione delle diverse voci di consumo in modo da individuare il loro "peso relativo" e comprendere in quale ambito un intervento di miglioramento energetico può dare i risultati più apprezzabili;
  - l'analisi dei consumi di energia elettrica e di combustibile;
  - il calcolo di specifici indicatori di prestazione energetica che permettano:
    - di monitorare nel tempo l'evoluzione della propria efficienza nel campo del consumo di energia;
    - di effettuare iniziative di comunicazione verso interlocutori esterni.

I risultati generati dal Bilancio Energetico servono, quindi, ad orientarsi tra le possibili tecnologie energetiche pulite adottabili, identificando le soluzioni che meglio si adattano al proprio fabbisogno energetico e alle proprie caratteristiche di consumo, valutando anche le ricadute economiche dei possibili risparmi energetici.

### 7.7.1 Il contesto energetico di riferimento a livello regionale

Il “Piano per una Lombardia sostenibile” fornisce il quadro di riferimento della domanda di energia al 2007 della Regione Lombardia, all’interno della quale si colloca anche la situazione comunale di Bergamo, analizzata attraverso i dati di consumo forniti dalle fonti locali e i dati forniti con metodo top down dalla fonte Cestec-SIRENA.

La Lombardia, con una domanda di energia finale al 2007 di circa 25 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio (tep), assume un ruolo determinante, rappresentando da sola quasi il 20% dei consumi nazionali.

In Lombardia (come peraltro in Italia e più in generale in Europa) il decennio 2000-2009 si chiude invariato in termini di consumi assoluti, mentre il resto del mondo, l’area asiatica in particolare, continua a crescere.

I consumi energetici lombardi, nello specifico, si caratterizzano per una prevalenza degli usi civili (42%, dato comprensivo dei consumi del settore residenziale e del settore terziario), seguiti dall’industria (30%) e dai trasporti (26%).

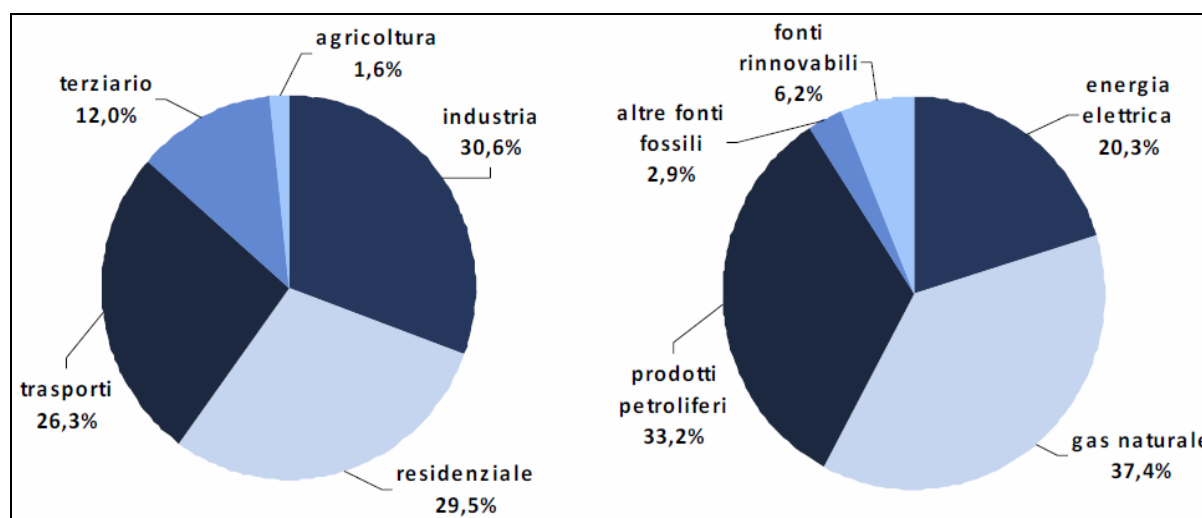


Grafico 10. Consumi finali di energia in Lombardia per settore e vettore. Anno 2007 – elaborazione CESTEC

Se si considera la composizione del mix dei combustibili utilizzati, la Lombardia si caratterizza, rispetto al contesto nazionale, per una predominanza degli usi di gas metano. Nello specifico, questo vettore ha visto crescere il proprio peso specifico sul fabbisogno complessivo (comprendendo anche la quota destinata alla produzione elettrica) dal 44% del 2000 al 51% del 2007.

Complessivamente gas metano e gasolio coprono più di due terzi dell'energia consumata, indicando, di fatto, una debole differenziazione delle fonti energetiche di approvvigionamento.

Entrambi i vettori sembrano però aver raggiunto un livello di saturazione: il gas naturale garantisce ormai gran parte del fabbisogno energetico del settore civile (63%) e rappresenta la fonte primaria principale per la produzione di energia elettrica mentre il gasolio assorbe oggi il 65% dei consumi del settore trasporti.

Sul lato offerta, con l'avvio del processo di liberalizzazione del settore elettrico, il parco centrali lombardo ha vissuto una profonda ristrutturazione, contraddistinta da importanti progetti di repowering e revamping di impianti esistenti e da progetti di nuove centrali a ciclo combinato.

Il contesto lombardo si distingue oggi nel panorama italiano per la sua elevata efficienza.

Da un punto di vista strettamente energetico, il rendimento elettrico è migliorato di quasi il 10% (dal 40% del 2000 al 52% del 2007), contribuendo, a parità di produzione elettrica, alla riduzione del fabbisogno energetico complessivo.

Sotto il profilo ambientale, questo miglioramento, unito alla progressiva sostituzione dell'olio combustibile con il gas metano, ha portato ad una riduzione di oltre il 27% del fattore di emissione specifico di CO<sub>2</sub>eq correlato alla produzione elettrica.

I segnali evidenti di recessione, che si sono manifestati a seguito della profonda crisi finanziaria esplosa nel corso del 2008, hanno significativamente influenzato anche il mercato energetico.

La crisi economica ha, infatti, generato una contrazione delle attività economiche che si è ripercossa sui consumi e quindi sul comportamento delle persone.

La crisi finanziaria, da una parte, e la crescita consistente dei prezzi del petrolio, dall'altra, hanno determinato un brusco rallentamento della domanda di energia a partire dalla seconda metà del 2008.

Sulla base dei primi dati di consumo (Fonte: Ministero dello Sviluppo Economico e TERNA), incrociati con alcune informazioni congiunturali sul PIL (-1% nel 2008 e -5% nel 2009 secondo le previsioni della Banca d'Italia), per gli anni 2008-2009 CESTEC ha stimato i consumi energetici regionali, come rappresentato nel grafico sotto riportato.

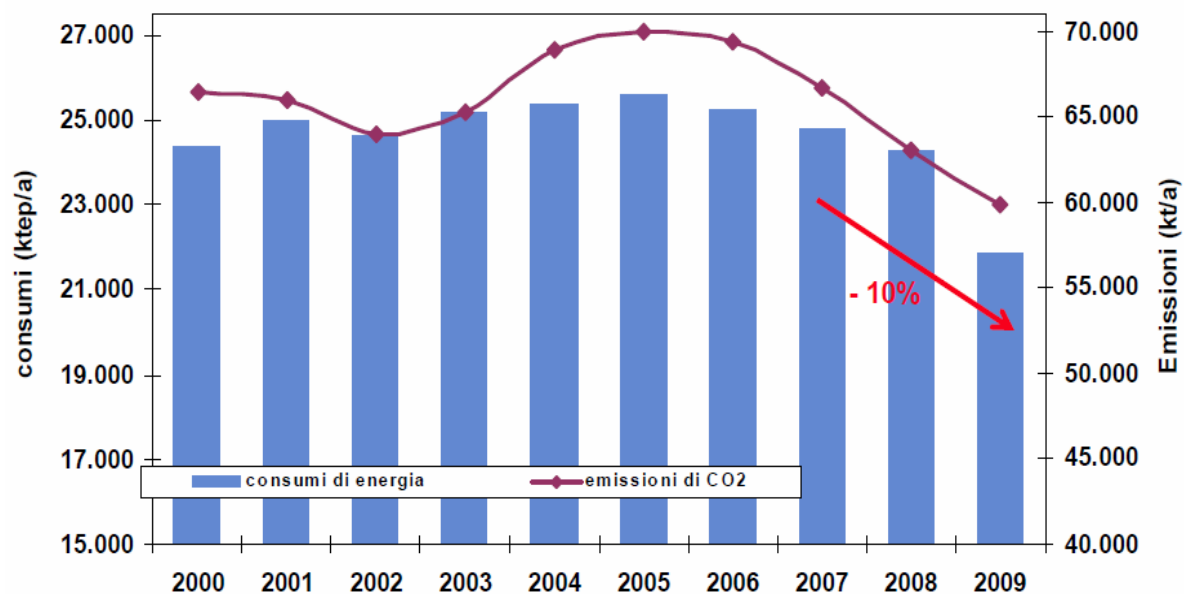


Grafico 11. Consumi di energia negli usi finali: trend 2000-2007 e prime indicazioni 2008-2009 – elaborazione CESTEC

I dati evidenziano un **rallentamento dei consumi per il 2008** (-2% rispetto al 2007) e una **forte contrazione per il 2009** (previsto un -10% rispetto al 2007). Le riduzioni più consistenti si riferiscono ai consumi di energia elettrica (-11,3%) e di gas naturale (-11,2%). La consapevolezza di una fase congiunturale sempre meno favorevole da un punto di vista economico, e lo stesso andamento dei consumi energetici rilevati per il 2008 e il 2009, determinano in ogni caso una *revisione degli scenari*, laddove i parametri considerati sono fortemente correlati alla crescita economica (PIL, Valore aggiunto, ecc.).

Ne deriva una previsione che delinea uno **scenario tendenziale** del sistema, in assenza di interventi di politica energetica, in cui il fabbisogno energetico al 2020 risulta pari a circa 30 milioni di Tep, con una crescita complessiva del 21% rispetto al 2007 e un tasso di incremento medio annuo pari a circa l'**1,6%**. Le stime comprendono anche l'effetto di traino dell'Expo 2015 (trend di crescita più intensa fino al 2015).

La previsione delle **emissioni di CO<sub>2</sub>eq** nello scenario delineato al 2020 ammontano invece complessivamente a circa 83,8 milioni di tonnellate, affermando un **incremento del 27% circa, rispetto al 2007**.



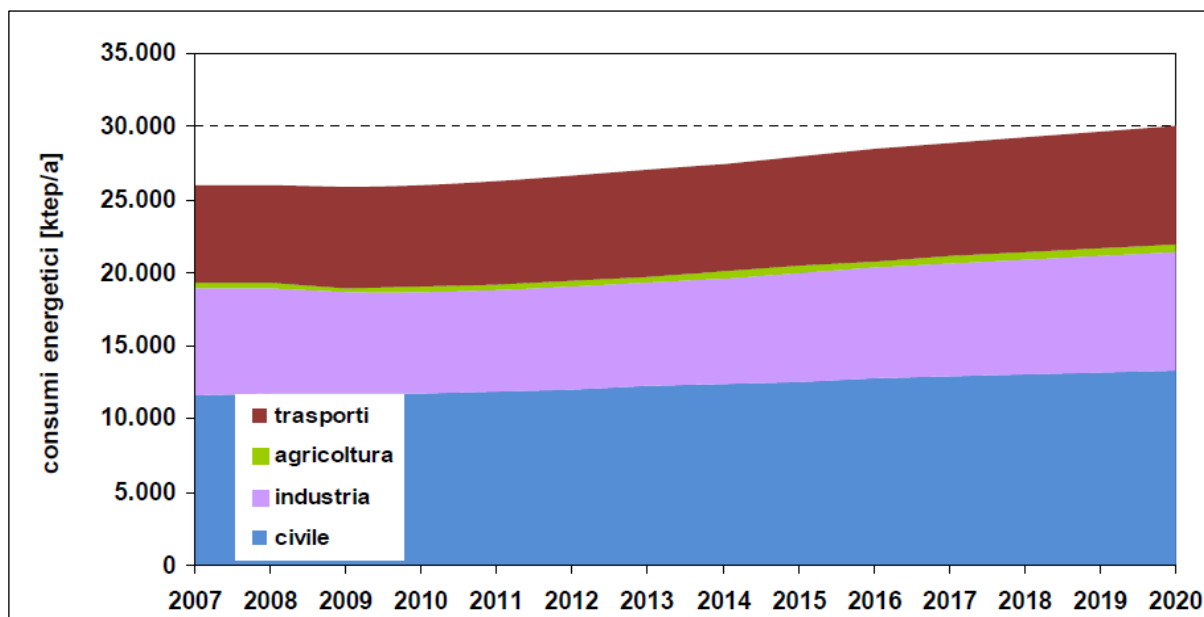


Grafico 12. Evoluzione tendenziale al 2020 dei consumi di energia finale in Lombardia – elaborazione CESTEC.

### **7.7.2 Metodologia del bilancio energetico del Comune di Bergamo**

La struttura del Bilancio energetico di seguito presentata, riproduce la metodologia adottata per la formulazione del Bilancio Energetico Nazionale, con i necessari adeguamenti alla realtà comunale e con le approssimazioni che si rendono necessarie data la difficoltà di aggregare questo tipo di dati a scala comunale per la quale non sono, in genere, disponibili rilevazioni statistiche sistematiche.

Come detto in precedenza, la predisposizione di un bilancio energetico a livello comunale in Italia non è semplice, in quanto non sono disponibili in modo sistematico dati che ripartiscano a questo livello i consumi energetici. Tipicamente, il livello minimo di aggregazione delle fonti statistiche ufficiali è quello provinciale e non per tutti i dati di interesse del bilancio. Una parte importante del lavoro di ripartizione dei dati a livello sub-provinciale viene svolto da Enti e Uffici regionali (CESTEC, INEMAR, ecc.) con procedure in genere di tipo top down.

D'altra parte, alcune informazioni sono di fatto reperibili localmente, come ad esempio i dati di distribuzione dei vettori energetici distribuiti in rete (energia elettrica, gas, calore in teleriscaldamento,). Questi ultimi dati, essendo prodotti localmente, sono certamente di elevato livello di precisione ed affidabilità in relazione al territorio comunale.

Si è proceduto dunque ad un'aggregazione di tutti i dati disponibili, partendo dall'approccio bottom up (dati acquisiti localmente) per quanto possibile e integrando con le fonti top down quando necessario.

Nelle due tabelle di seguito presentate, è riportato il Bilancio Energetico di sintesi per il Comune di Bergamo, riferito agli anni 2005 e 2009.

Tale analisi si ritiene adeguata per definire indicatori energetici utili per stimare trend di consumo e produzione di energia, in vista di possibili ambiti di applicazione delle politiche di risparmio energetico e di margini di miglioramento dell'attuale stato dell'ambiente in termini di qualità dell'aria.

Il sistema energetico è costituito:

1. Dal comparto di alimentazione delle fonti primarie di energia,
2. dal comparto di generazione e trasformazione delle fonti primarie in energia termica ed elettrica per alimentare le utenze,
3. dal comparto delle utenze che determinano la domanda di energia.

Bilancio di sintesi dell'Energia nel Comune di Bergamo						
Anno di riferimento:	2005					
<i>Dati espressi in:</i>	<i>tonnellate equivalenti di petrolio (tep)</i>					
Disponibilità e impieghi	Solidi	Gas Naturale	Petrolio	Rinnovabili	Energia Elettrica	Totale
produzione locale	15'705			-		15'705
importazione (extra comune)	17'458	150'770	52'404	20'648	12'931	254'212
esportazione						-
<b>Consumo interno lordo</b>	<b>33'164</b>	<b>150'770</b>	<b>52'404</b>	<b>20'648</b>	<b>12'931</b>	<b>269'917</b>
Consumi e perdite del settore energetico			-3'828		-71'386	-75'214
Trasformazioni in energia elettrica	-33'164	-40'766	-9'127	-20'264	103'321	-
<b>Totale impieghi finali</b>	<b>-</b>	<b>110'004</b>	<b>39'449</b>	<b>384</b>	<b>44'866</b>	<b>194'703</b>
<i>di cui:</i>						
industria	-	13'976	828	0	8'491	23'295
trasporti	-	225	38'513	384	846	39'968
civile	-	95'796	0	0	35'472	131'268
Agricoltura	-	8	108	0	57	173

Tabella 32. Bilancio energetico del Comune di Bergamo al 2005

## Bilancio di sintesi dell'Energia nel Comune di Bergamo

Anno di riferimento: 2009

*Dati espressi in: tonnellate equivalenti di petrolio (tep)*

Disponibilità e impieghi	Solidi	Gas Naturale	Petrolio	Rinnovabili	Energia Elettrica	Totale
produzione locale	19'125			80		19'205
importazione (extra comune)	18'975	155'695	54'747	22'665	14'054	266'135
esportazione						-
<b>Consumo interno lordo</b>	<b>38'100</b>	<b>155'695</b>	<b>54'747</b>	<b>22'744</b>	<b>14'054</b>	<b>285'340</b>
Consumi e perdite del settore energetico			-3'999		-80'146	-84'146
Trasformazioni in energia elettrica	-38'100	-46'704	-9'920	-22'104	116'827	-
<b>Totale impieghi finali</b>	<b>-</b>	<b>108'991</b>	<b>40'827</b>	<b>640</b>	<b>50'735</b>	<b>201'194</b>
<i>di cui:</i>						
industria	-	13'762	733	0	7'944	22'438
trasporti	-	237	39'987	640	942	41'806
civile	-	94'985	0	0	41'785	136'770
Agricoltura	-	8	108	0	64	180

Tabella 33. Bilancio energetico del Comune di Bergamo al 2009

La struttura delle precedenti tabelle di bilancio prevede tre distinte sezioni:

1. Nella prima sezione (parte alta delle tabelle) sono riportati i dati del **consumo interno lordo** di energia, ovvero dell'energia "primaria" che è necessario utilizzare partendo dalla materia prima energetica, per arrivare a produrre e fornire i servizi energetici destinati all'utenza finale.

Sul bilancio nazionale, questi dati corrispondono ad esempio alle importazioni di petrolio, carbone, metano, ecc. dai Paesi produttori di queste materie prime. Questi prodotti primari verranno poi trasformati (dalle raffinerie di petrolio per produrre i carburanti utilizzabili dai consumatori, dalle centrali termoelettriche per la produzione di energia elettrica, dai sistemi di pompaggio e distribuzione del gas e della stessa energia elettrica, ecc.).

Passando dal livello nazionale a quello comunale, mantenendone l'impianto organizzativo, devono essere apportate alcune semplificazioni. In particolare si intende:

- o per **produzione locale** l'effettiva produzione di energia primaria, che nello specifico risulta essere costituita da :
  - a. produzione di rifiuti, trasformati in energia elettrica (centrale di via Goltara), che vengono assimilati ai combustibili solidi;
  - b. produzione di energia elettrica (idroelettrica + fotovoltaico) effettuata nell'anno 2009 direttamente nel territorio comunale di Bergamo. Il dato della produzione fotovoltaica è stimato sulla base dei dati di potenza installata forniti dal GSE.

Questa energia "primaria" prodotta localmente rappresenta la sola fonte interna di energia che sarà trasformata nei corrispondenti servizi energetici finali attraverso specifici rendimenti di trasformazione.

Si è in tal modo evidenziato, pur con alcune necessarie approssimazioni, il "peso" energetico effettivo del Comune di Bergamo sul sistema energetico nazionale, ovvero la quota parte di energia primaria che questo territorio impegna su base nazionale.

- per **importazione** (in analogia alla situazione nazionale) la quota di energia primaria che viene impiegata nel comune di Bergamo, calcolata assumendo la distribuzione delle tipologie di combustibili primari impiegati, nella stessa proporzione del sistema nazionale e con rendimento medio di trasformazione elettrica, che al netto della quota idroelettrica, nel 2008 risultava pari al 38,8 %. (Per la stima si rimanda alla “scheda tecnica” di pag.93.)

2. Nella parte centrale della tabella sono evidenziate le **perdite di trasformazione**.

Le “perdite di trasformazione/distribuzione” si riferiscono a quella parte di energia primaria che viene utilizzata o dispersa nell’ambiente:

- per effetto dei processi di trasformazione e raffinazione dei prodotti grezzi (ad esempio la raffinazione del petrolio),
- per la produzione termoelettrica dove una parte importante, oltre il 50% del combustibile utilizzato dalle centrali termoelettriche, viene in genere perduta.
- per compressione o distribuzione del gas nelle reti di distribuzione.

Il calcolo delle perdite di trasformazione viene effettuato secondo le seguenti modalità:

- a) per la produzione di energia elettrica effettuata localmente da A2A (centrali di cogenerazione, termovalorizzatore) le perdite di trasformazione vengono ricavate direttamente dai dati dichiarati da A2A;
- b) per la quota parte di energia elettrica che non viene coperta dalla produzione A2A le perdite vengono stimate in modo proporzionale a quelle prodotte dalla produzione nazionale, sia in quantità che per tipologia di combustibile impiegato;
- c) per la parte relativa ai consumi di carburanti (settore trasporti) le perdite di trasformazione vengono stimate in modo proporzionale alla stessa voce del bilancio energetico nazionale.
- d) per quanto riguarda la trasformazione dei combustibili (la raffinazione del petrolio), le perdite vengono applicate sia ai consumi di petrolio stimati sia per la componente termoelettrica (quota parte della nazionale) sia ai consumi per autotrazione.

Altre perdite di trasformazione (come la distribuzione di gas e la distribuzione elettrica) sono più difficilmente valutabili a livello comunale e comunque svolgono un

ruolo molto minore di quello delle voci precedentemente descritte e, pertanto, vengono trascurate in questa sede.

3. La parte inferiore della tabella è relativa agli **impieghi finali**, ovvero corrisponde al bilancio effettivo dei vettori energetici utilizzati dai cittadini e dalle imprese: l'energia elettrica contabilizzata dalle utenze, i carburanti acquistati alle pompe, il gas naturale contabilizzato, ecc.

Sommando agli impieghi finali i dati relativi alle perdite di trasformazione e distribuzione, si arrivano a stimare i consumi di "energia primaria", ovvero l'effettiva quantità di energia che il sistema energetico nazionale deve utilizzare (prelevandola dalla natura a livello nazionale o attraverso i mercati di importazione) per soddisfare gli impieghi finali.

I dati relativi agli impieghi finali provengono dalle informazioni bottom up (ovvero dati di A2A ed ENEL) per tutto il settore civile e per gli usi elettrici di tutti i settori.

Per gli altri settori sono utilizzati i dati provenienti da stime Top Down (CESTEC).

Dal'analisi della tabella relativa all'anno 2005, si evidenzia che, rispetto ad un impiego finale da parte della città di Bergamo di 194.703 tep/anno di energia, il sistema energetico ha richiesto a monte, un consumo di circa 269.917 tep/anno di energia primaria.

Al 2009 la situazione di bilancio muta leggermente: l'energia primaria aumenta del 5,7%, e l'energia degli impieghi finali contabilizzata aumenta del 3,3%.

La quota di energia primaria prodotta sul territorio di Bergamo, al 2005 rappresenta il 5,8% del consumo interno al lordo, percentuale che al 2009 si incrementa attestandosi intorno al 6,7 %.

Per una migliore comprensione del riferimento a partire dal quale è stato calcolato il valore di rendimento adottato nel bilancio energetico del Comune di Bergamo, precedentemente illustrato, si veda la seguente scheda tecnica, relativa al metodo di calcolo del rendimento medio della produzione termoelettrica come da bilancio energetico nazionale: .

**SCHEDA TECNICA****Metodo di calcolo del rendimento medio della produzione termoelettrica.**

Il dato di rendimento elettrico medio nazionale della produzione elettrica, pari al 38,8%, nasce dai dati riportati nel Bilancio Nazionale riportato di seguito.

Disponibilita' e Impieghi	ANNO 2008					
	Solidi	Gas naturale (b)	Petrolio	Rinnovabili (a)	Energia elettrica	Totale
1. Produzione	0,545	7,580	5,220	16,333		29,678
2. Importazione	16,769	62,954	101,732	0,809	9,555	191,819
3. Esportazione	0,196	0,172	28,673	0,102	0,747	29,890
4. Variaz. scorte	0,377	0,843	-0,965	0,048		0,303
5. Consumo interno lordo (1+2-3-4)	16,741	69,519	79,244	16,992	8,808	191,304
6. Consumi e perdite del settore energ.	-0,737	-1,222	-6,245	-0,089	-41,887	-50,180
7. Trasformazioni in energia elettr.	-11,892	-27,768	-6,217	-13,803	59,680	0,000
8. Totale Impieghi finali (5+6+7)	4,112	40,529	66,782	3,100	26,601	141,124
- industria	3,981	14,430	7,019	0,368	11,614	37,412
- trasporti	-	0,550	41,540	0,662	0,932	43,684
- Civile	0,005	24,717	5,127	1,840	13,567	45,256
- Agricoltura		0,137	2,386	0,230	0,488	3,241
- usi non energetici	0,126	0,695	6,937	0,000	-	7,758
- bunkeraggi	-	-	3,773	-	-	3,773

Tabella 34. Bilancio energetico nazionale – Anno 2008 (edizione più recente disponibile).

Fonte: Enea - Ministero dello Sviluppo Economico.

I dati che afferiscono alla produzione elettrica possono essere sintetizzati nella tabella seguente:

<b>Bilancio Energetico Nazionale - Anno 2008</b>				
<b>Analisi dei rendimenti elettrici medi di produzione</b>				
			<i>tep</i>	<i>tep</i>
Trasformazione di energia fossile e rinnovabile in energia elettrica		A	59'680	
Importazioni nette di energia elettrica		B	8'808	
<b>Totale input al sistema di generazione</b>		<b>C</b>		<b>68'488</b>
Perdite di trasformazione di tipo termodinamico		D	38'934	
Perdite di distribuzione sulle linee elettriche (stima pari al 10% della produzione)		E	2'953	
<b>Totale perdite di trasformazione e distribuzione</b>		<b>F</b>		<b>41'887</b>
<b>Produzione netta di energia elettrica per impieghi finali</b>	C-F	<b>G</b>		<b>26'601</b>
Rendimento della produzione termoelettrica nazionale	(G-B)/D		<b>45.7%</b>	
Rendimento globale omnicomprensivo	G/C		<b>38.8%</b>	

Si nota che il dato della sola produzione termoelettrica nazionale (al netto cioè delle importazioni) una volta dedotte le perdite di distribuzione dell'energia elettrica (stimate pari al 10% dell'energia prodotta e immessa in rete) riporta al dato del 45,7% che appare congruente con il dato del 46% che l'AEEG dichiara alla data attuale (2010).

Il rendimento globale, che include tutte le perdite e che assume tra gli input anche le importazioni di energia elettrica, risulta pari al 38,8%, ovvero il dato impiegato nelle analisi del PEC sopra riportate.



## **8. BILANCIO AMBIENTALE**

Il bilancio ambientale del PEC di Bergamo si pone l'obiettivo di stimare le emissioni inquinanti in atmosfera, con particolare riferimento alle emissioni di CO<sub>2</sub>eq.

**Con l'adesione volontaria al progetto "Patto dei Sindaci" il Comune di Bergamo si è, infatti, posto l'obiettivo di riduzione percentuale pari almeno al 20% delle emissioni di CO<sub>2</sub>eq, rispetto all'anno base (2005) e con una prospettiva temporale predeterminata (2020), attraverso azioni volte a promuovere sistemi energetici efficienti e ad incrementare l'impiego di energia rinnovabile.**

Tale scelta strategica, pertanto, riveste un carattere cogente per la programmazione energetica del Comune di Bergamo, che attraverso il PEC delinea la strategia complessiva in campo energetico che verrà recepita e dettagliata con azioni specifiche all'interno del SEAP.

L'obiettivo complessivo di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>eq almeno del 20% al 2020 rispetto all'anno 2005, è ripartito diversamente tra i settori soggetti al sistema di scambio delle quote (ETS – *Emission Trading System*), direttamente regolato dall'Unione Europea, e i settori cosiddetti non ETS (trasporti, edifici, agricoltura, servizi, piccola industria).

Viene quindi considerata solo la quota di emissioni che è generata da quest'ultimi, che di fatto rappresentano l'ambito di interesse diretto delle politiche regionali e locali.

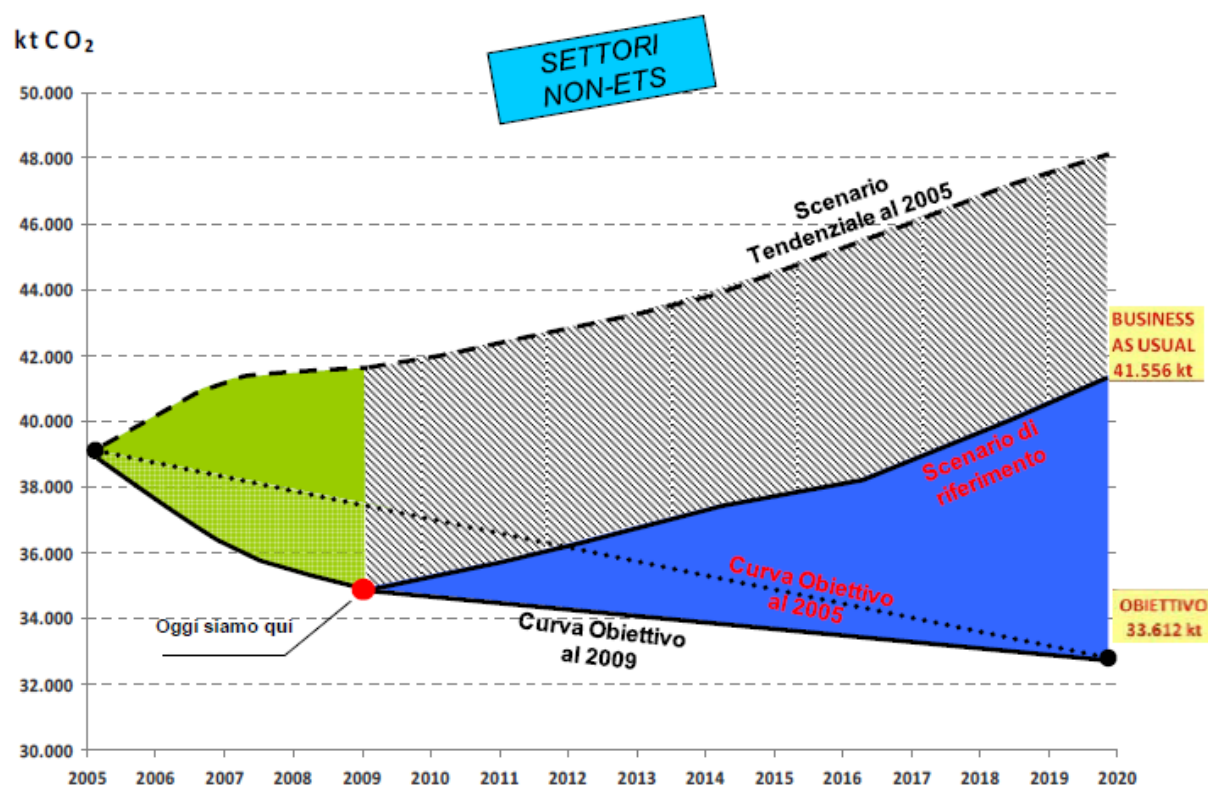
Le valutazioni relative a questi settori riguardano poco meno del 60% del totale delle emissioni di origine energetica. Su un totale di 68 milioni di tonnellate emesse nel 2005 in Lombardia, quasi 30 milioni (ben oltre il 40%) sono relative agli impianti industriali che ricadono nel meccanismo dell'*Emission Trading*.

### 8.1 Il contesto regionale di riferimento

Nel grafico sotto riportato il PLS (Piano della Lombardia Sostenibile) ha ipotizzato gli scenari di evoluzione tendenziale (elaborazioni Cestec) che rappresentano le dinamiche in atto relative alle emissioni di CO<sub>2</sub>eq ed agli scenari delineati per il 2020.

Nello specifico si fa riferimento allo Scenario tendenziale di crescita delle emissioni previsto al 2020 (comunemente definito *business as usual* e indicato come “Scenario tendenziale al 2005”).

Grafico 13. Scenario tendenziale di crescita delle emissioni di gas climalteranti al 2020.



Questa prospettiva era stata delineata nel 2007 disponendo di dati aggiornati al 2005, quindi in una situazione ben diversa da quella attuale e tale da lasciar prefigurare un trend di costante incremento dei consumi e delle emissioni, pur comprendendo in sé i primi segnali di flessione economica. L’approccio fissava un certo obiettivo di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>eq al 2020, con un percorso progressivo rappresentato dalla “Curva obiettivo 2005”.

Successivamente si è realmente manifestata una contemporanea riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di gas serra, in primis per la crisi economica che si è sviluppata (con effetti manifesti a partire dalla fine del 2007), ma indubbiamente la curva dà conto di

importanti ed evidenti benefici delle politiche nazionali e regionali sul risparmio energetico in edilizia, sul rinnovo del parco veicolare e, certamente, anche una non trascurabile evoluzione nei comportamenti e nelle abitudini di consumo.

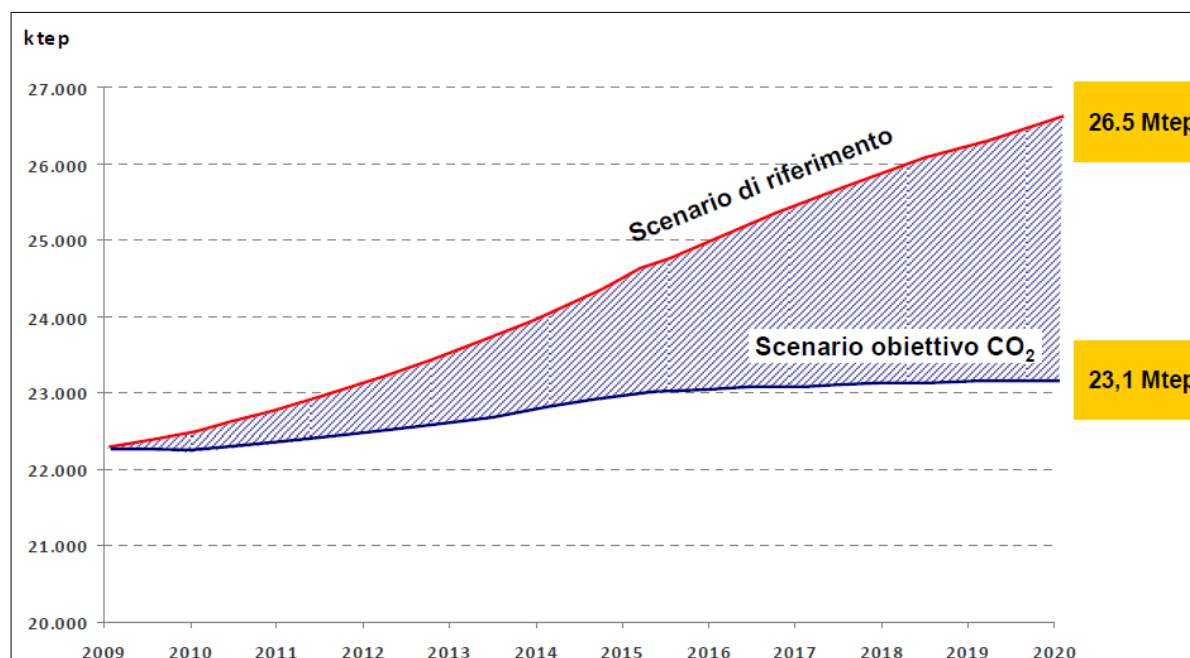
La nuova situazione assegna al territorio un'inaspettata dote sul percorso verso l'obiettivo al 2020.

Gli scenari che derivano da questa rinnovata consapevolezza, certificata dalle Agenzie internazionali (p.e. Agenzia Internazionale per l'Energia) e nazionali (TERNA, ENEA), disegnano un nuovo percorso evolutivo verso il 2020, che tiene in considerazione i risultati di efficienza energetica già raggiunti (*"Scenario di riferimento"*).

La nuova prospettiva comporta la necessità di far propria una duplice sfida:

- capitalizzare la dote aggiuntiva di efficienza apportata sino ad oggi dai trend storici (area retinata);
- lavorare sui settori di rilevanza strategica, per attivare azioni di riduzione delle emissioni (civile, terziario, mobilità, industria), il cui contributo nel tempo è indicato dall'area blu.

La politica regionale deve basarsi pertanto sull'efficienza energetica, il vero fattore guida per centrare l'obiettivo della riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>eq, in grado ad un tempo di realizzare l'obiettivo ambientale e di dotare il territorio di un nuovo slancio di competitività.



Considerando lo scenario di riferimento al 2020, che comprende gli effetti delle politiche in atto e l'impatto delle dinamiche economiche, pari 26,6 milioni di Tep, il raggiungimento dell'obiettivo di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>eq richiede un risparmio di almeno 3,5 Mtep nei diversi settori di consumo finali.

*Grafico 14. Consumi finali di energia in Lombardia: confronto tra lo "Scenario di riferimento" e lo Scenario per il raggiungimento dell'obiettivo di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>eq al 2020.*

## **8.2 Le emissioni di CO<sub>2</sub> del Comune di Bergamo**

Per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub>, sono stati messi a raffronto i dati forniti dal sistema Regionale S.I.R.E.N.A. e quelli calcolati sulla base dei consumi di energia esplicitati nel precedente capitolo.

### **8.2.1 I dati del Sistema Informativo Energia e Ambiente di Regione Lombardia S.I.R.E.N.A.**

SIRENA è il sistema creato da Cestec per conto di Regione Lombardia nel 2007, per l'aggiornamento del patrimonio informativo regionale sul sistema energetico, e si è posto come piattaforma conoscitiva e principale riferimento, ai diversi livelli territoriali, per impostare politiche di sostenibilità energetica.

SIRENA esprime i consumi energetici in termini di emissioni di gas serra (CO<sub>2</sub> equivalente), riproducendo le stesse analisi per vettore d'uso (residenziale, terziario, agricoltura, industria non ETS) e per i diversi vettori di energia impiegati (gas naturale, energia elettrica, energia immessa in reti di teleriscaldamento, ecc.), con l'esclusione della produzione di energia elettrica.

Il sistema consente la visualizzazione sia di dati relativi alle emissioni prodotte sul territorio lombardo (evidenziando il contributo importante della trasformazione in energia elettrica), sia delle emissioni direttamente legate ai consumi finali di energia (le cosiddette "emissioni ombra", ovvero derivate da tutti i consumi energetici compresa la quota parte di energia elettrica importata). È importante sottolineare che, trattandosi dei soli usi energetici, i dati non tengono conto di altre fonti emissive (ad es. emissioni da discariche e da allevamenti zootecnici).

SIRENA mette a disposizione dei Comuni lombardi la base fondamentale di informazioni relative ai consumi energetici finali, anni 2005-2007, che caratterizzano il loro territorio e le relative emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente associate a quei consumi.

La banca dati SIRENA costituisce pertanto il quadro di riferimento per la redazione dei Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile promossi dalla Commissione Europea attraverso l'iniziativa del "Patto dei Sindaci".

Di seguito si riportano le tabelle relative al bilancio ambientale del Comune di Bergamo:

*Tabella 35. Emissioni per settore e vettore energetico, Cestec SIRENA, anno 2005*

Emissioni per settore (KT)		Emissioni per vettore (KT)	
Inquinante	CO <sub>2</sub> eq	Inquinante	CO <sub>2</sub> eq
Anno	2005	Anno	2005
Settore	Valore (KT)	Vettore	Valore (KT)
TERZIARIO	256,8344528	ENERGIA ELETTRICA	304,9056355
RESIDENZIALE	237,1060177	GAS NATURALE	303,6581681
INDUSTRIA NON ETS	153,1834787	GASOLIO	93,80850681
TRASPORTI URBANI	103,376951	BENZINA	40,52131969
AGRICOLTURA	0,626516523	Altri<2%	8,233786612
<b>totale</b>	<b>751,1274167</b>	<b>totale</b>	<b>751,1274167</b>

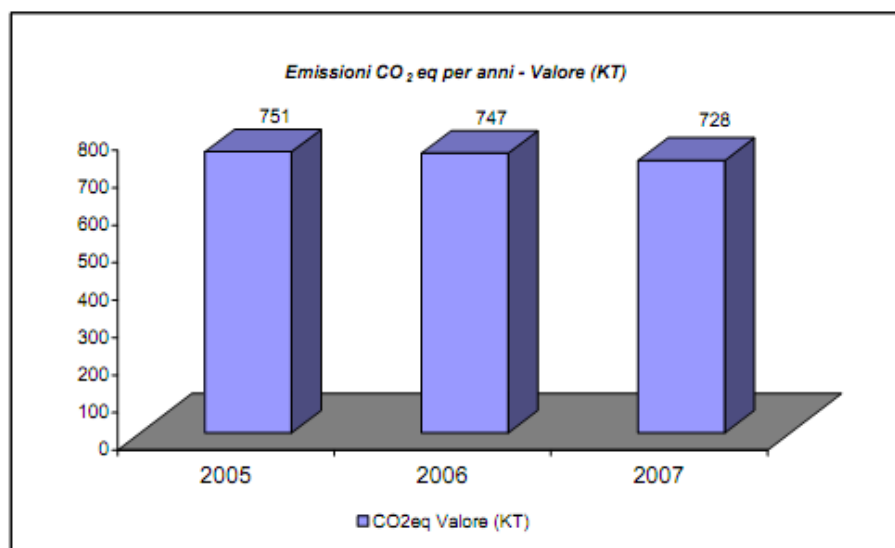
*Tabella 36. Emissioni per settore e vettore energetico, Cestec SIRENA, anno 2006*

Emissioni per settore (KT)		Emissioni per vettore (KT)	
Inquinante	CO <sub>2</sub> eq	Inquinante	CO <sub>2</sub> eq
Anno	2006	Anno	2006
Settore	Valore (KT)	Vettore	Valore (KT)
TERZIARIO	263,5191345	ENERGIA ELETTRICA	308,4639923
RESIDENZIALE	223,9054656	GAS NATURALE	297,7355783
INDUSTRIA NON ETS	151,1495776	GASOLIO	92,95505755
TRASPORTI URBANI	108,2507703	BENZINA	38,8685809
AGRICOLTURA	0,62138885	Altri<2%	9,423127925
<b>totale</b>	<b>747,446337</b>	<b>totale</b>	<b>747,446337</b>

Tabella 37. Emissioni per settore e vettore energetico, Cestec SIRENA, anno 2007

Emissioni per settore (KT)		Emissioni per vettore (KT)	
Inquinante Anno	CO <sub>2</sub> eq 2007	Inquinante Anno	CO <sub>2</sub> eq 2007
Settore	Valore (KT)	Vettore	Valore (KT)
TERZIARIO	260,7244966	ENERGIA ELETTRICA	315,7190674
RESIDENZIALE	212,5446457	GAS NATURALE	280,2297621
INDUSTRIA NON ETS	151,2116815	GASOLIO	87,88953711
TRASPORTI URBANI	102,937805	BENZINA	33,27223327
AGRICOLTURA	0,623961885	Altri<2%	10,93199079
<b>totale</b>	<b>728,0425906</b>	<b>totale</b>	<b>728,0425906</b>

Grafico 15. Emissioni totali di CO<sub>2</sub>eq (espressi in KT) per usi finali di energia, nel Comune di Bergamo, nel periodo 2005-2007. Dati Cestec SIRENA



### 8.2.2 Stima delle Emissioni di CO<sub>2</sub>eq sulla base del Bilancio Energetico

Sulla base dei consumi di energia analizzati nelle tabelle relative al bilancio energetico del Comune di Bergamo, è possibile stimare le **emissioni complessive di CO<sub>2</sub>eq**, al 2005 ed al 2009.

Dai dati di consumo delle fonti di energia analizzate, attraverso parametri di fonte IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) riferiti al potere calorifico dei combustibili, sono stati ricavati i corrispondenti dati di emissione di CO<sub>2</sub>eq.

Nei conteggi effettuati, riportati nelle tabelle sottostanti, si è assunto che:

- i combustibili derivati dai rifiuti utilizzati nell'impianto di via Goltara, siano da intendersi come fonte non rinnovabile e, pertanto, ad essi viene assegnato un fattore di emissione tipico dei combustibili solidi;
- i dati di emissione relativi alle fonti rinnovabili e all'energia elettrica siano da considerarsi trascurabili in quanto le prime, per definizione, non emettono CO<sub>2</sub>, mentre la sola energia elettrica è responsabile di emissioni solo per la parte di combustibili impiegati per la sua produzione.

*Tabella 38. Potere calorifico dei combustibili. Fonte dati IPCC*

Combustibile fossile	kg CO <sub>2</sub> /TJ	kg CO <sub>2</sub> /TJ
	(pcs, potere calorifico superiore)	(pci, potere calorifico inferiore)
Crude oil (petrolio grezzo)	69.700	73.368
Gasoline (benzina)	65.800	69.263
Kerosene	68.300	71.895
Diesel oil (gasolio)	70.400	74.105
Residual fuel oil (olio combustibile)	73.500	77.368
LPG (GPL)	59.900	63.053
Petroleum coke (coke di petrolio)	95.800	100.842
Anthracite coal (carbone Antracite)	93.400	98.316
Bituminous coal (carbone bituminoso)	89.900	94.632
Sub-bituminous coal (carbone sub-bituminoso)	91.300	96.105
Lignite	96.100	101.158
Peat (torba)	101.000	106.316
Natural gas (gas naturale)	50.500	56.111

Tabella 39.

**Emissioni di CO<sub>2</sub> – Anno 2005**

<b>Emissioni di CO<sub>2</sub> - Anno 2005</b>						
	Solidi	Gas Naturale	Petrolio	Rinnovabili	Energia Elettrica	<b>ton CO<sub>2</sub>/anno</b>
emissioni unitarie (kg/TJ)	101'158	56'111	74'105			
TJ/anno	1'388	6'311	2'194			
tonCO <sub>2</sub> /anno	140'431	354'129	162'559			657'120

Tabella 40.

**Emissioni di CO<sub>2</sub> – Anno 2009**

<b>Emissioni di CO<sub>2</sub> - Anno 2009</b>						
	Solidi	Gas Naturale	Petrolio	Rinnovabili	Energia Elettrica	<b>ton CO<sub>2</sub>/anno</b>
emissioni unitarie (kg/TJ)	101'158	56'111	74'105			
TJ/anno	1'595	6'517	2'292			
tonCO <sub>2</sub> /anno	161'333	365'698	169'826			696'856

Dai dati sopra riportati è possibile verificare che al 2005 la maggior quota di emissioni di CO<sub>2</sub> è a carico dei **processi di impiego del gas naturale** (trasformazioni di energia, settore civile: riscaldamento) nella misura del 54% circa, a carico degli utilizzi di petrolio (trasporti e settori di impiego: industria e agricoltura) nella misura del 25% circa e per la restante quota, pari al 21%, a carico di solidi (processi di trasformazione dei rifiuti).

Tali percentuali al 2009 non sono cambiate sostanzialmente: 52% di emissioni di CO<sub>2</sub>eq a carico degli utilizzi di gas naturale, 24% a carico degli utilizzi di petrolio e 24% a carico dei solidi (trasformazione di rifiuti e affini).

**8.2.3 Confronto tra i metodi di calcolo**

Tra i dati di emissione di fonte Cestec-SIRENA, e quelli calcolati a partire dai dati energetici disponibili con metodo "bottom up" e riferiti al 2005 (anno di riferimento per la riduzione delle emissioni secondo il "Pacchetto Clima"), sono state riscontrate differenze minime, dell'ordine del 14% circa (rispettivamente pari a 751 Kt/anno per SIRENA, e 657 Kt/anno per il PEC di Bergamo). Le ragioni di tale scostamento dipendono principalmente dai seguenti fattori:

- dati energetici di partenza: SIRENA si è avvalso di dati energetici raccolti con metodo top down (adattamento a scala locale di dati ricavati a livello provinciale o regionale), mentre il bilancio energetico del Comune di Bergamo si è avvalso di dati raccolti con metodo bottom up (da fonti locali);
- metodo di calcolo del bilancio energetico: il bilancio energetico del Comune di Bergamo



ha contabilizzato, oltre all'energia per impieghi finali, anche i consumi di energia primaria che gravano sul sistema energetico. Il bilancio energetico regionale ha invece messo a disposizione dati comunali di consumo (top down), secondo vettori e settori di impiego, ad esclusione del comparto di trasformazione dell'energia che è disponibile solo come dato aggregato regionale.

- Metodo di calcolo del bilancio ambientale: il metodo di calcolo adottato da SIRENA ha valorizzato le emissioni del vettore energia elettrica utilizzando un fattore di emissione "medio" annuo degli impianti lombardi di produzione di energia elettrica, e le emissioni stimate in questo modo sono denominate "emissioni ombra". Il processo di calcolo che ha portato alla quantificazione delle emissioni di CO<sub>2</sub>eq del bilancio ambientale del comune di Bergamo ha origine dai dati di consumo delle fonti energetiche (primaria e finale), e da parametri di emissione assunti da fonte IPCC. In quest'ultimo modo sono stati valorizzati i dati energetici disponibili da fonte locale (bottom up), rappresentando "il peso ambientale reale" del Comune di Bergamo sulla realtà ambientale lombarda.

## 9. Considerazioni finali

### 9.1 Valutazioni di sintesi

Il Piano Energetico Comunale, a fronte delle analisi effettuate, si pone l'obiettivo di individuare le strategie più efficaci per indirizzare lo sviluppo della città, dal punto di vista energetico, verso criteri di maggiore sostenibilità (contenimento dei consumi, introduzione di tecnologie più efficienti sul piano dei consumi/emissioni, diffusione delle fonti energetiche rinnovabili).

L'inquadramento socio economico redatto nell'ambito del quadro conoscitivo del PEC, ha messo in luce le seguenti tendenze evolutive:

- progressiva riduzione della popolazione residente e progressivo aumento degli anziani. Negli anni '90 la popolazione comunale è stata sostanzialmente stabile intorno a circa 116.000 unità. A partire dal 2000 si assiste ad una nuova fase di variabilità; dal 2007 il trend demografico è in lieve aumento;
- micro-parcellizzazione dei nuclei familiari. Tale processo determina un aumento nella richiesta di nuovi alloggi, non solo in termini di nuove costruzioni, ma anche e soprattutto in termini di ristrutturazione e ampliamento di edifici già esistenti, recupero di edifici sfitti o abitati solo per brevi periodi localizzati all'interno del centro abitato o in zone periferiche;
- sviluppo e promozione di attività produttive non più legati ad una crescita generalizzata dell'economia locale, bensì correlate al miglioramento della qualità della vita.

A fronte di ciò il nuovo PGT ha ritenuto di promuovere azioni e politiche abitative in grado di sollecitare uno sviluppo futuro, attraverso:

- la previsione di nuovi insediamenti residenziali in aree interne ai tessuti urbani esistenti o ad essi marginali (lotti liberi, aree libere intercluse, aree abbandonate, degradate o sottoutilizzate.)
- un'offerta differenziata di tipologie edilizie
- un dimensionamento in termini di servizi e attrezzature, per migliorare le dotazioni di spazi verdi nella città;
- la previsione di aree per attività (produttive, artigianali, commerciali, tecnologiche, legate alla ricerca, ...) che siano localizzate in base alla compatibilità con le funzioni residenziali, alla migliore accessibilità e al minore impatto ambientale, favorendo lo sviluppo delle attività orientate ad investire nei settori delle tecnologie
- la previsione di nuove aree per servizi legati al commercio e al turismo, con

localizzazioni selezionate in base alla migliore accessibilità e al minore impatto ambientale, evitando ripercussioni negative, possibili impatti, rischi di compromissione del contesto circostante;

- la realizzazione d'interventi per migliorare la mobilità incrementando il trasporto su ferro.

Il PEC si coordina con il vigente PGT, pertanto ne assume lo scenario temporale di riferimento (2020) e gli aspetti pertinenti del quadro strategico.

Il dimensionamento previsto dal PGT, infatti, fornisce il carico demografico di riferimento per le ipotizzabili dinamiche di crescita della domanda di energia nel prossimo futuro sviluppo della città.

I dati di consumo di energia raccolti con metodo bottom up (elaborazione di informazioni raccolte localmente), integrati con quelli raccolti con metodo top down (adattamento locale di dati ricavati a livello provinciale o regionale), hanno messo in luce i settori più energivori attivi sul territorio, i vettori energetici più impiegati e, di riflesso, i settori da privilegiare nella redazione del Piano di Azione del PEC, al fine di invertire le tendenze di consumo e perseguire un contenimento di emissioni in atmosfera, direttamente connesso al miglioramento della qualità ambientale locale.

Nel caso specifico il settore più energivoro è risultato essere nel 2005, il civile (residenza + terziario), con un peso complessivo sugli impieghi finali di energia del 68%, seguito dai trasporti 20%, dall'industria 11% e infine dall'agricoltura 1%.

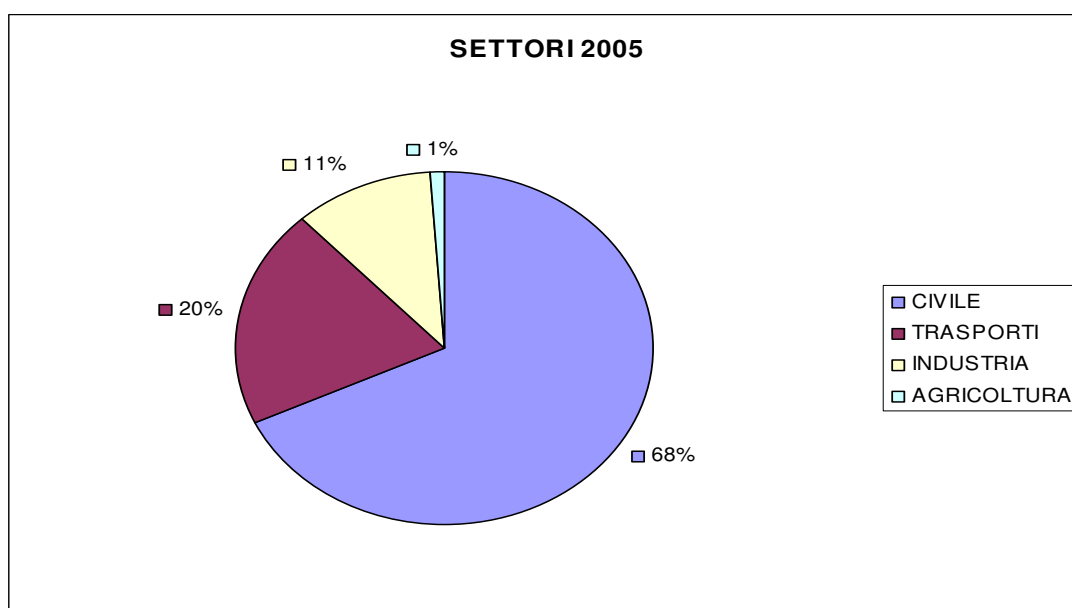


Grafico 16. Impieghi finali per settori, nel Comune di Bergamo, anno 2005.

Rispetto alla disponibilità dei vettori energetici per impieghi finali, nel 2005 il gas naturale è stato il vettore maggiormente utilizzato nella misura del 55%, seguito da energia elettrica (24,8%), petrolio (19,8%) e infine dall'esigua quota di fonti rinnovabili (0,4%).

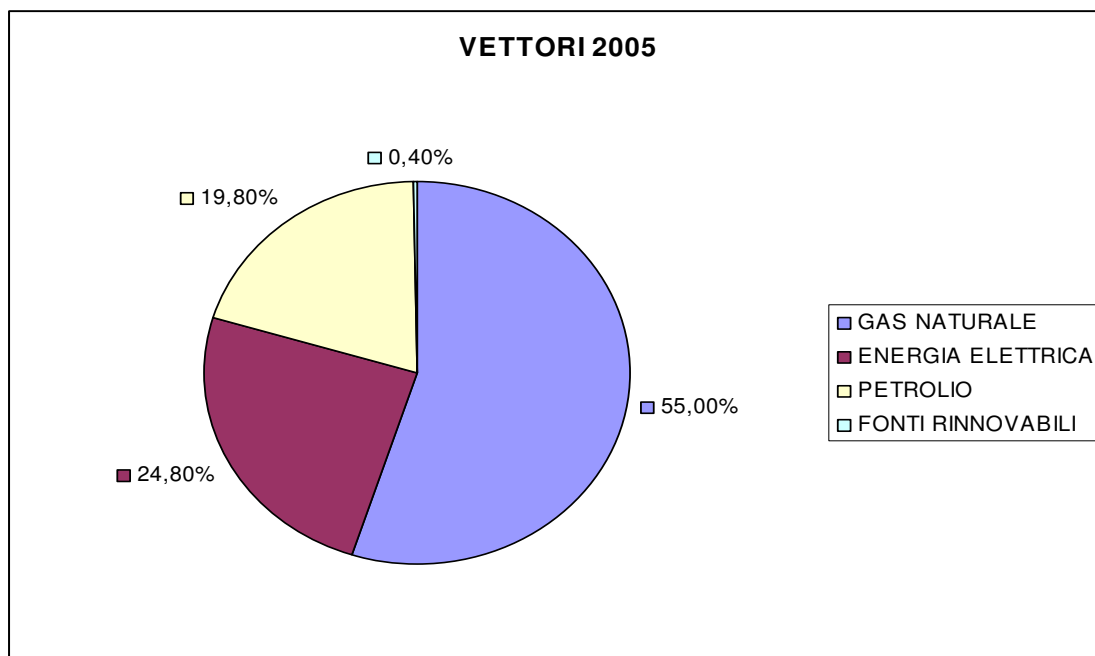


Grafico 17. Impieghi finali per vettori energetici, nel Comune di Bergamo, anno 2005.

Sostanzialmente, il bilancio energetico redatto per il 2005 ha evidenziato come, a fronte di un consumo complessivo finale di energia pari a 194.703 tep, nel Comune di Bergamo, sia stata utilizzata una quota di energia primaria (energia delle fonti naturali che deve essere impiegata per arrivare alla distribuzione dei vettori in uso per gli impieghi finali) pari a 269.917 tep, rispetto alla quale il 5,8% è stato prodotto localmente mentre la restante quota è stata importata dalla rete nazionale. La percentuale complessiva di perdite di trasformazione realizzata al 2005 dal sistema energetico comunale, è risultata pari al 27,8%, percentuale che al 2009 è aumentata al 29,5%.

La dinamica dei trend di consumo analizzata tra il 2005 ed il 2009, ha messo in luce una situazione abbastanza stabile sia in relazione ai settori energivori (il civile rimane il più energivoro con il 68% di peso nei consumi finali), sia in relazione ai vettori impiegati (il gas naturale conferma il proprio principale impiego nella misura del 55%).

Nel periodo considerato in ogni caso si registrano piccole variazioni, così sintetizzabili:  
 a fronte di una crescita della produzione interna di energia (+22% circa) e una crescita delle importazioni di energia dalla rete nazionale (+4,7%), si registra un aumento degli impieghi finali di energia (+3,3%) con il contributo principale del settore civile (+4,2%) e del settore dei trasporti (+4,6%).

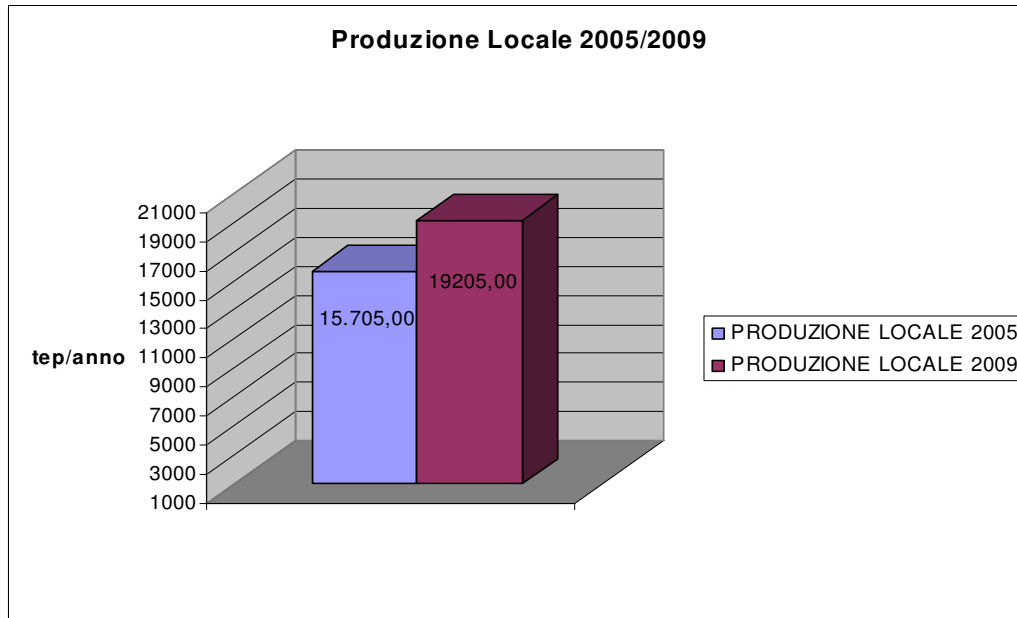


Grafico 18. Confronto produzione locale di energia nel Comune di Bergamo anni 2005/2009.

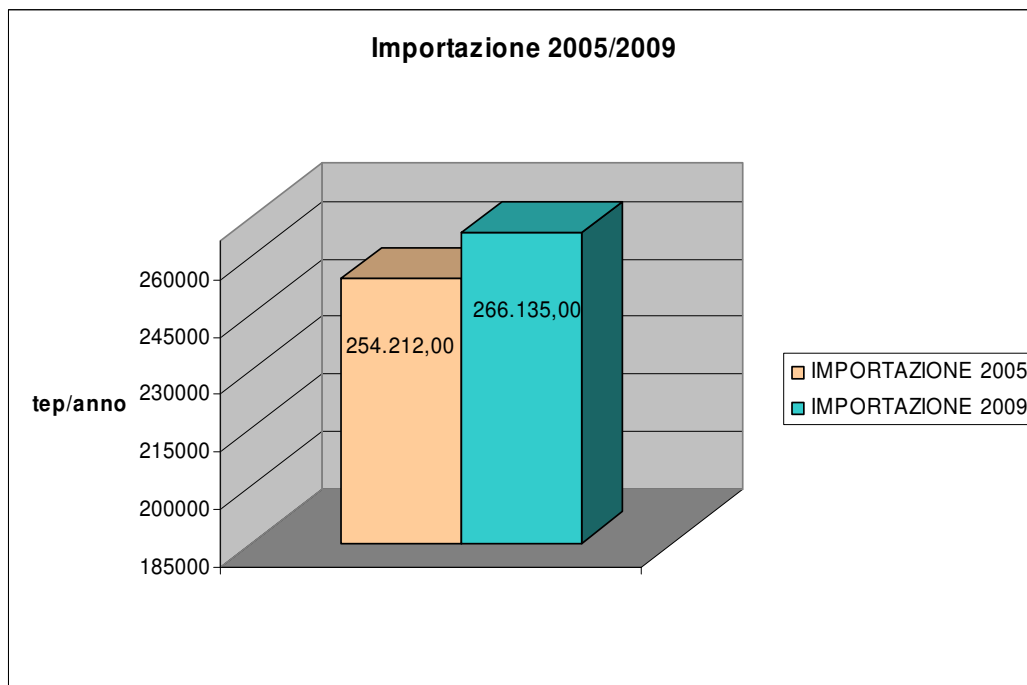
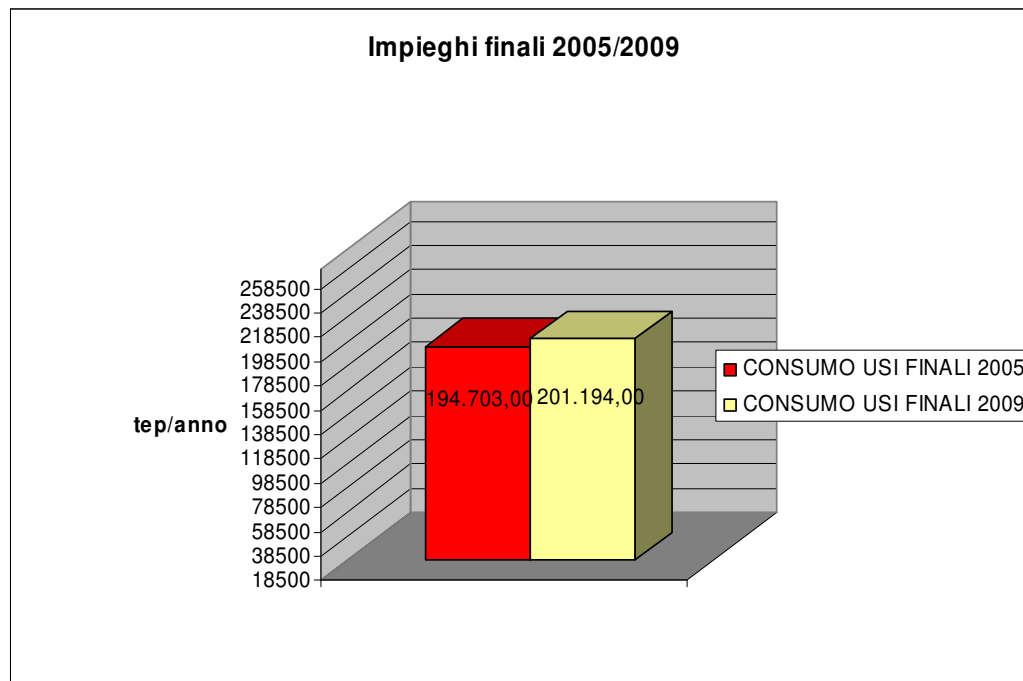


Grafico 19. Confronto importazione di energia nel Comune di Bergamo anni 2005/2009



*Grafico 20. Confronto consumi impieghi finali di energia nel Comune di Bergamo anni 2005/2009*

L'analisi del sistema energetico locale e delle dinamiche in atto (settori energivori e vettori utilizzati) ha avuto il preciso scopo di far comprendere in che modo i comportamenti energetici influiscano sulla qualità ambientale locale.

Lo stato della qualità ambientale attuale, ricostruito sulla base del bilancio ambientale così come specificato nel capitolo 8, ha evidenziato che, al 2005, la maggior quota di emissioni di CO<sub>2</sub> è a carico dei **processi di impiego del gas naturale** nella misura del 53% circa, a carico degli utilizzi di petrolio nella misura del 24% circa e per la restante quota 23% a carico di solidi (processi di trasformazione dei rifiuti).

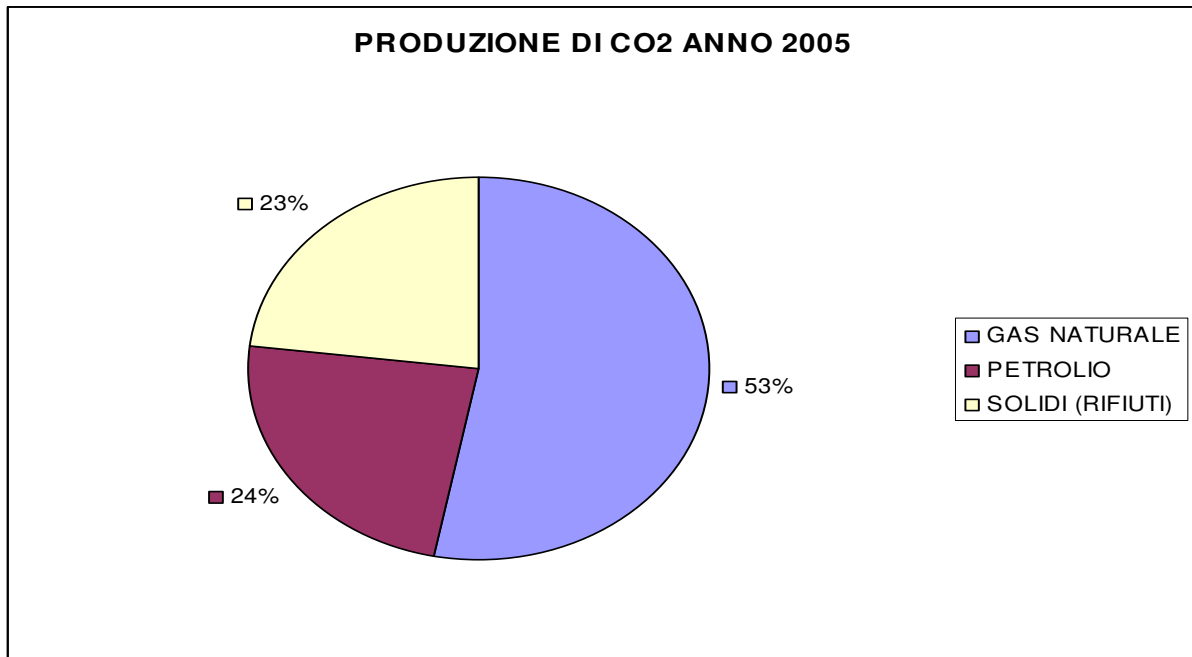


Grafico 21 Produzione di CO<sub>2</sub> per vettore, nel Comune di Bergamo, anno 2005.

Tali percentuali al 2009 non sono cambiate sostanzialmente: 52% di emissioni di CO<sub>2</sub> a carico degli utilizzi di gas naturale, 24% a carico degli utilizzi di petrolio e 24% a carico dei solidi (trasformazione di rifiuti e affini).

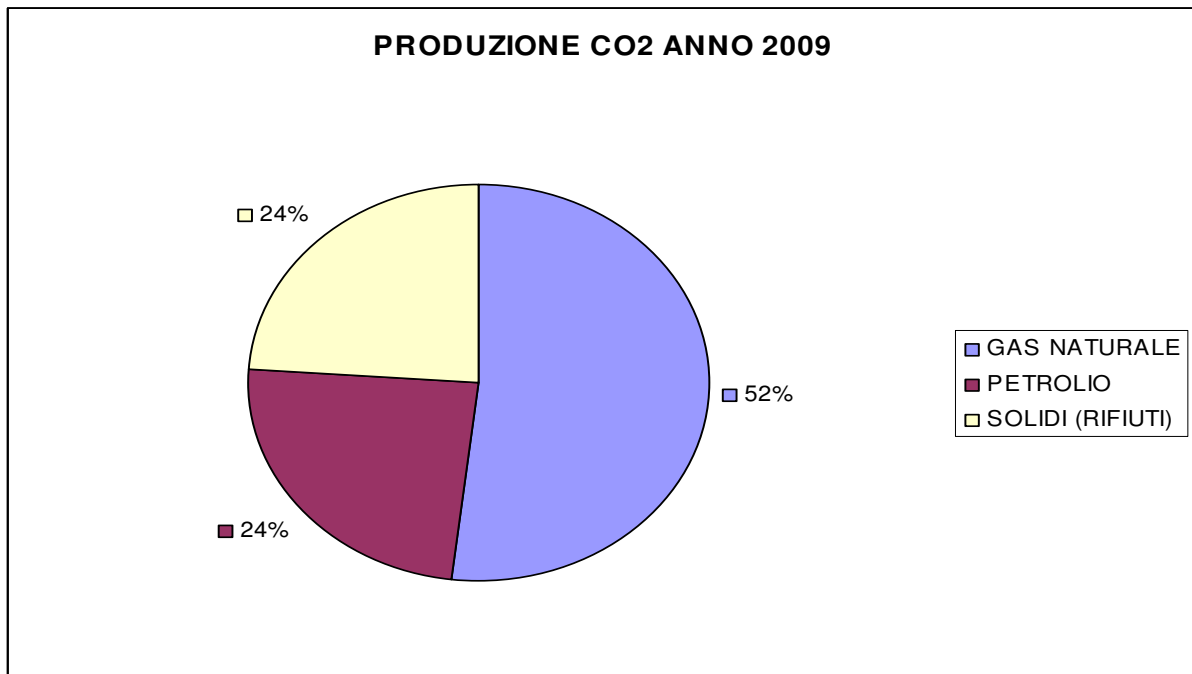


Grafico 22 Produzione di CO<sub>2</sub>, per vettore nel Comune di Bergamo, nel anno 2009.

La scelta di politiche di contenimento energetico per il Comune di Bergamo, finalizzate al contenimento delle emissioni di CO<sub>2</sub>eq e quindi al miglioramento della qualità ambientale in generale, potrà riguardare, come già detto, il contenimento della domanda di energia connessa ai settori di impiego finale, ma potrà anche far riferimento al complesso processo di produzione locale di energia primaria da fonti rinnovabili, attraverso un aumento delle quote prodotte localmente, onde diminuire la quota di energia da importare dalla rete nazionale.

Allo stato attuale una serie di misure relative al risparmio energetico sono già in atto e riguardano, in particolare, l'applicazione del Regolamento Edilizio del Comune di Bergamo nei prossimi anni, per le nuove costruzioni e per la ristrutturazione di quelle esistenti, i cui effetti attesi andranno nella direzione di un miglioramento delle performance energetiche del patrimonio edilizio esistente e previsto.

Un contributo sicuramente positivo in termini di riduzione di CO<sub>2</sub>, potrà essere offerto dall'impiego di fonti rinnovabili: geologiche, eoliche, geotermiche, idroelettriche, solari (fotovoltaica e termica), e dalla produzione di energia ricavata da biomasse, quali oli vegetali, biogas, biodiesel e cippato, considerata la notevole potenzialità offerta dai serbatoi di naturalità presenti (ambiti a Parco) e dalle aree agricole residuali e interstiziali presenti sul territorio.

In particolare, il ruolo delle biomasse potrebbe rivestire un significato strategico in termini di potenziale implementazione della rete di TLR sul territorio comunale.

La città di Bergamo non può contare su risorse interne significative di biomasse ad uso energetico, fatte salve le potenzialità offerte dalle superfici naturali presenti (area a parco, frange inutilizzate ai margini delle infrastrutture) come risorsa vegetale effettivamente recuperabile, e dalle aree agricole residuali e interstiziali presenti sul territorio.

Le biomasse sono fonti rinnovabili a tutti gli effetti in quanto hanno un impatto nullo sul ciclo complessivo della CO<sub>2</sub>, in quanto la CO<sub>2</sub> fissata nella pianta durante la crescita è la stessa rilasciata durante le varie fasi di conversione energetica. Oltre a questo le biomasse comportano diversi vantaggi così sintetizzabili:

- Permettono la produzione di energia da fonte rinnovabile altrimenti non valorizzata energeticamente nel territorio e tipicamente presente in larga quantità;
- Adottando le colture energetiche, si conseguono vantaggi ambientali derivanti dalla valorizzazione dei terreni incolti o abbandonati, in linea con le disposizioni UE, nonché



benefici contro l'erosione del suolo agricolo e il dilavamento dei terreni, comportando il consolidamento di versanti idrogeologicamente instabili;

- Sul piano economico, un maggior utilizzo delle biomasse può consentire di fronteggiare la domanda interna di energia con una riduzione del tasso di dipendenza dall'estero;
- Nel caso di impianti da convertire/progettare specificatamente, vi è la possibilità di utilizzare una quota parte dell'energia termica prodotta in ambito locale, con sensibile riduzione dei costi energetici e aumento dei vantaggi ambientali;
- Comporta ricadute occupazionali dirette e indirette (personale, pulizia, manutenzione, raccolta e trasporto delle biomasse, etc.);
- Stimola lo sviluppo dell'indotto di tipo industriale, commerciale e artigianale per la necessità di reperire materiali e servizi.

La conversione energetica avviene mediante l'implementazione delle migliori tecniche disponibili per la conversione e per la depurazione dei fumi della combustione; le emissioni delle centrali sono depurate e controllate dai sistemi di trattamento fumi ed evitano che i residui di biomasse agricole e forestali vengano bruciati localmente aumentando il rischio di incendi e l'inquinamento atmosferico.

La necessità di legname da utilizzare come combustibile stimola lo sviluppo di filiere locali agro energetiche e valorizza quelle già esistenti, come lo sfruttamento del legno proveniente dal taglio programmato o dalla pulizia di boschi, frutteti, ecc.

Uno specifico approfondimento in tema di risorse rinnovabili è stato condotto dallo studio allegato al PEC relativo alla "Stima delle potenzialità di impiego di fonti di energia rinnovabile nel territorio comunale di Bergamo" al quale si rimanda per gli approfondimenti del caso.

## **9.2 Previsioni al 2020**

Nell'ambito delle analisi condotte relative ai trend di consumo energetico medio annuo rilevati nel periodo 2005-2009, sono state formulate ipotesi di variazione dei consumi energetici attesi al 2020 nei settori indagati, sulla base del trend medio annuo di periodo rilevato. Il trend di consumo al 2020, per i singoli settori e vettori, è riportato nelle rispettive tabelle di consumo di cui al precedente capitolo 7.5.

Si tratta di ipotesi di stima al 2020, riferite agli impieghi finali al netto dei rendimenti di trasformazione, che si è provveduto a calcolare con la regola generale di applicazione agli

anni successivi al 2009, e fino al 2020, dello stesso trend di variazione annua registrato nel periodo 2005-2009.

Questo criterio è stato adottato in particolare per i consumi dei settori: industria, agricoltura, trasporti, ossia per quei settori in cui la pianificazione comunale non ha opportunità di intervento diretto sui livelli di consumo che dipendono invece da processi socioeconomici su scala più ampia di quella comunale.

Nel settore civile e nella struttura della produzione locale di energia sono state effettuate ipotesi che attengono direttamente alla pianificazione comunale, ovvero alle ipotesi di incremento demografico formulate dal dimensionamento del PGT vigente.

Si allega di seguito una tabella di sintesi dei consumi ipotizzati al 2020 calcolati per i vettori energetici attualmente in uso nel Comune di Bergamo.

*Tabella 41. Stima dei consumi al 2020*

<i>Dati espressi in: tonnellate equivalenti di petrolio (tep)</i>						
Disponibilità e impieghi	Solidi	Gas Naturale	Petrolio	Rinnovabili	Energia Elettrica	<b>Totale</b>
produzione locale	19'697			208		19'905
importazione (extra comune)	9'422	146'471	61'040	11'760	6'978	235'671
esportazione						-
						-
<b>Consumo interno lordo</b>	<b>29'119</b>	<b>146'471</b>	<b>61'040</b>	<b>11'968</b>	<b>6'978</b>	<b>255'576</b>
						-
Consumi e perdite del settore energetico			-4'459		-52'787	-57'246
Trasformazioni in energia elettrica	-29'119	-57'275	-4'926	-11'144	102'464	-
<b>Totale impieghi finali</b>	<b>-</b>	<b>89'196</b>	<b>51'655</b>	<b>824</b>	<b>56'655</b>	<b>198'330</b>
<i>di cui:</i>						
industria	-	11'743	631	-	7'063	<b>19'437</b>
trasporti	-	304	50'927	824	1'714	<b>53'769</b>
civile	-	77'139	-	-	47'772	<b>124'911</b>
Agricoltura	-	9	97	-	106	<b>213</b>

Tabella 42. *Variazioni dei consumi e degli impieghi finali di energia nel periodo 2005-2009 e ipotesi al 2020. I dati sono espressi in tep (tonnellate equivalenti di petrolio.)*

<i>Dati espressi in tep</i>	<b>2005</b>	<b>2009</b>	<i>variazione</i>	<b>Stima al 2020</b>	<i>Variazione 2009-2020</i>
Produzione locale	15.705	19.205	+22,3%	19.905	+3,6%
Importazione (extra comune)	254.212	266.135	+4,7%	235.871	-11,4%
esportazione	-	-		-	-
<b>Consumo interno lordo</b>	<b>269.917</b>	<b>285.340</b>	<b>+5,7%</b>	<b>255.576</b>	<b>-10,4%</b>
Consumi e perdite del settore energetico	-75.214	-84.146	+11,8%	-57.246	-31,9%
Trasformazioni in energia elettrica	-	-		-	-
<b>Impieghi finali, di cui:</b>	<b>194.703</b>	<b>201.194</b>	<b>+3,3%</b>	<b>198.330</b>	<b>-1,4%</b>
Industria	23.295	22.438	-3,7%	19.437	-13,4%
Trasporti	39.968	41.806	+4,6%	53.769	+28,6%
Civile	131.268	136.770	+4,2%	124.911	-8,7%
Agricoltura	173	180	+4,0%	213	+18,3%

Per il settore civile si è considerata la previsione di crescita della popolazione al 2020 in coerenza con le previsioni del nuovo dimensionamento del PGT: la popolazione insediata passerebbe dagli attuali 119.520 abitanti (al 2010) ai futuri 137.520 (al 2020). Su questo dato è stato stimato il valore atteso di consumi elettrici del settore civile considerando un trend pro-capite di crescita nullo, ovvero il consumo pro-capite al 2020 è assunto pari a quello del 2009.

Per i consumi termici del settore civile, che, come noto, sono costituiti in modo prevalente dalle esigenze di climatizzazione, la stima al 2020 è stata effettuata assumendo come dato costante il consumo energetico per unità di superficie edificata applicato alla superficie edificabile al 2020 in base alle previsioni del PGT. Questa assunzione appare ragionevole considerando che le nuove edificazioni dovranno attenersi ai limiti di consumo previsti dalla normativa vigente che sono nettamente inferiori a quelli attuali.

Oltre a questa assunzione, i consumi al 2020 sono stati ridotti della quota prevista di allacciamento alla rete di teleriscaldamento. Si assume, infatti, che il calore erogato alle utenze si traduca in un minor consumo di gas naturale in quantità energeticamente equivalente.

Nello stesso modo, i consumi di energia primaria cresceranno al 2020 in considerazione dell'aumento di impieghi di gas naturale nelle centrali di cogenerazione che alimenteranno la rete di teleriscaldamento. L'ipotesi che il combustibile impiegato sia gas naturale è naturalmente discutibile ed eventualmente modificabile a fronte di ipotesi alternative (ad esempio un maggiore impiego di biomasse nella produzione termoelettrica, come ipotizzato nel piano di sviluppo delle fonti rinnovabili, porterebbe ad una differenza che si potrebbe rilevare non tanto nei dati dei consumi espressi in unità energetiche quanto nel bilancio delle fonti di energia primaria al 2020.

Per quanto riguarda i consumi elettrici, l'ipotesi attende una crescita che potrà essere in parte compensata da una maggiore produzione elettrica locale (cogenerazione). Si noterà ad esempio una diminuzione, rispetto al 2009, delle perdite di trasformazione elettrica. Questo dipende dal fatto che una parte di queste perdite sono riassorbite appunto nell'impiego utile del calore cogenerato nella rete di teleriscaldamento che, a sua volta, produce una diminuzione della domanda di metano per usi di riscaldamento.

Questi risultati derivano, dunque, da un'analisi degli andamenti spontanei del mercato energetico attuale. Interventi più incisivi, mirati al raggiungimento di obiettivi più ambiziosi di quelli spontanei, necessariamente dovrebbero essere in grado di intervenire in modo diretto nell'inversione del trend di crescita spontaneo in primo luogo dei consumi elettrici. Infatti, la riduzione dei consumi elettrici produce un effetto più ampio sui consumi di energia primaria in quanto dietro al consumo di energia elettrica si celano anche le perdite di trasformazione elettrica che contribuiscono alla costituzione del budget necessario di energia primaria.

Per effetto della cogenerazione e del teleriscaldamento già programmato nel Comune di Bergamo per il 2020, si otterrà un risparmio di energia primaria nella misura del 10 % circa (da 285 Ktep a 255 Ktep), mentre per quanto riguarda gli impieghi finali, la diminuzione del consumo di energia attesa al 2020 sarà minima, soprattutto in considerazione del possibile incremento demografico ipotizzato dal PGT .

Ciò considerato, è ipotizzabile al 2020 una parziale stabilizzazione "spontanea" dei consumi finali, anche per effetto di cambiamenti nei comportamenti sociali in atto relativi ad un utilizzo dell'energia più consapevole.

L'ipotesi di un trend spontaneo dei consumi energetici nello scenario futuro al 2020, assunto in coerenza con le politiche strategiche formulate dal nuovo strumento urbanistico vigente

del Comune di Bergamo, sarà caratterizzata da:

- parziale stabilizzazione dei consumi energetici, attraverso:
  - una costante crescita della domanda di energia
  - un ipotizzabile cambiamento dei comportamenti assunti dai cittadini in materia di risparmio energetico, anche direttamente connessi alla politica di incentivi statali in essere.
- maggiore efficienza dei sistemi di produzione di energia funzionanti a livello locale.

Le ipotesi assunte consentono di affermare, pertanto, che per raggiungere ulteriori nonché opportuni traguardi di contenimento energetico, sarà auspicabile intraprendere scelte strategiche ben strutturate che consentano di andare oltre l'attuale contesto energetico e il suo trend di sviluppo spontaneo.

Gli ambiti di intervento da prevedere nel Quadro delle Azioni del PEC, costituiranno il riferimento strategico e programmatico anche per la definizione del SEAP previsto dal Patto dei Sindaci.

## **10. Quadro delle azioni strategiche del PEC**

### **10.1 Obiettivi generali e strategie di azione**

Secondo la recente politica energetica europea, le Amministrazioni locali possono fare molto per il raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni perché hanno la possibilità di agire in modo diretto e mirato su settori problematici e decisivi di specifica competenza, come ad esempio, il comparto edilizio ed i trasporti.

L'Amministrazione comunale può pertanto fruire di opportunità per valorizzare il proprio ruolo pubblico, con significative ricadute sul piano economico, programmando azioni mirate attraverso il Piano Energetico Comunale (PEC) ed il Piano di Azione per l'Energia Sostenibile (SEAP).

Il PEC si configura come lo strumento strategico che, razionalizzando e ottimizzando le risorse energetiche e ambientali del territorio, può attivare un processo di programmazione a medio e lungo termine delle azioni, da sviluppare secondo un programma di politiche energetiche condiviso e coordinato con gli strumenti di programmazione e regolamentazione vigenti, e con il SEAP.

In questa logica il PEC delinea le strategie complessive assunte per il medio/lungo termine dall'Amministrazione comunale di Bergamo con riferimento alle linee di mandato politico e alle azioni che potranno orientare l'evoluzione del sistema energetico locale verso la sostenibilità ambientale, in vista degli obiettivi imposti dalla politica energetica comunitaria e nazionale.

Il SEAP definisce, invece, il dettaglio delle azioni economicamente sostenibili, necessarie per realizzare il contenimento delle emissioni di gas climalteranti, nella misura assunta attraverso l'adesione volontaria all'iniziativa "Patto dei Sindaci", pari cioè almeno al 20% di diminuzione rispetto al dato di bilancio ambientale 2005.

In linea con le considerazioni emerse circa le peculiarità che connotano il sistema energetico e ambientale comunale al 2005 e al 2009, gli ambiti di applicazione delle strategie del PEC dovranno privilegiare i settori più energivori tra quelli analizzati e i vettori energetici maggiormente responsabili della situazione ambientale attuale.

Alla luce di quanto emerso, dalle analisi approntate nell'ambito del quadro conoscitivo del PEC deve scaturire una politica energetica capace di affrontare concretamente il problema

dell'efficienza energetica e del contenimento delle emissioni di gas ad effetto serra, che sia coerente con le direttive europee, ma soprattutto che sia condivisa dagli attori coinvolti e percorribile, per dare vita a sinergie territoriali e gestionali.

Migliorare la sostenibilità significa sviluppare un percorso di azioni condivise da parte di differenti soggetti presenti sul territorio che, pur nei loro diversi ruoli, possono contribuire a raggiungere risultati concreti e misurabili sul territorio del Comune di Bergamo al fine di:

- Ridurre il consumo di energia;
- Incrementare il peso dell'energia rinnovabile o comunque dei vettori energetici a minor impatto ambientale;
- Ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> e dei gas ad effetto serra del sistema urbano;
- Ridurre le emissioni di inquinanti atmosferici e, particolarmente, del PM10;
- Incrementare qualitativamente e quantitativamente il mercato di prodotti e servizi energetici.

Le strategie d'azione assunte per la redazione del nuovo PEC sono in sintesi le seguenti:

1. *l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio di proprietà comunale, allo scopo di ridurre i costi e gli sprechi;*
2. *la sostituzione degli impianti inefficienti, nell'eventuale ristrutturazione degli immobili di proprietà*
3. *il miglioramento del parco automezzi,*
4. *l'introduzione di strategie e strumenti innovativi finalizzati al risparmio energetico ed alla promozione delle fonti rinnovabili;*
5. *le campagne informative destinate ai cittadini per stimolare comportamenti ambientalmente attenti;*
6. *l'attuazione del Regolamento Edilizio e delle strategie del PGT in materia di risparmio energetico.*

## **10.2 Definizione degli ambiti di intervento**

Il PEC rappresenta per il Comune di Bergamo un'opportunità importante per formulare una strategia energetica complessiva coerente con le peculiarità del territorio, che sappia rispondere alle pressioni ambientali tipiche del contesto di riferimento.

Le strategie globali che il PEC delinea vengono pertanto costruite sulla base della conoscenza del territorio acquisita in fase di analisi ed in coerenza con le linee programmatiche dell'Amministrazione e con gli strumenti di pianificazioni vigenti.

Si indicano di seguito gli ambiti di intervento prioritari del Piano Energetico del Comune di Bergamo.

*Tabella 43: Ambiti di intervento*

	<b>Codice</b>	<b>Ambito di Intervento</b>
<b>1</b>	INFO	Informazione / Formazione
<b>2</b>	PA	Patrimonio comunale e/o pubblico o di interesse pubblico
<b>3</b>	RES	Edilizia Residenziale Privata
<b>4</b>	IND/TER	Attività Industriali e Terziarie
<b>5</b>	MOB	Mobilità e Trasporti
<b>6</b>	RINN	Fonti Energetiche Rinnovabili

Per ogni ambito di intervento vengono di seguito esplicitati gli obiettivi e le relative azioni che concorreranno al raggiungimento degli stessi. L'elenco delle azioni proposte è da intendersi come non esaustivo, ma esemplificativo della strategia complessiva del piano.



## Ambito 1- INFO: Informazione e Formazione

**Obiettivo:** la formazione, l'informazione e la consultazione serviranno a generare una migliore comprensione delle criticità ambientali, delle politiche da programmare e delle opportunità offerte al cittadino per interagire positivamente con l'ambiente e intraprendere volontariamente azioni correttive con comportamenti virtuosi e responsabili.

Ambito di intervento INFORMAZIONE e FORMAZIONE	<b>AZIONE INFO-01</b>	<b>Promozione "buone pratiche" in tema di risparmio energetico e fonti rinnovabili</b>
	<b>Obiettivo</b>	
	Sensibilizzazione di tutti i potenziali soggetti interessati per favorire la diffusione delle buone pratiche in tema di risparmio energetico e delle fonti rinnovabili	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Istituti scolastici</li> <li>• Enti pubblici</li> <li>• Cittadinanza</li> <li>• Imprese</li> <li>• Associazioni di categoria</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Benchmarking sulle buone pratiche a livello nazionale/europeo</li> <li>- Analisi buone pratiche a livello territoriale</li> <li>- Concorso di idee tra i soggetti interessati / operatori del settore</li> <li>- Sensibilizzazione (comunicazioni su sito, depliant, convegni...) e formazione dei soggetti interessati</li> </ul>	

La politica degli ultimi anni si sta sempre più avvalendo del confronto aperto e dell'informazione, per elaborare una strategia globale che punti ad una formazione permanente ed avanzata in campo sociale ed ambientale.

La governance si esplica oggi come intervento mirato ed operato da più attori, sia governativi che non governativi. Essa è parte della programmazione negoziata dei paesi industrializzati nei quali la cooperazione attiva fra i diversi soggetti ha portato ad importanti risultati.

La politica ambientale dell'Unione europea si fonda in particolare sui principi della precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della correzione, in via prioritaria alla fonte, dei danni causati all'ambiente, al fine di garantire uno sviluppo sostenibile e di contribuire ad un sensibile e misurabile miglioramento dell'ambiente fornendo nel contempo informazioni attendibili e comparabili .

La lotta al cambiamento climatico rappresenta da tempo una delle priorità politiche dell'UE e uno dei settori in cui l'azione degli enti locali è di fondamentale importanza.

Il ruolo dell'informazione e delle tecnologie della comunicazione, in campo energetico, è quello di fornire pertanto una panoramica degli strumenti politici e delle opportunità di azione, in vista di obiettivi quali:

- La riduzione del consumo di energia;
- Il miglioramento dell'efficienza energetica nell'economia grazie alla misurazione, al monitoraggio, alla gestione e alla razionalizzazione;
- La creazione delle condizioni per il passaggio ad una società energeticamente efficiente.

<b>Ambito di intervento INFORMAZIONE e FORMAZIONE</b>	<b>AZIONE INFO-02</b>	<b>Partecipazione ai percorsi di Agenda 21, PEC e Patto dei Sindaci</b>
	<b>Obiettivo</b>	
	Condivisione delle analisi ambientali e delle strategie complessive delineate dagli strumenti di programmazione di settore e dei relativi aggiornamenti	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Istituti scolastici</li> <li>• Enti pubblici</li> <li>• Cittadinanza</li> <li>• Imprese</li> <li>• Associazioni di categoria</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tavoli Tecnici</li> <li>- Forum territoriali</li> <li>- Convegni /seminari/workshop</li> <li>- Siti e spazi informatici dedicati</li> </ul>	

Il Comune di Bergamo ha avviato un percorso di sostenibilità ambientale ed energetica, denominato “Bergamo Sostenibile” che coordina i progetti Agenda 21, “Patto dei Sindaci” e PEC.

Le azioni di pubblicizzazione e partecipazione attivate per i tre progetti hanno pertanto lo scopo di delineare strategie di intervento condivise e sensibilizzare le parti sociali ed economiche che sono presenti sul territorio, in quanto agenti diretti dello sviluppo.

Da tutti gli stakeholders interessati ci si attende una fattiva collaborazione soprattutto nella fase di attuazione ed implementazione delle Azioni proposte dai piani.

Tutti i progetti prevedono una fase di monitoraggio e aggiornamento periodico rispetto al quale verrà richiesto il contributo degli stakeholders.

Ambito di intervento <b>INFORMAZIONE e FORMAZIONE</b>	<b>AZIONE INFO-03</b>	<b>Attuazione e Sensibilizzazione alle politiche di GPP</b>
	<b>Obiettivo</b>	
	Integrare con criteri ambientali tutte le fasi del processo di acquisto di beni e servizi, incoraggiando la diffusione di tecnologie sostenibili e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Istituti scolastici</li> <li>• Enti pubblici</li> <li>• Società di gestione dei pubblici servizi</li> <li>• Imprese</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	- Formazione Amministratori; - Formazione Personale dell'Ente Pubblico; - Regolamenti applicativi, attuazione di buone pratiche	

Il GPP (Green Public Procurement - Acquisti Pubblici Verdi) è definito dalla Commissione europea come “... *l'approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull'ambiente lungo l'intero ciclo di vita*”. Si tratta di uno strumento di politica ambientale volontario che intende favorire lo sviluppo di un mercato di prodotti e servizi a ridotto impatto ambientale attraverso la leva della domanda pubblica. Le autorità pubbliche che intraprendono azioni di GPP si impegnano sia a razionalizzare acquisti e consumi che ad incrementare la qualità ambientale delle proprie forniture.

Tra i prodotti ‘ambientalmente preferibili’, ci sono quelli meno energivori, costituiti da materiale riciclato e/o privi di sostanze nocive, di maggior durata o output di processi produttivi meno impattanti, meno voluminosi, di facile riciclabilità.

Orientare la domanda pubblica verso prodotti con queste caratteristiche consentirà nel tempo una riduzione dei consumi energetici, specie di quelli derivanti da fonti fossili, la parallela riduzione delle emissioni climalteranti e la diminuzione della quantità di rifiuti prodotti e del carico sulle risorse naturali.

La diffusione capillare di pratiche di GPP è in grado di incidere positivamente anche sulla competitività del sistema produttivo, che si troverà ad anticipare evoluzione delle normative che introducono standard ambientali sempre più elevati .

Ambito di intervento INFORMAZIONE e FORMAZIONE	<b>AZIONE INFO-04</b>	<b>Istituzione dello Sportello Energia e Energy Manager</b>
	<b>Obiettivo</b>	
	Creare un punto unico di riferimento per le politiche energetiche comunali; fornire informazioni e assistenza agli utenti finali mettendo a disposizione un canale di comunicazione diretto, in grado di assicurare risposte tempestive	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Enti pubblici</li> <li>• Cittadinanza</li> <li>• Professionisti/Imprese</li> <li>• Associazioni di categoria</li> <li>• Società di gestione dei pubblici servizi</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Istituzione dello sportello energia</li> <li>- Designazione dell'Energy Manager</li> </ul>	

Il tema dell'informazione è sempre al centro delle strategie atte a perseguire l'uso razionale dell'energia e promuovere la valorizzazione delle risorse energetiche locali e delle fonti rinnovabili. La proposta di costituzione di uno Sportello Energia si rivolge pertanto non solo ai cittadini, ma anche alle imprese, ai professionisti, e a tutti coloro che operano a vario titolo nel settore dell'energia.

Lo *Sportello Energia*, avrà lo scopo di dare informazioni, assistenza e tutela agli utenti finali di energia (elettrica e gas), mettendo a disposizione un canale di comunicazione diretto, in grado di assicurare risposte tempestive. Darà informazioni sui mercati liberalizzati dell'energia, sui diritti dei consumatori e garantirà tutta la necessaria assistenza per capire come approfittare al meglio delle occasioni di risparmio offerte dal mercato energetico e dalle normative di settore.

Lo sportello si occuperà principalmente delle seguenti attività:

- Informativa, divulgativa e specialistica, in cui verranno effettuati approfondimenti su casi specifici, anche attraverso possibili appuntamenti con esperti.
- Produzione di materiale informativo sul risparmio energetico, specifico per i diversi settori di consumo di energia (domestici, terziario, artigianale, etc.).
- Supporto e punto di riferimento per le politiche energetiche del Comune di Bergamo.

In coerenza con quanto disposto dalla L. 10/91 art. 19, la strategia dell'informazione potrà essere perseguita all'interno del Comune di Bergamo, anche con l'individuazione dell'Energy Manager,

quale responsabile della gestione energetica dell'Ente (istituzione obbligatoria per i soggetti del terziario e della Pubblica amministrazione con consumi superiori a 1.000 tep/anno).

Le funzioni dell'Energy manager saranno principalmente quelle di raccolta, analisi e gestione dei dati energetici, e di promozione dell'uso efficiente dell'energia nella struttura comunale.

La proposta relativa all'istituzione dello sportello Energia e della figura dell'Energy Manager intende anche affrontare il problema relativo alla frammentazione e complessa gestione del sistema dati comunali di origine energetica. L'istituzione di una struttura e di una figura ad hoc favorirà l'aggiornamento continuo dei dati comunali relativamente al settore energetico e ambientale e consentirà pertanto un monitoraggio reale e tempestivo delle effettive direzioni assunte dalle strategie messe in campo per parte pubblica.

## Ambito 2-PA: Patrimonio comunale e/o pubblico o di interesse pubblico

**Obiettivo:** intervenire sul patrimonio comunale e/o pubblico o di interesse pubblico mediante azioni mirate alla gestione degli edifici e degli impianti di proprietà comunale, del parco auto comunale e dei servizi di pubblica utilità distribuiti sul territorio.

Partendo dalla quantificazione del risparmio energetico raggiungibile e mirando all'incremento dell'utilizzo di fonti rinnovabili, si prospettano interventi tecnici e gestionali che permetteranno anche una riduzione di emissioni di gas climalteranti, nonché risparmi economici sui costi di gestione degli edifici.

In particolare sarà il SEAP che avrà il compito di quantificare i benefici conseguibili in termini finanziari e ambientali, effettuando diagnosi accurate del patrimonio pubblico per stabilirne i margini di miglioramento e gli ambiti di intervento prioritari.

Ambito di intervento PATRIMONIO COMUNALE E/O PUBBLICO O DI INTERESSE PUBBLICO	<b>AZIONE PA-01</b>	<b>Patrimonio comunale Risanamento energetico degli edifici</b>
	<b>Obiettivo</b>	
	Razionalizzazione dei consumi per conseguire il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Gestori dei sistemi energetici</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	- Certificazione Energetica e diagnosi energetica - Miglioramento efficienza nella climatizzazione mediante: interventi sull'involucro interventi sugli impianti - Promozione delle fonti rinnovabili - Efficienza nell'illuminazione - Riduzione consumi idrici	

La predisposizione di un censimento degli edifici di proprietà comunale e delle relative caratteristiche di efficienza energetica consentirà l'individuazione di opportunità, indicazioni, strategie per la gestione razionale dei consumi energetici, dotando l'Amministrazione e gli Uffici comunali di un data base aggiornabile ed utilizzabile nel tempo al fine anche di orientare le scelte d'intervento, quantificare e monitorare i risultati attesi.

Una quota consistente di consumi energetici nel settore civile (residenza e terziario, ivi compreso il settore dell'Amministrazione pubblica) negli ultimi anni, è data dalle esigenze di climatizzazione degli edifici e quindi risulta direttamente connessa alle caratteristiche degli involucri edilizi ed al funzionamento degli impianti.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta:

- *alla riduzione dei consumi energetici*, attraverso interventi che riducono il fabbisogno negli edifici, aumentandone l'isolamento termico, valorizzando gli apporti solari passivi, l'efficienza negli usi e diminuendo l'inquinamento luminoso;
- *all'incremento delle fonti energetiche rinnovabili*, da utilizzare e integrare negli edifici per i fabbisogni di riscaldamento dell'acqua igienico-sanitaria e la produzione di energia elettrica;
- *al ciclo dell'acqua*, riducendo fabbisogni e consumi di acqua attraverso il recupero, il riutilizzo per gli usi compatibili, sviluppando l'utilizzo di tecnologie e sistemi di risparmio.

La D.G.R. 8/8745 del 22/12/08 prevede l'obbligo di "attestato di certificazione energetica", entro l'1 luglio 2010 nel caso di edifici di proprietà pubblica o di uso pubblico la cui superficie superi i 1.000 m<sup>2</sup>; tale scadenza è stata successivamente prorogata al 1 luglio 2011 con D.G.R. 28 luglio 2010 - n. 9/335 "Certificazione energetica degli edifici pubblici – Aggiornamento del termine finale".

Lo strumento della certificazione energetica potrà essere occasione per sostenere un processo di accelerazione nel rinnovamento del settore edilizio, rimasto a lungo insensibile alle esigenze di maggiore efficienza energetica degli edifici e degli impianti.



Ambito di intervento <b>PATRIMONIO COMUNALE E/O PUBBLICO O                  DI INTERESSE PUBBLICO</b>	<b>AZIONE                  PA-02</b>	<b>Patrimonio comunale                  Riqualificazione con risparmio energetico                  della rete di illuminazione pubblica e luci                  votive</b>
	<b>Obiettivo</b>	
	Razionalizzazione dei consumi per conseguire il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Soggetto Gestore della rete</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	Diagnosi energetica dei punti luce Utilizzo lampade a bassa emissione di CO <sub>2</sub> /LED	

I sistemi di illuminazione esistenti, anche nel caso di Bergamo, presentano generalmente margini di miglioramento in termini di efficienza, per quanto riguarda gli impianti dell'illuminazione stradale. In particolare occorre provvedere al completamento dell'adeguamento dei corpi illuminanti con l'utilizzo di lampade ad alta efficienza per il contenimento dei consumi energetici.

L'adozione di una strategia per il risparmio energetico e il miglioramento dell'efficienza nell'ambito dell'illuminazione pubblica, potrebbe conseguire i seguenti obiettivi:

- la sicurezza del traffico veicolare e delle persone;
- il miglioramento della qualità della vita e delle condizioni del centro urbano e dei beni ambientali, monumentali e architettonici;
- l'ottimizzazione dei costi di gestione.

Ambito di intervento PATRIMONIO COMUNALE E/O PUBBLICO O DI INTERESSE PUBBLICO	<b>AZIONE PA-03</b>	<b>Patrimonio comunale Riqualificazione con risparmio energetico degli impianti semaforici</b>
	<b>Obiettivo</b>	
	Razionalizzazione dei consumi per conseguire il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Soggetto Gestore della rete</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	Conversione degli impianti a LED	

La riqualificazione degli impianti semaforici prevede la sostituzione delle normali lampade ad incandescenza con lampade a led ad alta efficienza luminosa e basso assorbimento di energia.

I sistemi a Led presentano le seguenti caratteristiche:

- Maggiore durata di funzionamento;
- Bassa incidenza dei costi di manutenzione;
- maggiore rendimento (se paragonato a lampade ad incandescenza)
- luce pulita perché priva di componenti IR e UV.
- flessibilità di installazione del punto luce
- funzionamento in sicurezza perché a bassissima tensione;
- accensione a freddo (fino a -40 °C) senza problemi
- insensibilità a umidità e vibrazioni
- assenza di mercurio
- durata non influenzata dal numero di accensioni/spegnimenti

Il Comune di Bergamo e ATB Mobilità S.p.A, attuale ente gestore della rete, hanno predisposto un piano di intervento, in coerenza con quanto previsto dalle normative europee (Direttive 2005/32/CE) e nazionali (Legge finanziaria 2008 art. 2 163), con l'obiettivo di **sostituire progressivamente tutte le lanterne semaforiche dotate di lampade a incandescenza presenti sul territorio comunale con nuove lanterne basate su tecnologia LED** (Light Emitting Diode).

I principali benefici attesi dal progetto sono i seguenti:

## COMUNE DI BERGAMO

- Miglioramento della visibilità della segnaletica a favore dell'incremento delle condizioni di sicurezza per flussi pedonali e veicolari (es. riduzione dell'effetto "fantasma", causa di false interpretazioni dovute al riflesso dei raggi solari);
- Sensibile abbattimento dei costi legati al consumo di energia elettrica;
- Prolungamento della vita utile delle lanterne
- Riduzione costi di manutenzione (abbattimento del tempo medio tra i guasti.)

Ambito di intervento PATRIMONIO COMUNALE E/O PUBBLICO O DI INTERESSE PUBBLICO	<b>AZIONE PA-04</b>	<b>Patrimonio comunale Razionalizzazione parco auto comunale</b>
	<b>Obiettivo</b>	
	Razionalizzazione parco auto per limitare il consumo di carburante e ridurre le emissioni	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sostituzione veicoli vecchi con nuovi meno inquinanti</li> <li>- Trasformazioni veicoli a metano/GPL</li> <li>- Promozione veicoli elettrici</li> </ul>	

Come emerso dall'analisi dei trend di consumo negli usi finali di energia, il settore dei trasporti riveste un peso importante e contribuisce alla criticità della qualità ambientale.

Pertanto sarà opportuno agire anche attraverso interventi mirati alla razionalizzazione del parco auto comunale, attraverso la sostituzione progressiva dei mezzi più inquinanti ed il ricorso a vettori energetici più ecologici.

Un impiego alternativo, appropriato e auspicabile dell'energia elettrica riguarda, a tal proposito, il suo utilizzo per la trasformazione diretta in energia meccanica (l'azionamento del veicolo - auto/moto).

L'efficienza media di produzione dell'energia elettrica in Italia (a seconda delle fonti e dei metodi di stima), va dal 40 al 46%, un valore nettamente superiore al rendimento meccanico di qualunque motore in uso nei veicoli commerciali, che non supera in media il 30-33% nella trasformazione del combustibile in energia di movimento (meccanica).

Il contributo che l'impiego di motori elettrici potrà dare (in primo luogo nelle aree ad alta densità urbana) è, infatti, quello di limitare l'inquinamento diretto delle aree densamente trafficate.

Ambito di intervento <b>PATRIMONIO COMUNALE E/O PUBBLICO O DI INTERESSE PUBBLICO</b>	<b>AZIONE PA-05</b>	<b>Patrimonio comunale Implementazione del sistema del verde</b>
	<b>Obiettivo</b>	
	Riequilibrio fisico e ambientale dell'ecosistema urbano della città	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Soggetti attuatori degli interventi di trasformazione</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Razionalizzazione aree verdi esistenti</li> <li>- Incremento piantumazioni</li> <li>- Completamento sistema del verde come da previsioni PGT (cintura verde e stanze verdi)</li> <li>- Interventi di mitigazione ambientale delle infrastrutture;</li> <li>- Rigenerazione dei suoli negli interventi di trasformazione.</li> </ul>	

Potenziare il sistema ambientale della città contribuisce ad migliorare la qualità dell'aria, del suolo e sottosuolo.

A tal fine il PGT vigente prevede la realizzazione di nuovi parchi pubblici nell'ambito dei nuovi insediamenti, e il potenziamento degli elementi vegetazionali all'interno del tessuto urbano come compensazione e mitigazione degli impatti ambientali generati da insediamenti e infrastrutture.

La realizzazione di una "Cintura Verde" e delle "Stanze Verdi" quali componenti fondamentali del sistema ambientale all'interno e a contorno del tessuto urbanizzato, contribuirà fortemente al recupero dell'equilibrio bio-chimico dell'ecosistema urbano. La Cintura Verde dovrà essere progettata attraverso: fasce boscate fitte in presenza di infrastrutture, fasce tampone, filare semplice arborato, prato arborato, e siepi campestri. Per ciascuna tipologia di verde prevista, le normative del Piano delle Regole e del Piano dei Servizi del PGT indicano densità arboree e arbustive da rispettare per salvaguardare il compimento del disegno verde della città e assicurare gli effetti attesi da tale realizzazione.

Ambito di intervento PATRIMONIO COMUNALE E/O PUBBLICO O DI INTERESSE PUBBLICO	<b>AZIONE PA-06</b>	<b>Patrimonio pubblico o di interesse pubblico Cogenerazione e teleriscaldamento</b>
	<b>Obiettivo</b>	
	Razionalizzazione dei consumi per conseguire il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Soggetto gestore della rete</li> <li>• Cittadinanza</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	- Completamento della rete di Teleriscaldamento - Messa in rete delle centrali di teleriscaldamento - Trasformazione delle centrali di teleriscaldamento con l'introduzione di sistemi di cogenerazione - Sistemi di trigenerazione	

Il settore dell'edilizia è responsabile per il 40% dell'utilizzo finale di energia in Europa e rappresenta quindi il maggiore potenziale di risparmio energetico.

A livello nazionale i consumi complessivi di energia nei settori residenziale e terziario costituiscono circa il 22% del totale (ENEA - Rapporto Energia e Ambiente 2005) e la loro razionalizzazione, anche tramite un maggior utilizzo del teleriscaldamento, costituisce un passo fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi strategici che il nostro Paese si è fissato in termini di riduzione del consumo di fonti fossili.

Anche il bilancio energetico al 2005 redatto per il Comune di Bergamo, ha evidenziato come il settore più energivoro sia il civile (rappresentato dalla sommatoria dei consumi finali in ambito residenziale e in ambito terziario) con un peso complessivo del 68%, seguito dai trasporti (20%) e dalle attività produttive (industria 11%, agricoltura 1%).

A fronte del maggiore consumo energetico nel settore residenziale, il Comune di Bergamo ha fatto la scelta di sviluppare in maniera capillare la rete del teleriscaldamento, attraverso la Società A2A che gestisce la rete in città, con la previsione di allacciare al 2020 circa 10.500 milioni di m<sup>3</sup>.

L'iniziativa riveste un forte significato strategico, richiede ingenti investimenti finanziari e un forte impegno organizzativo, ma persegue obiettivi importanti di risparmio di energia primaria e quindi l'abbattimento notevole delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Il teleriscaldamento si prospetta, infatti, come una soluzione alternativa, rispettosa dell'ambiente, per la produzione di acqua igienico-sanitaria e il riscaldamento degli edifici residenziali, terziari e commerciali. I sistemi di teleriscaldamento rappresentano oggi un'importante opportunità di utilizzo

razionale delle risorse energetiche e di controllo dell'inquinamento locale, nonché un sistema di contenimento della spesa energetica per la collettività, con economie di tipo gestionale anche per l'utente privato finale.

I vantaggi che il teleriscaldamento può offrire, rispetto alle forme tradizionali di produzione di energia termica, essenzialmente possono essere ricondotti a:

- Risparmio energetico e benefici ambientali (benefici collettivi);
- Vantaggi economici e semplicità d'uso per gli utenti (benefici individuali).

Il teleriscaldamento urbano consente di utilizzare tutte le fonti energetiche disponibili, integrandole efficacemente; infatti, nella centrale è possibile bruciare combustibili diversi a seconda della maggiore convenienza economica e della disponibilità sul mercato. È anche possibile utilizzare il calore di recupero da vari processi industriali, da forni inceneritori di rifiuti, o da altre fonti energetiche rinnovabili, come le biomasse (sottoprodotti agricoli, scarti dell'industria, ecc.) o le falde geotermiche.

Affinché il teleriscaldamento sviluppi pienamente i suoi vantaggi energetici, è necessario che, per la generazione del calore, si utilizzi un sistema combinato, che produca contemporaneamente elettricità e calore. Pertanto, a parità di energia utile prodotta, la produzione combinata di energia elettrica e termica (cogenerazione) consente un minor consumo di combustibile, massimizzando lo sfruttamento delle risorse immesse.

Un possibile ulteriore sviluppo del servizio di teleriscaldamento è costituito dal servizio di raffrescamento estivo; un sistema di questo tipo produce contemporaneamente energia elettrica e calore in inverno, ed energia elettrica e freddo in estate ("sistema a trigenerazione").

Le scelte orientate verso la trigenerazione, infatti, presentano l'aspetto positivo di migliorare il rendimento medio di produzione dell'energia in generale, in misura direttamente proporzionale alle dimensioni dell'impianto.

Va sottolineato che in generale la tecnica della cogenerazione comporta un risparmio di energia primaria che varia da un minimo del 25% (sola cogenerazione) ad un massimo del 35% (trigenerazione), e l'importanza del risparmio di energia primaria è del resto, come già detto, direttamente connesso alla diminuzione di emissioni di CO<sub>2</sub>.

Ambito di intervento <b>PATRIMONIO COMUNALE E/O PUBBLICO O DI INTERESSE PUBBLICO</b>	<b>AZIONE PA-07</b>	<b>Patrimonio pubblico o di interesse pubblico Interventi di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio di competenza delle diverse Società/Enti pubblici</b>
	<b>Obiettivo</b>	
	Razionalizzazione dei consumi per conseguire il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Società partecipate</li> <li>• Enti pubblici</li> <li>• Gestori dei sistemi energetici</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Certificazione Energetica e diagnosi energetica</li> <li>- Miglioramento efficienza nella climatizzazione mediante:                          interventi sull'involucro                          interventi sugli impianti</li> <li>- Promozione delle fonti rinnovabili</li> <li>- Efficienza nell'illuminazione</li> <li>- Riduzione consumi idrici</li> </ul>	

La peculiarità del sistema energetico di Bergamo, fa sì che le priorità di intervento si rivolgano opportunamente nella direzione dei settori residenziale e terziario.

I settori scolastici e direzionali in particolare, rappresentano un primo opportuno campo di applicazione di interventi tecnologici di riqualificazione energetica del patrimonio pubblico e di interesse pubblico. Gli interventi da prevedere dovranno rispondere, dal punto di vista energetico, agli standard prescritti dalla normativa vigente (DLgs 192/05 e s.m.i.); si farà preferibilmente ricorso a materiali, componenti e sistemi realizzati con le tecnologie più avanzate disponibili, in grado di realizzare:

- la coibentazione delle superfici opache e trasparenti dell'involucro edilizio;
- una produzione efficiente del calore in funzione delle fonti disponibili;
- il ricorso a fonti energetiche rinnovabili ;
- una distribuzione efficiente dei servizi di climatizzazione e illuminazione modulabile in funzione della domanda.

Ai sensi del D.M. 19 febbraio 2007, già modificato dal D.M. 26 ottobre 2007 e coordinato con D.M. 7 aprile 2008 e con D.M. 6 agosto 2009, attuativo della Legge Finanziaria 2008 ("Decreto edifici"), si ritengono opportuni interventi sull'involucro di edifici esistenti, così intesi:

- interventi su edifici o parti di edifici o unità immobiliari esistenti, riguardanti strutture opache



verticali, strutture opache orizzontali (coperture e pavimenti), finestre comprensive di infissi, delimitanti il volume riscaldato verso l'esterno e verso vani non riscaldati, che rispettano i requisiti di trasmittanza termica U, espressa in  $W/m^2K$ , definiti dal decreto del Ministro dello sviluppo economico 11 marzo 2008, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 66 del 18 marzo 2008;

- l'installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda per usi domestici o industriali e per la copertura del fabbisogno di acqua calda (piscine, strutture sportive, case di ricovero e cura, istituti scolastici e università);
- interventi di sostituzione, integrale o parziale, di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione e contestuale messa a punto del sistema di distribuzione;
- impianti di climatizzazione invernale progettati (o ristrutturati in tal senso) per il funzionamento a bassa temperatura (pannelli radianti) che in questo modo si renderebbero compatibili con l'impiego di impianti dotati di pompe di calore ad alta efficienza e con impianti geotermici a bassa entalpia;
- Promozione e/o integrazione dei sistemi esistenti con fonti rinnovabili.

Gli interventi che comportano una riduzione della trasmittanza termica U degli elementi opachi costituenti l'involucro edilizio:

- la fornitura e messa in opera di materiale coibente per il miglioramento delle caratteristiche termiche delle strutture esistenti;
- la fornitura e messa in opera di materiali ordinari, anche necessari alla realizzazione di ulteriori strutture murarie a ridosso di quelle preesistenti, per il miglioramento delle caratteristiche termiche delle strutture esistenti;
- la demolizione e ricostruzione dell'elemento costruttivo.

Gli interventi che comportino una riduzione della trasmittanza termica U delle finestre comprensive degli infissi, si dovranno realizzare attraverso:

- il miglioramento delle caratteristiche termiche delle strutture esistenti con la fornitura e posa in opera di una nuova finestra comprensiva di infisso;
- il miglioramento delle caratteristiche termiche dei componenti vetrati esistenti, con integrazioni e sostituzioni.

Gli interventi impiantistici concernenti la climatizzazione invernale e/o la produzione di acqua calda si dovranno realizzare attraverso:

- la fornitura e posa in opera di tutte le apparecchiature termiche, meccaniche, elettriche ed elettroniche, nonché delle opere idrauliche e murarie necessarie per la realizzazione a regola

d'arte di impianti solari termici o altre fonti di energia rinnovabili organicamente collegati alle utenze, anche in integrazione con impianti di riscaldamento;

- lo smontaggio e la dismissione dell'impianto di climatizzazione invernale esistente, parziale o totale, la fornitura e posa in opera di tutte le apparecchiature termiche, meccaniche, elettriche ed elettroniche, delle opere idrauliche e murarie necessarie per la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione.

Contestualmente azioni mirate alla riduzione dei consumi idrici, attraverso dispositivi in grado di consentire misurazioni più accurate possibili durante l'uso a bassa portata, potrebbero consentire di individuare gli sprechi e di considerare misure correttive, che si tradurranno in un migliore utilizzo dell'acqua e in un risparmio di energia.

La promozione del risparmio energetico nel campo dell'illuminazione potrà infine ottimizzare i costi di gestione, intervenendo con azioni di carattere tecnologico e comportamentale in grado di ridurre sensibilmente gli sprechi e quindi i consumi energetici, garantendo analoghe e anche migliori condizioni di illuminamento.

Ambito di intervento <b>PATRIMONIO COMUNALE E/O PUBBLICO O DI INTERESSE PUBBLICO</b>	<b>AZIONE PA-08</b>	<b>Patrimonio pubblico o di interesse pubblico Rinnovo parco automezzi per trasporto persone e merci</b>
	<b>Obiettivo</b>	
	Razionalizzazione parco auto per limitare il consumo di carburante e ridurre le emissioni	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Società partecipate</li> <li>• Enti pubblici</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sostituzione veicoli vecchi con nuovi meno inquinanti</li> <li>- Trasformazioni veicoli a metano/GPL</li> <li>- Promozione veicoli elettrici</li> </ul>	

Il raggiungimento di obiettivi in materia di risparmio energetico e quindi di tutela della qualità dell'aria, comporta l'individuazione e l'attuazione di una serie di iniziative di risanamento ambientale che coinvolgono i vari settori di attività emissiva presenti sul territorio, tra i quali, il settore dei trasporti gioca un ruolo significativo nel bilancio complessivo delle emissioni. Azioni di salvaguardia e risanamento adottate per questo settore rivestono, pertanto, una particolare importanza nel quadro strategico generale del PEC.

Sempre nell'ottica di un piano delle buone pratiche in campo pubblico, la strategia complessiva di salvaguardia della qualità dell'aria si può realizzare attraverso l'individuazione di una serie di azioni, o misure specifiche in ambito extraurbano per il raggiungimento di uno sviluppo della mobilità eco-compatibile con il territorio, in ambito urbano per indirizzare la mobilità verso modalità innovative e forme di trasporto ambientalmente sostenibili.

La Giunta regionale lombarda, nell'ambito della normativa vigente in materia, promuove a tal proposito, la ricerca e la sperimentazione sulla produzione energetica da fonti rinnovabili con forme innovative ed eco-compatibili, con particolare attenzione al ciclo dell'idrogeno, delle celle a combustibile e del biogas, tramite applicazioni orientate all'ingresso nel mercato.

Nell'ambito delle attività di programmazione regionale, il Comune promuoverà misure e iniziative per:

- a) il rinnovo del parco veicolare pubblico e privato destinato a passeggeri e merci;

- b) la diffusione di filtri antiparticolato e di altri dispositivi analoghi, dotati di una definita capacità minima di abbattimento delle emissioni;
- c) l'utilizzo di carburanti a basso impatto ambientale, quali ad esempio i carburanti gassosi e bio-derivati;
- d) l'utilizzo di forme di trazione a basso impatto ambientale, quali ad esempio le elettriche e le ibride;
- e) l'utilizzo di sistemi di recupero dei vapori delle benzine dagli impianti di distribuzione di carburanti;
- f) la diffusione di erogatori di metano, GPL, bio-combustibili ed energia elettrica.

### Ambito 3-RES: Edilizia Residenziale Privata

**Obiettivo:** Incentivazione del risparmio e dell'efficienza energetica degli edifici privati e degli annessi impianti (di illuminazione e idrici) anche mediante promozione delle fonti energetiche rinnovabili

Ambito di intervento <b>EDILIZIA RESIDENZIALE PRIVATA</b>	<b>AZIONE RES-01</b>	<b>Promozione di azioni volte al risanamento energetico degli edifici</b>
	<b>Obiettivo</b>	
	Sensibilizzazione di tutti i potenziali soggetti interessati al fine di favorire la razionalizzazione dei consumi e conseguire il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni nel patrimonio edilizio privato	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Cittadinanza</li> <li>• Amministratori condominiali</li> <li>• Associazioni costruttori</li> <li>• Ordini e collegi professionali / professionisti</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Azioni di sensibilizzazione rivolte a scuole, cittadini, aziende su buone pratiche di risparmio ed efficienza energetica e risparmio della risorsa idrica</li> <li>- Diffusione di tecnologie anti-standby</li> <li>- Promozioni di fonti energetiche rinnovabili</li> <li>- Interventi di efficientamento di impianti e involucri edilizi</li> <li>- Diagnosi energetica dei punti luce</li> <li>- Utilizzo lampade a bassa emissione di CO<sub>2</sub>/LED</li> <li>- Verifica costante dei consumi idrici</li> <li>- Utilizzo corretto della risorsa naturale acqua</li> </ul>	

In generale in ambito residenziale sono possibili interventi eco-sostenibili attraverso:

- coibentazione delle superfici opache e trasparenti dell'involucro edilizio;
- produzione efficiente del calore in funzione delle fonti disponibili;
- ricorso a fonti energetiche rinnovabili attraverso dispositivi attivi e passivi;
- distribuzione efficiente dei servizi di climatizzazione e illuminazione modulabile.

Il risparmio energetico può essere conseguito anche con un utilizzo più consapevole delle risorse energetiche, attraverso piccoli accorgimenti adottati nelle situazioni quotidiane.

E' ormai disponibile una sempre più ampia categoria di dispositivi che promuovono il risparmio

energetico.

Elettrodomestici, apparecchi elettrici ed elettronici presenti nelle case, nelle industrie e negli edifici, sono caratterizzati da consumi diretti e indiretti, intendendo con questi ultimi i consumi derivati dalla modalità di "funzionamento standby", durante la quale il dispositivo pur non essendo più in funzione continua ad essere collegato alla rete elettrica e ad assorbire energia.

Sono oggi presenti sul mercato tecnologie che permettono di ridurre i consumi in standby svincolando (in parte) l'accensione/spegnimento degli apparecchi dall'intervento dell'utente, quali, ad esempio:- multipresa con interruttore – infrarossi - multipresa con presa master - multipresa USB,

Per quanto concerne i sistemi di illuminazione nell'Ambito dell'Edilizia residenziale privata, presentano generalmente margini di miglioramento in termini di efficienza; sarà necessario proseguire nelle azioni di sensibilizzazione della cittadinanza per un migliore e più razionale utilizzo dei punti luce già avviata con interventi specifici (es. distribuzione ecokit con lampadine a basso consumo) .

Anche in tema di riduzione dei consumi idrici occorrerà incentivare comportamenti virtuosi che riducano i fabbisogni e i consumi di acqua attraverso il recupero e il riutilizzo per gli usi compatibili, sviluppando l'utilizzo di tecnologie e sistemi di risparmio.

Di particolare importanza, in questo contesto, sarà l'azione di sensibilizzazione che potrà essere condotta nelle istituzioni scolastiche, con la redazione/diffusione di opuscoli informativi sull'importanza della risorsa acqua e sulle modalità di corretto utilizzo della stessa

Potranno, inoltre, essere estese alle abitazioni private iniziative già sperimentate negli edifici comunali, ottenendo una riduzione di sprechi di acqua ed energia mediante un'analisi dei consumi e la conseguente ricerca delle eventuali perdite, nonché attraverso l'installazione di erogatori di acqua a basso flusso.

<b>Ambito di intervento EDILIZIA RESIDENZIALE PRIVATA</b>	<b>AZIONE RES-02</b>	<b>Aggiornamento del Regolamento Edilizio</b>
	<b>Obiettivo</b>	
	Introduzione di regole per il settore edilizio privato finalizzate al contenimento dei consumi di energia	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Cittadinanza</li> <li>• Amministratori condominiali</li> <li>• Associazioni costruttori</li> <li>• Professionisti</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esame e valutazione delle normative di settore</li> <li>• Confronto con soggetti pubblici e privati interessati</li> <li>• Stesura ed approvazione integrazioni al Regolamento Edilizio</li> </ul>	

La Direttiva 2002/91/Ce (Energy Performance of Buildings Dir. – EPBD), recepita dal Dlgs. 192 del 19/08/2005, promuove il miglioramento del rendimento energetico degli edifici nella Comunità Europea, tenendo conto delle condizioni locali e climatiche esterne, nonché delle prescrizioni per quanto riguarda il clima degli ambienti interni e l'efficacia sotto il profilo dei costi.

In questo scenario sovranazionale e nazionale, il Regolamento Edilizio vigente nel Comune di Bergamo risulta già coerente con i principi e con la normativa in materia di Certificazione e risparmio energetico.

Tuttavia un'azione di aggiornamento delle disposizioni in esso contenute potrebbe promuovere ed incentivare una maggiore attenzione alla progettazione dei nuovi edifici e alla ristrutturazione degli edifici esistenti, secondo criteri di sostenibilità e risparmio energetico.

La nuova regolamentazione, nell'ambito di un processo virtuoso che stimola l'innovazione tecnologica e rilancia la professionalità in settori specializzati, potrebbe, inoltre, prevedere ulteriori forme di incentivazione per i cittadini e per gli operatori del settore che si impegnino ad introdurre strumenti e comportamenti finalizzati al contenimento dei consumi energetici.

## Ambito 4-IND/TER: Industria e Terziario

**Obiettivo:** Promozione del risparmio e dell'efficienza energetica negli edifici del settore terziario e industriale con incentivazione all'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili.

Ambito di intervento INDUSTRIA E TERZIARIO	<b>AZIONE IND/TER- 01</b>	<b><i>Promozione del risparmio e dell'efficienza energetica e incentivazione nell'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili</i></b>
	<b>Obiettivo</b>	Contenimento del consumo di energia del patrimonio edilizio nel settore industriale e terziario
	<b>Soggetti interessati</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Imprese</li> <li>• Associazioni di categoria/professionisti</li> </ul>
	<b>Descrizione/modalità</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ottimizzazione dei processi di produzione, trasformazione e impiego dell'energia</li> <li>• Certificazioni ambientali ISO e EMAS</li> <li>• Tecnologie per la riduzione dei consumi energetici e l'efficientamento degli impianti di illuminazione</li> <li>• Tavoli di coordinamento con le associazioni di categoria</li> <li>• Razionalizzazione sistemi di trasporto merci</li> </ul>

In Italia la domanda energetica nel settore industriale ha avuto andamenti altalenanti, con alcuni picchi nei primi anni '70, un declino verso i valori minimi della metà degli anni '80, e una moderata crescita a fasi alterne fino ai valori attuali; nel caso specifico di Bergamo l'industria incide con un peso modesto e non particolarmente significativo sotto il profilo energetico.

La principale fonte energetica richiesta dal settore industriale è il gas naturale, che stante il periodo di crisi generalizzata, ha fatto rilevare un trend di decrescita dell'1,5% medio annuo; negli ultimi anni la crescita della domanda del settore è stata coperta da gas naturale ed energia elettrica, mentre i consumi di solidi e derivati petroliferi sono stabili.

Una sensibile riduzione delle emissioni specifiche di gas-serra dal settore industriale si è già verificata in conseguenza del passaggio dai derivati petroliferi al gas naturale e all'energia elettrica, nonché della riduzione dell'intensità energetica della produzione industriale.



In questo settore ulteriori risparmi di energia potranno derivare dalle tecnologie a ciclo combinato ad alto rendimento, unite ad una razionalizzazione negli usi energetici nel comparto industriale.

Altre azioni nell'ambito considerato dovranno favorire lo sviluppo di iniziative virtuose quali, ad esempio,

- progettazione di sistemi fotovoltaici integrati architettonicamente
- promozione della trigenerazione alimentata a gas (sola alta efficienza) o alimentata a fonti rinnovabili (olio vegetale, bioalcol)
- sperimentazione di nuove tecnologie (come le celle a combustibile).

Nel settore Industriale e Terziario dovrà essere incentivata l'introduzione di strumenti di certificazione ambientale che prevedano un S.G.A (Sistema di Gestione Ambientale) quali le norme ISO e il regolamento EMAS.

La norma UNI EN ISO 14001 è uno strumento internazionale di carattere volontario che specifica i requisiti di un sistema di gestione ambientale, certificato da un organismo indipendente accreditato, che attesta con il marchio ISO 14001 l'affidabilità del SGA applicato.

EMAS (*Environmental Management and Audit Scheme*) è un sistema di certificazione comunitario di ecogestione e audit ambientale che riconosce a livello europeo il raggiungimento di risultati di eccellenza nel miglioramento ambientale.

Le organizzazioni che partecipano volontariamente si impegnano a redigere una dichiarazione ambientale in cui sono descritti gli obiettivi raggiunti e come si intende procedere nel miglioramento continuo.

Entrambi gli strumenti (ISO – EMAS) certificano il processo di produzione di un bene oppure la fornitura e gestione di un servizio e possono essere applicati a tutte le tipologie di impresa.

In linea generale, anche nel comparto edilizio industriale saranno perseguite azioni analoghe, e coerenti, con quanto già indicato per gli Ambiti di intervento "Patrimonio Comunale E/O Pubblico O Di Interesse Pubblico" ed "Edilizia residenziale privata".

Particolare attenzione sarà prestata alla tematica del raffrescamento estivo degli edifici, considerata soprattutto la presenza nel territorio comunale, nel settore commerciale e terziario, di centri commerciali di primaria importanza .

Tra le molteplici soluzioni tecnologiche disponibili per rendere le strutture dell'ambito considerato ambientalmente sostenibili ed energeticamente efficienti, si possono citare, a titolo esemplificativo :

- interventi sulle facciate, per minimizzare le perdite di calore causate dalla pelle dell'edificio (es. vetrocamera basso emissiva)
- soluzioni impiantistiche per limitare le risorse consumate (acqua ed energia) mediante riutilizzo in processi posti in serie o parallelo
- sistemi di ombreggiatura e vetri con buon fattore solare

- utilizzo di refrigeratori per la produzione dell'acqua refrigerata condensati ad acqua di falda
- utilizzo di rubinetteria con sensore di prossimità o pulsante meccanico temporizzato
- applicazione di coperture a tetto verde, tecnologia ampiamente usata che ben si adatta alle grandi strutture e introduce anche elementi di percezione della struttura e di mitigazione degli impatti visivi della stessa ;
- sistemi di riscaldamento e raffrescamento radiante a pavimento, che oltre ad essere considerati il miglior impianto di riscaldamento per il periodo invernale, possono essere utilizzati anche per raffrescare gli ambienti durante l'estate
- utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia per acqua calda sanitaria (cogenerazione, trigenerazione, pannelli fotovoltaici sulla copertura degli edifici)
- illuminazione ad alta efficienza energetica delle aree esterne e dei parcheggi, regolata da sistemi inverter in grado di regolare il flusso luminoso in funzione delle reali necessità;
- pompe di calore del tipo ad alta efficienza funzionanti con gas R410A (idrofluorocarburo) che al termine del ciclo di vita non causa danni all'ozono atmosferico in quanto privo di Cloro;

Anche in questo settore dovranno essere attentamente perseguite politiche di comunicazione e, pertanto, saranno istituiti tavoli di coordinamento con le associazioni di categoria in cui affrontare tutti i temi di interesse per individuare, laddove possibile, soluzioni condivise.

La rivisitazione dell'attuale sistema di trasporto delle merci costituirà ulteriore argomento di riflessione e, per garantire l'indispensabile coordinamento con le scelte di carattere più generale sulla mobilità cittadina, la definizione della specifica azione sarà trattata contestualmente all'azione MOB-02 "Razionalizzazione nei trasporti di persone e merci" contenuta nell'Ambito di intervento MOBILITA' E TRASPORTI.

Naturalmente anche il settore Industriale e Terziario sarà destinatario delle misure contenute nell'azione RES-04 "Aggiornamento del Regolamento Edilizio" , già illustrata nello specifico Ambito di intervento "Edilizia Residenziale Privata"

## Ambito 5- MOB: Mobilità e Trasporti

**Obiettivo:** sviluppo sostenibile del sistema infrastrutturale e dei trasporti, implementazione della rete ferroviaria e tranviaria, progettazione e promozione delle forme di mobilità lenta, di trasporto pubblico e intermodalità

Il PEC condivide le strategie di intervento per uno sviluppo sostenibile del sistema infrastrutturale e dei trasporti assunte dal PGT, che ha valutato e aggiornato gli obiettivi programmatici contenuti nel Piano Urbano della Mobilità (PUM), con l'obiettivo di favorire le connessioni tra infrastrutture di categoria e gerarchia diverse, dall'intermodalità di livello internazionale (aeroporto - nodo Porta Sud), all'interscambio gomma-ferro/privato - pubblico e da questo verso i percorsi ciclopedonali, che si sviluppano all'interno del tessuto edificato e lungo i margini urbani. L'insieme dei servizi della mobilità dovrà concorrere al miglioramento della vivibilità e qualità urbana attraverso la progettazione di sistemi integrati

Ambito di intervento MOBILITA' E TRASPORTI	<b>AZIONE MOB-01</b>	<b>Sensibilizzazione alle scelte di mobilità sostenibile</b>
	<b>Obiettivo:</b> Promozione della mobilità sostenibile	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo ,</li> <li>• Soggetti gestori del servizio ,</li> <li>• Imprese e Associazioni di categoria</li> <li>• Istituti scolastici</li> <li>• Cittadinanza</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Individuazione del Mobility Manager</li> <li>- Incentivazione ad un maggior utilizzo del trasporto pubblico</li> <li>- Promozione dell'uso della bicicletta e del bike-sharing</li> <li>- Incremento piedibus</li> </ul>	

Una modalità efficace per promuovere la mobilità sostenibile riguarda l'istituzione del Mobility Manager, una figura professionale che è stata introdotta dal Ministero dell'Ambiente presso le Amministrazioni Locali e le aziende, attraverso il Decreto del 27 marzo 1998 "Mobilità sostenibile nelle aree urbane".

La figura del Mobility Manager è particolarmente importante perché consente di individuare le

strategie alla mobilità. In particolare si occupa di :

- *Promozione del trasporto pubblico locale;*
- *Incentivazione di modalità di trasporto innovative;*
- *Promozione di tecnologie innovative che impattano positivamente sulle modalità di spostamento (es. tele-lavoro, internet);*
- *Ottimizzazione della gestione delle infrastrutture disponibili in azienda (parcheggi, aree sosta, ecc.).*

Anche il Bike sharing è un sistema di mobilità sostenibile già in atto nel Comune di Bergamo che sta dando ottimi risultati con oltre 1600 iscritti, 15 stazioni, 164 cicloposteggi e 120 biciclette. Si prevede, in coerenza con il PGT, di incrementare e raddoppiare il servizio di bike-sharing in punti strategici della città.

Iniziative di “Walk to school” e “pedibus” hanno ormai una storia decennale: trovano le loro origini nella “Conferenza Europea delle città sostenibili” tenuta ad Alborg (Danimarca) nel 1992. Nel 2005 oltre 3 milioni di bambini in 37 diverse nazioni hanno partecipato alle iniziative di “Walk to School”. A Bergamo la prima iniziativa dell’andare a scuola a piedi è stata avviata nel marzo 2002; ad oggi sono 14 le scuole cittadine in cui sono stati attivati i pedibus. Questo progetto ha avuto il sostegno delle direzioni scolastiche e delle circoscrizioni.

I pedibus cittadini si sono sviluppati su base volontaria e grazie alla collaborazione fra genitori, insegnanti e direttori didattici sensibili; è necessario dare all’esperienza continuità nel tempo. La continuità della valorizzazione didattica dei temi della mobilità sostenibile e dell’andare a scuola a piedi sono un elemento essenziale per garantire un rapporto costante con gli insegnanti e la prosecuzione dell’esperienza.

Il PUM (piano urbano della mobilità) vigente, dedica un’ampia sezione alle strategie di implementazione e sviluppo del trasporto pubblico alternativo al mezzo privato, finalizzata alla riduzione della pressione dovuta al traffico merci su gomma e all’incremento del trasporto su treno, mediante azioni volte alla razionalizzazione del settore e allo sviluppo dell’intermodalità.

Ambito di intervento <b>MOBILITA' E TRASPORTI</b>	<b>AZIONE MOB-02</b>	<b>Razionalizzazione sistema infrastrutturale e dei trasporti di persone e merci</b>
	<b>Obiettivo</b>	
	Miglioramento dell'accessibilità, percorribilità e vivibilità della città e sviluppo di un sistema sostenibile delle infrastrutture e dei trasporti delle persone e delle merci	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Soggetti gestori del servizio</li> <li>• Cittadinanza</li> <li>• Associazioni di categoria</li> <li>• Imprese</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisione PUM/PUT/TPL</li> <li>- Potenziamento rete ciclabile e connessioni pedonali</li> <li>- Potenziamento rete tranviaria</li> <li>- Implementazione dei parcheggi attestamento</li> <li>- Nuovo piano di razionalizzazione della sosta</li> <li>- Potenziamento del bike-sharing</li> <li>- Ottimizzazione spostamenti casa-lavoro</li> <li>- Miglioramento vivibilità degli spazi urbani (istituzione ZTL, zone 30, isole pedonali, etc.)</li> <li>- Utilizzo combustibili meno inquinanti (metano/GPL)</li> <li>- Promozione di servizi innovativi di trasporto</li> </ul>	

Attraverso la revisione degli strumenti preposti alla pianificazione e attuazione del sistema infrastrutturale e dei trasporti (PUM, PUT e TPL), in coerenza con il PGT, si intende promuovere azioni coordinate per migliorare l'accessibilità e la percorribilità della città. Le principali linee di intervento si svilupperanno:

1. sul sistema infrastrutturale, cercando di risolvere alcuni nodi viari strategici quali la Rotatoria delle Valli e dell'Autostrada;
2. realizzando parcheggi di attestamento facilmente raggiungibili a piedi dal centro ed in auto dalla periferia;
3. aumentando la dotazione di piste ciclabili sicure e di ampio respiro, di collegamento tra i diversi quartieri della città e i paesi limitrofi;
4. potenziando il bike-sharing e introducendo bici ed auto elettriche a noleggio;

5. incrementando Zone 30 e rivedendo le Z.T.L. secondo le esigenze di tutta l'utenza interessata in relazione ai tempi ed agli orari della città;
6. migliorando i collegamenti infrastrutturali tra il centro della città e la parte a sud della ferrovia, attraverso la realizzazione di Polo intermodale di Porta Sud;
7. prevedendo un sistema di risalita per Città Alta alternativo alla Funicolare;
8. sostenendo e potenziando il trasporto pubblico con nuove linee su ferro (T2 tram per la Valle Brembana – T3 tram Redona - Ospedale Nuovo), realizzando il nuovo collegamento con l'aeroporto;
9. promuovendo forme di trasporto pubblico innovativo a chiamata dedicato a Città Alta/ Colli anche negli orari notturni, car-sharing, car pooling, taxi collettivo ecc);
10. estendendo il Piedibus a tutte le scuole elementari e medie di Bergamo.

Si propone inoltre di intervenire sulla gestione della sosta in quanto componente strategica per la gestione della mobilità e del traffico in città, studiare e risolvere le tematiche legate agli spostamenti aziendali casa-luogo di lavoro o studio dei dipendenti pubblici, dei lavoratori, degli studenti, dei professionisti, degli imprenditori anche utilizzando ed armonizzando le politiche dei tempi e degli orari della città.

Si propone di intervenire anche sul sistema distributivo delle merci, promuovendo un sistema logistico sostenibile.

## Ambito 6-RINN: Fonti energetiche rinnovabili

**Obiettivo:** Favorire l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile per la produzione di calore ed energia, al fine di aumentare la produzione interna di energia diminuendo le importazioni, e migliorare la qualità dell'aria soprattutto in termini di emissioni di CO<sub>2</sub>

Sono da considerarsi energie rinnovabili quelle forme di energia generate da fonti che per loro caratteristica intrinseca si rigenerano o non sono "esauribili" nella scala dei tempi "umani" e, per estensione, il cui utilizzo non pregiudica le risorse naturali per le generazioni future.

Sono dunque generalmente considerate "fonti di energia rinnovabile" il sole, il vento, il mare, il calore della Terra, ovvero quelle fonti il cui utilizzo attuale non ne pregiudica la disponibilità nel futuro.

Ambito di intervento <b>FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI</b>	<b>AZIONE RINN-01</b>	<b><i>Implementazione risorse rinnovabili</i></b>
	<b>Obiettivo</b> Favorire/incentivare l'utilizzo di risorse rinnovabili per la produzione di calore ed energia al fine di aumentare l'indipendenza dalle fonti fossili e limitare la produzione di CO <sub>2</sub>	
	<b>Soggetti interessati</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comune di Bergamo</li> <li>• Enti Pubblici</li> <li>• Società partecipate</li> <li>• Cittadinanza</li> </ul>	
	<b>Descrizione/modalità</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemi di cogenerazione/trigenerazione</li> <li>- Teleriscaldamento</li> <li>- Solare Fotovoltaico</li> <li>- Solare termico</li> <li>- Caldaie a condensazione</li> <li>- Pompe di calore</li> <li>- Generatori di calore ad alto rendimento</li> </ul>		

Tra le tecnologie disponibili che fanno uso di fonti energetiche rinnovabili, si citano:

**Cogenerazione e trigenerazione:** tecnologie tramite le quali è possibile produrre in contemporanea due forme di energia, energia elettrica ed un fluido caldo come energia termica.

Entrambe le forme di energia possono alimentare impianti elettrici specifici, la rete elettrica, il teleriscaldamento, gli impianti termici, gli impianti di processo (di produzione industriale).

**Teleriscaldamento:** è una rete che collega un gruppo di edifici ad un'unica centrale per la produzione dell'energia; l'energia prodotta dalla rete consente la produzione di acqua calda ad uso sanitario, di calore per il periodo invernale e di raffrescare nel periodo estivo utilizzando un refrigeratore ad assorbimento.

**Solare fotovoltaico:** sistema a pannelli costituiti da materiali che colpiti dalla luce del sole producono energia elettrica. I pannelli, per ottenere i migliori risultati, devono essere installati in posizione soleggiata con esposizioni privilegiate verso sud, sud-est; i raggi solari colpendo il pannello, producono corrente continua che viene trasformata in alternata per l'utilizzo, tramite un converter.

**Solare termico:** il sistema solare termico è simile al fotovoltaico con la differenza che questo è finalizzato alla produzione di acqua calda.

**Caldaia a condensazione:** sistema di trasformazione del vapore acqueo in acqua allo stato liquido, secondo rendimenti che variano dal 100 al 105%, rispetto all'85% delle caldaie tradizionali; pertanto a parità di vettore energetico utilizzato produce maggiori quote di energia.

**Pompa di calore:** è una macchina in grado di trasferire calore da un corpo a temperatura più bassa ad un corpo a temperatura più alta, utilizzando energia, generalmente in forma elettrica. Esempi comuni di macchine di questo tipo sono:

- refrigeratori;
- condizionatori d'aria;
- pompa di calore a compressione di gas/ cambiamento di fase;
- pompa di calore termoelettrica a effetto Peltier/ a scambio geotermico;
- Vortex, detto anche tubo di Ranque-Hilsch.

Nel campo di condizionamento dell'aria, il termine pompa di calore è specificamente riferito ad un condizionatore d'aria con valvola reversibile, che cambia la direzione di scorrimento del fluido refrigerante e permette così sia di apportare sia di estrarre calore da un locale di un edificio.

La pompa di calore è solitamente più efficiente nel riscaldamento che nel raffreddamento, dato che la macchina spreca sempre una parte di energia in calore e questa può essere recuperata come calore di riscaldamento.



Le pompe di calore ad aria possono essere:

- progettate per lavorare in unione con una fonte supplementare di riscaldamento, come una caldaia elettrica, a gas, a gasolio, ecc.
- già dotate di resistenza elettrica in funzione di riscaldatore supplementare
- bivalenti, se sono dotate di un riscaldatore a propano per innalzare la temperatura dell'aria in ingresso dall'esterno.

La pompa di calore geotermica utilizza il terreno o l'acqua che si trova nel terreno come fonte o come dispersore di calore. Il trasporto dell'energia termica è effettuato mediante la stessa acqua o mediante un liquido antigelo, eccetto nelle pompe di calore a espansione diretta, in cui si usa un fluido refrigerante che circola nello scambiatore posto nel terreno.

A differenza delle pompe di calore ad aria, quelle geotermiche possono funzionare in raffreddamento anche in modalità passiva: esse estraggono calore dall'edificio pompando nel sistema l'acqua fredda o il liquido antigelo, senza l'azione della pompa di calore vera e propria.

Le pompe geotermiche permettono mediamente un risparmio del 40% di energia rispetto a quelle ad aria ed hanno un'aspettativa di vita di circa 20/25 anni

**Generatori di calore ad alto rendimento:** sistemi di produzione di calore non a condensazione, che hanno rendimenti superiori al 90%. Gli impianti di produzione energetica ad alta efficienza hanno il pregio di produrre le stesse quantità di energia impiegando minori quantitativi di combustibili derivati dal petrolio. In termini tecnici si tratta di impiegare impianti di produzione di energia con rendimenti più alti di quelli solitamente impiegati. Tra questi troviamo: le caldaie a temperatura scorrevole, che consentono il raggiungimento di elevati valori di rendimento medio stagionale, grazie al loro funzionamento caratterizzato da una temperatura variabile che è in funzione della richiesta del carico dell'impianto e delle condizioni climatiche. Gli elevati rendimenti sono dovuti in parte alla possibilità di variare la temperatura all'interno della caldaia, perché produca esattamente il calore richiesto, in parte alla possibilità di lavorare con basse temperature di esercizio, che riducono le perdite verso l'ambiente attraverso l'involucro esterno e il camino (quando il bruciatore è spento).

Le principali caratteristiche funzionali che distinguono un generatore a temperatura scorrevole da uno tradizionale sono:

- possibilità di produrre fluido termovettore anche a bassa temperatura (fino a circa 30°C); utilizzo di bruciatori multistadio con regolazione automatica della portata d'aria;
- possibilità di accoppiare bruciatori modulanti con regolazione dell'aria comburente e regolazione continua del rapporto aria-combustibile.

Ad impianti efficienti vanno abbinati meccanismi di controllo e regolazione degli stessi per

monitorare i consumi e rendere più responsabile il loro utilizzo. Il sistema della contabilizzazione del calore è, infatti, solitamente associato ad un impianto centralizzato per la suddivisione dell'energia effettivamente consumata da ogni utilizzatore.

Altri strumenti disponibili riguardano la termoregolazione che permette la rilevazione della temperatura in un determinato ambiente e, raggiunto un valore impostato, bloccano l'afflusso di energia in quella zona. Questo permette di regolare gli impianti termici aumentando il livello di comfort e riducendo i consumi.

## Indice dei grafici

- Grafico 1. Fasi del Piano di Azione per l'Energia sostenibile (SEAP)
- Grafico 2a. Andamento della pressione media e precipitazioni totali giornaliere. Stazione meteo ARPA di Bergamo via Garibaldi- Anno 2008 - Periodi inverno e primavera
- Grafico 2b. Andamento della pressione media e precipitazioni totali giornaliere. Stazione meteo ARPA di Bergamo via Garibaldi- Anno 2008 - Periodi estate e autunno
- Grafico 3. Andamento della temperatura (valori medi e massimi giornalieri ). Stazione meteo ARPA di Bergamo via Garibaldi- Anno 2008 -
- Grafico 4. Andamento della velocità del vento (valori medi e massimi giornalieri ). Stazione meteo ARPA di Bergamo via Garibaldi- Anno 2008
- Grafico 5. Serie storica della popolazione residente a fine anno, dal 1959 al 2009. Fonte dati: Comune di Bergamo, Annuario Demografico 2010 – agenzia sistemi informativi Comune di Bergamo.
- Grafico 6. Composizione settoriale delle imprese attive al 2009. Fonte: RSA 2009 del Comune di Bergamo
- Grafico 7. Consumi di energia del settore industria, per vettori energetici, periodo 2005-2009.
- Grafico 8. Consumi di energia del settore agricolo (2005 – 2009)
- Grafico 9. Consumi di energia del settore trasporti, per vettori energetici, periodo 2005-2007.
- Grafico 10. Consumi finali di energia in Lombardia per settore e vettore. Anno 2007 – elaborazione CESTEC
- Grafico 11. Consumi di energia negli usi finali: trend 2000-2007 e prime indicazioni 2008-2009 – elaborazione CESTEC
- Grafico 12. Evoluzione tendenziale al 2020 dei consumi di energia finale in Lombardia – elaborazione CESTEC.
- Grafico 13. Scenario tendenziale di crescita delle emissioni di gas climalteranti al 2020.
- Grafico 14. Consumi finali di energia in Lombardia: confronto tra lo “Scenario di riferimento” e lo Scenario per il raggiungimento dell’obiettivo di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>eq al 2020
- Grafico 15. Emissioni totali di CO<sub>2</sub>eq. (espressi in KT) per usi finali di energia, nel Comune di Bergamo, nel periodo 2005-2007. Dati Cestec SIRENA.
- Grafico 16: Impieghi finali per settori nel Comune di Bergamo anno 2005
- Grafico 17: Impieghi finali per vettori energetici nel Comune di Bergamo anno 2005
- Grafico 18: Confronto produzione locale nel Comune di Bergamo anni 2005/2009
- Grafico 19: Confronto importazione di energia nel Comune di Bergamo anni 2005/2009
- Grafico 20: Confronto impieghi finali nel Comune di Bergamo anni 2005/2009
- Grafico 21: Produzione di CO<sub>2</sub> per vettore nel Comune di Bergamo anno 2005
- Grafico 22: Produzione di CO<sub>2</sub> per vettore nel Comune di Bergamo anno 2009

## Indice delle tabelle

- Tabella 1. Ripartizione dei target a medio/lungo termine stabiliti dal protocollo di Kyoto.
- Tabella 2. Schema degli obiettivi strategici assunti dal "Piano per una Lombardia Sostenibile".
- Tabella 3. Valori cumulati mensili e annuali delle precipitazioni, rilevamento stazione Goisis (Bergamo), valori espressi in mm di precipitazione, fonte dati ARPA, elaborazione PEC.
- Tabella 4. Analisi dei dati rilevati nel periodo 2005-2009 nelle postazioni di monitoraggio di Bergamo per l'inquinante: Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>).
- Tabella 5. Analisi dei dati rilevati nel periodo 2005-2009 nelle postazioni di monitoraggio di Bergamo per l'inquinante: Monossido di Carbonio (CO).
- Tabella 6. Analisi dei dati rilevati nelle postazioni di monitoraggio di Bergamo per l'inquinante: Ozono (O<sub>3</sub>).
- Tabella 7. Analisi dei dati rilevati nel periodo 2006-2009 nelle postazioni di monitoraggio di Bergamo per l'inquinante: Benzene.
- Tabella 8. Analisi dei dati rilevati nel periodo 2006-2009 nelle postazioni di monitoraggio di Bergamo per l'inquinante: PM10.
- Tabella 9. Schema delle fonti di emissioni suddivise in macrosettori dell'inventario INERMAR
- Tabella 10. Emissioni atmosferiche al 2007 nella provincia di Bergamo e contributo percentuale del Comune di Bergamo (dati espressi in tonnellate, per CO<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>eq in chilo tonnellate) - fonte dati INEMAR, tratto da RSA Comune di Bergamo.
- Tabella 11. Emissioni atmosferiche nel Comune di Bergamo, ordinate per macrosettori (2007 espressi in tonnellate, per CO<sub>2</sub>eq in chilo tonnellate.)
- Tabella 12. Tipologie e fonti dati disponibili per il Comune di Bergamo.
- Tabella 13. Consumi energetici articolati per settore di impiego e per vettore energetico, espressi in MWh e riferiti al periodo 2005-2007, con indicazione delle variazioni percentuali intervenute. Fonte dati CESTEC.
- Tabella 14. Raffronto dell'evoluzione dei consumi nel periodo, dati Provinciali – Regionali - Nazionali. Fonte dati Terna SpA.
- Tabella 15. Tabella dei consumi complessivi (MWh) di energia elettrica e termica, con variazione percentuale di periodo e ipotesi di consumo al 2020
- Tabella 16. Tabella dei consumi (MWh) per vettori energetici, nel periodo 2005/2009.
- Tabella 17. Tabella dei consumi complessivi (MWh) di energia elettrica e termica, con variazione percentuale di periodo e ipotesi di consumo al 2020
- Tabella 18. Tabella dei consumi (MWh) per tipologie di usi finali, nel periodo.
- Tabella 19. Tabella dei consumi di energia termica nel periodo, espressi in unità fisiche (mc).
- Tabella 20. Tabella delle utenze attive nel periodo, per vettore energetico e usi finali.
- Tabella 21. Tabella dei consumi complessivi (MWh) di energia elettrica e termica, con variazione percentuale di periodo e ipotesi di consumo al 2020.
- Tabella 22. Tabella dei consumi complessivi (MWh) per vettore energetico, e variazione media

percentuale di periodo.

- Tabella 23. Tabella dei consumi complessivi (MWh) di energia elettrica e termica, con variazione percentuale di periodo e ipotesi di consumo al 2020.
- Tabella 24. Tabella dei consumi complessivi (MWh) per vettore energetico, variazioni dei consumi in percentuale e variazione media percentuale di periodo.
- Tabella 25. Tabella dei consumi di energia e dei rendimenti di produzione nel periodo
- Tabella 26: Potenza installata progressivamente nel periodo 2006/2009 nel Comune di Bergamo. Stima della producibilità attesa e del risparmio di energia primaria attesa Fonte GSE
- Tabella 27: Dati relativi alla raccolta differenziata delle componenti biodegradabili (biomasse) nel Comune di Bergamo. Fonte: Piano Provinciale gestione rifiuti
- Tabella 28. Produzione idroelettrica dell'impianto posto presso il serbatoio S. Agostino, in Viale Vittorio Emanuele a Bergamo
- Tabella 29. Sintesi degli interventi di risparmio energetico comunicati a ENEA per l'ottenimento del contributo del 55%. Fonte: ENEA
- Tabella 30. Caratteristiche tecniche dei progetti autorizzati di pompe di calore geotermica nel Comune di Bergamo. Fonte: Provincia di Bergamo
- Tabella 31. Gli sviluppi della rete di Teleriscaldamento. Fonte A2A
- Tabella 32. Bilancio energetico del Comune di Bergamo al 2005
- Tabella 33. Bilancio energetico del Comune di Bergamo al 2009
- Tabella 34. Bilancio energetico nazionale – Anno 2008 (edizione più recente disponibile). Fonte: Enea - Ministero dello Sviluppo Economico.
- Tabella 35 Emissione per settore e vettore energetico CESTEC-SIRENA, anno 2005
- Tabella 36 Emissione per settore e vettore energetico CESTEC-SIRENA, anno 2006
- Tabella 37 Emissione per settore e vettore energetico CESTEC-SIRENA, anno 2007
- Tabella 38. Potere calorifico dei vari combustibili. Fonte dati IPCC
- Tabella 39. Emissioni di CO<sub>2</sub> – Anno 2005
- Tabella 40. Emissioni di CO<sub>2</sub> – Anno 2009
- Tabella 41. Stima dei consumi al 2020
- Tabella 42. Variazioni dei consumi e degli impieghi finali di energia nel periodo 2005-2009 e ipotesi al 2020. I dati sono espressi in tep (tonnellate equivalenti di petrolio.)
- Tabella 43. Ambiti di intervento

## Glossario dei termini tecnici

### **Acronimi**

ACI	Automobil Club Italiano
AEEG	Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas
ALER	Azienda Lombarda per l'Edilizia Residenziale
AMNU	Azienda Municipalizzata Nettezza Urbana
ARPA	Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente
BAS	Bergamo Ambiente e Servizi
CESTEC	CEntro per lo Sviluppo Tecnologico, l'Energia e la Competitività
COP3	Conference of the Parties n.3, conferenza delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici
DPEFR	Documento di Programmazione Economica Finanziaria Regionale
ENEA	Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, per lo sviluppo economico sostenibile; è un ente pubblico italiano che opera nei settori dell'energia, dell'ambiente e delle nuove tecnologie a supporto delle politiche di competitività e di sviluppo sostenibile
ETS	Emission Trading System, sistema di scambio delle quote
FER	Fonti di Energia Rinnovabile
GSE	Gestore Servizi Energetici
INEMAR	INventario delle EMissioni in Aria di Regione Lombardia
PAEE	Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica
PAES	Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile
PEC	Piano Energetico Comunale
PER	Programma Energetico Regionale
PGT	Piano di Governo del Territorio ai sensi della Legge Regionale n.12/2005
PIL	Prodotto Interno Lordo
PLS	Piano per una Lombardia Sostenibile
PRG	Piano Regolatore Generale ai sensi della L. 1150/1942
PUM	Piano Urbano Mobilità
PUT	Piano Urbano del Traffico
RSA	Relazione sullo Stato dell'Ambiente Strategica come introdotta dalla direttiva europea 42/2001/CE.
SEAP	Sustainable Energy Action Plan
SIRENA	Sistema Informativo Regionale Energia ed Ambiente
TEOM	Tapered Element Oscillating Microbalance – metodo di misurazione a bilancia oscillante per misurare le concentrazioni di PM10
TPL	Trasporto Pubblico Locale
TLR	teleriscaldamento
UE	Unione Europea
VAS	Valutazione Ambientale Strategica

**Unità di Misura**

Tep	tonnellate equivalenti di petrolio – unità di misura dell'energia
MTep	milioni di Tep
GWh	Gigawattora – unità di misura pratica dell'energia corrispondente a $10^9$ Wh
MWh	Megawattora– unità di misura pratica dell'energia corrispondente a $10^6$ Wh
KWp	chilowatt picco - è l'unità di misura della potenza teorica massima producibile da un generatore elettrico o viceversa la potenza teorica massima assorbibile da un carico elettrico.
ppm	parti per milione – unità di misura della concentrazione di una sostanza pari rapporto di misura tra quantità misurate omogenee (vol/vol, massa/massa, ecc.)
Kmq	chilometro quadrato
Ha	ettaro
Mc	metro cubo
µg	microgrammo, milionesima parte del grammo

**Sostanze Inquinanti**

CO <sub>2</sub> eq	anidride carbonica equivalente: unità di misura utilizzata per misurare il GWP ( <i>Global Warming Potential</i> ) dei gas serra, ovvero il loro potenziale di riscaldamento globale.
SO <sub>2</sub>	anidride solforosa
NO <sub>2</sub>	biossido di azoto
NOx	ossidi di Azoto
CO	monossido di carbonio
COV	composti organici volatili
CH <sub>4</sub>	metano
O <sub>3</sub>	ozono
PM10	particolato sottile
PM 2,5	particolato ultrasottile
PTS	particolato totale sospeso

**Parametri di conversione**

$$1 \text{ Wh} = 1 \text{ W} \times 3.600 \text{ s} = 3.600 \text{ Ws} = 3.600 \text{ J}$$

$$1 \text{ mc (di gas naturale)} = 8.250 \text{ Kcal}$$

$$1 \text{ Kcal} = 4,186 \text{ Joule}$$

$$1 \text{ Kwh} = 860 \text{ Kcal}$$

$$1 \text{ Tep} = 10^7 \text{ Kcal}$$

$$1 \text{ Tep} = 11.627,9 \text{ kWh}$$