



**fondazione  
cariplo**



# **Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile**

## **Comune di Cesate**

**IL BILANCIO ENERGETICO-AMBIENTALE**  
*Baseline emission inventory*

Febbraio 2012

**AMBIENTEITALIA**

**Impostazione e redazione a cura di:**

Mario Incarnati  
Filippo Liodice  
Chiara Lazzari

## Sommario

1	Premessa metodologica.....	4
2	Gli assetti socio-economici del territorio .....	8
2.1	L'evoluzione della popolazione e delle famiglie .....	8
3	L'evoluzione dei consumi energetici e delle emissioni di CO <sub>2</sub> .....	17
3.1	Il bilancio energetico comunale dei consumi .....	17
3.2	La produzione di energia nel territorio comunale .....	22
3.3	Il bilancio delle emissioni.....	25
3.3.1	I fattori di emissione al consumo della CO <sub>2</sub> .....	25
3.3.2	Il bilancio delle emissioni di CO <sub>2</sub> .....	26
4	Il settore residenziale .....	32
4.1	I dati di bilancio .....	32
4.2	L'analisi dei consumi termici.....	35
4.3	L'analisi dei consumi termici.....	35
4.3.1	I fabbricati residenziali.....	35
4.3.2	Le unità abitative .....	37
4.3.3	Le condizioni climatiche locali .....	44
4.3.4	I parametri termofisici per il calcolo del fabbisogno dell'involucro .....	48
4.3.5	Gli impianti termici.....	49
4.3.6	Il carico termico totale per il riscaldamento.....	54
4.4	Gli usi elettrici nel settore residenziale .....	60
5	Il settore terziario.....	68
5.1	I dati di bilancio .....	68
5.2	Gli edifici pubblici .....	71
5.3	L'illuminazione pubblica comunale .....	74
5.4	Le lampade semaforiche .....	76
6	Il settore dei trasporti.....	78
6.1	I dati di bilancio .....	78
6.2	Il parco veicolare .....	81
6.3	Il modello di simulazione dei principali flussi di traffico .....	91
6.3.1	I criteri di costruzione del modello di simulazione .....	91
6.3.2	Gli accessi e le principali polarità .....	92
6.3.3	I flussi di spostamento.....	93
6.4	Le autovetture a servizio degli Uffici comunali.....	95
7	Il settore dell'industria e dell'agricoltura .....	97
7.1	I dati di bilancio .....	97

## **1 PREMESSA METODOLOGICA**

Nel corso degli ultimi anni le problematiche relative alla gestione delle risorse energetiche stanno assumendo una posizione centrale nel contesto dello sviluppo sostenibile: sia perché l'energia è una componente essenziale dello sviluppo e sia perché i sistemi di produzione energetica maggiormente diffusi risultano ad oggi portatori della quota maggiore di responsabilità nei confronti della instabilità climatica. Infatti, i gas climalteranti sono, ormai, considerati un indicatore di impatto ambientale dei sistemi di trasformazione ed uso dell'energia ai vari livelli (globale, nazionale, regionale e locale).

Per queste ragioni, in generale, nell'ambito delle politiche energetiche vi è consenso sul fatto di andare verso un sistema energetico maggiormente sostenibile rispetto agli assetti attuali attraverso tre principali direzioni di attività:

- maggiore efficienza e razionalizzazione dei consumi;
- modalità innovative, più pulite e più efficienti di produzione e trasformazione dell'energia
- ricorso sempre più ampio alla produzione di energia da fonte rinnovabile.

La spinta verso modelli di sostenibilità nella gestione energetica si contestualizza in una fase in cui lo stesso modo di costruire politiche energetiche si sta evolvendo sia a livello internazionale che ai vari livelli governativi sotto ordinati.

In questo contesto si inserisce la strategia integrata in materia di energia e cambiamenti climatici, adottata definitivamente dal Parlamento europeo e dai vari stati membri il 6 aprile 2009 e che fissa obiettivi ambiziosi al 2020. L'obiettivo fondamentale delle scelte messe in atto dalla Commissione europea è quello, al seguito della Pianificazione di Kyoto, di indirizzare l'Europa verso un futuro sostenibile, attraverso lo sviluppo di un'economia basata su basse emissioni di CO<sub>2</sub> ed elevata efficienza energetica.

Le scelte della Commissione europea si declinano in tre principali obiettivi:

- ridurre i gas di serra del 20 %
- ridurre i consumi energetici del 20 % attraverso un incremento dell'efficienza energetica
- soddisfare il 20 % del fabbisogno di energia mediante la produzione da fonti rinnovabili.

L'Europa declina quest'ultimo obiettivo a livello nazionale, assegnando ai vari stati membri una quota obiettivo energia, prodotta da fonte rinnovabile e calcolata sul consumo finale di energia al 2020. La quota identificata per l'Italia è pari al 17 %, contro il 5,2 % calcolato come stato di fatto al 2005. L'11 giugno 2010 l'Italia ha adottato un "Piano Nazionale d'Azione per le rinnovabili" che contiene le modalità che s'intendono perseguire per il raggiungimento dell'obiettivo al 2020.

Come già al Tavolo di Kyoto anche nel Pacchetto clima-energia trova declinazione, a livello nazionale, l'obiettivo di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra. All'Italia è assegnato per il 2020 un obiettivo di riduzione delle emissioni pari al -13 %, rispetto ai livelli di emissione del 2005.

Gli stringenti obiettivi di Bruxelles pianificano un capovolgimento degli assetti energetici internazionali contemplando per gli stati membri dell'Unione Europea la necessità di una crescente "dipendenza" dalle fonti rinnovabili e obbligando ad una profonda ristrutturazione delle politiche nazionali e locali nella direzione di un modello di generazione distribuita che modifica profondamente anche il rapporto fra energia, territorio, natura, assetti urbani.

L'Italia non mette oggi la prima pietra in termini di trasformazione delle politiche locali: sono tanti i comuni autonomi da un punto di vista termico ed elettrico ed anche alcune Regioni hanno già intrapreso la via di una corretta pianificazione godendo già dei vantaggi sia in termini di risparmio economico in bolletta, che di maggiore qualità dell'aria, che di nuovi posti di lavoro e prospettive di ricerca derivanti dall'adozione di questa nuova tipologia di economia.

Sono ancora però la più parte gli ambiti in cui le modalità di ragionare sull'energia risultano ferme di qualche secolo basandosi su MW installati per impianto. Ma non è più questa la chiave di lettura adeguata in un modello energetico che a livello internazionale vuole avvicinare la domanda di energia alla sua produzione più efficiente trasformando assetti e politiche urbane ormai ferme da alcuni anni. Chiamare in causa le politiche urbane vuol dire riempire di pannelli solari i tetti delle città integrando la produzione di calore ed elettricità con gli impianti da FER, con la cogenerazione, con le reti di teleriscaldamento. È necessario definire strategie che a livello locale integrino le rinnovabili nel tessuto urbano, industriale, agricolo.

In questo senso è strategica la riconversione del settore delle costruzioni per ridurre i consumi energetici e le emissioni di gas di serra: occorre unire programmi di riqualificazione dell'edificato esistente e di cogenza stretta per il nuovo costruito ad una diffusione di fonti rinnovabili sugli edifici capaci di soddisfare almeno in parte il fabbisogno delle utenze, decrementandone la bolletta energetica. È evidente la portata in termini di opportunità di questo nuovo modo di pensare il rapporto fra energia e territorio, la qualità e sostenibilità delle trasformazioni urbanistiche.

È quindi necessario per i Comuni valutare attraverso quali azioni e strumenti le funzioni di un Ente Locale possano esplicitarsi e dimostrarsi incisive nel momento di orientare e selezionare le scelte in campo energetico sul proprio territorio.

In questo contesto si inserisce l'iniziativa "Patto dei sindaci" promossa dalla Commissione Europea e mirata a coinvolgere le città europee nel percorso verso la sostenibilità energetica ed ambientale. Questa iniziativa, di tipo volontario, impegna le città aderenti a predisporre piani d'azione (PAES – Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile) finalizzati a ridurre di oltre il 20 % le proprie emissioni di gas serra attraverso politiche locali che migliorino l'efficienza energetica, aumentino il ricorso alle fonti di energia rinnovabile e stimolino il risparmio energetico e l'uso razionale dell'energia.

La redazione del P.A.E.S. per il Comune di Cesate si pone dunque come obiettivo generale quello di individuare il mix ottimale di azioni e strumenti in grado di garantire:

- lo sviluppo di un sistema energetico efficiente e sostenibile che dia priorità al risparmio energetico e alle fonti rinnovabili come strumenti per la riduzione dei consumi di fonti fossili e delle emissioni di CO<sub>2</sub> e come strumenti per una maggiore tutela ambientale;
- lo sviluppo di un sistema energetico efficiente e sostenibile che risulti coerente con le principali variabili socio-economiche e territoriali locali.

L'obiettivo trasversale a tutta l'azione è quello di ridurre consumi ed emissioni, in linea con gli obiettivi della Commissione Europea e incrementare la quota di energia prodotta da fonte rinnovabile.

Il presente strumento si basa su un approccio integrato in grado di mettere in evidenza la necessità di progettare le attività sul lato dell'offerta di energia in funzione della domanda di energia, presente e futura, dopo aver dato a quest'ultima una forma di razionalità che ne riduca la dimensione.

Le attività messe in atto per la redazione di questo documento seguono le linee guida preparate dal Joint Research Centre (J.R.C.) per conto della Commissione Europea.

Gli obiettivi specifici che il Comune si è posto, in sede di redazione di questa parte del documenti di PAES, sono schematizzabili in:

- analisi energetico-ambientale del territorio e delle attività che insistono su di esso, tramite ricostruzione del bilancio energetico e predisposizione inventario delle emissioni di gas serra e altri inquinanti. L'approccio metodologico che è stato seguito può essere sinteticamente riassunto nei punti seguenti:
  - quantificazione dei flussi di energia e ricostruzione della loro evoluzione temporale (se disponibili dati in serie storica), della loro distribuzione fra i diversi vettori energetici, settori di impiego e usi finali;
  - analisi della produzione locale di energia per impianti di potenza inferiore a 20 MW e comunque non inclusi nel sistema ETS;
  - ricostruzione dell'assetto delle emissioni di gas di serra associate al sistema energetico locale.

La strategia di analisi e simulazione messa in atto ha il vantaggio, attraverso un approccio multiplo (top-down e bottom-up), da un lato di validare i risultati di bilancio con maggiore sicurezza e, dall'altro, di consentire la simulazione e valutazione degli interventi di risparmio calibrati quantitativamente.

Questa parte del documento di PAES è dedicato alla ricostruzione della baseline di partenza, aggiornata al 2009.

Scopo di questa prima fase di analisi è la conoscenza e descrizione approfondita del sistema energetico locale e cioè della struttura della domanda e dell'offerta di energia sul territorio del Comune. Tale analisi rappresenta un importante strumento di supporto operativo per la pianificazione energetica, non limitandosi a "fotografare" la situazione attuale, ma fornendo strumenti analitici e interpretativi della situazione energetica, della sua configurazione a livello territoriale e a livello settoriale. Da ciò deriva la possibilità di

indirizzare opportunamente le nuove azioni e le nuove iniziative finalizzate all'incremento della sostenibilità del sistema energetico nel suo complesso.

L'analisi del sistema energetico ha inizio dalla ricostruzione del bilancio energetico e della sua evoluzione temporale, procedendo secondo un approccio di tipo top - down, cioè a partire da dati aggregati.

Il primo passo per la definizione del bilancio energetico consiste nella predisposizione di una banca dati relativa ai consumi o alle vendite dei diversi vettori energetici, con una suddivisione in base alle aree di consumo finale e per i diversi vettori energetici statisticamente rilevabili.

Il livello di dettaglio realizzato per questa prima analisi riguarda tutti i vettori energetici utilizzati e i settori di impiego finale: usi civili (residenziale e terziario), industria, agricoltura e trasporti. In bilancio l'Amministrazione ha deciso di non includere il settore produttivo pur conservando in questo documento i dati finali di consumo del settore per completezza dell'analisi.

Gli approfondimenti sul lato dell'offerta di energia riguardano lo studio delle modalità attraverso le quali il settore energetico garantisce l'approvvigionamento dei diversi vettori sul mercato. Si tratta, in sintesi, di individuare il mix di fonti primarie attualmente utilizzate, sia per quanto riguarda le fonti fossili sia per le fonti rinnovabili. Si acquisiscono ed elaborano informazioni riguardanti gli impianti di produzione/trasformazione di energia presenti sul territorio comunale considerando le tipologie impiantistiche, la potenza installata, il tipo e la quantità di fonti primarie utilizzate, ecc. Tale valutazione avviene anche in relazione a ciò che succede fuori dal territorio del Comune, ma da questo determinato, applicando un principio di responsabilità.

## 2 GLI ASSETTI SOCIO-ECONOMICI DEL TERRITORIO

L'analisi di alcuni indicatori di contesto, legati in maniera preponderante agli assetti demografici di un territorio, risulta necessaria al fine di poter leggere ed interpretare correttamente gli andamenti dei consumi energetici, comprendendone le cause specifiche. In questo senso, nelle prossime pagine, attraverso un'analisi prevalentemente statistica, saranno descritti alcuni indicatori di inquadramento generale del territorio legati ai residenti, all'aggregazione dei nuclei familiari, fino ad analisi più specifiche sugli andamenti delle nuove costruzioni e sullo sviluppo urbano (descritti nel capitolo dedicato all'edilizia residenziale). Gli indicatori selezionati, in modo diretto o indiretto, risultano correlati all'andamento dei consumi energetici, in particolar modo del settore residenziale ma anche in relazione alla domanda di servizi da parte del Comune.

### 2.1 L'evoluzione della popolazione e delle famiglie

L'evoluzione della popolazione è descritta a partire dal 1982 (sulla base della disponibilità dei dati elaborati da Istat nei suoi vari censimenti e nelle ricostruzioni intercensuarie) fino al 2009, avendo come riferimento la popolazione al 1° gennaio di ogni anno.

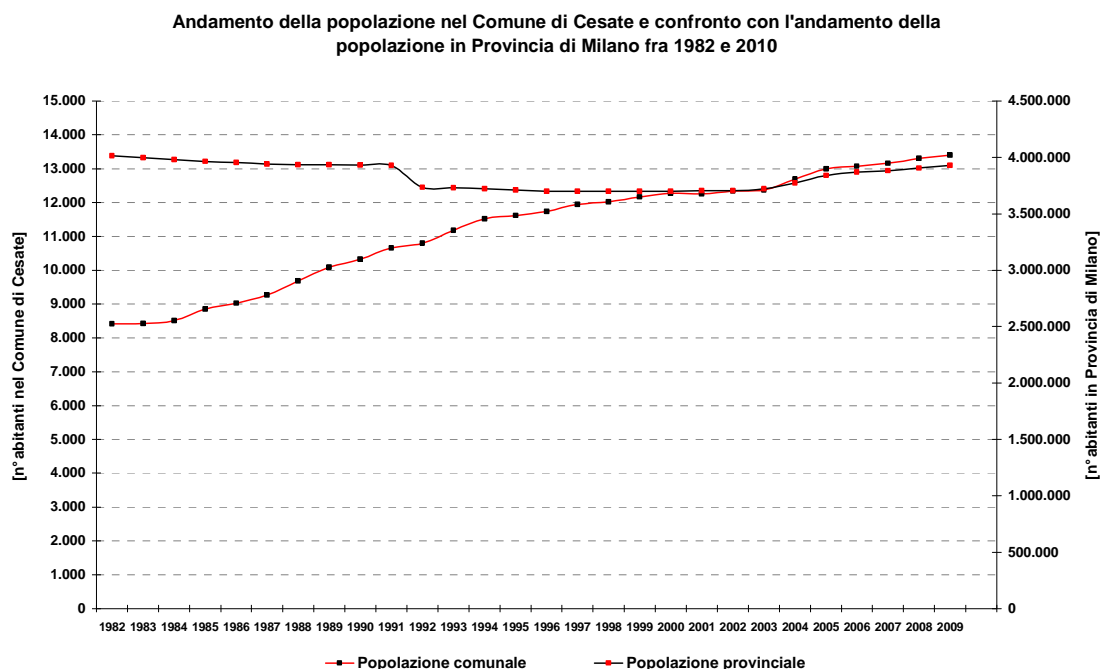


Grafico 2.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.



Come evidenziato dal Grafico 2.1, la popolazione comunale, nel corso del ventennio analizzato, si registra in costante crescita:

- fra 1982 e 1991 la popolazione cresce di circa 2.238 unità;
- nel secondo decennio analizzato la popolazione cresce con un ritmo più contenuto incrementandosi al 2001 rispetto al 1991 di circa 1.608 abitanti;
- infine, fra 2001 e 2009 la crescita ammonta a circa 1.147 unità.

Complessivamente, nei 27 anni analizzati la crescita è di circa 5.000 abitanti pari al + 47 % nel 2009 rispetto a quanto registrato da Istat nel 1982.

Confrontando la popolazione comunale con gli andamenti registrati in provincia si evidenzia una curva differente in termini di inclinazione: la popolazione milanese complessiva, infatti, tende a decrescere nei primi due decenni rispetto a quanto evidenziato a livello comunale, invece nell'ultimo decennio si è verificato un leggero incremento costante e comparabile con la curva demografica del comune oggetto di analisi.

In particolare, valutando le variazioni percentuali:

- fra 1982 e 1991 la popolazione comunale cresce del 24 % circa, mentre quella provinciale tende a decrescere di poco più del 2 %;
- fra 1992 e 2001 la popolazione nel Comune di Cesate continua a crescere anche se con ritmi più bassi (14 % circa), mentre in provincia si registra un ulteriore decremento di più del 5 %;
- infine, nell'ultimo periodo analizzato, a livello comunale la crescita registrata è del 9 % mentre in provincia dal 2001 al 2009 si verifica un incremento demografico di circa il 6 %;
- nell'arco dei 27 anni oggetto di confronto la popolazione comunale si incrementa del 59 % mentre quella della Provincia evidenzia una piccola decrescita di circa 2 punti percentuali.

Percentualmente nel 1982 la popolazione comunale di Cesate incideva sulla popolazione complessiva della Provincia di Milano in quota percentuale pari allo 0,21 %. Nel 2009 il peso percentuale, sempre sulla Provincia s'incrementa fino allo 0,34 %. La curva descritta dal grafico seguente sintetizza questo incremento del peso percentuale del Comune rispetto alla Provincia.

E' possibile valutare anche l'incidenza di questa forte crescita nel corso dei singoli anni analizzati. A livello medio, la crescita risulta pari all' 1,7 % annuo rispetto all'anno precedente a livello comunale; al livello Provinciale, al contrario, nel trentennio oggetto di analisi, si evidenzia una popolazione complessivamente stabile. Il Grafico 2.3 seguente descrive l'andamento nel corso delle varie annualità della crescita o decrescita percentuale annua della popolazione nel Comune di Cesate e in Provincia di Milano.

Peso percentuale del Comune di Cesate sulla popolazione della Provincia di Milano

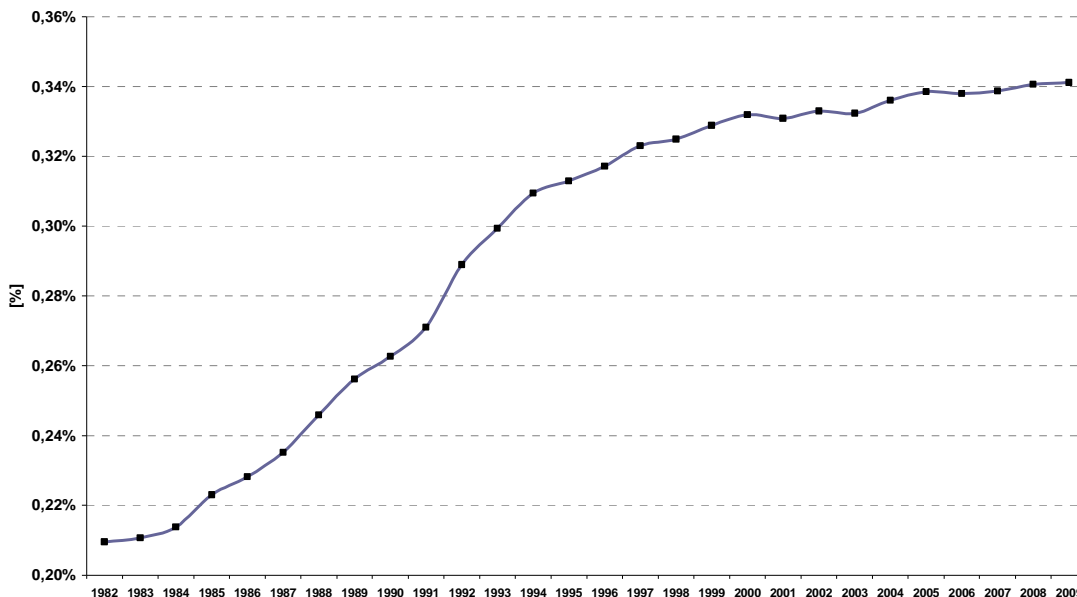


Grafico 2.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Riduzione o incrementi percentuali della popolazione a Cesate e in Provincia di Milano fra 1983 e 2010 rispetto all'anno precedente

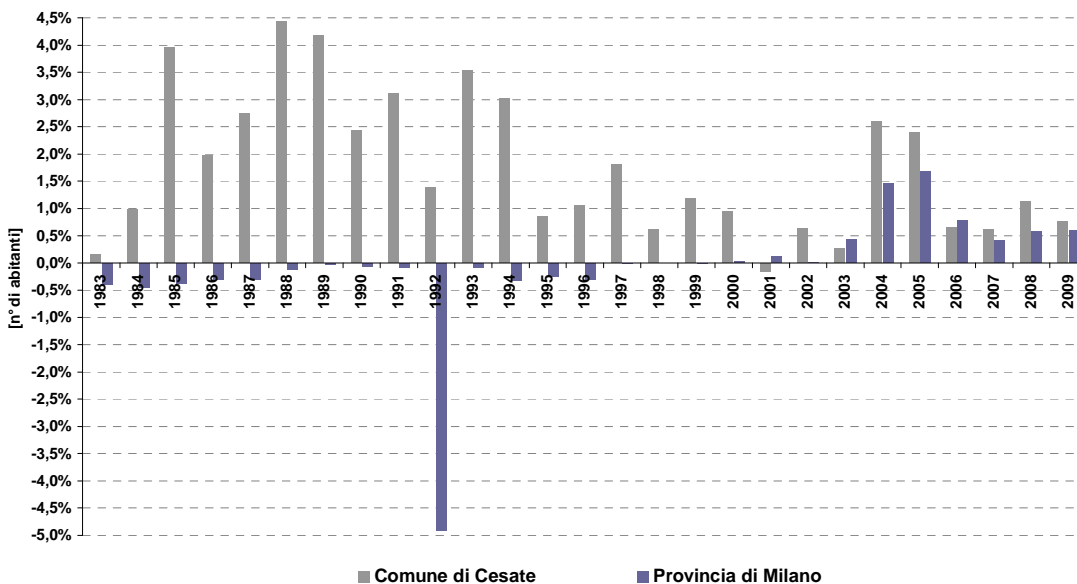


Grafico 2.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

I nuclei familiari che nel 2009 risultano registrati nel Comune di Cesate, in base alle statistiche comunali, risultano pari a 5.550. Fra 2001 (primo anno disponibile per la statistica anagrafica comunale) e 2009 sono circa 918 le famiglie in più (nel 2001 erano 4.631 le famiglie residenti), facendo registrare una crescita complessiva dei nuclei familiari pari al + 18 % circa. Il Grafico 2.4 riporta l'andamento delle famiglie registrate nel Comune di Cesate in rapporto agli abitanti residenti nello stesso Comune.

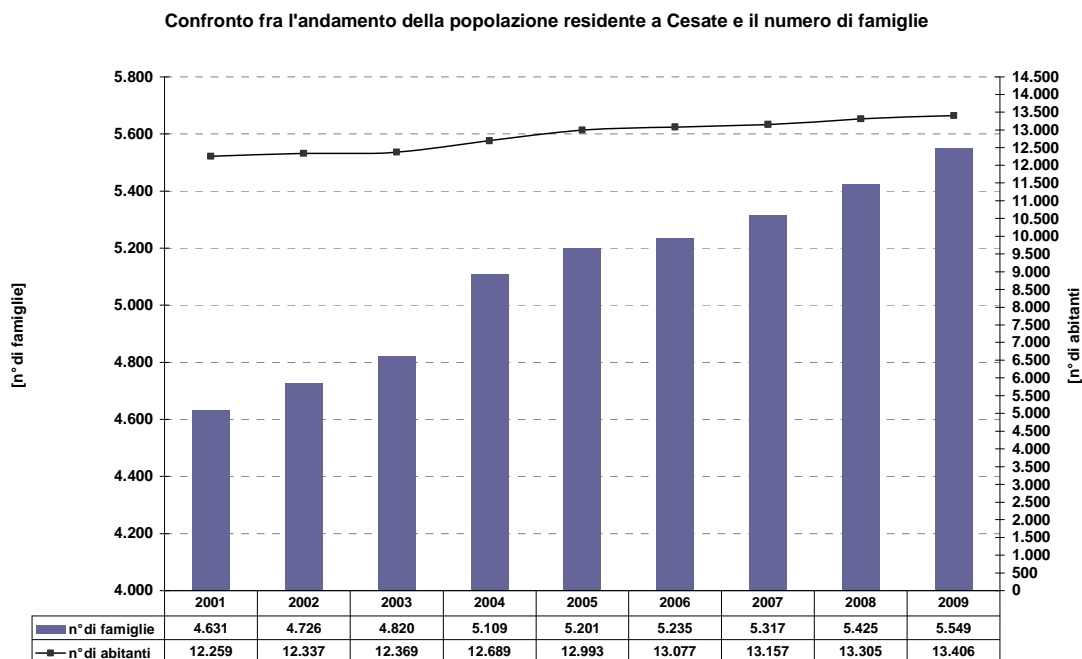


Grafico 2.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Emergono chiaramente alcuni dati rilevati:

- si può ritenere che l'andamento dei due indicatori risulti complessivamente omogeneo con leggere variazioni legate alla dimensione del nucleo familiare (le curve risultano confrontabili);
- la tendenza alla crescita dei nuclei familiari è costante su tutte le annualità analizzate;
- il tasso maggiore di crescita annua dei nuclei familiari è registrato fra il 2003 e il 2004;
- tassi di crescita più lenti si registrano invece nelle altre annualità.

I due grafici che seguono disaggregano i nuclei familiari per numero di componenti registrati rispettivamente nel 2001 e nel 1991.

Disaggregazione percentuale delle famiglie per numero di componenti del nucleo familiare, nel 1991

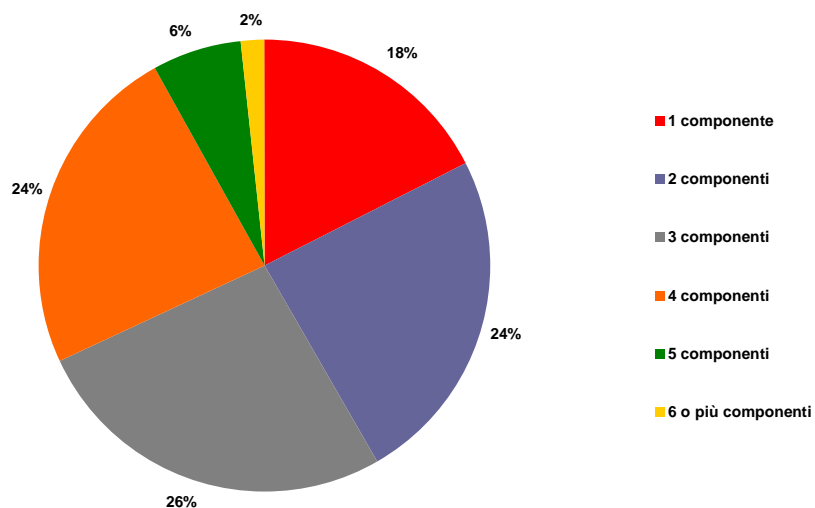


Grafico 2.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Disaggregazione percentuale delle famiglie per numero di componenti del nucleo familiare, nel 2001

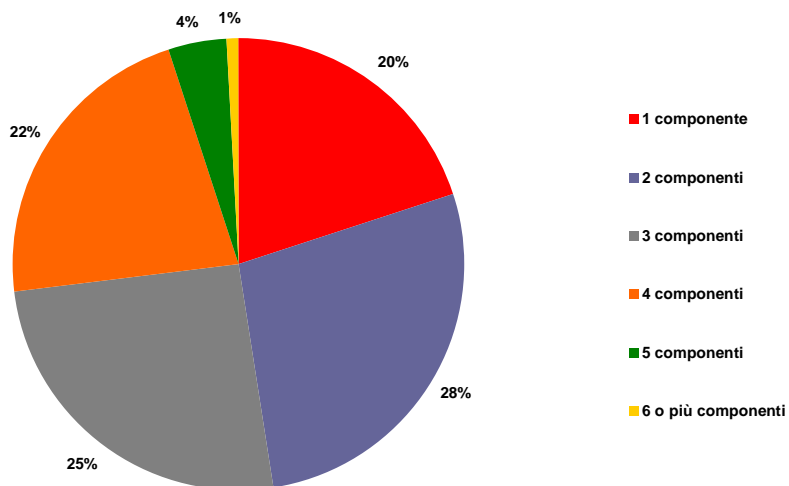
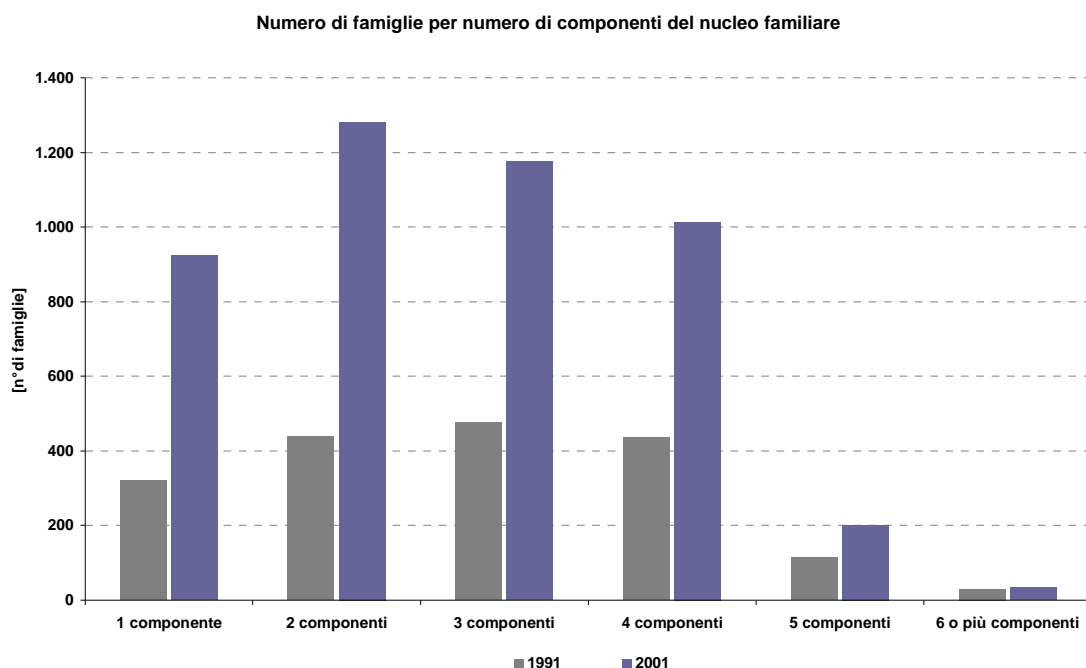


Grafico 2.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.



**Grafico 2.7** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Percentualmente fra il 1991 e il 2001:

- i nuclei mono-componente crescono di 604 unità (con un incremento dell'incidenza percentuale del 2 %);
- i nuclei bi-componente crescono di 842 unità (con un incremento dell'incidenza percentuale del 3 %);
- i nuclei da 3 componenti crescono di 701 unità (con un decremento dell'incidenza di 1 punto);
- i nuclei da 4 componenti s'incrementano di 576 unità (con un decremento dell'incidenza di 2 punti);
- i nuclei da 5 unità crescono di 86 unità (con un decremento dell'incidenza percentuale del 2 %);
- e i nuclei da 6 o più unità crescono di 4 unità (con un decremento dell'incidenza percentuale dell'1 %).

In valore assoluto, fra 1991 e 2001, si registra una crescita notevole di tutte le categorie di nucleo familiare come descritto dal grafico precedente.

Numero medio di componenti del nucleo familiare residente a Cesate fra 2001 e 2009

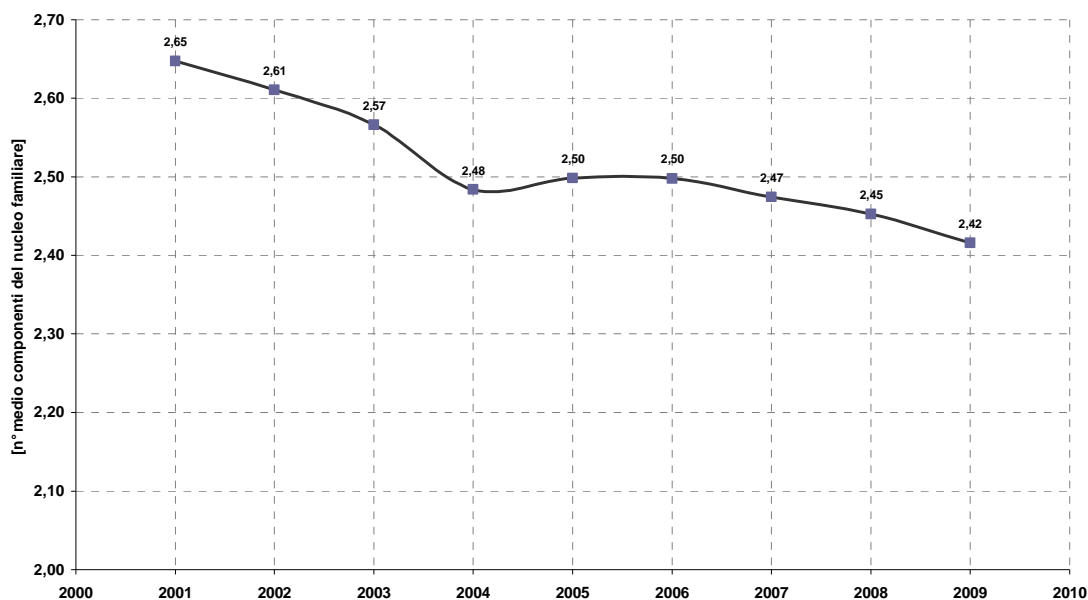


Grafico 2.8 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Il nucleo familiare medio è costituito, nel 2009, da circa 2,42 componenti e nel corso degli anni la tendenza evidenziata è verso una costante decrescita (il picco più alto è registrato nel 2001 con 2,65 componenti medi). Chiaramente, l'andamento di questo indicatore è direttamente correlato a quanto descritto nelle torte riportate ai grafici precedenti. E' interessante evidenziare come il decennio sia caratterizzato da una prima fase di decrescita costante (minimo nel 2004), interrotto da una piccola fase in controtendenza (2004-2006), per riprendere infine con un periodo di decrescita fino al 2009.

È importante correlare questi dati di carattere prettamente demografico sia all'evoluzione dei consumi energetici quanto alla richiesta di nuove abitazioni. Infatti, anche eventualmente a fronte di un andamento costante degli assetti demografici, la riduzione del numero medio di componenti del nucleo familiare, implica un incremento delle superfici abitate e una richiesta di nuove abitazioni di piccole-medie dimensioni oltre che significare un incremento dei consumi energetici, con stili di consumo e di permanenza nell'abitazione spesso totalmente differenti rispetto alle modalità consuete in passato.

Nei capitoli successivi, i dati riportati in questo paragrafo saranno più volte ripresi e correlati con analisi di carattere prettamente energetico.

Il Grafico che segue, infine, riporta la disaggregazione della popolazione registrata al 1° gennaio 2009 nel Comune di Cesate, per età dei residenti. Anche questa analisi risulta fondamentale per interpretare sia i dati di riduzione del nucleo familiare medio sia per valutare i potenziali di intervento da parte dei residenti. Una popolazione particolarmente anziana, infatti, in generale può essere intesa come potenzialmente meno interessata, più lenta, in relazione ai temi del retrofit energetico, per esempio, della propria

abitazione, piuttosto che dell'autovettura che utilizza o degli elettrodomestici che ha in casa.

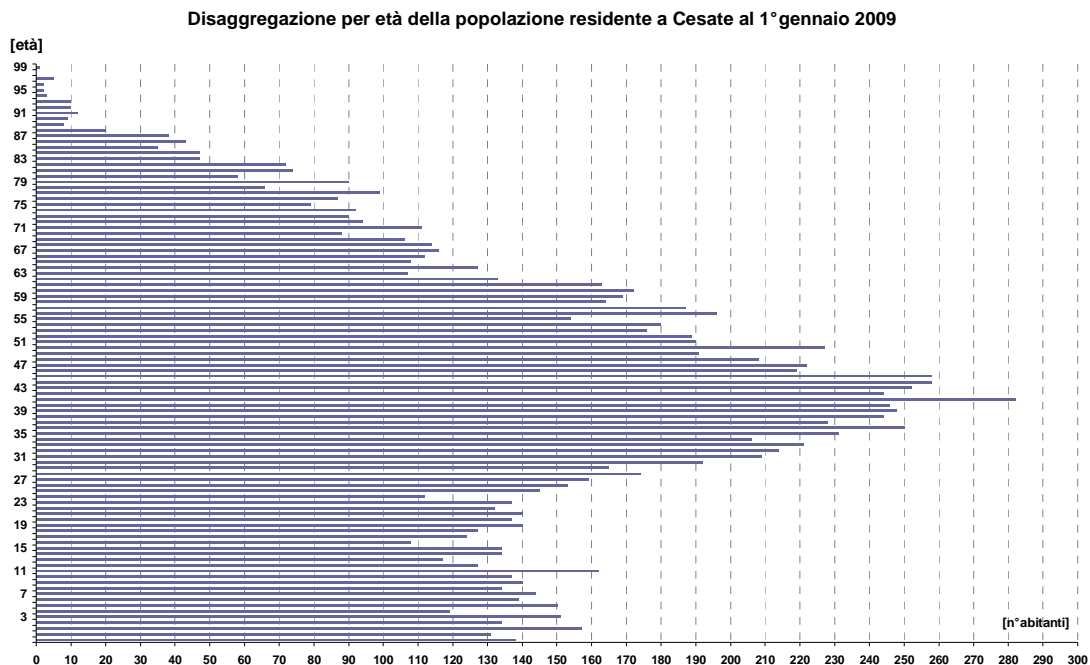


Grafico 2.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

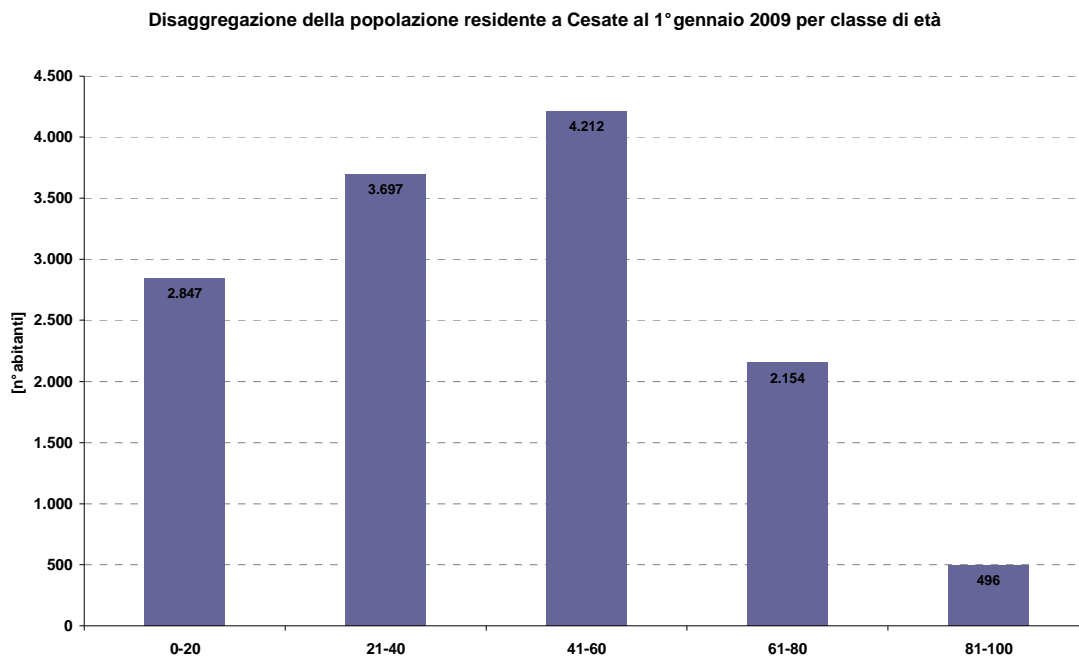


Grafico 2.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Il Grafico 2.10, aggregando per classi d'età, evidenzia la composizione della popolazione residente a Cesate:

- il 21 % della popolazione risulta essere sotto i 20 anni;
- il 28 % ha un'età compresa fra i 20 e i 40 anni;
- il 31 % ha un'età compresa fra i 40 e i 60 anni;
- il 16 % ha un'età compresa fra i 60 e gli 80 anni;
- e il 4 % degli abitanti ha più di 80 anni.

Si evidenzia, nel complesso, una popolazione abbastanza omogenea tipica dei comuni con una struttura dei nuclei familiari equilibrata.

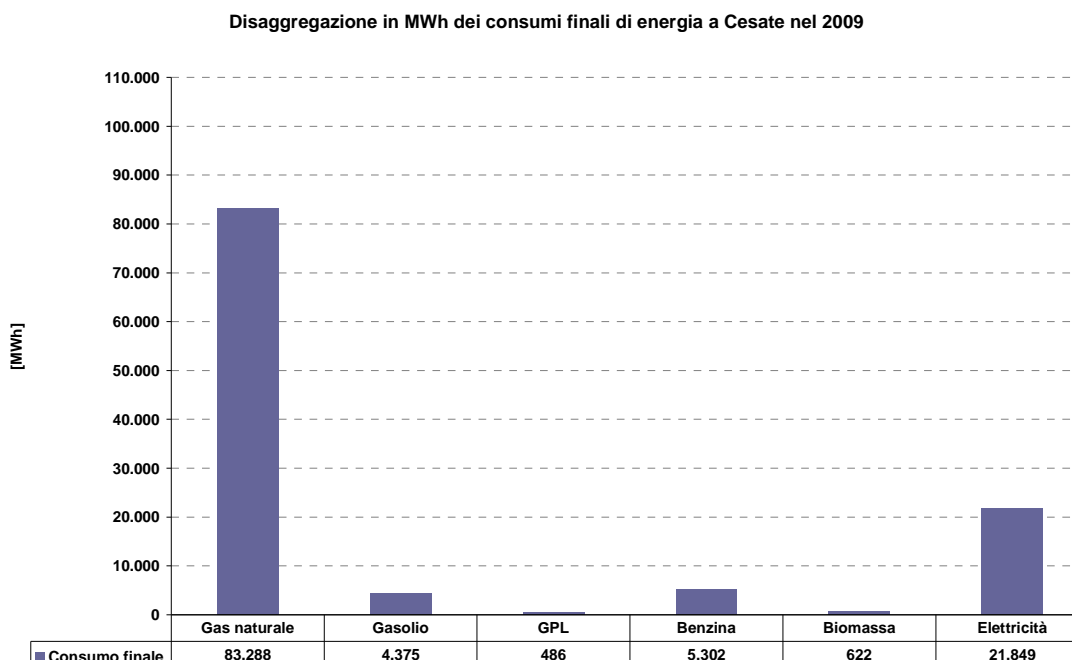


### 3 L'EVOLUZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI E DELLE EMISSIONI DI CO<sub>2</sub>

#### 3.1 Il bilancio energetico comunale dei consumi

Il quadro complessivo dei consumi energetici nel Comune di Cesate nel 2009 definisce un utilizzo di energia complessivo pari a circa 116 GWh, intesi come energia finale utilizzata dall'utenza complessiva. Per utenza complessiva si intende l'insieme delle utenze domestiche, terziarie, industriali e i consumi legati al trasporto privato al livello comunale, ai consumi energetici della flotta pubblica e all'alimentazione termica ed elettrica degli edifici pubblici. In questi consumi si include anche la quota di energia prodotta localmente da fonte rinnovabile.

La scelta dell'Amministrazione comunale di Cesate è stata quella di escludere dal bilancio energetico il settore industriale, in base alle indicazioni definite dalle Linee Guida del J.R.C. per la compilazione dei bilanci energetici. Si ritiene, infatti, che i consumi dell'industria, poco meno di 10 GWh nel Comune di Cesate, solo in piccolissima percentuale siano annettibili a un indotto riferibile al territorio comunale. Inoltre, si ritiene che l'Amministrazione comunale abbia poco potere decisionale nei confronti di questo settore e le politiche di riduzione delle emissioni complessive, in caso di inclusione di questo settore, dovrebbero essere più incisive su altri settori di attività per coprire la quota di riduzione annettibile al settore dell'industria. In questo capitolo si include l'industria al solo scopo di fornire un quadro completo delle informazioni e delle disaggregazioni finali dei consumi. Tuttavia, nelle sintesi in tabella disposte alla fine dello stesso capitolo si esclude la contabilizzazione del settore industriale. Il Grafico che segue disaggrega per vettore energetico le quantità annesse in bilancio.



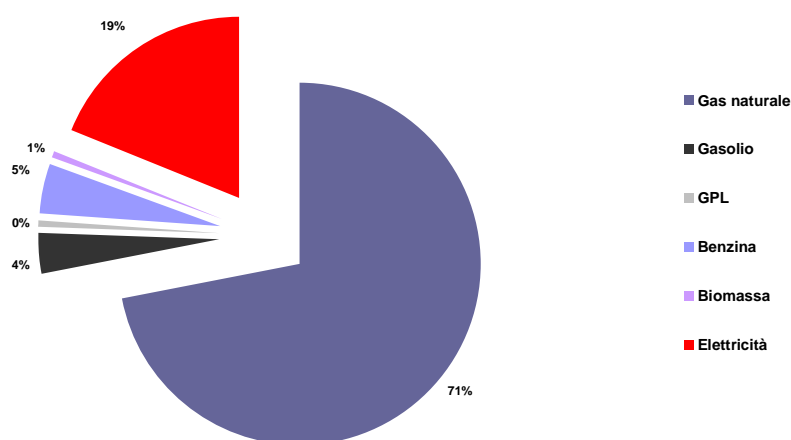
**Grafico 3.1** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

Il dato di consumo energetico finale risulta inclusivo anche delle quote di energia prodotta da fonte rinnovabile presenti sul territorio (fotovoltaico e impianti a biomassa). Risultando carenti i dati disaggregati in serie storica, non è stato possibile ricostruire andamenti completi dei consumi nel corso degli anni ma ci si è limitati all'annualità del 2009. Nelle analisi settoriali, dove disponibili i dati, sarà possibile valutare le dinamiche in serie storica per specifico settore o vettore energetico.

Riguardo alla ripartizione dei consumi generali per vettore energetico, le quote predominanti sono quelle annesse in bilancio per il gas naturale e l'energia elettrica. Risultano meno significative le quote di consumo legate a benzina, GPL, gasolio e biomassa.

Valutando la disaggregazione in quote percentuali dei singoli vettori energetici, misurate sul totale dei consumi, si evidenzia che il 71 % dei consumi è riferito al gas naturale, il 19 % all'energia elettrica e per quote rispettive del 4 %, del 5 % e dell'1 % al gasolio, alla benzina e al GPL. L'uso di biomassa è molto limitato e pesa circa l'1 % sui consumi complessivi. Il consumo finale di prodotti petroliferi assomma complessivamente una quota di incidenza pari al 9 % circa.

Disaggregazione percentuale dei consumi di Cesate al 2009 per vettore energetico



**Grafico 3.2** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

Per l'energia elettrica è possibile valutare l'andamento nel corso degli ultimi anni dei consumi. Il Grafico che segue riporta la curva dei consumi elettrici di Cesate fra 2006 e 2009. Dall'osservazione del grafico i consumi elettrici risultano essere piuttosto stabili, evidenziando una leggera decrescita soprattutto nell'ultima annualità (2008/2009) che fa registrare un calo pari a circa 1,5 GWh (- 6 %).

Andamento consumi elettrici complessivi registrati a Cesate fra 2006 e 2009

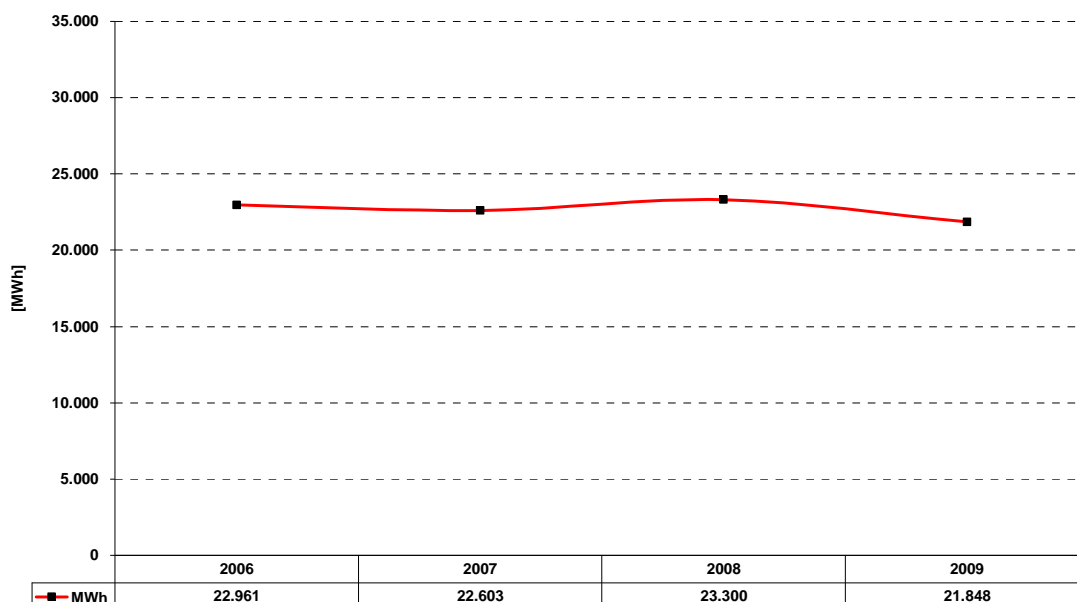


Grafico 3.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel distribuzione.

Il settore maggiormente incidente in termini di consumo risulta essere il settore della residenza che fa registrare circa 89 GWh di consumo, seguito in pari posizione da industria e terziario che fanno registrare poco più di 9 GWh per ognuno. Il settore dei trasporti, invece, consuma energia per poco meno di 8 GWh all'anno e, infine, il consumo energetico annettibile al settore agricolo risulta poco rilevante e pari a 500 MWh circa.

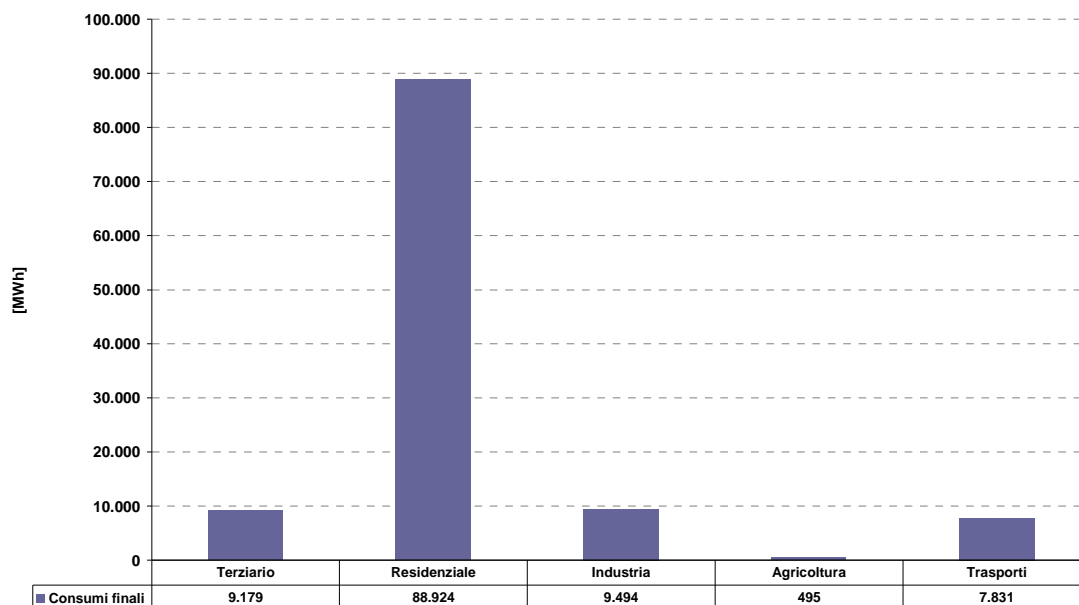
Nel settore trasporti il 99 % dei consumi è annettibile all'utilizzo del veicolo privato o all'utilizzo di veicoli commerciali, mentre il residuo punto percentuale si lega ai consumi di carburante dei mezzi della flotta pubblica.

Nel settore terziario, invece, la quota annettibile ai servizi pubblici si rileva molto più rilevante pesando per il 40 % circa; l'8 % è, invece, il peso del consumo elettrico per l'illuminazione pubblica e la quota residua del 52 % si lega ai servizi presenti nel territorio e annettibili al settore terziario (attività commerciali di vicinato, piccoli supermercati, uffici).

Il Grafico che segue riporta il dato di consumo complessivo suddiviso per settore di attività.

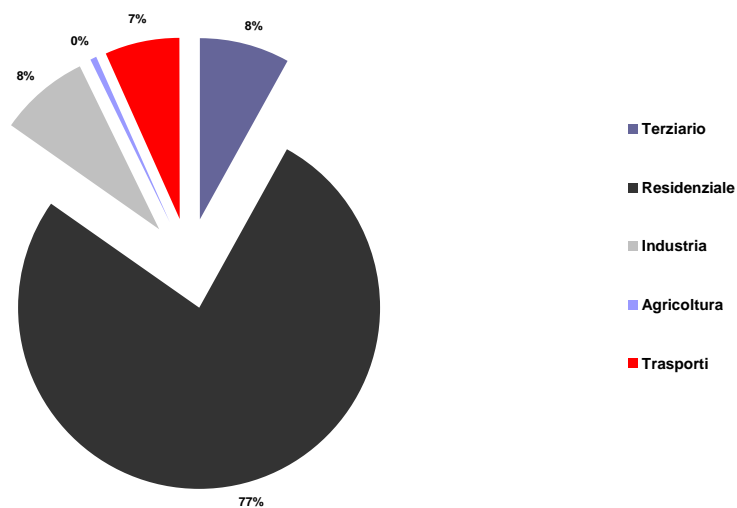
In valore percentuale il settore residenziale pesa per il 77 % circa sul bilancio complessivo, mentre l'industria e il terziario incidono rispettivamente per 8 punti sul consumo complessivo di energia e i trasporti incidono per 7 punti percentuali. Si conferma meno rilevante rispetto agli altri settori il peso del settore agricolo (meno di 1 punto percentuale).

Diasaggregazione dei consumi finali di energia per settore di attività a Cesate nel 2009



**Grafico 3.4** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

Disaggregazione percentuale dei consumi di Cesate al 2009 per settore di attività



**Grafico 3.5** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

E' possibile disaggregare il consumo elettrico per settore di attività e in serie storica. Osservando il grafico che segue risulta chiaro che la riduzione dei consumi elettrici a livello comunale risulta molto contenuta rispetto ad altre realtà e principalmente annettibile al settore industriale che fra 2006 e 2009 perde circa il 37 % dei consumi (- 2 GWh circa) e solo nell'ultimo anno perde circa il 30 % (- 1,2 GWh). Questa netta riduzione dei consumi elettrici è annettibile principalmente alla situazione attuale di crisi economica che tocca in modo significativo soprattutto il settore della produzione. In realtà, data la limitatezza del settore produttivo presente nel comune di Cesate, in valore assoluto, la riduzione dei consumi evidenziata risulta poco significativa.

Si evidenzia in leggero calo anche il consumo elettrico del settore terziario.

Consumi di energia elettrica per settore di attività a Cesate fra 2006 e 2009

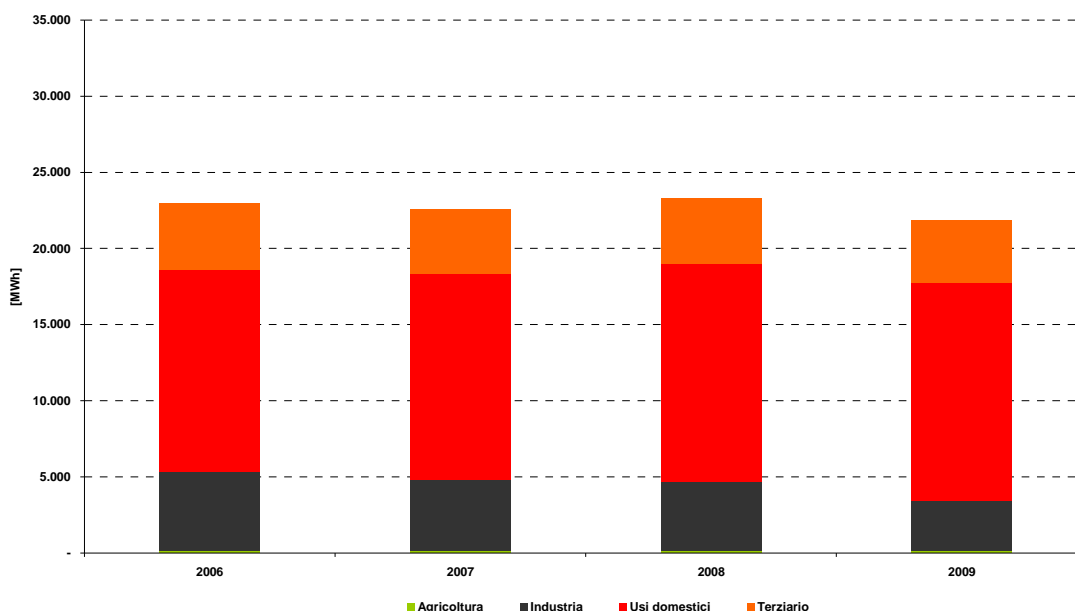


Grafico 3.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel distribuzione.

La tabella seguente sintetizza i dati di consumo inclusi in bilancio e sui quali si valuta la quota di riduzione delle emissioni, disaggregati per settore di appartenenza.

Settore	Consumi 2009 [MWh]
Edifici comunali	3.656
Edifici terziari	4.765
Edifici residenziali	88.924
Illuminazione pubblica comunale	758
Agricoltura	495
Flotta comunale	75
Trasporto privato	7.756
<b>Totale</b>	<b>106.428</b>

Tabella 3.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

La tabella che segue, invece, riporta i dati di bilancio riferiti ai singoli vettori energetici inclusi in bilancio.

Vettori energetici	Consumi [MWh]
Gas naturale	7.058
Gasolio	4.375
GPL	486
Benzina	5.302
Biomassa	622
Elettricità	18.585
<b>Totale</b>	<b>106.428</b>

Tabella 3.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

### 3.2 La produzione di energia nel territorio comunale

Una parte molto ridotta dell'energia elettrica consumata a livello comunale, in base alle indagini fatte, risulta prodotta localmente. Complessivamente essa incide in quota molto bassa inferiore al punto percentuale. In valore assoluto questa fetta di energia prodotta localmente ammonta a circa 42 MWh e deriva totalmente da impianti fotovoltaici di piccola taglia presenti nel territorio del Comune.

La potenza fotovoltaica complessivamente installata a Cesate nel 2009 risulta pari a circa 38 kW (9 impianti). È da sottolineare il notevole incremento della potenza fotovoltaica installata negli ultimi anni. Se analizziamo solo l'ultima annualità 2008-2009 l'aumento è di circa il 120 %.

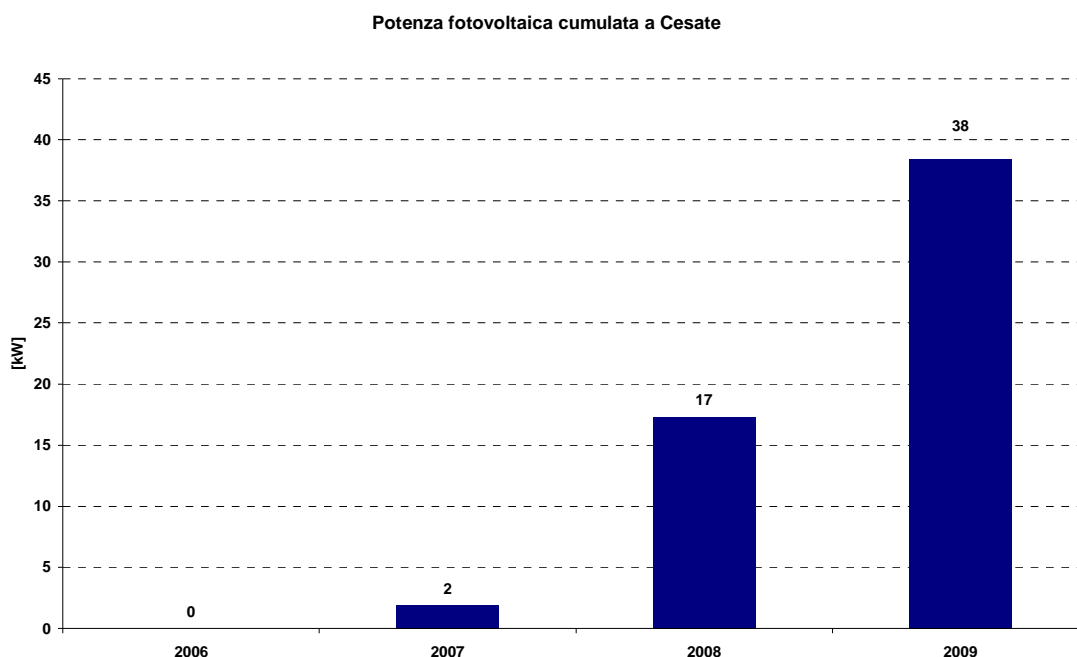


Grafico 3.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati GSE

Il Grafico che segue, invece, riporta la potenza fotovoltaica installata per singola annualità compresa fra 2007 e 2009 (annualità in cui è attivo il sistema di incentivazione del Conto Energia). Il picco di potenza installata si registra nel 2009, anno in cui è di 21 kW circa la potenza complessiva installata a Cesate.

Sulla base della potenza installata, considerando 1.090 ore equivalenti di funzionamento dell'impianto alla massima potenza, è stata calcolata la producibilità ipotetica di questi impianti. Il parametro di ore equivalenti di funzionamento tiene conto delle caratteristiche meteo-climatiche del Comune di Cesate oltre che di un'installazione mediata fra impianto integrato e impianto a terra (in modo da poter valutare in modo cautelativo l'influenza della ventilazione). È stato considerato un orientamento ottimale degli impianti al fine di massimizzarne la resa.

Secondo questi criteri si valuta per il 2009 una producibilità complessiva degli impianti pari a circa 42 MWh.

Infine, valutando per blocchi di potenza, emerge che al 2009 il parco impianti è costituito, da impianti di piccola taglia (6 impianti di potenza compresa fra 1-5 kW, 2 impianti fra 5-10 kW e un solo impianto fra 10-20 kW). Il Grafico 3.10 sintetizza la disaggregazione numerica e in termini di potenza complessiva installata riferita alle taglie di impianto.

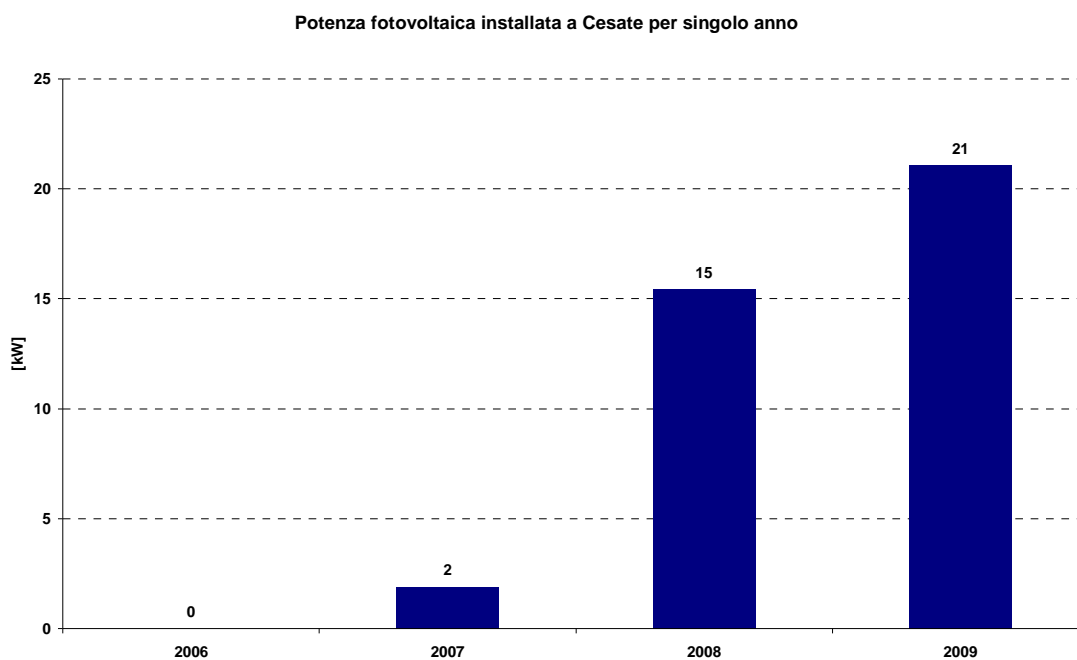


Grafico 3.8 Elaborazione Ambiente Italia su base dati GSE

Stima della producibilità cumulata (in MWh) degli impianti installati a Cesate

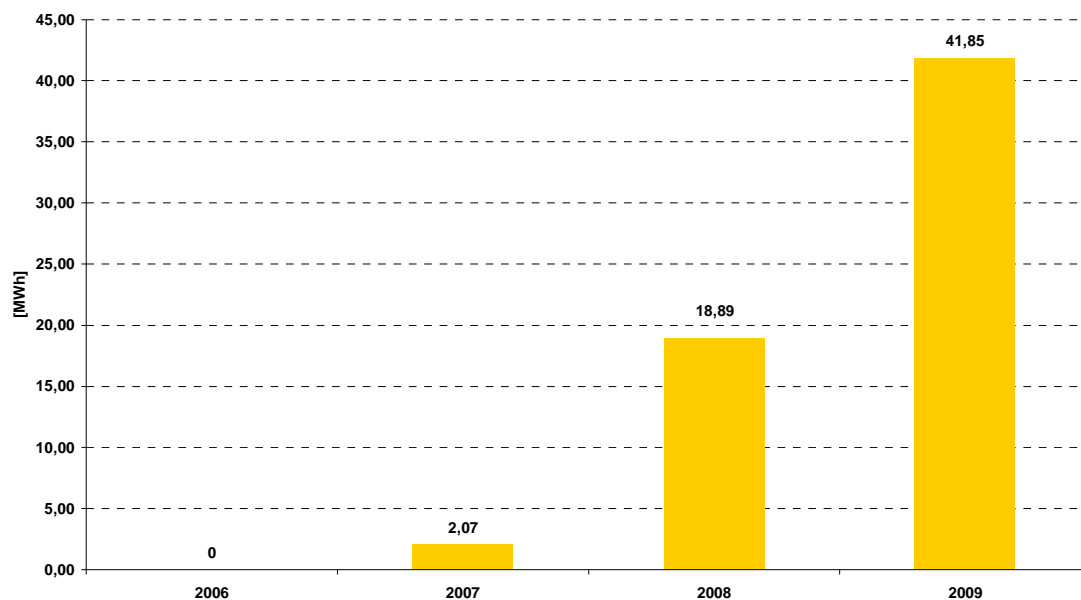


Grafico 3.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati GSE

Disaggregazione della potenza installata al 2009 e del numero di impianti per taglia di potenza degli stessi.

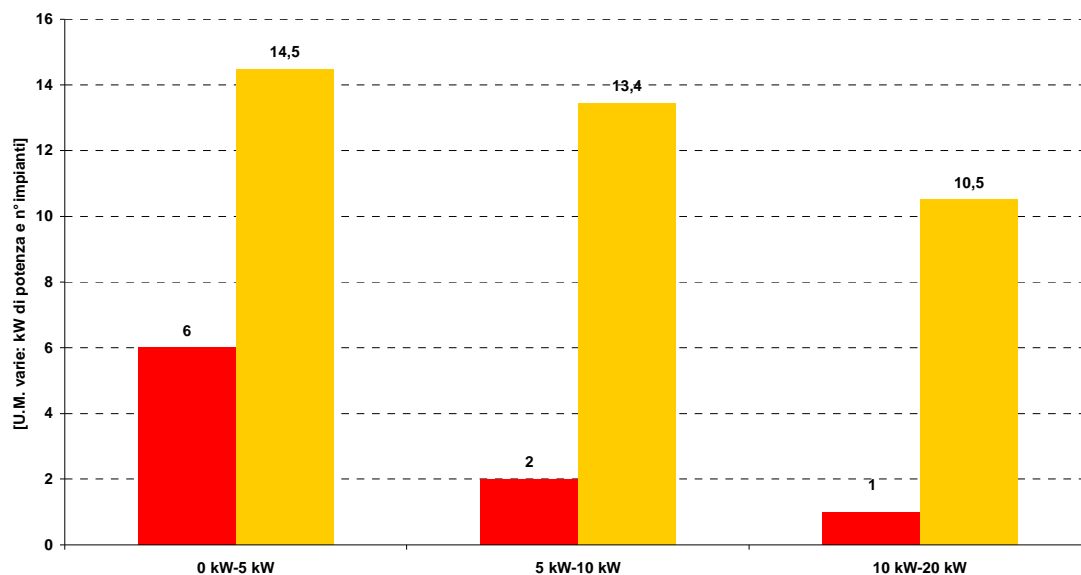


Grafico 3.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati GSE



### 3.3 Il bilancio delle emissioni

I gas di serra che derivano dai processi energetici sono essenzialmente l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), il metano (CH<sub>4</sub>) ed il protossido d'azoto (N<sub>2</sub>O). In questa analisi si considerano solo le emissioni di anidride carbonica. Il contributo della CO<sub>2</sub> alle emissioni complessive di gas di serra, infatti, è di circa il 95%.

L'anno di riferimento per valutare il livello delle emissioni è il 2009, lo stesso del bilancio dei consumi.

Per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> dovute all'utilizzo dei vari vettori energetici, è necessario considerare degli opportuni coefficienti di emissione specifica corrispondenti ai singoli vettori energetici utilizzati. Il prodotto fra tali coefficienti ed i consumi legati al singolo vettore energetico permette la stima delle emissioni.

Per ogni vettore energetico si considera un solo coefficiente di emissione relativo al consumo da parte dello stesso utilizzatore. Questo coefficiente si riferisce, dunque, ai dispositivi utilizzati per la trasformazione dello specifico vettore energetico in energia termica o meccanica o illuminazione, in base agli usi finali.

#### 3.3.1 I fattori di emissione al consumo della CO<sub>2</sub>

Le emissioni di CO<sub>2</sub> corrispondenti ai prodotti petroliferi considerati in questa sede sono riportate nelle tabelle seguenti, ripartite tra sorgenti fisse e sorgenti mobili, espresse in grammi per MWh di combustibile consumato. Le emissioni specifiche considerate sono quelle relative al consumo e includono la combustione.

Per quanto riguarda le sorgenti mobili, i valori di CO<sub>2</sub> riportati rappresentano il valore medio derivante dai valori specifici relativi al parco autoveicoli circolanti (ripartito secondo le categorie COPERT).

Vettore energetico	Sorgenti fisse e mobili [t/MWh]
Gasolio	0,267
GPL	0,227
Benzina	0,249

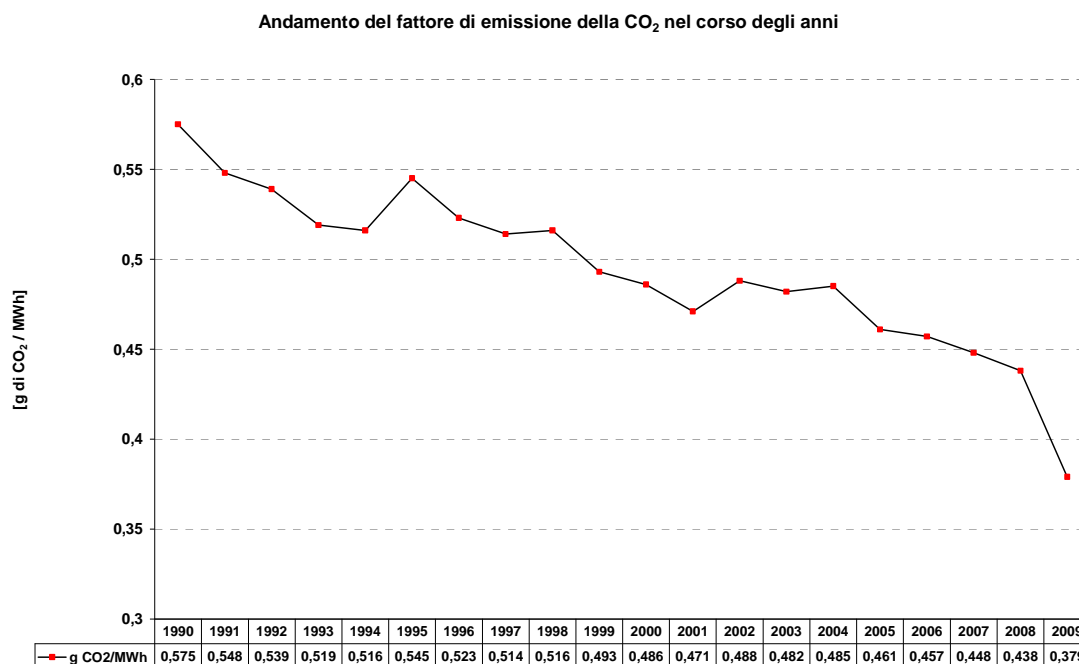
Tabella 3.3 Elaborazione Ambiente Italia

Le emissioni di CO<sub>2</sub> corrispondenti al gas naturale sono riportate nella tabella a seguire. Come per i prodotti petroliferi, le emissioni considerate sono quelle relative al consumo e includono la combustione finale.

Vettore energetico	Sorgenti fisse e mobili [t/MWh]
Gas naturale	0,202

Tabella 3.4 Elaborazione Ambiente Italia

Per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> dovute ai consumi di energia elettrica sul territorio, si utilizzeranno i coefficienti specifici relativi al mix elettrico nazionale così come riportati nel grafico seguente, articolati fra i singoli anni compresi fra 1990 e 2009 in base alle quote specifiche di vettori energetici fossili utilizzati per la produzione elettrica e alle quote di rinnovabili facenti parte del mix elettrico nazionale.



**Grafico 3.11** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Ministero per lo Sviluppo Economico

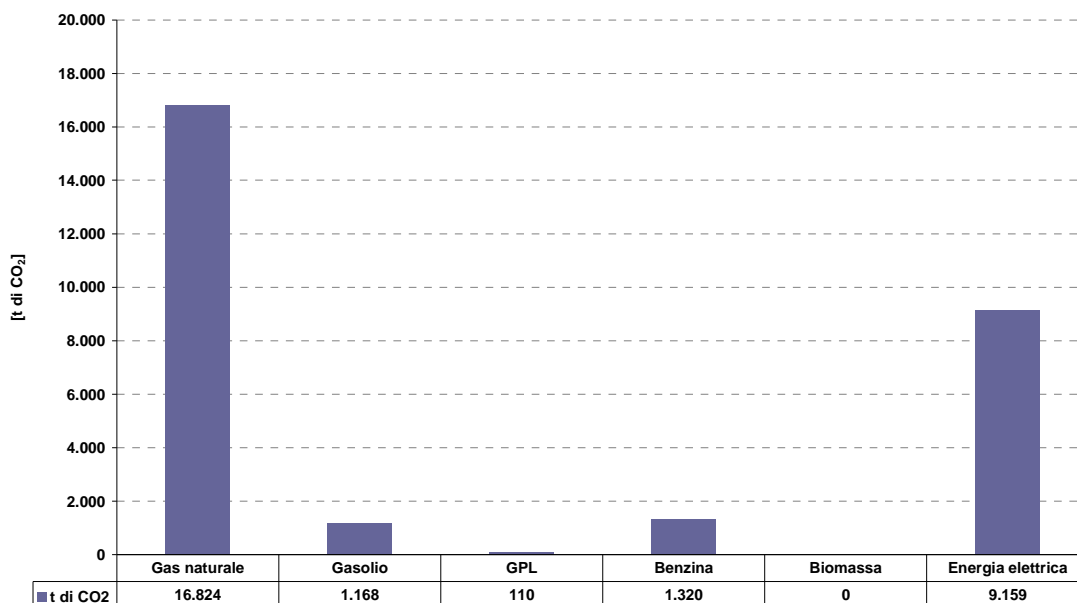
È interessante notare come il cambio dei combustibili utilizzati (soprattutto l'aumento della quota di metano rispetto all'olio combustibile) e l'aumento dell'efficienza media del parco delle centrali di trasformazione abbiano portato, nel corso degli anni, ad una significativa riduzione delle emissioni specifiche di CO<sub>2</sub> fra 1990 e 2008 pari al 35 %. Per l'anno di riferimento del bilancio di Cesate si applica un valore calcolato come media delle ultime tre annualità comprese fra 2007 e 2009. Infatti il valore molto basso delle emissioni specifiche registrate nel 2009 si giustifica soprattutto in virtù della particolare contingenza di crisi economica che ha portato ad una marcata riduzione dei consumi elettrici. Questa riduzione, nel bilancio nazionale complessivo, ha valorizzato il peso delle rinnovabili. Il valore considerato corrisponde, dunque, a 0,42 t di CO<sub>2</sub> per MWh di consumo elettrico finale.

Infine, tutte le fonti rinnovabili, di cui è presente un utilizzo nel Comune di Cesate, sono state considerate ad impatto emissivo nullo.

### 3.3.2 Il bilancio delle emissioni di CO<sub>2</sub>

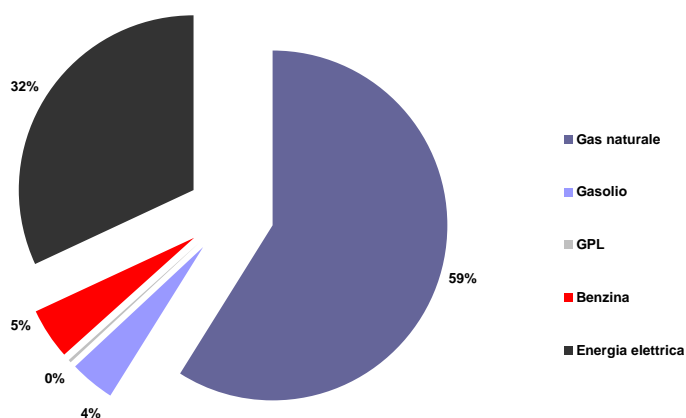
Il quadro complessivo delle emissioni di biossido di carbonio nel Comune di Cesate, nel 2009 fa registrare un totale di circa 28,6 kt di CO<sub>2</sub>, intese come emissioni legate alla combustione dei vettori energetici utilizzati a livello comunale e all'utilizzo di energia elettrica le cui emissioni, per un principio di responsabilità, vengono attribuite al territorio comunale. Per abitante si registrano circa 2 t di CO<sub>2</sub> al 2009. Il Grafico che segue disaggrega per vettore energetico le quote di emissione attribuibili all'uso dei singoli vettori energetici. Si evidenzia la prevalenza delle quote legate all'uso del gas naturale e dell'energia elettrica e, in valori più contenuti, all'utilizzo di gasolio e di benzina.

Disaggregazione in tonnellate delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel Comune di Cesate nel 2009



**Grafico 3.12** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

Disaggregazione percentuale delle emissioni di CO<sub>2</sub> a Cesate nel 2009 per vettore energetico

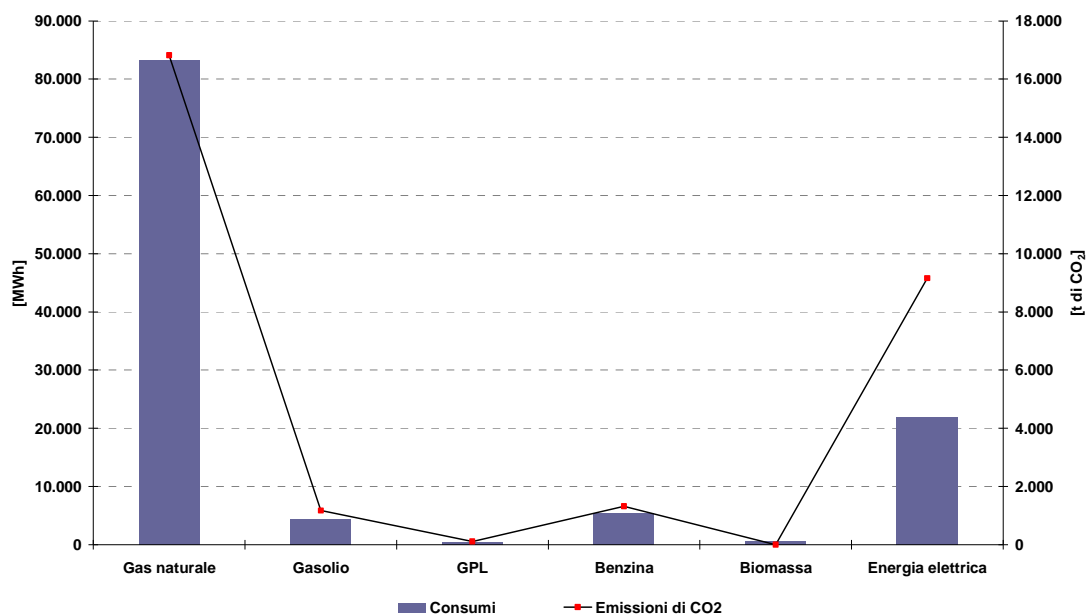


**Grafico 3.13** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

Riguardo alla ripartizione delle emissioni per vettore energetico, le quote predominanti spettano al gas naturale (che incide per il 60 % circa) e all'energia elettrica (poco più del 30 %). Il gasolio incide per il 4 %; il 5 % risulta essere il peso delle emissioni ascrivibili alla benzina.

È utile confrontare i livelli di consumo del singolo vettore energetico con le emissioni ad esso abbinate. Questo permette di definire i vettori energetici ambientalmente meno efficienti e sui cui è maggiormente utile agire per ridurre le emissioni complessive. Infatti dalla lettura del grafico che segue emerge chiaramente che in termini di consumo gas naturale ed energia elettrica si attestano su posizioni inverse rispetto a quanto registrato in termini di emissioni di CO<sub>2</sub>. Ciò chiaramente è dovuto al mix elettrico nazionale e alle modalità con cui in Italia si produce energia elettrica oltre che al rendimento di generazione delle centrali di produzione.

Confronto consumi emissioni nel Comune di Cesate nel 2009



**Grafico 3.14** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

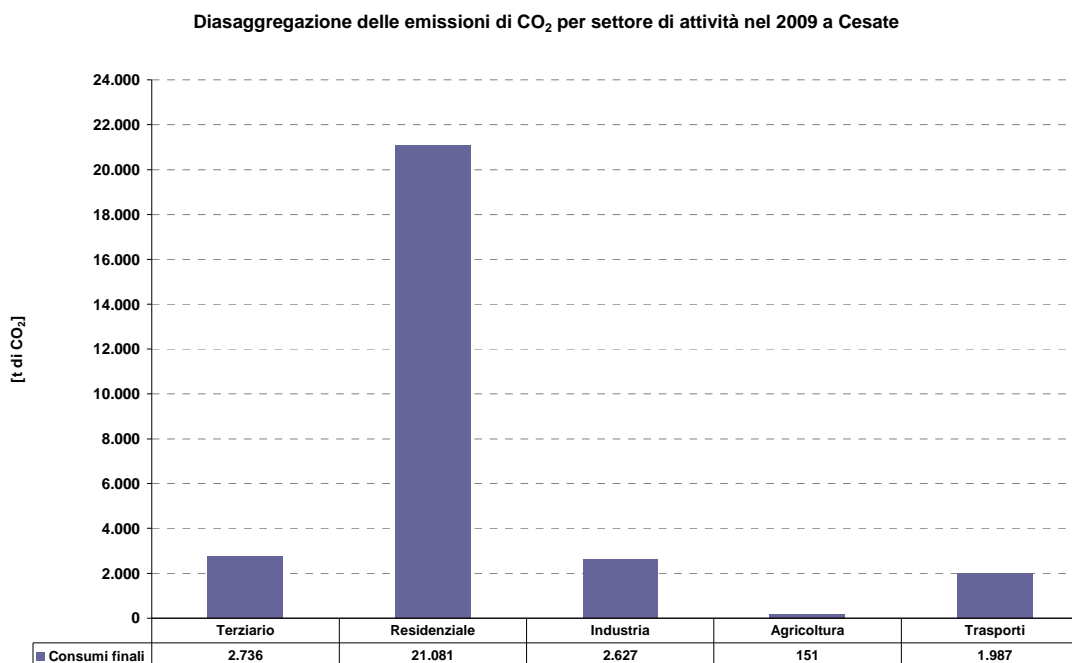
Come per le analisi fatte sui consumi, anche per le emissioni è possibile attribuire un livello emissivo al singolo settore di attività. Il peso maggiore per livello di emissioni è attribuibile al settore della residenza (60 %), seguito dal settore residenziale (22 %) e in misura minore anche dal terziario e dai trasporti.

Il settore terziario nel suo complesso incide in bilancio in quota pari al 10 % circa. Del totale delle emissioni di questo settore è possibile disaggregare una quota del 30 % circa attribuibile all'alimentazione degli edifici pubblici, una quota dell'11,5 % attribuibile all'alimentazione dell'impianto di illuminazione pubblica comunale (si includono anche le emissioni ascrivibili all'illuminazione votiva) e la quota residua del 57 % relativa ai servizi residui presenti sul territorio comunale. In totale quindi il settore pubblico pesa 42 punti

percentuali sulle emissioni complessive del settore terziario e circa 10 punti percentuali sulle emissioni complessive comunali.

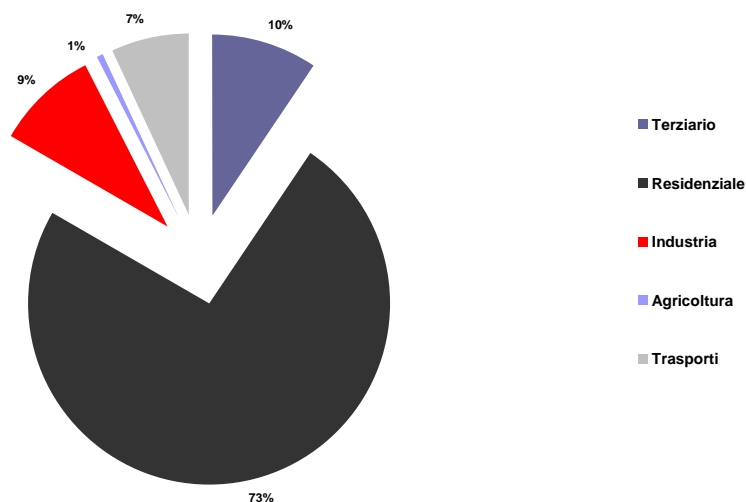
Anche per il trasporto è possibile disaggregare le quote di incidenza percentuale valutando che all'alimentazione della flotta pubblica è ascrivibile poco meno dell'1 % dei consumi complessivi di settore.

In ultimo, il Grafico 3.13 pone a rapporto le emissioni e i consumi per settore di attività. Tralasciando il settore agricolo che in valore assoluto risulta poco significativo per il territorio di Cesate, è il settore terziario a fare emergere il fattore di emissioni di CO<sub>2</sub> più elevato; infatti, in questo settore, risultano percentualmente maggiormente incidenti i consumi di energia elettrica. Il residenziale, invece, risulta essere il settore che registra il fattore più contenuto.



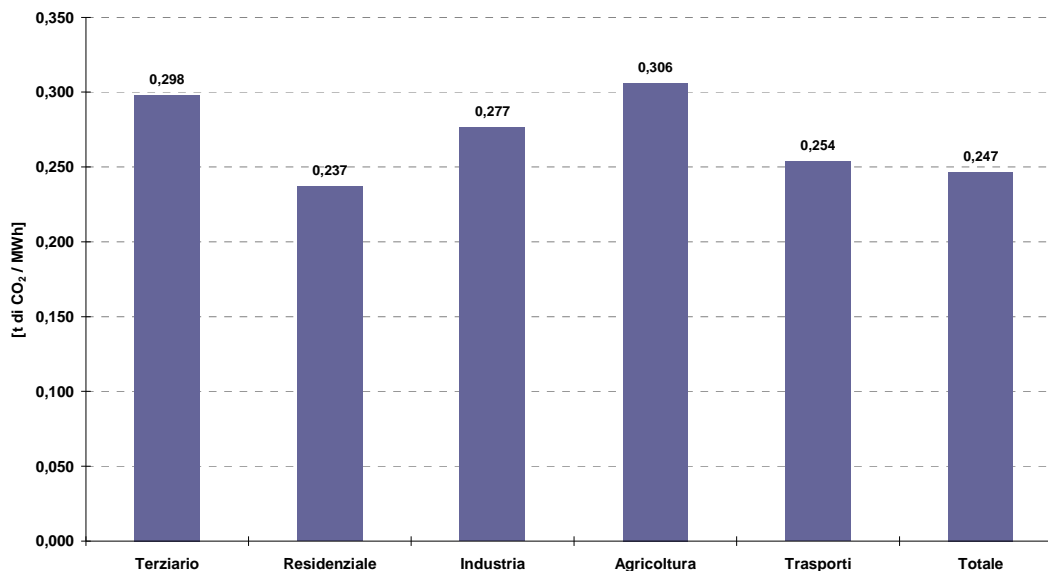
**Grafico 3.15** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

Disaggregazione percentuale delle emissioni a Cesate nel 2009 per settore di attività



**Grafico 3.16** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

Confronto consumi emissioni nel Comune di Cesate al 2009



**Grafico 3.17** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

Le due Tabelle che seguono riportano la disaggregazione dei valori di emissione in t di CO<sub>2</sub> per vettori e per settori di attività.

Settore	Emissioni di CO <sub>2</sub> nel 2009 [t di CO <sub>2</sub> ]
Edifici comunali	849
Edifici terziari	1.569
Edifici residenziali	21.081
Illuminazione pubblica comunale	318
Agricoltura	151
Flotta comunale	19
Trasporto privato	1.968
<b>Totale</b>	<b>25.955</b>

**Tabella 3.5** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

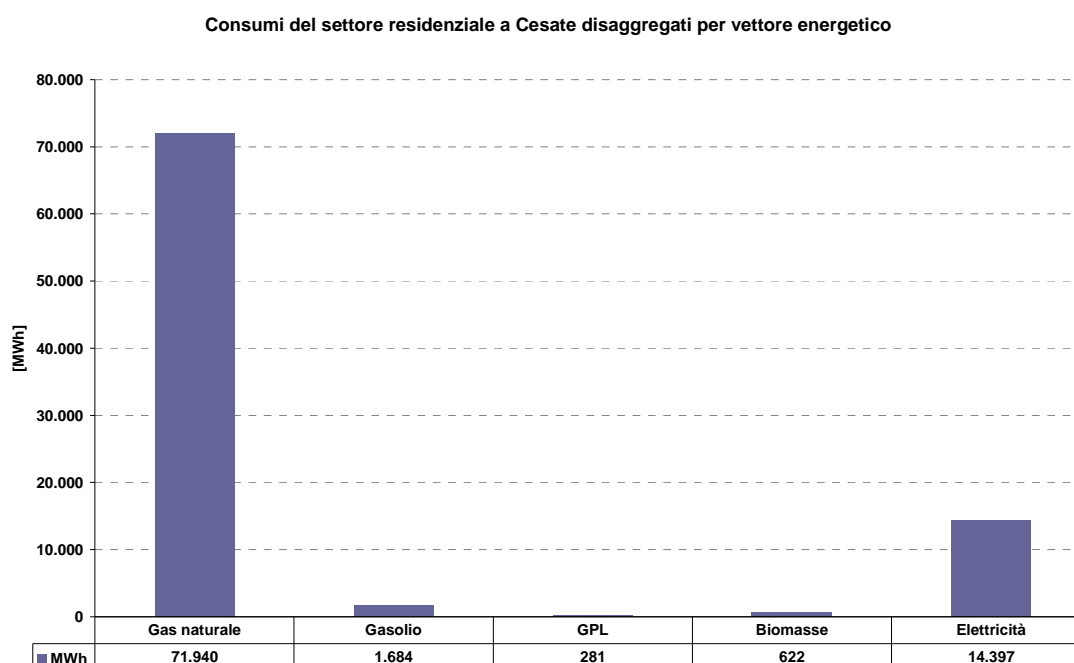
Vettori energetici	Emissioni di CO <sub>2</sub> nel 2009 [t di CO <sub>2</sub> ]
Gas naturale	15.566
Gasolio	1.168
GPL	110
Benzina	1.320
Biomassa	0
Elettricità	7.791
<b>Totale</b>	<b>25.955</b>

**Tabella 3.6** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

## 4 IL SETTORE RESIDENZIALE

### 4.1 I dati di bilancio

Il settore residenziale ha assorbito nel 2009 il 77 % circa dei consumi complessivi del Comune di Cesate, pari a circa 89 GWh, rappresentando il settore più energivoro a livello comunale: di questi, l'85 % è legato allo sfruttamento di vettori energetici per usi termici e la quota residua è annessa, invece, agli usi elettrici non finalizzati a produzione di energia termica (ossia esclusi i consumi elettrici annettibili a stufette e boiler per la produzione di acqua calda sanitaria). Il grafico che segue disaggrega per vettore energetico l'uso finale attribuibile al settore residenziale.



**Grafico 4.1** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

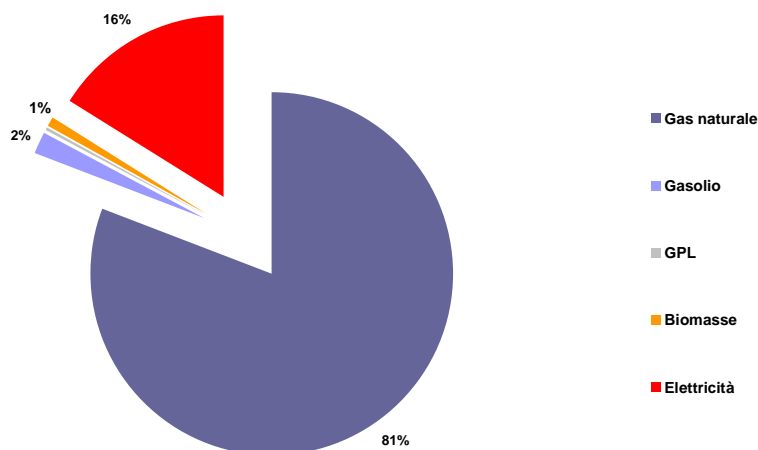
È evidente la prevalenza di utilizzo del gas naturale (81 % circa del consumo complessivo di settore) e di energia elettrica (16 % circa dei consumi di settore). Gli altri vettori incidono in quota basse. La maggiore incidenza dei consumi di gas rispetto ad altri vettori per usi termici (combustibili petroliferi) indica che il comune risulta, ormai, quasi totalmente metanizzato. Va detto comunque che in base alle analisi disposte nel paragrafo seguente risultano ancora attivi condomini dotati di impianto a gasolio; l'incidenza percentuale è tuttavia molto contenuta e in decrescita a livello di serie storica pregressa.

La biomassa computata, sebbene limitata, in parte rappresenta il consumo ascrivibile a caldaie presenti nelle abitazioni e in parte fa riferimento a stufe a legna utilizzate come integrazione degli impianti termici tradizionali.

Il Grafico che segue riporta i valori percentuali attribuibili ai consumi del singolo vettore.

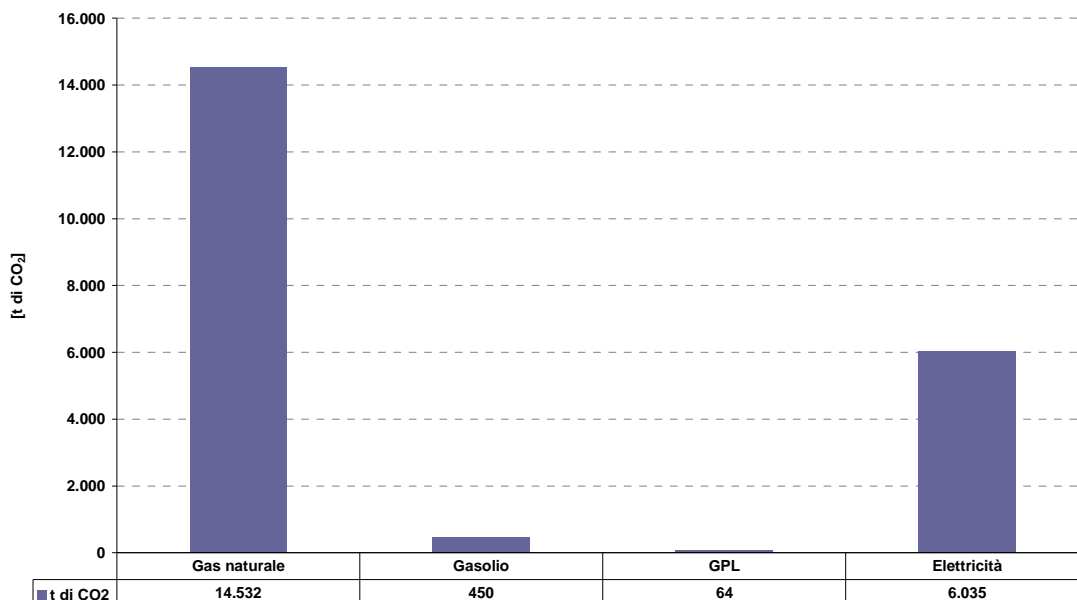


Disaggregazione percentuale dei consumi relativi al settore residenziale di Cesate nel 2009 per vettore energetico



**Grafico 4.2** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

Emissioni di CO<sub>2</sub> del settore residenziale a Cesate nel 2009 disaggregate per vettore energetico

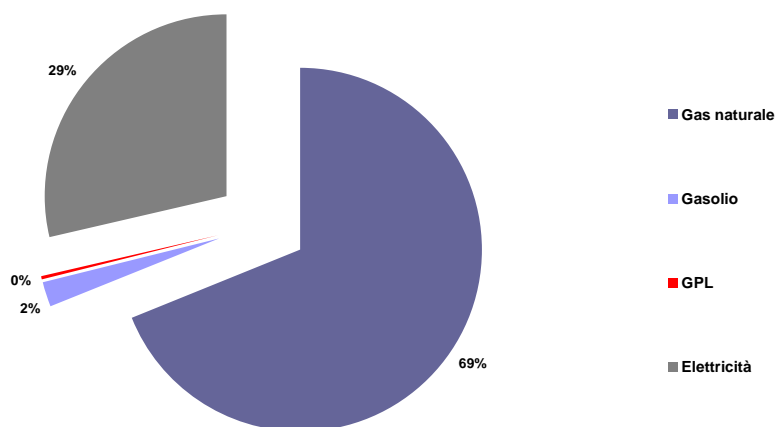


**Grafico 4.3** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

La struttura di incidenza del singolo vettore si modifica se il ragionamento viene trasposto alle emissioni di CO<sub>2</sub>. Si conferma la maggiore incidenza del gas naturale sulle emissioni di settore (69 % circa delle emissioni di settore, contro l'81 % di peso sui consumi).

L'energia elettrica, invece, in termini di emissioni, incide in quota pari al 29 %, mentre sui consumi incideva per il 16 % circa. Risulta pari al 2 %, invece, il peso delle emissioni annettibili ai vettori petroliferi.

Disaggregazione percentuale delle emissioni di CO<sub>2</sub> di Cesate nel 2009 per vettore energetico



**Grafico 4.4** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

Complessivamente si può ritenere che in termini di emissioni del settore domestico, gli usi termici incidano per il 74 % circa mentre quelli elettrici per la quota residua del 26 % circa.

La tabella che segue riassume i consumi e le emissioni di settore.

Vettore energetico	Consumi	Consumi in MWh	Emissioni in t di CO <sub>2</sub>
Gas naturale	7.499.197 m <sup>3</sup>	71.940	14.532
Gasolio	142 t	1.684	450
GPL	22 t	281	64
Biomassa	162 t	622	0
Elettricità per usi termici	1.509 MWh	1.509	633
Elettricità per altri usi	12.888 MWh	12.888	5.402
<b>Totale</b>	-----	<b>88.924</b>	<b>21.081</b>

**Tabella 4.1** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate.

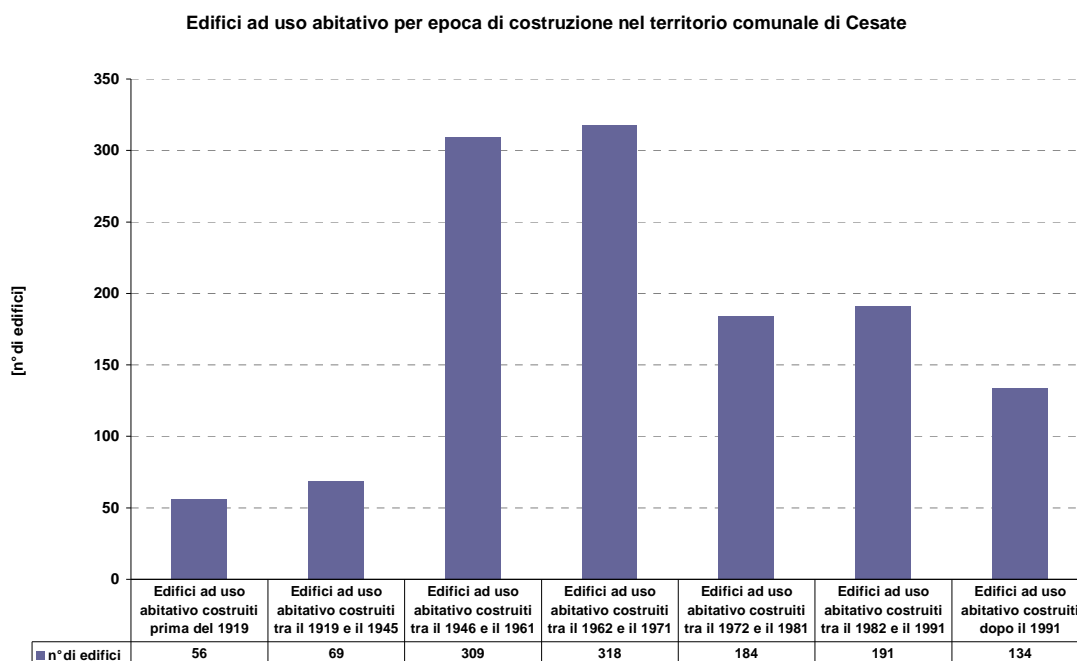
## 4.2 L'analisi dei consumi termici

## 4.3 L'analisi dei consumi termici

### 4.3.1 I fabbricati residenziali

Per poter tracciare l'andamento dei consumi energetici del settore residenziale nel Comune di Cesate e valutare i possibili scenari di evoluzione nel corso degli anni oggetto delle valutazioni di piano, è necessario costruire un modello rappresentativo, descritto in queste pagine, delle caratteristiche strutturali e tipologiche del parco edifici del settore residenziale comunale che incroci considerazioni sia legate agli assetti energetici quanto a quelli socio-culturali locali e strutturali dei fabbricati.

I dati ISTAT relativi al "14° censimento generale della popolazione e delle abitazioni" fanno registrare al 2001 la presenza, nel Comune di Cesate, di 1.261 fabbricati a uso residenziale. Su questi si concentrerà l'analisi. Il grafico seguente disaggrega detti edifici per epoca di costruzione delineando un territorio che, al 2001, presenta un tessuto edilizio per il 64 % costruito fra il secondo dopoguerra e i primi anni '80. Inoltre l'edificato storico (precedente al 1919) incide per il 4 % circa e l'edificato più recente (anni '90/2000) pesa per l'11 % dell'edificato residenziale totale al 2001. Anche nelle altre epoche continua a risultare attiva la pratica edilizia nel territorio comunale ma con incidenze percentuali più contenute, come chiaramente evidente dal grafico seguente.



**Grafico 4.5** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

È possibile disaggregare i fabbricati anche per numero di piani fuori terra, secondo quanto riportato nel grafico che segue. In questo caso si evince la presenza di un tessuto fabbricato residenziale di medie dimensioni. La quota di fabbricati a un solo

livello risulta pari al 13,5 % circa, mentre risulta più marcata la quota di edifici a 2 livelli fuori terra, pari al 51 % degli edifici totali per usi residenziali edificati al 2001; gli edifici da 3 e 4 livelli pesano invece in quota pari rispettivamente al 22 % circa e al 13 % circa.

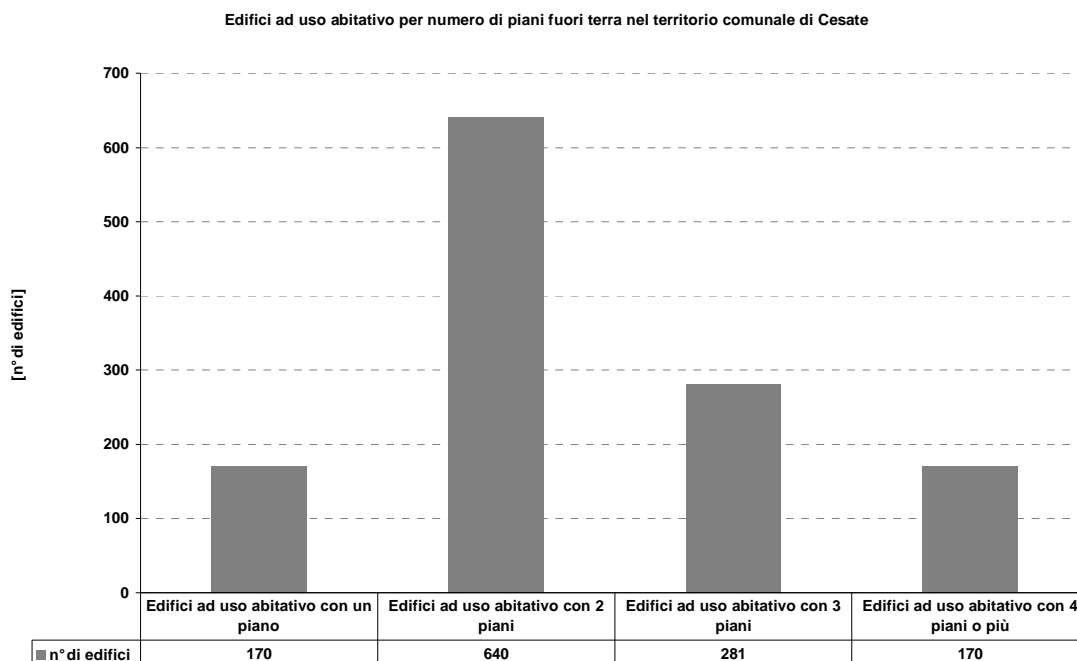


Grafico 4.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Disgregazione percentuale dei fabbricati residenziale presenti sul territorio comunale di Cesate per localizzazione degli stessi

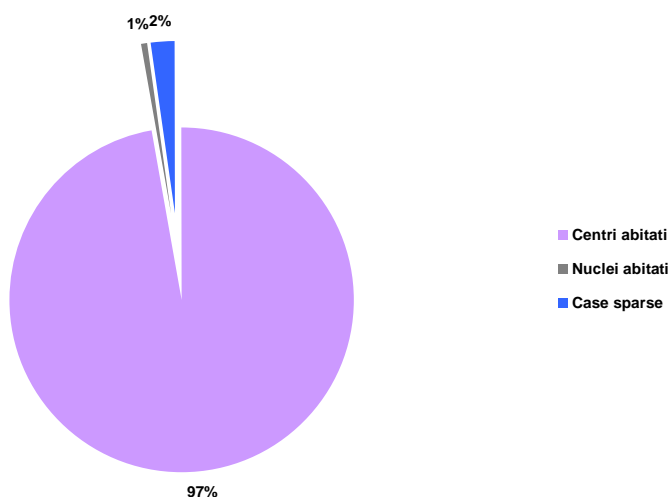


Grafico 4.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

La torta precedente disaggrega percentualmente i fabbricati residenziali per localizzazione degli stessi. Considerando i fabbricati complessivi, dunque non solo quelli ad uso abitativo, si evidenzia una netta prevalenza di collocazione nel centro urbano.

Infine è possibile fornire, in base alle elaborazioni Istat, un quadro delle tipologie strutturali utilizzate in prevalenza sull'edilizia residenziale di Cesate: la tipologia strutturale prevalente risulta essere il cemento armato (52 % circa dei fabbricati residenziali), la muratura portante, invece, incide solo per il 37 % circa. Si può notare che, confrontando la torta che segue con la disaggregazione dei fabbricati per epoca di costruzione, si può ritenere che la quota di edifici in cemento armato sia annettibile, prevalentemente, all'edificato costruito fra il dopoguerra e il 2001.

Fabbricati con destinazione d'uso residenziale presenti nel territorio comunale di Cesate per tipologia di struttura muraria

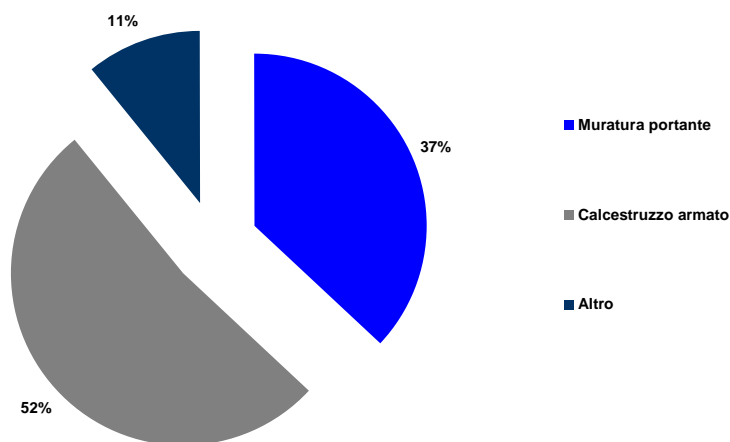


Grafico 4.8 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

#### 4.3.2 Le unità abitative

I fabbricati residenziali, nel 2001, ammontano a circa 1.261, come descritto nel paragrafo precedente; per ognuno di questi, in media, si attesta la presenza pressappoco di 4 unità abitative. In totale, nel 2001, a Cesate le abitazioni complessive risultano pari a 4.816. Di queste il 96 % circa risultava, nel 2001, occupata da residenti (per un totale di 4.632 abitazioni occupate e 184 libere). Logicamente, anche in tal caso, risultano prevalenti le abitazioni collocate nei centri abitati e in percentuali ridotte quelle sparse sul territorio comunale. Il dato riferito al numero di abitazioni presenti a Cesate rappresenta uno dei dati in input per il modello di simulazione termofisico dal basso dell'edificato. Per questo motivo, essendo l'ultimo censimento aggiornato al 2001, sulla base delle statistiche Istat e comunali sulle nuove costruzioni oltre che sull'evoluzione dei nuclei familiari si è opportunamente costruita un'evoluzione degli scenari al 2009 rispetto a quanto rappresentato al 2001 dai dati censuari. La modifica della struttura

residenziale nel corso degli anni 2001-2009 ha fundamentalmente tenuto conto del numero di nuclei familiari registrati nel territorio. Come già descritto nei paragrafi introduttivi di questo documento, nel 2001 le famiglie residenti a livello comunale risultano pari a circa 4.631, a cui corrispondono 4.632 abitazioni occupate (valore coerente). Nel corso delle annualità comprese fra 2001 e 2009 il numero di nuclei familiari si incrementa fino a raggiungere un totale al 2009 di 5.549 nuclei. È possibile calcolare, quindi, circa 918 nuclei familiari in più a cui corrisponde la stessa quantità di nuove abitazioni. La tabella che segue riporta, invece, al 2001 la disaggregazione del numero di abitazioni e superfici dedicate ad abitazione complessive divise fra occupate e libere. Si evidenzia che, in termini di superfici, al 2001 il 96 % circa della superficie complessiva risulta occupata da residenti e la quota residua, invece, risulta libera.

<b>Abitazioni totali</b>	4.816
<b>Abitazioni occupate</b>	4.632
<b>Abitazioni vuote</b>	184
<b>Superficie delle abitazioni totali</b>	428.761m <sup>2</sup>
<b>Superficie delle abitazioni occupate da persone residenti</b>	415.533 m <sup>2</sup>
<b>Superfici delle abitazioni vuote</b>	13.228 m <sup>2</sup>

Tabella 4.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Questa analisi sulle dinamiche edificatorie ci permette di aggiornare il quadro evolutivo del tessuto edificato occupato e che quindi consuma energia nell'arco dell'anno. Delle 918 famiglie in più registrate fra 2001 e 2009 si ritiene che 881 occupino edifici di nuova costruzione e 37 occupino invece abitazioni esistenti e libere presenti nel territorio comunale. In base a questo scenario risultano ancora libere, nel 2009, circa 147 abitazioni fra quelle esistenti al 2001.

<b>Famiglie in più 2001/2009</b>	918
<b>Famiglie in abitazioni nuove</b>	881
<b>Famiglie in abitazioni esistenti</b>	37
<b>Abitazioni libere al 2009</b>	147

Tabella 4.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

In base a questi valori è possibile disaggregare gli edifici esistenti per epoca di costruzione e numero di piani fuori terra. I due grafici seguenti (4.9 e 4.10) disaggregano, quindi, l'edificato di Cesate occupato in termini di abitazioni per epoca di costruzione delle stesse e numero di piani fuori terra.

È possibile osservare che:

- come già visto per i fabbricati, la quota di abitazioni costruite prima del 1946 incide per il 10 % dell'edificato complessivo (sempre in termini di abitazioni);
- anche l'edificato annettibile al periodo '60/'70 risulta significativo in termini di peso sulle abitazioni totali (23 % circa);
- fra gli anni 1991 e 2001 si è costruito il 17 % circa del parco abitazioni ad oggi esistente;
- infine, l'edificato più recente, quello successivo al 2001, registra una quota percentuale di incidenza pari al 12 %.

La rappresentazione delle abitazioni rispetto al numero di piani dell'edificio in cui esse sono inserite, fa emergere un tessuto urbano costituito per il 43 % da abitazioni in edifici con 2 piani fuori terra, per il 21 % da abitazioni in edifici da 3 piani, per il 10 % da

abitazioni in edifici da 1 piano e per la restante quota del 25 % da abitazioni inserite in edifici con 4 o più livelli.

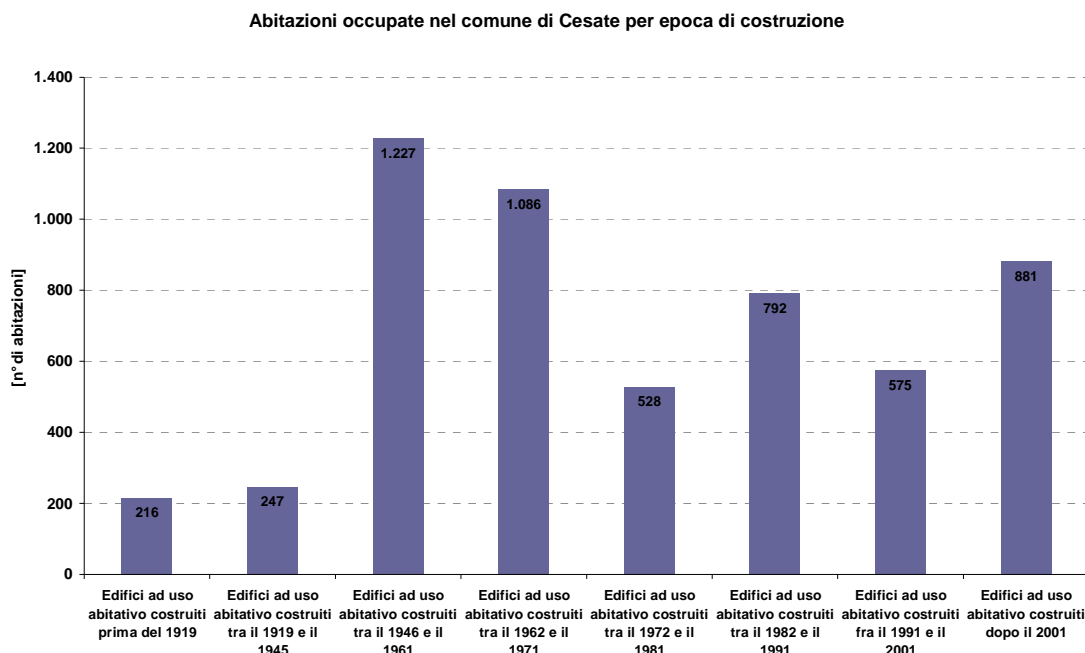


Grafico 4.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate e Istat.

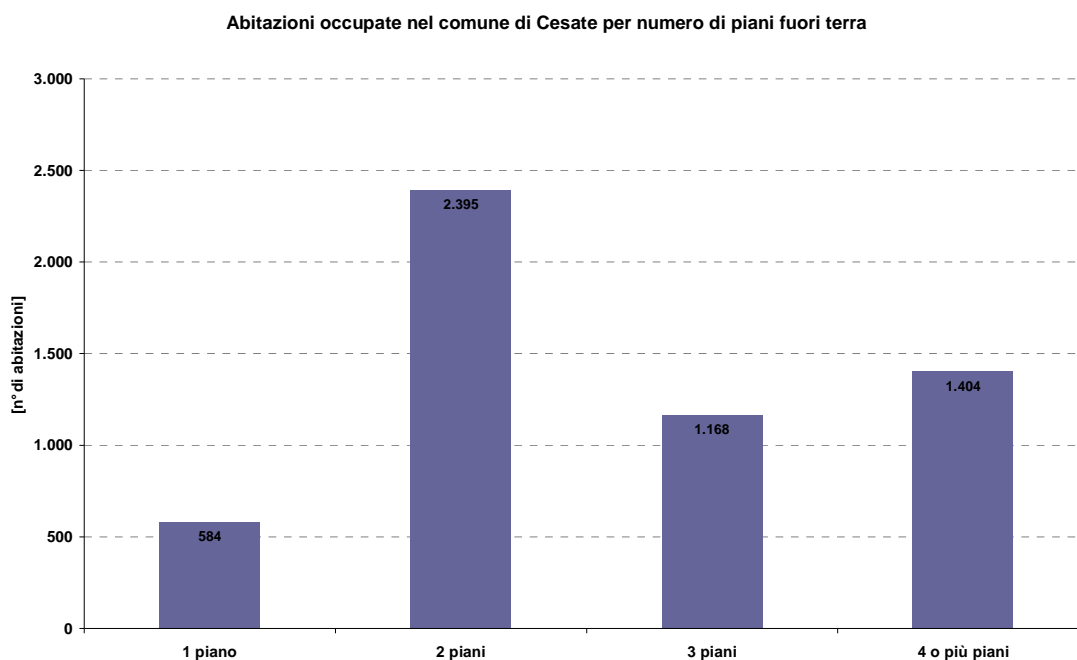
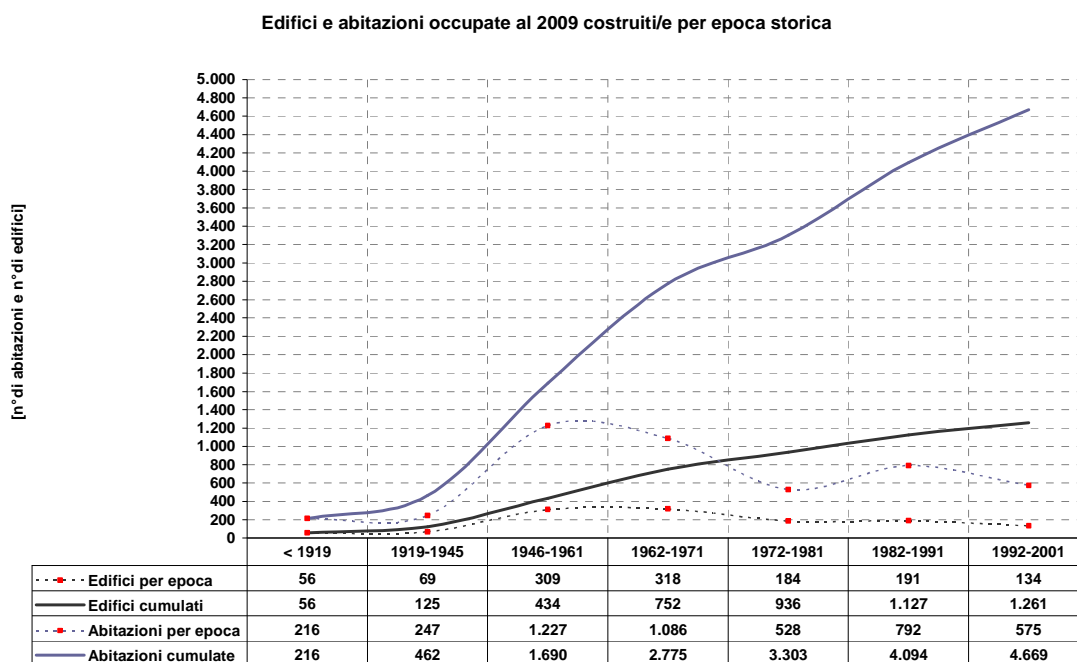


Grafico 4.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate e Istat.

Il Grafico 4.11 descrive invece il rapporto fra edifici, abitazioni ed epoca storica di costruzione, delineando gli andamenti riferiti al costruito per singola epoca e cumulato, sia per le abitazioni che per gli edifici. Il confronto fra le curve risulta interessante in quanto mette in luce il parametro riferito alla variazione del numero di abitazioni per singolo edificio, come modificatosi nel corso degli anni.

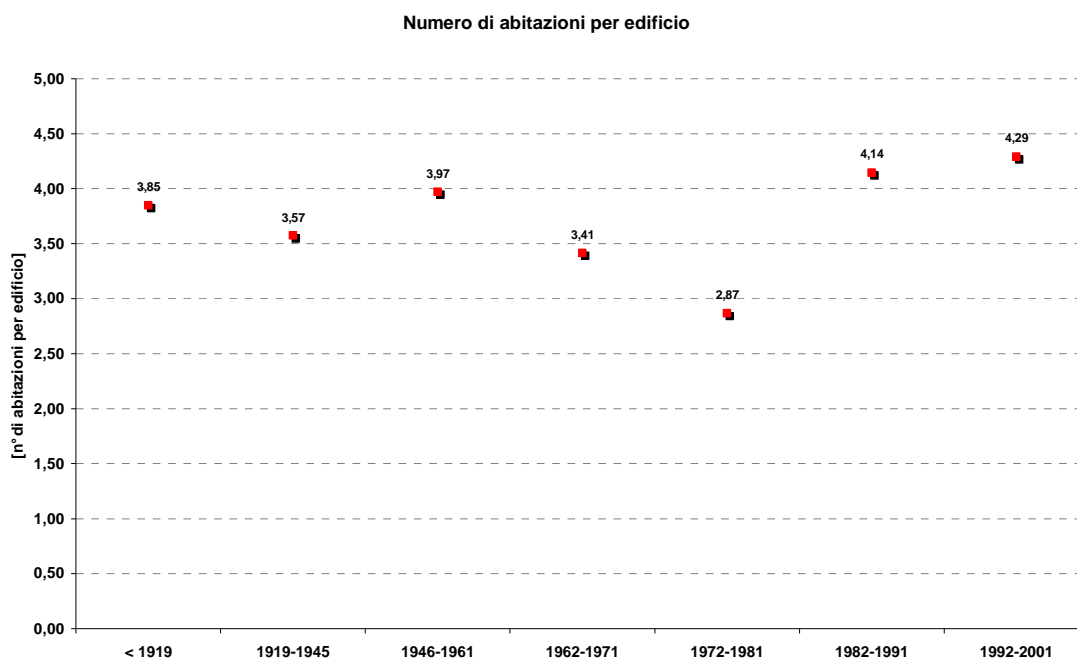


**Grafico 4.11** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate e Istat.

Osservando le curve tratteggiate del Grafico 4.11 si evidenzia il leggerissimo decremento, nel corso degli anni, del numero di abitazioni per edificio, tendenza registrata soprattutto nei comuni di dimensioni medio-piccole.

Il Grafico 4.11 non riporta l'informazione riferita all'ultimo periodo (2002-2009) non essendo disponibile il dato relativo al numero di fabbricati. Il dato riferito al numero medio di abitazioni per edificio fra 1919 e 2001 è riportato invece nel grafico seguente: si passa da circa 3,8 abitazioni per edificio nei primi anni del '900 a 4,2 abitazioni per edificio nelle annualità 1992-2001. I valori riportati, chiaramente, si riferiscono a valori medi per cui nel dettaglio, si attesterà la presenza nel territorio comunale di edifici sia sopra che sotto i valori riportati nel grafico. In termini energetici, l'abitazione inserita in edifici di maggiori dimensioni (condomini e non villette isolate mono-bifamiliari) risulta meno energivora avendo, la stessa, alcune pareti murarie in comune con altri alloggi riscaldati.





**Grafico 4.12** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate e Istat.

Ai fini della modellazione del parco edifici residenziali, l'unità minima considerata dal modello di calcolo è l'abitazione, di cui è necessario identificare determinati parametri termofisici e geometrici, meglio descritti nei paragrafi seguenti. Da un punto di vista geometrico, un dato base per la modellazione è il numero di piani fuori terra, mentre da un punto di vista termofisico il dato base è l'epoca di costruzione. Sulla base dell'epoca di costruzione è possibile ipotizzare, considerando le tecniche costruttive attestate localmente, l'utilizzo di determinati materiali e tecnologie edilizie con specifici valori di trasmittanza. In questo senso è utile rappresentare una matrice che incroci il numero di abitazioni occupate per epoca di costruzione dell'edificio in cui sono collocate e numero di piani fuori terra. Il Grafico 4.13 disaggrega il dato delle abitazioni occupate secondo questo criterio. La disaggregazione, invece, in termini percentuali, calcolati sulla singola epoca di costruzione, è riportata nel Grafico 4.14.

Di seguito alcune osservazioni:

- nel corso degli anni resta sempre elevata (e preponderante) la quota di abitazioni inserite in edifici con 2 piani fuori terra (nel periodo precedente al 1919 risulta pari al 63 % circa delle abitazioni costruite in quell'epoca);
- nel corso degli anni risultano anche leggibili le incidenze, con variazioni annuali, delle abitazioni inserite in edifici da 1 e 3 piani fuori terra (con massimi del 15 % per quelle da un piano e del 47 % per le seconde, nel decennio scorso);
- per quanto riguarda la quota di alloggi inseriti in edifici con 4 o più piani fuori terra abbiamo un massimo del 40 % nel periodo 1992-2001.

Abitazioni occupate per epoca di costruzione e numero di piani dell'edificio in cui sono collocate

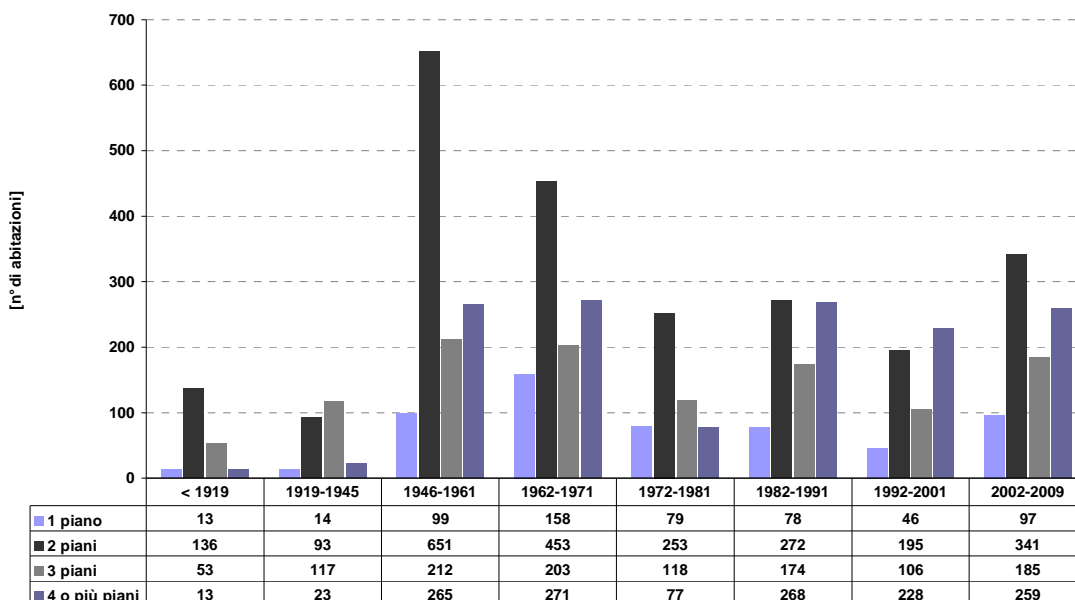


Grafico 4.13 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate e Istat.

Abitazioni occupate per numero di piani fuori terra ed epoca di costruzione (valori percentuali)

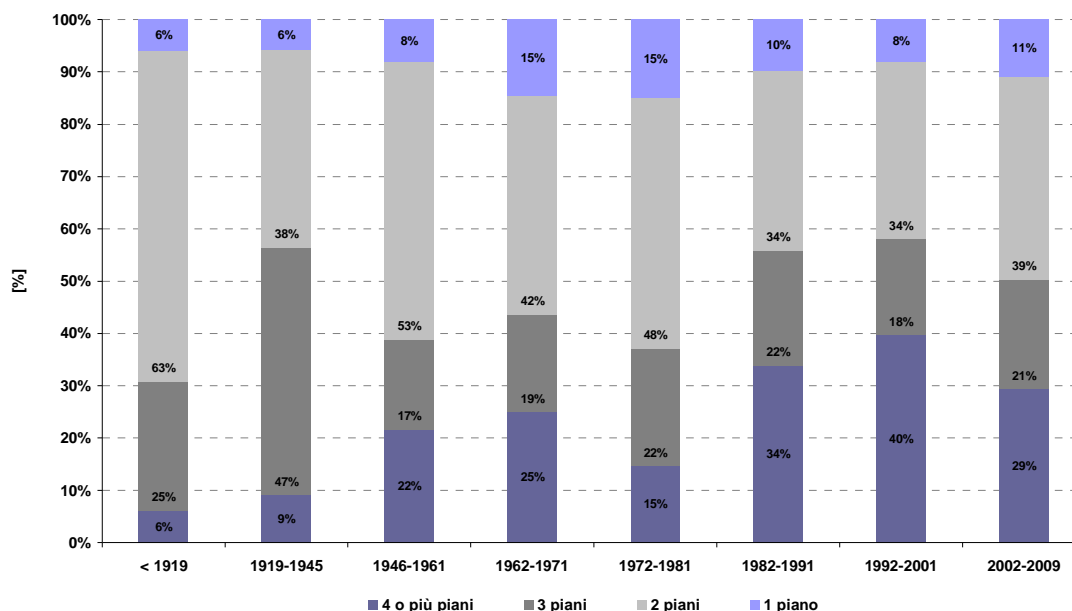


Grafico 4.14 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate e Istat.

Salvo diversa indicazione, tutte le analisi che seguono faranno riferimento al parco edifici e alloggi abitato, come disaggregato dalla tabella integrata nel Grafico 4.13. Infatti

la modellazione dei consumi energetici degli edifici del settore residenziale deve necessariamente riferirsi a edifici e abitazioni in cui si attesti un consumo energetico.

Un ultimo dato di riferimento per poter costruire il modello di analisi dei consumi energetici di questi edifici è costituito dalle superfici complessive. Nel 2009 in base alle elaborazioni descritte si può ritenere che la superficie delle abitazioni occupate nel Comune di Cesate sia così disaggregata:

- circa 417.373 m<sup>2</sup> di superficie utile di abitazioni già esistenti al 2001 e risultanti occupate;
- circa 11.388 m<sup>2</sup> di superficie utile di abitazioni già esistenti al 2001 e risultanti vuote;
- e circa 78.755 m<sup>2</sup> di superficie utile di abitazioni di nuova costruzione realizzate fra il 2001 e il 2009 risultanti occupate al 2009.

In totale, al 2009, la superficie delle abitazioni occupate risulta pari a 496.128 m<sup>2</sup>. I dati di superficie sono stati calcolati in base a elaborazioni di dati Istat.

Il Grafico 4.15 ne riporta la disaggregazione per epoca di costruzione dell'edificio e numero di piani fuori terra.

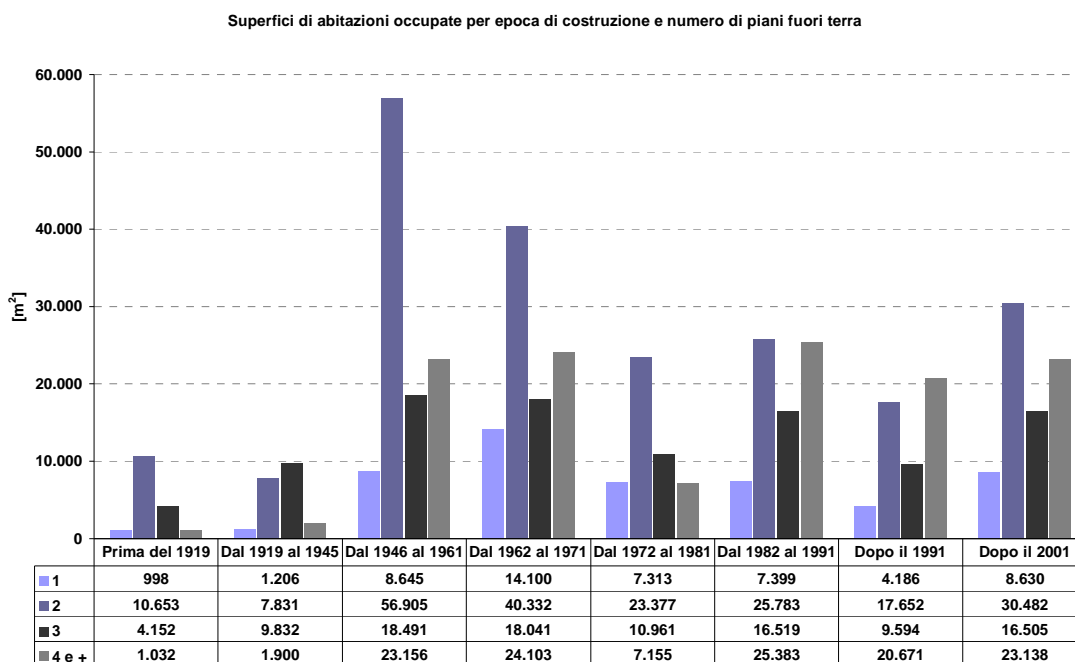


Grafico 4.15 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate e Istat.

La superficie media delle abitazioni attestate nel Comune di Cesate risulta pari a circa 89 m<sup>2</sup>. Il Grafico 4.16 rappresenta la disaggregazione per epoca di costruzione. Si evidenzia che fra 1972 e 1981 sono stati costruiti edifici con una superficie media leggermente più ampia rispetto alla media attestata in precedenza e successivamente.

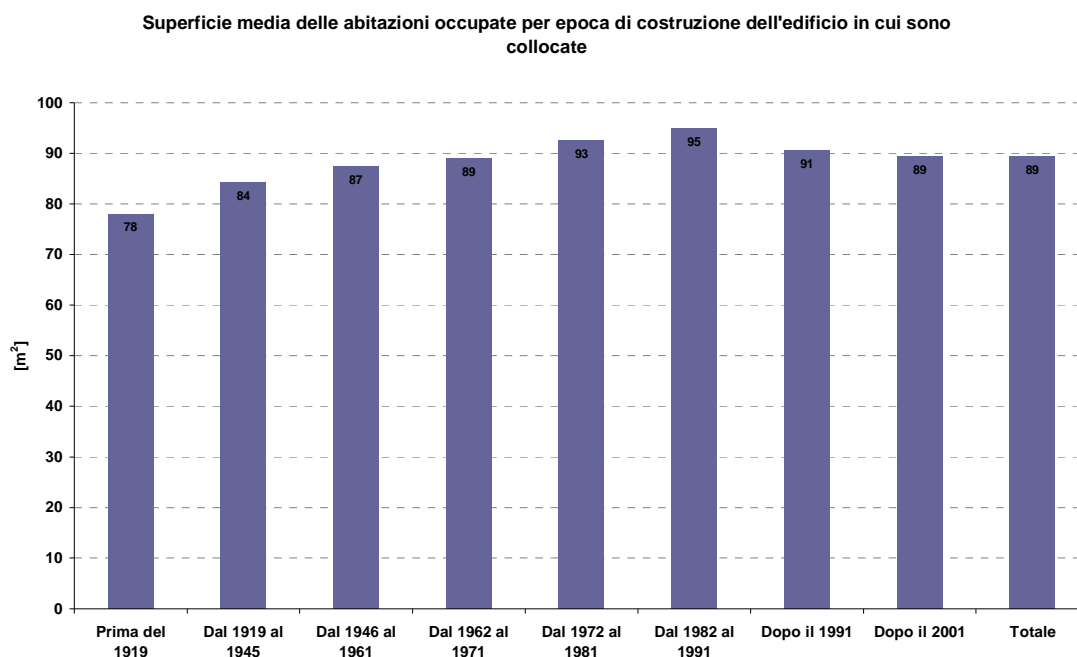


Grafico 4.16 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate e Istat.

#### 4.3.3 Le condizioni climatiche locali

La modellazione termofisica del parco edifici metodologicamente segue un approccio di tipo bottom-up. Le elaborazioni prendono l'avvio dai consumi complessivi del settore (per i vari vettori energetici) e, attraverso l'analisi dei componenti disperdenti dell'involucro, si giunge a definire il fabbisogno specifico del parco edilizio disaggregato per le varie epoche storiche di costruzione dello stesso. Un parametro di rilievo per il calcolo dei fabbisogni è costituito dal valore di Gradi Giorno, inteso come somma delle differenze di temperatura, calcolate nella stagione termica, fra la temperatura di comfort interno (20°C) e la temperatura media esterna, nelle singole giornate, includendo nella somma solo le differenze positive. Il D.P.R. 412/93<sup>1</sup>, sulla base di una banca dati cinquantennale, definisce il valore di Grado Giorno (GG) per i singoli comuni. Tale valore deve essere preso in considerazione per il calcolo delle dispersioni dell'involucro. Nel Comune di Cesate, la normativa decreta 2.421 GG. Il grado giorno, in altri termini, è un indicatore dell'andamento delle temperature e conseguentemente dei consumi energetici legati a queste. Sebbene il grado giorno definito dalla normativa abbia un valore medio abbastanza attendibile, al fine di validare correttamente il nostro modello di calcolo, è necessario prendere in considerazione un valore specifico di gradi giorno relativo all'anno di riferimento dei consumi energetici su cui si valida il modello. In genere si registra un andamento abbastanza variegato fra quanto definisce la normativa e quanto viene calcolato nello specifico anno termico. Le stagioni termiche 2007/2008 e 2008/2009 sono quelle che attestano i gradi giorno reali più simili a quanto definito dalla normativa (errore compreso fra l'1 e il 3 %). Negli altri casi la variazione risulta anche

<sup>1</sup> Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993 n° 412 "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 Legge 9 gennaio 1991 n° 10"

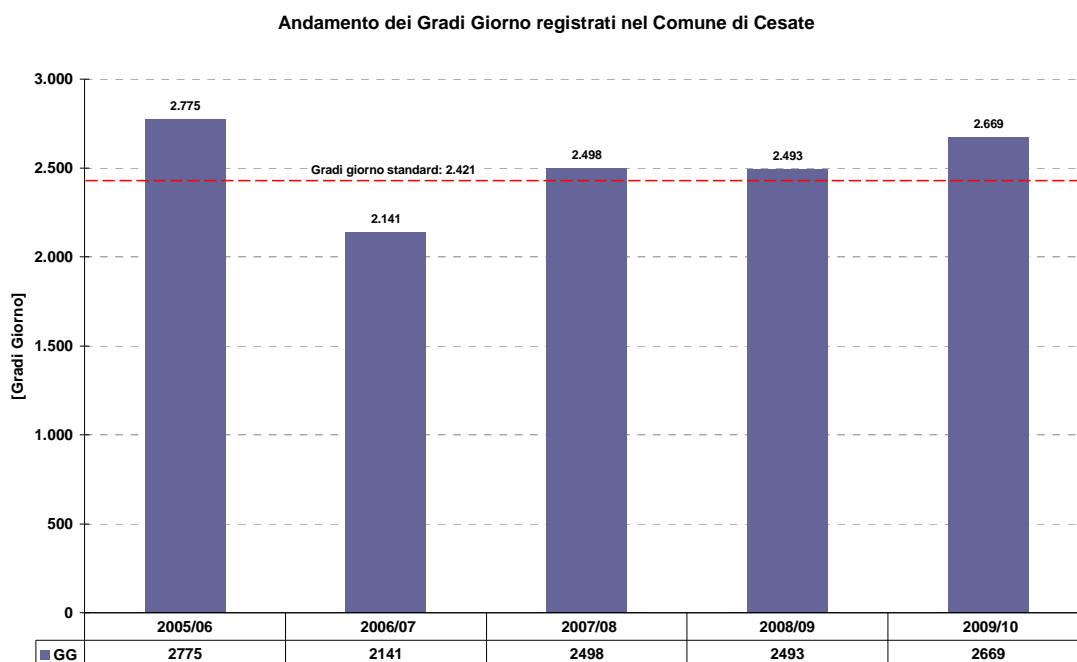
significativa con errori del + 15 % nel 2005/2006, del -12 % nella stagione termica 2006/2007 e infine del + 10 % nell'anno 2009/2010.

I dati di temperatura media giornaliera utilizzati per calcolare i gradi giorno reali registrati per il Comune di Cesate derivano dalle rilevazioni della Centralina Arpa Lombardia posizionata nel Comune di Misinto, a 247 m s.l.m., con sensore termometrico attivo dal 12 marzo 2003 a tutt'oggi. Non essendoci altre centraline site in territorio prossimo a quello del Comune di Cesate si ritiene rappresentativo il dato misurato dalla centralina indicata.

Il Grafico 4.20 descrive l'andamento dei Gradi Giorno a Cesate nel corso delle stagioni termiche comprese fra il 2005/2006 e il 2009/2010.

Per stagione termica s'intendono, nel Comune di Cesate, i 183 giorni annuali (compresi fra il 15 ottobre ed il 15 aprile) in cui è permesso l'utilizzo di generatori di calore per la climatizzazione invernale. Il tratteggio arancione (nel grafico 4.20) rappresenta i gradi giorno standard definiti da normativa.

La stagione termica di riferimento per la validazione del modello (2009), fa registrare un valore di 2.669 GG, circa il 10 % in più elevato rispetto a quanto definito dalla normativa vigente. Si precisa che la selezione dell'annualità di validazione del modello considera l'annualità più vicina in cui risultano disponibili tutti i dati di temperatura, di consumo per usi termici e di aggiornamento dello stato dell'edilizia.



**Grafico 4.17** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Arpa Lombardia

I grafici, seguenti, invece, sintetizzano il dato relativo alla temperatura media giornaliera registrata nel corso degli anni analizzati.

Andamento delle temperature medie giornaliere nel 2005 e nel 2006

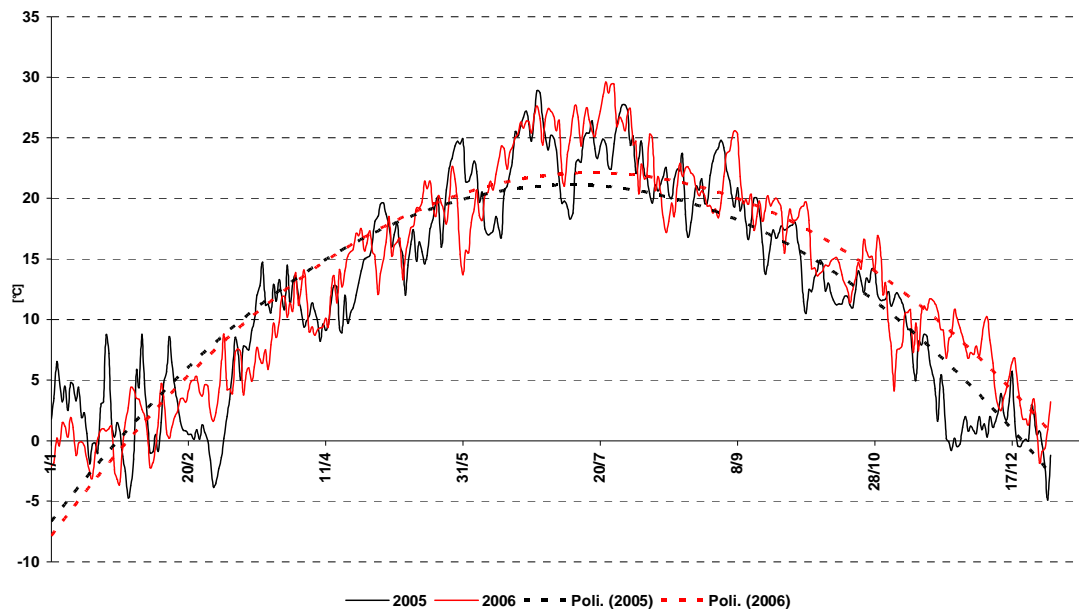


Grafico 4.18 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Arpa Lombardia

Andamento delle temperature medie giornaliere nel 2007 e nel 2008

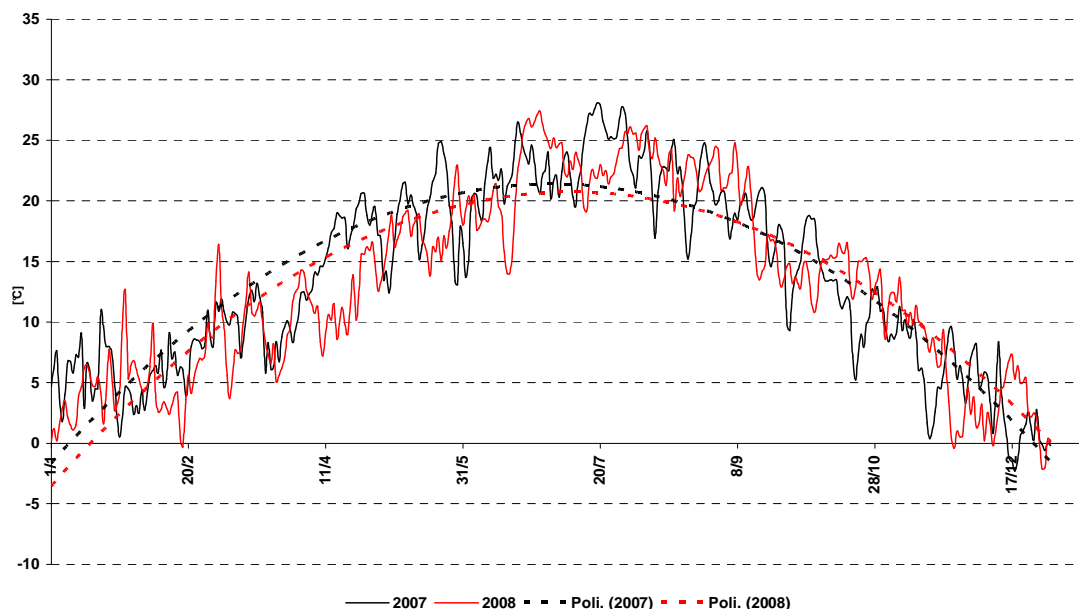


Grafico 4.19 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Arpa Lombardia.

Andamento delle temperature medie giornaliere nel 2008 e nel 2009

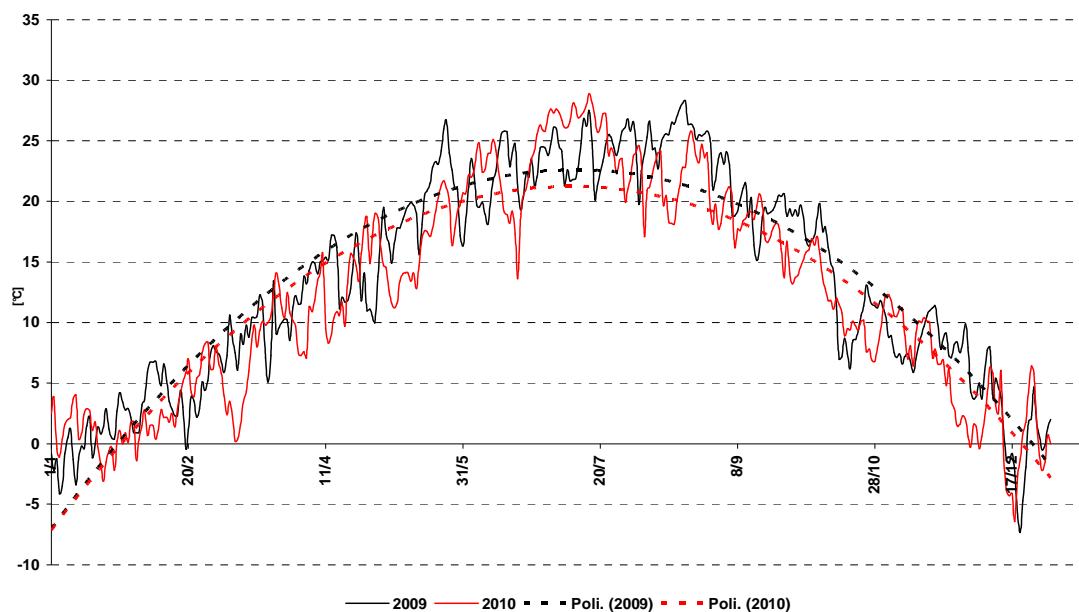


Grafico 4.20 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Arpa Lombardia.

Le temperature  $t_e$  riportate nei grafici rappresentano le temperature medie di riferimento, considerate nelle valutazioni dei  $\Delta t$  per il calcolo delle dispersioni.

Le tabelle 4.5 e 4.6 che seguono riportano il dato di temperatura minima, massima e media riferiti alla singola annualità compresa fra 2005 e 2010 e alla stagione termica. In particolare la tabella 4.6 riporta anche il dato di gradi giorno reali e standard calcolati.

Annualità	Minimo	Massimo	Media
2005	-11,1	36,9	12,9
2006	-8,5	36,8	14,2
2007	-6,2	36,8	15,3
2008	-6,2	34,6	14,2
2009	-10,7	35,9	12,6
2010	-12,3	35,7	11,7

Tabella 4.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Arpa Lombardia.

Anno termico	GG	Minimo	Massimo	Media
2005/06	2.775	-11,1	22,1	5,5
2006/07	2.141	-4,9	25,3	10,2
2007/08	2.498	-6,2	24,2	9
2008/09	2.493	-8,4	24,5	8,05
2009/10	2.669	-10,7	22,1	5,7
Standard	2.421			

Tabella 4.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Arpa Lombardia.

#### 4.3.4 I parametri termofisici per il calcolo del fabbisogno dell'involucro

Al fine di costruire un modello rappresentativo del parco edifici comunale è importante comprendere le tipologie costruttive prevalenti in ambito locale, al fine di poter valutare, nello specifico, le dispersioni attestata a livello medio, considerando materiali e tecniche costruttive. Dai dati Istat dell'ultimo censimento emerge che il 50 % degli edifici del comune è realizzato in cemento armato, il 40 % in muratura portante e l'11 % circa con altre tecnologie costruttive.

Ai fini di quantificare i valori di trasmittanza termica delle strutture così suddivise, si sono messe in opera delle semplificazioni, considerando, nell'analisi dei vari subsistemi tecnologici, prestazioni termiche costanti per edifici coevi, applicando valori medi delle caratteristiche termofisiche delle pareti che costituiscono l'involucro edilizio (ossia muri di tamponamento perimetrale, coperture, basamenti e serramenti). In termini generali, la tabella seguente riassume i dati aggregati e semplificati.

Epoca storica	Muratura portante
Prima del 1919	Pietra/mattoni
Dal 1919 al 1945	Pietra/mattoni
Dal 1946 al 1961	Pietra/mattoni + Calcestruzzo armato non coibentato
Dal 1962 al 1971	Pietra/mattoni + Calcestruzzo armato non coibentato
Dal 1972 al 1981	Pietra/mattoni + Calcestruzzo armato non coibentato
Dal 1982 al 1991	Calcestruzzo armato non coibentato + Calcestruzzo armato coibentato
Dopo il 1991	Calcestruzzo armato coibentato

Tabella 4.7 Elaborazione Ambiente Italia.

Per effettuare la modellazione termofisica del parco edilizio, è stato necessario procedere ad una stima della superficie utile e del volume delle varie tipologie di abitazioni (calibrate su valori di S/V specifici per epoca storica e numero di piani dell'edificato), mediante l'ausilio di valori medi ricavati da letteratura e da indagini similari condotte in precedenza in ambiti territoriali connotabili come prossimi da un punto di vista di tecnologia costruttiva. Questi dati, successivamente, sono stati modificati ed aggiornati allo specifico contesto locale.

Oltre alle caratteristiche termo-fisiche, l'analisi ha considerato altri valori rilevanti da un punto di vista energetico come:

- la trasmittanza media calcolata per lo specifico subsistema edilizio ed epoca storica (tabella 4.8);
- l'altezza media delle abitazioni (tabella 4.9);
- il rapporto tra superfici disperdenti e volumi;
- una superficie media delle singole abitazioni differente per ognuna delle tipologie considerate e tale per cui la media complessiva risulta essere coerente con i valori Istat attestati e già descritti nel paragrafo precedente.

Trasmittanza [W/(m <sup>2</sup> K)]	Trasmittanza tipica dei subsistemi edilizi per epoca storica						
	< 1919	1919-1945	1946-1960	1961-1971	1972-1981	1982-1991	> 1991
Pareti opache	1,70	1,50	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00
Serramenti	4,85	5,00	5,35	4,25	4,25	3,80	3,70
Copertura	1,50	1,40	1,40	1,40	1,30	1,20	1,10
Basamento	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90	1,20	1,40

Tabella 4.8 Elaborazione Ambiente Italia.



Altezza media delle abitazioni							
	< 1919	1919-1945	1946-1960	1961-1971	1972-1981	1982-1991	> 1991
<b>Altezza media [m]</b>	3,40	3,30	3,10	3,00	3,00	2,90	2,80

Tabella 4.9 Elaborazione Ambiente Italia.

#### 4.3.5 Gli impianti termici

Nel Comune di Cesate risultano complessivamente installati 4.463 generatori di calore, pari a poco meno di un generatore per abitazione, considerando che nel dato sono inclusi anche i generatori di calore a servizio altre tipologie di utenza rispetto alla residenza. Il parametro più basso di uno deriva dal fatto che alcuni impianti (molto pochi) risultano essere di tipo centralizzato, dunque a servizio di più abitazioni. Complessivamente gli impianti centralizzati rappresentano il 2 % circa degli impianti totali.

	N° impianti	% impianti
<b>Totale impianti</b>	4.463	100,0%
<b>di cui autonomi</b>	4.384	98,2%
<b>di cui centralizzati</b>	79	1,8%

Tabella 4.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Il parco caldaie di Cesate risulta essere prevalentemente alimentato a metano. Infatti la quota di caldaie a metano, sul totale delle caldaie esistenti a livello comunale, pesa in misura pari al 99,4 % circa. Gli impianti a gasolio risultano complessivamente 7 (pari allo 0,2 % degli impianti totali presenti a livello comunale). La quota di impianti a GPL pesa sul totale per 0,2 punti percentuali con 11 impianti. Interessante è inoltre riscontrare la presenza di 12 caldaie alimentate a biomassa.

	N° impianti	% impianti
<b>Totale impianti</b>	4.463	100%
<b>di cui a metano</b>	4.433	99,3%
<b>di cui a gasolio</b>	7	0,2%
<b>di cui a GPL</b>	11	0,2%
<b>di cui a biomassa</b>	12	0,3%

Tabella 4.11 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

In termini di potenza, i generatori più diffusi risultano essere quelli di piccole dimensioni (impianti autonomi) con potenze inferiori ai 39 kW (98,2 % circa). Pari al 0,7 % invece è la quota di impianti compresa tra 39 kW – 115 kW.

	N° impianti	% impianti
<b>Totale impianti</b>	4.463	100%
<b>di cui di potenza inferiore a 39 kW</b>	4.384	98,2%
<b>di cui di potenza compresa fra 39 kW e 115 kW</b>	31	0,7%
<b>di cui di potenza compresa fra 115 kW e 350 kW</b>	33	0,7%
<b>di cui di potenza maggiore di 350 kW</b>	15	0,3%

Tabella 4.12 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

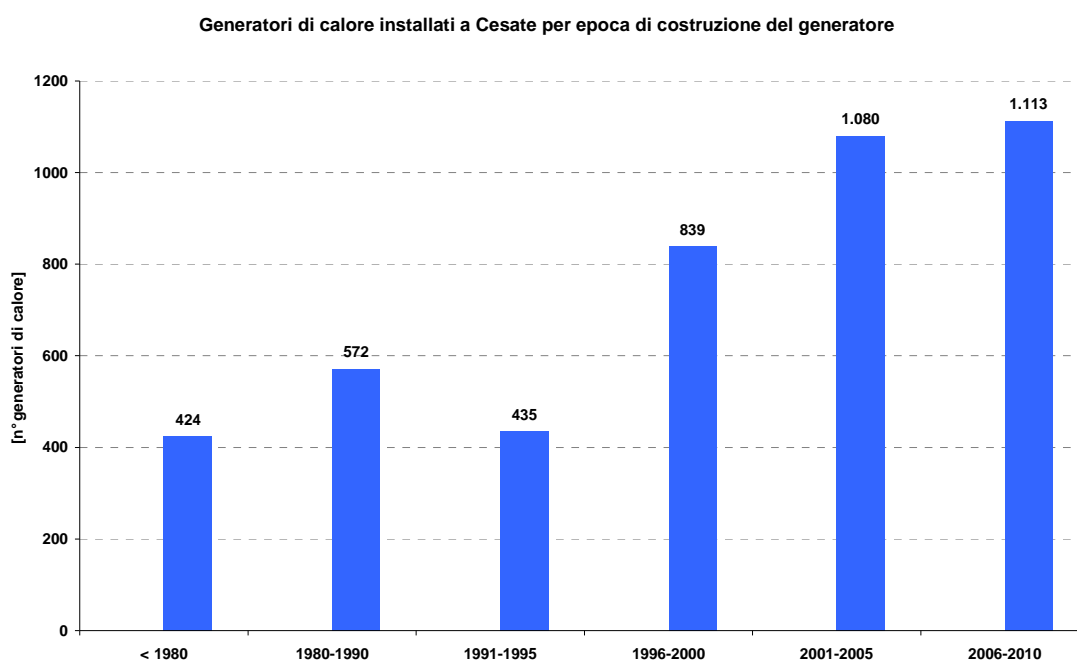
Infine, il grafico che segue disaggrega gli impianti analizzati per epoca di costruzione del generatore.

È evidente che

- il 49 % circa degli impianti risulta installato successivamente al 2000;
- il 25 % degli impianti è compreso fra il 2006 e il 2010;

- un ulteriore 19 % di impianti risulta successivo al 1995 e precedente al 2000;
- il 32 % degli impianti risulta datato precedentemente rispetto al 1995.

Una quota delle caldaie contabilizzate nella colonna 'precedente al 1980' consiste in caldaie per cui la data di installazione segnata al registro del Curit è 1900. Si ritiene che per queste caldaie non sia nota la data di installazione, o non sia stata compilata. Si reputa comunque che si tratti di caldaie vecchie, quindi da collocare al massimo nel decennio tra il 1980 e il 1990, senza che questo costituisca un grande cambiamento nella distribuzione.



**Grafico 4.21** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Anche la datazione, oltre alla tipologia, dell'impianto termico rappresenta un dato in input per il modello di simulazione dal basso che si sta descrivendo. In particolare, se nel paragrafo precedente sono state dettagliate informazioni riferite all'involucro edilizio, nel presente paragrafo questa analisi permette di attribuire al generatore di calore un parametro di rendimento di generazione utile al calcolo dell'energia finale consumata dall'abitato. Complessivamente si può ritenere che il parco impianti risulti discreto, non troppo spinto verso impianti datati ma con un buon livello di svecchiamenti nel corso degli ultimi anni. Per completezza dell'analisi va sottolineato che i dati riportati fanno riferimento al parco caldaie del settore civile, quindi includono non solo le caldaie installate in unità residenziali ma anche quelle riferibili al settore terziario o agli ambiti riscaldati del settore industriale.

Le tabelle seguenti disaggregano il numero di abitazioni servite da una specifica tipologia di impianto. La prima tabella riporta il dato riferito agli impianti autonomi e la seconda riporta il dato riferito agli impianti centralizzati. Viene descritto il numero di abitazioni per epoca di costruzione del generatore di calore e tipologia di vettore di alimentazione dello stesso. Fra le autonome, si registrano 4.384 caldaie di potenza

inferiore a 39 kW, 31 sono di potenza compresa fra 39 kW e 115 kW, 33 sono di potenza compresa fra 115 e 350 kW la restante quota (15 impianti) risulta di potenza maggiore. Il vettore più diffuso è il gas metano con una quota del 99 % sul totale del parco caldaie autonome. Il 23 % circa risulta precedente agli anni '90, il 29 % risulta annettibile al periodo '90-2000 e la restante quota del 68 % è stata installata negli ultimi 10 anni.

Impianti autonomi							
n° abitazioni	< 1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Totale
Metano	420	558	431	830	1.045	1.079	4.363
Gasolio	0	1	0	0	0	0	1
Biomassa	0	2	1	2	4	3	12
GPL	0	1	2	0	3	2	8
<b>Totale</b>	<b>420</b>	<b>562</b>	<b>434</b>	<b>832</b>	<b>1.502</b>	<b>1.084</b>	<b>4.384</b>

Tabella 4.13 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Gli impianti centralizzati, invece, servono complessivamente 1.416 unità immobiliari; l'88 % di queste unità immobiliari risulta servita da impianti alimentati a gas naturale, l'1 % è alimentata a GPL, l'11 % da impianti a gasolio. Si ritiene che il ritmo di svecchiamento degli impianti non sia particolarmente serrato, infatti:

- ben il 19 % delle unità immobiliari servite da impianto centralizzato presenta una caldaia installata prima del 1990, quota che sale fino al 19,5 % contando anche gli impianti installati tra il 1990 e il 1995;
- è pari al 60,5 % la quota di unità immobiliari servite da impianto installato fra 1996 e 2005;
- solo il 20 % delle unità immobiliari ha una caldaia annettibile all'ultimo quinquennio.

La tabella seguente riporta il dato riferito alle unità immobiliari per anno di installazione del generatore di calore centralizzato.

Impianti centralizzati							
n° abitazioni	< 1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Totale
Metano	108	138	0	52	720	224	1.242
Gasolio	0	20	10	6	60	60	156
GPL	0	0	0	0	18	0	18
Biomassa	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>108</b>	<b>158</b>	<b>10</b>	<b>58</b>	<b>798</b>	<b>284</b>	<b>1.416</b>

Tabella 4.14 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Considerando il totale delle unità immobiliari servite, la tabella seguente le disaggrega per vettore che alimenta l'impianto. Si precisa che la somma delle unità immobiliari non corrisponde al totale delle unità abitative; infatti, la banca dati degli impianti termici include tutte le caldaie installate a livello comunale, indipendentemente dalla destinazione d'uso dell'immobile.

Vettore	N° unità immobiliari	Incidenza %
Metano	5.605	87,7%
Gasolio	157	11,0%
GPL	26	1,3%
Biomassa	12	0,0%
<b>Totale</b>	<b>5.800</b>	<b>100%</b>

Tabella 4.15 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Valutando sul totale, invece, l'epoca di costruzione del generatore di calore attualmente installato, il Grafico seguente riporta i dati complessivi delle abitazioni servite per singola fascia d'età del generatore.

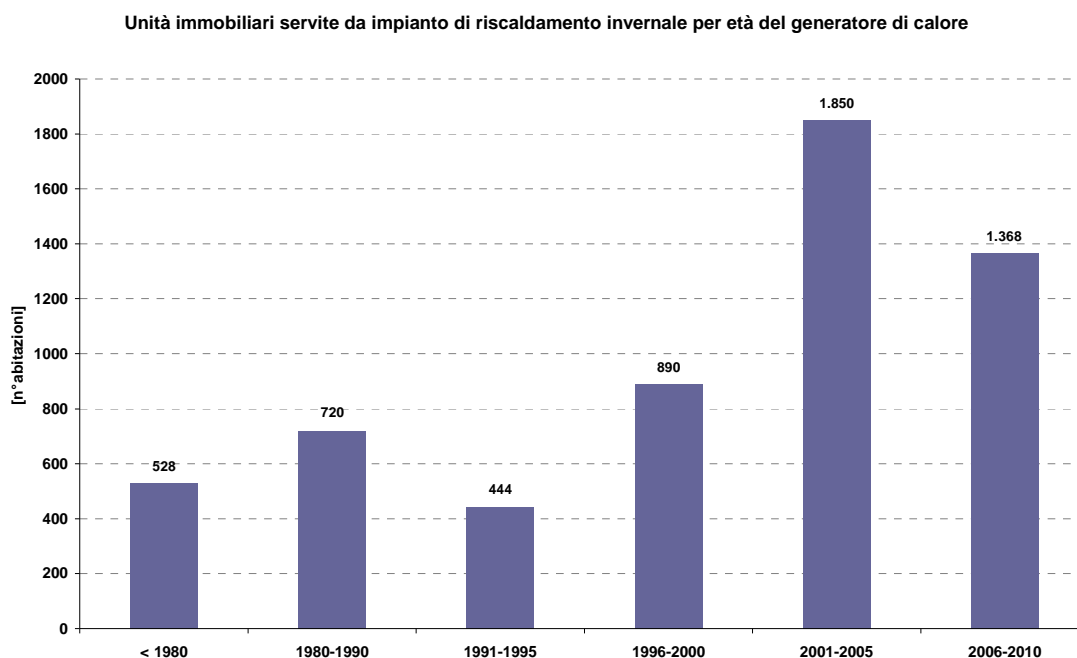


Grafico 4.22 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

In base ai rendimenti minimi di combustione definiti dal D.d.u.o. 15 giugno 2009 n°6.104 della Regione Lombardia è possibile, per tipologia di impianto, valutare i rendimenti medi stagionali di combustione del parco caldaie descritto. Si precisa che i rendimenti definiti dalla norma citata fanno riferimento all'impianto funzionante al 100 % della potenza nominale e includono esclusivamente le perdite di combustione al camino, a bruciatore acceso. I valori proposti nel grafico seguente, invece, rappresentano i rendimenti di generazione complessiva, dunque inclusivi della somma delle perdite al camino sia a bruciatore acceso che spento e delle perdite al mantello del generatore di calore, per tipologia di impianto. I rendimenti medi sono pesati sul numero di abitazioni servite. Il rendimento medio di generazione si attesta sull'86 % circa.

È possibile valutare il rendimento globale medio stagionale dell'intero sistema edificio-impianto termico considerando i rendimenti degli altri sottosistemi che costituiscono l'impianto termico (sottosistemi di distribuzione, emissione e regolazione). Il prodotto dei vari rendimenti valuta il rendimento globale medio stagionale dell'intero impianto.

Si valuta per questo calcolo che:

- il sistema di emissione sia costituito nel 90 % delle abitazioni da radiatori a colonne o a piastre e nel 10 % da ventilconvettori (vedi tabella seguente per i valori utilizzati nel calcolo);
- il sistema di distribuzione risulti ad anello per gli impianti autonomi e a montanti verticali per impianti centralizzati (vedi tabella seguente per i valori utilizzati nel calcolo);

- la regolazione sia effettuata secondo lo schema riportato nella tabella seguente:

Tipologia di sistemi di regolazione della temperatura ambiente	
Impianti autonomi precedenti al 2000	Solo termostato ambiente
Impianti autonomi 2001-2005	Cronotermostato ambiente
Impianti autonomi 2006-2010	Cronotermostato ambiente + Valvole termostatiche
Impianti centralizzati precedenti al 1990	Solo sonda climatica esterna
Impianti centralizzati 1991-2005	Sonda climatica esterna + Termostato ambiente
Impianti centralizzati 2006-2010	Sonda climatica esterna + Termostato ambiente + Valvole termostatiche

Tabella 4.16 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Rendimenti di generazione per epoca di costruzione del generatore di calore e tipologia d'impianto

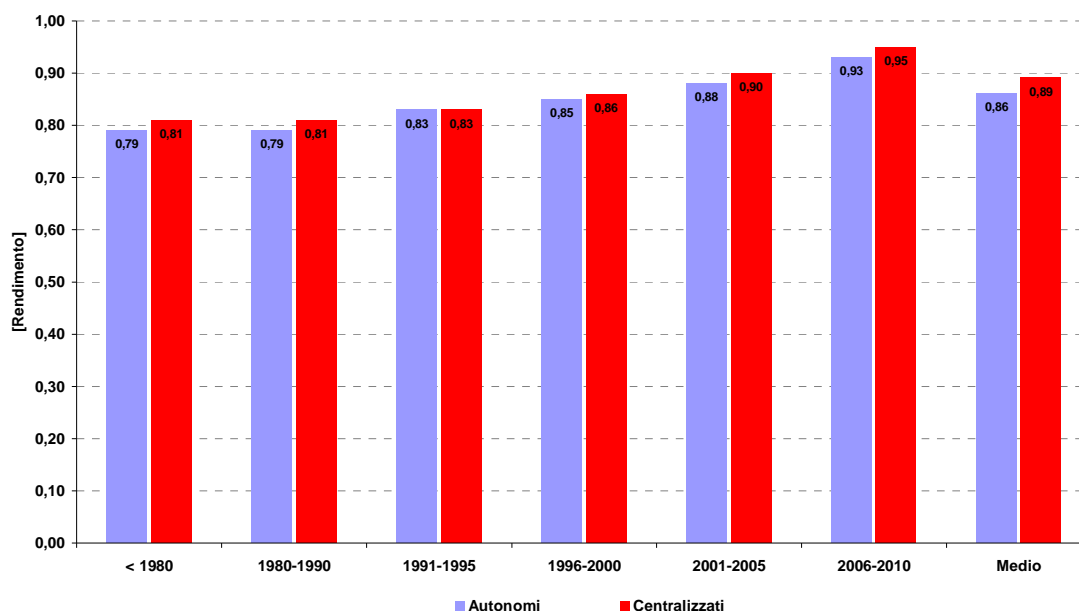


Grafico 4.23 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Generazione	1970-1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Medio
Autonomi	0,79	0,79	0,83	0,85	0,88	0,93	0,86
Centralizzati	0,81	0,81	0,83	0,86	0,90	0,95	0,87

Emissione	1970-1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Medio
Autonomi	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Centralizzati	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92

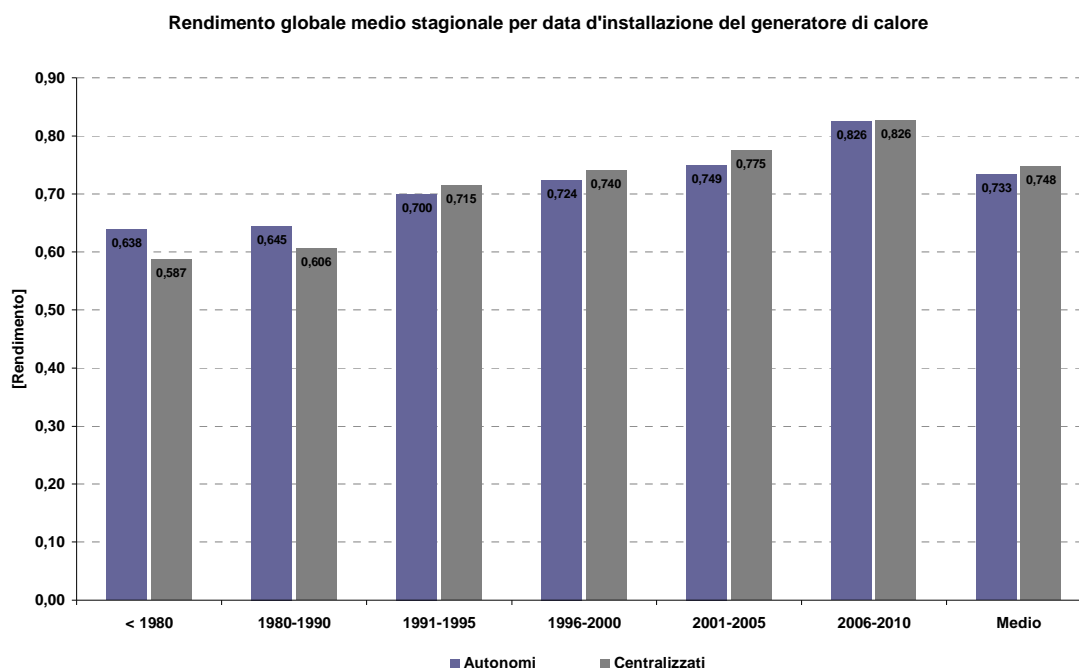
Distribuzione	1970-1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Medio
Autonomi	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,98
Centralizzati	0,91	0,94	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96

Regolazione	1970-1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Medio
Autonomi	0,92	0,92	0,94	0,94	0,94	0,98	0,95
Centralizzati	0,87	0,87	0,97	0,97	0,97	0,98	0,95

Tabella 4.17 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

È possibile, infine, valutare il rendimento globale medio stagionale per epoca di installazione del generatore. Il grafico seguente riporta i valori di rendimento complessivo del sistema edificio-impianto termico.



**Grafico 4.24** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

#### 4.3.6 Il carico termico totale per il riscaldamento

In base alla correlazione dei dati e delle analisi descritte ai paragrafi precedenti è stato possibile ricostruire il carico termico per il riscaldamento, mediamente richiesto da ciascuna classe di abitazioni.

Si è proceduto al calcolo di:

- calore disperso tramite la superficie opaca;
- calore disperso tramite la superficie trasparente;
- calore disperso tramite i sistemi di copertura;
- perdite di calore derivanti dalla ventilazione naturale degli ambienti;
- rendimento medio dei sottosistemi impiantistici di generazione, distribuzione, emissione e regolazione.

La tabella seguente sintetizza il dato relativo alla disaggregazione del fabbisogno di energia finale per il riscaldamento nel settore residenziale calcolato a livello comunale, suddiviso per epoca di costruzione dell'edificio.

Epoca di costruzione	Fabbisogno di energia finale per il riscaldamento [MWh]
Prima del 1919	3.002
Dal 1919 al 1945	3.251
Dal 1946 al 1961	16.120
Dal 1962 al 1971	13.045
Dal 1972 al 1981	6.675
Dal 1982 al 1991	8.819
Dal 1992 al 2001	5.626
Dopo il 2001	5.565
<b>Totale</b>	<b>62.133</b>

Tabella 4.18 Elaborazione Ambiente Italia

Il Grafico 4.25 disaggrega percentualmente il dato della tabella precedente, mettendo in evidenza l'andamento pressoché costante del carico energetico complessivo nelle edificazioni comprese fra i primi anni del 1900 e il 1945 con leggerissime variazioni di incidenza sul totale. È interessante notare che l'edificato di ultima generazione, pur essendo volumetricamente più incidente rispetto a quanto costruito nelle fasi precedenti, fa registrare fabbisogni energetici più contenuti. A Cesate risulta, invece, particolarmente incidente la quota di edificato ascrivibile al periodo tra il 1946 e il 1961 a cui si annette un consumo complessivo di circa 16,1 GWh che pesa per il 26 % circa sui consumi complessivi per il riscaldamento residenziale. Anche l'edificato anni '60 incide in misura notevole (per il 21 %), consumando in un anno circa 13 GWh.

Il dato analizzato, tuttavia, non costituisce un indicatore di efficienza del parco edilizio, rappresentando il carico energetico complessivo; le epoche storiche in cui si attestano quote percentuali maggiori di fabbisogno corrispondono, infatti, ai periodi storici in cui, sulla base delle analisi già svolte, si registra la maggiore superficie edificata.

Il Grafico 4.26 pone a rapporto il carico termico complessivo, rappresentato sulle barre, con la quota di volumetria riscaldata, rappresentata dai punti. È abbastanza evidente la linearità fra i due andamenti analizzati nelle singole epoche storiche registrando un buon rapporto volumetrie fabbisogni. Nel periodo seguente al 2001, in concomitanza con l'introduzione in Italia dei nuovi requisiti prestazionali per gli edifici di nuova costruzione definiti nel 2005 con il Decreto legislativo 192, notiamo che il fabbisogno energetico in relazione alle volumetrie tende ulteriormente a diminuire.

Disaggregazione percentuale dei fabbisogni dell'edilizia di Cesate per epoca di costruzione dell'edificio

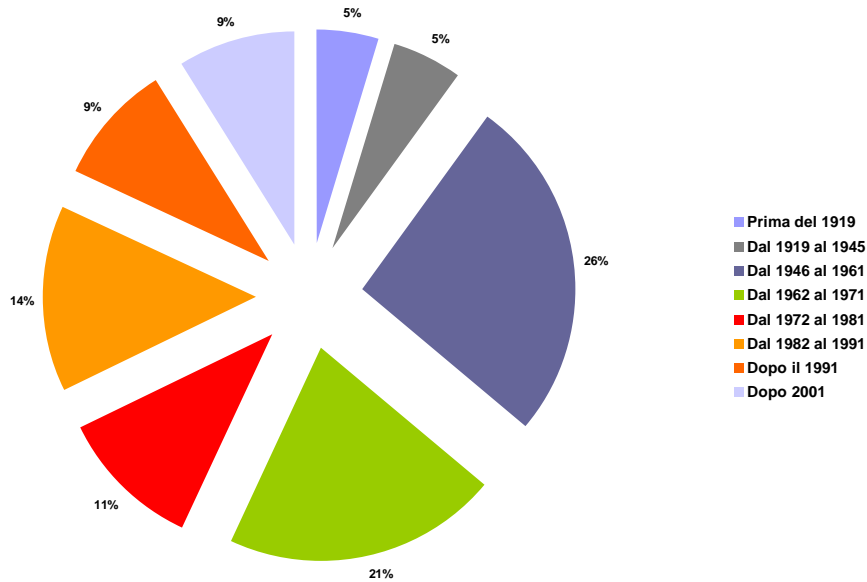


Grafico 4.25 Elaborazione Ambiente Italia.

Rapporto fra Fabbisogno di energia primaria complessivo (barre) e volumetrie afferenti (punti), per epoca di costruzione

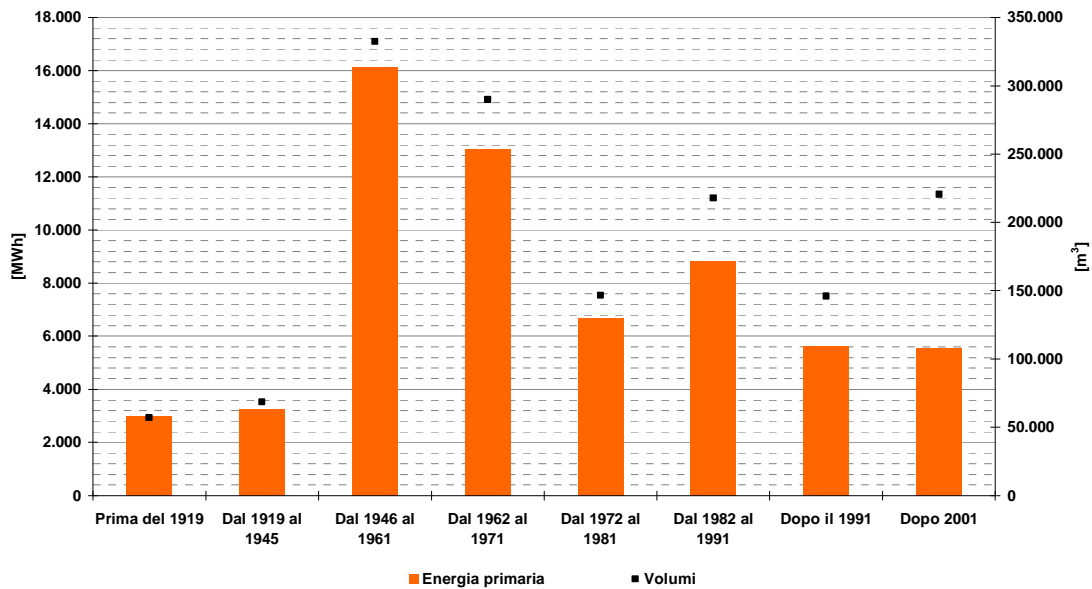


Grafico 4.26 Elaborazione Ambiente Italia.

Il valore più utile per focalizzare le necessità energetiche per il riscaldamento invernale delle abitazioni comunali viene infine delineato nella tabella successiva che raccoglie i



valori di fabbisogno di energia finale per unità di superficie utile, mediato su tutti gli appartamenti.

Si tratta di un'ipotesi senz'altro ottimistica: infatti nel calcolo è stata considerata l'intera superficie delle abitazioni occupate, senza considerare decurtamenti derivanti dalla quota relativa agli spazi probabilmente non riscaldati quali corpi scala, eventuali vani tecnici, vani accessori, comunque ritenuti limitati nella specifica situazione locale di Cesate.

Epoca di costruzione	Fabbisogno specifico [kWh/m <sup>2</sup> ]
Prima del 1919	178
Dal 1919 al 1945	156
Dal 1946 al 1961	150
Dal 1962 al 1971	135
Dal 1972 al 1981	136
Dal 1982 al 1991	117
Dopo il 1991	107
Dopo il 2001	70
<b>Media</b>	<b>125</b>

Tabella 4.19 Elaborazione Ambiente Italia

La dinamica descritta alla Tabella 4.20 attesta l'ovvio miglioramento registrato nel corso del secolo, dovuto alle variazioni in termini di modalità, strumenti, scelte tecnologiche nel settore delle costruzioni. A partire da inizio secolo si attesta in media una riduzione del 12 % annuo (escludendo l'ultima fase). Gli edifici costruiti dopo il 2001 risparmiano il 60 % circa rispetto a quanto costruito a inizio secolo.

Nell'analisi per le annualità successive al 2001 si è scelto di adeguare i parametri di fabbisogno delle nuove superfici residenziali ai valori limite imposti dalla normativa. Tuttavia, va precisato che l'edificato di Cesate è un edificato prevalentemente basso e decisamente sparso sul territorio. Ciò incide negativamente sulle prestazioni energetiche, in particolare se si considera l'elevato valore del parametro S/V. L'S/V è indice della performance energetica legata al solo profilo geometrico dell'edificio. Esso è il rapporto fra superficie dell'involucro disperdente e volume lordo riscaldato. Più alto è il valore del rapporto S/V peggiore è la qualità in termini di forma dell'edificio. In questo senso un edificato sparso e basso ha S/V elevati, al contrario un edificato compatto (condomini) tende ad avere un rapporto S/V più basso. Le prestazioni indicate dalla nuova normativa nazionale o regionale concedono un maggior consumo a fronte di S/V più alti. L'S/V medio calcolato sull'edificato presente a Cesate risulta pari a poco più di 0,6.

Inoltre è necessario precisare che questi valori non sono indicativi per poter definire, sulla base della classificazione energetica regionale, una classe media dell'edificato comunale. Infatti nel calcolo è stato considerato un numero di ore di funzionamento dell'impianto termico realistico e non pari a 24 ore come richiede la norma (l'algoritmo ha previsto 14 ore al giorno di accensione dell'impianto termico). L'obiettivo di questa modellazione, infatti, è proprio quello di comprendere il reale consumo dell'edificato e le maggiori criticità dello stesso, al fine di poter intraprendere azioni mirate di riqualificazione.

Fabbisogno specifico di energia finale per la climatizzazione invernale per epoca di costruzione

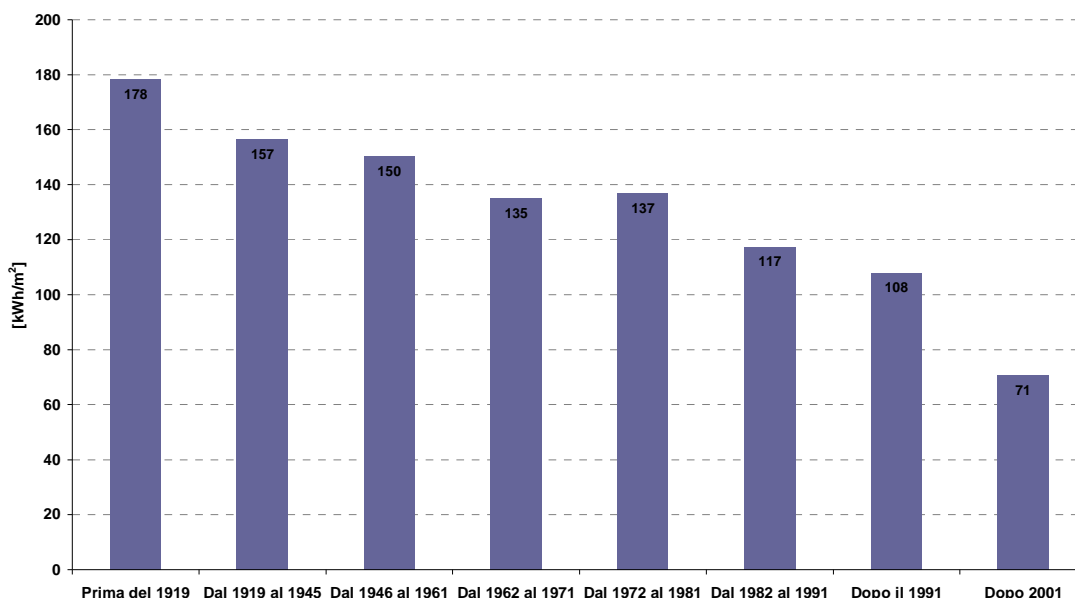


Grafico 4.27 Elaborazione Ambiente Italia.

Al fabbisogno di energia finale per la climatizzazione invernale degli edifici deve essere aggiunto anche il fabbisogno di energia finale necessario per la produzione di acqua calda sanitaria, calcolato e direttamente relazionato con la superficie occupata, in linea con i nuovi algoritmi di calcolo definiti dalla UNI TS 11300.1. È stato quantificato complessivamente, per il 2009, un fabbisogno termico per la produzione di acs (acqua calda sanitaria) di circa 10.465 MWh, di cui 8.723 MWh afferenti all'edilizia esistente al 2001 e 1.742 MWh afferenti alle nuove edificazioni attribuite a Cesate nelle annualità 2002-2009.

La tabella seguente riporta il dato in energia finale.

	Impianto comune con riscaldamento [MWh fin]	Impianto separato gas [MWh fin]	Senza impianto [MWh fin]	Impianto separato elettrico [MWh fin]
<b>Edifici esistenti al 2001</b>	7.275	699	0	749
<b>Nuovi edifici 2001-2009</b>	1.373	231	0	138
<b>Totale</b>	8.648	929	0	888
<b>Imputabile in bilancio gas</b>		9.557		

Tabella 4.20 Elaborazione Ambiente Italia

In linea con la UNI TS 11300.1, la valutazione dell'ACS ha considerato, alla superficie media dell'edificato di Cesate, 19,66 kWh/m<sup>2</sup> anno, calcolati su un  $\Delta\theta$  fra temperatura dell'acqua in acquedotto (10 °C) e temperatura di erogazione (40 °C) pari a 30 °C. Nella valutazione in energia primaria sono stati considerati i rendimenti dei sistemi di produzione elettrici o a gas naturale (dedicati o centralizzati per produzione calore e acs).

La tabella seguente somma i fabbisogni calcolati complessivi di settore limitatamente agli usi termici:

- il 3 % circa è legato agli usi cucina
- l'83 % è invece annettibile alla climatizzazione invernale degli ambienti
- il 14 % si lega, infine, alla produzione di acqua calda sanitaria.

Usi finali	Fabbisogno di energia primaria	Peso %
<b>Uso cucina</b>	<b>2.338 MWh</b>	<b>3,1 %</b>
• Gas naturale	2.338 MWh	100 %
<b>Uso riscaldamento</b>	<b>63.227 MWh</b>	<b>82,5 %</b>
• Gas naturale	60.024 MWh	95 %
• GPL	278 MWh	0 %
• Gasolio	1.681 MWh	3 %
• Biomassa	621 MWh	1 %
• Energia elettrica	621 MWh	1 %
<b>Uso produzione ACS</b>	<b>10.465 MWh</b>	<b>13,8 %</b>
• Gas naturale	9.577 MWh	92 %
• Biomassa	0 MWh	0 %
• GPL	0 MWh	0 %
• Gasolio	0 MWh	0 %
• Energia elettrica	888 MWh	8 %
<b>Totale</b>	<b>76.030 MWh</b>	<b>100 %</b>

Tabella 4.21 Elaborazione Ambiente Italia

Per vettore energetico, la tabella che segue riporta una sintesi dei consumi, sempre limitatamente agli usi termici.

Complessivamente il settore residenziale nel Comune di Cesate, incide sui consumi di gas naturale attestati nel 2009 in quota percentuale pari all'86 % circa, rappresentando il settore di prevalente utilizzo di questo vettore energetico. In valore assoluto, nel 2009 il consumo di gas naturale del settore residenziale è stato pari a 7.499.197 m<sup>3</sup> di gas naturale.

Usi finali	Gas naturale [m <sup>3</sup> ]	Energia elettrica [MWh]	Gasolio [t]	GPL [t]	Biomassa [t]
<b>Riscaldamento</b>	6.257.098	621	142	22	162
<b>ACS</b>	998.368	888	0	0	0
<b>Usi cucina</b>	243.731	0	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>7.499.197</b>	<b>1.509</b>	<b>142</b>	<b>22</b>	<b>162</b>

Tabella 4.22 Elaborazione Ambiente Italia

Sul nucleo familiare medio di Cesate il consumo complessivo di energia per la climatizzazione, la produzione di ACS e gli usi cucina pesa in media per un quantitativo annuo pari a circa 13,8 MWh all'anno.

Valutando i consumi con indicatori specifici legati alla popolazione e alle famiglie la tabella seguente ne calcola i rapporti.

	Famiglie	Abitanti
<b>Dati anagrafe</b>	5.550	13.406
<b>Riscaldamento</b>	11,39 MWh/famiglia	4,72 MWh/abitante
<b>Produzione ACS</b>	2,00 MWh/famiglia	0,83 MWh/abitante
<b>Cucina</b>	0,42 MWh/famiglia	0,17 MWh/abitante
<b>Totale</b>	<b>13,81 MWh/famiglia</b>	<b>5,72 MWh/abitante</b>

Tabella 4.23 Elaborazione Ambiente Italia

Limitando l'analisi ai soli consumi di gas naturale:

	<b>Famiglie</b>	<b>Abitanti</b>
<b>Dati anagrafe</b>	5.550	13.406
<b>Riscaldamento</b>	1.127 m <sup>3</sup> /famiglia	467 m <sup>3</sup> /abitante
<b>Produzione ACS</b>	180 m <sup>3</sup> /famiglia	74 m <sup>3</sup> /abitante
<b>Cucina</b>	44 m <sup>3</sup> /famiglia	18 m <sup>3</sup> /abitante
<b>Totale</b>	<b>1.351 m<sup>3</sup>/famiglia</b>	<b>559 m<sup>3</sup>/abitante</b>

Tabella 4.24 Elaborazione Ambiente Italia

#### 4.4 Gli usi elettrici nel settore residenziale

Come è noto i consumi elettrici nelle abitazioni evolvono secondo l'andamento di due driver principali: l'efficienza e la domanda di un determinato servizio. Mentre il primo driver è di tipo tecnologico e dipende dalle caratteristiche delle apparecchiature che erogano il servizio desiderato (illuminazione, riscaldamento, raffrescamento, refrigerazione degli alimenti ecc.), invece il secondo risulta prevalentemente correlato a variabili di tipo socio-demografico (numero di abitanti, composizione del nucleo familiare medio ecc.).

Per l'analisi di questo settore si è agito, dunque, sui seguenti elementi:

- tempo di vita medio dei diversi dispositivi;
- evoluzione del mercato assumendo che l'introduzione di dispositivi di classe di efficienza maggiore sostituisca in prevalenza le classi di efficienza più basse;
- diffusione delle singole tecnologie nelle abitazioni.

Questo tipo di approccio, denominato bottom-up, permette un'analisi dal basso delle apparecchiature, degli stili di consumo e degli aspetti demografici al fine di modellizzare sul lungo periodo un'evoluzione dei consumi. L'evoluzione dei consumi si connota come risultato finale dell'evoluzione dei drive indicati sopra.

Nel corso degli anni, in alcuni casi, i nuovi dispositivi venduti vanno a sostituire apparecchi già presenti nelle abitazioni e divenuti obsoleti (frigoriferi, lavatrici, lampade ecc.), incrementando l'efficienza media generale. In altri casi, invece, alcune tecnologie entrano per la prima volta nelle abitazioni e quindi contribuiscono ad un incremento netto dei consumi.

Le analisi svolte prevedono un differente livello di approfondimento in base alle tecnologie. In particolare, si è ipotizzato un livello di diffusione per classe energetica nel caso degli elettrodomestici utilizzati per la refrigerazione, il lavaggio e l'illuminazione e per alcune apparecchiature tecnologiche. Negli altri casi si è stimato solo un grado di diversa diffusione della singola tecnologia. Riguardo gli scaldi-acqua elettrici si è ipotizzata una quota di diffusione degli stessi in coerenza con lo scenario termico già descritto.

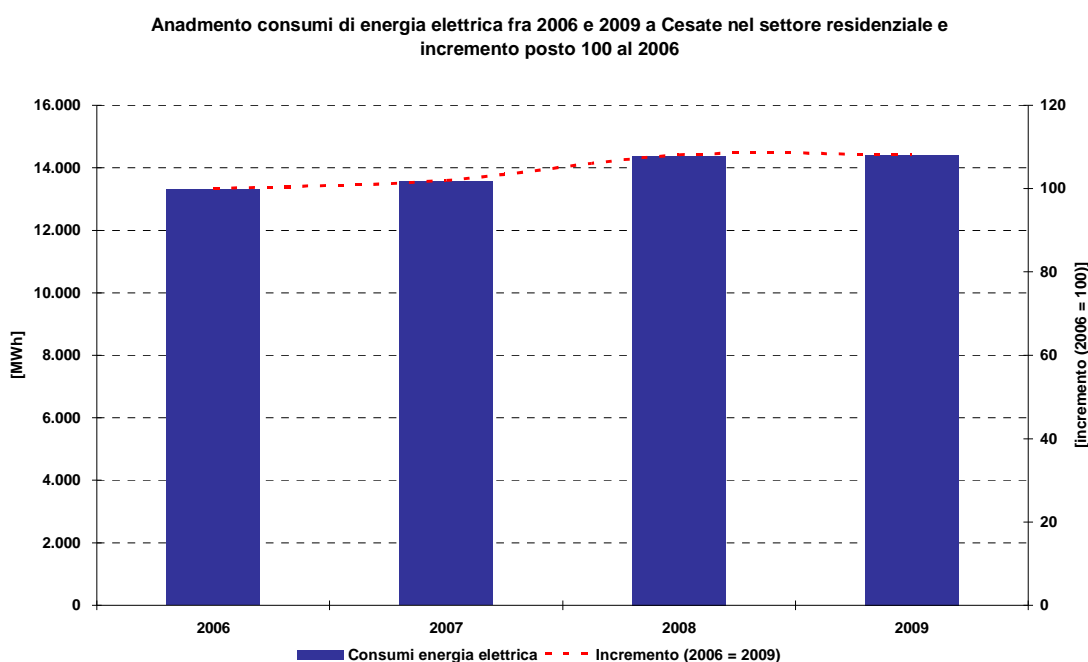
Nel 2009 i consumi elettrici del settore residenziale corrispondono al 66 % dei consumi elettrici comunali.

Il grafico seguente riassume la variazione dei consumi nel corso degli anni e la quota di incremento posto 100 al 2006. In particolare i dati considerati per delineare l'andamento derivano da fonte Enel distribuzione per quanto riguarda le annualità 2006-2009 registrando una crescita pari al + 8 %.

In valore assoluto:

- fra 2006 e 2009, invece, la crescita è pari a 1.094 MWh
- nell'ultima annualità, l'incremento è risultato pari a 14 MWh.

Il consumo registrato nel 2009 e annesso in bilancio ammonta a 14.397 MWh elettrici.



**Grafico 4.28** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel distribuzione.

Si evidenzia una leggera crescita dei consumi di energia elettrica a livello comunale principalmente attribuibile alla notevole crescita della popolazione attestata a Cesate nel corso degli ultimi anni. Inoltre, in generale nel corso degli anni, l'incremento del fabbisogno elettrico è prevalentemente dovuto alla maggiore richiesta di energia elettrica per i piccoli sistemi di condizionamento estivi e per i sempre più numerosi dispositivi elettronici, che hanno trovato larghi consensi tra le utenze proprio tra la fine degli anni '90 e l'inizio del decennio attuale.

Osservando i grafici seguenti che correlano il consumo elettrico al numero di famiglie e di abitanti residenti a livello comunale emerge che i consumi a livello specifico tendono a crescere. Questo implica che nelle famiglie e nelle case la diffusione delle tecnologie che garantiscono un miglioramento delle performance energetiche risulta ancora bassa. Si tratta di una crescita contenuta ma certamente rilevabile: fra 2006 e 2009 si passa da 2,54 a 2,59 MWh per famiglia.

I valori medi di consumo specifico risultano in media con gli andamenti di altre città italiane delle stesse dimensioni di Cesate.

Confronto fra consumi elettrici, andamento dei nuclei familiari e andamento della popolazione a Cesate fra 2006 e 2009

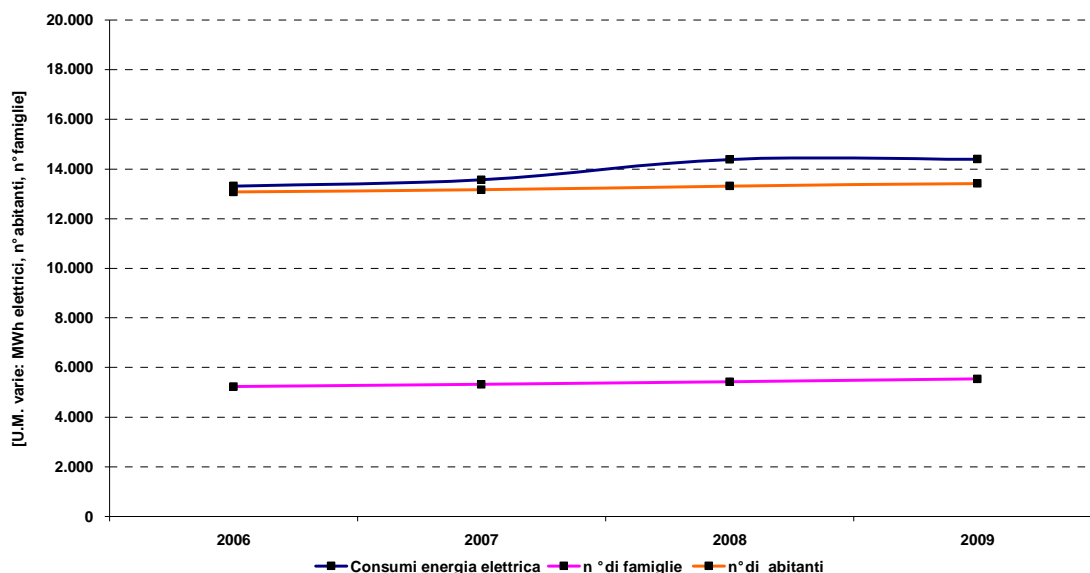


Grafico 4.29 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel distribuzione.

Consumi specifici di energia nel settore residenziale per abitante e per famiglia fra 2006 e 2009

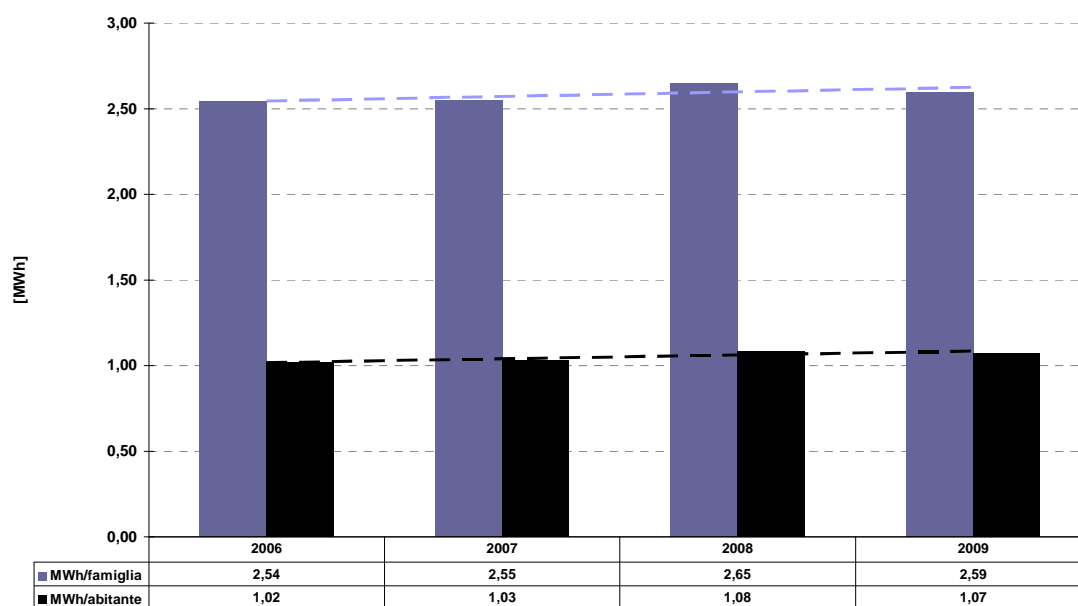


Grafico 4.30 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel distribuzione.

Per disaggregare a livello comunale i consumi elettrici, sulla base degli usi prevalentemente attestati a livello comunale, sono state considerate rappresentative dello scenario comunale alcune indagini condotte a livello nazionale, che se da una parte riescono a rappresentare in modo esauriente la situazione delle abitazioni italiane a causa dell'esteso campione di indagine, dall'altra non possono mettere in evidenza le ultime modificazioni delle abitudini delle utenze, soprattutto in termini di diffusione della climatizzazione, soprattutto a livello locale. Per tale ragione queste ultime informazioni sono state completate e integrate con informazioni desunte tramite indagini eseguite ad hoc in alcuni Centri Commerciali dell'Italia settentrionale. Si è potuto quindi osservare come dal 2002/2003 le vendite di dispositivi per la climatizzazione estiva abbiano superato di gran lunga quelle di frigoriferi, ad esempio considerando il fatto che se un frigorifero nuovo va quasi sicuramente a sostituirne uno vecchio, la stessa affermazione non è valida per i condizionatori che entrano, nella maggior parte dei casi, per la prima volta nelle abitazioni.

Nello specifico l'insieme delle indagini utilizzate per stimare i consumi elettrici finali si sono basate, dal più recente al più obsoleto, sui seguenti punti:

- Analisi dell'Erse riguardante il Fabbisogno energetico per la climatizzazione estiva di edifici tipo situati in località di riferimento del 2010
- Analisi dell'Erse riassunte nel Rapporto sul supporto scientifico alle politiche energetiche nazionali del 2010
- Le analisi di ENEA e CESI Ricerche riportate nelle Proposte per il Piano Nazionale di Efficienza Energetica della Commissione Energia di Confindustria del 2007.
- I dati sulle vendite del centro commerciale Mercatone Uno di Villafranca d'Asti da agosto 2002 a giugno 2004 di grandi elettrodomestici.
- Interviste agli operatori del Centro Commerciale Valecenter di Marcon (VE) e Airone di Monselice (PD) effettuate nel 2006.
- Il progetto MICENE condotto dal gruppo eERG (End-use Energy Research Group) del Dipartimento di Energetica del Politecnico di Milano nel 2004 relativo al monitoraggio dei consumi elettrici finali in 110 abitazioni italiane
- I dati di vendita di apparecchiature elettriche rilevati in punti vendita italiani (vedi Piano Energetico per la riduzione delle Emissioni nel Comune di Bologna, 1999)
- Il database predisposto dall'*IFR Italia* contenente i dati di consumo e le caratteristiche dei singoli modelli di frigocongelatori, lavabiancheria e lavastoviglie presenti sul mercato italiano al giugno 1995, e fino a gennaio del triennio 1997-1999.
- Il database relativo a frigoriferi e congelatori riportato nella rivista "Apparecchi elettrodomestici", per i prodotti del 1998
- I dati di consumo, pubblicati dall'ENEA, dei singoli modelli di frigocongelatori, lavabiancheria e lavastoviglie presenti sul mercato italiano al 1991, 1993 e 1998;
- Ed infine i dati risultanti dalle elaborazioni effettuate da Ambiente Italia per i Piani Energetici di diversi Comuni e Province italiane in relazione ai consumi per refrigerazione, lavaggio biancheria e stoviglie, illuminazione, apparecchiature elettroniche, acqua calda sanitaria, riscaldamento ambienti e condizionamento.

Il grafico che segue riporta, per usi finali, la disaggregazione dei consumi di energia elettrica nel settore residenziale.

Consumi finali di energia elettrica per uso finale nel 2009 a Cesate

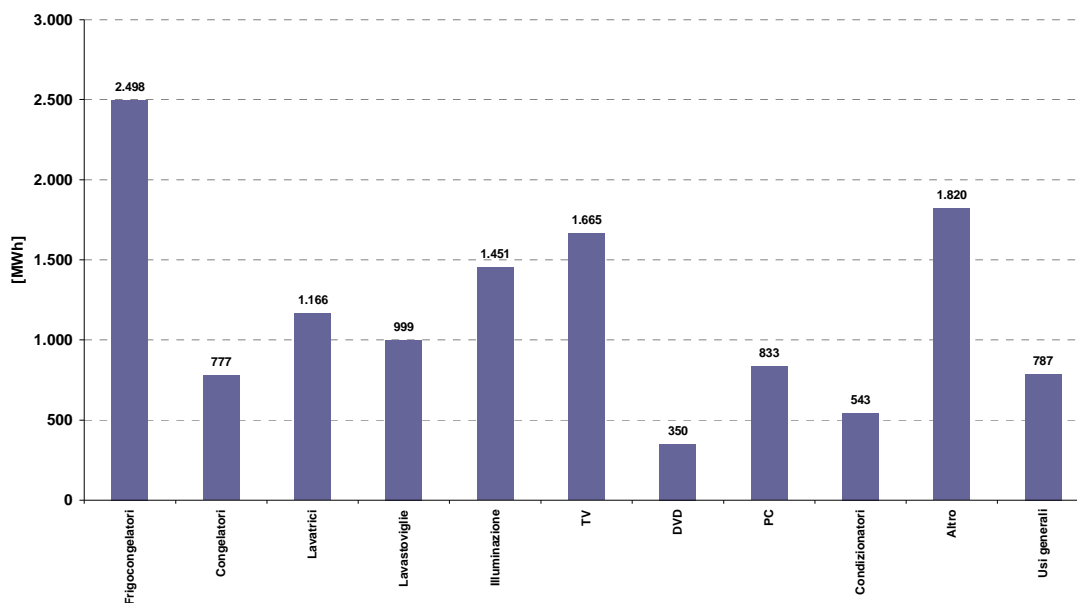


Grafico 4.31 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel distribuzione.

Disaggregazione percentuale dei consumi elettrici nel settore residenziale per usi finali al 2009

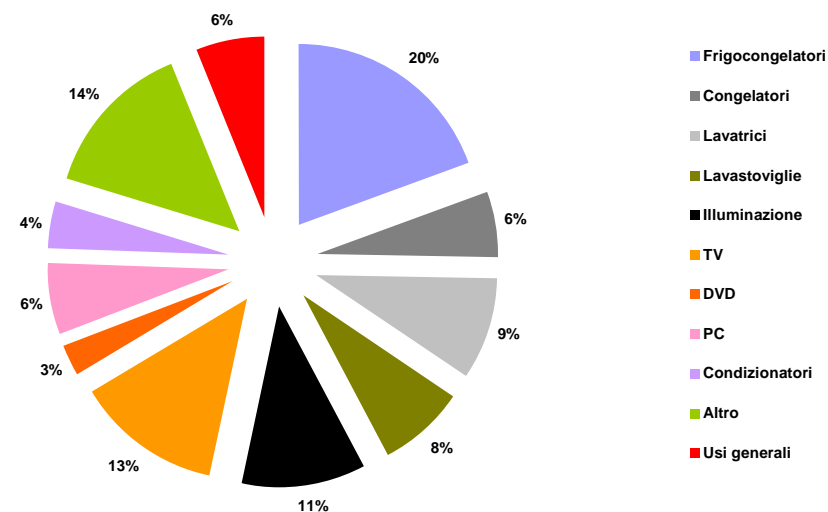


Grafico 4.32 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel distribuzione.



Analizzando le disaggregazioni emerge che:

- i consumi più elevati (20 % circa) spettano ai frigo-congelatori, che insieme alle lavatrici (9 %) rappresentano delle tecnologie diffuse in tutte le abitazioni a livello capillare (diffusione nel 100 % delle abitazioni);
- gli usi generali dell'abitazione incidono per il 6 % e includono i sistemi di illuminazione dei cortili o delle parti comuni degli edifici, l'energia elettrica consumata per produrre forza motrice (ascensori, serrande e cancelli elettrici), i consumi elettrici degli ausiliari degli impianti termici. Nella stessa voce si includono i consumi elettrici di locali deposito condominiali o privati e i consumi dei box auto;
- pari all'11 % risulta invece il peso dei sistemi di illuminazione degli ambienti domestici;
- il condizionamento estivo delle abitazioni incide in quota pari al 4 % circa. Questa voce di consumo si prevede che nei prossimi anni possa incrementarsi in virtù della sempre crescente domanda di impianti di condizionamento sia nelle abitazioni esistenti che in quelle di nuova fattura;
- le apparecchiature elettroniche (TV, DVD, VHS, PC) fanno registrare consumi in quota pari al 22 %. In questo caso si tratta di tecnologie presenti in quota maggiore di una per abitazione;
- lavastoviglie e congelatori, tecnologie non presenti in tutte le abitazioni (sono presenti rispettivamente nel 60 % e nel 40 % delle abitazioni), incidono in quota pari all'8 % e al 6 %;
- la quota del 14 % indicata alla voce altri usi, invece, include le cucine elettriche, forni a microonde, l'utilizzo di ferri da stiro, frullatori, aspirapolvere e altre tecnologie domestiche di uso più saltuario e che consumano energia elettrica.

I criteri utilizzati per la modellizzazione sono esplicitati nella tabella seguente. Relativamente alla produzione di ACS e all'utilizzo di pompe di calore e stufette elettriche nelle abitazioni, i dati di consumo non sono riportati in questo paragrafo in quanto connotati come consumi di energia elettrica per usi termici. Il relativo dettaglio è riportato nei paragrafi precedenti.

I valori di consumo riferiti alle classi energetiche descritte nella tabella che segue fanno riferimento a quanto è attualmente sul mercato per le singole tecnologie e a quanto la normativa tecnica europea ipotizza di implementare nei prossimi anni. La percentuale di diffusione indica l'indice di presenza della specifica tecnologia nelle abitazioni.

Riguardo all'illuminazione degli ambienti si è proceduto definendo un fabbisogno in lumen per l'abitazione media di Cesate, secondo lo schema riportato nella Tabella 4.27.

Tecnologie	Consumo annuo [kWh/anno]	Diffusione	A [kWh/anno]	A+ [kWh/anno]	A++ [kWh/anno]
Frigocongelatori	450	100 %	330	255	184
Lavatrici	210	100 %	209	187	165
Congelatori	350	40 %	265	201	145
Lavastoviglie	300	60 %	294	Non previsto	Non previsto
TV	200	150 %	250	Non previsto	Non previsto
PC	60	150 %	94	Non previsto	Non previsto
DVD	70	90 %	70	Non previsto	Non previsto
Hi-Fi	60	80 %	Non previsto	Non previsto	Non previsto
Ferro da stiro	100	100 %	Non previsto	Non previsto	Non previsto
Cucina elettrica	150	70 %	Non previsto	Non previsto	Non previsto
Forno microonde	70	50 %	Non previsto	Non previsto	Non previsto
Altro	40	100 %	Non previsto	Non previsto	Non previsto

Tabella 4.25 Elaborazione Ambiente Italia

Vani	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Lux	Lumen
Cucina	12	250	3.000
Camere	33	150	4.950
Sala	25	200	5.000
Bagno	10	100	1.000
Corridoio	5	80	400
Ripostiglio	5	50	250
<b>Superficie media</b>	<b>90</b>		

Tabella 4.26 Elaborazione Ambiente Italia

Sono state considerate, inoltre, delle efficienze medie per tipologia di lampada installata in grado di soddisfare il fabbisogno di lumen descritto. I consumi sono stati calcolati considerando 600 ore annue equivalenti di funzionamento.

Tipo di lampada	Diffusione	lm/W
Incandescenza	50%	15
Fluorescente	40%	60
Alogena	10%	20
LED	0%	71,5
<b>Totale</b>	<b>100%</b>	<b>33,5</b>

Tabella 4.27 Elaborazione Ambiente Italia

Infine, per la climatizzazione estiva si è proceduto considerando delle potenze massime in W/m<sup>2</sup> distinte per numero di piani fuori terra ed epoca di costruzione dell'edificio.

Ad esse sono state abbinare delle ore di funzionamento alla massima potenza, anch'esse differenziate per epoca di costruzione e numero di piani fuori terra. In tal modo è stato possibile valutare un consumo specifico medio annuo in Wh/m<sup>2</sup> di superficie. L'analisi ha valutato esclusivamente i fabbisogni annettibili all'edificio successivo agli anni '60. Si ritiene che quanto realizzato in precedenza non necessiti di impianti di climatizzazione estiva. È stato considerato un fattore di diffusione del 45 % circa di dette tecnologie nelle abitazioni e un parametro di efficienza dell'impianto EER pari a 2,0. Il grafico che segue riporta il fabbisogno complessivo.

Disaggregazione dei fabbisogni elettrici per la climatizzazione estiva per epoca di costruzione dell'edificio e numero di piani fuori terra

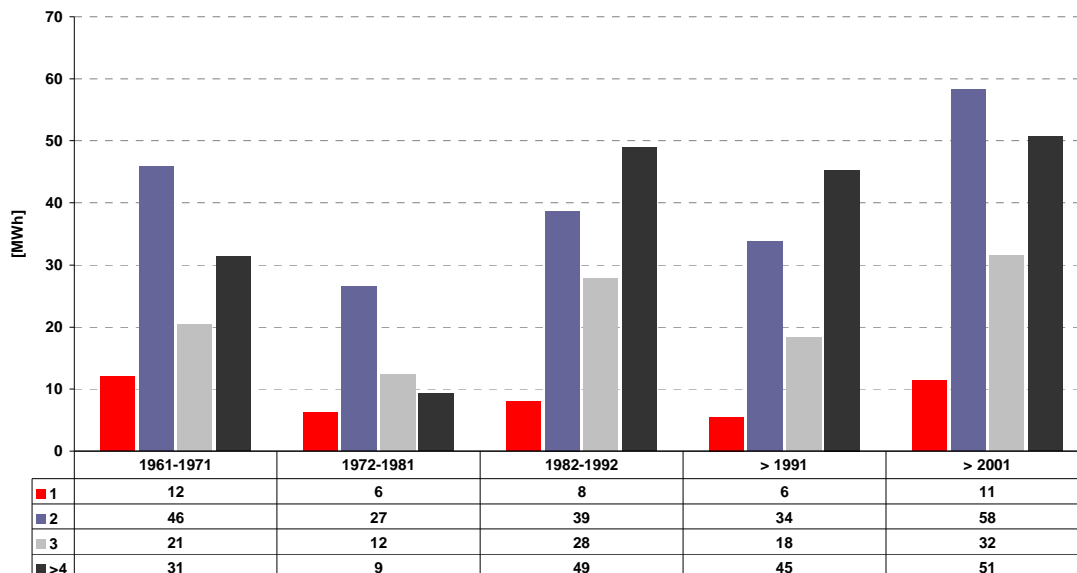
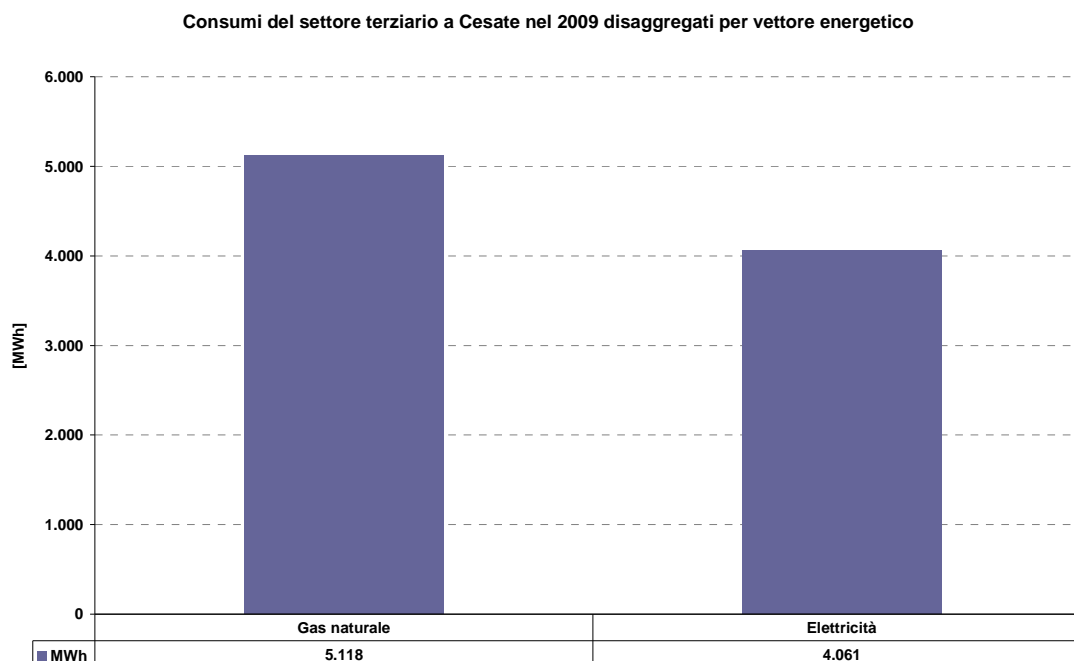


Grafico 4.33 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel distribuzione e Istat.

## 5 IL SETTORE TERZIARIO

### 5.1 I dati di bilancio

Il settore terziario ha assorbito nel 2009 l'8 % circa dei consumi complessivi del Comune di Cesate, pari a poco più di 9 GWh: di questi, il 44 % circa è legato allo sfruttamento di vettori energetici per usi termici e la quota residua è annessa, invece, agli usi elettrici non finalizzati a produzione di energia termica. Il grafico che segue disaggrega per vettore energetico l'uso finale attribuibile al settore terziario.



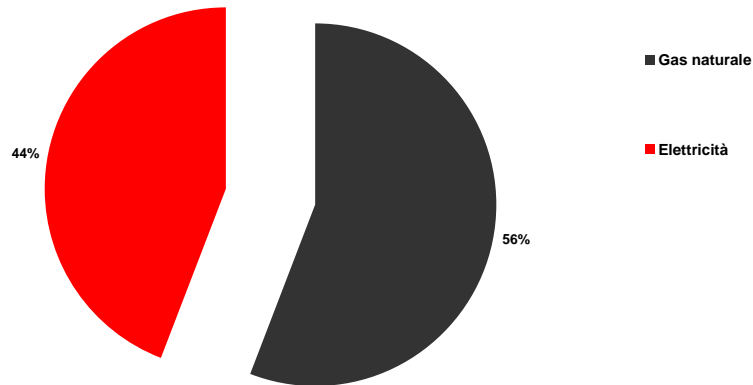
**Grafico 5.1** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Cogeme, Comune di Cesate.

È evidente che nel settore terziario, rispetto al residenziale, le proporzioni fra i vettori in bilancio si modificano segnando un'incidenza più accentuata dei consumi elettrici rispetto al settore della residenza. Nel residenziale, infatti, gli usi elettrici incidono per il 14,5 % dei consumi complessivi di settore, contro un'incidenza del 44 % nel settore terziario (4 GWh). Il gas naturale incide, invece, per il 56 % dei consumi di settore con circa 5 GWh di consumo in valore assoluto.

Il settore pubblico (illuminazione pubblica e gestione edifici comunali) impegna il 48 % dei consumi complessivi di settore.

Il Grafico che segue riporta i valori percentuali attribuibili ai consumi del singolo vettore.

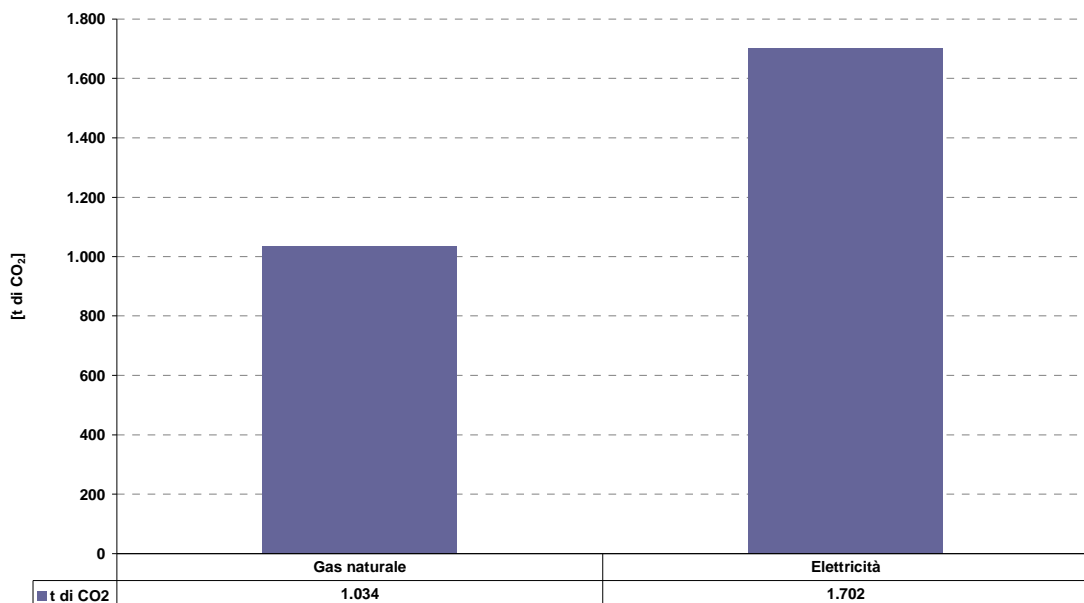
Disaggregazione percentuale dei consumi di Cesate nel 2009 per vettore energetico nel settore terziario



**Grafico 5.2** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Cogeme, Comune di Cesate.

Se il ragionamento viene trasposto alle emissioni di CO<sub>2</sub> si conferma la maggiore incidenza dell'energia elettrica sulle emissioni di settore (che sale a quota 62 % delle emissioni di settore, contro il 44 % di peso sui consumi).

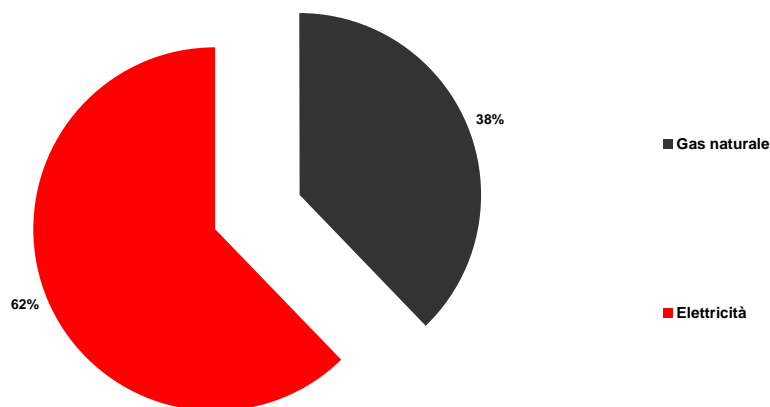
Emissioni di CO<sub>2</sub> del settore terziario a Cesate nel 2009 disaggregate per vettore energetico



**Grafico 5.3** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Cogeme, Comune di Cesate.

Il gas naturale, invece, in termini di emissioni incide in quota pari al 38 %, mentre sui consumi incideva per il 56 % circa.

Disaggregazione percentuale delle emissioni di CO<sub>2</sub> a Cesate nel 2009 per vettore energetico nel settore terziario



**Grafico 5.4** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Cogeme, Comune di Cesate.

Il settore pubblico emette il 43 % circa delle emissioni complessive di settore.

La tabella che segue riassume i consumi e le emissioni di settore.

Vettore energetico	Consumi	Consumi in MWh	Emissioni in t di CO <sub>2</sub>
Gas naturale	533.515 m <sup>3</sup>	5.118	1.034
Elettricità	4.061 MWh	4.061	1.702
<b>Totale</b>	-----	<b>9.179</b>	<b>2.736</b>

**Tabella 5.1** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Cogeme, Comune di Cesate.

## 5.2 Gli edifici pubblici

Gli edifici pubblici presenti nel Comune di Cesate, nel 2009 hanno fatto registrare un consumo complessivo di energia pari a 3.655 MWh, di cui 509 per usi elettrici (pari al 14 % circa) e la restante quota per usi termici (86 %). Va tuttavia precisato che i dati sui consumi elettrici forniti dal Comune di Cesate (computati sulla base delle fatture elettriche) si riferiscono solo agli edifici che hanno un impatto maggiore in termini di consumo.

I dati di consumo per usi termici di ogni edificio pubblico, sono riportati nella tabella seguente nelle unità di misura dei vettori utilizzati. La stessa tabella sintetizza i dati del singolo edificio riferiti sia alle caratteristiche geometriche (volume) che d'impianto. In particolare, riguardo agli impianti si riporta la potenza installata, le ore settimanali di spegnimento degli impianti, il numero di giornate settimanali in cui gli impianti risultano disattivati (GAC) e i rendimenti d'impianto.

Edificio	Consumi [mc/annuo]	Volume riscaldato [mc]	Classe energetica	Potenza necessaria [kW]	Potenza installata [kW]	Consumi [MWh]	Consumo specifico in [kWh/mc]	Ore spegnimento [h]	G A C	Rendimento di produzione medio annuale [%]	Rendimento globale ms [%]
Municipio	19.500,0	5.952,0	F	119.768,0	398.700,0	187,1	31,4	10,0	0,0	67,4	51,1
Centro sociale	7.110,0	1.244,0	G	35.316,0	115.000,0	68,2	54,8	10,0	--	--	--
Polizia ingr.	926,0	249,0	E	7.700,0	24.400,0	8,9	35,7	0,0	0,0	--	--
Polizia retr.	1.291,0	252,0	F	8.718,0	24.400,0	12,4	49,1	10,0	0,0	83,3	75,2
Servizi sociali	1.758,0	516,0	E	14.184,0	25.800,0	16,9	32,7	12,0	0,0	90,0	81,3
Bar	950,0	300,0	E	9.800,0	26.300,0	9,1	30,4	12,0	0,0	84,1	76,9
Biblioteca	17.500,0	4.206,0	D	92.319,0	175.000,0	167,9	39,9	0,0	--	85,0	75,9
Centro ecologico	1.800,0	168,0	G	10.586,0	26.300,0	17,3	102,8	10,0	0,0	85,2	79,5
Palestra	16.788,0	9.179,0	G	246.649,0	440.000,0	161,0	17,5	18,0	0,0	91,7	74,1
Spogliatoi	1.150,0	1.535,0	G	37.861,0	255.000,0	11,0	7,2	10,0	0,0	63,5	62,1
Sede tennis	2.239,0	421,0	G	20.132,0	30.500,0	21,5	51,0	16,0	2,0	88,7	77,8
Tribune	1.202,0	580,0	F	16.889,0	26.500,0	11,5	19,9	20,0	0,0	92,2	80,3
Centro giovanile	3.665,0	695,0	D	20.132,0	30.500,0	35,2	50,6	10,0	0,0	89,7	85,6
Scuola bellini	99.800,0	32.735,0	C	467.171,0	2.144.100,0	957,4	29,2	0,0	0,0	85,1	81,4
Custode bellini	960,0	229,0	G	8.770,0	25.000,0	9,2	40,2	--	--	102,4	91,8
Istituto Professionale	31.416,0	9.197,0	E	180.336,0	579.000,0	301,4	32,8	--	--	76,3	67,5
INA Scuola materna	20.056,0	4.968,0	G	134.331,0	168.000,0	192,4	38,7	16,0	0,0	91,3	77,5
INA Scuola elementare	25.050,0	6.453,0	E	185.261,0	424.000,0	240,3	37,2	16,0	0,0	91,1	72,0
INA Scuola mensa	9.248,0	1.151,0	G	48.188,0	68.000,0	88,7	77,1	10,0	0,0	90,4	77,5
INA Scuola media	48.800,0	15.624,0	E	326.301,0	1.392.000,0	468,1	30,0	10,0	0,0	83,4	59,6
INA Custode scuola	2.948,0	275,0	F	7.650,0	26.300,0	28,3	102,8	10,0	0,0	85,3	75,8
INA Asilo	13.852,0	1.518,0	G	48.709,0	125.000,0	132,9	87,5	8,0	0,0	87,9	67,4

Tabella 5.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate.

Dai dati della tabella 5.2 risulta evidente, come la potenza degli impianti di riscaldamento installata per ogni edificio sia sovradimensionata rispetto alla potenza necessaria per soddisfare il fabbisogno termico. Il picco lo registriamo nel caso degli spogliatoi del Centro Sportivo con un impianto che supera il fabbisogno necessario di oltre sei volte. Inoltre dall'analisi emerge che il 43 % dei 22 edifici esaminati appartiene alla classe G ed il restante 57 % a classi piuttosto basse. Per quanto riguarda i rendimenti medi annuali di produzione degli impianti termici, la maggior parte del parco edilizio presenta delle inefficienze notevoli (sotto il 90%). I livelli più scarsi si evidenziano per il Municipio (67,4 %), l'Istituto Professionale (76,3 %) e gli spogliatoi del Centro sportivo (63,5 %).

Nel grafico 5.5 vengono riportati i dati di fabbisogno termico specifico per ogni singolo edificio utilizzando come indicatore il kWh/m<sup>3</sup>. In questo caso i valori più elevati appartengono al Centro ecologico (probabilmente uso termico per processi interni e non per riscaldamento) e alla residenza del custode della Scuola media di via Venezia (103 kWh/m<sup>3</sup>). Per fabbisogno termico s'intende il fabbisogno di calore del singolo edificio al netto dei rendimenti degli impianti che lo producono.

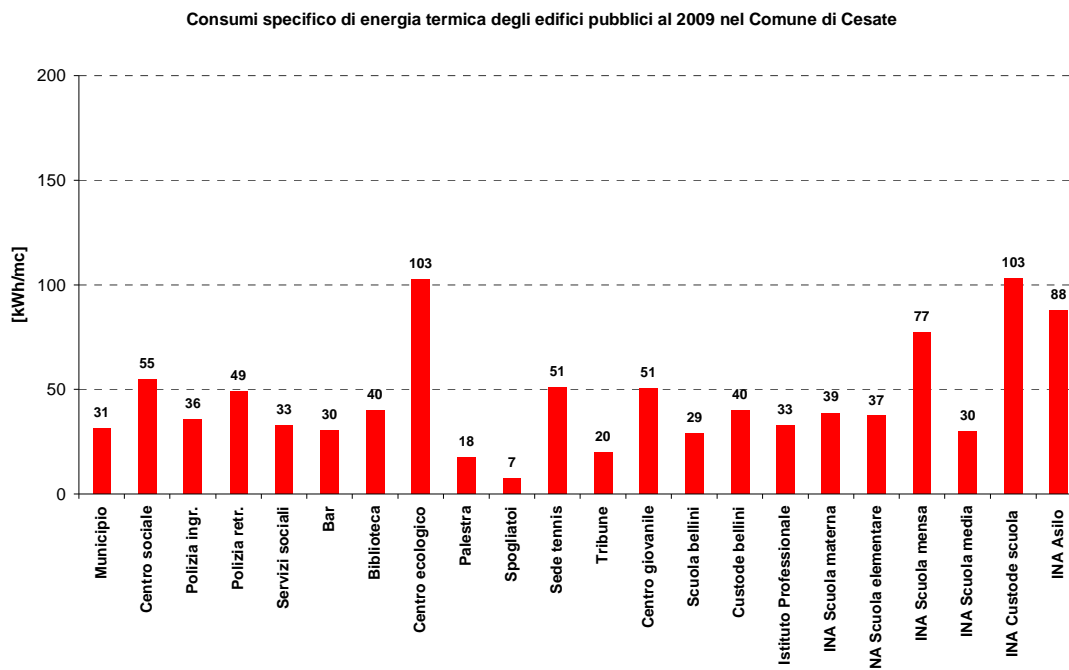


Grafico 5.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate.

In base alla disponibilità dei dati raccolti, la tabella e il grafico che seguono, riportano l'andamento dei consumi elettrici per edificio pubblico per l'anno 2009.

Edificio	Consumi elettrici 2009 [kWh]	Consumo specifico [kWh/m <sup>2</sup> ]	% Consumi [%]
INA Scuola media	55.956	47,9	11 %
INA Scuola mensa	5.566	35,5	1 %
INA Asilo	19.513	55,4	4 %
Biblioteca	84.497	91,0	17 %
INA Scuola elementare	33.086	28,5	6 %
Scuola bellini	211.498	31,5	42 %
Polizia	8.907	81,0	2 %
Municipio	89.722	153,9	17 %
<b>Consumo totale</b>	<b>508.745</b>	--	<b>100 %</b>

Tabella 5.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate.

Se si prendono in considerazione solo i consumi totali, l'edificio che incide di più in termini di energia elettrica consumata risulta essere il complesso scolastico in via Bellini (41,6 % sul totale). Se invece utilizziamo un indicatore sicuramente più significativo (kWh/mq), si scopre che l'edificio che presenta il valore più elevato è il Municipio registrando 153,9 kWh/mq.



Consumi di energia elettrica degli edifici pubblici al 2009 nel Comune di Cesate

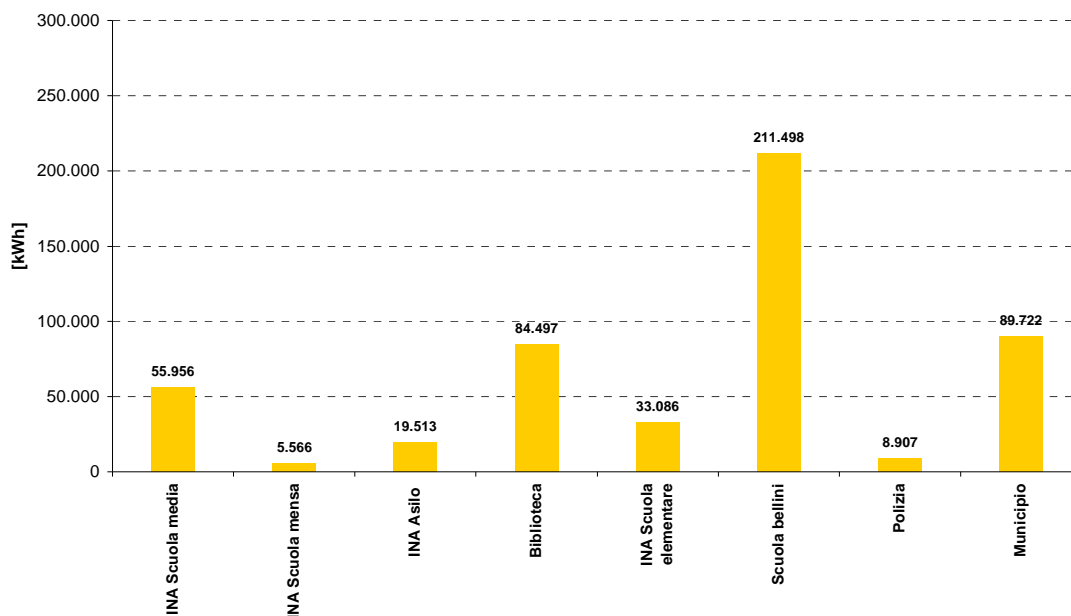


Grafico 5.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate.

Consumi specifici di energia elettrica degli edifici pubblici al 2009 nel Comune di Cesate

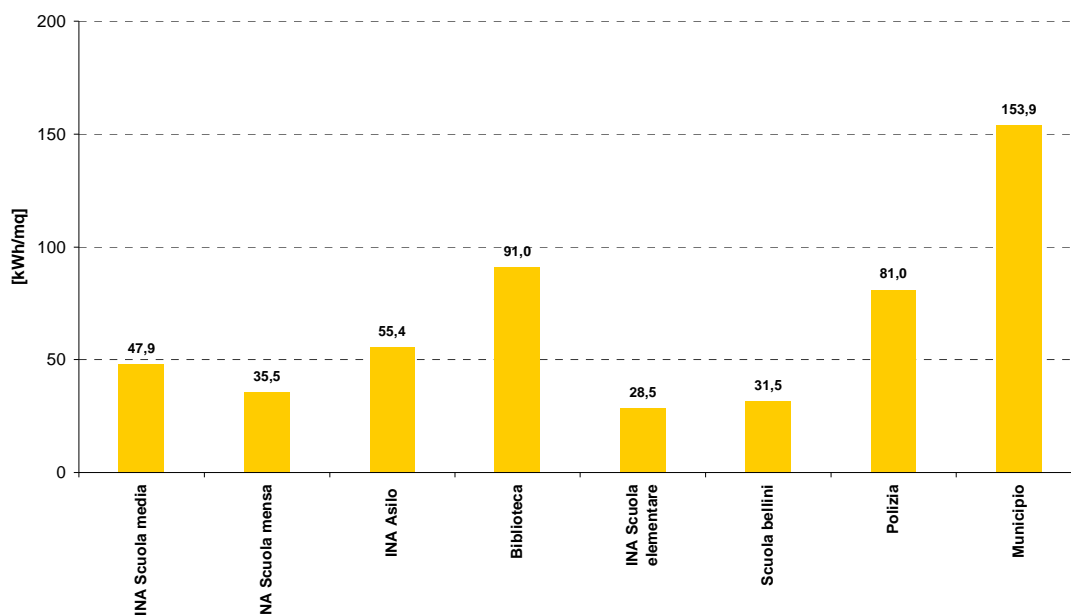


Grafico 5.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate.

### 5.3 L'illuminazione pubblica comunale

Nel corso degli anni, il consumo elettrico per l'illuminazione pubblica comunale nel Comune di Cesate è segnato da una curva in leggera crescita fra 2006 e 2008 e successivamente in calo fino al 2009. Secondo i dati forniti da Enel Distribuzione il consumo di energia elettrica derivante dall'utilizzo dell'illuminazione pubblica ammonta a 758 MWh al 2009.

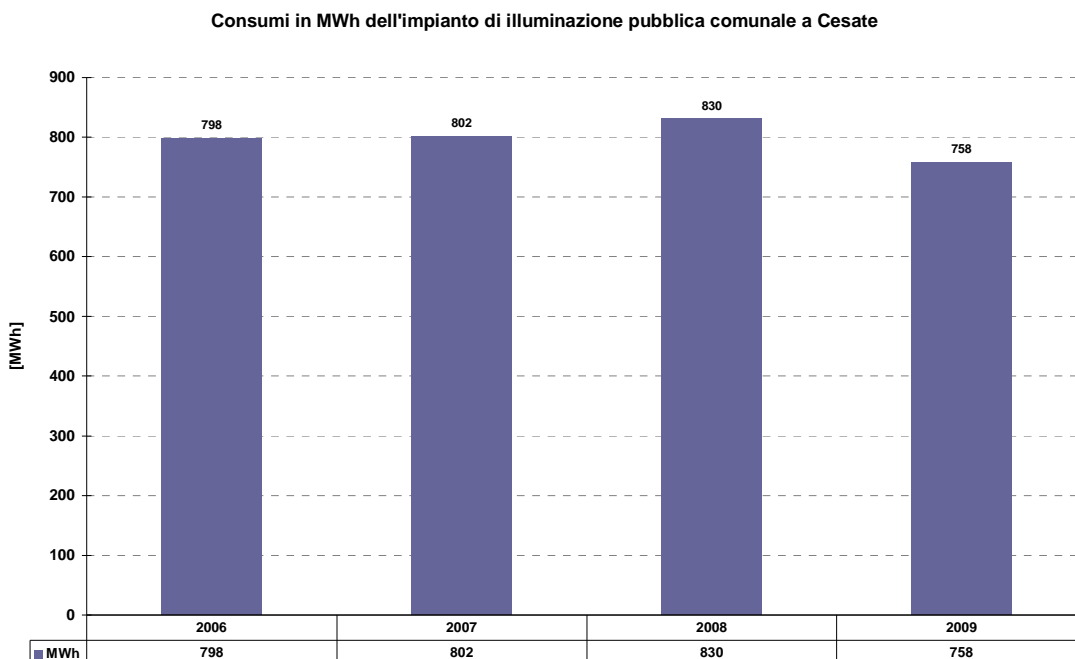


Grafico 5.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel Distribuzione.

Sul territorio del comune di Cesate, nel 2009, sono presenti circa 1.485 corpi lampada utilizzati per l'illuminazione pubblica.

La potenza nominale installata complessiva è pari a circa 155 kW suddivisi per tipologia in lampade elettroniche compatte, lampade a tubo fluorescente, lampade a vapori di mercurio, lampade agli alogenuri, lampade al sodio ad alta pressione e lampade al sodio a bassa pressione.

La tabella e i grafici seguenti riportano i dati riferiti alla numerosità e alla potenza delle lampade per tipologia di lampada, facendo riferimento alla quota di impianto di proprietà di Enel Sole. Notiamo che le tipologie più diffuse risultano essere le lampade a vapori di mercurio e le lampade al sodio ad alta pressione rispettivamente con 450 e 976 corpi installati sul territorio comunale.

Tipologia lampada	Numero [n]	% numerosità [%]	Potenza [kW]	% potenza [%]
Lampade elettroniche compatte	25	1,7%	0,4	0,3%
Lampade a tubo fluorescente	24	1,6%	1,0	0,6%
Lampade a vapori di mercurio	450	30,3%	48,9	31,6%
Lampade con alogenuri	13	0,9%	1,4	0,9%
Lampade al sodio alta pressione	967	65,1%	102,5	66,1%
Lampade al sodio bassa pressione	6	0,4%	0,8	0,5%
<b>Totale</b>	<b>1485</b>	<b>100,0%</b>	<b>155,0</b>	<b>100,0%</b>

Tabella 5.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel-Sole.

Disaggregando percentualmente la potenza complessiva installata per tipologia di lampada, il grafico seguente mostra come la maggior quantità di consumo di energia elettrica nel sistema di illuminazione pubblica derivi soprattutto dall'utilizzo di lampade al sodio ad alta pressione (66,1 %). Oggi questa tipologia è ritenuta fra i sistemi più efficienti e consolidati in termini di applicazione e di resa cromatica. Restano, tuttavia, ancora attivi sistemi ai vapori di mercurio, delineando interessanti margini di efficientizzazione del sistema. Quest'ultima tipologia di lampada incide in termini di potenza in quota pari al 31,6 % della potenza installata nell'impianto comunale.

Potenza installata nel Comune di Cesate per tipologia di lampada

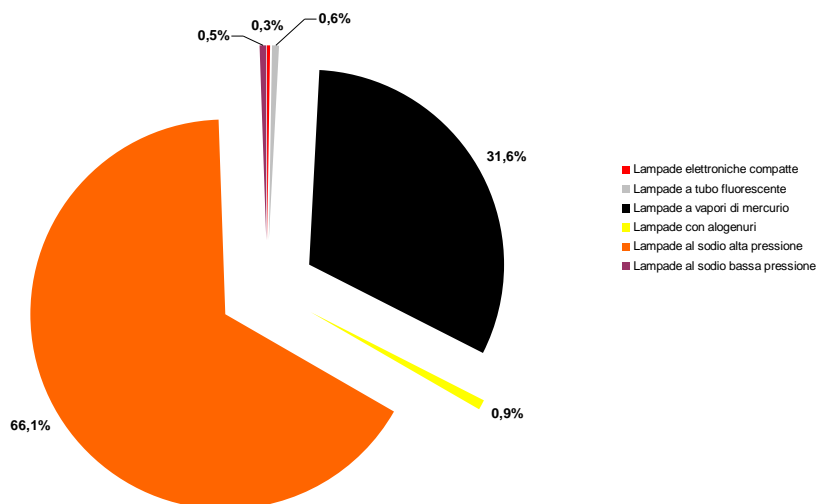


Grafico 5.8 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel.

La tabella e il grafico seguenti disaggregano il parco lampade per tipologia di lampada installata, n° di lampade con le stesse caratteristiche, la stima dei consumi e dell'efficienza. La stima delle ore di funzionamento medie del parco lampade è stata calcolata considerando gli orari standard di funzionamento degli impianti di illuminazione

pubblica e la potenza effettiva installata incrementata del 5 % per tener conto di perdite legate a trasformatori o ai pali elettrici. Complessivamente si valuta un numero medio di ore di funzionamento pari a 4.200 h nel 2009.

Tipologia lampada	Potenza effettiva [W]	n° di lampade [n.]	Consumo [kWh]	Efficienza luminosa [lm/W]	Flusso luminoso [lm]
Lampade elettroniche compatte	12	10	529	45	5.400
	20	15	1.323	49	14.700
Lampade a tubo fluorescente	40	24	4.234	52	49.920
Lampade a vapori di mercurio	125	287	158.209	44	1.578.500
	80	163	57.506	40	521.600
Lampade con alogenuri	100	9	3.969	15	13.500
	250	1	1.103	20	5.000
	70	3	926	12	2.520
Lampade al sodio alta pressione	70	3	926	67	14.070
	100	164	72.324	83	1.361.200
	140	1	617	84	11.760
	150	493	326.120	84	6.211.800
	250	44	48.510	87	957.000
	70	256	1.129	67	1.200.640
Lampade al sodio bassa pressione	90	6	2.381	70	37.800
Lampade al sodio bassa pressione	135	6	3.572	75	60.750

Tabella 5.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel Sole.

Si stima un consumo totale da modello coerente con quanto descritto nel Grafico a inizio paragrafo (considerandolo al netto dei consumi delle lampade semaforiche e dell'illuminazione cimiteriale) e un'efficienza media del parco lampade, pesata sulle potenze installate, pari a 56 lm/W circa. Si può ritenere che complessivamente il parco lampade risulti discreto in termini energetici. Si rilevano, tuttavia, ampi margini di ulteriore efficientizzazione nelle tipologie di lampada a più basso rendimento.

#### 5.4 Le lampade semaforiche e illuminazione votiva cimiteriale

Il consumo complessivo degli impianti semaforici installati nel Comune di Cesate corrisponde a circa 30 MWh. In totale risultano installate 123 lampade ad incandescenza di cui 41 da 100 W (lampade semaforiche veicolari rosse) e le restanti 82 da 75 W. La tabella che segue disaggrega le lampade semaforiche per potenza e considerando le ore di funzionamento ne valuta i consumi complessivi di energia elettrica.

Tipologia lampada	Potenza [W]	n° lampade [n.]	Potenza totale [W]	h funzionamento [h]	Consumo [MWh]
Lampade rosse	100	41	4.100	2.415	9,90
Lampade rosse	75	0	0	2.415	0,00
Lampade verdi	75	41	3.075	2.415	7,43
Lampade arancioni	75	41	3.075	4.000	12,30
Totale	---	123	10.250	---	29,63

Tabella 5.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate

Infine, un ultimo contesto di analisi riguarda l'illuminazione votiva cimiteriale. Nel 2009 in base ai modelli ricostruiti si stima che il consumo annuo ammonti a circa 45 MWh.

## 6 IL SETTORE DEI TRASPORTI

### 6.1 I dati di bilancio

L'analisi effettuata per la determinazione dei consumi annettibili a questo settore è sostanzialmente di tipo bottom-up con implicazioni di tipo top-down per la stima delle disaggregazioni dei consumi di settore nelle annualità in serie storica.

I consumi complessivi del settore trasporti si attestano, per l'anno 2009, intorno agli 8 GWh, pari al 7 % circa dei consumi comunali complessivi. Il 99 % di detti consumi fa riferimento al trasporto privato, mentre la flotta pubblica incide in quota pari al 1 % circa. Disaggregando il consumo complessivo per vettore emerge l'utilizzo preponderante di benzina che pesa per il 67 % circa sui consumi finali; è pari al 30 % la quota di consumo di gasolio. Il GPL, invece sfiora i 3 punti percentuali sul consumo complessivo.

Ai consumi derivanti dalle percorrenze urbane dei veicoli sono stati successivamente sommati i consumi relativi alla flotta pubblica e quelli relativi al trasporto pubblico.

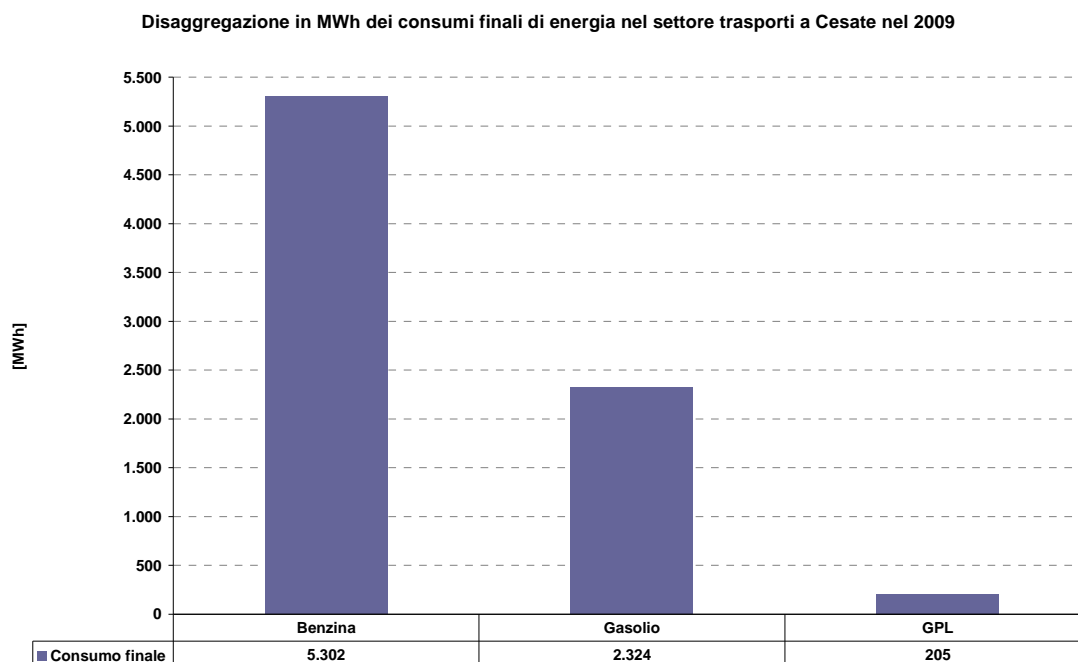


Grafico 6.1 Elaborazione Ambiente Italia.

Disaggregazione percentuale consumi di carburante per autotrazione a Cesate nel 2009

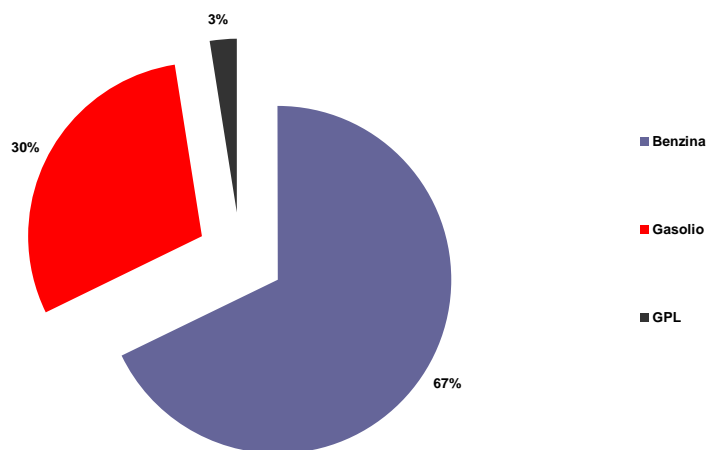


Grafico 6.2 Elaborazione Ambiente Italia.

In termini di emissioni di CO<sub>2</sub>, il grafico che segue ne riporta i valori calcolati per il settore.

Disaggregazione in tonnellate delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel Comune di Cesate nel 2009

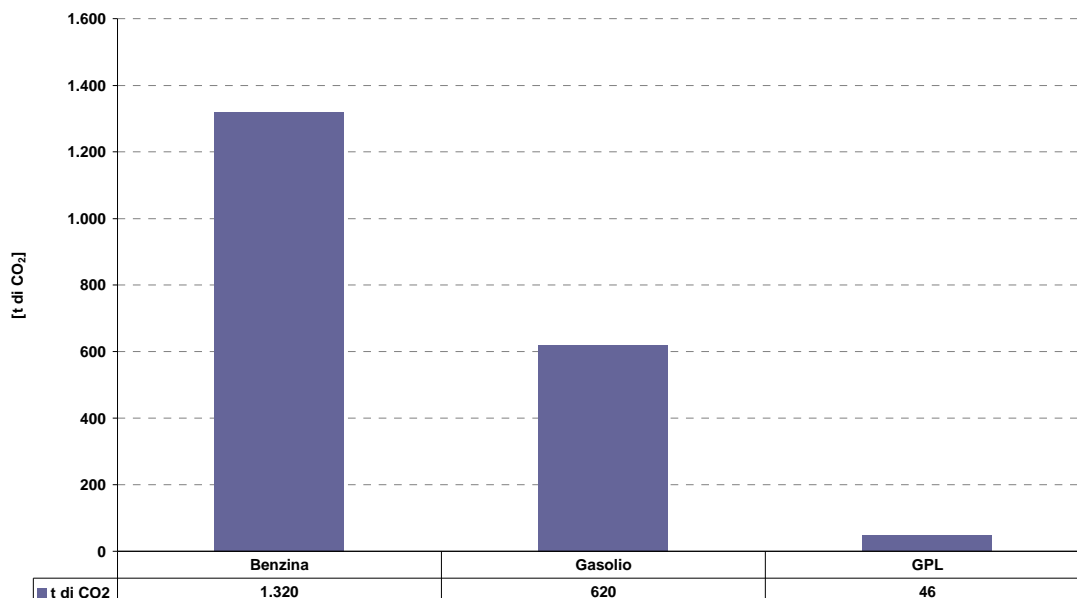


Grafico 6.3 Elaborazione Ambiente Italia.

Disaggregazione percentuale delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel settore trasporti a Cesate nel 2009 per vettore energetico

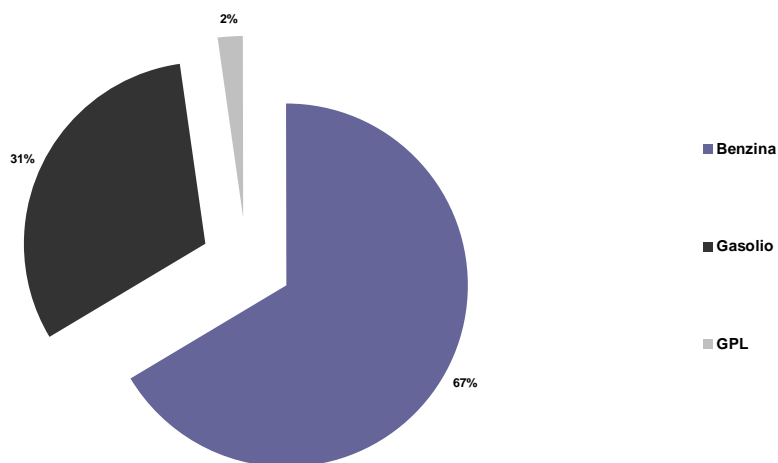


Grafico 6.4 Elaborazione Ambiente Italia.

La maggiore incidenza è annettibile alle emissioni legate alla benzina, che pesa per il 67 % circa, mentre il gasolio incide in quota pari al 31 %. Meno rilevanti, anche in termini di emissioni, risultano le quote di GPL annesse in bilancio nel settore.

La tabella che segue riassume i consumi e le emissioni di settore.

Vettore energetico	Consumi	Consumi in MWh	Emissioni in t di CO <sub>2</sub>
<b>Benzina</b>	434 t	5.302	1.320
<b>Gasolio</b>	196 t	2.324	620
<b>GPL</b>	16 t	205	46
<b>Totale</b>	-----	<b>7.831</b>	<b>1.987</b>

Tabella 6.1 Elaborazione Ambiente Italia.



## 6.2 Il parco veicolare

Il parco veicolare complessivo comunale, nel 2009, registra circa 9.178 veicoli:

- circa 7.378 sono autovetture (80 %)
- circa 1.154 sono motocicli (13 %)
- circa 505 sono autocarri e motocarri per trasporto merci (6 %)
- le restanti quote sono rimorchi, trattori stradali e mezzi speciali, di poco rilievo nella costruzione del bilancio energetico comunale (2 % circa).

Il grafico che segue riporta in serie storica (fra 2001 e 2009) il numero di autoveicoli registrati a livello comunale per tipologia di autoveicolo.

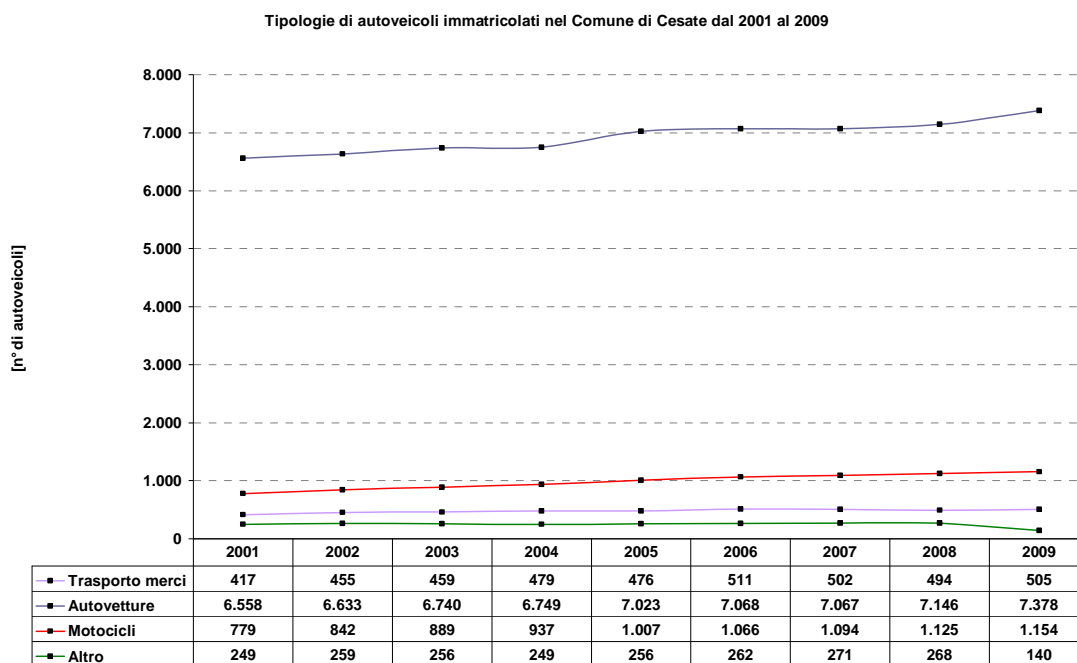


Grafico 6.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobili Club d'Italia.

Considerando il solo parco autovetture e motocicli è possibile disaggregare nel grafico seguente, per anno, l'andamento e il trend di crescita.

In particolare emerge:

- una crescita di 820 autovetture, pari al 13 %, registrata fra 2001 e 2009;
- una crescita di 375 motocicli, pari al 48 %, registrata nello stesso periodo.

Per le altre tipologie:

- i mezzi per il trasporto merci crescono del 21 %;
- quanto riportato sotto la voce "altro" decresce del 44 %.

Disaggregazione delle autovetture e dei motocicli in serie storica

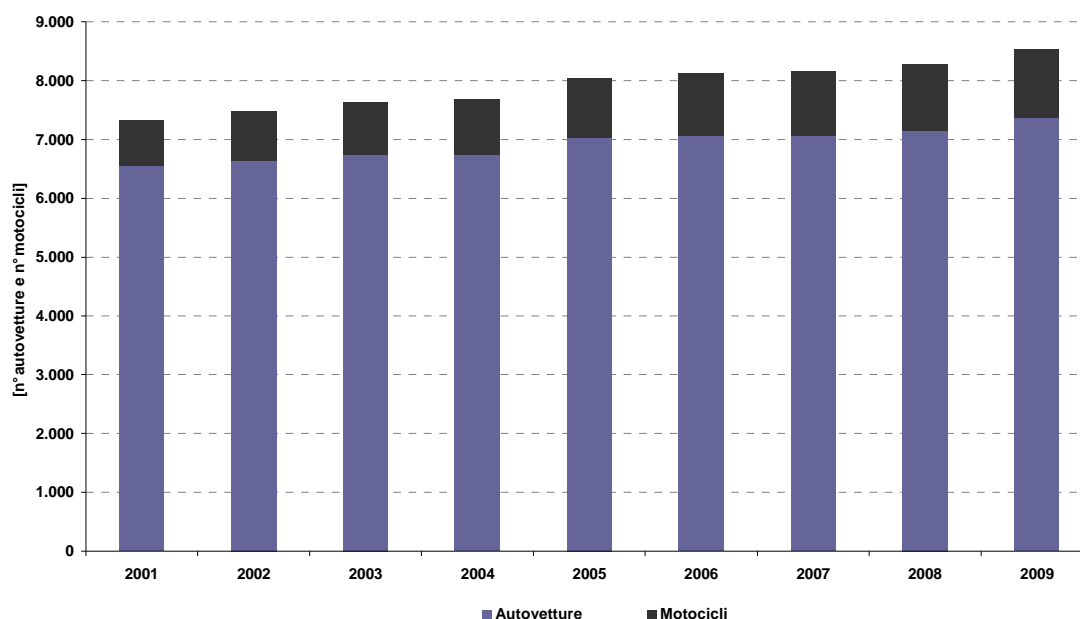


Grafico 6.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Per interpretare correttamente gli andamenti descritti è utile porre a confronto il numero di autovetture e di motocicli con la popolazione residente e le famiglie residenti, nel corso degli stessi anni.

Confronto fra autovetture/moto e residenti/famiglie fra 2001 e 2009 a Cesate

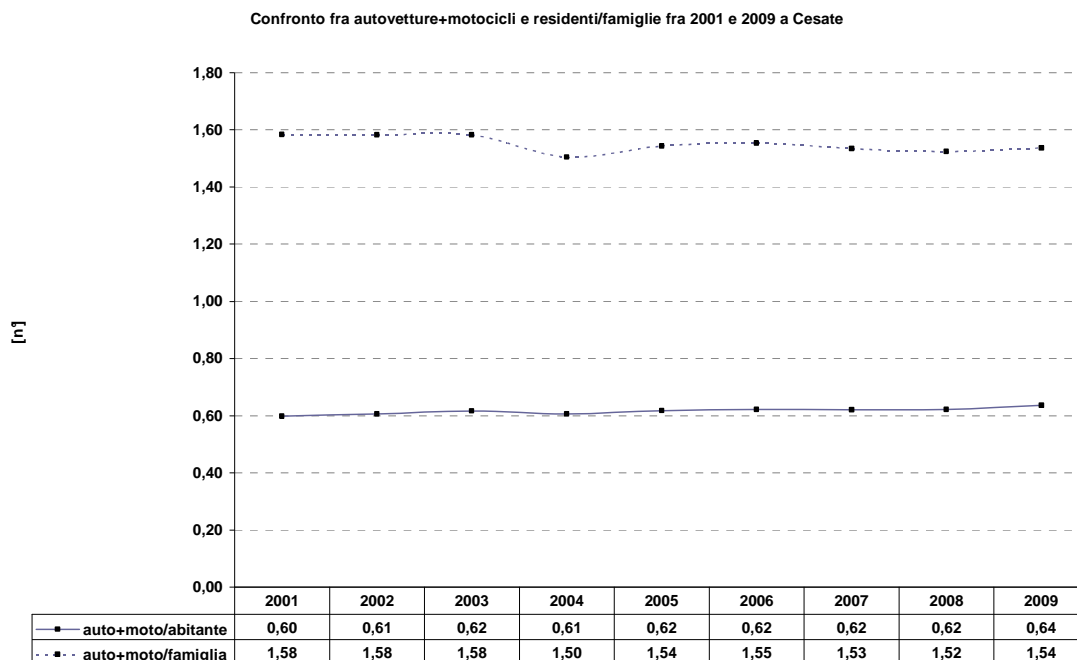


Grafico 6.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

L'andamento evidenziato nel grafico precedente risulta insolito. Infatti gli indicatori risultano complessivamente piani o decrescenti nel corso dell'ultimo decennio. Ciò si giustifica, tuttavia, in virtù dei valori elevati di diffusione delle autovetture nel territorio:

- le auto per famiglia passano da 1,42 (2001) a 1,33 (2009), con un minimo di 1,32 auto per famiglia segnato sia nel 2004 che nel 2008;
- le auto per abitante tendono a crescere passando da 0,53 (2001) a 0,55 (2009);
- le moto per abitante crescono passando da 0,06 (2001) a 0,09 (2009) e su famiglia da 0,17 (2001) a 0,21 (2009).

Sommando motocicli e autovetture nel grafico seguente si riporta il dato rapportato rispettivamente alle famiglie e agli abitanti. Complessivamente le dinamiche evolutive in serie storica risultano stabili.



**Grafico 6.8** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Per avere un termine di confronto, riferito al tasso di motorizzazione del territorio, il grafico che segue evidenzia la differenza fra tre livelli di analisi riferiti al Comune di Cesate, alla Provincia di Milano e all'Italia:

- sia le auto per abitante che le auto per famiglia di Cesate risultano più alte del valore dell' indicatore provinciale e poco più basso rispetto a quello nazionale;
- anche i valori degli indicatori riferiti ai motocicli di Cesate risultano simili a quelli riferiti alle auto risultando inferiori al confronto nazionale e superiori al valore provinciale.

La differenza del parametro riferito alle auto per famiglia si ascrive principalmente alla dimensione del nucleo familiare medio. Infatti il Comune di Cesate segna per il 2009 un nucleo medio composto da 2,42 componenti; il valore medio registrato in Provincia di

Milano ammonta a 2,18 componenti per nucleo familiare (decisamente più basso) e l'indicatore italiano, invece è pari a 2,42. Ma va anche sottolineato che le statistiche provinciali milanesi sono fortemente influenzate dagli andamenti del Comune di Milano che falsa il confronto. Come già detto nel Capitolo 2 di questo documento, la dimensione demografica riferita sia alla popolazione che alle famiglie risulta fondamentale nell'interpretazione delle dinamiche energetiche.

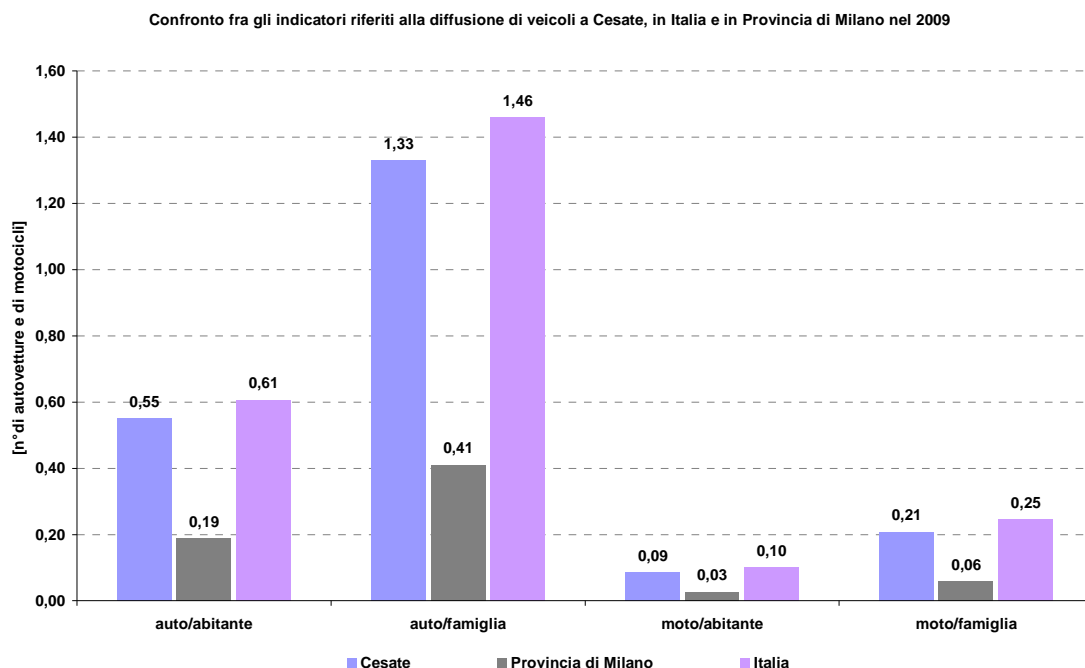


Grafico 6.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat e Automobil Club d'Italia.

Nel 2009, la disaggregazione del parco auto per classe euro di appartenenza descrive un parco autovetture in prevalenza in classe Euro 4, quindi complessivamente nuovo e svecchiato con un buon ritmo.

Percentualmente nel 2009, rispetto agli ultimi 3 anni:

- il 6 % del parco veicolare risulta essere in classe Euro 0 (contro il 7 % registrato nel 2007);
- il 5 % è in classe Euro 1 (contro l'8 % del 2007);
- il 22 % è in classe Euro 2 (contro il 29 % registrato nel 2007);
- il 27 % è in classe Euro 3 (contro il 23 % del 2007);
- il 39 % è in classe Euro 4 (contro il 26 % del 2007);
- e l'1 % è in classe Euro 5 (questa classe è stata immessa in vendita nel 2009, non è dunque confrontabile con i periodi antecedenti).

Si evidenzia dalla lettura di questi dati un buon ritmo di svecchiamento del parco veicolare negli anni analizzati. Inoltre, è possibile osservare che nel 2009 compaiono le prime 67 autovetture in classe Euro 5.

Parco veicolare immatricolato nel comune di Cesate per classe Euro di appartenenza  
(solo autovetture)

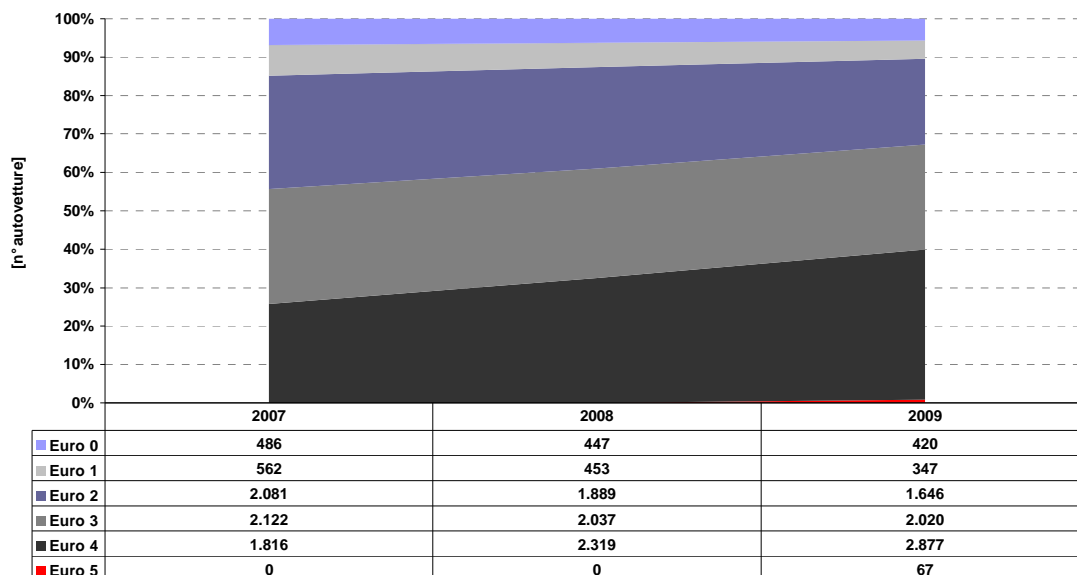


Grafico 6.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Si precisa che la statistica ACI relativa alla disaggregazione per classe Copert dei veicoli, a partire dal 2005 unifica tutte le classi Copert precedenti alla Euro 1 nell'unica classe Euro 0. In realtà, dunque, la classe Euro 0 include al proprio interno varie tipologie di autovetture, soprattutto in termini di data di produzione delle stesse. Si precisa, inoltre, che le annualità pregresse al 2007 non sono disponibili in quanto la statistica ACI approfondisce il dato di disaggregazione Copert solo dal 2007 per Comuni sotto i 30.000 abitanti. In precedenza la statistica si riferiva esclusivamente a Comuni di medio-grandi dimensioni.

In termini di alimentazione, nel corso degli ultimi anni si assiste a un graduale incremento delle autovetture a gasolio a discapito di quelle a benzina; molto meno incidente, ma comunque marcata in termini percentuali, risulta, invece, la crescita delle altre tipologie di alimentazione (soprattutto le alimentazioni a GPL). Il Grafico che segue riporta i valori di riferimento.

Parco autovetture circolante a Cesate per vettore energetico di alimentazione

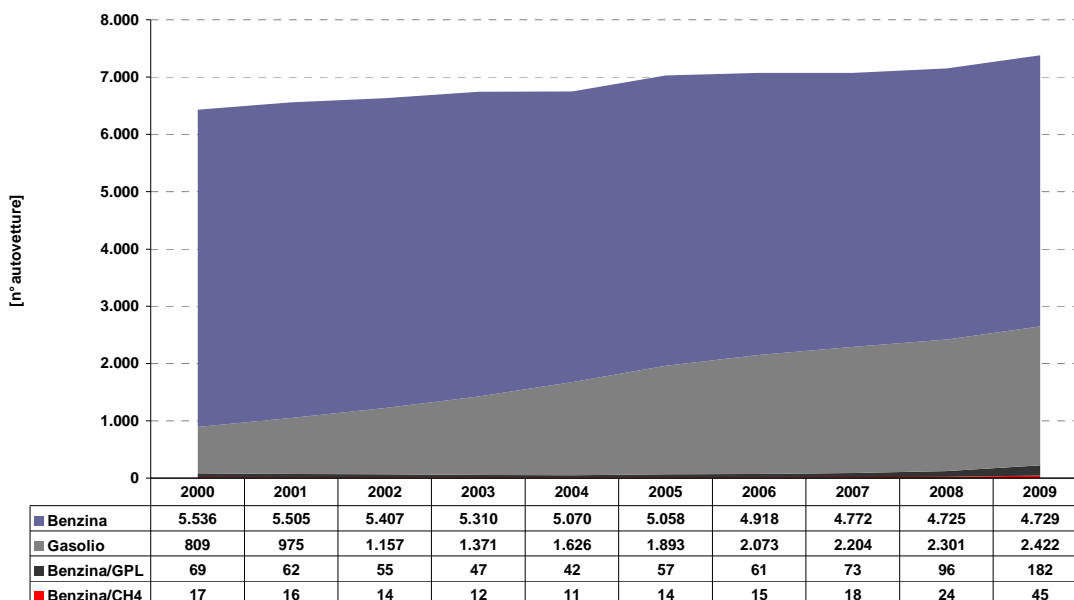


Grafico 6.11 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Disaggregazione percentuale delle autovetture per tipologia di alimentazione

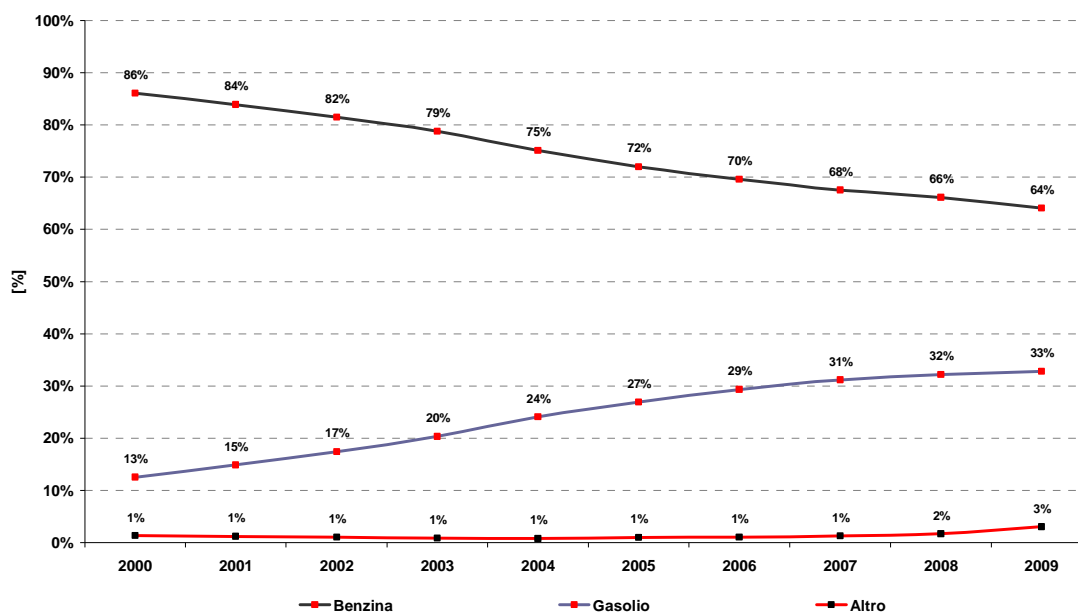


Grafico 6.12 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Nel 2009:

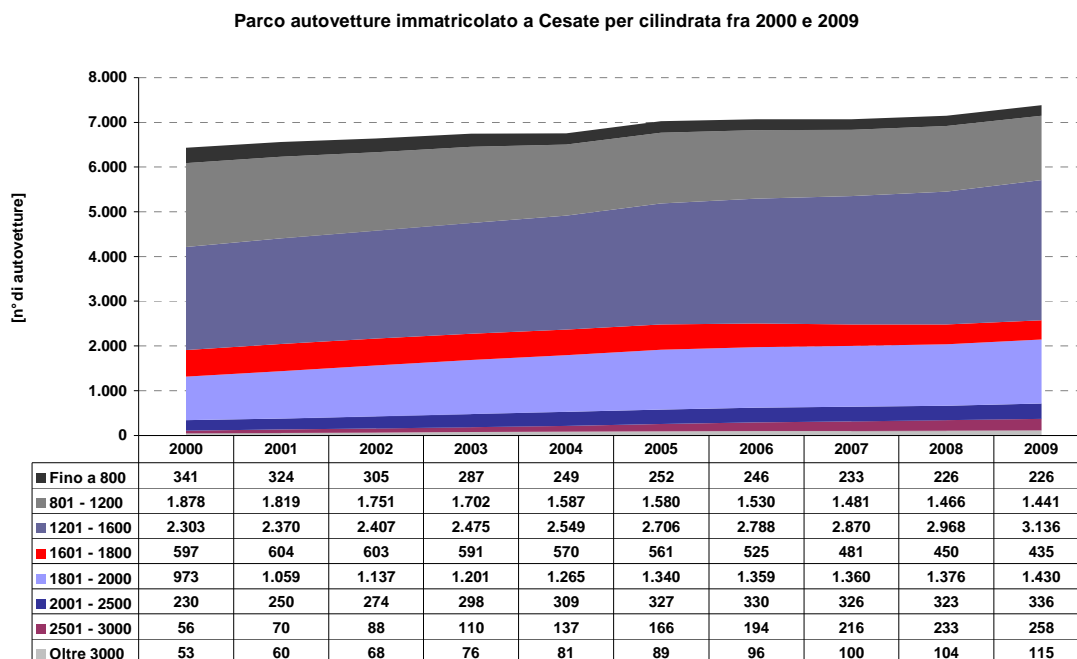
- il 64 % delle autovetture è a benzina (contro l'86 % registrato nel 2000);
- il 33 % è a gasolio (contro il 13 % del 2000);
- l'1 % circa ha un'alimentazione mista benzina/gas metano (lo 0,3 % si registrava nel 2000);
- il 2 % circa ha un'alimentazione mista benzina/GPL (contro l'1 % circa del 2000).

In valore assoluto fra 2000 e 2009:

- le autovetture a benzina decrescono di circa 806 unità;
- le autovetture a gasolio s'incrementano di circa 1.613 unità;
- le autovetture bifuel crescono di 141 unità.

Dalle dinamiche descritte si evidenzia che le autovetture in meno a benzina sono sostituite dalle altre tipologie di alimentazione.

Infine, è possibile stimare una disaggregazione delle autovetture per cilindrata. In questo caso, non essendo disponibile per nessuna annualità il dato ACI riferito al Comune, si procede a delineare il quadro delle cilindrata facendo riferimento alle disaggregazioni provinciali. Il grafico che segue riporta il dato in valore assoluto.



**Grafico 6.13** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Disaggregando il parco autovetture per cilindrata, nel 2009:

- il 43 % delle autovetture ha una cilindrata compresa fra 1.201 cc e 1.600 cc, mentre il 20 % delle stesse ha una cilindrata compresa fra 801 e 1.200 cc

- risulta notevolmente ridotta la fascia intermedia di cilindrata (fra 1.601 cc e 1.800 cc, pari al 6 % circa del parco veicolare complessivo);
- risulta invece incidente la fascia di cilindrata medio-alte (1.801 cc – 2.000 cc), pari al 19 % circa delle autovetture complessive;
- le autovetture di cilindrata superiore ai 2.000 cc incidono per l'11 % circa.

Si delinea una tendenza che porta ad un sostanziale incremento delle cilindrata medie (1.201 cc – 1.600 cc) e di quelle medio-alte (1.800 cc – 2.000 cc): per entrambe le categorie di cilindrata si registra una crescita, in termini di presenza nel comune di Cesate, del 7 % circa (curva rossa e curva nera del grafico seguente). Invece, si attesta una tendenza al calo delle piccole cilindrata (inferiori a 800 cc) e di quelle medio-basse (801 cc – 1.200 cc): in questo caso, le prime perdono 2 punti percentuali (curva arancione), mentre le cilindrata medio-piccole riducono il proprio peso di 10 punti (curva blu). Per le altre classi di cilindrata la tendenza segna un andamento complessivamente piano o con variazioni meno significative.

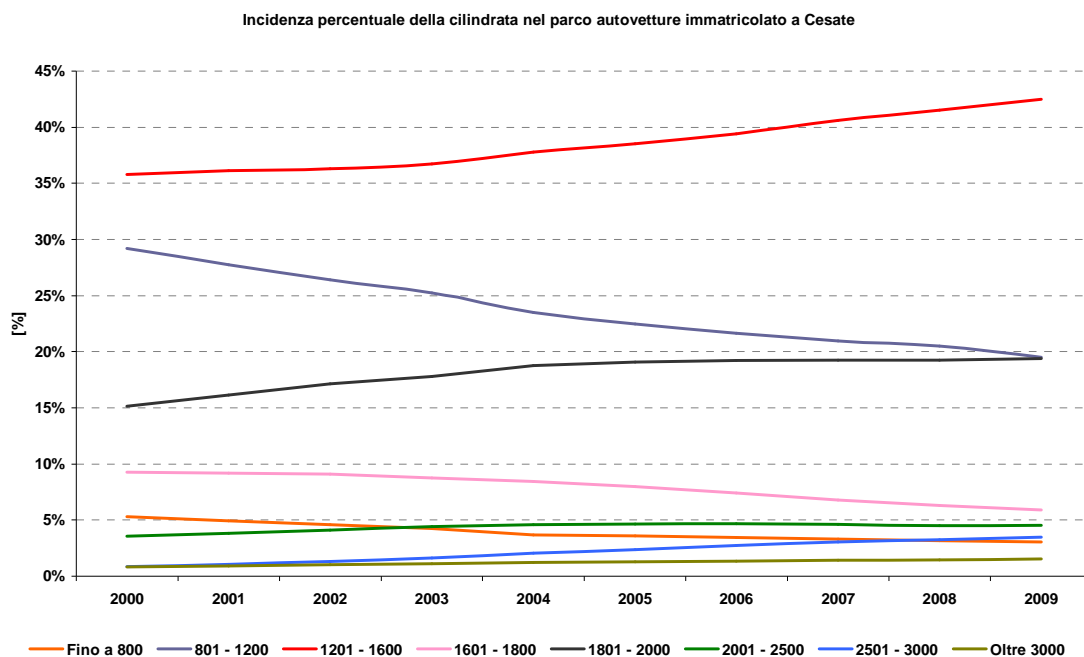


Grafico 6.14 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Infine, la disaggregazione percentuale del parco veicolare al 2009 per alimentazione e cilindrata identifica:

- una prevalenza di autovetture a benzina con cilindrata compresa fra 800 cc e 1.600 cc (piccole cilindrata e medio-piccole). La quota di autovetture in questa classe di cilindrata sul totale delle autovetture registrate nel 2009 è pari al 63 % circa;
- una prevalenza, sulle classi di cilindrata maggiore (maggiori di 1.800 cc) dei veicoli a gasolio. La quota percentuale sul totale, considerando le cilindrata citate è pari al 22 % circa.



Disaggregazione del parco veicolare al 2009 per cilindrata e alimentazione

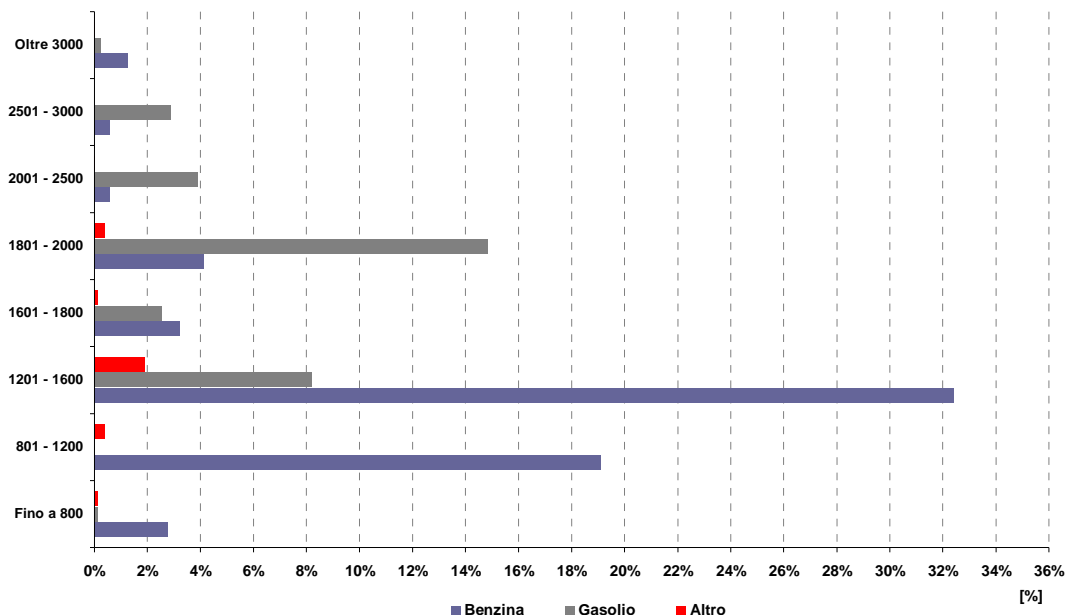


Grafico 6.15 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Le tabelle seguenti, disaggregano il parco veicolare di Cesate per cilindrata, vettore di alimentazione e Classe euro di appartenenza dell'autovettura.

Euro 0	Fino a 800	801 - 1200	1201 - 1600	1601 - 1800	1801 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	Oltre 3000
<b>Benzina</b>	16	113	191	19	24	4	3	8
<b>Gasolio</b>	0	0	9	3	17	5	3	0
<b>Benzina/GPL</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Benzina/CH4</b>	0	1	3	0	0	0	0	0

Euro 1	Fino a 800	801 - 1200	1201 - 1600	1601 - 1800	1801 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	Oltre 3000
<b>Benzina</b>	13	88	149	15	19	3	3	6
<b>Gasolio</b>	0	0	11	4	20	5	4	0
<b>Benzina/GPL</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Benzina/CH4</b>	0	1	5	0	1	0	0	0

Euro 2	Fino a 800	801 - 1200	1201 - 1600	1601 - 1800	1801 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	Oltre 3000
<b>Benzina</b>	57	387	657	65	84	12	12	26
<b>Gasolio</b>	1	0	70	22	127	34	25	2
<b>Benzina/GPL</b>	2	4	19	1	4	1	0	0
<b>Benzina/CH4</b>	0	4	24	2	3	0	0	0

Euro 3	Fino a 800	801 - 1200	1201 - 1600	1601 - 1800	1801 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	Oltre 3000
<b>Benzina</b>	50	345	586	58	75	11	10	23
<b>Gasolio</b>	3	1	200	62	362	95	71	6
<b>Benzina/GPL</b>	3	8	36	2	8	1	0	1
<b>Benzina/CH4</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

Euro 4	Fino a 800	801 - 1200	1201 - 1600	1601 - 1800	1801 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	Oltre 3000
<b>Benzina</b>	68	468	794	79	101	15	14	31
<b>Gasolio</b>	5	1	305	95	552	145	108	9
<b>Benzina/GPL</b>	4	12	51	3	12	1	1	1
<b>Benzina/CH4</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

Euro 5	Fino a 800	801 - 1200	1201 - 1600	1601 - 1800	1801 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	Oltre 3000
Benzina	1	8	14	1	2	0	0	1
Gasolio	0	0	9	3	16	4	3	0
Benzina/GPL	0	0	2	0	0	0	0	0
Benzina/CH4	0	0	1	0	0	0	0	0

Tabella 6.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

E' possibile anettere a ciascuna classe euro e per cilindrata e combustibile un consumo unitario di carburante.

Il metodo utilizzato per la costruzione del modello di calcolo ha previsto:

- la disaggregazione del parco veicolare comunale per vettore/classe/cilindrata sulla base dei dati ACI a disposizione e già dettagliati;
- il calcolo dei fattori di consumo e di emissione di CO<sub>2</sub>.

Il calcolo dei coefficienti di consumo e di emissione imputabili al parco veicolare circolante nel territorio comunale è avvenuto sulla base della banca dati europea CORINAIR, attraverso l'ausilio del software COPERT 4.

Quanto riportato nei grafici successivi è rappresentativo dell'andamento delle emissioni e dei consumi del parco veicolare comunale al 2009; infatti gli andamenti descritti mediano l'intero parco veicolare inclusivo delle varie classi euro e precedenti.

Consumo specifico in litri di carburante dell'autovettura media parte del parco veicolare di Cesate, in base alla disaggregazione al 2009 del parco veicolare

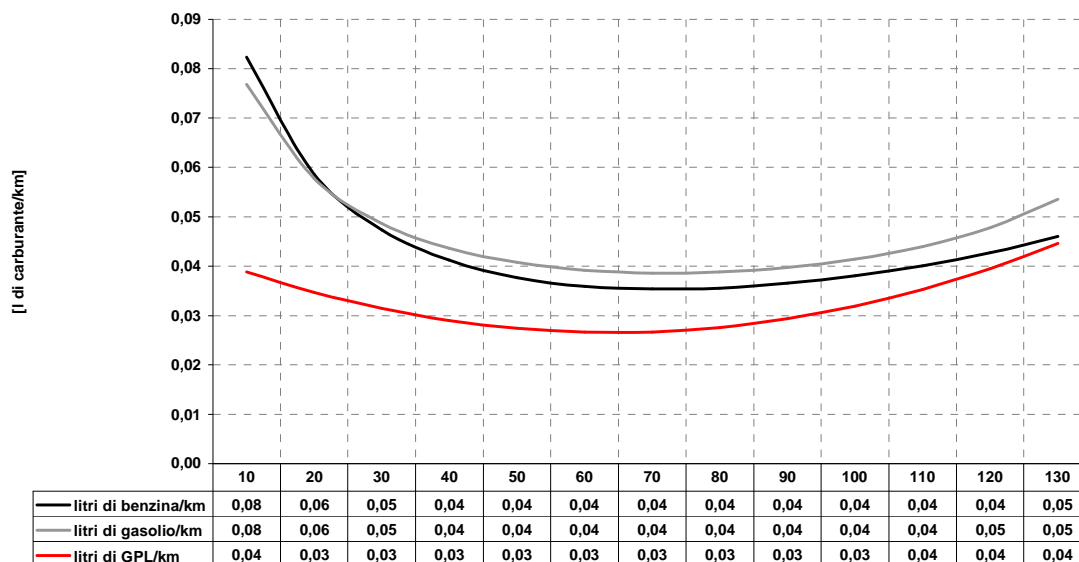


Grafico 6.16 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia, Copert 4.

Il grafico precedente riporta l'andamento medio dei consumi in litri di carburante per chilometro dell'intero parco veicolare, mediato sulle cilindrata, sulla classe euro di appartenenza e sul vettore energetico di alimentazione dell'autovettura. La curva tiene conto anche del numero di autovetture per specifica tipologia, come dettagliate nelle

tabelle precedenti. Nel grafico notiamo che il consumo di litri di GPL, rispetto alle altre tipologie di carburante rimane inferiore a tutte le velocità ipotizzate. Se confrontiamo benzina e gasolio, analizzando velocità medie tra 10 e 20 km/h, emerge un impiego superiore del primo vettore rispetto al secondo. Se al contrario esaminiamo medie e alte velocità, abbiamo un'inversione di tendenza con un consumo di gasolio maggiore rispetto alla benzina.

Infine, nel grafico che segue, si valuta il livello medio di emissioni attribuibile al parco veicolare medio e per specifica tipologia di vettore di alimentazione. Se prendiamo in considerazione le emissioni di CO<sub>2</sub>, abbiamo un'emissione maggiore della benzina a basse velocità, mentre ad alte velocità il GPL tende a disperdere nell'aria maggiori quantità di anidride carbonica.

Emissioni specifiche di CO<sub>2</sub> dell'autovettura media parte del parco veicolare di Cesate, in base alla disaggregazione al 2009 del parco veicolare

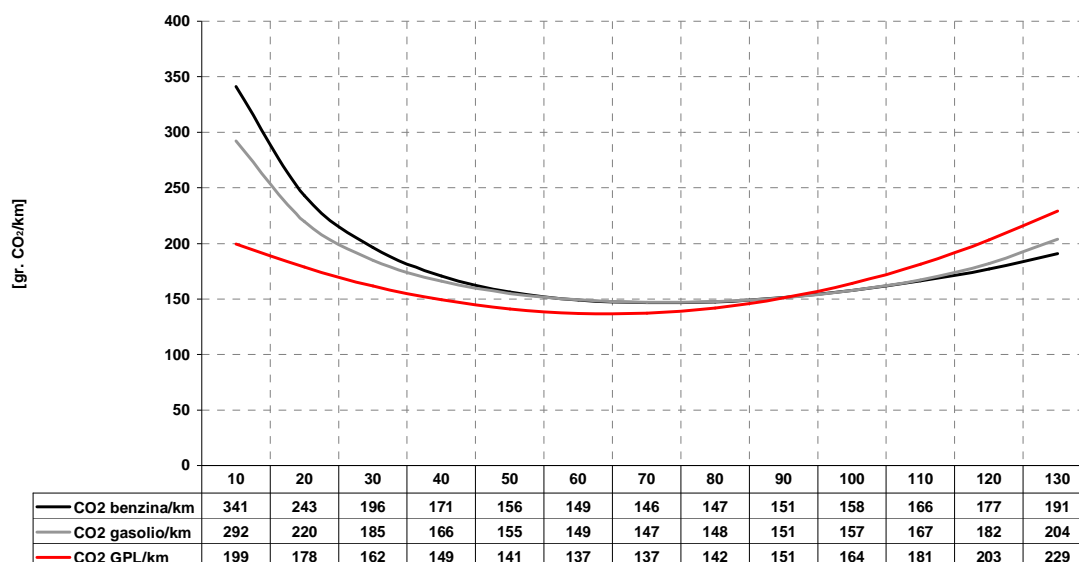


Grafico 6.17 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

## 6.3 Il modello di simulazione dei principali flussi di traffico

### 6.3.1 I criteri di costruzione del modello di simulazione

Nei prossimi paragrafi si ricostruisce un'analisi di tipo bottom-up, che a partire dalla domanda di mobilità e dal parco veicolare medio circolante nel Comune cerca di ricostruire i consumi di carburanti.

Se l'approccio top-down ha il pregio di consentire in modo relativamente semplice la redazione di bilanci complessi, evidenziandone gli andamenti in serie storica e i fenomeni ad essi associabili, esso risulta operativamente limitato in virtù della difficoltà di rapporto con la maggior parte dei parametri operativi caratteristici del settore trasporti; tale limitazione è superata da un approccio inverso (bottom-up), che tuttavia richiede la

disponibilità di grandi masse di dati disaggregati, derivanti da rilevazioni e modellizzazioni dei flussi di traffico realizzate con specifiche metodologie. Non sempre questo tipo di dato è disponibile a livello comunale e, anche nei casi in cui la conoscenza analitica è avanzata, si rendono necessarie correzioni ed espansioni dei risultati volte a garantire la completezza e la confrontabilità con il quadro delle statistiche disponibili.

Dunque, il modello costruito nelle pagine seguenti è un modello di tipo semplificato in cui i dati in input sono costituiti dal numero di abitanti e veicoli per isola censuaria in cui è disaggregato da Istat il territorio comunale.

La metodologia adottata per la redazione dell'analisi bottom-up si articola nelle fasi seguenti:

- analisi del parco veicolare medio comunale circolante e determinazione dei fattori specifici di emissione e di consumo;
- analisi del sistema della mobilità a scala urbana con particolare attenzione alla definizione di polarità principali e secondarie e comunque rilevanti da un punto di vista energetico;
- ricostruzione dei flussi principali;
- calcolo dei consumi energetici come prodotto dei fattori di consumo unitari per volumi di traffico.

### 6.3.2 Gli accessi e le principali polarità

Da un punto di vista geografico e di ricostruzione di flussi, non essendo disponibili dati che quantifichino i flussi in entrata e in uscita dal comune e non essendo disponibili dati legati alla mobilità interna si è proceduto alla definizione di punti di partenza e punti di arrivo dei traffici stimati secondo un criterio univoco.

Si è ritenuto sufficientemente rappresentativo dei traffici interni uno schema di spostamenti in cui il centro di ogni singola isola censuaria rappresenti il punto di partenza della rispettiva popolazione residente, mentre il punto di arrivo è identificato da specifiche polarità individuate a livello comunale e ritenute polo di attrazione degli spostamenti.

Questo modello permette di quantificare "convenzionalmente" gli spostamenti interni della popolazione, attribuendo alle isole censuarie più popolate e più distanti dal baricentro dei baricentri la quota maggiore di consumo per attraversamenti urbani.

Questi spostamenti di popolazione sono stati modellizzati considerando una velocità di percorrenza simulata sulla base di una specifica modellizzazione. Ossia ad ogni isola censuaria sono state annesse un numero di autovetture, in base al rapporto autovettura su abitante specifico del Comune di Cesate e in base agli abitanti registrati nella singola isola di censimento.

Si è ipotizzato che nel corso dell'anno le autovetture compiano due tipologie di percorso:

- un primo legato a spostamenti interni al Comune stesso, dalla specifica isola censuaria verso polarità individuate nel Comune per un certo numero di volte a settimana;
- un secondo legato a spostamenti lavorativi. Questi ultimi hanno tenuto conto del dato Istat relativo al numero di residenti che quotidianamente si spostano dalla propria isola di censimento per pendolarismo lavorativo.

Le isole censuarie sono state incluse nel modello considerando come significative quelle urbanizzate, quindi escludendo gli ambiti territoriali in cui non risultano presenti unità abitative. Detti ambiti territoriali sono stati esclusi in termini di poli di origine dei vettori di spostamento, sono invece stati inclusi in termini di siti di attraversamento. Inoltre, nel caso delle analisi relative agli spostamenti interni, è stata definita come principale polarità d'attrazione la zona centrale del territorio comunale in cui risultano presenti una serie di servizi (dal commerciale ai servizi pubblici). Sono state escluse dall'analisi delle percorrenze interne, le isole censuarie confinanti con la destinazione degli spostamenti, ritenendo che gli stessi, in questi contesti, siano pedonali.

A questa prima quantificazione di spostamenti interni è stata abbinata una seconda analisi che ha considerato, in base ai dati contenuti nell'ultimo Censimento Istat, il numero di residenti nella singola isola censuaria che quotidianamente si spostano fuori Cesate per svolgere la propria attività lavorativa. Anche in questo caso gli spostamenti sono stati definiti in base a polarità principali rappresentative dei punti di partenza e di arrivo. L'analisi, logicamente, è stata limitata alle percorrenze interne al nucleo comunale, senza considerare la quantità di km o i consumi di combustibili annettibili alla percorrenza su strade provinciali o extra-comunali, fino al luogo di lavoro.

In tal caso il punto di partenza relativo ai vari flussi è rappresentato dalle singole isole censuarie intorno a cui grava la popolazione (a cui Istat annette spostamenti quotidiani lavorativi); il punto di arrivo, invece, è stato considerato nel collegamento principale con la città di Milano.

Attraverso questo modello è stato possibile valutare spostamenti, flussi, percorrenze e consumi energetici a esse annessi.

In particolare il metodo utilizzato ha permesso di abbinare al singolo spostamento una velocità media di percorrenza calcolata in considerazione della tipologia di percorso stradale con l'ausilio di uno specifico software gps.

### 6.3.3 I flussi di spostamento

Sulla base della metodologia descritta, analizziamo nello specifico il Comune di Cesate. Il Comune è costituito da 143 isole censuarie urbanizzate per un totale al 2009 di 13.406 residenti e 7.378 veicoli. Prendendo come riferimento il centro del Comune come meta degli spostamenti interni la distanza media percorsa da ogni residente risulta essere 0,92 km in un tempo di circa 2,8 minuti.

Per quanto riguarda il flusso pendolare il numero di veicoli applicabili è stato calcolato considerando 1,1 persona per veicolo. In questo caso, infatti, si è ritenuto che la maggior parte dei lavoratori pendolari si sposti fuori dal proprio comune, utilizzando il proprio

mezzo singolarmente. In questo caso la distanza media percorsa risulta essere di 1,5 km in un tempo di circa 3,9 minuti.

Al fine di valutare il consumo complessivo per il settore trasporti analizzato a livello urbano è stata considerata la curva di consumo medio del parco veicolare già descritta nei paragrafi precedenti disaggregata in base alle velocità medie di percorrenza.

Si precisa che tutti i flussi interni sono stati modellizzati considerando una velocità media calcolata di percorrenza variabile fra i 20 e i 34 km/h. Mentre i flussi per pendolarismo, in base al modello costruito, hanno fatto registrare una velocità di percorrenza variabile fra 26 e 45 km/h.

Inoltre, si è ritenuta rappresentativa della realtà la seguente cadenza temporale di flussi:

- relativamente ai traffici legati al pendolarismo lavorativo si è considerato che gli stessi siano applicati per 300 giorni all'anno. Si è valutato infatti che in media le giornate lavorative in un anno siano circa 250. Tuttavia per esaustività del modello si è ritenuto che nelle 50 giornate residuali la popolazione lavorativa si sposti per altri motivi fuori dal proprio comune;
- per quanto invece riguarda i traffici interni si è ritenuto che la popolazione non si muova ogni giorno nel comune, ma il numero di spostamenti è stato ridotto applicando una periodicità annua di 300 giorni/anno.

Questi ultimi due punti possono essere intesi come convenzione applicata al modello di calcolo, non potendo avere una rappresentazione misurata degli spostamenti.

A seguito dell'analisi descritta la tabella seguente disaggrega i risultati in termini di consumi energetici ottenuti.

Combustibile	Interni [t]	Esterni [t]	Somma [t]	Consumi [MWh]	Emissioni [t CO <sub>2</sub> ]
<b>Benzina</b>	202	228	430	5.251	1.308
<b>Gasolio</b>	91	103	194	2.300	604
<b>GPL</b>	7	8	15	202	46

Tabella 6.4 Elaborazione Ambiente Italia.

La quota maggiore di consumo spetta ai flussi legati al pendolarismo con un 53 % contro il 47 % dei consumi per spostamenti interni.

Il grafico che segue riporta i dati della tabella precedente confrontando i consumi per tipologia di carburante e le relative emissioni di CO<sub>2</sub>. Dal grafico è evidente che il vettore che influisce in modo significativo sul totale dei consumi calcolati è la benzina (67 %), seguita dal gasolio (30 %) e solo la restante parte, circa il 2 %, è attribuibile al GPL.

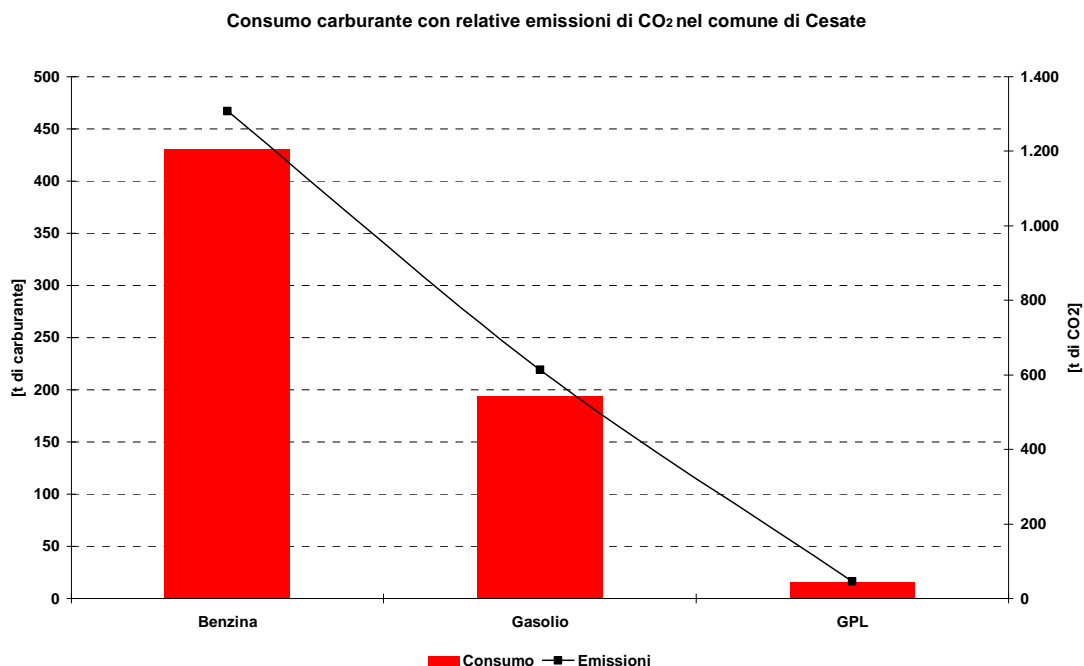


Gráfico 6.17 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia, Copert 4 e Istat.

#### 6.4 Le autovetture a servizio degli Uffici comunali.

Anche per le autovetture parte della flotta pubblica e utilizzate nell'ambito delle attività svolte dagli uffici comunali è possibile imputarne in bilancio i consumi che nel 2009 ammontano a circa 75 MWh.

I due principali vettori energetici utilizzati sono la benzina (in quota pari al 69 %) e il gasolio (in quota pari al 31 % circa). Il gráfico seguente riporta i valori di consumo considerati per ufficio comunale di competenza.

Complessivamente si registra un consumo di circa 4,6 t di benzina e circa 2 t di gasolio. La quota maggiore di consumo è annettibile ai polizia locale, ai servizi sociali e alla manutenzione, come emerge dal gráfico che segue.

Consumi di carburante per autotrazione, nel 2009, disaggregati per ufficio di competenza

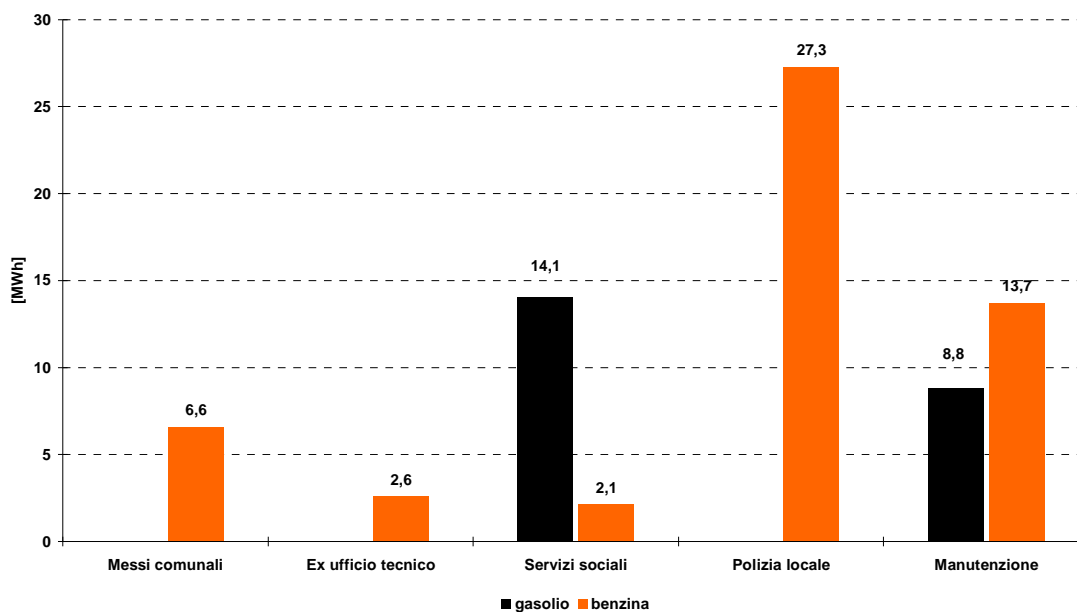


Grafico 6.19 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate.

I veicoli considerati nell'analisi sono riportati nella tabella seguente per ufficio di competenza, marca e modello del veicolo e anno di immatricolazione.

Ufficio	Marca	Modello	Alimentazione	Anno imm.	Consumi [l]
Messi comunali	Fiat	Panda	Benzina	2006	404,99
	Fiat	Panda	Benzina	2008	334,18
Ex ufficio tecnico	Fiat	Punto 55 sole 5p	Benzina	1999	290,51
Servizi sociali	Fiat	Ducato Autobus 230	Gasolio	1999	1422,96
	Fiat	Punto 55 sole 5p	Benzina	1999	239,8
Polizia locale	Fiat	Grande Punto	Benzina	2009	1259,77
	Fiat	Grande Punto	Benzina	2009	626,54
	Suzuki	DI 650-V strom	Benzina	2009	70,25
	Suzuki	DI 650-V strom	Benzina	2009	19,69
	Skoda	Fabia	Benzina	2005	1066,88
Manutenzione	Fiat	Maxi	Gasolio	1999	865,19
	Fiat	Fiorino	Benzina	--	1531,21

Tabella 6.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Cesate.

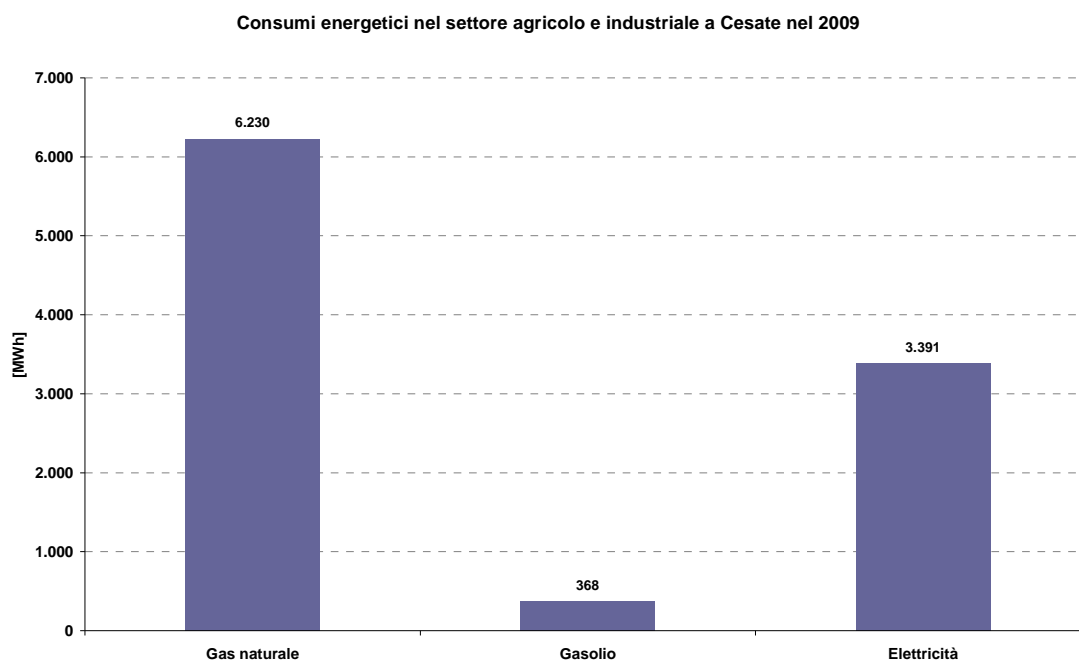


## 7 IL SETTORE DELL'INDUSTRIA E DELL'AGRICOLTURA

### 7.1 I dati di bilancio

Il settore industriale rappresenta a livello comunale il secondo settore per incidenza sui consumi complessivi. Tuttavia, sia in valore assoluto quanto in percentuale, i valori di consumo annettibili a questo settore risultano complessivamente irrisori. Si tratta, in effetti, di una realtà produttiva limitata e poco sviluppata. Complessivamente, il settore della produzione nel Comune di Cesate ha assorbito nel 2009 circa 9,5 GWh pari all'8 % circa dei consumi complessivi del Comune e al 10 % dei consumi del solo settore residenziale. Del totale dei consumi dell'industria, il 66 % circa è gas naturale mentre la quota residua è costituita da energia elettrica.

Invece, il settore agricolo rappresenta il settore meno energivoro a livello comunale pesando sul bilancio complessivo in quota pari allo 0,4 %. Si valuta di seguito in un unico blocco il consumo dell'industria e quello dell'agricoltura.

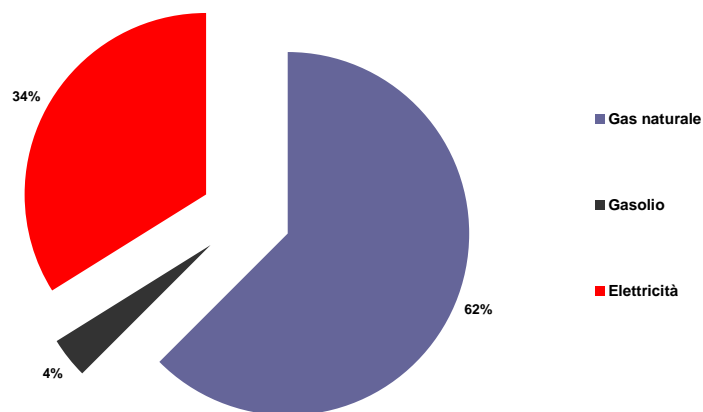


**Grafico 7.1** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate e Sistema Sirena – Regione Lombardia.

È evidente che nel settore industriale, rispetto ad altri settori, il consumo di gas non fa riferimento esclusivo agli usi termici ma è annettibile al consumo di processo presente nei singoli siti produttivi. Secondo gli stessi criteri anche il consumo di energia elettrica, solo in quota minore può essere considerato legato all'illuminazione degli ambienti, mentre in quota prevalente fa riferimento all'alimentazione di motori elettrici e pompe.

Il grafico che segue riporta i valori percentuali attribuibili ai consumi del singolo vettore per i due settori di attività aggregati in questo capitolo.

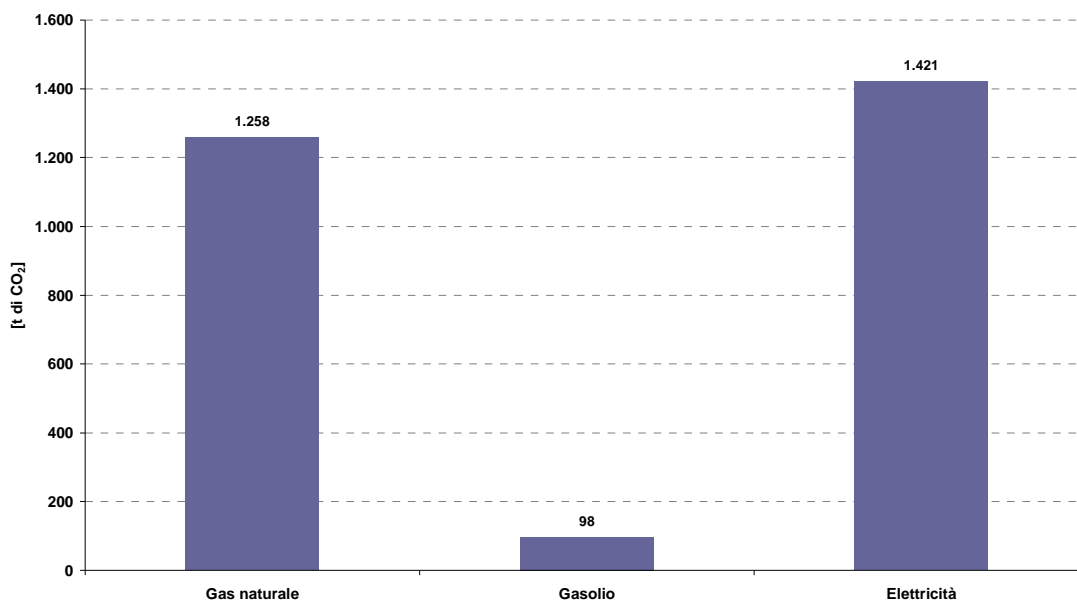
Pesi percentuali dei vettori energetici utilizzati nel settore industriale e agricolo a Cesate nel 2009



**Grafico 7.2** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate e Sistema Sirena – Regione Lombardia.

Il grafico che segue riporta, invece, il dato riferito alle emissioni di CO<sub>2</sub> relative ai due settori.

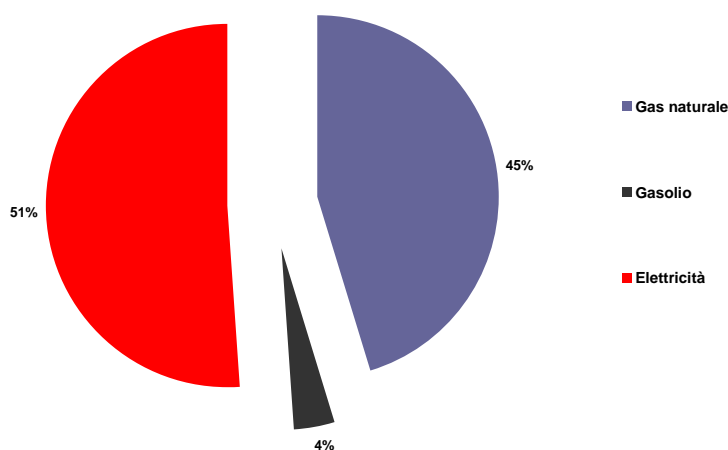
Emissioni di CO<sub>2</sub> nel settore agricolo e industriale a Cesate nel 2009



**Grafico 7.3** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate e Sistema Sirena – Regione Lombardia.

In valori percentuali il gas naturale incide per il 45 % circa delle emissioni di CO<sub>2</sub> dei due settori aggregati, mentre l'energia elettrica pesa per il 51 % circa. Il gasolio riportato in bilancio è il gasolio agricolo utilizzato per l'alimentazione delle macchine agricole. Il peso del gasolio sulle emissioni dei due settori aggregati sfiora i 3 punti percentuali.

Pesi percentuali delle emissioni di CO<sub>2</sub> annessibili ai vettori energetici utilizzati nel settore industriale e agricolo a Cesate nel 2009



**Grafico 7.4** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate e Sistema Sirena – Regione Lombardia.

La tabella che segue riassume i consumi e le emissioni dei due settori.

Vettore energetico	Consumi	Consumi in MWh	Emissioni in t di CO <sub>2</sub>
Gas naturale industria	649.450 m <sup>3</sup>	6.230	1.258
Elettricità industria	3.264 MWh	3.264	1.368
Elettricità agricoltura	127 MWh	127	53
Gasolio agricoltura	31 t	368	98
<b>Totale</b>	-----	<b>9.989</b>	<b>2.778</b>

**Tabella 7.1** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, Enel distribuzione, Comune di Cesate e Sistema Sirena – Regione Lombardia.