



**Comune di Limone sul Garda**

# PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE DEL COMUNE DI LIMONE SUL GARDA

Baseline Emission Inventory

Settembre 2012

**AMBIENTEITALIA**

Sistema di gestione per la qualità certificato da DNV  
UNI EN ISO 9001:2008  
CERT-12313-2003-AQ-MIL-SINCERT

Sistema di gestione ambientale certificato da DNV  
UNI EN ISO 14001:2004  
CERT-98617-2011-AE-ITA-ACCREDIA

Progettazione ed erogazione di servizi di ricerca, analisi, pianificazione e consulenza nel campo dell'ambiente e del territorio



## Comune di Limone sul Garda

### Società responsabile dello studio



**AMBIENTE ITALIA S.R.L.**  
Via Carlo Poerio 39 - 20129 Milano  
tel +39.02.27744.1 / fax +39.02.27744.222  
[www.ambienteitalia.it](http://www.ambienteitalia.it)  
Posta elettronica certificata:  
[ambienteitaliasrl@pec.ambienteitalia.it](mailto:ambienteitaliasrl@pec.ambienteitalia.it)

Codice progetto	12E049
Versione	01
Stato del documento	Bozza
Autori	f. loiodice, a. debernardi*, e. ferrara*
Revisione	r. pasinetti
Approvazione	

Note:\* Autori del Capitolo 6 del presente Report, dedicato alle analisi riferite al Settore della Mobilità



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA METODOLOGICA</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>GLI ASSETTI SOCIO-ECONOMICI DEL TERRITORIO</b>	<b>8</b>
	2.1 L'evoluzione della popolazione e delle famiglie	8
	2.2 L'assetto economico-produttivo del territorio	13
<b>3</b>	<b>L'EVOLUZIONE DEI CONSUMI DI ENERGIA E DELLE EMISSIONI DI CO<sub>2</sub></b>	<b>17</b>
	3.1 Il bilancio energetico dei consumi	17
	3.2 La produzione di energia nel territorio comunale	23
	3.3 Il bilancio delle emissioni	25
	3.3.1 <i>I fattori di emissione al consumo della CO<sub>2</sub></i>	25
	3.3.2 <i>Il bilancio delle emissioni di CO<sub>2</sub></i>	26
<b>4</b>	<b>IL SETTORE RESIDENZIALE</b>	<b>31</b>
	4.1 Il bilancio dell'energia consumata e delle emissioni di CO <sub>2</sub>	31
	4.2 L'analisi dei consumi per usi termici	33
	4.2.1 <i>I fabbricati residenziali</i>	34
	4.2.2 <i>Le unità abitative</i>	36
	4.2.3 <i>Le condizioni climatiche locali</i>	42
	4.2.4 <i>I parametri termofisici per il calcolo del fabbisogno dell'involucro</i>	44
	4.2.5 <i>Gli impianti termici</i>	45
	4.2.6 <i>Il carico termico totale per il riscaldamento</i>	51
	4.3 Gli usi elettrici nel settore residenziale	56
<b>5</b>	<b>IL SETTORE TERZIARIO</b>	<b>63</b>
	5.1 I dati di bilancio	63
	5.2 Gli edifici pubblici	68
	5.3 L'illuminazione pubblica comunale	69
	5.4 Le strutture commerciali di vendita	73
	5.5 Le strutture turistico-alberghiere	78
	5.5.1 <i>La struttura degli alberghi</i>	86
	5.5.2 <i>I consumi di energia per la produzione di acqua calda sanitaria</i>	87
	5.5.3 <i>I consumi di energia per la climatizzazione invernale</i>	89
	5.5.4 <i>Gli usi elettrici</i>	91
<b>6</b>	<b>IL SETTORE DEI TRASPORTI</b>	<b>94</b>
	6.1 I dati di bilancio	94
	6.2 La metodologia di costruzione del modello bottom-up per la simulazione della mobilità	97
	6.3 L'offerta del sistema locale di mobilità	98
	6.3.1 <i>Il trasporto privato e la ciclopeditività</i>	98
	6.3.2 <i>Il trasporto collettivo</i>	100



---

<b>6.4 La domanda di mobilità</b>	<b>109</b>
6.4.1 <i>La domanda di mobilità feriale</i>	109
6.4.2 <i>La domanda di mobilità festiva</i>	115
6.4.3 <i>Matrice OD Regione Lombardia 2002 - Comune di Limone sul Garda</i>	118
6.4.4 <i>I flussi di traffico</i>	121
<b>6.5 Analisi del parco veicolare circolante</b>	<b>129</b>
<b>6.6 Consumi energetici ed emissioni di CO<sub>2</sub></b>	<b>133</b>
6.6.1 <i>La stima dei consumi energetici per il Comune di Limone sul Garda</i>	137
<b>7 I SETTORI AGRICOLO E INDUSTRIALE</b>	<b>140</b>
<b>7.1 I dati di bilancio</b>	<b>140</b>



## 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, 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 e 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 carbonio 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 FER (prodotta da fonte energetica 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 a 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 a 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 e anche alcune Regioni hanno già intrapreso la via di una corretta pianificazione godendo già dei vantaggi in termini di risparmio economico in bolletta, di maggiore qualità dell'aria, 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 a 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 e 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 Limone sul Garda 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. Questa prima parte del documento contiene l'analisi del bilancio energetico comunale, ossia l'analisi energetico-ambientale del territorio e delle attività che insistono su di esso, tramite la ricostruzione e predisposizione di un inventario delle emissioni di gas serra.

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.

L'anno di riferimento adottato per la baseline di partenza è stato fissato al 2009, primo anno utile in cui le statistiche energetiche riferite al Comune risultavano complete.

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.

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 agli assetti demografici e socio-economici di un territorio, risulta necessaria al fine di poter leggere e 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 e alla domanda di trasporti.

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

L'evoluzione della popolazione è descritta a partire dal 1982 fino al 2009, avendo come riferimento la popolazione al 1° gennaio di ogni anno. Come evidenziato dal Grafico seguente, nel 1982 i residenti a Limone sul Garda ammontavano a 930 circa e nel 2010, invece, sfiorano quota 1.150 segnando un incremento di circa 200 unità. Il grafico evidenzia un andamento complessivamente crescente anche se il peso della crescita in valore assoluto risulta abbastanza limitato. Il Grafico riporta, a titolo di confronto, anche l'andamento della popolazione riferito ai residenti complessivi in Provincia di Brescia (curva nera del Grafico). Anche a livello provinciale si evidenziano dinamiche di crescita comparabili, solo per rilevanza percentuale, rispetto a quanto accade a Limone.

Andamento della popolazione nel Comune di Limone sul Garda e confronto con l'andamento della popolazione in Provincia di Brescia fra 1982 e 2010

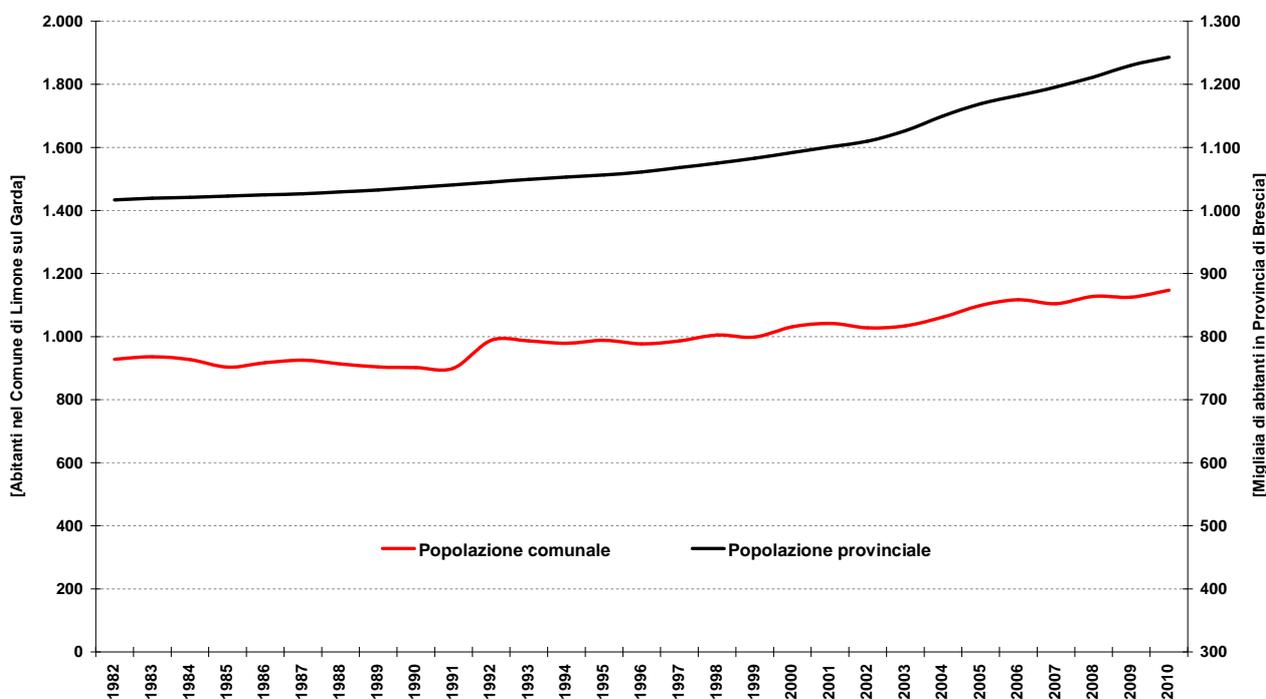


Grafico 2.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.



Infatti la popolazione comunale fra gli anni '80 e il 2010 cresce del 23 % circa, mentre a livello provinciale, la crescita registrata è pari al 22 %.

Le fasi maggiori di crescita della popolazione si collocano nei primi anni del 2000. La Provincia segue i medesimi andamenti di crescita della popolazione evidenziati per il Comune, con incidenze meno rilevanti ma con una maggiore costanza in termini di andamento.

Riduzioni o incrementi percentuali della popolazione a Limone sul Garda e in Provincia di Brescia fra 1983 e 2010 rispetto all'anno precedente

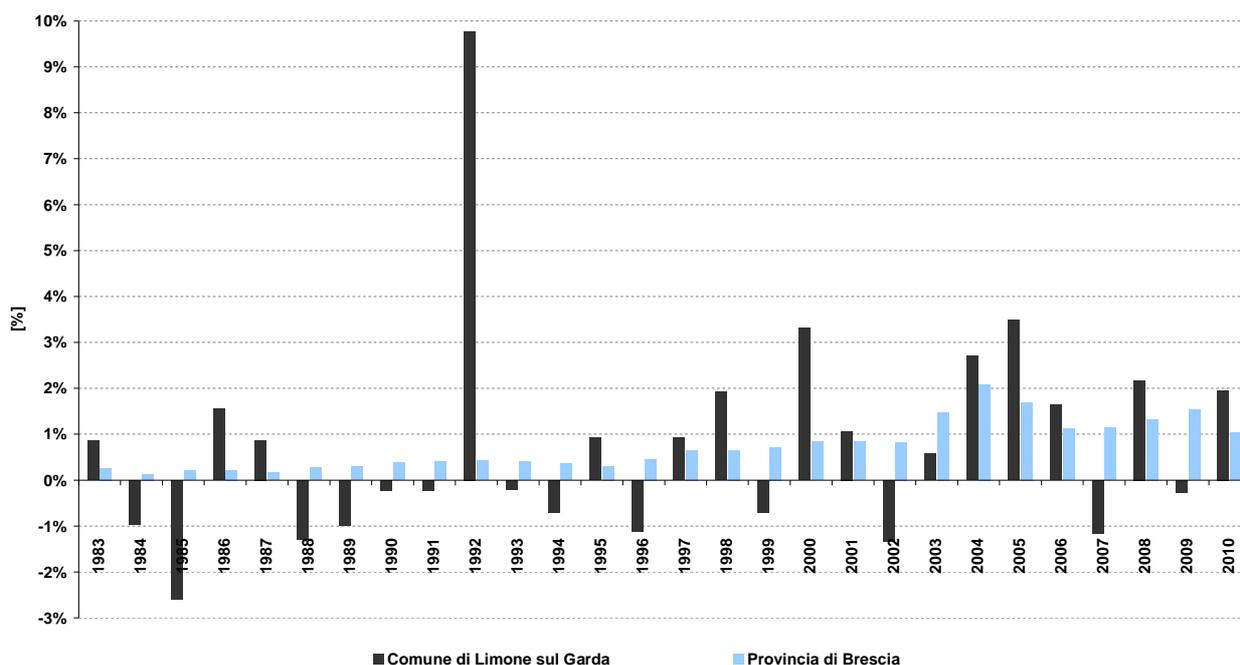


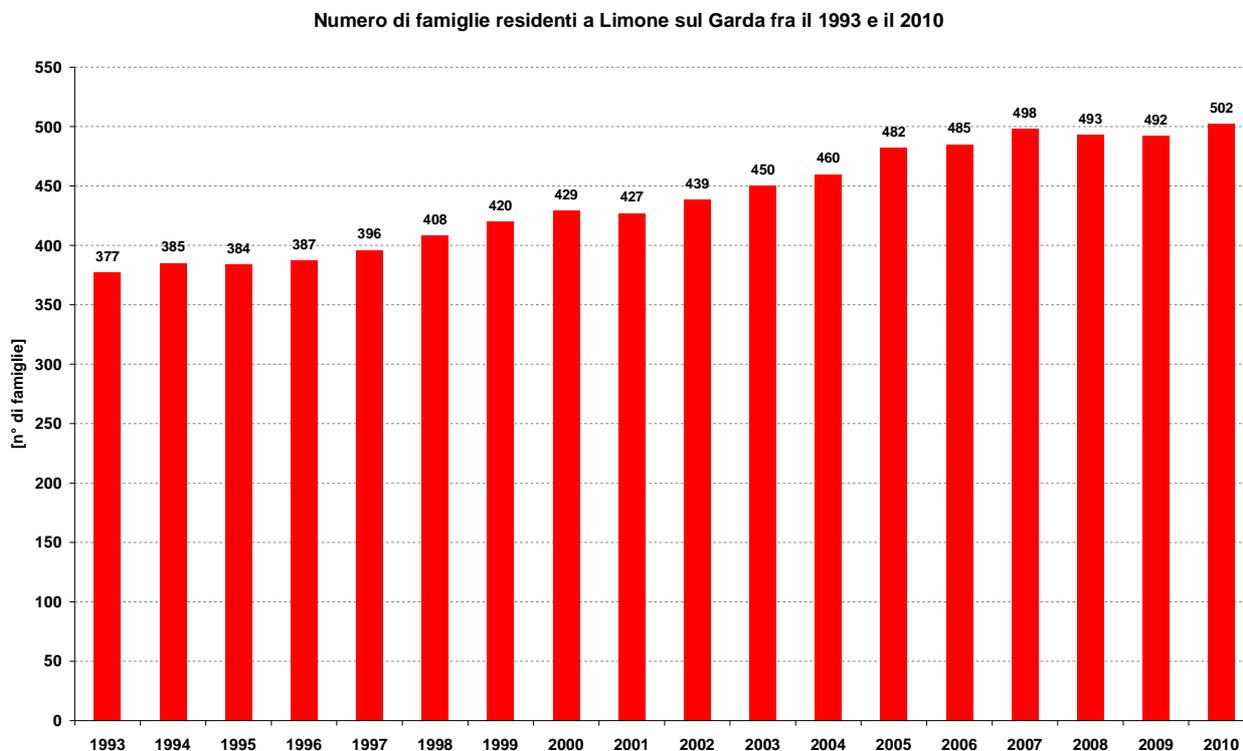
Grafico 2.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Non si segnano variazioni riguardo all'incidenza percentuale della popolazione comunale rispetto a quella provinciale: nel corso degli anni il valore resta fisso poco sotto lo 0,1 %.

Oltre al dato prettamente demografico, un parametro di rilievo nelle analisi energetiche disposte ai capitoli seguenti, è rappresentato dalle dinamiche evolutive dei nuclei familiari. Infatti, la crescita o decrescita dei consumi energetici del settore residenziale risulta fortemente correlata al numero di nuclei familiari che a loro volta si legano alle abitazioni riscaldate o che in genere fanno uso di energia. La dinamica evolutiva dei nuclei familiari, per completezza dell'analisi, va letta non solo in termini di numero di nuclei familiari ma anche di struttura media degli stessi. Negli ultimi anni, infatti, si evidenzia a livello nazionale una tendenza (più accentuata al nord Italia) alla riduzione del numero medio di componenti che costituiscono i nuclei familiari. Questa modifica strutturale della famiglia si associa a dinamiche sociali che hanno portato, negli ultimi anni, all'incremento dei nuclei familiari monocomponente o bicomponente e alla netta riduzione dei nuclei composti da più di 2 componenti. In questo caso, la serie storica viene descritta dal 1993, in base alla disponibilità dei dati. Nel 1993 le famiglie residenti a Limone ammontavano a 377. Il Grafico che segue, in questo caso, descrive un andamento in costante crescita, comparabile con quanto segnato in termini di andamento della popolazione. Nel 2010 i nuclei familiari complessivi superano di poco le 500 unità, evidenziando un



incremento, nel ventennio analizzato, di circa 125 unità, percentualmente pari a 33 punti rispetto al 1993.



**Grafico 2.3** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Annuario Statistico Regionale Lombardia.

La modifica strutturale del nucleo familiare medio risulta già chiara se si pongono a confronto i valori percentuali di crescita fra 1993 e 2010:

- le famiglie crescono di 33 punti;
- i residenti s'incrementano solo di 16 punti.

I 17 punti percentuali di differenza e la maggiore velocità di crescita delle famiglie rispetto ai residenti è indicativo di una sensibile riduzione del numero medio di componenti nel corso degli ultimi anni.

Il Grafico 2.4 evidenzia proprio l'andamento del numero medio di componenti nel corso delle ultime annualità confermando la lineare decrescita media. Tralasciando i picchi massimi e minimi evidenziati dal grafico, si passa da circa 2,6 componenti (nei primi anni '90) a circa 2,2-2,3 (dell'ultimo decennio). Si ritiene che nel corso delle prossime annualità si protrarrà ulteriormente al ribasso questo tipo di andamento.

Questo dato di carattere prettamente demografico risulta essere una delle informazioni fondamentali per poter interpretare l'andamento di consumi energetici di un Comune, soprattutto nelle analisi di serie storica. La rilevanza assegnata a questo indicatore si incrementa in virtù delle dimensioni demografiche e urbane ridotte del Comune di Limone. Infatti, come si evidenzierà nelle analisi disposte ai capitoli successivi, fra i settori maggiormente incidenti in termini di consumo energetico si evidenzierà la presenza proprio di quelli legati al domestico e alla residenza, contesti strettamente connessi alla struttura del nucleo familiare. Mediamente, infatti, si ritiene che due persone residenti in abitazioni singole utilizzino quasi il doppio dell'energia necessaria ad alimentare le singole utenze rispetto



all'opzione di convivenza. Inoltre, l'analisi della struttura del nucleo familiare acquista rilevanza anche in relazione alla costruzione degli scenari di piano in cui sarà necessario proiettare al 2020 la struttura delle famiglie e della popolazione per quantificare il numero di abitazioni nuove occupate anche in coerenza con le indicazioni del recente documento di Piano urbanistico che l'Amministrazione ha approvato e che scenarizza, sul lungo periodo, l'utilizzo del suolo e indirettamente il consumo di energia per il territorio comunale. .

Numero medio di componenti del nucleo familiare residente a Limone sul Garda fra 1993 e 2010

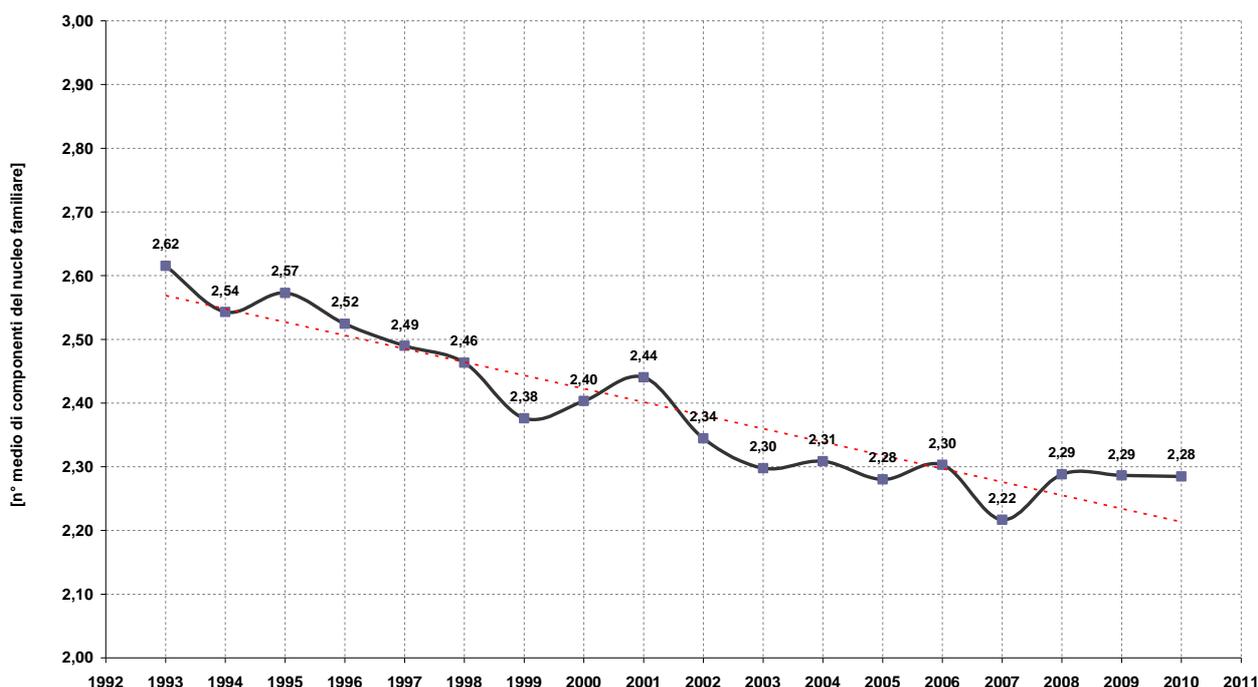


Grafico 2.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat e Annuario Statistico Regionale Lombardia.

Oltre alla struttura del nucleo familiare, un ulteriore indicatore demografico di rilievo in correlazione alle analisi energetiche, è rappresentato dall'età della popolazione residente in un territorio comunale. Infatti la maggiore o minore età della popolazione e l'equilibrio fra i gruppi di popolazione disaggregati per archi d'età permettono di valutare la maggiore o minore propensione di un territorio a realizzare determinati interventi. La ristrutturazione delle abitazioni private, la sostituzione degli elettrodomestici, la sostituzione della propria autovettura o l'utilizzo della ciclabilità al posto degli spostamenti in auto, rappresentano scelte che si legano fortemente all'età della popolazione. Una popolazione squilibrata verso i gruppi più anziani implica una maggiore lentezza nella realizzazione di questo tipo di interventi oltre che un minore interesse a realizzarli. Una popolazione più giovane, invece, recepisce in maniera più rapida gli stimoli tecnologici che il mercato delinea nel corso degli anni. Infine, va anche detto che l'età della popolazione influenza anche le scelte legate alla costruzione delle matrici di spostamento utilizzate per ricostruire i flussi di spostamento e di conseguenza i consumi energetici ascrivibili al settore dei trasporti. La popolazione disaggregata per archi d'età compie spostamenti variegati e differenti: in età lavorativa la popolazione si sposta per lavoro, in età di studio superiore o universitario la popolazione viaggia per studio in direzioni differenti, in età scolare (media, elementare) la



popolazione viene accompagnata a scuola, in età post-lavorativa la popolazione gira in prevalenza all'interno del territorio comunale. Alcune fasce d'età (più anziani) non si muovono quanto altre.

Disaggregazione per età della popolazione residente a Limone sul Garda al 1° gennaio 2010

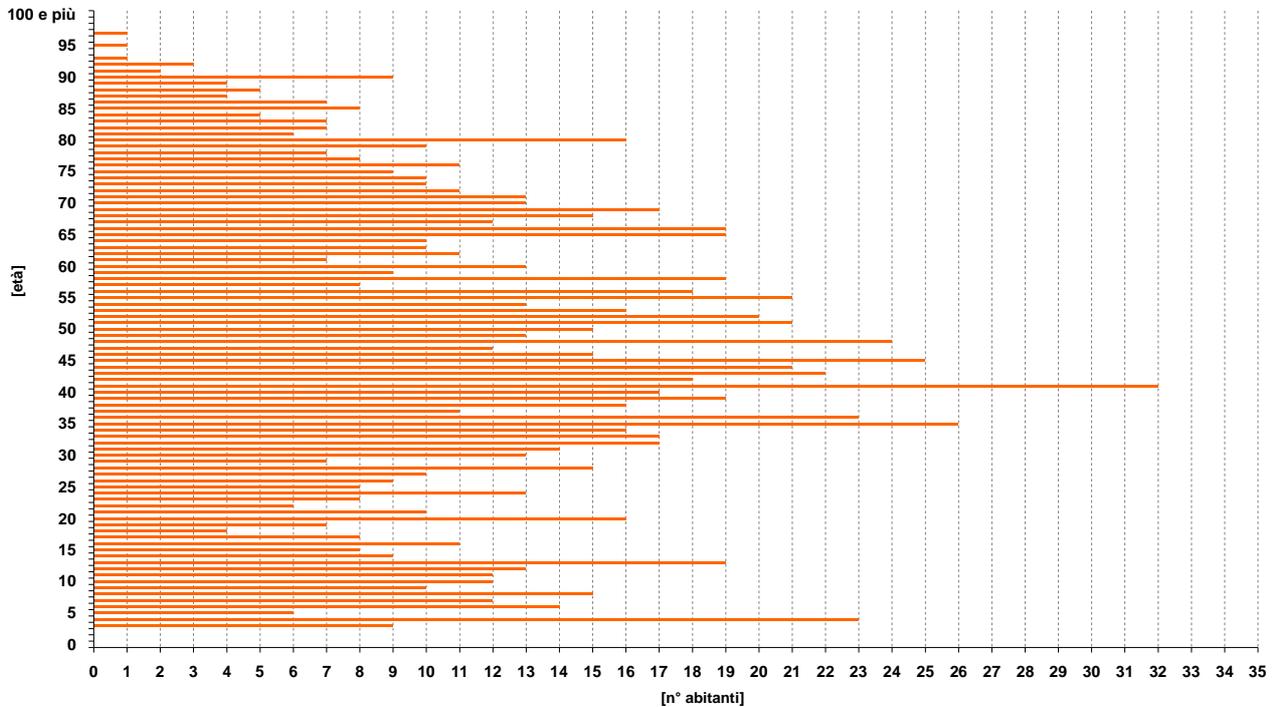


Grafico 2.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Disaggregazione della popolazione residente a Limone sul Garda al 1° gennaio 2010 per archi d'età

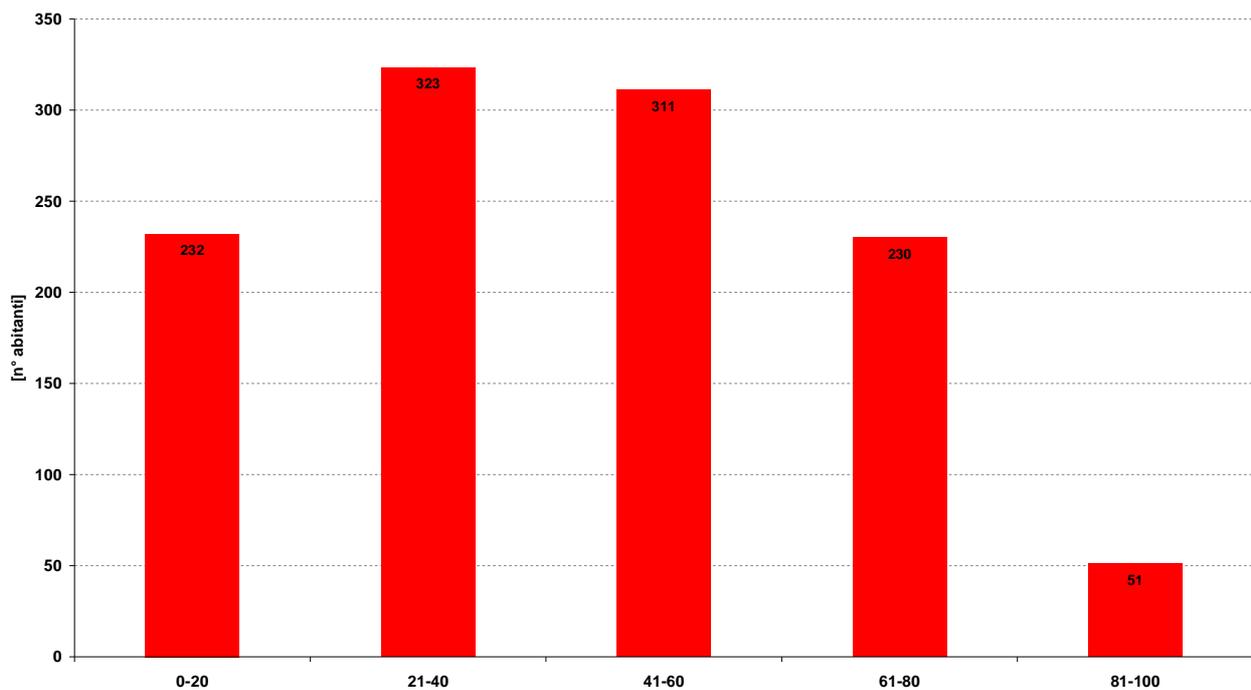


Grafico 2.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.



I due grafici riportati alla pagina precedente descrivono la disaggregazione della popolazione registrata al 1° gennaio 2010 nel Comune di Limone, per età dei residenti, evidenziando un'interessante prevalenza delle fasce centrali (21-40 anni).

Aggregando per archi d'età, la struttura della popolazione residente a Limone nel 2010 è suddivisa in:

- una quota del 20 % sotto i 20 anni;
- una quota del 28 % fra i 20 e i 40 anni;
- una quota del 27 % che ha un'età compresa fra i 40 e i 60 anni;
- una quota del 20 % fra i 60 e gli 80 anni;
- e il 4 % residuo degli abitanti, con più di 80 anni.

## 2.2 L'assetto economico-produttivo del territorio

L'assetto economico del territorio di Limone sul Garda si caratterizza per la sostanziale prevalenza delle imprese legate al settore terziario. Infatti, il comparto turistico-alberghiero, in questo Comune, rappresenta il contesto di maggior rilievo tanto economico quanto, come si evidenzierà nel seguito del documento, energetico. La popolazione che risiede a Limone risulta nettamente inferiore rispetto alle presenze turistiche che nei mesi estivi si registrano a livello comunale.

Il Grafico 2.10 descrive il quadro delle imprese allocate a Limone fra 2005 e 2010 per settore di attività.

Valutando le dinamiche in serie storica si evidenzia:

- una complessiva stabilità in termini di imprese allocate al terziario, con leggere variazioni annue;
- una leggera crescita delle imprese allocate all'industria;
- una scarsa incidenza delle imprese allocate al settore agricolo.

Le annualità 2005, 2009 e 2010 hanno rappresentato, nel quinquennio analizzato, la fase di massimo sviluppo imprenditoriale. In totale, in quegli anni, a Limone si registravano circa 205 imprese contro una fluttuazione massima comunque compresa entro le 10 unità nel corso delle altre annualità. Dalla lettura di questo primo dato non risulta per nulla evidenziabile l'incidenza della fase di crisi economica, nel corso delle ultime annualità; in altri contesti territoriali, la cui economia si incentra principalmente sul settore produttivo, invece, la decrescita (chiusura) delle imprese risulta netta a partire dal 2009.

Il Grafico 2.8 disaggrega, fra il comparto manifatturiero e quello delle costruzioni, le imprese allocate al settore industriale ponendo in evidenza una costanza della componente manifatturiera (seppur ridotta) e una più marcata crescita del settore delle costruzioni edili.



Imprese per settore di attività a Limone sul Garda fra 2005 e 2010

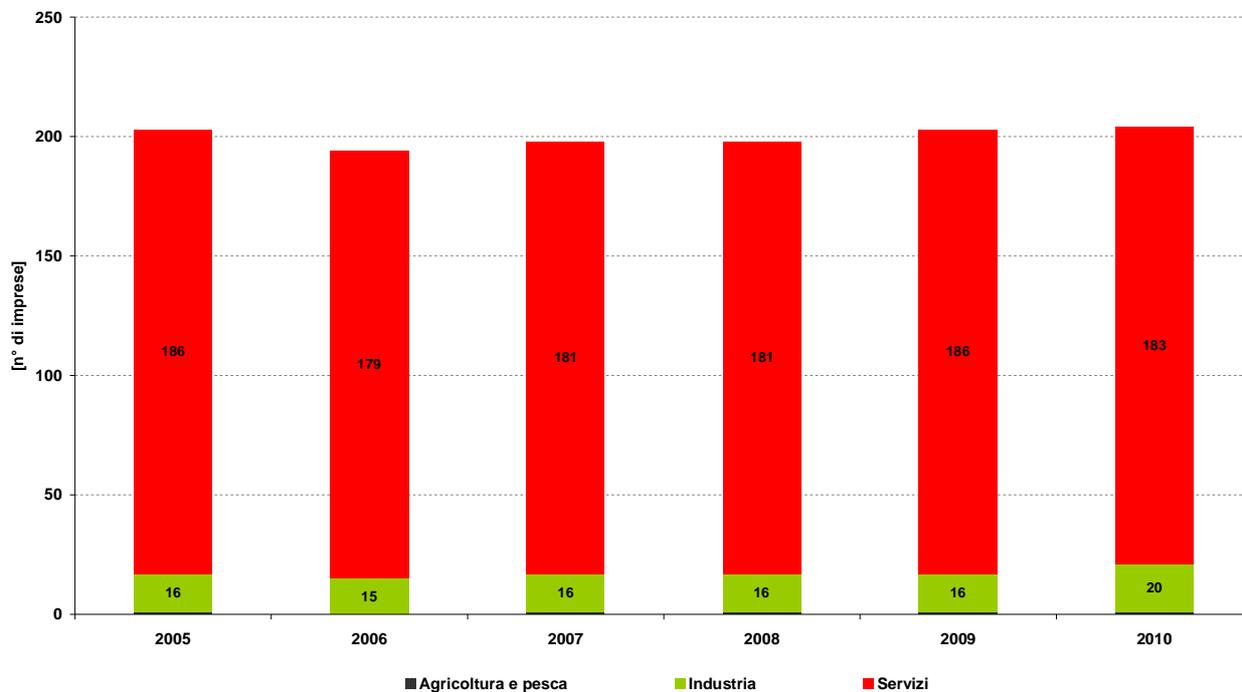


Grafico 2.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Camera di Commercio di Brescia.

Imprese nel comparto industriale fra 2005 e 2010 a Limone sul Garda

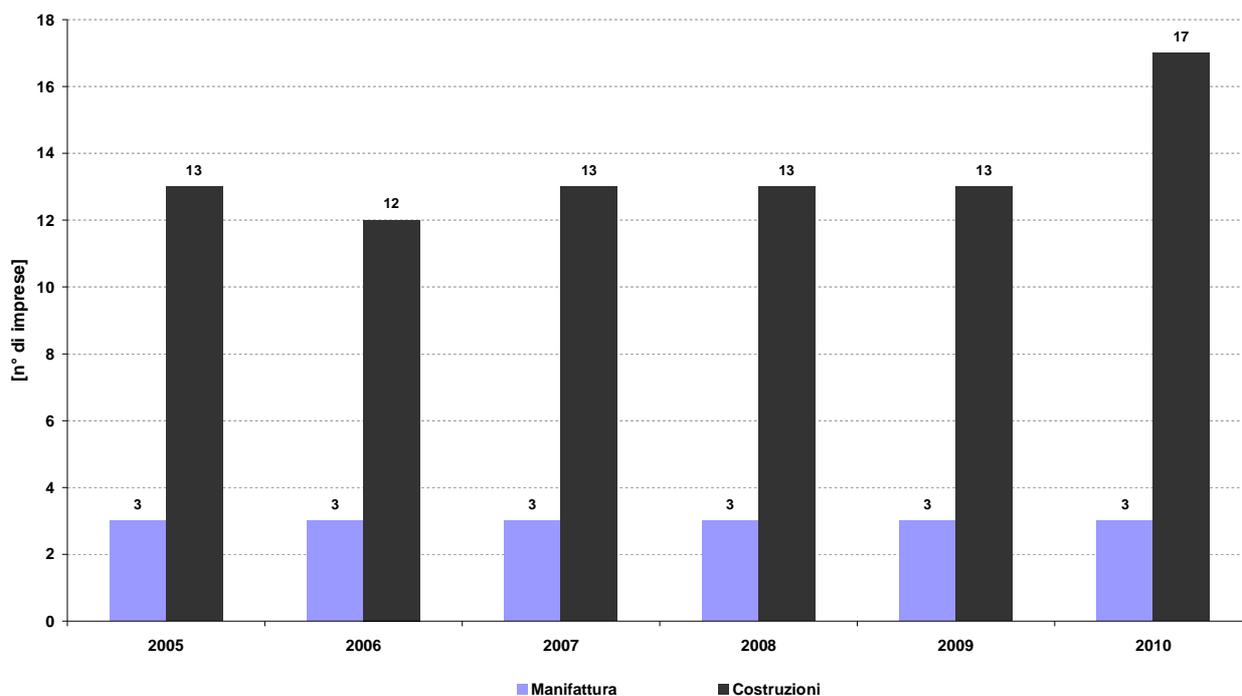


Grafico 2.8 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Camera di Commercio di Brescia.



La lettura della disaggregazione delle imprese ascritte al settore terziario, invece, risulta più interessante rappresentando le stesse circa il 90 % delle imprese presenti a livello comunale. In serie storica non si evidenziano modifiche sostanziali, in questo caso, ma un complessiva stabilità in termini di andamento.

Nel dettaglio:

- si riduce la quota di unità locali legate al commercio di 6 unità nel quinquennio;
- cresce di 5 unità il settore alberghiero e della ristorazione;
- si riduce di 6 unità il settore delle attività legate alla logistica e ai trasporti;
- si incrementa leggermente anche il settore bancario e della finanza;
- crescono, invece, in misura significativa le attività legate al settore informatico, immobiliare e ai servizi pubblici.

In realtà la struttura del settore commerciale resta abbastanza fluttuante nel corso degli anni con fasi di leggera crescita e decrescita. Mediamente in città simili, l'apertura del supermarket comporta la chiusura di unità commerciali di vicinato. A Limone sembra che ciò non accada in virtù della forte presenza turistica che garantisce introiti economici anche ad attività dimensionalmente più piccole.

Imprese nel comparto dei servizi, fra 2005 e 2010 a Limone sul Garda

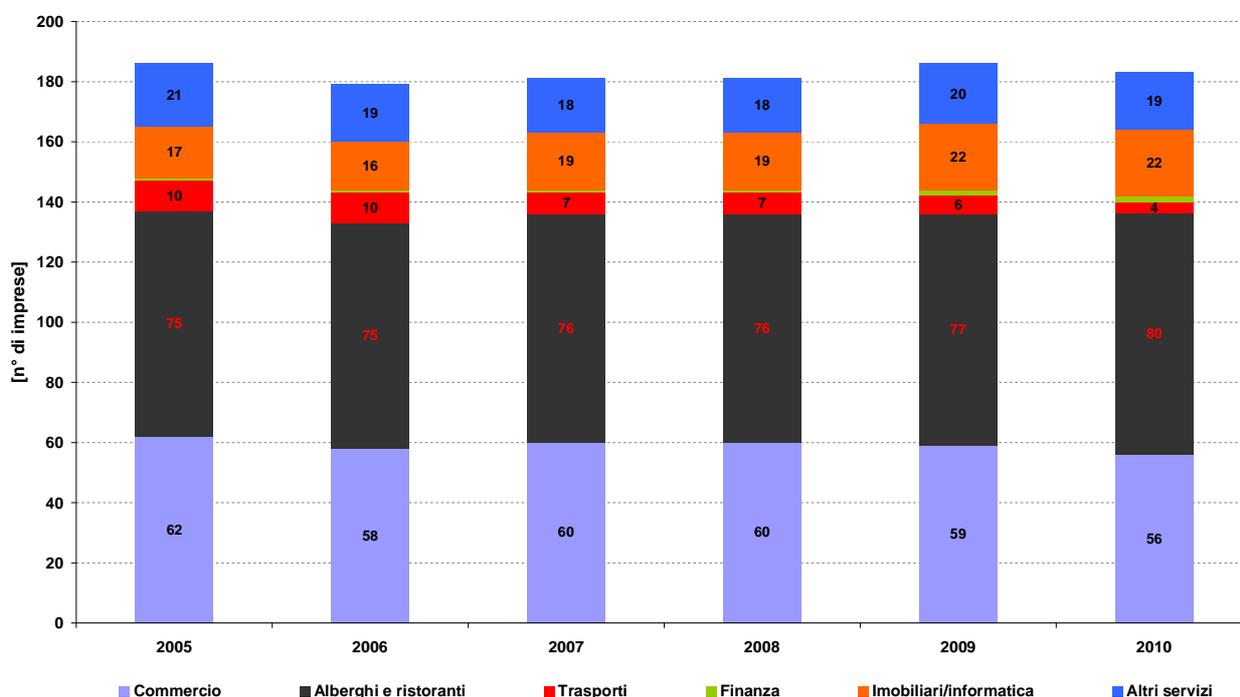


Grafico 2.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Camera di Commercio di Brescia.

Anche nel settore terziario, come già evidente per quello produttivo, le annualità 2009 e 2010 segnano un picco in termini di presenza di imprese nel Comune.



Il dato delle imprese va sempre letto in relazione al numero di addetti per settore che rappresenta in un certo senso l'offerta di lavoro del territorio. Gli addetti, inoltre, forniscono un'informazione riferita anche alla dimensione dell'imprenditoria presente a livello comunale.

Il Grafico che segue riporta la disaggregazione disponibile in riferimento agli addetti. Rispetto alle imprese i dati sono disponibili su una serie storica più contenuta. In valore assoluto la crescita degli addetti impiegati a Limone nell'ultimo anno ammonta a circa 330 unità (pari al 22 % circa). Il picco di addetti, in questo caso, si registra proprio nel 2010, anno in cui il Comune raggiunge circa 1.900 addetti impiegati.

Addetti alle imprese, a Limone sul Garda, fra 2007 e 2010, per settore di attività

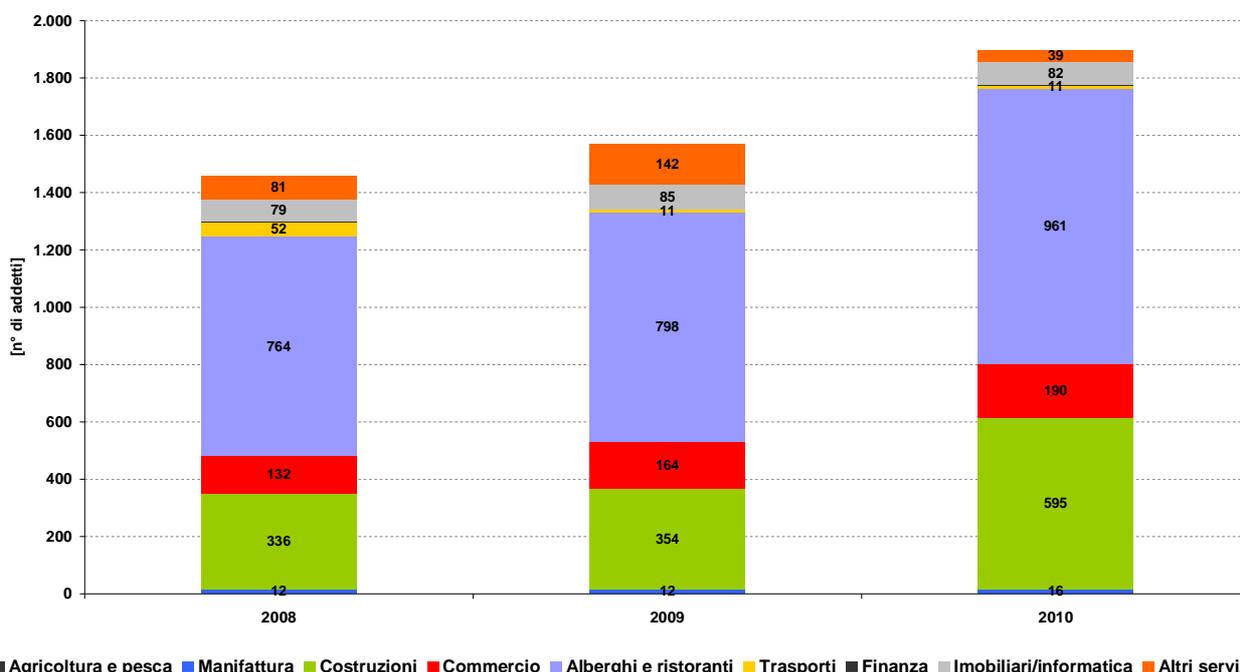


Grafico 2.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Camera di Commercio di Brescia.

I comparti che crescono maggiormente si confermano essere quelli legati al settore turistico, al commercio e alle costruzioni edili. In media per ogni impresa del settore alberghiero, nel 2010, risultano impiegati 12 addetti; 35 addetti sono, invece, gli impiegati medi per ogni impresa del settore delle costruzioni edili.

Il calo più marcato in termini di addetti, invece, si lega ai trasporti e ad altri servizi.

Il settore agricolo risulta essere il meno incidente sull'economia locale.

Il dato delle unità locali, degli addetti e in generale della compagine economica di un territorio permette, come già evidenziato per gli indicatori demografici, di valutare e interpretare le dinamiche di crescita e decrescita dei consumi nei settori industriale e terziario.



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

#### 3.1 Il bilancio energetico dei consumi

Il quadro complessivo dei consumi energetici del Comune di Limone sul Garda nel 2010 delinea un utilizzo di energia pari a circa 38 GWh, intesi come energia finale utilizzata dall'utenza. Per utenza si intende l'insieme delle utenze domestiche, terziarie, industriali e i consumi legati al trasporto privato al livello comunale e al trasporto pubblico e i consumi riferiti all'alimentazione termica ed elettrica degli edifici pubblici. In questi consumi si include anche la quota di energia elettrica prodotta localmente da fonte rinnovabile, sebbene in quantità molto limitata. La scelta dell'Amministrazione comunale di Limone sul Garda 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 2 GWh, solo in piccolissima percentuale siano annettibili a un indotto riferibile al territorio comunale. L'Amministrazione comunale, peraltro, ha 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 documento 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 di questo capitolo si esclude la contabilizzazione del settore industriale.

Disaggregazione in MWh dei consumi finali di energia a Limone sul Garda nel 2010

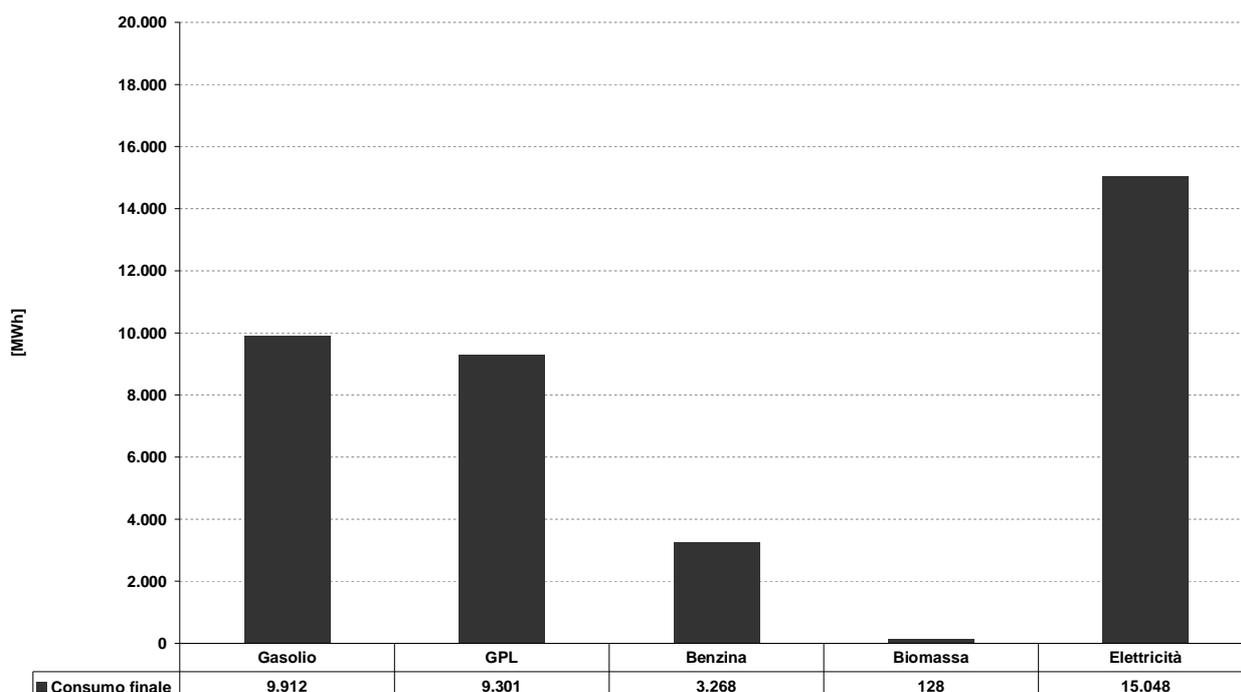


Grafico 3.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda.



Il Grafico precedente disaggrega per vettore energetico le quantità annesse in bilancio. 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 2010, annualità di riferimento per la Baseline Emission Inventory (B.E.I.). Dove disponibili i dati, sarà possibile valutare le dinamiche in serie storica per specifico settore o vettore energetico. Un'ulteriore precisazione riguarda i quantitativi di prodotti petroliferi annesse in bilancio: non esistendo una rete di distribuzione urbana del GPL o del gasolio non risultano disponibili statistiche disaggregate sui quantitativi consumati. Per questo motivo sono state costruite delle stime dal basso, dettagliate nel corso del documento, attraverso l'ausilio di specifiche simulazioni denominate bottom-up.

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

Valutando la disaggregazione in quote percentuali dei singoli vettori energetici si evidenzia che il 40 % dei consumi è riferito all'energia elettrica, il 26 % all'utilizzo di gasolio e il 25 % al consumo di GPL; la benzina incide per 9 punti percentuali, mentre l'uso di biomassa è limitato e incide meno dell'1 % sul bilancio complessivo. Il consumo finale di prodotti petroliferi assomma complessivamente una quota di incidenza pari al 60 % circa dei consumi totali.

Disaggregazione percentuale dei consumi di Limone sul Garda al 2010 per vettore energetico

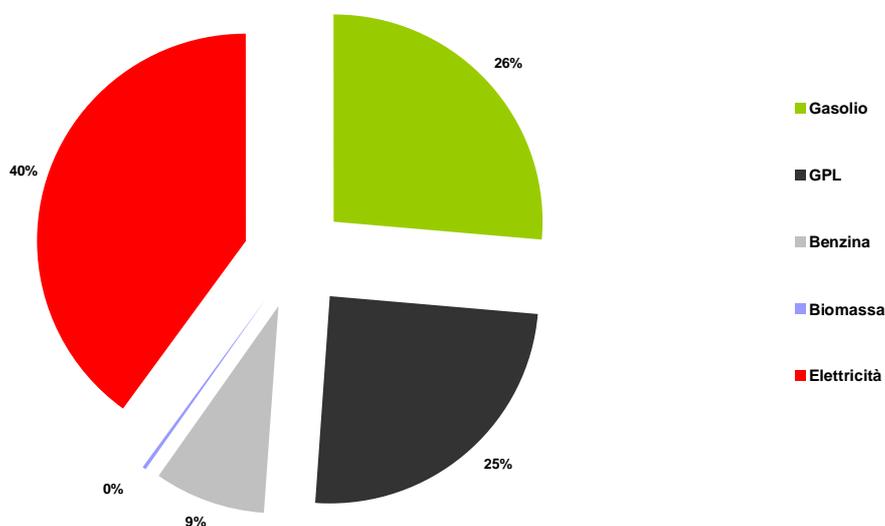


Grafico 3.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda.

Va evidenziata la notevole incidenza, in questo contesto territoriale, dei consumi di prodotti petroliferi parzialmente annettibili (in misura minore) al settore dei trasporti e prevalentemente legati, invece, al settore terziario e della residenza. Rispetto a contesti territoriali simili per assetto urbano e demografico l'incidenza di utilizzo di prodotti petroliferi risulta accentuata proprio in virtù dell'inesistenza di una rete di distribuzione del gas naturale nel contesto comunale. La quota notevole di gasolio utilizzato nel



comune non ha solo valenza statistica ma è indice di elevato impatto ambientale per il territorio (in termini di emissioni di gas di serra) rispetto ad altri vettori energetici meno impattati.

Per l'energia elettrica è stato possibile analizzare l'andamento in serie storica, nel corso degli ultimi anni, dei consumi. Il Grafico che segue riporta la curva dei consumi elettrici di Limone sul Garda fra 2006 e 2010 disaggregati per settore di utilizzo della stessa. Dall'osservazione del grafico emerge una complessiva costanza dei consumi elettrici registrati nel settore domestico mentre risulta costantemente in crescita l'andamento che si verifica nel settore terziario, con un evidente picco leggibile nel 2009. L'impegno di energia elettrica da parte degli altri settori risulta irrilevante. La valutazione percentuale dell'incidenza dei consumi elettrici per settore evidenzia un andamento costante per tutti i settori nelle annualità analizzate. Infatti il settore terziario impegna la quota maggiore di energia elettrica consumata a livello comunale con un peso pari a più dell'80 %; il residenziale incide, stabilmente dal 2004, per poco meno del 15 % e gli altri settori impegnano pochi punti percentuali. . Questa dinamica risulta maggiormente evidente dall'osservazione del Grafico 3.5 in cui si riporta l'andamento dei consumi di energia elettrica posto 100 ai valori registrati nel primo anno disponibile per la serie storica. Sebbene si evidenzia un andamento in crescita, tutti i settori crescono, in termini di consumi elettrici, della stessa misura, ad esclusione dell'industria che al 2010, rispetto al 2004, all'incirca raddoppia i propri consumi. In media, in tutti i settori, nei sei anni analizzati si evidenzia una crescita del 20 % circa dei consumi rispetto all'anno base. Rispetto ai valori statistici riferiti alle imprese e agli addetti impiegati nel settore industriale e terziario, si evidenzia una complessiva coerenza in termini di andamento.

Andamento dei consumi di energia elettrica fra 2004 e 2010 a Limone sul Garda

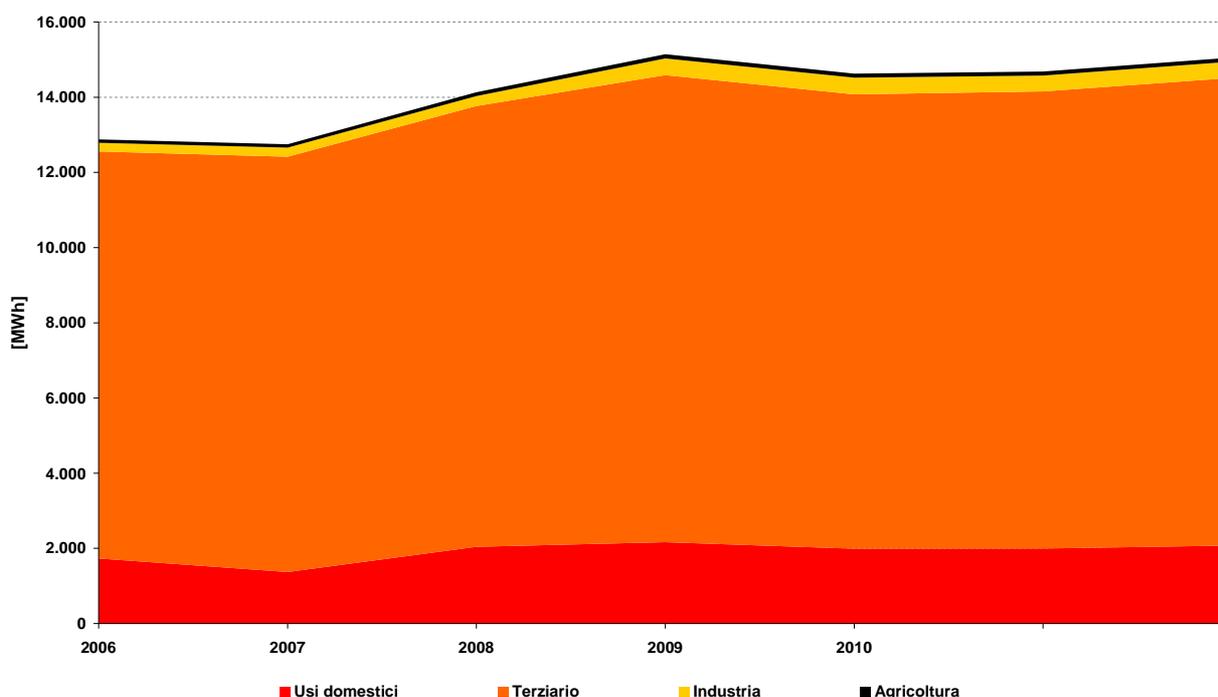


Grafico 3.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche.



Peso percentuale dei consumi di energia elettrica per settore fra il 2004 e il 2010

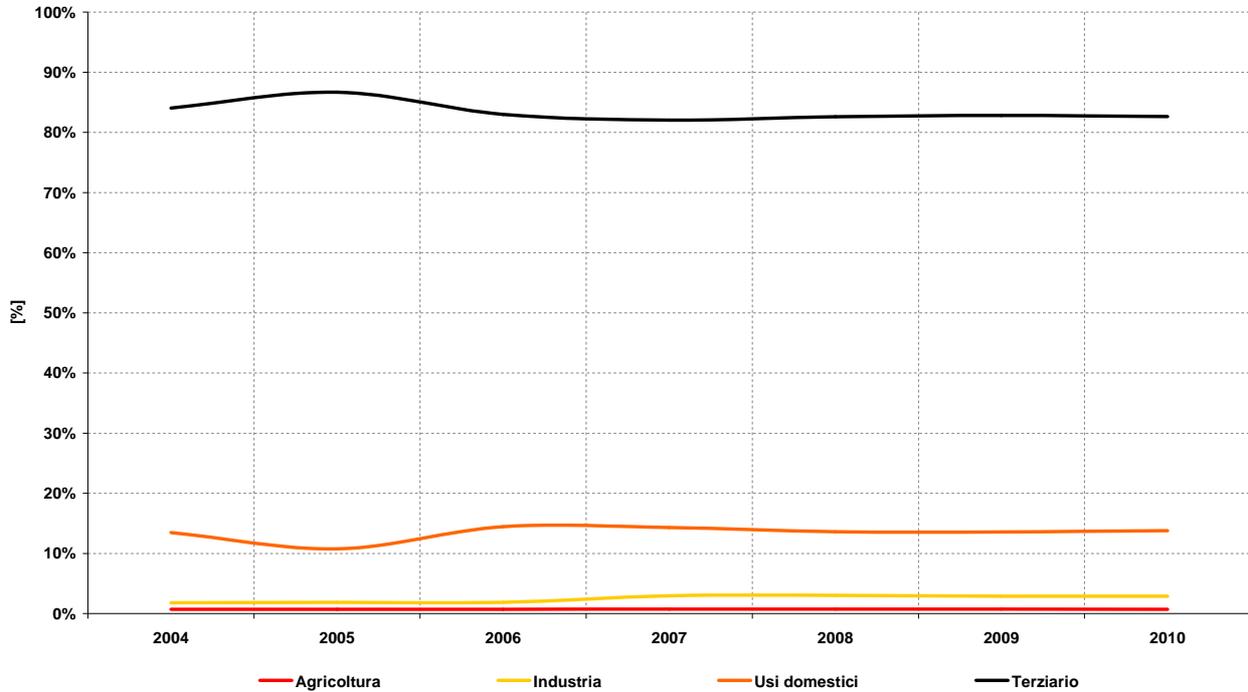


Grafico 3.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche.

Andamento dei consumi di energia elettrica posto 100 al 2004

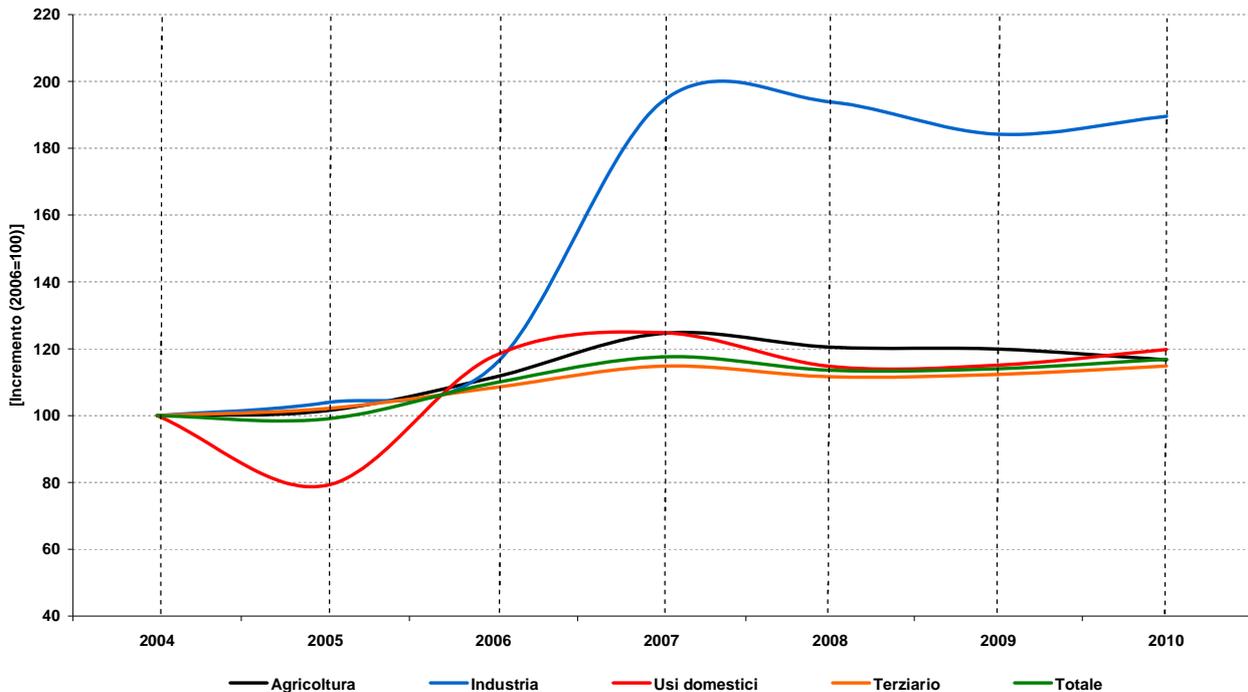


Grafico 3.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche.

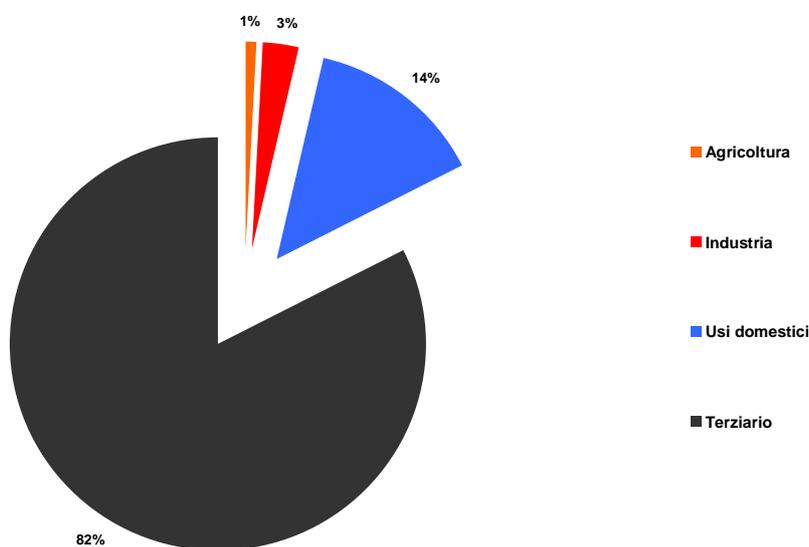


Disaggregando i consumi elettrici per settore di attività al 2010 la maggiore influenza spetta al settore terziario:

- il settore terziario, infatti, impegna l'82 % dei consumi elettrici;
- l'industria pesa per il 3 %;
- il settore della residenza incide per il 14 %.

Il settore agricolo, ininfluenza a livello di bilancio energetico comunale complessivo, impegna circa l'1 % dell'energia elettrica consumata a Limone.

Disaggregazione percentuale dei consumi di energia elettrica a Limone sul Garda nel 2010



**Grafico 3.6** Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche.

Riportando il ragionamento ai consumi energetici complessivi, il settore maggiormente incidente in termini di consumo si conferma essere il settore terziario che fa registrare circa 20 GWh di consumo, seguito dal settore della residenza con circa 9 GWh e dai trasporti che ne consumano circa 7 GWh. L'industria e l'agricoltura, impegnano rispettivamente 1,7 e 0,1 GWh.

In valore percentuale il settore terziario pesa per il 52 % circa sul bilancio complessivo, seguito dal residenziale con 25 punti e dai trasporti che incidono per il 18 % circa. Mentre l'industria e il settore agricolo insieme incidono per 6 punti percentuali. Il 99 % dei consumi del settore trasporti è annettibile all'utilizzo del veicolo privato o all'utilizzo di veicoli commerciali, mentre il residuo punto rappresenta la quota di consumo ascrivibile all'alimentazione dei mezzi di trasporto utilizzati dall'ente pubblico comunale. Nel settore terziario, invece, la quota annettibile ai servizi pubblici si rileva molto più rilevante pesando per il 4 % dei consumi complessivi comunali e per il 9 % circa dei consumi del solo settore terziario.



Diasaggregazione dei consumi finali di energia per settore di attività a Limone sul Garda nel 2010

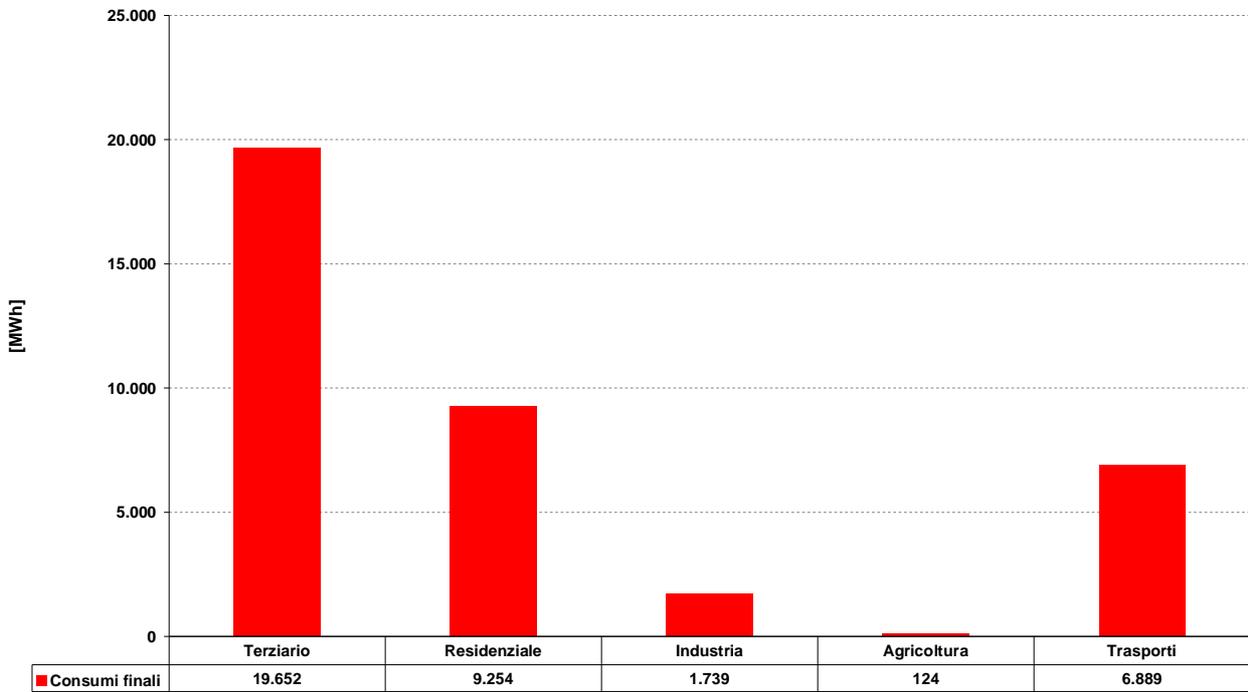


Grafico 3.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda.

Disaggregazione percentuale dei consumi di Limone sul Garda al 2010 per settore di attività

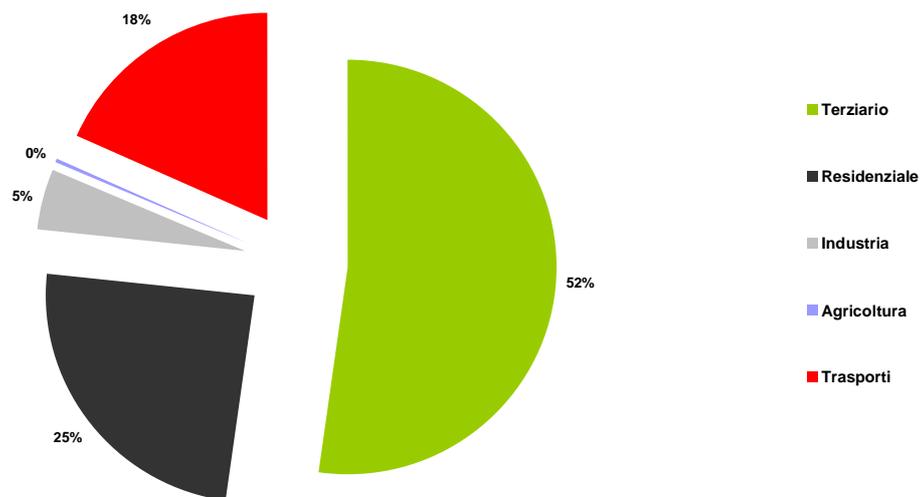


Grafico 3.8 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda.



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 attinenza.

Settore	Consumi 2010 [MWh]
Edifici comunali	1.088
Edifici terziari	17.981
Edifici residenziali	9.254
Illuminazione pubblica comunale	583
Agricoltura	124
Trasporto flotta pubblica	91
Trasporto privato	6.798
<b>Totale</b>	<b>35.919</b>

Tabella 3.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda.

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

Vettori energetici	Consumi [MWh]
Gasolio	9.390
GPL	8.518
Benzina	3.268
Biomassa	128
Elettricità	14.614
<b>Totale</b>	<b>35.919</b>

Tabella 3.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda.

### 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, rispetto all'energia elettrica consumata. In valore assoluto questa fetta di energia prodotta localmente ammonta a circa 11 MWh e deriva totalmente da impianti fotovoltaici di piccola taglia presenti nel territorio del Comune.

La potenza fotovoltaica complessivamente installata a Limone sul Garda nel 2010 risulta pari a circa 11 kW (con 3 impianti). Il Grafico che segue riporta la disaggregazione della potenza installata annualmente (barre rosse) e di quella cumulata (barre gialle). Il picco maggiore di potenza annua installata si verifica nel 2009, anno in cui l'installato ammonta a 6 kW.

Sulla base della potenza installata, considerando 975 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 Limone sul Garda 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 2010 una producibilità complessiva degli impianti pari a circa 10,8 MWh.



Potenza fotovoltaica annua e cumulata fra 2007 e 2010 a Limone sul Garda

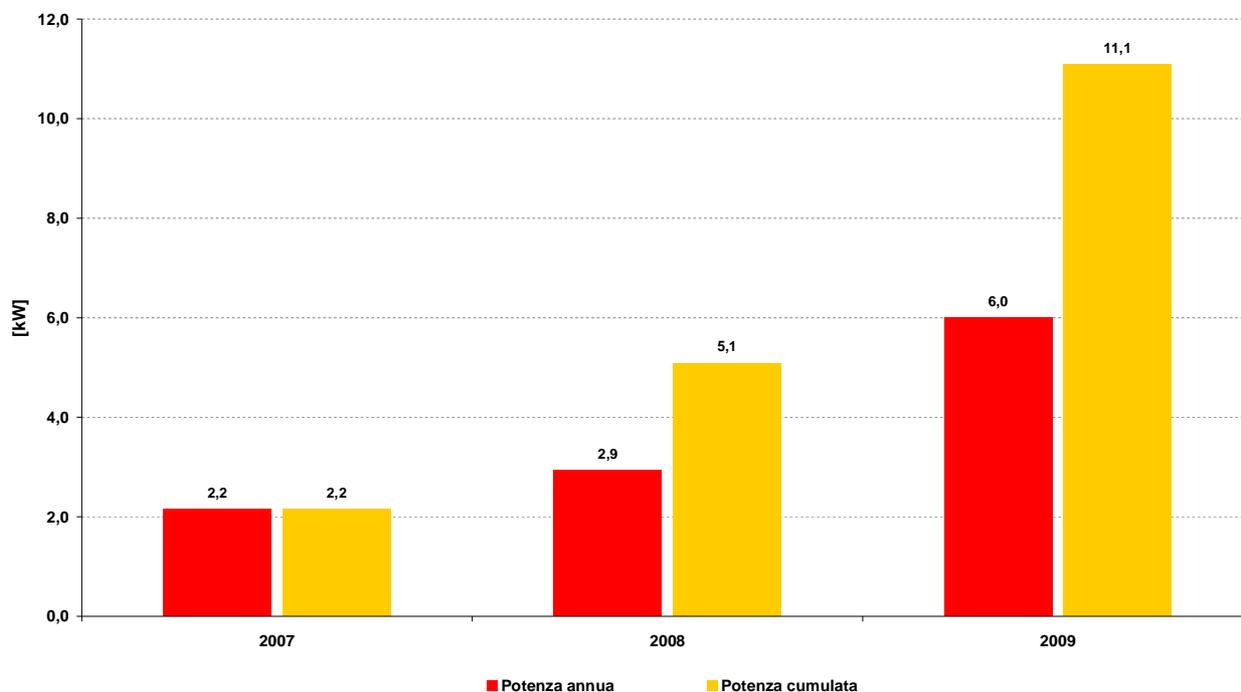


Grafico 3.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati GSE

Energia prodotta da impianti fotovoltaici

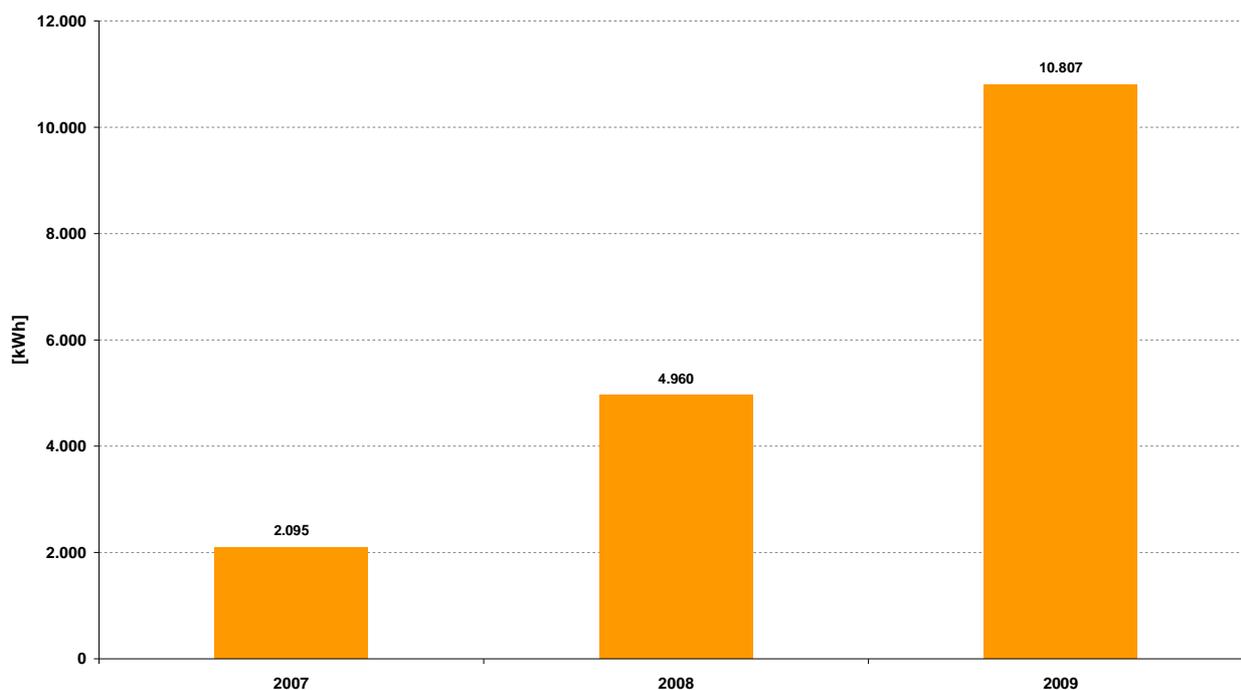


Grafico 3.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati GSE



### 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 2010, lo stesso lo stesso utilizzato per il 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 e 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.

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 2010 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.



Emissioni di CO<sub>2</sub> da energia elettrica (mix elettrico nazionale)

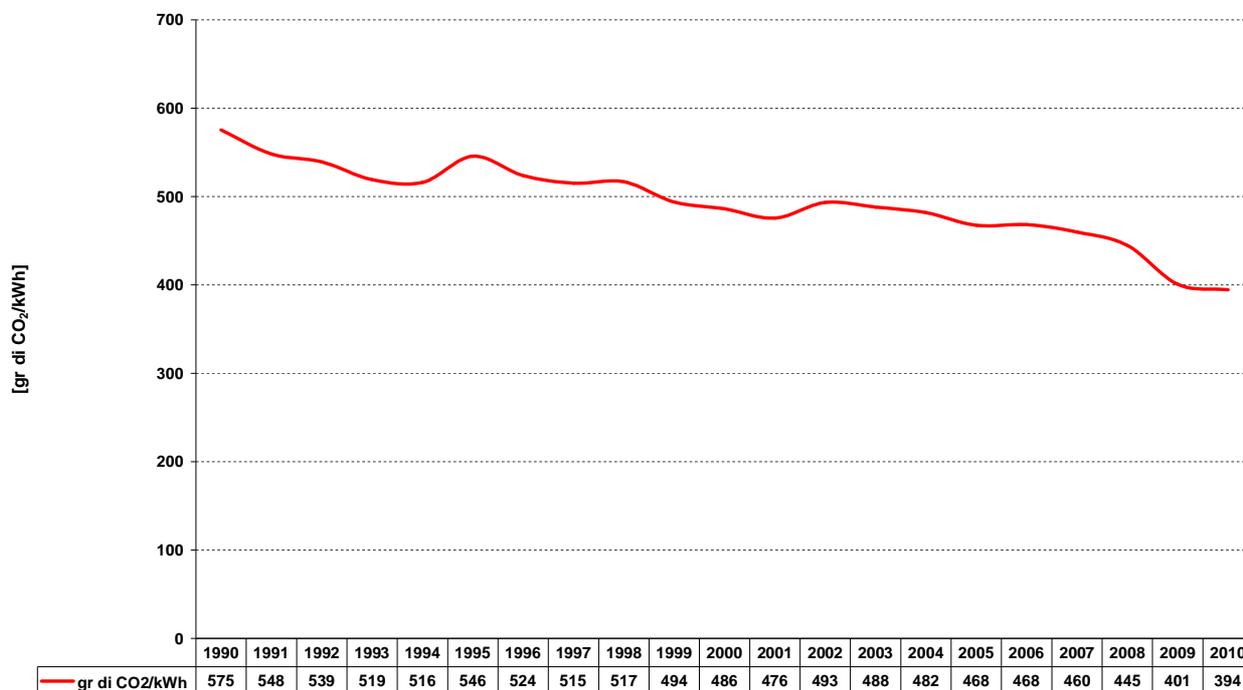


Grafico 3.11 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Ministero per lo Sviluppo Economico e Terna.

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, a una significativa riduzione delle emissioni specifiche di CO<sub>2</sub> fra 1990 e 2010 pari al 31 % circa. Per l'anno di riferimento del bilancio di Limone sul Garda si applica il valore di emissioni rilevato per il 2010 e pari a 0,394 t di CO<sub>2</sub>/MWh.

Infine, tutte le fonti rinnovabili, di cui è presente un utilizzo nel Comune di Limone sul Garda, 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 CO<sub>2</sub> a Limone sul Garda, nel 2010 fa registrare un'emissione complessiva pari a circa 11,5 kt, 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 10 t di CO<sub>2</sub> al 2010. Il Grafico che segue disaggrega per vettore energetico le quote di emissione attribuibili all'uso dei singoli vettori considerati in bilancio. Si evidenzia la prevalenza delle quote di emissioni ascrivibili al consumo di gas naturale ed energia elettrica e, in valori più contenuti, all'utilizzo di gasolio, di benzina e GPL.

Riguardo alla ripartizione percentuale si modificano gli equilibri fra vettori rilevati in sede di analisi dei consumi, in virtù della maggiore incidenza delle emissioni legate all'energia elettrica. Infatti, osservando il Grafico 3.13 emerge che:



- il 52 % delle emissioni risulta legata al consumo di energia elettrica, mentre sui consumi complessivi la stessa incideva per il 40 %;
- il 23 % è legato all'utilizzo di gasolio che sui consumi incideva, invece, per il 26 % circa;
- il 18 % circa, invece, rappresenta la quota di emissioni ascrivibili all'utilizzo di GPL che sui consumi impegnava il 25 % circa
- il peso della benzina raggiunge il 7 % sulle emissioni, incidendo sui consumi per 2 punti percentuali in più.

Questo tipo di confronto fra peso delle emissioni per vettore e peso dei consumi permette di identificare i vettori energetici ambientalmente meno efficienti e sui cui è maggiormente utile agire per ridurre le emissioni complessive.

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, in questo caso, al settore terziario (59 %), seguito dalla residenza (22 %) e dai trasporti (15 %); in misura minore anche l'industria incide sulle emissioni complessive in misura leggibile (4 %).

Rispetto all'analisi dei consumi, anche a livello di settori si evidenziano delle differenze di peso; infatti, sui consumi complessivi il terziario incideva per 52 punti percentuali, la residenza incideva per 25 punti e i trasporti per 18 punti. Il maggior peso dei consumi elettrici nel settore terziario ha portato a un incremento dell'incidenza di questo settore in termini di emissioni. Infatti, il Grafico 3.16 pone a rapporto le emissioni e i consumi (t di CO<sub>2</sub> per MWh consumato) per settore di attività evidenziando (tralasciamo il settore agricolo che ha scarsa rilevanza) che il settore terziario rappresenta il contesto in cui la quota di emissioni al consumo risulta più elevata, proprio in virtù della maggiore incidenza della quota di consumo di energia elettrica.

Disaggregazione in tonnellate delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel Comune di Limone sul Garda nel 2010

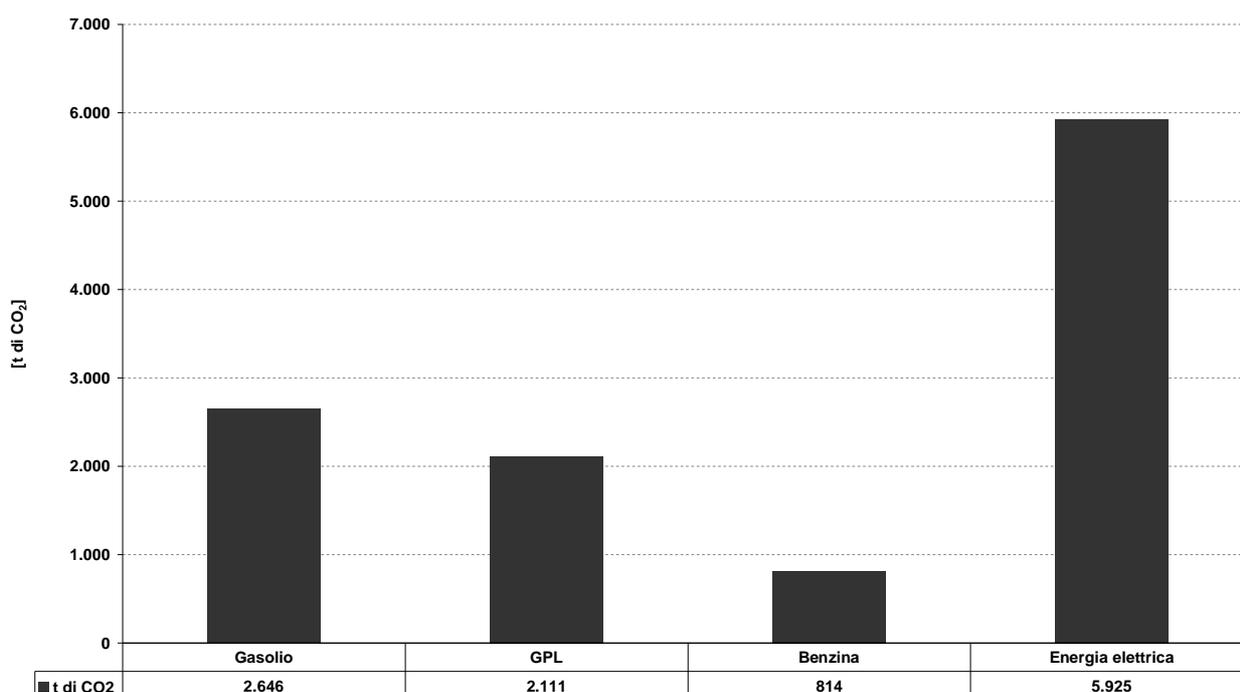


Grafico 3.12 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda.



Disaggregazione percentuale delle emissioni di CO<sub>2</sub> a Limone sul Garda nel 2010 per vettore energetico

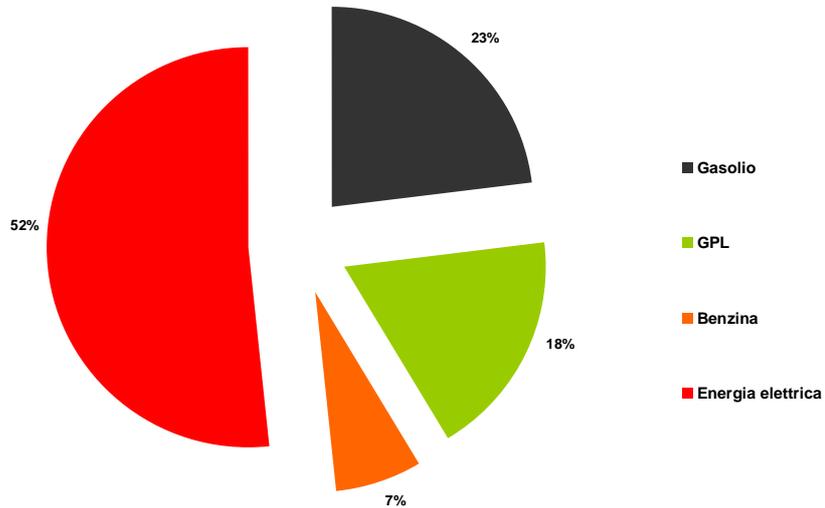


Grafico 3.13 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda.

Diasaggregazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> per settore di attività nel 2010 a Limone sul Garda

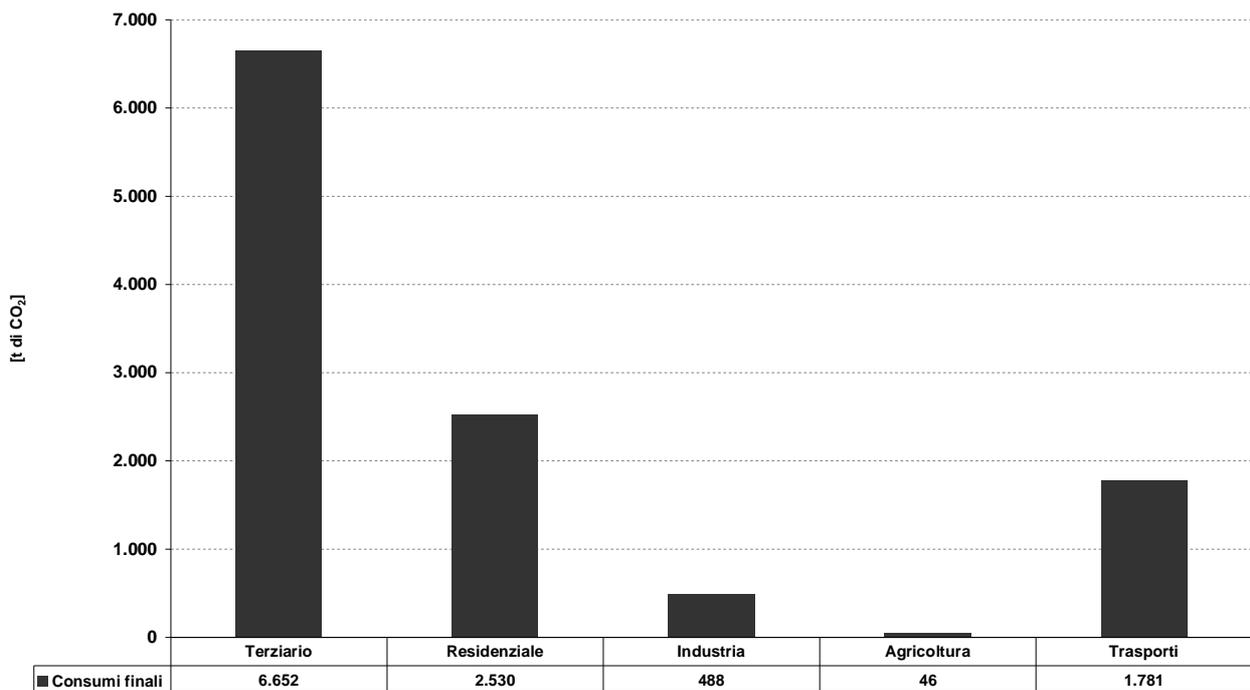


Grafico 3.14 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda.



Disaggregazione percentuale delle emissioni a Limone sul Garda nel 2010 per settore di attività



Grafico 3.15 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda.

Confronto consumi emissioni nel Comune di Limone sul Garda al 2010

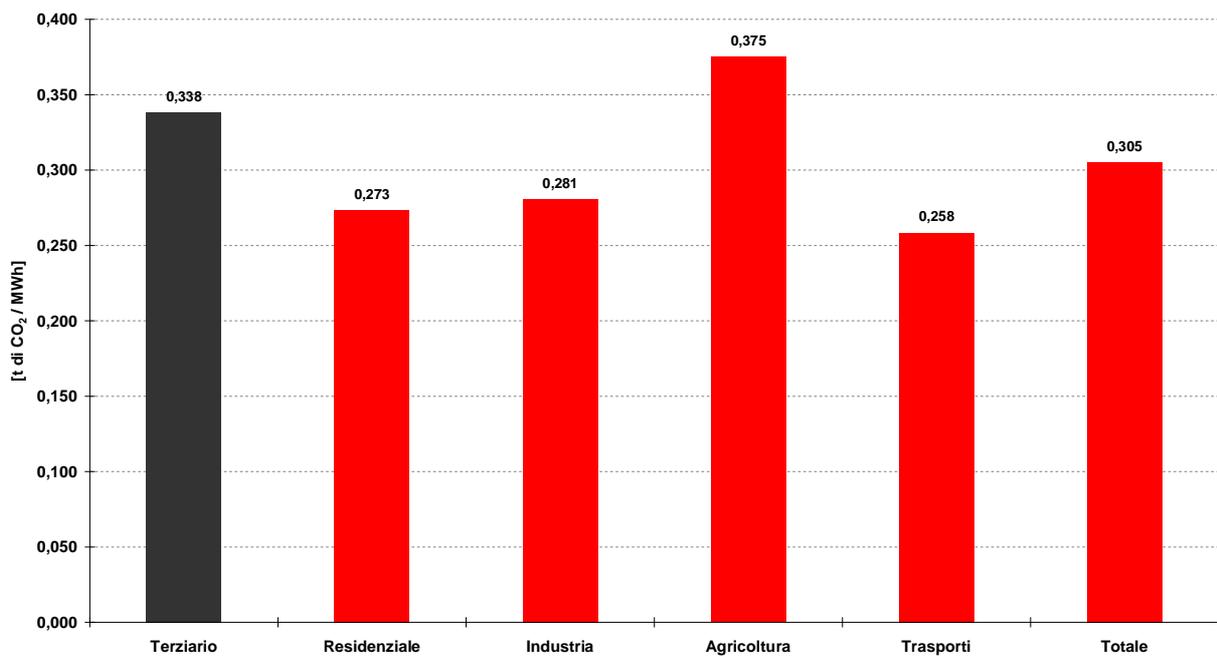


Grafico 3.16 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda.



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

Settore	Emissioni di CO <sub>2</sub> nel 2010 [t di CO <sub>2</sub> ]
Edifici comunali	345
Edifici terziari	6.078
Edifici residenziali	2.530
Illuminazione pubblica comunale	230
Agricoltura	46
Trasporto flotta pubblica	24
Trasporto privato	1.757
<b>Totale</b>	<b>11.008</b>

Tabella 3.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda.

Vettori energetici	Emissioni di CO <sub>2</sub> nel 2010 [t di CO <sub>2</sub> ]
Gasolio	2.507
GPL	1.934
Benzina	814
Biomassa	0
Elettricità	5.754
<b>Totale</b>	<b>11.008</b>

Tabella 3.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda.

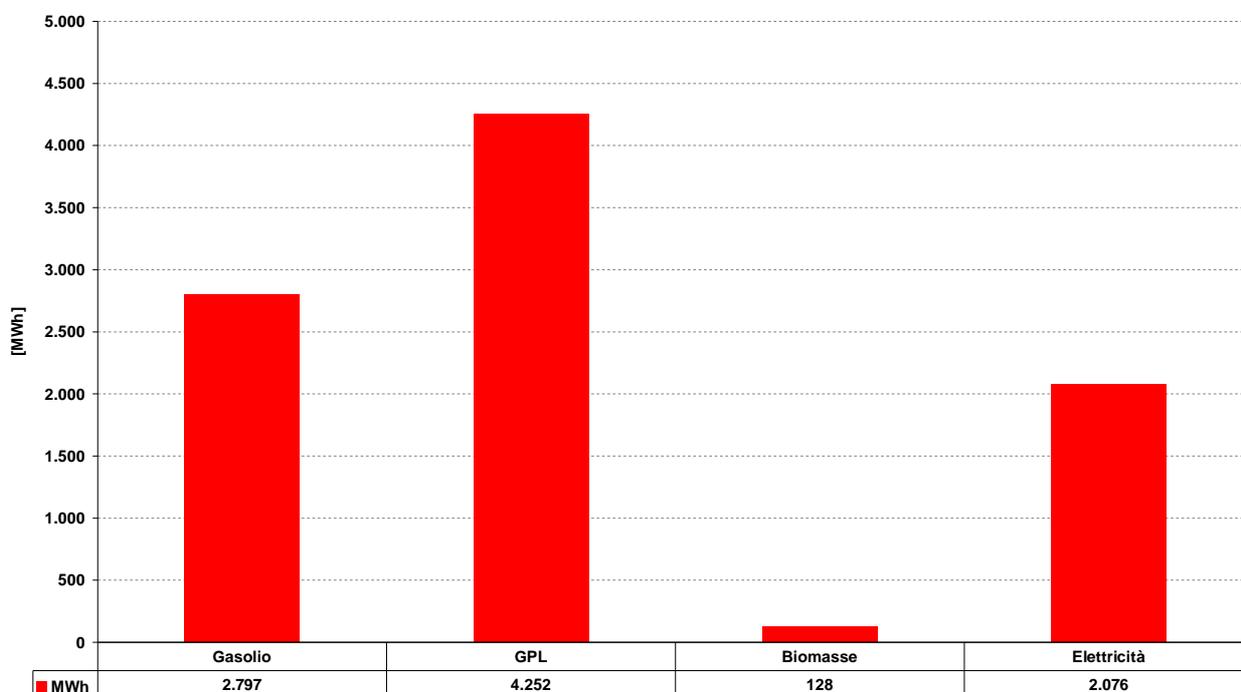


## 4 IL SETTORE RESIDENZIALE

### 4.1 Il bilancio dell'energia consumata e delle emissioni di CO<sub>2</sub>

Il settore residenziale ha assorbito nel 2010 il 25 % circa dei consumi energetici complessivi del Comune di Limone, pari a circa 9 GWh, rappresentando il secondo settore più energivoro a livello comunale: di questi, la quota principale è annessa agli usi termici (47 % per lo sfruttamento di GPL e 30 % per quello di gasolio), la quota residua è principalmente annessa agli usi elettrici (22 % circa). Il grafico che segue disaggrega per vettore energetico gli usi finali di energia attribuibili al settore residenziale.

Consumi del settore residenziale a Limone sul Garda disaggregati per vettore energetico



**Grafico 4.1** Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Curit e Istat.

L'incidenza significativa della quota di consumo di prodotti petroliferi (77 %) e l'assenza in bilancio del gas naturale indica che il comune non risulta ancora metanizzato.

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 Limone sul Garda nel 2010 per vettore energetico

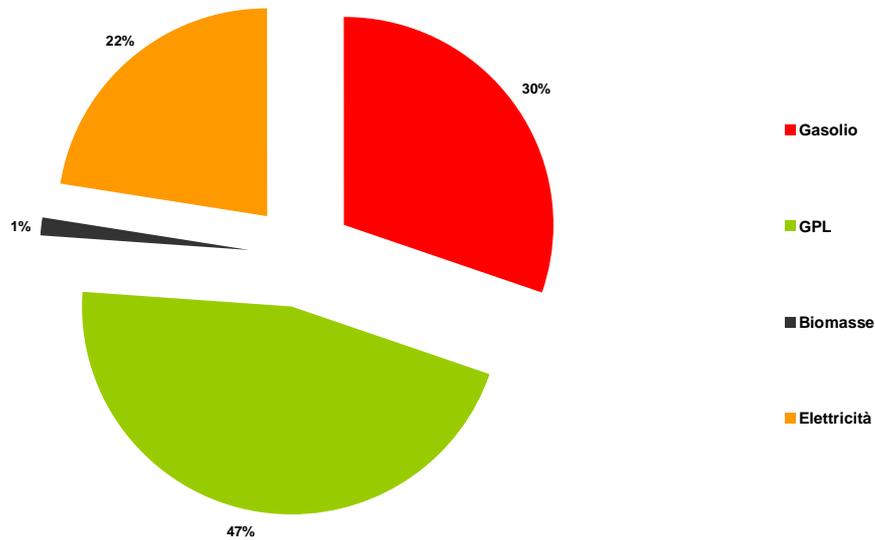


Grafico 4.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Curit e Istat.

Emissioni di CO<sub>2</sub> del settore residenziale a Limone sul Garda nel 2010 disaggregate per vettore energetico

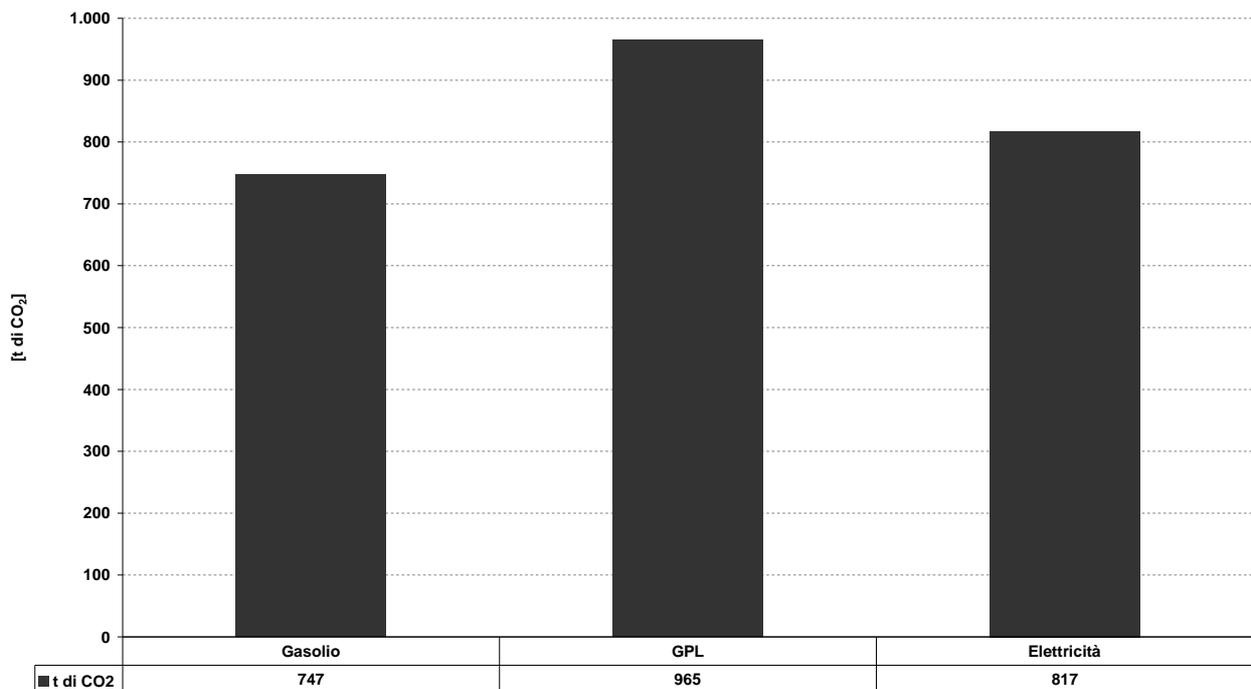


Grafico 4.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Curit e Istat.



La struttura di incidenza del singolo vettore si modifica leggermente se il ragionamento viene trasposto alle emissioni di CO<sub>2</sub>. Si conferma la maggiore incidenza del GPL sulle emissioni di settore (38 % circa delle emissioni di settore, contro il 47 % di peso sui consumi). L'energia elettrica, invece, in termini di emissioni, incide in quota pari al 32 %, mentre sui consumi incideva per il 22 % circa. Risulta pari al 30 %, invece, il peso delle emissioni annettibili al gasolio.

Disaggregazione percentuale delle emissioni di CO<sub>2</sub> di Limone sul Garda nel 2010 per vettore energetico

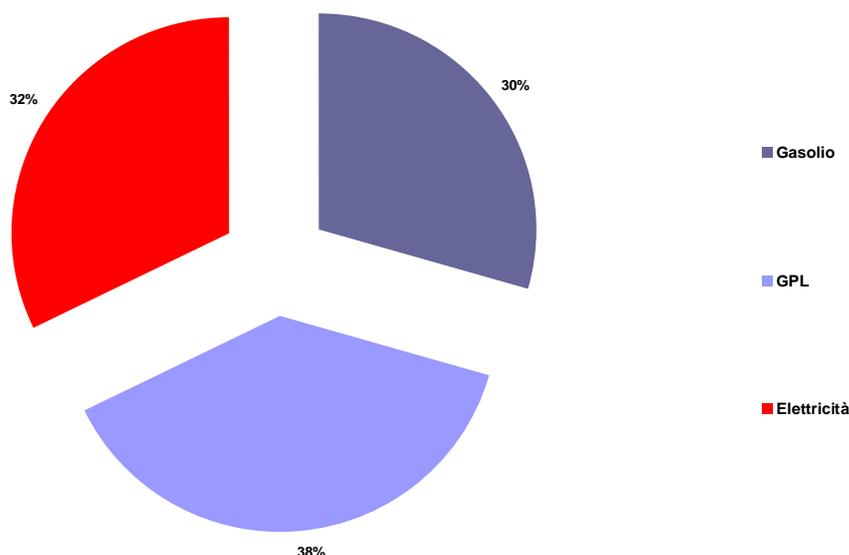


Grafico 4.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Curit e Istat.

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>
Gasolio	236 t	2.797	747
GPL	332 t	4.252	965
Biomassa	33 t	128	0
Energia elettrica	2.076 MWh	2.076	817
<b>Totale</b>	-----	<b>9.254</b>	<b>2.530</b>

Tabella 4.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Curit.

## 4.2 L'analisi dei consumi per usi termici

Per poter tracciare l'andamento dei consumi per usi termici del settore residenziale nel Comune di Limone sul Garda, comprenderne la struttura motivandola e valutare successivamente i possibili scenari evolutivi nel corso degli anni futuri, è necessario costruire un modello di simulazione che rappresenti la struttura dell'edificato, le caratteristiche impiantistiche dello stesso, che consideri gli assetti meteorologici e la struttura demografica del territorio, analizzata nel Capitolo 2 di questo documento. Il modello descritto alle pagine seguenti è un tipo di simulazione denominata bottom-up



ossia finalizzata a ricostruire il quadro dei consumi energetici per usi termici attraverso l'analisi "dal basso" delle caratteristiche dell'edificato. Il modello di simulazione di tipo bottom-up deve bilanciarsi e risultare confrontabile rispetto alla ricostruzione dei consumi effettuata con l'analisi di tipo top-down descritta al paragrafo 4.1. L'analisi "dall'alto" permette di ricostruire il quadro dei consumi energetici di settore attraverso un insieme sistematico di informazioni statistiche fornite dai detentori a livello locale delle statistiche energetiche del territorio. Il bilancio top-down è preciso e dettagliato in virtù della precisione e del dettaglio dei dati in input, tuttavia, non permette una comprensione delle "cause" dei consumi energetici e simulazioni (se non semplicistiche) delle evoluzioni degli stessi. Nei paragrafi che seguono si procederà a un'analisi delle componenti di involucro e impianto che influenzano i consumi nel settore della residenza.

#### 4.2.1 I fabbricati residenziali

Complessivamente nel Comune di Limone si registra la presenza di circa 361 fabbricati a uso residenziale che, in quota maggiore, si collocano, per epoca di costruzione, prima degli anni '20 (31 % circa dei fabbricati residenziali presenti a Limone).

Edifici ad uso abitativo per epoca di costruzione nel Comune di Limone sul Garda

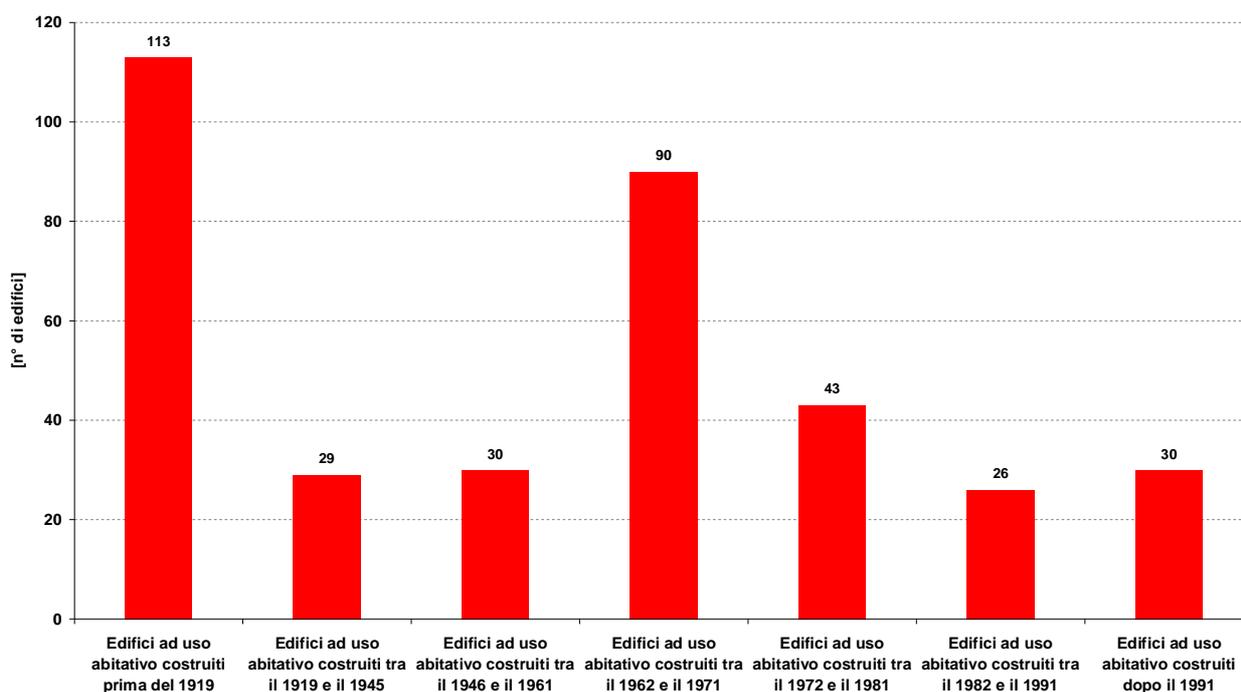


Grafico 4.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Una seconda fase storica in cui l'attività edilizia è risultata particolarmente attiva è quella compresa fra gli anni '60 e gli anni '70, periodo a cui è possibile attribuire il 25 % circa dell'edificato presente a livello comunale. Va, tuttavia, sottolineato che anche nelle altre epoche storiche l'attività edilizia resta sempre abbastanza vivace come emerge dall'osservazione del precedente Grafico 4.5. La fase in cui si è edificato meno è rappresentata dal periodo compreso fra i primi anni '80 e i primi anni '90 durante i quali a Limone si è costruito il 7 % circa del parco edilizio attuale. La collocazione storica degli edifici



permette di individuare alcuni parametri specifici utili alla simulazione termofisica che si vuole descrivere. Le caratteristiche tecnologiche di un involucro edilizio appartengono strettamente alla fase costruttiva dello stesso, così anche le caratteristiche di tipo geometrico si correlano all'epoca di costruzione (altezze medie di interpiano, per esempio). Il dato prettamente geometrico oltre a essere legato all'epoca costruttiva del fabbricato si lega anche alla struttura per piani dello stesso. In particolare è il fattore di forma dell'edificio a essere influenzato dal numero di piani dell'edificio stesso. Il fattore geometrico di forma è un indicatore della performance energetica, legata al piano geometrico, delle singole unità immobiliari o del fabbricato nel suo insieme. Il fattore di forma è definito dal rapporto fra superficie dell'involucro disperdente e volume riscaldato. Più questo valore risulta elevato, maggiore risulta essere la propensione del fabbricato alla dispersione termica. A parità di volume, un'unità immobiliare disposta in condominio ha una fattore di forma più contenuto rispetto a un'unità unifamiliare isolata. Il Grafico che segue disaggrega i fabbricati residenziali presenti a Limone per numero di piani da cui sono costituiti. Emerge evidentemente un tessuto prevalentemente basso con un'incidenza del 77 % circa di edifici da 1 e 2 piani rispetto al totale. Gli edifici, invece, con 4 o più piani fuori terra raggiungono un'incidenza del 6 % circa.

Edifici a uso abitativo per numero di piani fuori terra nel Comune di Limone sul Garda

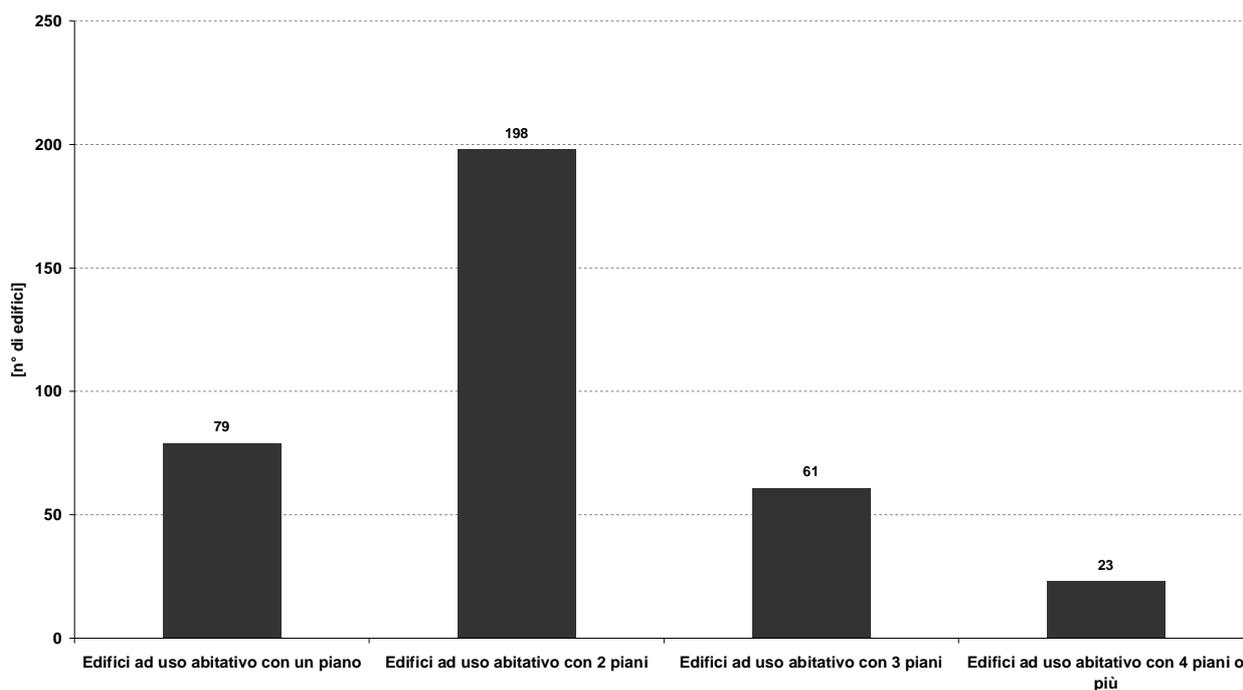


Grafico 4.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

In prima istanza, sulla base delle informazioni fornite dall'Istat, è possibile valutare le tipologie costruttive tipiche del territorio comunale: la muratura portante incide per il 46 % circa e il cemento armato raggiunge il 32 %; elevata risulta anche la quota sotto "altro" (22 %) ascrivibile all'utilizzo della pietra fuori da tipologie costruttive consolidate. La quota di cemento armato risulta comparabile con la quota percentuale di edifici con 3 e 4 piani, principalmente ascrivibile agli ultimi anni (a partire dagli anni '70)



Fabbricati con destinazione d'uso residenziale presenti nel Comune di Limone sul Garda per tipologia di struttura muraria

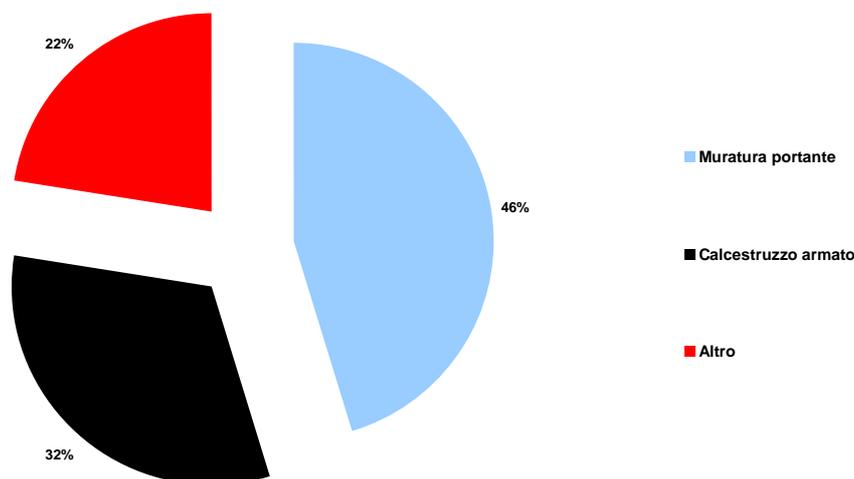


Grafico 4.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

#### 4.2.2 Le unità abitative

I fabbricati residenziali rappresentano il primo step di analisi. Il secondo passaggio riguarda, invece, l'analisi legata alle unità immobiliari che rappresentano il dato in input più dettagliato dell'analisi proposta. I dati rappresentati prendono come punto di partenza l'indagine Istat del Censimento della popolazione e delle abitazioni effettuata nel 2001 e la aggiornano alla situazione del 2010 facendo riferimento sia alle analisi demografiche messe a punto nel Capitolo 2 di questo documento, sia ai primi dati provvisori pubblicati dall'Istat in riferimento al Censimento del 2011.

Nel 2001, a Limone sul Garda, le abitazioni complessive risultavano pari a circa 655. Di queste il 66 % circa risultava, nel 2001, occupata da residenti (per un totale di 430 abitazioni circa) e il residuo 34 %, invece, risultava disabitata (circa 220 abitazioni non occupate).

La modifica della struttura residenziale nel corso degli anni 2001-2010 ha fondamentalmente tenuto conto del numero di nuclei familiari registrati nel territorio. Infatti, nel 2001 le famiglie residenti a livello comunale risultano pari a circa 427, a cui corrispondono 430 abitazioni occupate (valore coerente). Nel corso delle annualità comprese fra il 2001 e il 2010 il numero di nuclei familiari si è incrementato fino a raggiungere un totale, al 2010, di 502 nuclei. È possibile calcolare, quindi, circa 75 nuclei familiari in più a cui dovrebbe corrispondere la stessa quantità di nuove abitazioni occupate in più nel 2010 rispetto allo scenario al 2001, descritto dal Censimento Istat. E' utile sottolineare che l'input del modello descritto in questo paragrafo è rappresentato dall'abitazione occupata e che consuma energia. Nel corso del decennio 2001-2010, a Limone, sono state edificate più abitazioni di quelle conteggiate in questa analisi, tuttavia, l'obiettivo dell'analisi è di simulare esclusivamente il consumo energetico.

Nella tabella seguente si riportano, al 2001, i dati di sintesi descritti. Va precisato che il fenomeno delle seconde case, nel contesto di Limone risulta limitatissimo. La struttura del turismo locale, infatti, è



prevalentemente alberghiera e da campeggio. Per cui le abitazioni risultanti non occupate da residenti sono state conteggiate come abitazioni totalmente sfitte al 2001.

<b>Abitazioni totali</b>	655
<b>Abitazioni occupate</b>	432
<b>Abitazioni vuote</b>	223
<b>Superficie delle abitazioni totali</b>	55.947 m <sup>2</sup>
<b>Superficie delle abitazioni occupate da persone residenti</b>	42.379 m <sup>2</sup>
<b>Superfici delle abitazioni vuote</b>	13.568 m <sup>2</sup>

Tabella 4.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Delle 75 famiglie in più registrate, fra 2001 e 2010, si ritiene che la totalità occupi abitazioni esistenti e libere già presenti, nel 2001, nel territorio comunale. In base a questo scenario risultano ancora libere, nel 2010, circa 120 abitazioni fra quelle esistenti al 2001.

<b>Famiglie in più 2001/2010</b>	75
<b>Famiglie in abitazioni nuove</b>	0
<b>Famiglie in abitazioni esistenti</b>	70
<b>Abitazioni libere al 2010</b>	118
<b>Abitazioni totali da Censimento 2011</b>	620

Tabella 4.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

A conferma di questa analisi, i dati provvisori riferiti al nuovo Censimento 2011 dell'Istat attribuiscono in totale al Comune di Limone sul Garda 620 abitazioni esistenti sul territorio (indipendentemente dall'occupazione delle stesse). Il valore dichiarato all'ultimo Censimento risulta inferiore di circa 30 unità rispetto a quanto il Censimento 2001 dichiarava. La differenza risulta ascrivibile sia a edifici soppressi nel corso dell'ultimo decennio ma più probabilmente a cambi di destinazione d'uso di fabbricati in precedenza residenziali e oggi utilizzati, probabilmente, per attività alberghiere e commerciali.

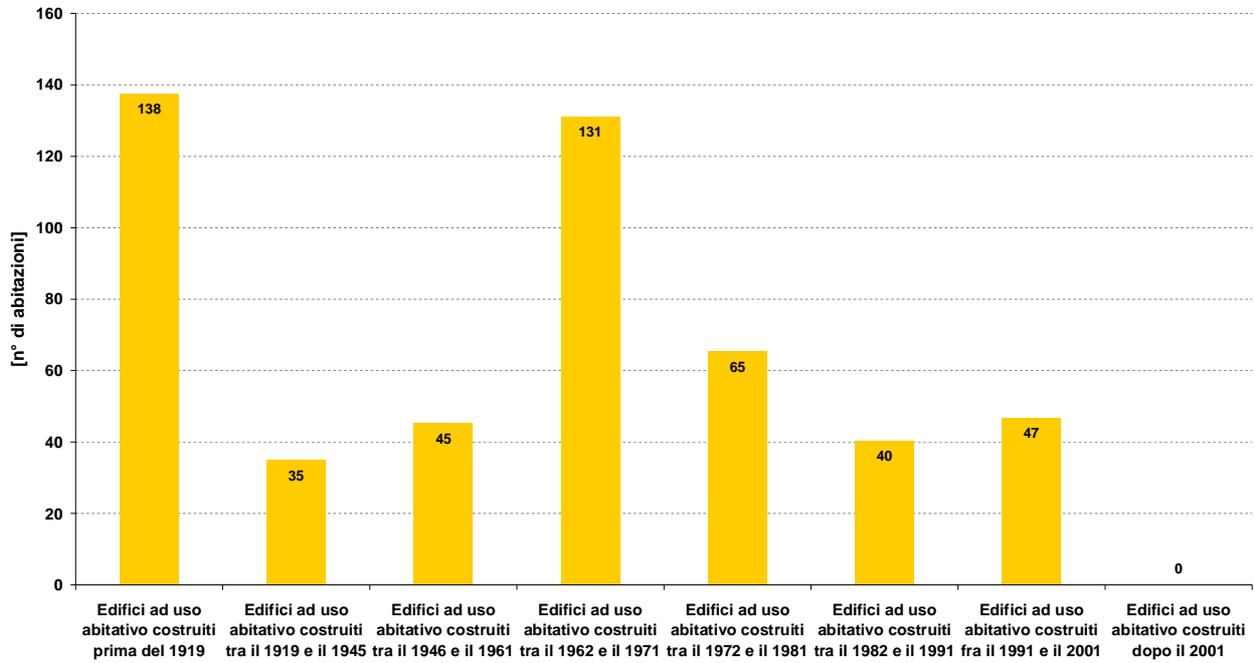
In base ai valori di abitazioni aggiornati secondo i criteri descritti, è possibile disaggregare le abitazioni esistenti per epoca di costruzione dell'edificio in cui sono collocate e per numero di piani fuori terra dello stesso. I due grafici seguenti, 4.8 e 4.9, disaggregano l'edificato di Limone sul Garda secondo i dettagli descritti.

In coerenza con l'analisi effettuata sui fabbricati al paragrafo precedente, si evidenzia la maggiore quota di abitazioni collocata in edifici precedenti agli anni '20. L'incidenza del costruito in questa epoca sfiora il 30 % circa delle abitazioni esistenti. Si legge chiaramente anche la maggiore incidenza dell'edificato ascrivibile al decennio 1960-1970 a cui è possibile annettere poco più del 25 % delle abitazioni esistenti. La quota meno rilevante si conferma legata alle abitazioni costruite negli anni '80 che rappresentano l'8 % del parco abitazioni di Limone.

La rappresentazione delle abitazioni rispetto al numero di piani dell'edificio in cui esse sono inserite, conferma la prevalenza di un edificato composto principalmente da abitazioni inserite in edifici con 2 piani fuori terra.

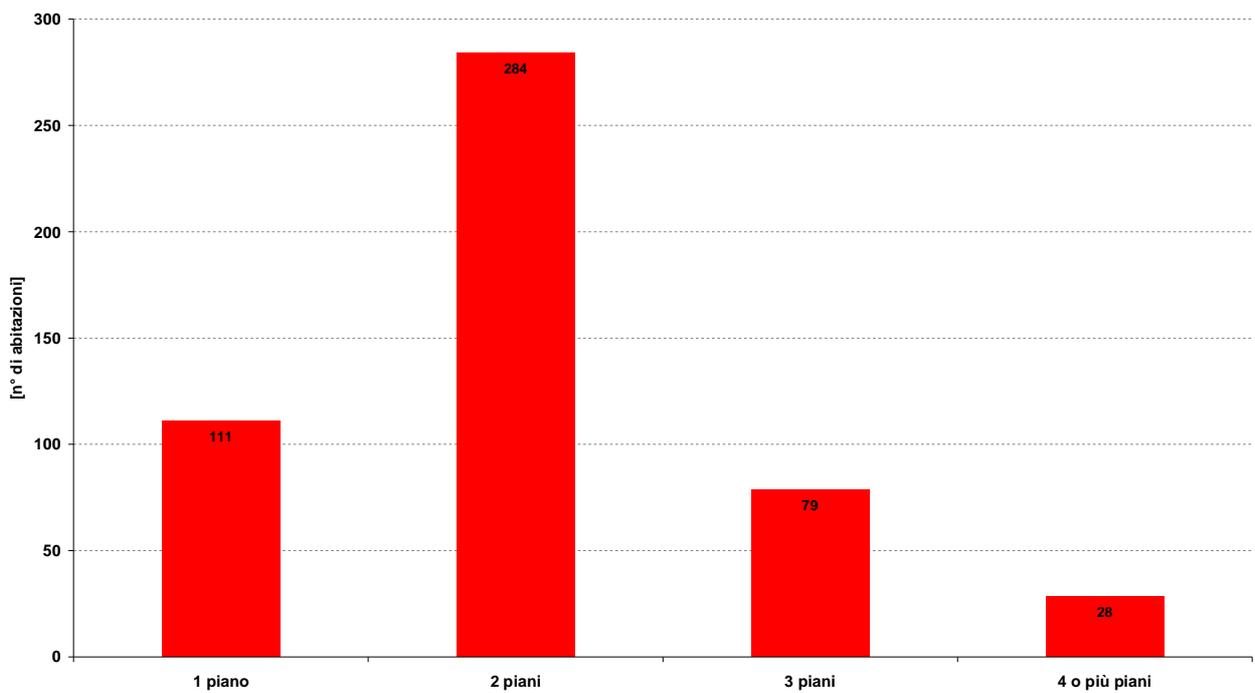


**Abitazioni occupate nel Comune di Limone sul Garda per epoca di costruzione dell'edificio in cui sono collocate**



**Grafico 4.8** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

**Abitazioni occupate nel comune di Limone sul Garda per numero di piani fuori terra**



**Grafico 4.9** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.



Mediamente, per ogni edificio, a Limone si evidenzia la presenza di circa 1,5 unità abitative. Il grafico che segue descrive questo indicatore in serie storica evidenziando una curva in leggera crescita con una tendenza alla diffusione di un edificato pur sempre basso e poco compatto ma con un leggero incremento delle abitazioni per edificio. La tipologia in linea (edificio condominiale) a Limone sul Garda risulta poco diffusa; sono invece prevalenti edifici a schiera, piccoli condomini o villette isolate. 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.

Numero di abitazioni per edificio, per epoca storica a Limone sul Garda (stato al 2010)

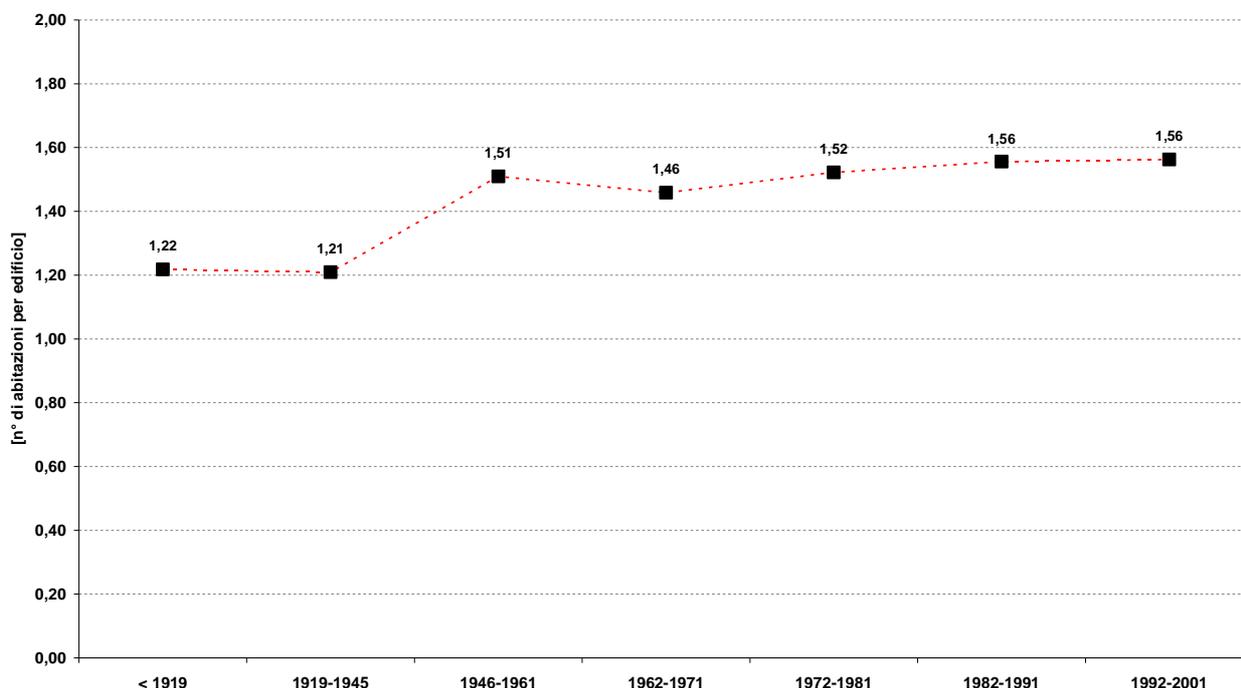


Grafico 4.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

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. 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 rispetto all'epoca di costruzione dell'edificio in cui sono collocate e al numero di piani fuori terra. Il Grafico 4.11 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 4.12.



Abitazioni occupate per epoca di costruzione e numero di piani dell'edificio in cui sono collocate, a Limone sul Garda nel 2010

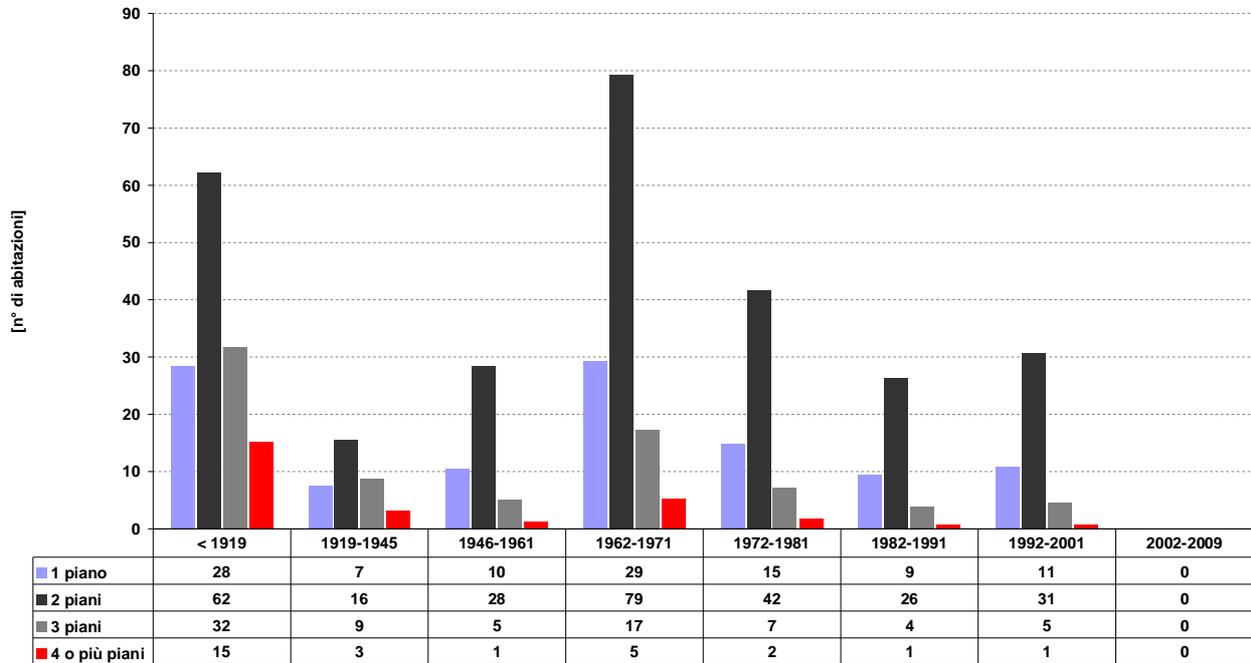


Grafico 4.11 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Abitazioni occupate per numero di piani fuori terra ed epoca di costruzione a Limone sul Garda nel 2010

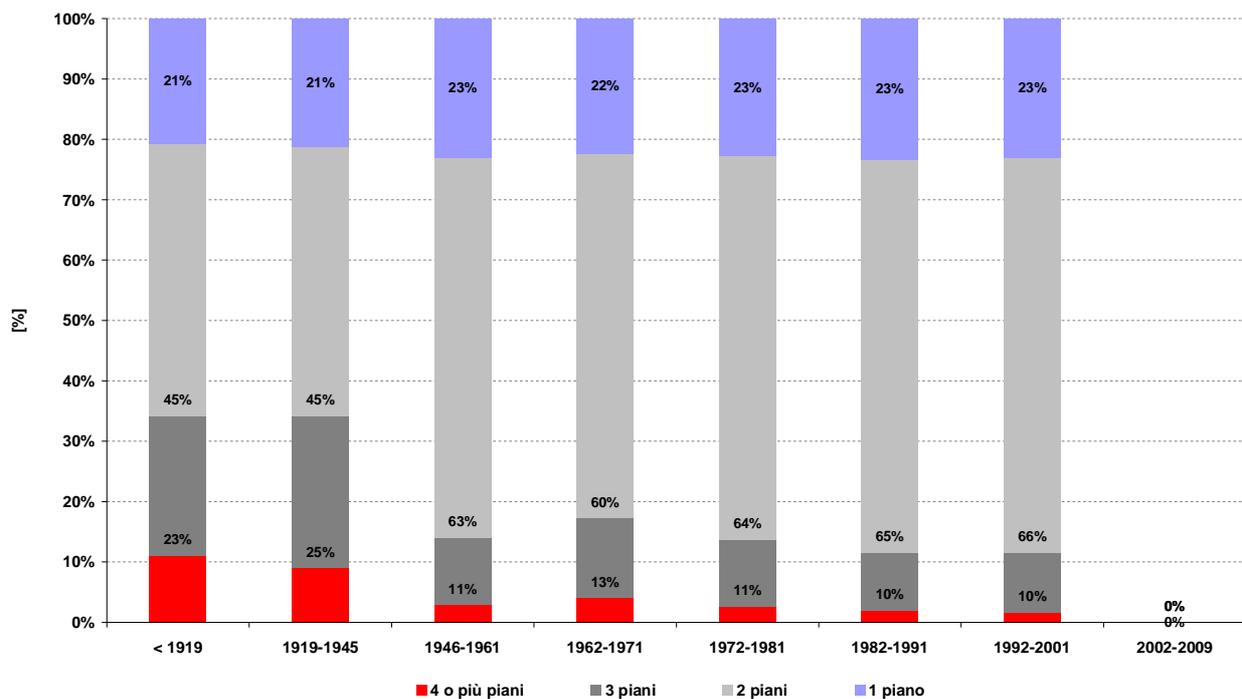


Grafico 4.12 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.



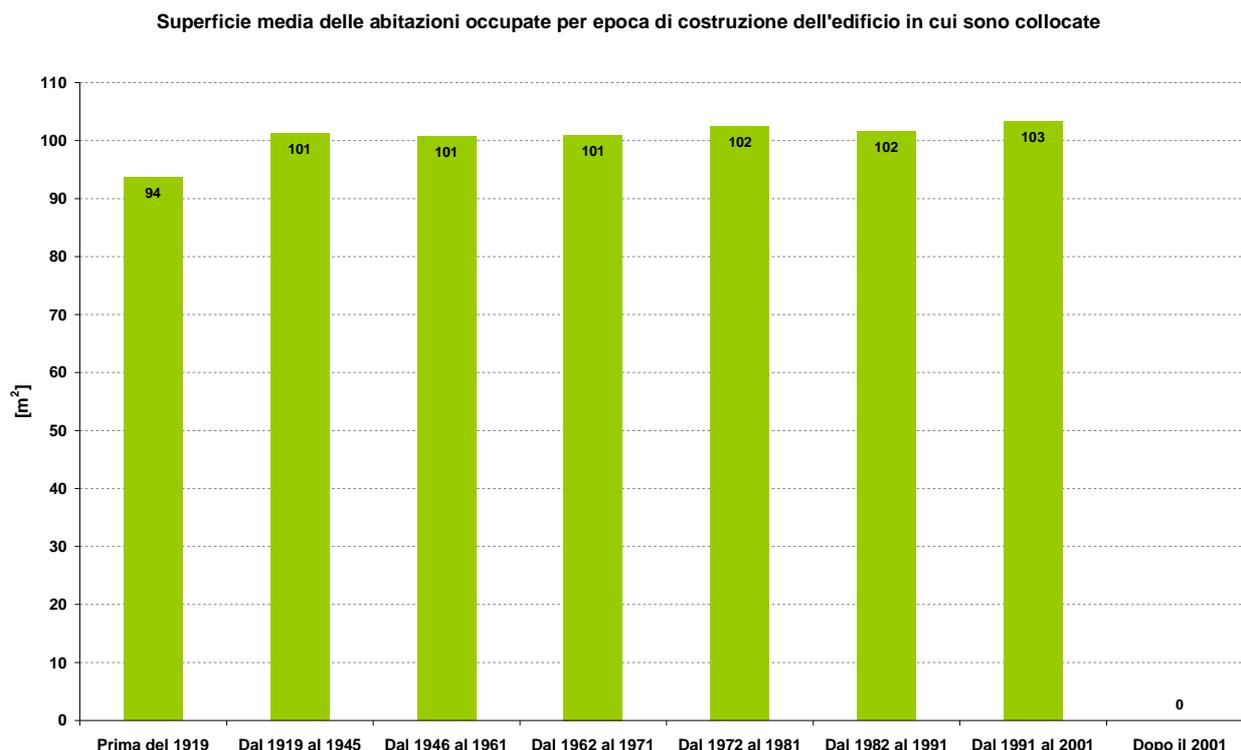
Di seguito alcune considerazioni:

- nel corso degli anni resta sempre elevata (e preponderante) la quota di abitazioni inserite in edifici con 2 piani fuori terra (con variazioni comprese fra il 45 % e il 66 % delle abitazioni edificate per singola epoca descritta) evidenziando una prevalenza di questa tipologia edilizia;
- nel corso degli anni risulta sempre molto bassa l'incidenza delle abitazioni inserite in edifici con 4 o più piani fuori terra;
- percentualmente risultano, invece, confrontabili (10-20 % per ognuna) sia il raggruppamento delle abitazioni da 1 piano fuori terra che da 3 piani fuori terra.

Salvo diversa indicazione, tutte le analisi che seguono faranno riferimento al parco edifici e alloggi abitato, come disaggregato dalla tabella integrata nel Grafico 4.11.

Un ultimo dato utile a costruire il modello di analisi dei consumi energetici di questi edifici è costituito dalle superfici complessive. Nel 2010 in base alle elaborazioni descritte si può ritenere che la superficie delle abitazioni occupate nel Comune di Limone ammonti complessivamente a circa 50.000 m<sup>2</sup>.

I dati di superficie sono stati calcolati in base a elaborazioni di dati Istat. Le superfici medie per epoca sono descritte dal grafico seguente.



**Grafico 4.13** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.



#### 4.2.3 *Le condizioni climatiche locali*

Per poter simulare correttamente il consumo dell'edificato di Limone e confrontarlo con l'analisi top-down già descritta è opportuno considerare l'andamento climatico riferito all'annualità oggetto di simulazione (2010). Infatti i dati top-down risultano influenzati dall'andamento della stagione climatica ed è quindi necessario che anche il modello bottom-up tenga in considerazione lo stesso regime climatico per poter essere correttamente tarato.

In questo senso, un parametro di rilievo per il calcolo dei fabbisogni energetici in una singola stagione termica è costituito dal valore dei Gradi Giorno. Il Grado Giorno rappresenta un indicatore meteo-climatico della rigidità della stagione invernale. Lo si calcola 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 italiani. Tale valore deve essere preso in considerazione per il calcolo delle dispersioni dell'involucro. Nel Comune di Limone, la normativa definisce un valore standardizzato pari a 2.176 GG. Sebbene il grado giorno definito dalla normativa rappresenti un valore medio abbastanza attendibile, al fine di simulare in modo corretto il comportamento dell'edificio, è necessario prendere in considerazione un valore specifico di gradi giorno relativo all'anno di riferimento dei consumi energetici (top-down). In genere si registra un andamento abbastanza variegato fra quanto definisce la normativa e quanto viene calcolato nello specifico anno termico. Le annualità 2009 e 2006 sono quelle che risultano più simili rispetto al valore di Grado Giorno imposto dalla normativa.

I dati di temperatura media giornaliera utilizzati per calcolare i gradi giorno reali registrati per il Comune di Limone derivano dalle rilevazioni della Centralina Arpa Lombardia posizionata nel Comune di Lonato. Non essendoci altre centraline site in territorio prossimo a quello del Comune di Limone (attive nel 2010) si ritiene rappresentativo il dato misurato dalla centralina indicata.

La stagione termica di riferimento per l'analisi contenuta in questo documento (2010) fa registrare un valore di 2.407 GG.

Per stagione termica s'intendono, nel Comune di Limone, i 183 giorni annuali (compresi fra il 15 ottobre e il 15 aprile) in cui è permesso l'utilizzo di generatori di calore per la climatizzazione invernale. Il tratteggio arancione (nel grafico 4.14) rappresenta i gradi giorno standard definiti da normativa.

Il grafico 4.15, invece, sintetizza il dato relativo alla temperatura media giornaliera registrata nel corso degli anni analizzati.

---

<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"



Andamento dei Gradi Giorno in serie storica nel Comune di Lonato

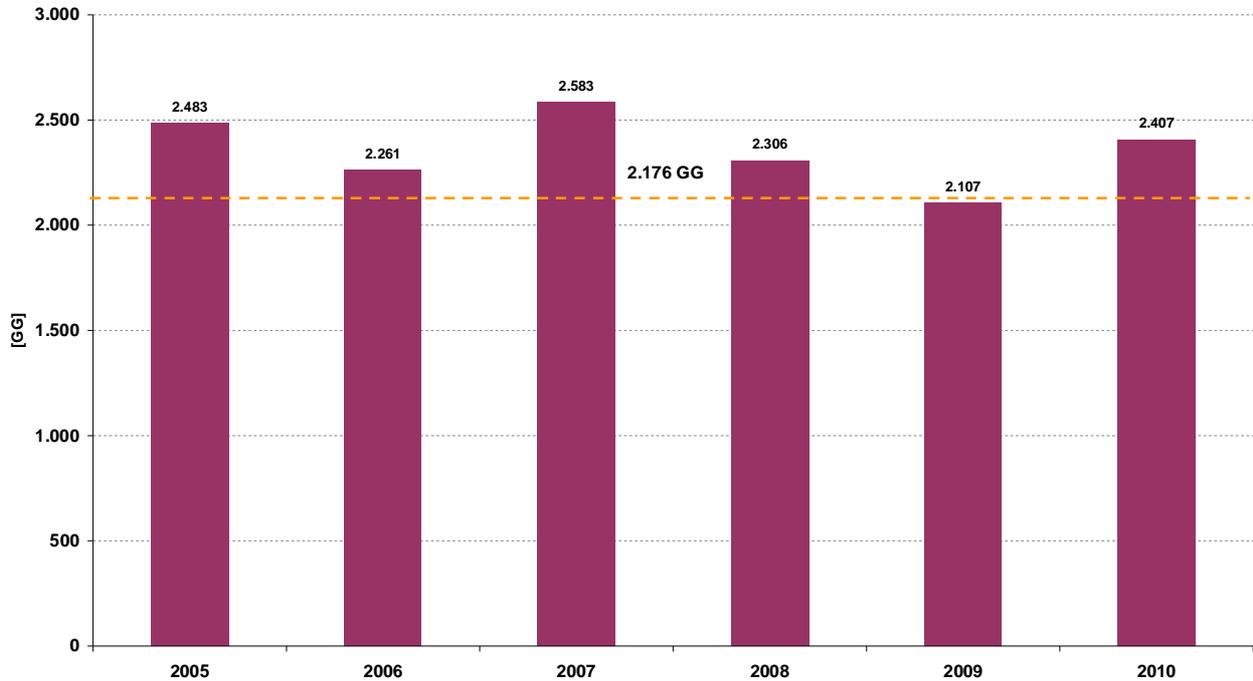


Grafico 4.14 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Arpa Lombardia.

Andamento giornaliero delle temperature registrate a Lonato fra il 2008 e il 2010

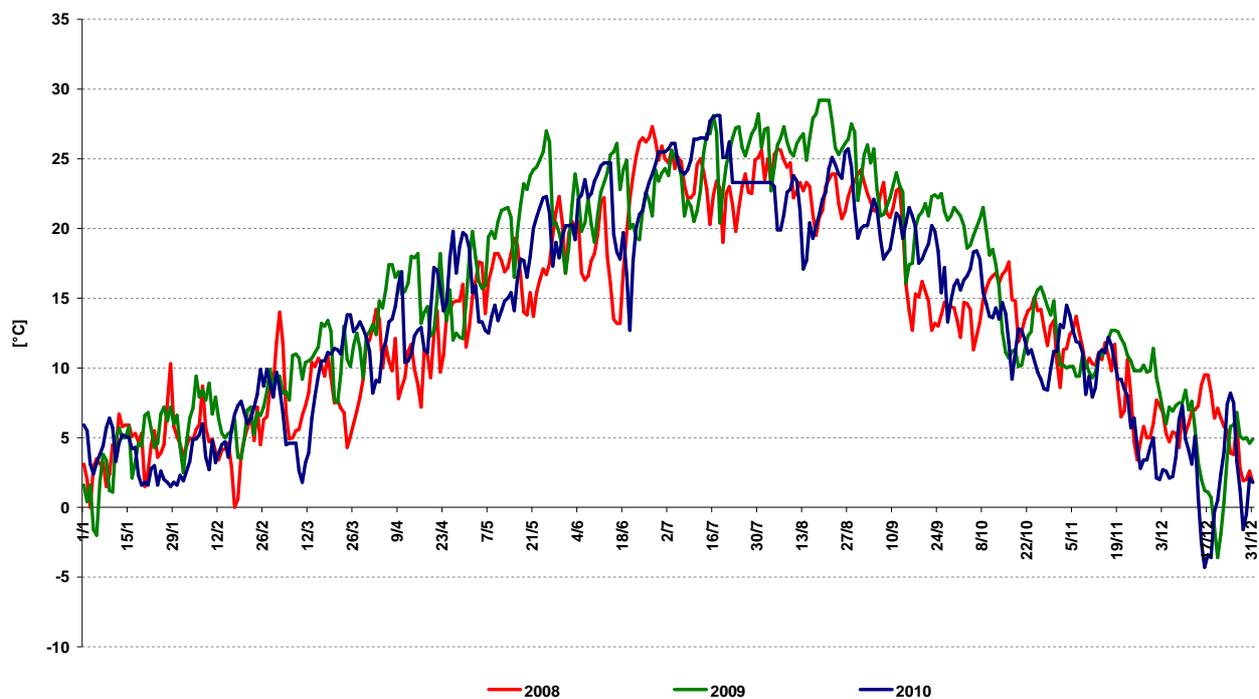


Grafico 4.15 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Arpa Lombardia.



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

Al fine di costruire un modello rappresentativo del parco edifici comunale è importante definire delle tipologie costruttive prevalenti in ambito locale, al fine di poter valutare, nello specifico, le dispersioni attestata a livello medio, considerando materiali e tecniche costruttive.

Ai fini di quantificare i valori di trasmittanza termica delle strutture edilizia, si sono messe in opera delle semplificazioni, considerando, nell'analisi dei vari sottosistemi 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 4.4 Elaborazione Ambiente Italia.

Per effettuare la modellazione termofisica del parco edilizio, è stato necessario procedere a una valutazione 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 e 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 sottosistema edilizio e per epoca storica (Tabella 4.5);
- 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 risulti essere coerente con i valori Istat attestati e già descritti nel paragrafo precedente.

Trasmittanza tipica dei sottosistemi edilizi per epoca storica							
Trasmittanza [W/(m <sup>2</sup> K)]	< 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 4.5 Elaborazione Ambiente Italia.



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

Tabella 4.6 Elaborazione Ambiente Italia.

#### 4.2.5 Gli impianti termici

Nel Comune di Limone risultano installati 652 generatori di calore. Gli impianti centralizzati rappresentano il 20 % circa degli impianti totali. Si ritiene che la quota di impianti autonomi sia tutta annettibile al settore residenziale, mentre la quota residua faccia riferimento a fabbricati con destinazione d'uso alberghiera. L'alta incidenza degli impianti centralizzati nel contesto territoriale di Limone si giustifica proprio in considerazione della presenza notevole di alberghi. Mentre la morfologia urbana, caratterizzata da un edificato principalmente diffuso e poco compatto, giustifica la quota di abitazioni servite da impianto autonomo. Già nei paragrafi precedenti è emersa la prevalenza di un'edilizia mono o bifamiliare rispetto al condominio in linea meno consueto.

	N° impianti	% impianti
<b>Totale impianti</b>	652	100 %
<b>di cui autonomi</b>	521	80 %
<b>di cui centralizzati</b>	131	20 %

Tabella 4.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Il Comune di Limone non è ancora servito dalla rete di trasporto e distribuzione del gas naturale e per questo motivo il parco caldaie risulta essere prevalentemente alimentato da prodotti petroliferi. Infatti la quota di caldaie alimentate con petrolio, sul totale delle caldaie, pesa il 99 % circa, con una leggera prevalenza di impianti a gasolio rispetto a quelli alimentati con GPL. Gli impianti a gasolio risultano complessivamente 333 (pari al 51 % degli impianti totali), la quota di impianti a GPL pesa sul totale per il 48 % con 315 impianti. La quota di impianti alimentati a biomassa, invece, risulta molto limitata (1 %) con soli 4 impianti censiti. Va detto che il Catasto degli impianti termici (Curit) da cui provengono i dati utilizzati nelle elaborazioni contenute in questo paragrafo, censisce solo parzialmente gli impianti a biomassa, limitatamente alle grosse taglie. In questo territorio questa tipologia di impianti risulta comunque presente sia come integrazione dell'impianto tradizionale sia, alcune volte, in sostituzione dello stesso. Nelle elaborazioni successive si valuterà una quota di consumo di biomassa, seppur molto limitata.

	N° impianti	% impianti
<b>Totale impianti</b>	652	100 %
<b>di cui a gas naturale</b>	0	0 %
<b>di cui a gasolio</b>	333	51 %
<b>di cui a GPL</b>	315	48 %
<b>di cui a biomassa</b>	4	1 %

Tabella 4.8 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 35 kW (78 % circa). Si registrano anche 75 impianti con potenza compresa fra 50 e 116 kW che percentualmente incidono per il 12 % sul parco caldaie complessivo. Le altre taglie risultano, invece, meno rilevanti numericamente.



	N° impianti	% impianti
<b>Totale impianti</b>	652	100 %
<b>di cui di potenza inferiore a 35 kW</b>	508	78 %
<b>di cui di potenza compresa fra 35 kW e 50 kW</b>	13	2 %
<b>di cui di potenza compresa fra 50 kW e 116 kW</b>	75	12 %
<b>di cui di potenza compresa fra 116 kW e 350 kW</b>	41	6 %
<b>di cui di potenza maggiore di 350 kW</b>	15	2 %

Tabella 4.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Impianti termici per potenza del generatore di calore nel 2010 a Limone sul Garda

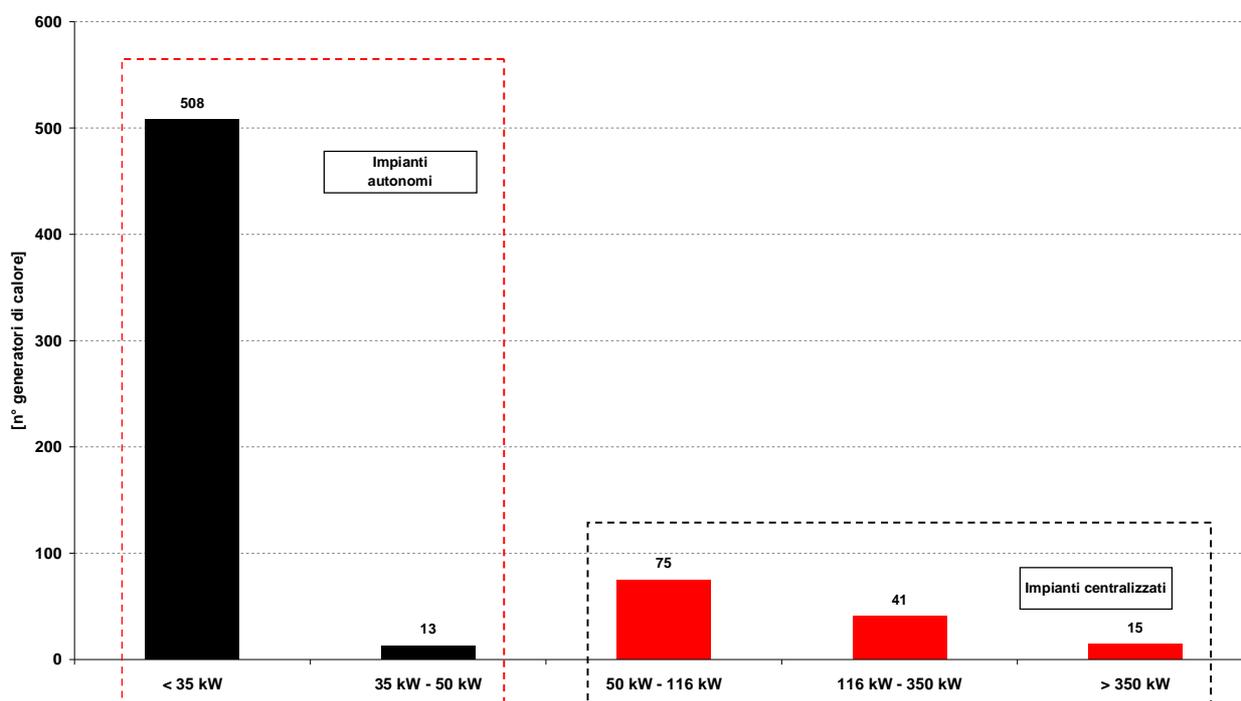


Grafico 4.16 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

I due grafici disposti alle pagine seguenti sintetizzano il quadro dei generatori di calore installati a Limone sul Garda per taglia del generatore e per vettore di alimentazione. L'impianto più diffuso risulta essere di potenza inferiore a 35 kW e alimentato a GPL.

E' possibile suddividere i generatori di calore anche per data di installazione. Questa informazione è molto utile in quanto permette di valutare, per epoca di installazione, un rendimento medio di generazione dell'impianto. Il grafico 4.18 evidenzia quanto installato per epoca storica. Mediamente, la quota di installato negli ultimi 5 anni rappresenta poco meno del 40 % dell'installato complessivo, implicando un ritmo di svecchiamento pari al 7 % circa medio annuo del parco caldaie. Anche la datazione, oltre alla tipologia, dell'impianto termico rappresenta un dato in input per il modello di simulazione che si sta descrivendo. Complessivamente si può ritenere che il parco impianti risulti discreto, non troppo spinto verso impianti datati, ma con un buon livello di svecchiamento nel corso degli ultimi anni. Va evidenziato anche il notevole margine di miglioramento raggiungibile nei prossimi anni, attraverso uno svecchiamento più spinto degli impianti più datati (si evidenzia la presenza di circa 110 impianti precedenti al 1990).



Impianti installati a Limone sul Garda per potenza del generatore di calore e vettore energetico di alimentazione, nel 2010

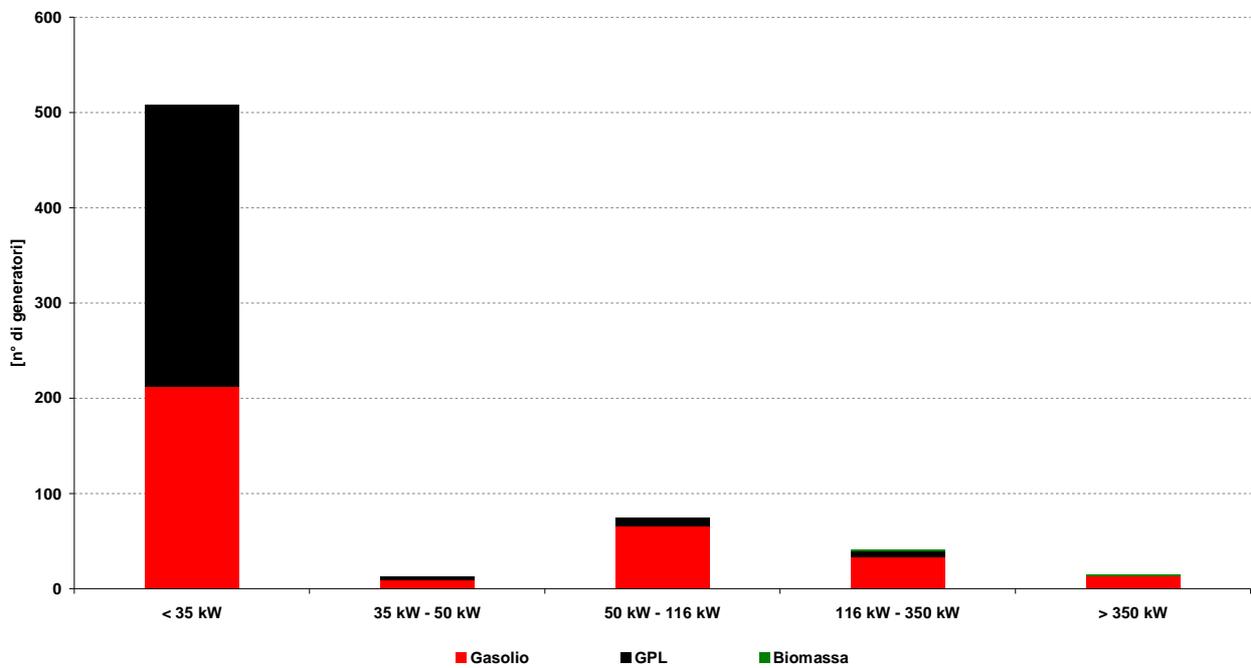


Grafico 4.17 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Parco caldaie installato nel Comune di Limone sul Grada per data di installazione del generatore di calore

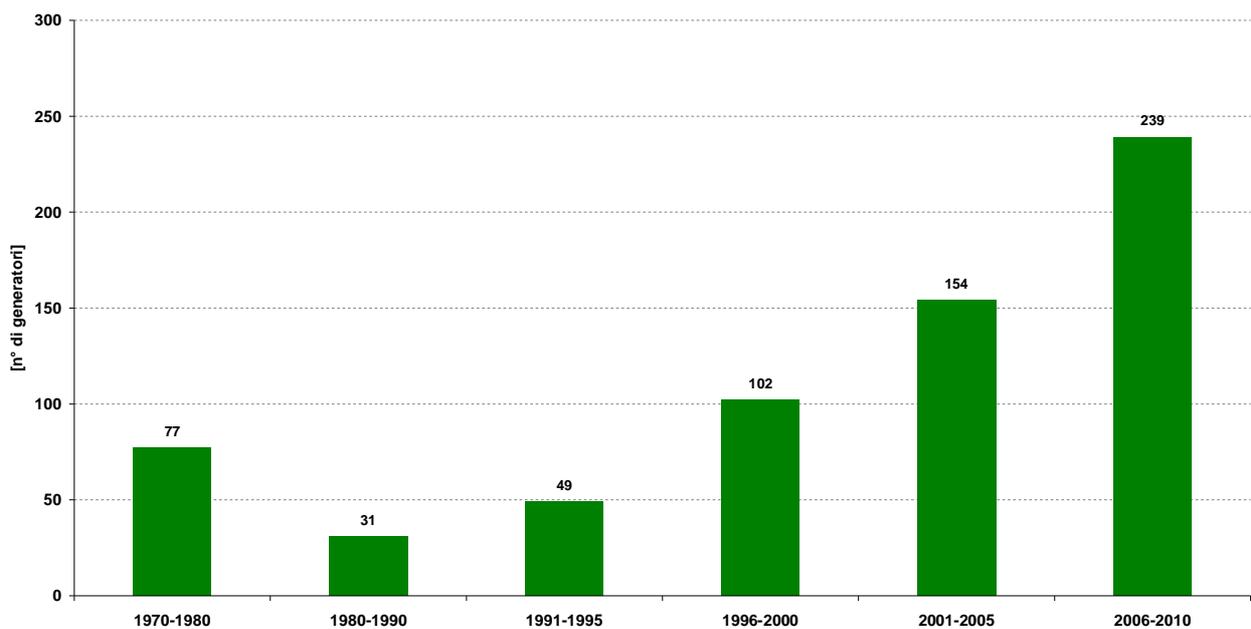


Grafico 4.18 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.



E' possibile analizzare la vetustà degli impianti anche in riferimento all'alimentazione degli stessi, come descritto dal Grafico 4.19. Gli impianti autonomi (potenze inferiori a 50 kW) risultano mediamente svecchiati in quota pari all'8 % all'anno (valore molto alto rispetto alle medie). Per le taglie maggiori (50 kW – 350 kW) il ritmo di svecchiamento risulta più lento rispetto a quanto accade per gli impianti autonomi, con percentuali annue pari a circa la metà di quanto accade per gli impianti autonomi.

Disaggregazione percentuale degli impianti installati nel Comune di Limone sul Garda per data di installazione e vettore di alimentazione del generatore di calore

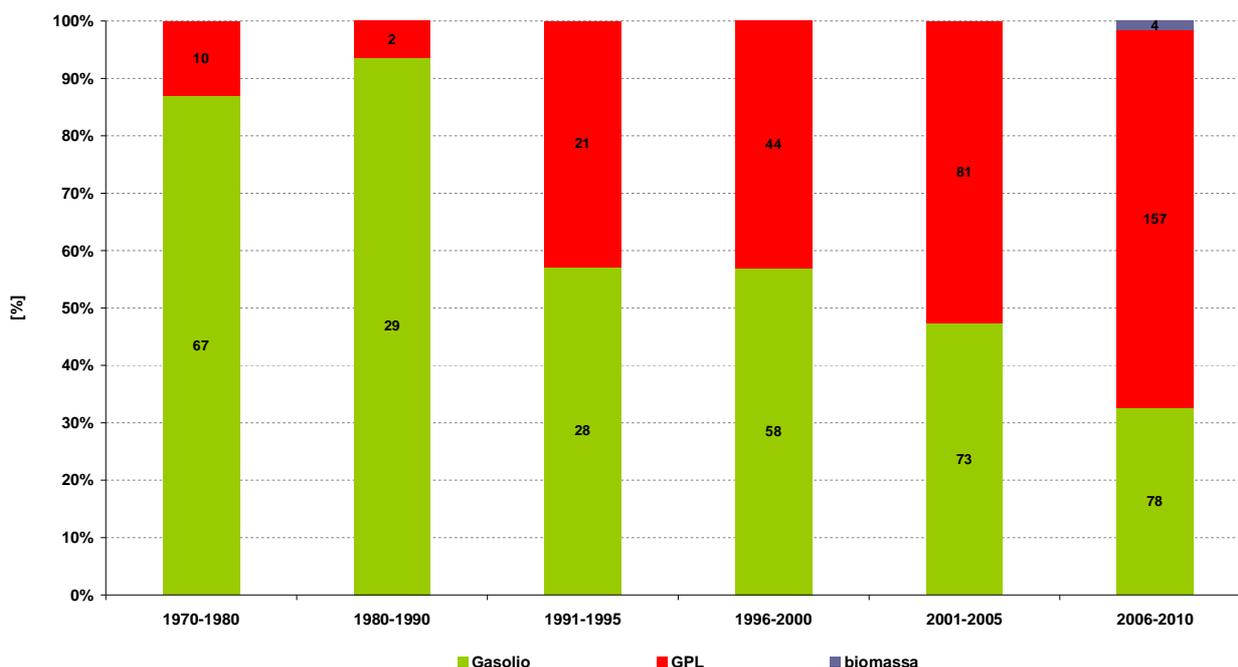


Grafico 4.19 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

La tabella seguente disaggrega il numero di abitazioni servite per vettore di alimentazione ed epoca di installazione del generatore di calore.

Impianti autonomi (n° abitazioni)	1970-1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Totale
Gasolio	36	18	15	34	53	65	221
GPL	6	2	16	38	71	131	264
Biomassa	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>43</b>	<b>20</b>	<b>33</b>	<b>78</b>	<b>130</b>	<b>217</b>	<b>521</b>

Tabella 4.10 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 oltre che



del fattore di carico reale, per tipologia di impianto. Il rendimento medio di generazione si attesta sull'86 % circa.

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

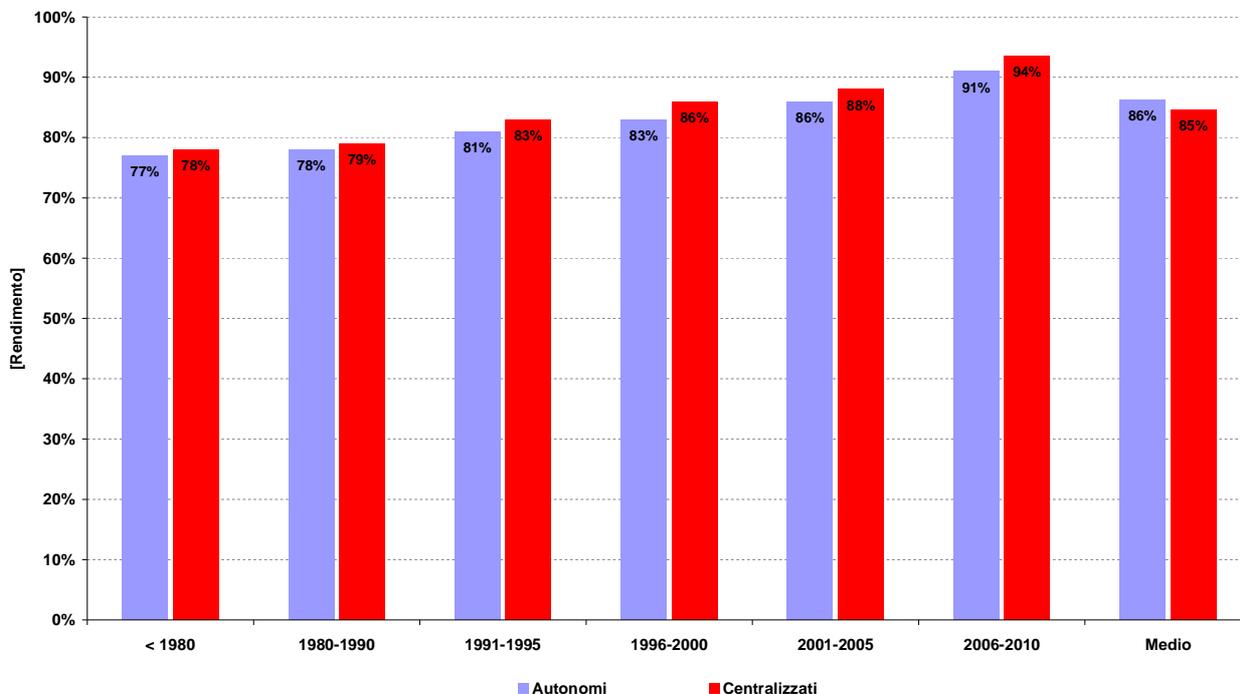


Grafico 4.20 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

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 emissione e regolazione). Il prodotto dei vari rendimenti valuta il rendimento globale medio stagionale dell'intero impianto, al netto delle perdite di distribuzione che saranno attribuite per epoca di costruzione dell'edificio.

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);
- 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 4.11 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.



Generazione	1970-1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Medio
<b>Autonomi</b>	77 %	78 %	81 %	83 %	86 %	91 %	86 %
<b>Centralizzati</b>	78 %	79 %	83 %	86 %	88 %	94 %	85 %
Emissione	1970-1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Medio
<b>Autonomi</b>	92 %	92 %	92 %	92 %	92 %	92 %	92 %
<b>Centralizzati</b>	92 %	92 %	92 %	92 %	92 %	92 %	92 %
Regolazione	1970-1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Medio
<b>Autonomi</b>	93 %	93 %	93 %	93 %	94 %	98 %	95 %
<b>Centralizzati</b>	85 %	85 %	85 %	85 %	98 %	98 %	90 %

Tabella 4.12 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Il Grafico che segue riporta i valori di rendimento calcolati.

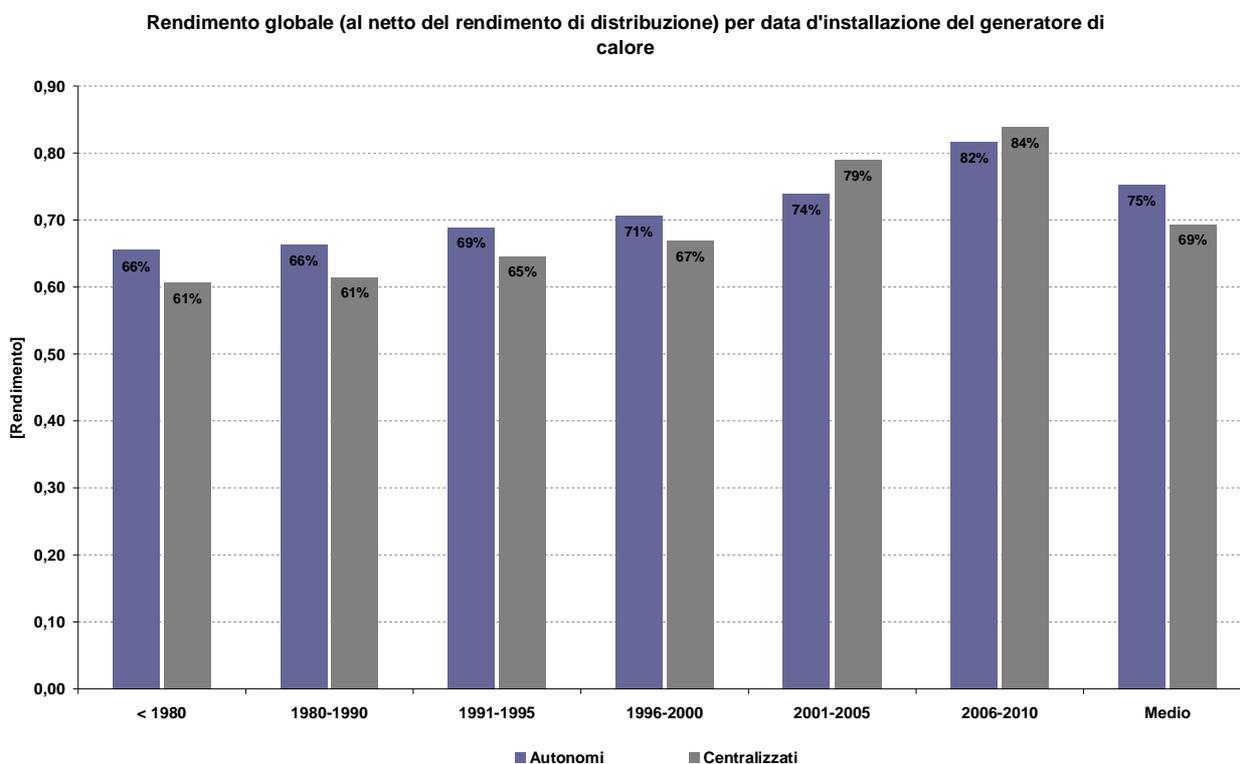


Grafico 4.21 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Il rendimento di distribuzione è stato attribuito sulla base di una matrice che interseca l'epoca di costruzione dell'edificio in cui l'impianto è collocato con il numero di piani fuori terra dello stesso. L'incidenza del numero di piani si lega esclusivamente agli edifici dotati di impianto centralizzato. La tabella seguente riporta i valori già pesati fra impianti autonomi e centralizzati.

Rendimento distribuzione							
N° di piani fuori terra	< 1919	1919-1945	1946-1960	1961-1971	1972-1981	1982-1992	> 1991
1	93 %	93 %	93 %	95 %	95 %	96 %	98 %
2	94 %	94 %	94 %	96 %	96 %	97 %	98 %
3	95 %	95 %	95 %	96 %	96 %	97 %	98 %
>4	95 %	95 %	95 %	96 %	96 %	97 %	98 %
<b>media</b>	<b>94 %</b>	<b>94 %</b>	<b>94 %</b>	<b>96 %</b>	<b>96 %</b>	<b>97 %</b>	<b>98 %</b>

Tabella 4.13 Elaborazione Ambiente Italia.



Conteggiando anche il rendimento di distribuzione è possibile valutare il valore medio utilizzato nella simulazione per la quantificazione delle perdite dell'impianto termico.

Rendimento globale medio stagionale							
N° di piani fuori terra	< 1919	1919-1945	1946-1960	1961-1971	1972-1981	1982-1992	> 1991
1	72 %	72 %	72 %	73 %	73 %	74 %	74 %
2	72 %	72 %	72 %	73 %	73 %	74 %	74 %
3	72 %	72 %	72 %	73 %	73 %	74 %	74 %
>4	72 %	72 %	72 %	73 %	73 %	74 %	74 %
media	72 %	72 %	72 %	73 %	73 %	74 %	74 %

Tabella 4.14 Elaborazione Ambiente Italia.

#### 4.2.6 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:

- del calore disperso tramite la superficie opaca;
- del calore disperso tramite la superficie trasparente;
- del calore disperso tramite i sistemi di copertura;
- delle perdite di calore derivanti dalla ventilazione naturale degli ambienti;
- degli apporti gratuiti.

La tabella seguente sintetizza il dato relativo al consumo di energia finale (ossia quella consumata dall'utenza) per il riscaldamento nel settore residenziale suddiviso per epoca di costruzione dell'edificio. La fetta di edificato più energivora è quella del costruito più datato che impegna il 28 % dell'energia consumata per il riscaldamento nel Comune. Questa fetta risulta anche quella più difficilmente rimodulabile a livello comunale in virtù sia delle caratteristiche storico-artistiche degli edifici che le appartengono sia in virtù delle tipologie costruttive ascrivibili a queste epoche storiche (a cui generalmente risulta più complesso abbinare interventi di coibentazione d'involucro). Talvolta, inoltre, gli interventi sull'edilizia storica risultano anche economicamente più onerosi e poco vantaggiosi in sede di analisi economica. Resta sempre conveniente, invece, la possibilità di agire sugli impianti. Le fette di edificato più recente, invece, impegnano meno energia (meno del 10 % per ognuna). Chiaramente è necessario riflettere anche sulla limitata volumetria edificata in queste epoche. Il consumo finale, non essendo un indicatore specifico, infatti, non fornisce indicazioni sulla performance specifica del complesso di edifici ma annette solo un consumo, influenzato (oltre che dalle caratteristiche costruttive e impiantistiche) anche dalla volumetria che è necessario riscaldare.



Epoca di costruzione	Fabbisogno di energia finale per il riscaldamento [MWh]
Prima del 1919	1.921
Dal 1919 al 1945	505
Dal 1946 al 1961	657
Dal 1962 al 1971	1.712
Dal 1972 al 1981	845
Dal 1982 al 1991	486
Dal 1992 al 2001	530
Dopo il 2001	0
<b>Totale</b>	<b>6.656</b>

Tabella 4.15 Elaborazione Ambiente Italia

Disaggregazione percentuale dei fabbisogni dell'edilizia di Limone sul Garda per epoca di costruzione dell'edificio

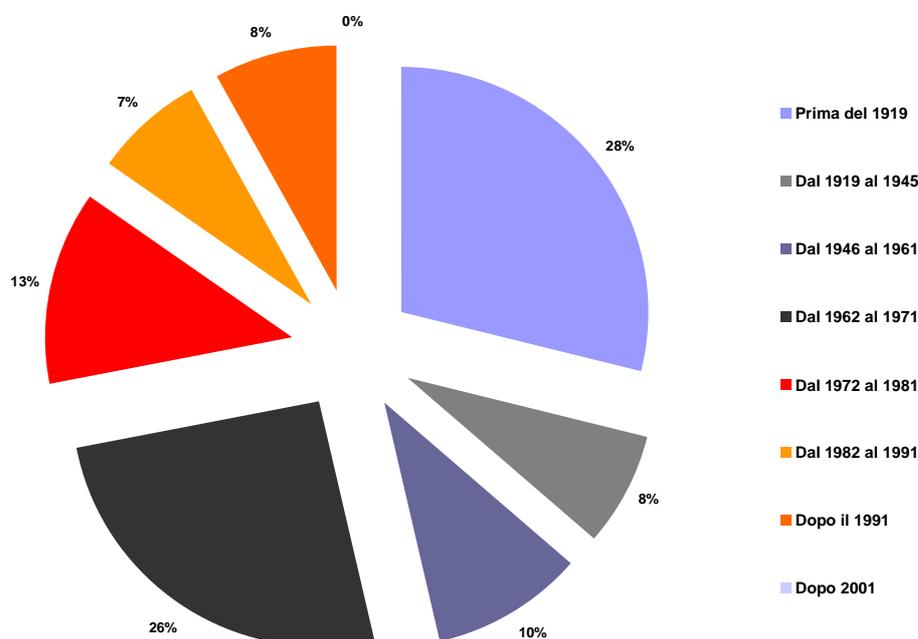


Grafico 4.22 Elaborazione Ambiente Italia.

Il grafico che segue, infatti, relazionando i consumi alle volumetrie evidenzia che i due parametri (volumi e fabbisogni) risultano fra loro abbastanza interconnessi. In particolare, infatti, la fase in cui si è storicamente costruito di più è proprio quella precedente ai primi anni '20 che attesta anche il maggior valore di consumo. La relazione, descritta dal grafico che segue, fra consumi energetici e volumetrie risulta complessivamente abbastanza proporzionale. Il dato di prestazione energetica media annettibile all'edificato per epoca storica, invece, viene descritto dal grafico 4.24 che per epoca di costruzione annette un fabbisogno specifico di energia in kWh/m<sup>2</sup>. L'andamento descritto risulta abbastanza lineare e chiaramente legato sia alle varie fasi di implementazione in Italia della normativa energetica in ambito costruttivo sia all'evoluzione tecnologica conseguente. Osservando il grafico citato si evidenzia che la maggiore differenza la si nota al passaggio fra l'edificato anni '50 e quanto costruito a partire dagli anni '60 in poi. Questa differenza può essere annessa principalmente all'utilizzo del mattone forato come tecnologia costruttiva che negli anni '60 comincia a diffondersi e che garantisce livelli prestazionali in regime invernale più elevati rispetto alla muratura portante.



Rapporto fra fabbisogno di energia finale complessivo (barre) e volumetrie riscaldate (punti), per epoca di costruzione

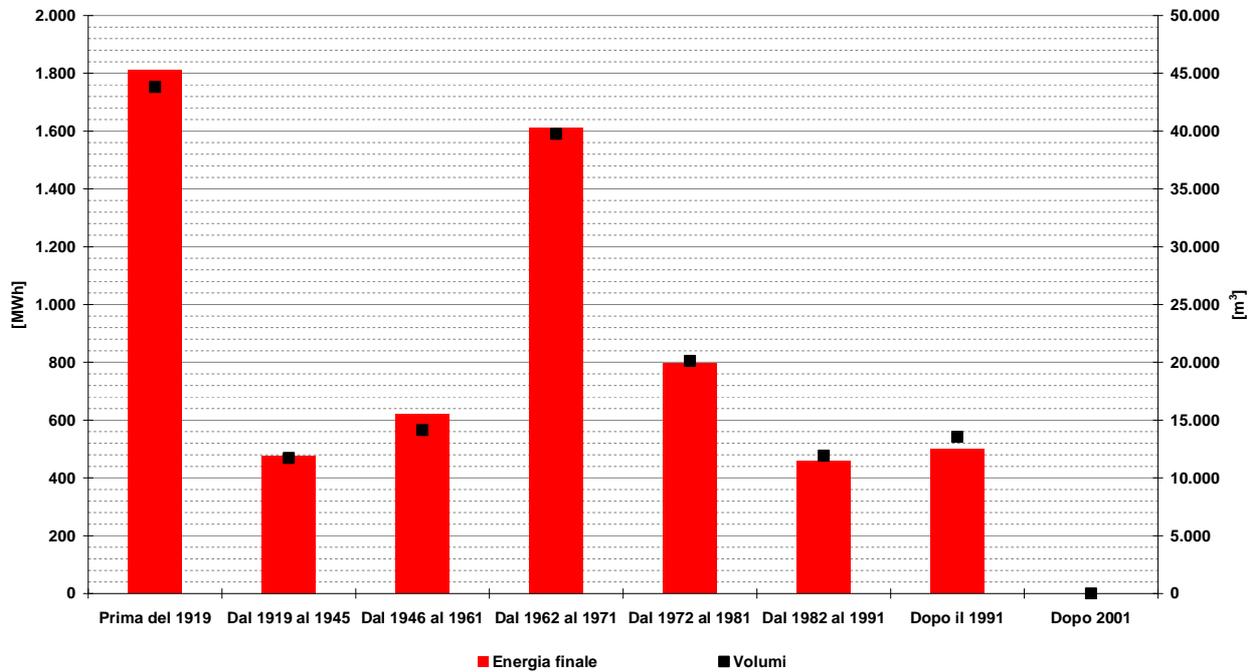


Grafico 4.23 Elaborazione Ambiente Italia.

Fabbisogno specifico di energia finale per il riscaldamento invernale per epoca di costruzione

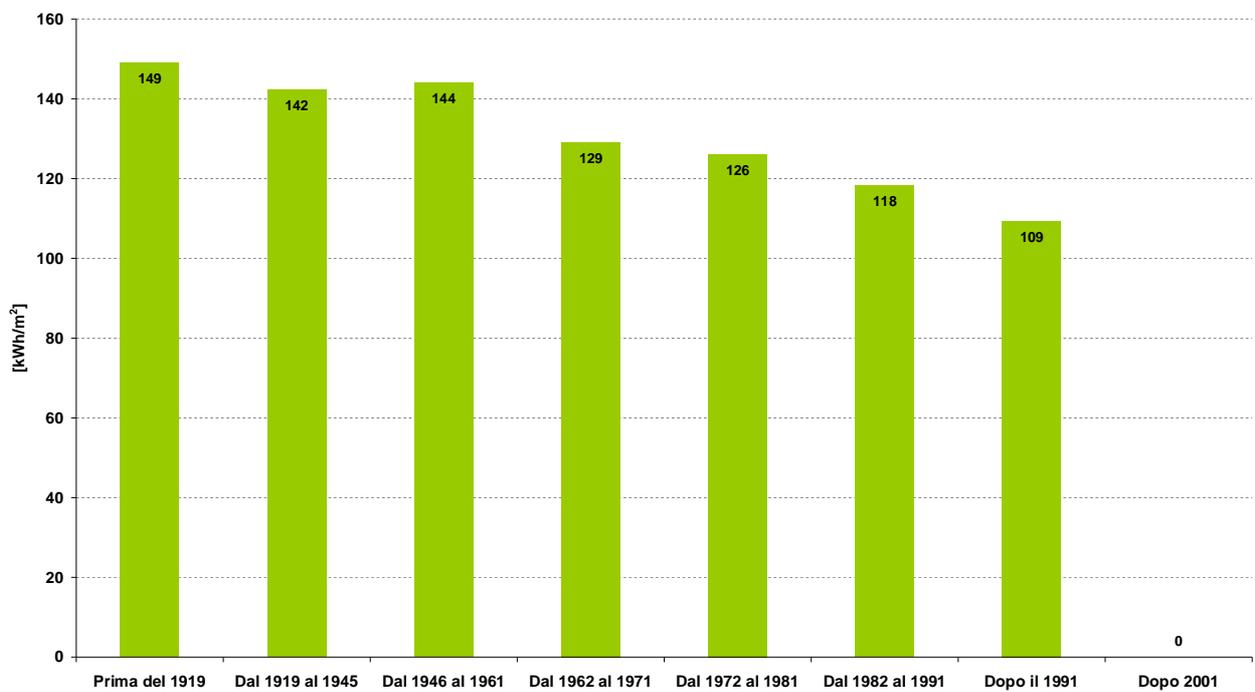


Grafico 4.24 Elaborazione Ambiente Italia.



E' necessario precisare che i valori riportati nel Grafico 4.24 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 9 ore al giorno di accensione dell'impianto termico per 183 giorni all'anno considerando una modulazione più limitativa dell'accensione per gli impianti autonomi rispetto alle ore standard (14 ore) utilizzate negli impianti centralizzati. 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.

Al consumo di energia finale per la climatizzazione invernale degli edifici deve essere aggiunto anche il consumo di energia finale necessario alla 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.

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>Abitazioni totali</b>	390	0	0	517
<b>Imputabile in bilancio GPL [MWh]</b>		390		

Tabella 4.16 Elaborazione Ambiente Italia

In linea con la UNI TS 11300.1, la valutazione dell'ACS ha considerato, alla superficie media dell'edificato di Limone, circa 16 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 finale consumata sono stati considerati i rendimenti dei sistemi di produzione elettrici o a GPL.

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

- il 3 % circa è legato agli usi cucina
- l'85 % è invece annettibile alla climatizzazione invernale degli ambienti
- il 12 % si lega, infine, alla produzione di acqua calda sanitaria.

I consumi di energia elettrica riferiti al riscaldamento invernale sono legati al funzionamento delle pompe di circolazione, parte degli impianti. La stima è stata fatta conteggiando specificatamente la potenza e le ore di accensione delle pompe installate nelle caldaie autonome.



Usi finali	Consumi di energia finale	Peso %
<b>Uso cucina</b>	<b>224</b>	<b>3 %</b>
• GPL	224	100 %
<b>Uso riscaldamento</b>	<b>6.656</b>	<b>85 %</b>
• GPL	3.638	55 %
• Gasolio	2.797	42 %
• Biomassa	128	2 %
• Energia elettrica	92	1 %
<b>Uso produzione ACS</b>	<b>907</b>	<b>12 %</b>
• GPL	390	43 %
• Gasolio	0	0 %
• Biomassa	0	0 %
• Energia elettrica	517	57 %
<b>Totale</b>	<b>7.787</b>	<b>100 %</b>

Tabella 4.17 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 Limone incide, sui consumi dei prodotti petroliferi (esclusa la benzina) attestati nel 2010, in quota pari al 37 % circa. In valore assoluto, nel 2010, il consumo di prodotti petroliferi nel settore residenziale è stato pari a circa 570 t, fra gasolio e GPL.

Usi finali	Gas naturale [m <sup>3</sup> ]	Energia elettrica [MWh]	Gasolio [t]	GPL [t]	Biomassa [t]
<b>Riscaldamento</b>	0	92	236	284	33
<b>ACS</b>	0	517	0	31	0
<b>Usi cucina</b>	0	0	0	18	0
<b>Totale</b>	<b>0</b>	<b>609</b>	<b>236</b>	<b>332</b>	<b>33</b>

Tabella 4.18 Elaborazione Ambiente Italia

Sul nucleo familiare medio di Limone 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 15,5 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>	502	1.147
<b>Riscaldamento</b>	13,26 MWh/famiglia	5,80 MWh/abitante
<b>Produzione ACS</b>	1,81 MWh/famiglia	0,79 MWh/abitante
<b>Cucina</b>	0,45 MWh/famiglia	0,20 MWh/abitante
<b>Totale</b>	<b>15,51 MWh/famiglia</b>	<b>6,79 MWh/abitante</b>

Tabella 4.19 Elaborazione Ambiente Italia

Limitando l'analisi ai soli consumi dei soli prodotti petroliferi:

	Famiglie	Abitanti
<b>Dati anagrafe</b>	502	1.147
<b>Riscaldamento</b>	10,36 t/famiglia	4,54 t/abitante
<b>Produzione ACS</b>	0,61 t/famiglia	0,27 t/abitante
<b>Cucina</b>	0,35 t/famiglia	0,15 t/abitante
<b>Totale</b>	<b>11,32 t/famiglia</b>	<b>4,95 t/abitante</b>

Tabella 4.20 Elaborazione Ambiente Italia



### 4.3 Gli usi elettrici nel settore residenziale

Nel 2010 i consumi elettrici del settore residenziale, valutati in base all'analisi top-down, corrispondono al 15 % circa dei consumi elettrici comunali per un totale in valore assoluto pari a 2.076 MWh.

Andamento dei consumi di energia elettrica nel settore residenziale disaggregati per usi finali

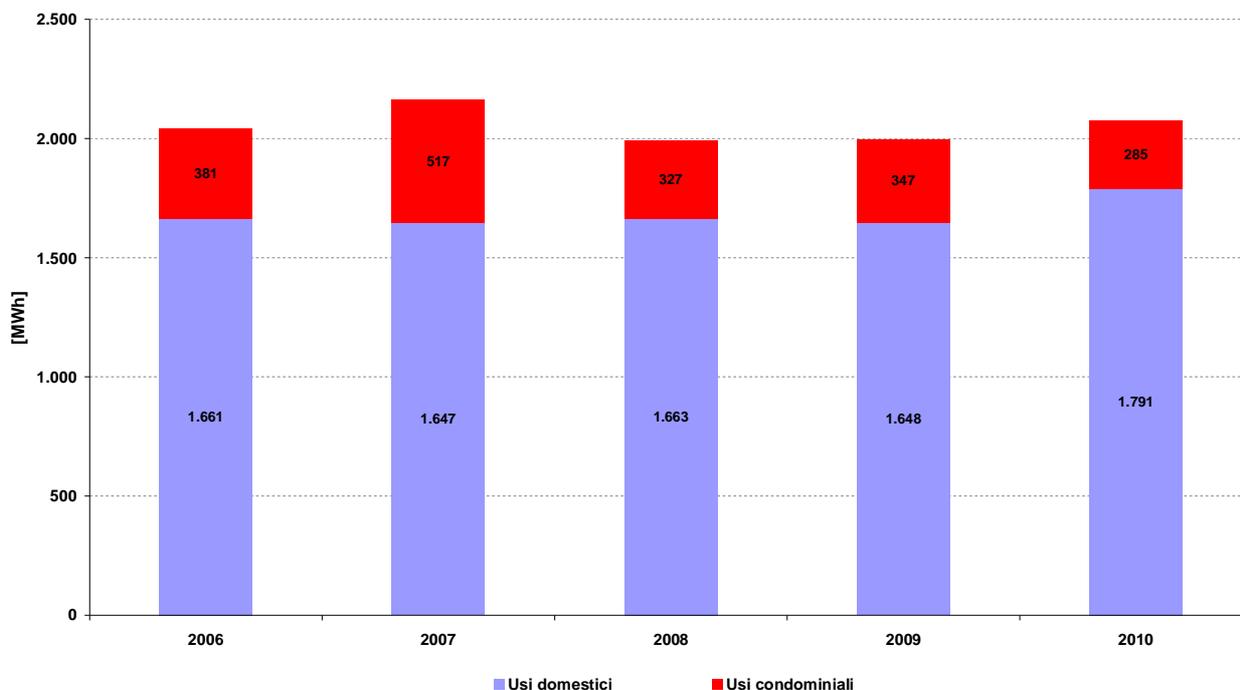


Grafico 4.25 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche.

Il grafico precedente riassume la variazione dei consumi nel corso degli anni compresi fra il 2006 e il 2010 differenziati fra usi domestici e usi finali condominiali. Gli usi condominiali sono intesi come gli utilizzi di energia elettrica legati al consumo delle parti comuni degli edifici. Risulta chiaro che annualmente questa fetta di consumi a Limone risulta significativa e mediamente pari al 18 % circa (in genere incide per qualche punto percentuale). In particolare i dati considerati per delineare l'andamento derivano da fonte A2A reti elettriche, gestore della distribuzione locale a Limone di energia elettrica.

L'andamento nel corso delle annualità analizzate risulta complessivamente piano, con variazioni poco significative. Nel corso degli anni, inoltre, la quota di consumi annettibili agli usi condominiali tende a ridursi, pesando, nel 2010, per il 14 % circa. Probabilmente l'incidenza elevata degli usi condominiali, in un contesto in cui i condomini risultano numericamente limitati, potrebbe essere legata a errori aggregativi del distributore.

Il Grafico 4.27 correla il consumo elettrico al numero di famiglie e di abitanti residenti a livello comunale; osservandolo emerge che i consumi a livello specifico restano complessivamente piatti se si esclude un leggero incremento registrato nel 2007. Nel 2010 i valori di consumo elettrico specifico ammontano a circa 4,1 MWh/famiglia e 1,8 MWh/abitante. Anche in questo caso si tratta di valori di consumo specifico molto elevati (circa il doppio rispetto a ciò che in media accade in Italia); va tuttavia considerata l'incidenza notevole, in questi territori, della produzione acs con energia elettrica in virtù dell'assenza delle rete di distribuzione del gas naturale. Anche la climatizzazione estiva rappresenta una tecnologia che nel corso degli ultimi anni si sta diffondendo in misura rilevante all'interno delle abitazioni private.



Incremento dei consumi nel residenziale, posto 100 al 2006



Grafico 4.26 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche.

Consumi elettrici specifici per abitante e per famiglia a Limone sul Garda fra 2006 e 2010

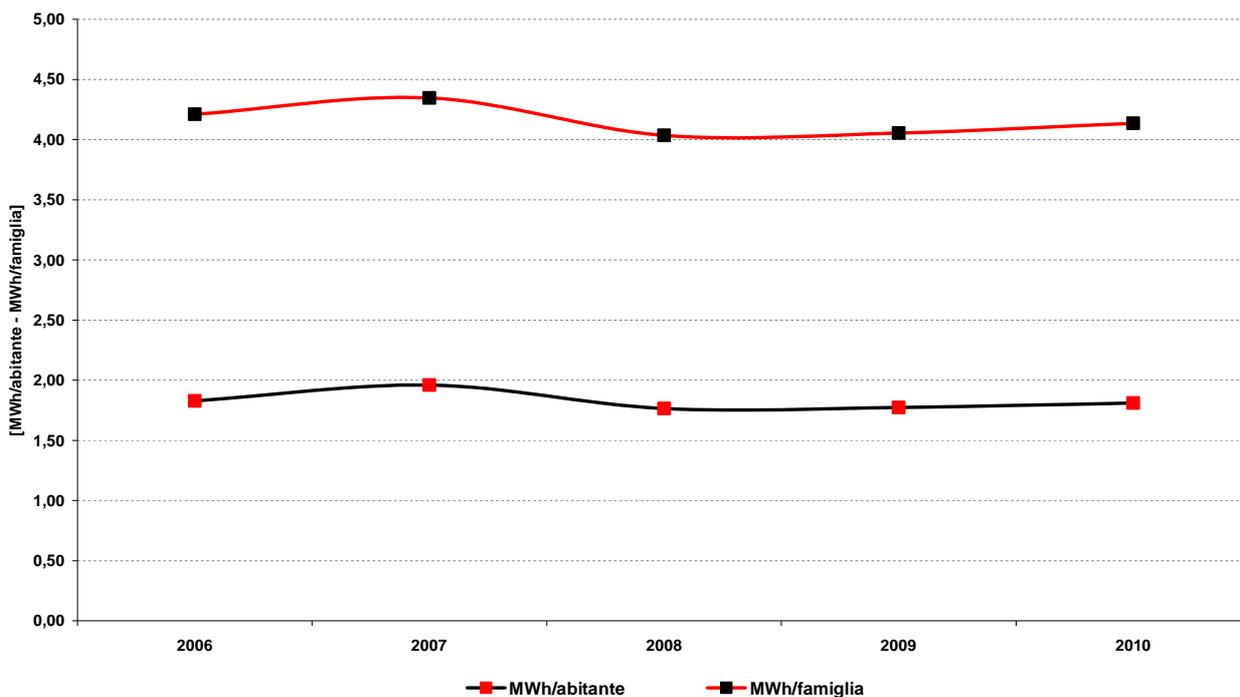


Grafico 4.27 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche e Istat.



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), invece il secondo risulta prevalentemente correlato a variabili di tipo socio-demografico (numero di abitanti, composizione del nucleo familiare medio, assetto economico del nucleo familiare). Anche in questo caso, come già fatto per l'analisi dei consumi finalizzati alla produzione di energia termica, si procede alla descrizione di un modello di simulazione di tipo bottom-up che analizza la diffusione e l'efficienza delle varie apparecchiature elettriche ed elettroniche presenti nelle abitazioni. Questo tipo di approccio 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 driver indicati sopra.

Gli elementi principali su cui la simulazione agisce sono elencati di seguito:

- 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.

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 a 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 ai boiler elettrici per la produzione di acs si è valutata una quota di diffusione degli stessi in coerenza con lo scenario termico già descritto.

Per disaggregare a livello comunale i consumi elettrici, sulla base degli usi prevalentemente attestati, sono state considerate rappresentative dello scenario alcune indagini condotte a livello nazionale che, se da un lato riescono a rappresentare in modo esauriente la situazione delle abitazioni italiane a causa dell'esteso campione di indagine, dall'altro 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. In



particolare considerazione, inoltre, sono stati tenuti alcuni documenti di analisi nazionale degli assetti energetici, prodotti dall'ERSE<sup>2</sup> e da Confindustria<sup>3</sup>.

Il grafico che segue riporta, per usi finali, la disaggregazione dei consumi di energia elettrica nel settore residenziale. Quanto collocato sotto la voce altro include le apparecchiature diffuse nelle abitazioni ma di piccola taglia (fornetti, forni a micro onde, frullatori, ferri da stiro, aspirapolvere, carica batterie di telefoni cellulari ecc.). Nelle disaggregazioni che seguono, per completezza dell'analisi, si riportano i consumi elettrici già attribuiti agli usi termici nel paragrafo precedente.

Consumi finali di energia elettrica per uso finale nel 2010 a Limone sul Garda

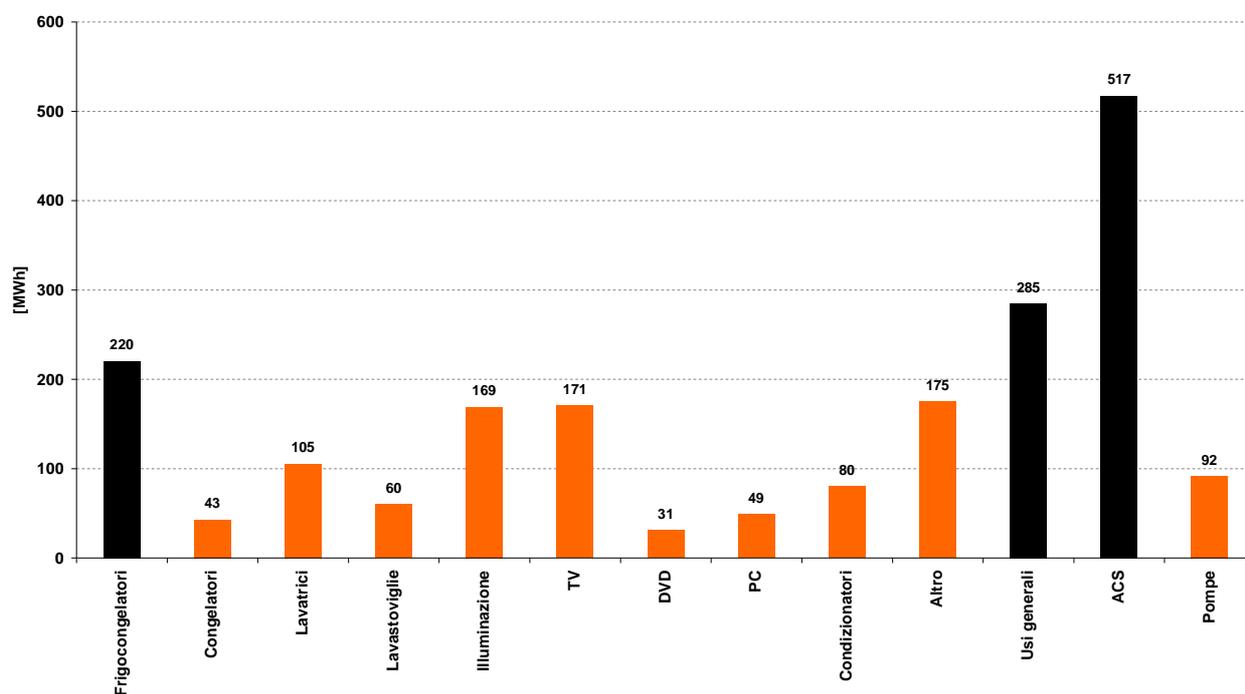


Grafico 4.28 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche.

Analizzando le disaggregazioni emerge che:

- i consumi più elevati, indicati in nero nel grafico, spettano ai boiler elettrici per la produzione di acs (impegnano il 26 % dei consumi domestici di energia elettrica), agli usi generali (che incidono per il 15 % e includono i sistemi di illuminazione dei cortili o delle parti comuni degli edifici, l'energia elettrica consumata per produrre forza motrice per ascensori, serrande e cancelli elettrici; nella stessa voce si includono i consumi elettrici di locali deposito condominiali o privati e i consumi dei box auto) e all'utilizzo dei frigo congelatori (11 %);
- 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;

<sup>2</sup> Erse, Fabbisogno energetico per la climatizzazione estiva di edifici tipo situati in località di riferimento, 2010 e Erse, Rapporto sul supporto scientifico alle politiche energetiche nazionali, 2010.

<sup>3</sup> ENEA, CESI Ricerche e Confindustria *Proposte per il Piano Nazionale di Efficienza Energetica della Commissione Energia di Confindustria*, 2007 e successive riedizioni.



- le apparecchiature elettroniche (DVD, VHS, PC) fanno registrare consumi in quota pari al 4 %. Riguardo ai PC, mediamente si tratta di una tecnologia presente in quota maggiore di una per abitazione (lo stesso ragionamento vale anche per le TV);
- le TV insieme all'illuminazione degli ambienti e a quanto riportato sotto la voce altro (insieme di apparecchiature utilizzate nelle abitazioni come frullatori, aspirapolvere, ferro da stiro ecc.) impegnano una quota di energia elettrica comparabile e rispettivamente pari al 9 % e all' 8 % e al 9 %;
- lavastoviglie e congelatori, tecnologie non presenti in tutte le abitazioni (sono presenti rispettivamente nel 40 % e nel 25 % delle abitazioni), incidono in quota pari al 2 % e al 3 %.

Disaggregazione percentuale dei consumi elettrici nel settore residenziale per usi finali al 2010

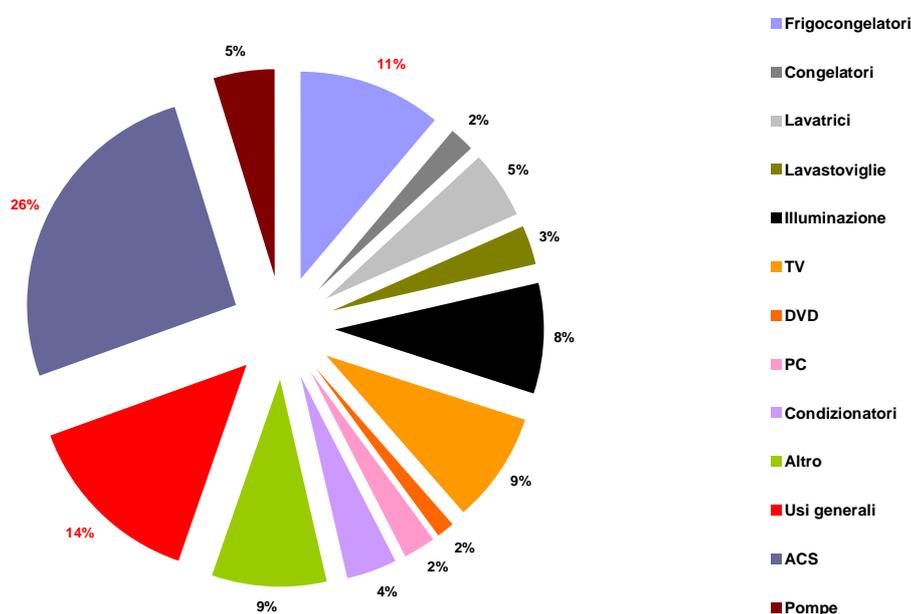


Grafico 4.29 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche.

I criteri utilizzati per la modellizzazione sono esplicitati nelle tabelle seguenti. Riguardo all'illuminazione degli ambienti si è proceduto definendo un fabbisogno in lumen per l'abitazione media di Limone sul Garda, secondo lo schema riportato nella Tabella che segue.

Vani	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Lux	Lumen
Cucina	12	250	3.000
Camere	38	200	7.600
Sala	30	200	6.000
Bagno	10	100	1.000
Corridoio	5	80	400
Ripostiglio	5	50	250
<b>Superficie media</b>	<b>100</b>		

Tabella 4.21 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	60 %	15
Fluorescente	30 %	60
Alogena	10 %	20
LED	0 %	71,5
<b>Totale</b>	<b>100 %</b>	<b>33,5</b>

Tabella 4.22 Elaborazione Ambiente Italia

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.

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	25 %	265	201	145
Lavastoviglie	300	40 %	294	Non previsto	Non previsto
TV	200	170 %	250	Non previsto	Non previsto
PC	60	150 %	94	Non previsto	Non previsto
DVD	70	90 %	70	Non previsto	Non previsto
Hi-Fi	60	75 %	Non previsto	Non previsto	Non previsto
Ferro da stiro	100	100 %	Non previsto	Non previsto	Non previsto
Cucina elettrica	150	80 %	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 4.23 Elaborazione Ambiente Italia

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

A esse sono state abbinare delle ore di funzionamento alla massima potenza, differenziate per epoca di costruzione e numero di piani fuori terra. In tal modo è stato possibile valutare un consumo specifico medio annuo in  $Wh/m^2$  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 40 % circa di dette tecnologie nelle abitazioni e un parametro di efficienza dell'impianto EER pari a 1,5. 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

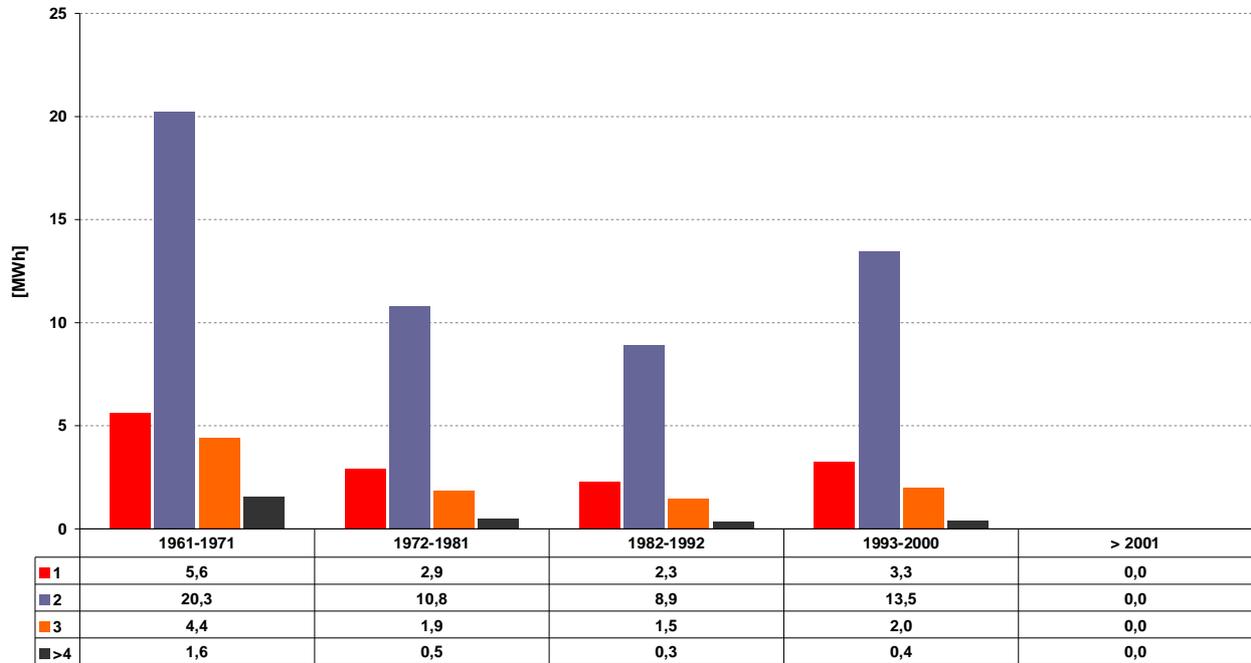


Grafico 4.30 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche e Istat.

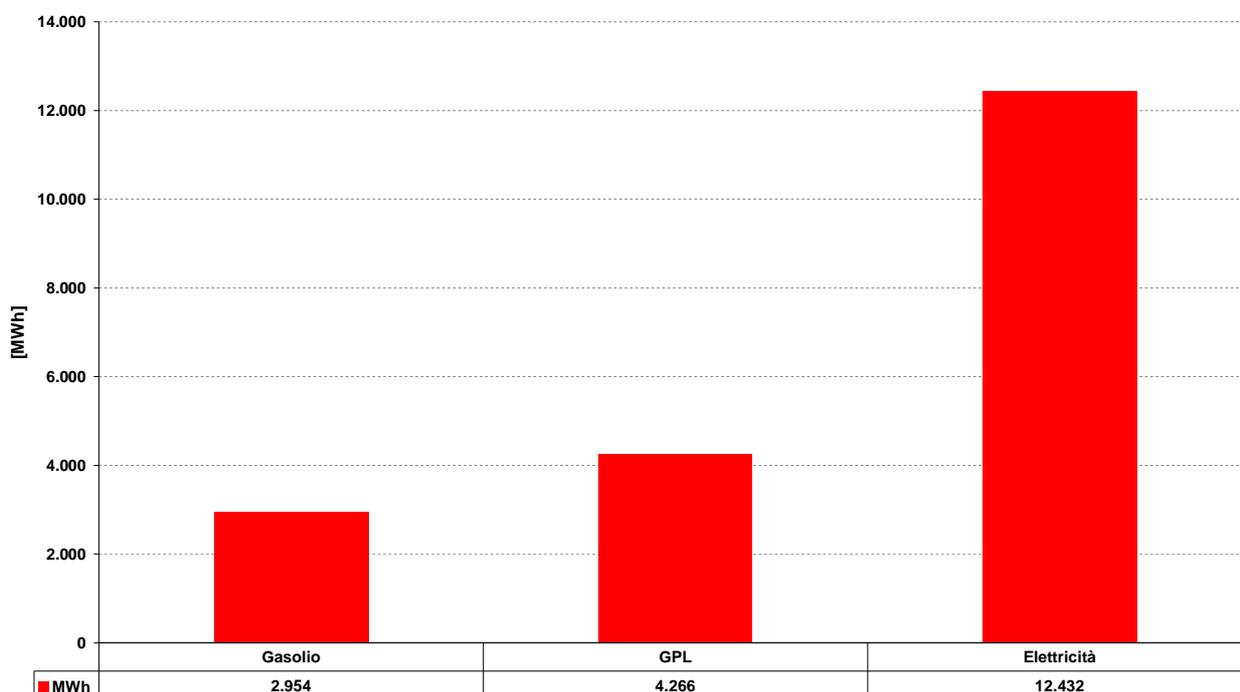


## 5 IL SETTORE TERZIARIO

### 5.1 I dati di bilancio

Il settore terziario rappresenta il contesto più energivoro del Comune di Limone. Esso, infatti, nel 2010 ha assorbito più della metà dell'energia consumata a livello comunale (52 % circa), pari a poco meno di 20 GWh: di questi, il 37 % è legato allo sfruttamento di vettori energetici per usi termici e la quota residua (63 %) è annessa, invece, agli usi elettrici. Il grafico che segue disaggrega per vettore energetico l'uso finale attribuibile al settore terziario.

Consumi del settore terziario a Limone sul Garda nel 2010 disaggregati per vettore energetico



**Grafico 5.1** Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda e Osservatorio statistico della Regione Lombardia.

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 a quanto accade nel settore della residenza. Nel residenziale, infatti, gli usi elettrici incidono per il 22 % dei consumi complessivi di settore, contro un'incidenza del 63 % nel settore terziario (12 GWh circa).

Infatti, il consumo di energia elettrica di Limone sul Garda risulta prevalentemente attribuibile al settore terziario e in modo particolare al settore alberghiero che impegna il 70 % dei consumi elettrici di settore. Alberghi e commercio rappresentano le due fonti principali di utilizzo elettrico soprattutto a causa del condizionamento degli ambienti in regime estivo. I due grafici che seguono disaggregano i consumi elettrici del terziario per comparti in serie storica. Escludendo l'utilizzo di energia elettrica per commercio e alberghi, la quota residua è pressoché rappresentata dai consumi elettrici del settore pubblico.



Consumi di energia elettrica fra 2004 e 2010 a Limone sul Garda nel settore terziario

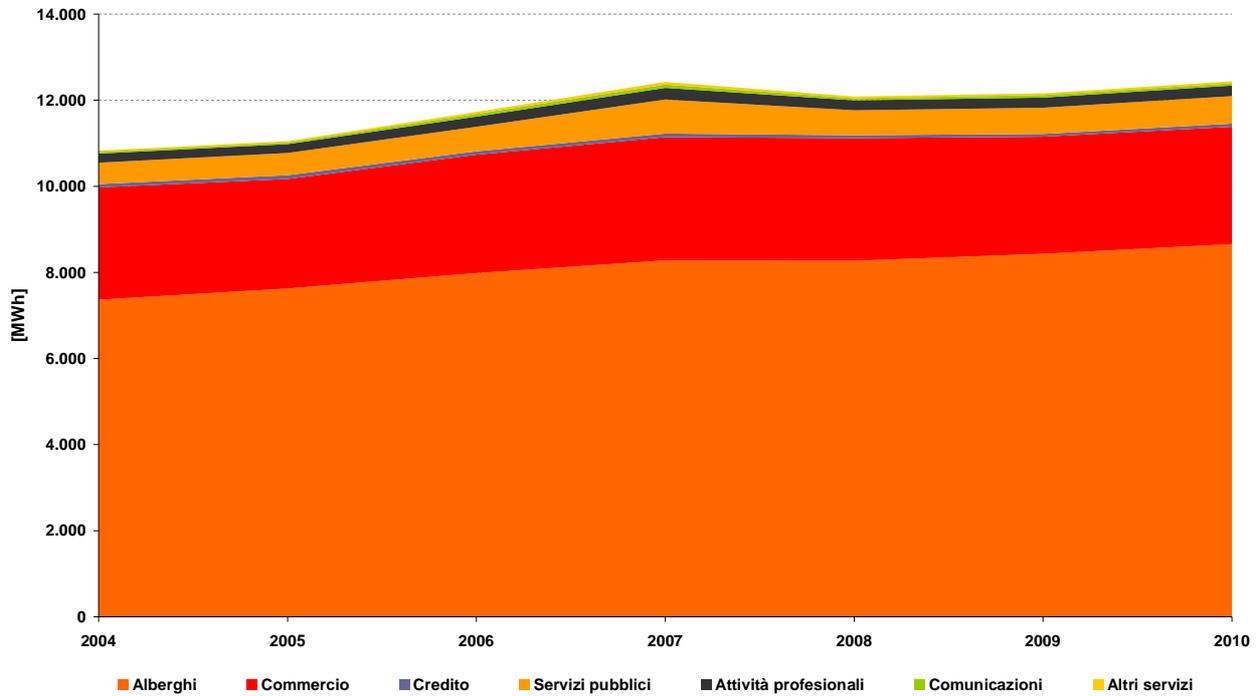


Grafico 5.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche.

Consumi elettrici nel settore terziario a Limone sul Garda nel 2010

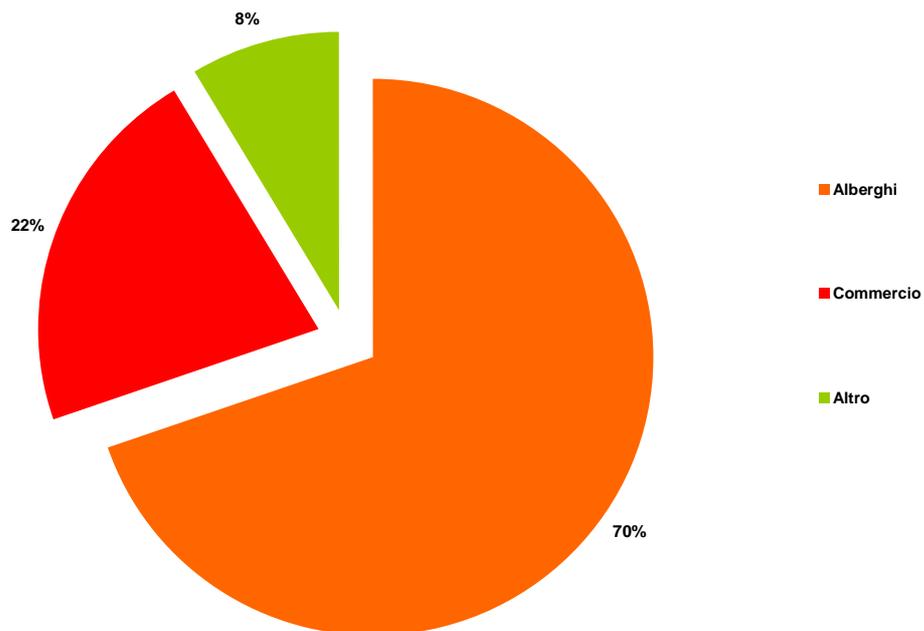


Grafico 5.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche.



Andamento dei consumi elettrici nel settore terziario a Limone sul Garda

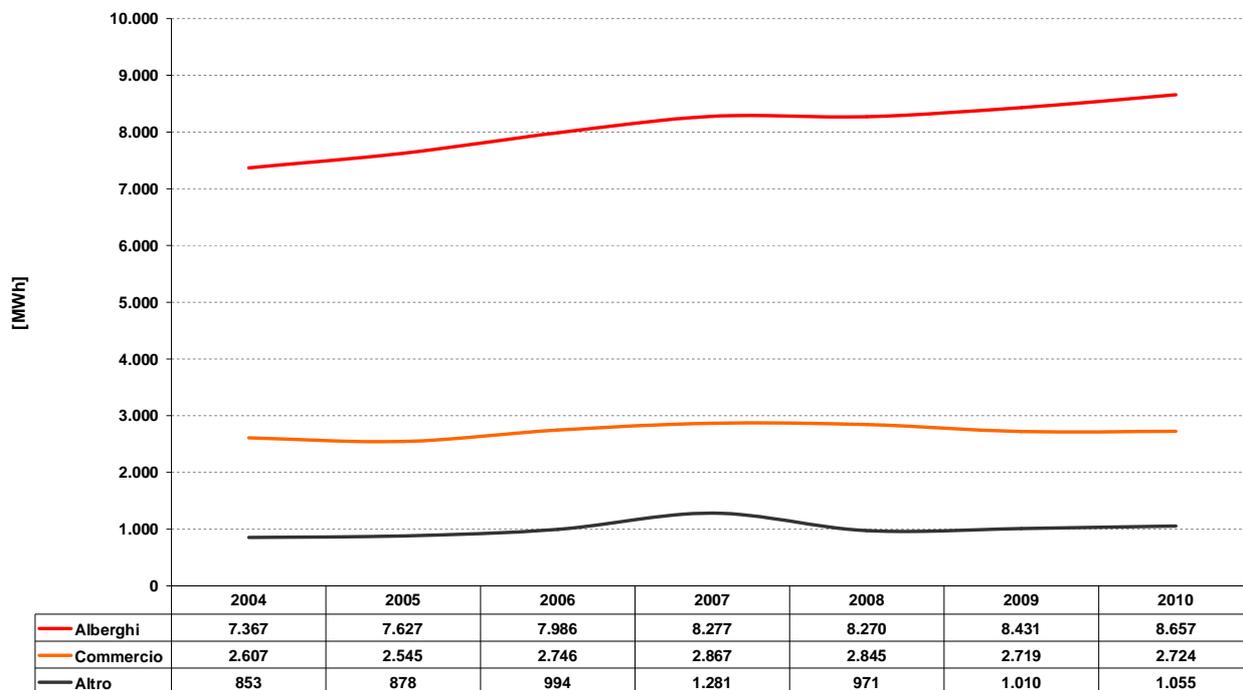


Grafico 5.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche.

Variazione dei consumi elettrici nel settore terziario a Limone sul Garda

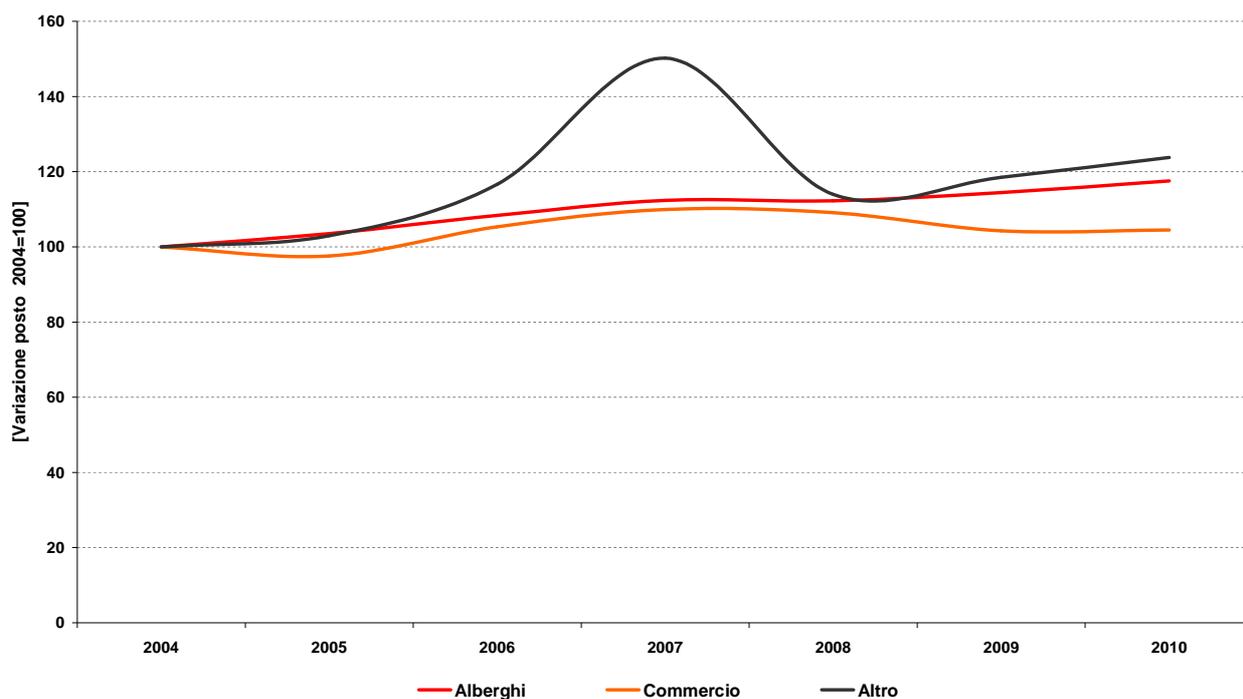


Grafico 5.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche.

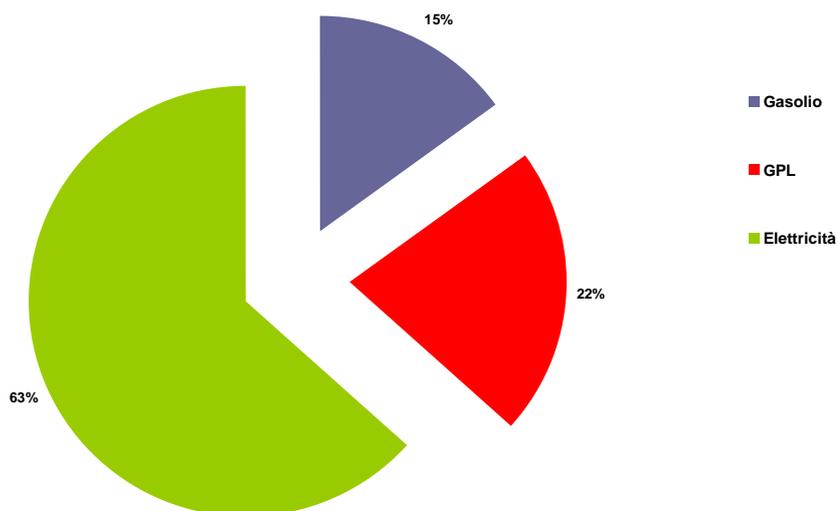


E' possibile valutare i consumi elettrici aggregati anche in serie storica (grafici alla pagina precedente): i due ambiti minori, commerciale e "altro", presentano un andamento piano; il settore alberghiero, invece, attesta un andamento dei consumi in costante crescita (da 7,3 GWh del 2004 a circa 8,6 GWh del 2010) pari al 20 % circa in 7 anni.

Tornando ai consumi complessivi, il settore pubblico (illuminazione pubblica e gestione edifici comunali) impegna poco più dell'8 % dei consumi complessivi del terziario. Il Grafico che segue riporta i valori percentuali attribuibili ai consumi del singolo vettore.

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 73 % delle emissioni di settore, contro il 63 % di peso sui consumi). I prodotti petroliferi, invece, in termini di emissioni, incidono in quota pari al residuo 27 %, mentre sui consumi incidono per il 37 % circa.

Disaggregazione percentuale dei consumi di Limone sul Garda nel 2010 per vettore energetico nel settore terziario



**Grafico 5.6** Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda e ASR Lombardia.



Emissioni di CO<sub>2</sub> del settore terziario a Limone sul Garda nel 2010 disaggregate per vettore energetico

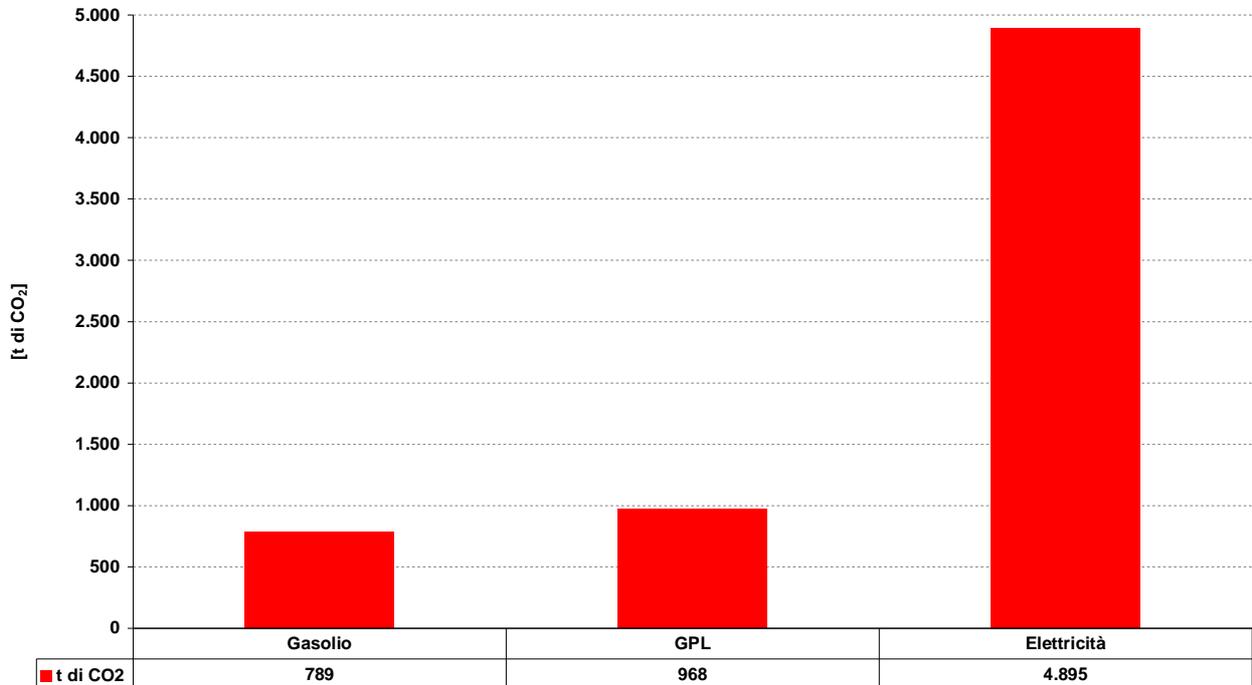


Grafico 5.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda e ASR Lombardia.

Disaggregazione percentuale delle emissioni di CO<sub>2</sub> a Limone sul Garda nel 2010 per vettore energetico nel settore terziario

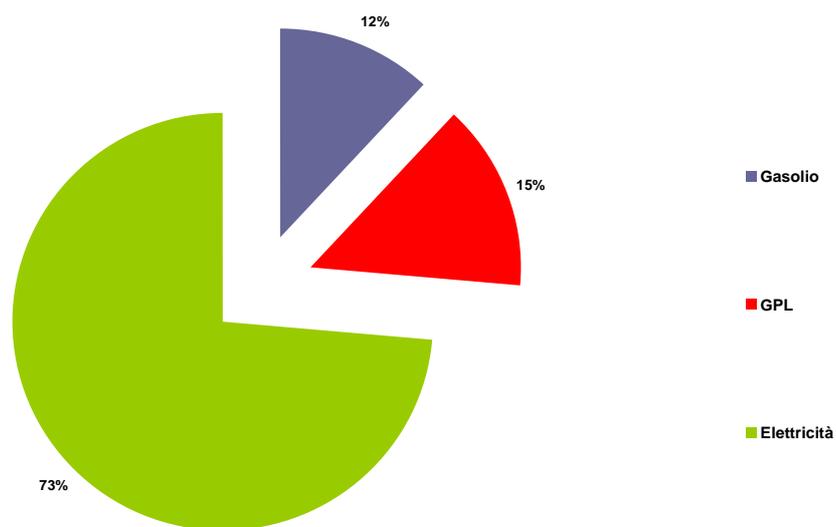


Grafico 5.8 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda e ASR Lombardia.



Il settore pubblico emette il 9 % circa delle emissioni complessive del terziario. La tabella che segue riassume i consumi e le emissioni catalogate.

Vettore energetico	Consumi	Consumi in MWh	Emissioni in t di CO <sub>2</sub>
Gasolio	249 t	2.954	789
GPL	334 t	4.266	968
Elettricità	12.432 MWh	12.432	4.895
<b>Totale</b>	-----	<b>19.652</b>	<b>6.652</b>

Tabella 5.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda e ASR Lombardia.

## 5.2 Gli edifici pubblici

Gli edifici pubblici presenti nel Comune di Limone sul Garda, nel 2010 hanno fatto registrare un consumo complessivo di energia pari a 1.088 MWh, di cui 436 per usi elettrici (pari al 40 % circa) e la restante quota per usi termici (60 %). Gli usi termici sono coperti, anche in questo caso, per mezzo di vettori petroliferi (GPL e gasolio).

Il grafico che segue sintetizza i dati di consumo per singolo edificio nelle due annualità disponibili (2009 e 2010). Dalla lettura dello stesso si evidenzia che il maggior consumo di gasolio è annettibile alla Casa-albergo "Sorriso", al Palazzetto e in misura più contenuta alla Scuola elementare e al Municipio. Le variazioni registrate fra 2009 e 2010 sono ascrivibili sia alla variazione climatica fra le due annualità ma anche alla gestione degli accumuli. Infatti, i dati riportati nel grafico rappresentano gli acquisti di gasolio avvenuti nella singola annualità. A fine anno tutto il gasolio acquistato nel corso dell'annualità potrebbe non essere stato del tutto utilizzato.

Consumi di gasolio negli edifici pubblici del Comune di Limone sul Garda

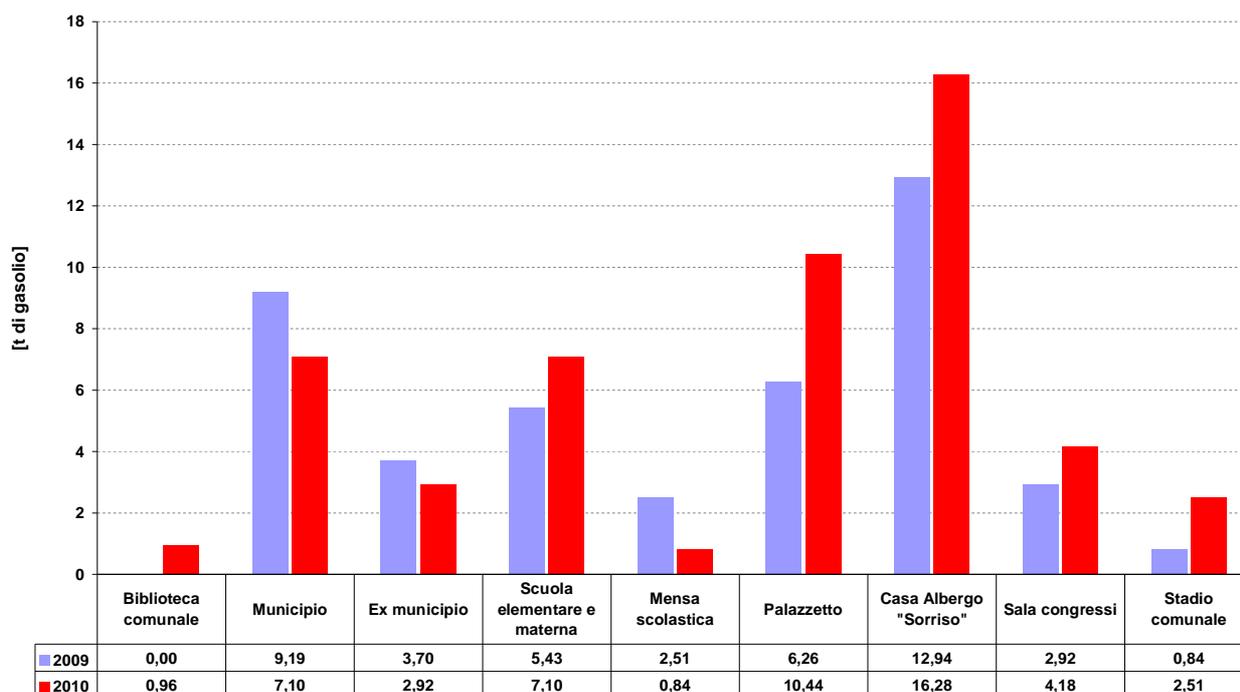


Grafico 5.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Limone sul Garda



In totale il consumo di gasolio, nel 2010 ammonta a 52,3 t a cui vanno sommate 2,5 t utilizzate a integrazione dell'impianto presente nella Sala congressi.

Relativamente agli usi elettrici, la tabella che segue riporta i valori rilevati nelle annualità 2009 e 2010. Come per gli usi termici, anche in questo caso, la maggior quota di consumo si lega alla Casa-Albergo "Sorriso" seguita dal Municipio e dal Campo sportivo.

In totale, i consumi elettrici degli edifici pubblici di Limone sul Garda ammontano a circa 436 MWh.

Edificio	Consumi di energia elettrica [2009]	Consumi di energia elettrica [2010]
Biblioteca	0,6	0,7
Municipio	90,9	97,3
Scuola elementare	14,6	13,4
Scuola materna	1,0	3,0
Mensa scolastica	2,3	2,2
Casa albergo "Sorriso"	101,6	135,9
Sala congressi	30,9	40,2
Tennis comunale	11,0	14,9
Limonaia del castello	26,1	35,8
Limonaia Frei	11,7	9,0
Limonaia Dalò	15,2	13,9
Uffici comunali	7,2	10,5
Vigili urbani	13,4	10,7
Dissuasore di velocità	0,1	0,1
Servizi igienici	7,9	7,1
Ufficio informazioni	7,4	8,2
Caserma Carabinieri	2,7	2,4
Ambulatori	6,1	7,1
Magazzini	0,0	0,0
Campo sportivo	56,3	23,7
<b>Totale</b>	<b>407</b>	<b>436</b>

Tabella 5.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Limone sul Garda.

### 5.3 L'illuminazione pubblica comunale

I consumi elettrici ascrivibili all'impianto di pubblica illuminazione del Comune di Limone sul Garda, praticamente invariati fra 2009 e 2010, evidenziano una più complessa disaggregazione rispetto ad altri comuni italiani. La complessità si lega sia al livello di disaggregazione dettagliato che il Comune ha a disposizione, sia all'incidenza di alcune tipologie di usi finali. Il grafico che segue sintetizza i consumi elettrici nelle due annualità disponibili per l'analisi. Dalla prima osservazione del grafico emerge il grosso peso dei consumi elettrici legati all'illuminazione dei parcheggi: in un anno essi consumano più di 350 MWh. In particolare la maggior parte dei consumi annessi ai parcheggi è legata all'illuminazione di un parcheggio sotterraneo. Le quote residue risultano meno rilevanti; va tuttavia segnalata la presenza di due gallerie stradali nel territorio comunale di cui il grafico che segue dettaglia i valori di consumo separatamente. Percentualmente l'incidenza dell'illuminazione dei parcheggi supera il 60 %, mentre l'illuminazione stradale (gallerie e strade urbane) rappresenta il residuo 40 %. Pochi punti percentuali (2 %) rappresentano la quota di elettricità consumata dal Comune nell'ambito di manifestazioni ed eventi realizzati annualmente.



Consumi complessivi dell'impianto di illuminazione pubblica a Limone sul Garda

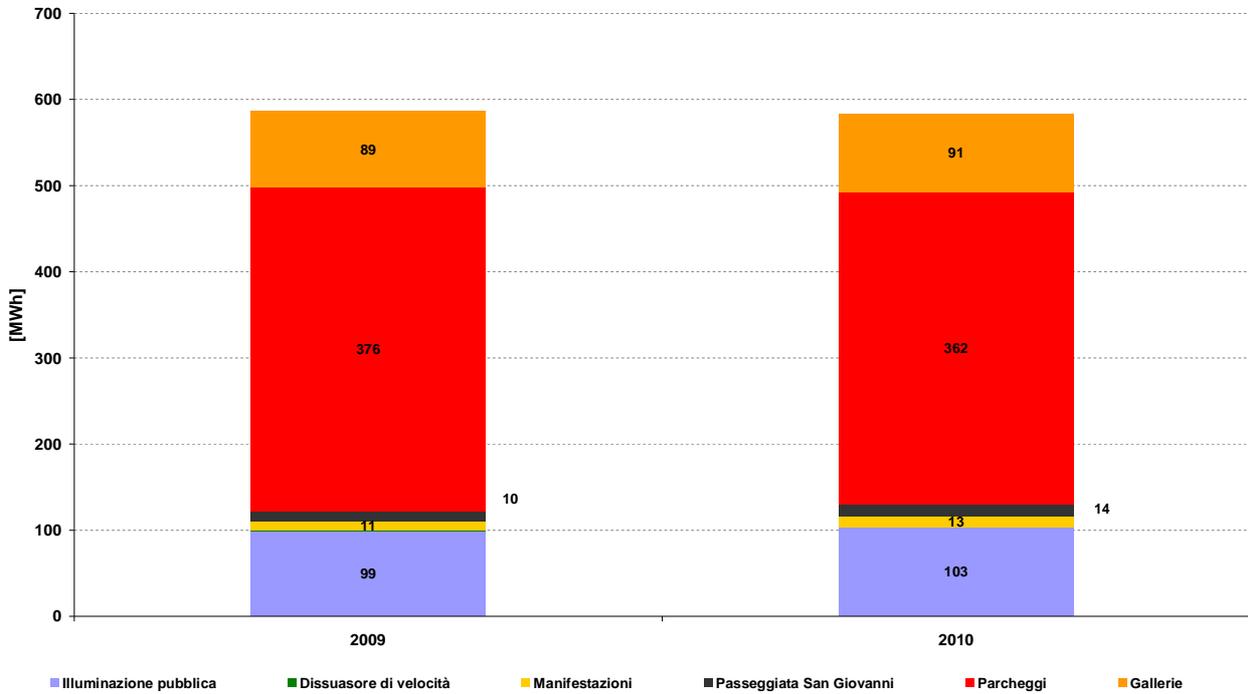


Grafico 5.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Limone sul Garda

Disaggregazione percentuale dei consumi elettrici dell'impianto di illuminazione pubblica al 2010 a Limone sul Garda

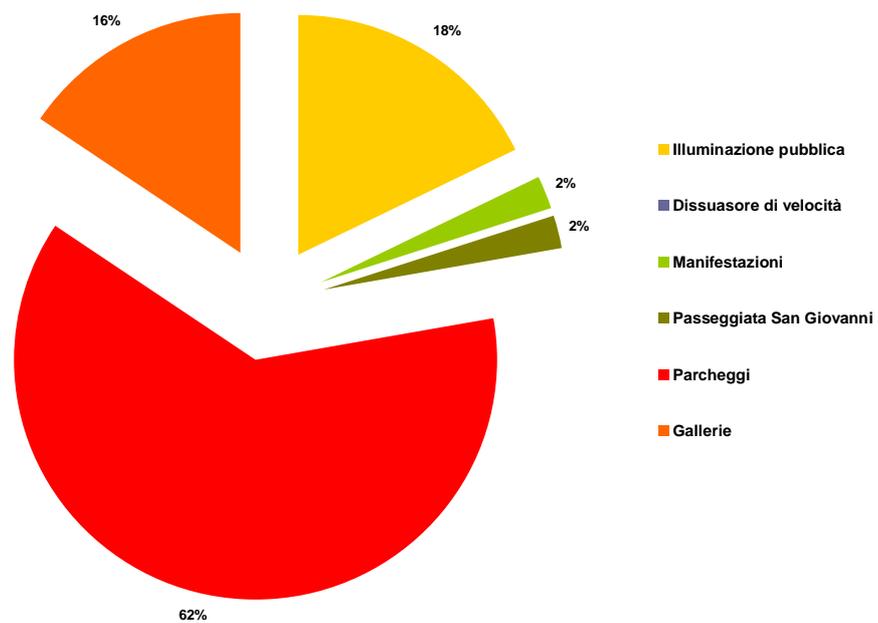


Grafico 5.11 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Limone sul Garda



Sul territorio del comunale, nel 2010, sono presenti circa 780 corpi lampada utilizzati per l'illuminazione pubblica e in parte di proprietà del Comune e in parte di Enel Sole.

La potenza nominale installata complessiva è pari a circa 101 kW di cui circa 70 di proprietà e gestione Enel Sole e i 30 kW residui di proprietà comunale. Per tipologia si evidenzia la presenza prevalente di lampade di tipo al Sodio ad alta pressione (tutto il parco lampade di proprietà Enel Sole è di tipo S.A.P.) e in misura minore di lampade agli ioduri metallici e fluorescenti.

La tabella che segue riporta i dati riferiti alla numerosità e alla potenza delle lampade per tipologia di lampada e per proprietà della stessa.

Tipologia – Enel Sole	n° di corpi lampada	Potenza nominale [W]	Potenza installata complessiva [kW]
<b>Sodio alta pressione</b>	117	70	10,4
	225	100	27,2
	176	150	31,4
	3	250	0,9
Tipologia – Comune	n° di corpi lampada	Potenza nominale [W]	Potenza installata complessiva [kW]
<b>Fluorescenti</b>	18	18	0,41
	3	21	0,08
	6	25	0,18
<b>Ioduri</b>	9	70	0,76
	8	400	3,68
<b>Sodio alta pressione</b>	30	70	2,68
	173	100	20,89
	6	400	2,77

**Tabella 5.3** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Limone sul Garda.

La potenza totale viene descritta per tipo di lampada nel Grafico 5.12. Si evidenzia che il 95 % della potenza installata è legata all'utilizzo di lampade di tipo al sodio ad alta pressione, tecnologia oggi ritenuta, energeticamente e in termini di qualità ottica, fra le più efficaci. Una limitata porzione, pari al 4 % della potenza installata, è invece attribuibile a lampade di tipo agli ioduri metallici.

Per comprendere il differente livello di efficienza delle varie tipologie di lampade, il grafico 5.13 evidenzia il livello di efficienza ottica delle singole tipologie di lampada installate a Limone. L'efficienza ottica è intesa come il rapporto fra i lumen che la singola lampada è in grado di garantire e la potenza elettrica che la lampada richiede per produrli. E' un indicatore interessante di efficienza della lampada. In particolare il confronto, nel grafico viene posto fra le due tipologie di lampade più diffuse a Limone, ossia il sodio ad alta pressione e gli ioduri metallici. Se si confronta una lampada IOD da 400 W con una SAP da 400 W emerge che una lampada IOD, in un'ora, consumando 400 Wh garantisce la produzione di 88 lm; mentre una lampada SAP, in un'ora, consumando 400 Wh ne produce 120. Risulta evidente che la sostituzione delle lampade IOD con lampade SAP, nel Comune di Limone, permetterebbe, a parità di lumen forniti, una significativa riduzione dei consumi energetici per l'illuminazione pubblica. Va comunque sottolineato il livello notevole di efficienza dell'impianto già allo stato attuale.



Potenza delle lampade di illuminazione pubblica installate a Limone sul Garda nel 2010

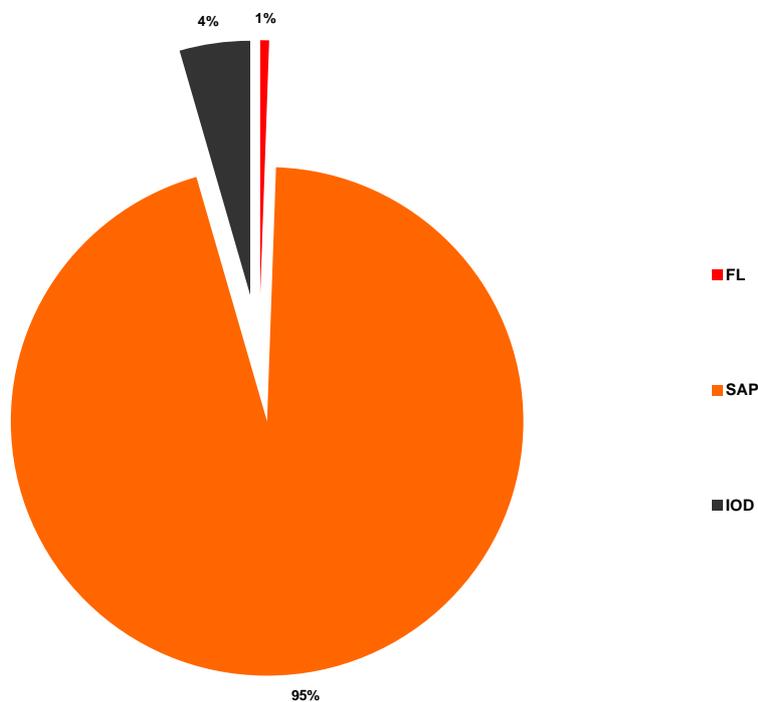


Grafico 5.12 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Limone sul Garda.

Efficienza ottica delle lampade installate al 2010 a Limone sul Garda

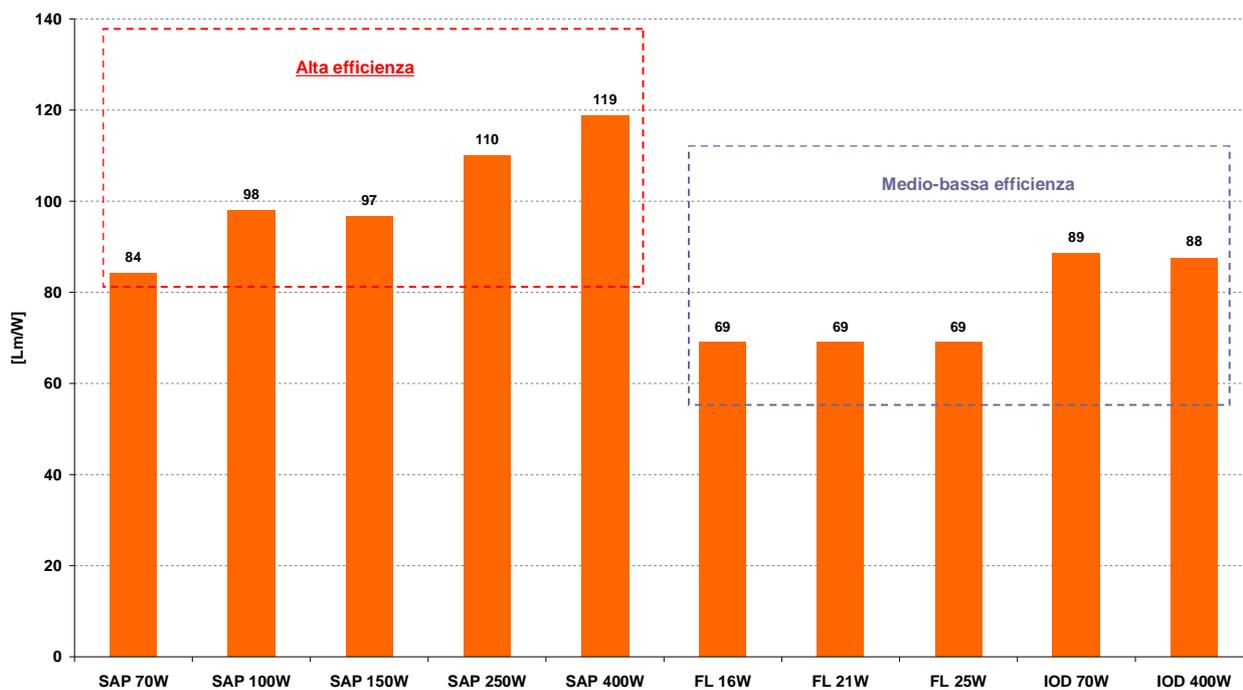


Grafico 5.13 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Limone sul Garda.



La tabella che segue, come già fatto in altre analisi contenute in questo documento, rappresenta una simulazione di tipo bottom-up del parco lampade, con l'obiettivo di ricostruire "dal basso" i consumi dello stesso. Le ore medie di funzionamento considerate nel calcolo ammontano a 4.200 e rappresentano il funzionamento standard di un impianto di illuminazione pubblica. Le potenze utilizzate nel calcolo dei consumi sono le nominali già dettagliate nella tabella precedente aumentate di un coefficiente di perdite e inefficienze variabile per tipo di lampada. Sulla base dei valori tabellati di seguito si stima un consumo complessivo da modello pari a 426 MWh.

Tipologia – Enel Sole	n° di corpi lampada	Potenza nominale [W]	Potenza installata complessiva [kW]	Consumo [MWh]
Sodio alta pressione	117	70	10,4	44
	225	100	27,2	114
	176	150	31,4	132
	3	250	0,9	4
Tipologia - Comune	n° di corpi lampada	Potenza nominale [W]	Potenza installata complessiva [kW]	Consumo [MWh]
Fluorescenti	18	18	0,41	2
	3	21	0,08	0
	6	25	0,18	1
Ioduri metallici	9	70	0,76	3
	8	400	3,68	15
Sodio alta pressione	30	70	2,68	11
	173	100	20,89	88
	6	400	2,77	12

Tabella 5.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Limone sul Garda.

A questo consumo va aggiunta la quota di energia elettrica annettibile a 13 proiettori installati presso il campo sportivo e il campo da tennis di cui non sono note le potenze.

L'efficienza ottica media dell'impianto ammonta a circa 95 lm/W.

## 5.4 Le strutture commerciali di vendita

Un altro ambito di analisi per il settore terziario riguarda le strutture commerciali di vendita diffuse sul territorio del Comune. Una prima analisi, prettamente statistica, permette di suddividere le stesse fra attività commerciali di vicinato e attività commerciali di medie dimensioni. Le attività di vicinato risultano numericamente più significative ma abbastanza contenute in termini di superficie a esse dedicate. I grafici che seguono dettagliano la disaggregazione delle stesse sia numericamente che in termini di superficie anche in riferimento alla tipologia di materiali commercializzati. Nel 2010 sono 79 in totale, mentre fino al 2009 erano 74 e nel 2006 erano 67: è evidente il ritmo di crescita continuo e anche abbastanza insolito per questa tipologie di attività. Infatti mediamente, in altri comuni accade che la nascita di centri commerciali anche in territori limitrofi, tenda a far decrescere la presenza di unità di vicinato di più ridotte dimensioni. Numericamente risultano più incidenti le strutture dedicate alla vendita di prodotti non alimentari. Anche in termini di superficie le disaggregazioni restano abbastanza invariate. In termini di superficie media di vendita (Grafico 5.15) le dimensioni rilevate sono quelle tipiche della piccolissima distribuzione, intesa proprio come unità di vicinato. In media la variazione è compresa fra i 50 m<sup>2</sup> di superficie media dell'unità dedicata alla vendita di alimenti e misti e i 60 m<sup>2</sup> di superficie media dedicata alla vendita di prodotti non alimentari.



Numero delle unità commerciali di vicinato a Limone sul Garda fra 2006 e 2010

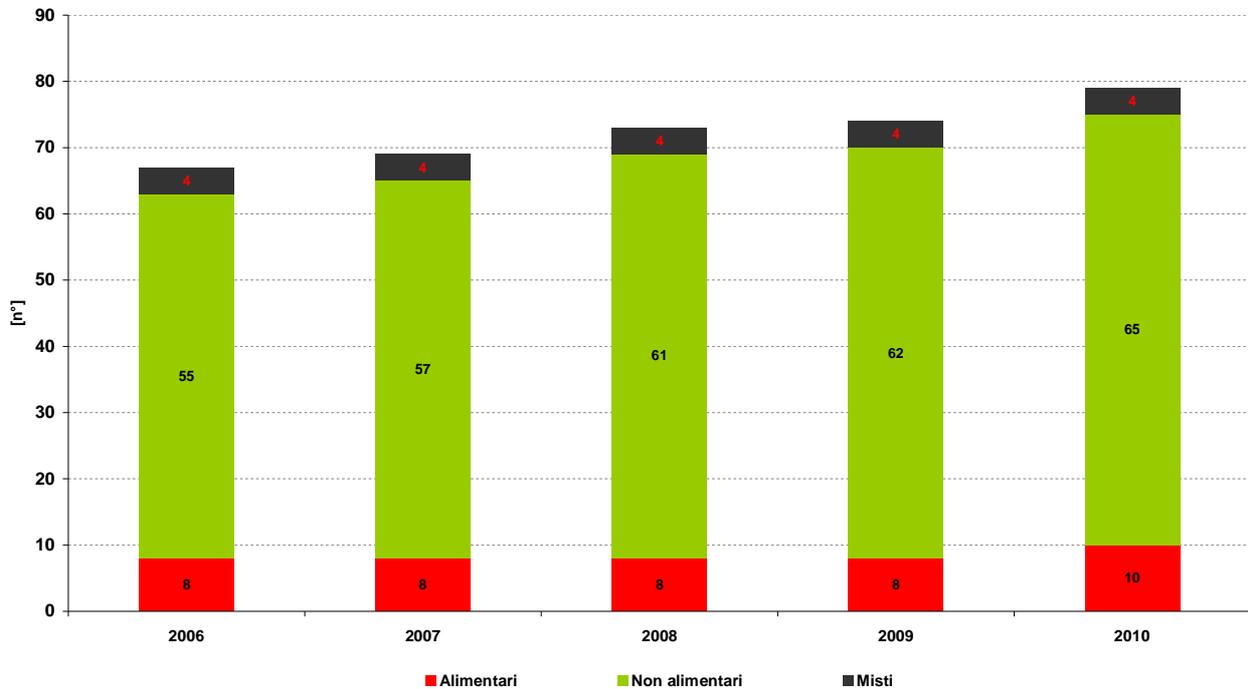


Grafico 5.14 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Camera di Commercio di Brescia.

Superficie complessiva delle unità commerciali di vicinato a Limone sul Garda fra 2006 e 2010

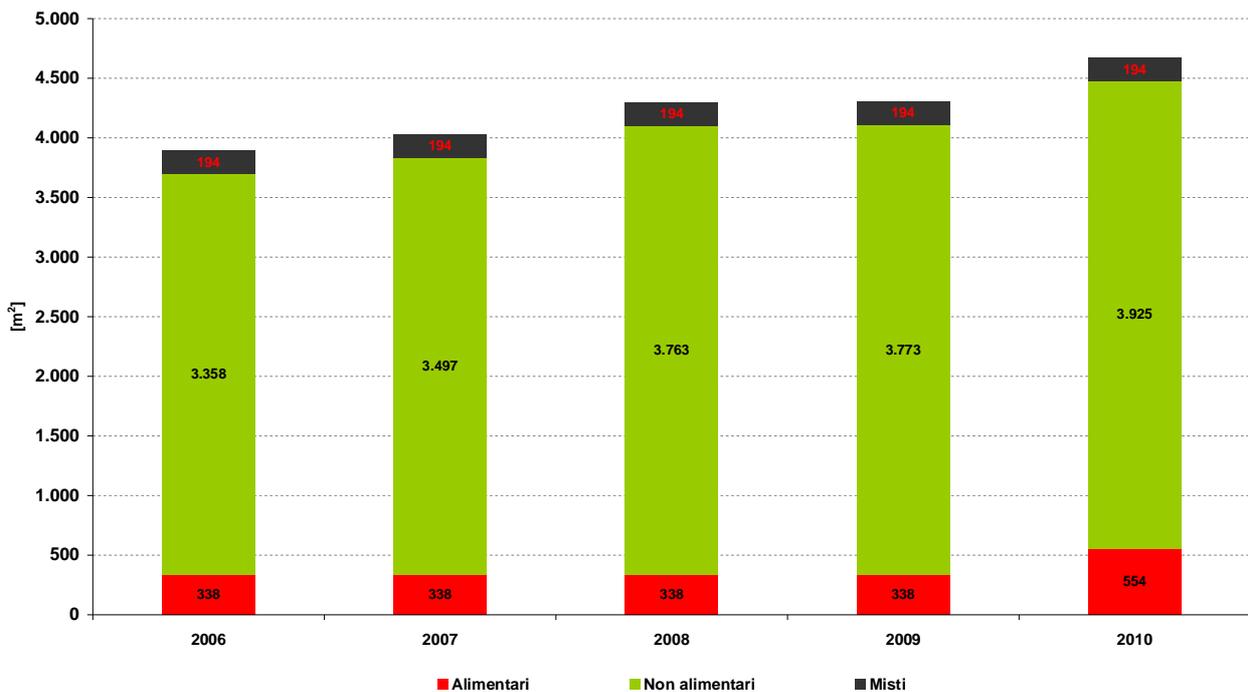


Grafico 5.15 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Camera di Commercio di Brescia.



Superficie media di vendita per tipologia di unità commerciale

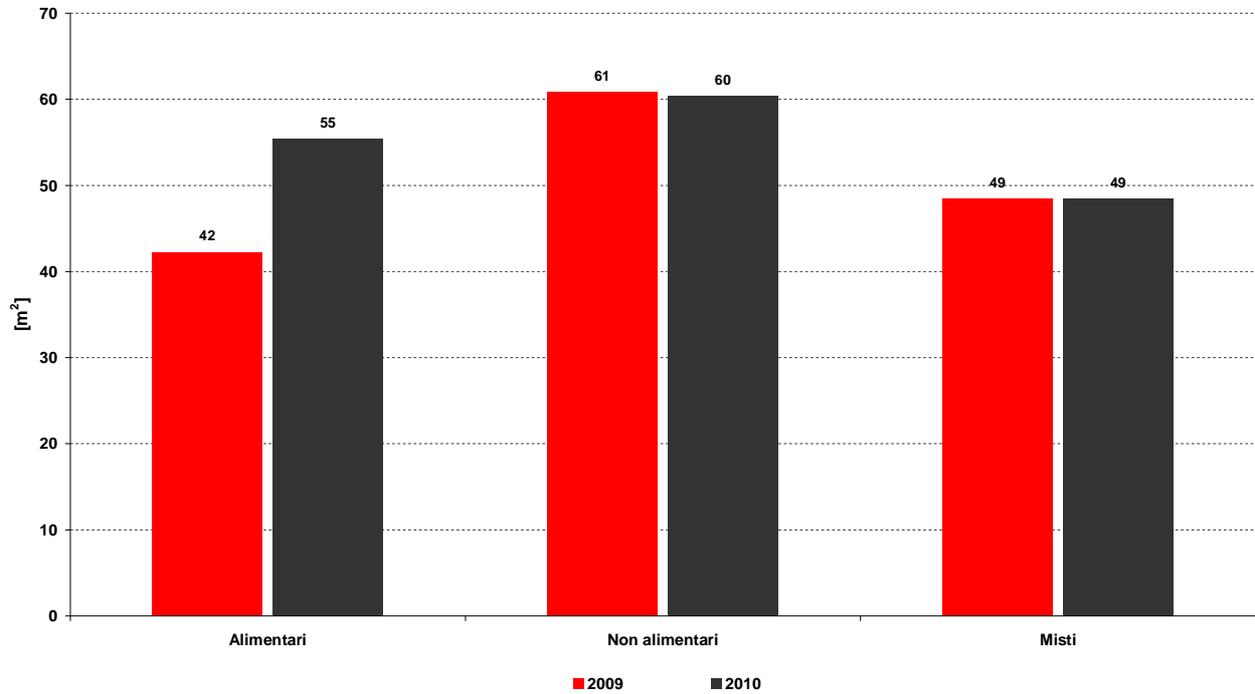


Grafico 5.16 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Camera di Commercio di Brescia.

Superficie totale unità commerciali di distribuzione (piccola e media) a Limone sul Garda nel 2010

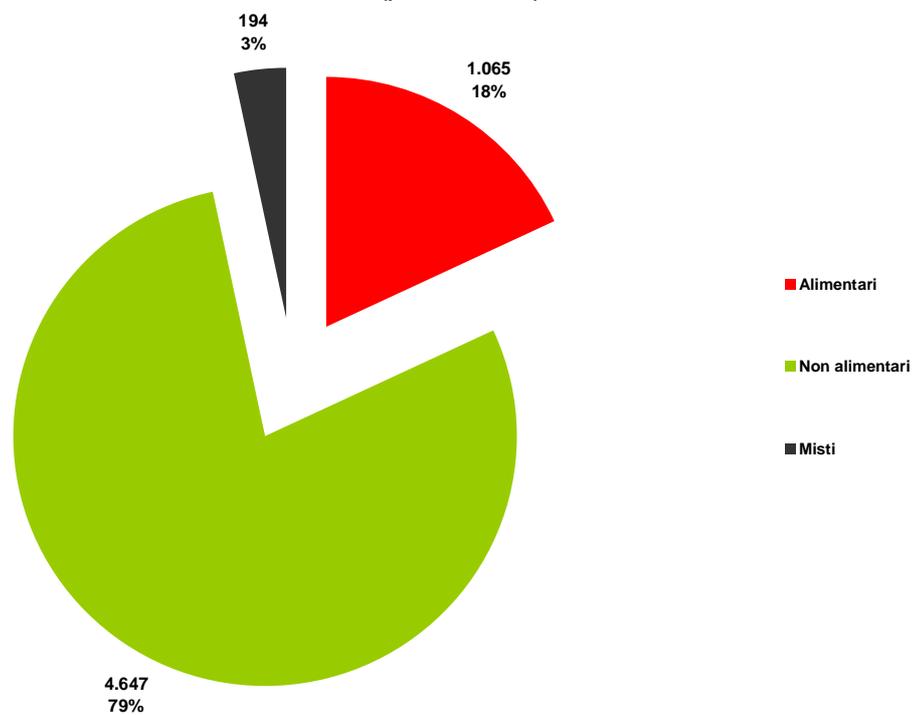


Grafico 5.17 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Camera di Commercio di Brescia.



In totale la superficie complessiva di vendita delle attività di vicinato, nel 2010 ammonta a circa 4.673 m<sup>2</sup> suddivisi fra 80 unità commerciali.

Se si passa all'analisi delle medie strutture di vendita chiaramente si verifica un incremento della superficie media dedicata alla singola struttura. In questo caso la superficie totale ammonta a circa 1.233 m<sup>2</sup> complessivi di cui il 40 % dedicati alla commercializzazione di prodotti alimentari e il 60 %, invece dedicati alla vendita di prodotti non alimentari. In termini di superficie media, trattandosi di 4 unità commerciali di medie dimensioni, il valore medio della singola ammonta a circa 310 m<sup>2</sup>. Non risulta possibile, in questo caso, suddividere la superficie media per tipologia di oggetto commercializzato.

In termini complessivi la superficie commerciale presente a Limone sul Garda (piccola e media distribuzione) ammonta a circa 5.900 m<sup>2</sup>. suddivisa fra commercio di alimenti e di altri prodotti in base alla torta riportata nel Grafico 5.14. Il 18 % circa della superficie commerciale complessiva risulta dedicata al commercio di alimenti e l'80 % circa ad altri beni.

Una prima macrosuddivisione degli assorbimenti energetici per questa tipologia di attività commerciali viene effettuata considerando la differenza fra piccola unità di vicinato e media distribuzione, sulla base delle statistiche descritte nella prima parte del paragrafo. Si può facilmente concordare che la piccola distribuzione mediamente segua, da un punto di vista termico, i medesimi regimi di funzionamento e di efficienza di involucro e impianti già valutati per il settore della residenza. Chiaramente non avendo a disposizione una disaggregazione di questi spazi per epoca storica dell'edificio in cui gli stessi sono collocati si applica a questa analisi il valore medio di consumo specifico già calcolato nei paragrafi dedicati all'analisi del residenziale. Va detto, fra l'altro, che anche in termini di localizzazione, queste piccole unità a superficie ridotta sono mediamente collocate al piano terra di fabbricati residenziali e dunque certamente attestano le medesime caratteristiche strutturali e impiantistiche degli stessi. Possiamo dunque ritenere rappresentativo dei consumi termici di questi fabbricati una media di circa 133 kWh/m<sup>2</sup> anno.

Il lato elettrico, invece, prevede delle integrazioni all'approccio di calcolo. Intanto risulta utile una suddivisione fra superficie di vendita di prodotti alimentari e di altre tipologie di prodotti. Infatti, mediamente, le superfici di vendita di prodotti alimentari necessariamente includono un banco frigo che invece non è presente, in genere, nel caso di altre attività di vendita. Le altre fonti di consumo elettrico in superfici di piccole dimensioni, sono generalmente legate all'illuminazione degli ambienti oltre che a computer, casse e bilance. Per alcune tipologie di attività (macellerie, ortofrutta ecc.), oltre al banco frigo, potrebbero essere presenti delle celle frigorifere che chiaramente incrementano il consumo medio. La tabella che segue disaggrega i consumi per le due sottotipologie di attività commerciale descritte. In totale si valutano circa 50 t di GPL consumato e 1.595 MWh elettrici. In genere nel settore commerciale gli usi elettrici risultano maggiormente incidenti rispetto ai termici, tuttavia in questo caso l'analisi è legata a unità commerciali di piccole dimensioni. Dei consumi elettrici, circa 30 kWh/m<sup>2</sup> rappresentano i consumi necessari all'illuminazione degli ambienti.

Unità di piccola distribuzione	Consumi di energia elettrica [MWh]	Consumi finali per energia termica [MWh]
Unità di vicinato alimentare	222	74
Unità di vicinato non alimentare	1.374	522
<b>Totale</b>	<b>1.595</b>	<b>596</b>

Tabella 5.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Camera di Commercio di Brescia.



L'analisi relativa, invece a strutture di media distribuzione diventa più complessa e difficilmente comparabile con quella del tessuto residenziale. La media distribuzione a Limone sul Garda, infatti, in alcuni casi sorge al piano inferiore di nuovi complessi residenziali ma in altri è costituita da capannoni costruiti appositamente e con caratteristiche abbastanza dissimili dall'edilizia residenziale, tanto per forma quanto per tecnologia e materiali adoperati. Gli edifici di questa tipologia, mediamente, sono realizzati con intelaiatura strutturale in calcestruzzo armato e tamponamenti, principalmente prefabbricati, in cls. Possiamo quindi, in questo caso, ritenere rappresentativi dei consumi per usi termici un livello medio pari a circa 150 kWh/m<sup>2</sup> anno. La differenza di circa 15 kWh/m<sup>2</sup> anno permette di declassare la qualità d'involucro. In questo modo si stima un consumo per il riscaldamento invernale di circa 15 t di GPL l'anno.

L'analisi elettrica risulta ulteriormente articolata in considerazione del fatto che i consumi di queste strutture sono influenzati da una serie di carichi non confrontabili con quanto analizzato per le piccole unità di vicinato.

In genere è possibile considerare la presenza dei seguenti sistemi:

- impianti di illuminazione interni, esterni e insegne luminose;
- impianti di condizionamento;
- impianti frigoriferi;
- macchine da ufficio, PC, casse, bilance e macchinari vari;
- apparati di sollevamento (ascensori e montacarichi);

Non avendo a disposizione le caratteristiche specifiche del singolo fabbricato e le tecnologie in esso installate, in questo caso si applica forfaitariamente un consumo specifico medio calcolato considerando il consumo medio dei supermercati di medie dimensioni diffusi al nord Italia. I dati proposti derivano da ricerche specifiche di settore e risultano comparabili se confrontati con altri dati di confronto. In media per un sito di vendita di prodotti alimentari si utilizza un parametro di 400 kWh/m<sup>2</sup> anno per i consumi elettrici e di 300 kWh/m<sup>2</sup> per siti di commercializzazione di generi non alimentari.

La tabella che segue sintetizza i valori calcolati.

Media distribuzione	Consumi di energia elettrica [MWh]	Consumi finali per energia termica [MWh]
Media distribuzione alimentare	256	77
Media distribuzione alimentare	325	108
<b>Totale</b>	<b>580</b>	<b>185</b>

Tabella 5.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Camera di Commercio di Brescia.

In totale, quindi, è possibile riassumere nella tabella seguente i consumi di GPL ed energia elettrica ascrivibili alle attività commerciali.

Attività commerciali	Consumi	Consumi [MWh]
GPL	61 t	781
Energia elettrica	2.176 MWh	2.176
<b>Totale</b>		<b>2.956</b>

Tabella 5.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Camera di Commercio di Brescia.



Infine, il grafico seguente identifica la quota di consumo di energia elettrica registrata da A2A reti elettriche per il settore commerciale a Limone. Il confronto fra i dati indicati nel grafico e quanto simulato e riportato nella tabella precedente differiscono di circa 600 MWh attribuibili ad altre attività non censite dall'Istat sotto la voce commercio (studi professionali, parrucchieri, piccolo artigianato).

Andamento dei consumi di energia elettrica riferiti al settore commerciale a Limone sul Garda

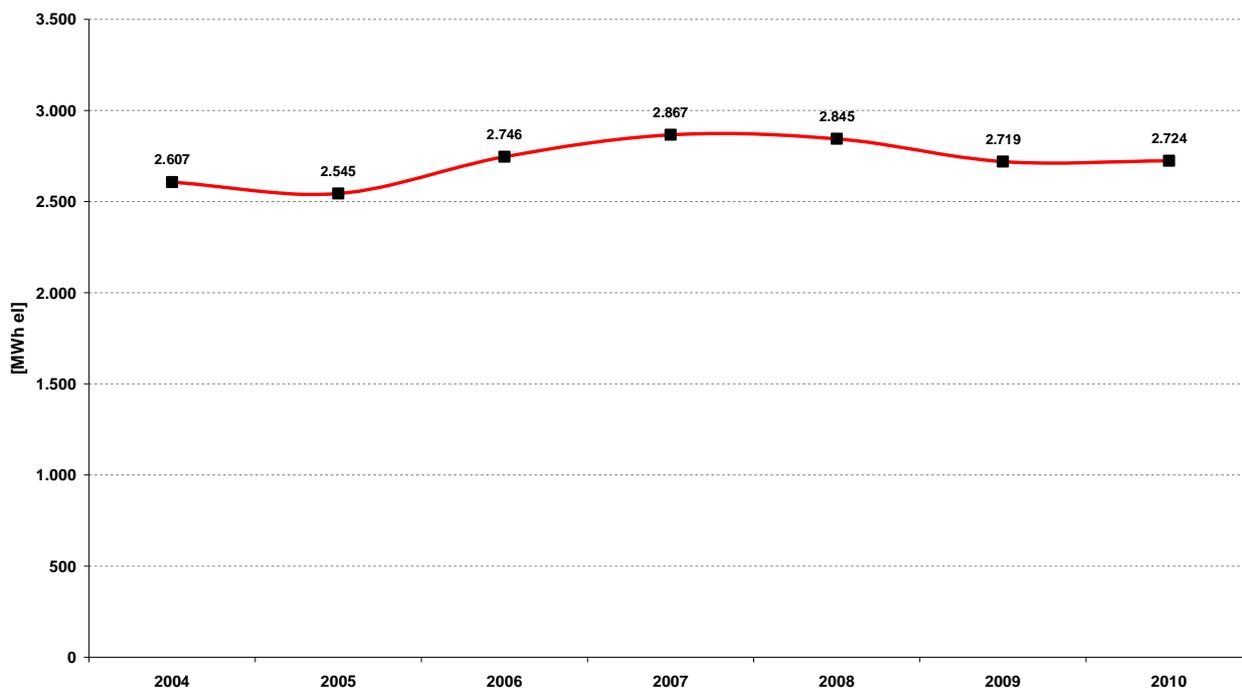


Grafico 5.18 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche.

## 5.5 Le strutture turistico-alberghiere

L'ultimo ambito di indagine riguarda le strutture ricettive presenti nel Comune di Limone sul Garda. Il Grafico che segue riassume il numero di esercizi turistici presenti e disaggregati per livello dell'hotel. Leggendo il dato in serie storica emerge la decrescita di alcune categorie di alberghi (1 e 3 stelle) e una costanza per quanto riguarda le restanti tipologie di esercizi. Nel 2010 in totale risultano attivi 83 esercizi turistici. Se si analizza il grafico riferito alle camere disponibili il dato risulta più costante in serie storica, con un totale di 2.740 camere al 2010. Infine, l'ultimo dato di inquadramento riguarda i posti letto disponibili che nel 2010 sfiorano i 7.000. E' interessante notare che a fronte di una decrescita in serie storica degli esercizi turistici presenti a Limone, invece, i posti letto tendono a incrementarsi. Questo tipo di andamento implica un incremento medio delle dimensioni degli esercizi turistici nel corso degli anni. La maggior parte dei posti letto disponibili a Limone sul Garda è collocato in alberghi da 3 e 4 stelle. A parte vengono anche analizzati i posti letto in campeggio. La serie storica in questo caso evidenzia una maggiore variabilità nel corso degli anni. A Limone sono presenti due campeggi con un totale di posti letto garantiti nel 2010 pari a 850. La capacità complessiva in termini di posti letto giornalieri a Limone sul Garda fra alberghi, b&b, case vacanza e campeggi ammonta in totale a 6.768.



Esercizi turistici presenti a Limone sul Garda fra 2005 e 2010 per tipologia di struttura ricettiva

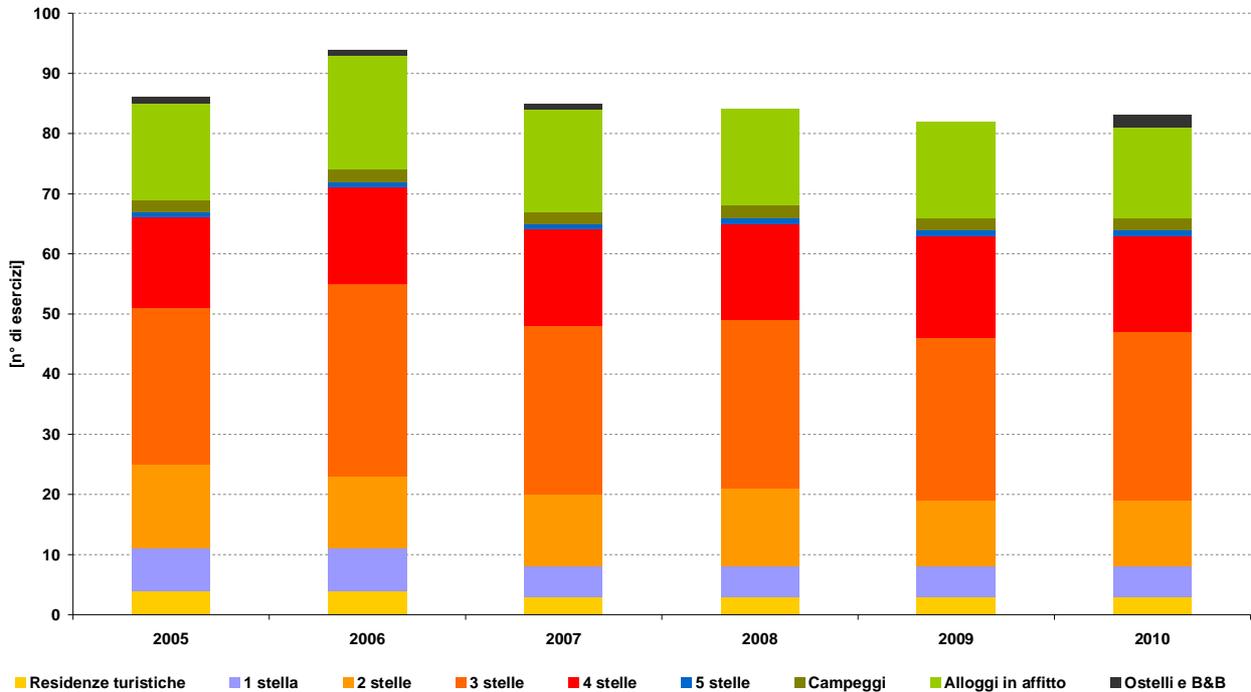


Grafico 5.19 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Camera di Commercio di Brescia.

Camere disponibili a Limone sul Garda fra 2005 e 2010 per tipologia di struttura ricettiva

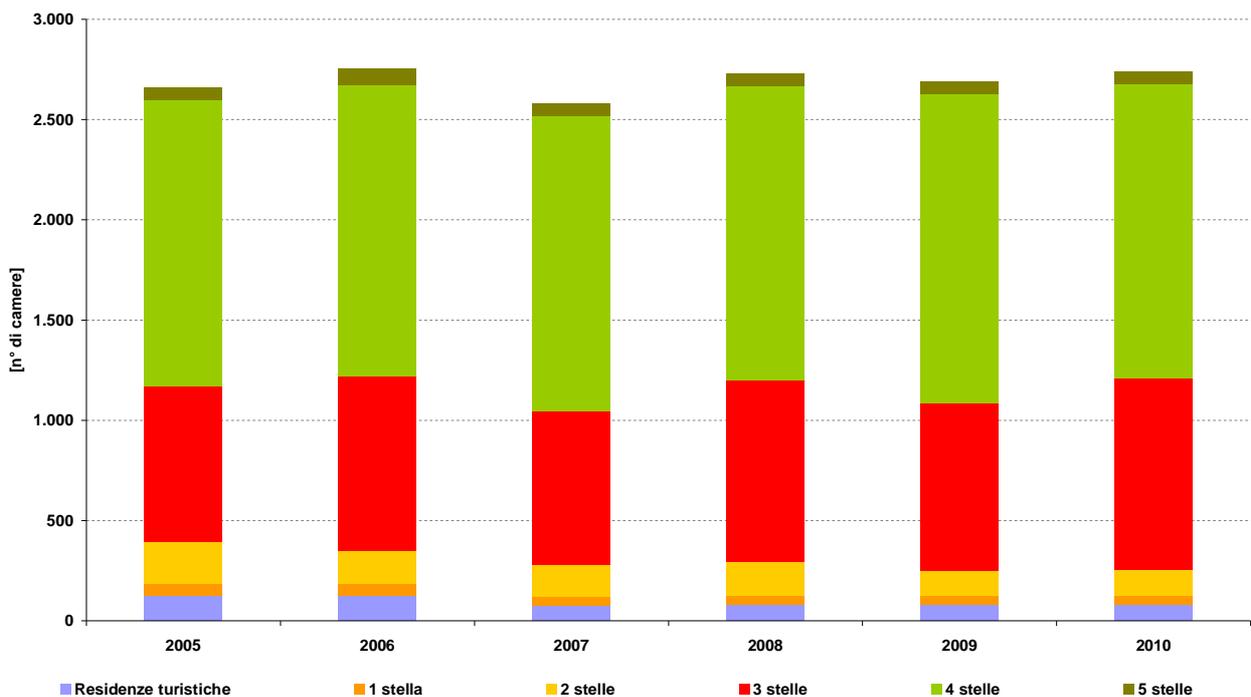


Grafico 5.20 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Camera di Commercio di Brescia.



Posti letto disponibili a Limone sul Garda fra 2005 e 2010 per tipologia di struttura ricettiva

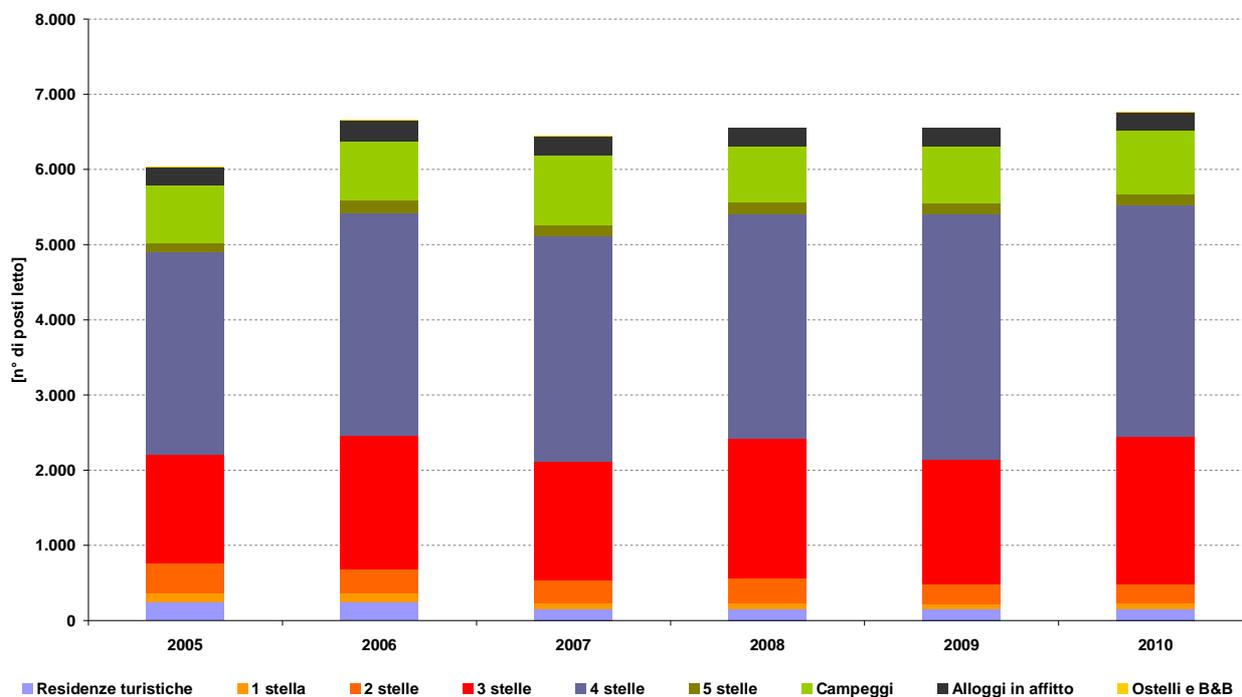


Grafico 5.21 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Camera di Commercio di Brescia.

Posti letto in campeggio a Limone sul Garda fra 2005 e 2010

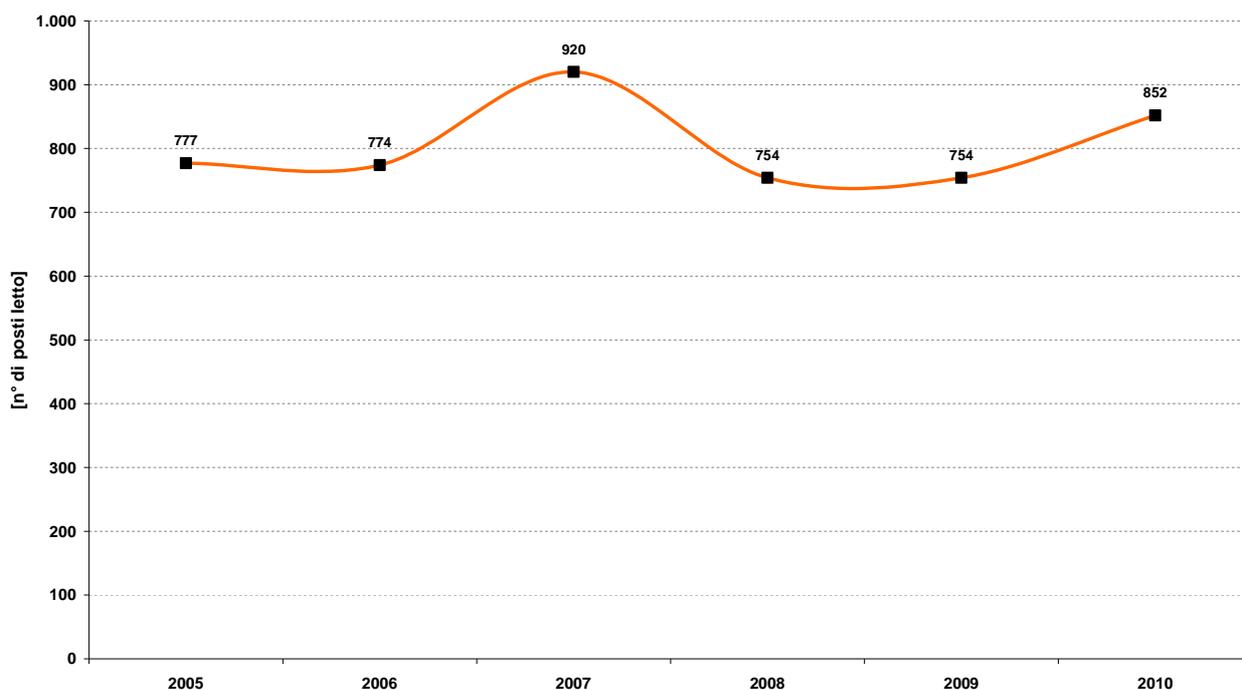


Grafico 5.22 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Camera di Commercio di Brescia.



Per poter valutare il profilo di occupazione delle strutture menzionate si fa riferimento ai dati statistici dell'Assessorato al turismo della Provincia di Brescia (Ufficio promozione e statistica) riferiti agli arrivi e alle presenze a Limone sul Garda per singolo mese dell'anno. Il grafico che segue sintetizza, per gli anni compresi fra 2006 e 2010, il dato riferito agli arrivi e alle presenze complessive a Limone sul Garda. I dati riportati nel grafico evidenziano per il 2010 circa 167.000 arrivi e 980.000 presenze: si tratta di valori molto elevati se confrontati con la dimensione urbana e demografica del Comune. Questi valori così elevati giustificano anche la quota notevole di consumi energetici (principalmente di energia elettrica ma anche per usi termici) registrata per questo settore. Il settore alberghiero di Limone sul Garda fa registrare consumi ed emissioni più elevate rispetto al settore della residenza. Osservando la serie storica delle informazioni si evidenzia un calo sia in termini di presenze che di arrivi registrato nel 2008. Nel corso della altre annualità, invece, l'andamento risulta in leggera costante crescita. Le annualità 2009 e 2010 risultano complessivamente equivalenti fra di loro.

Presenze e arrivi totali nel settore turistico fra 2006 e 2010 nel comune di Limone sul Garda

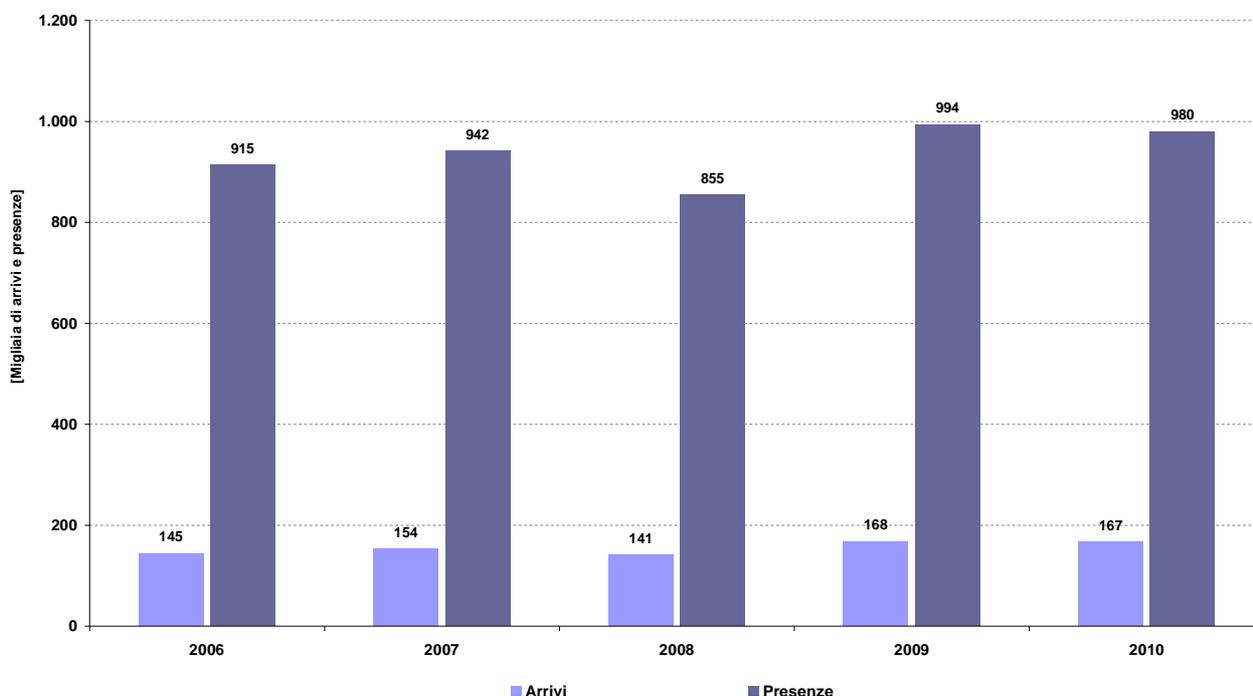


Grafico 5.23 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia.

Se si analizza il dato delle presenze rapportato a quello degli arrivi, in media si osserva una leggera riduzione delle giornate di permanenza nel Comune. Infatti nel 2006 il turista medio restava a Limone sul Garda 6,3 giorni mentre nel 2010 le giornate si riducono a 5,9 evidenziando una riduzione del 7 % circa della permanenza. Il dato delle giornate medie di permanenza risulta più interessante se riferito al singolo mese dell'anno. Chiaramente la durata della vacanza risulta variabile non solo in riferimento alla singola annualità ma anche al singolo mese. Nel 2010, escludendo il mese di dicembre in cui la permanenza media scende a 2,5 giorni, in tutti gli altri mesi si registrano valori superiori alle 4 giornate. Nei mesi di maggio e ottobre il numero medio di giornate di permanenza sale a 5 e nei mesi estivi (giugno-settembre) supera le 6 giornate medie. Va sottolineato il valore elevato di giornate di permanenza registrato a novembre, comparabili con le permanenze registrate ad agosto.



Giornate medie di permanenza

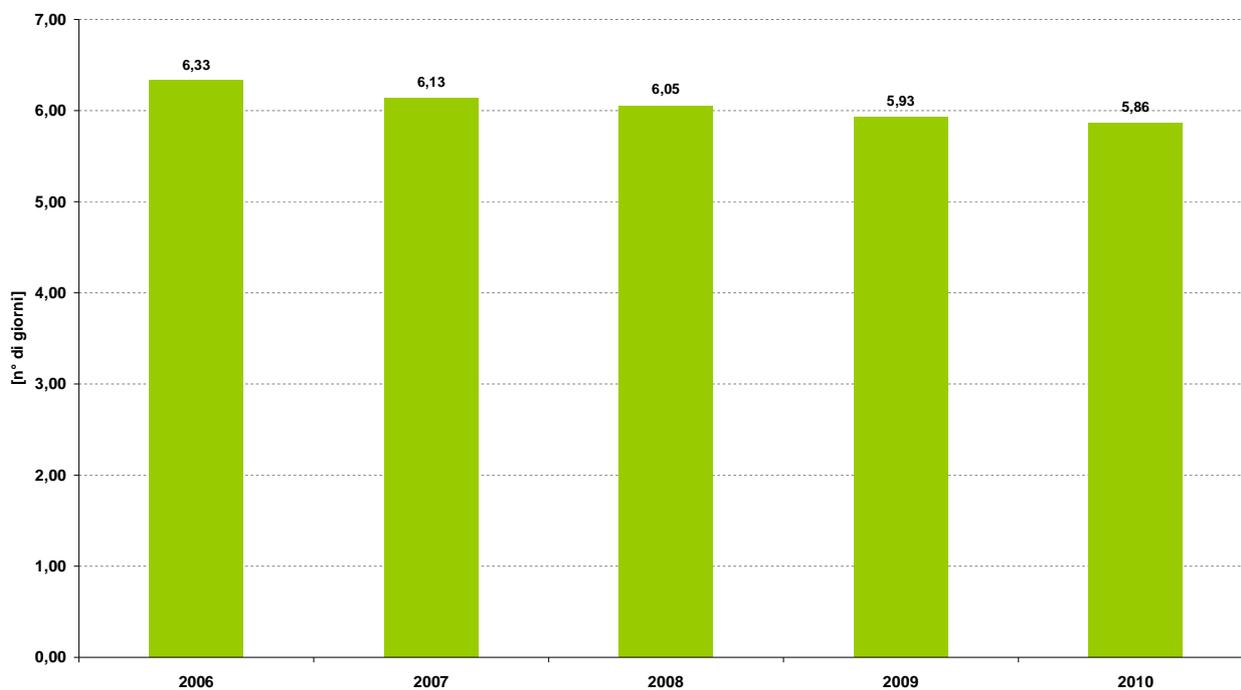


Grafico 5.24 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia.

Giornate medie di permanenza nel 2010

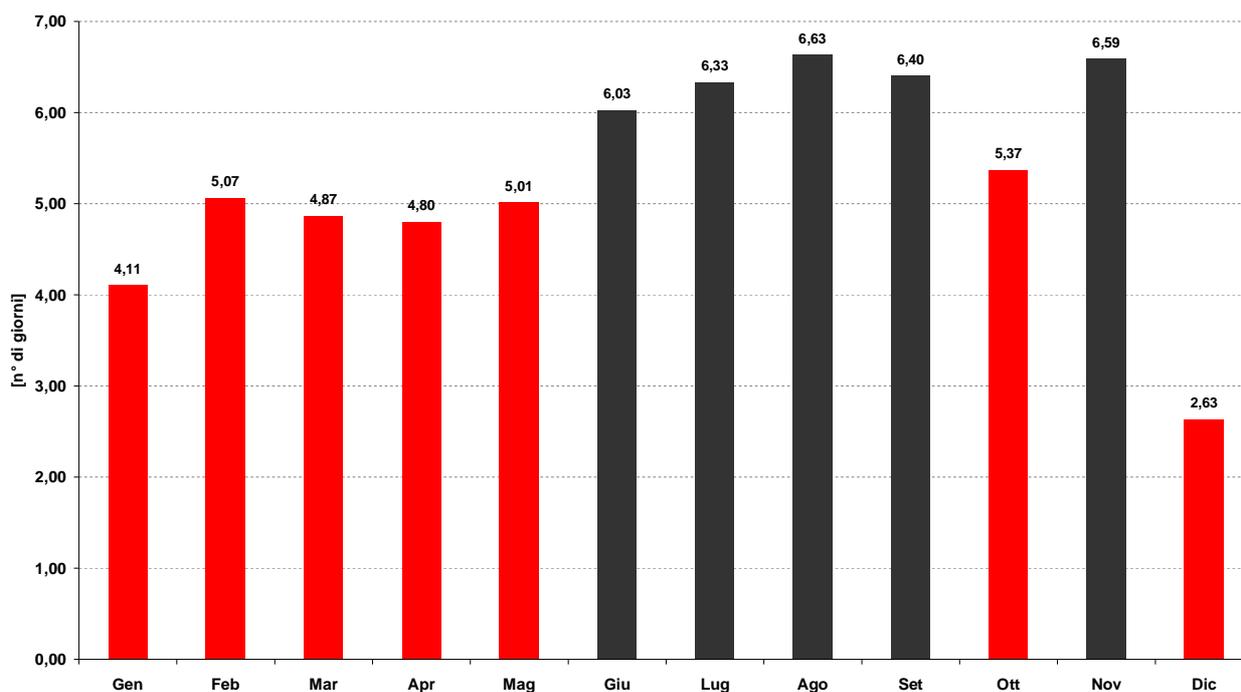


Grafico 5.25 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia.



Considerando la durata elevata della permanenza è possibile senza dubbio affermare che le presenze a Limone sul Garda siano quasi esclusivamente di carattere turistico; il Comune non presenta una particolare attrattività diversa dal turismo. Probabilmente va detto che una parte delle camere risultino occupate da dipendenti e personale alberghiero che tuttavia rappresenta una quota irrisoria rispetto alla movimentazione che si registra.

Come fatto per le giornate medie di permanenza, è possibile valutare i valori di presenze e arrivi per singolo mese dell'anno. Il grafico seguente riporta le curve e permette di confrontare gli andamenti nell'arco di più annualità: sono abbastanza stabili i valori di arrivi nei mesi autunnali e invernali (da settembre a marzo le curve risultano quasi sovrapposte), mentre è più articolata la stagione estiva che evidenzia dei picchi di arrivi nel mese di agosto del 2009 e 2010.

Andamento annuale degli arrivi nel comune di Limone sul Garda

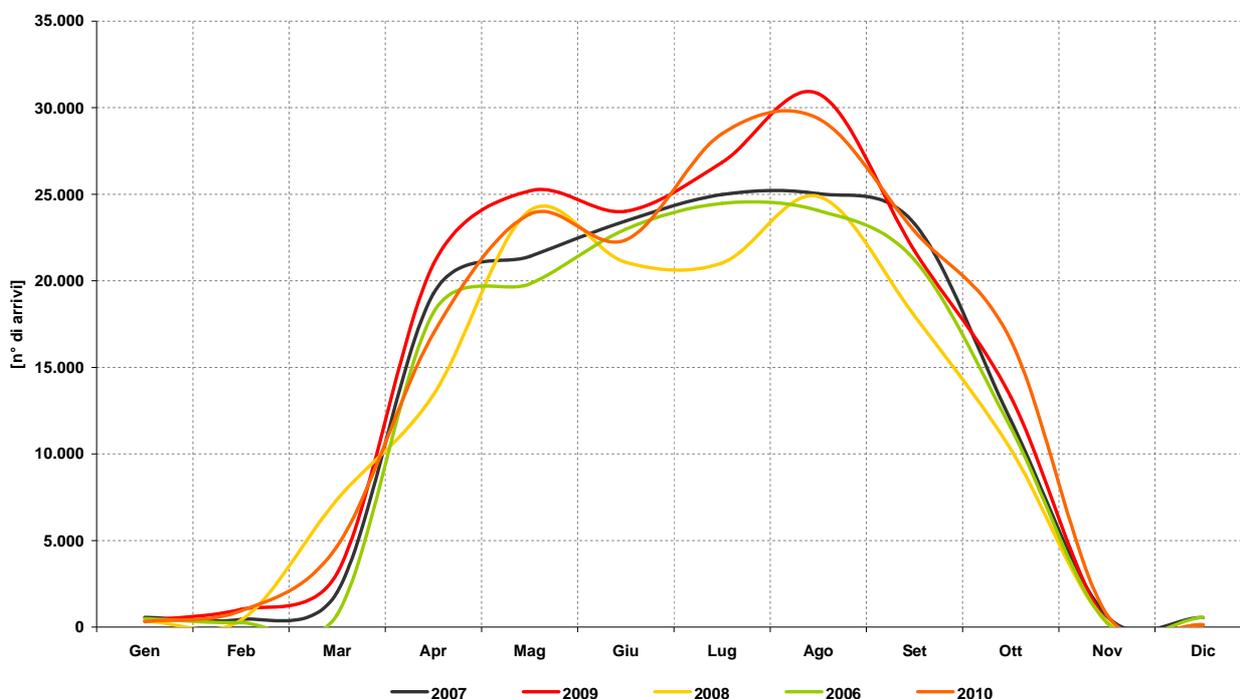


Grafico 5.26 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia.

Lo stesso picco registrato in termini di arrivi nel 2009 e 2010 lo si legge anche osservando le presenze registrate nel mese di agosto degli stessi anni: rispetto alla media delle presenze registrate negli anni precedenti, nel 2009 e 2010 queste si incrementano del 13 % circa che in valore assoluto rappresenta circa 22.000 presenze in più rispetto alla media del passato. L'osservazione del grafico seguente, inoltre, evidenzia una maggiore omogeneità fra le curve annue rispetto al grafico degli arrivi. E' chiaro che nel corso degli anni risultino nettamente incrementati sia gli arrivi che le presenze nei mesi estivi delle ultime due annualità descritte. La base minima di presenze registrate nel 2010 ammonta a 128 presenze nel mese di dicembre.



Andamento annuale delle presenze nel comune di Limone sul Garda

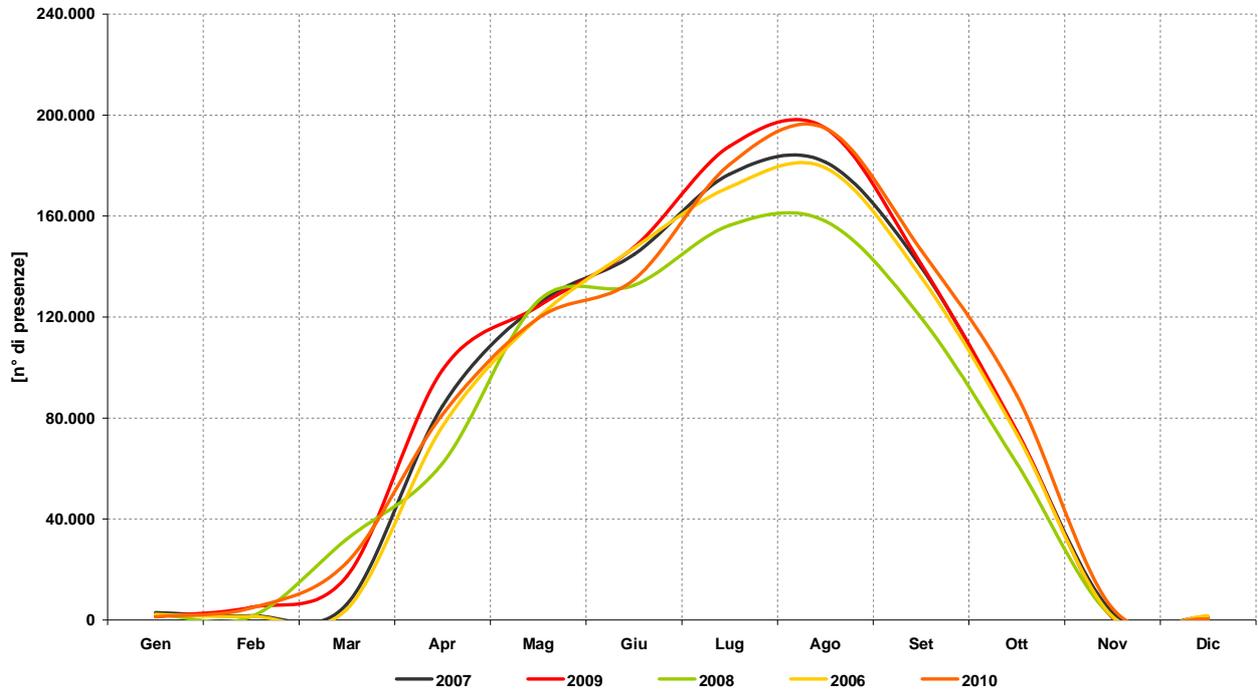


Grafico 5.27 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia.

Confronto fra le presenze mensili e il potenziale libero nel 2010 a Limone sul Garda

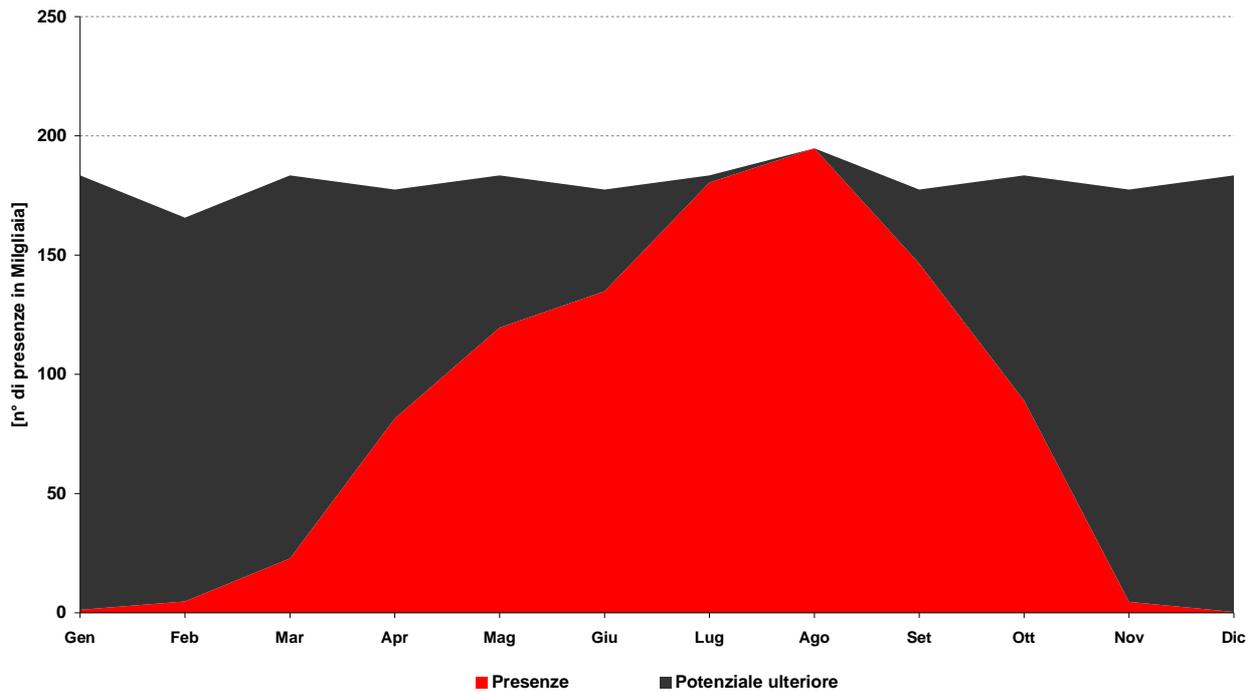


Grafico 5.28 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.



Per il 2010 nel mese di agosto risultano totalmente saturati i posti letto disponibili come evidenziato dal grafico precedente. L'area nera rappresenta il potenziale non utilizzato in termini di posti letto disponibili a Limone sul Garda:

- nei mesi di luglio e agosto si evidenzia la totale saturazione dei posti letto;
- nei mesi di giugno e settembre risulta libero il 20 % circa dei posti letto;
- i mesi di aprile e ottobre evidenziano una saturazione al 50 %;
- molto bassi risultano i livelli di saturazione nei mesi compresi fra novembre e marzo.

Indice di occupazione dei posti letto disponibili nel 2010

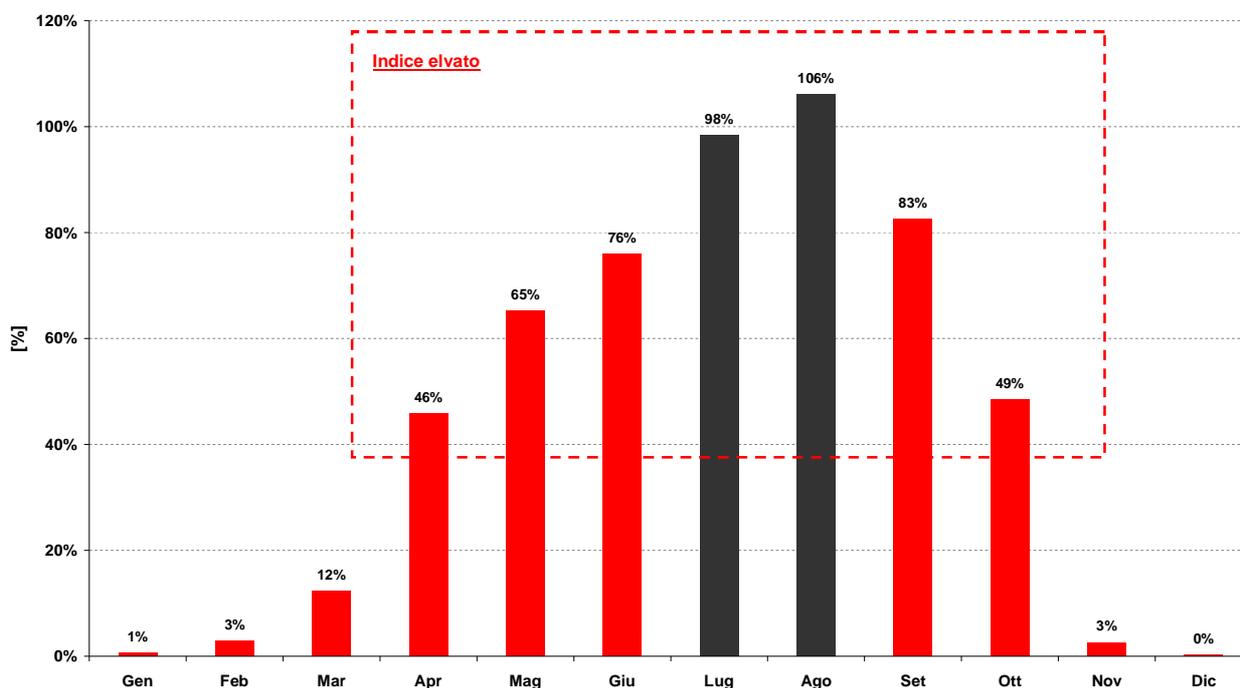


Grafico 5.29 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.

L'ultima informazione di carattere statistico riguarda il livello percentuale di disaggregazione mensile delle presenze a Limone sul Garda:

- nei mesi di luglio e agosto è collocato il 40 % delle presenze;
- nei mesi tardo-primaverili e autunnali (maggio, giugno e settembre) si colloca un ulteriore 40 % di presenze;
- negli altri mesi è allocabile il residuo 20 % (principalmente nei mesi di ottobre e aprile).

Questo tipo di informazioni prettamente statistiche risulta utile in questa analisi al fine di simulare i consumi energetici delle attività alberghiere presenti nel Comune di Limone. Un albergo saturo d'estate consuma energia in modo differente rispetto a un albergo saturo d'inverno. Anche al variare del livello di saturazione varierà in misura significativa il livello di consumo energetico. La collocazione stagionale delle presenze è fondamentale al fine di valutare i servizi energetici richiesti (riscaldamento, produzione acs, condizionamento estivo).



Presenze per mese dell'anno nel 2010 a Limone sul Garda

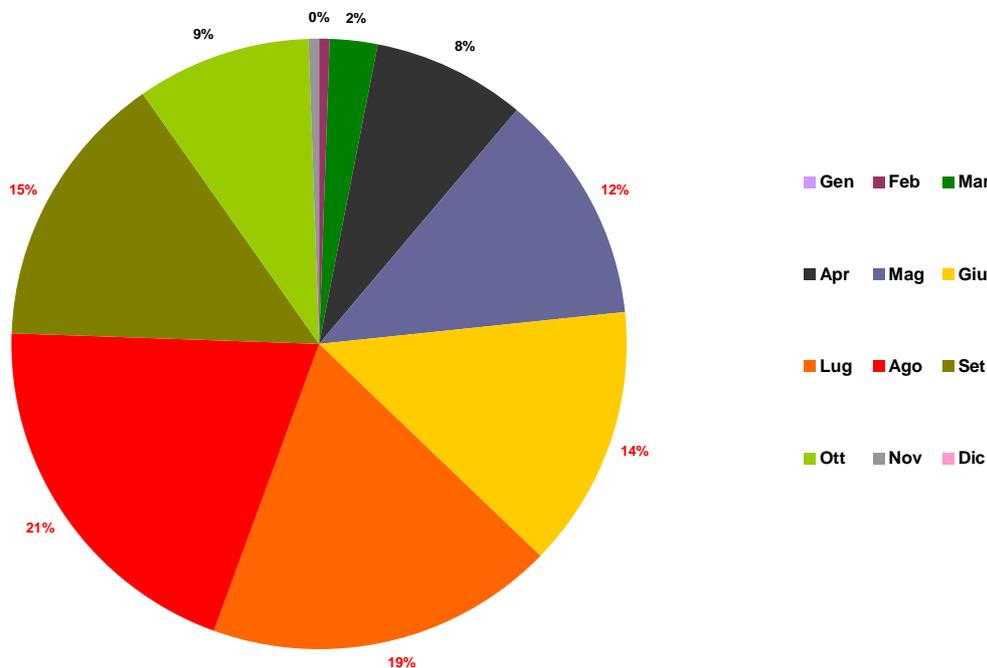


Grafico 5.30 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.

### 5.5.1 La struttura degli alberghi

Per poter simulare i consumi energetici dei fabbricati turistici è necessario ottenere informazioni sulla struttura degli stessi e sulla tipologia di ambienti e servizi che gli stessi offrono. Per questo motivo stata condotta un'indagine sui principali siti di booking al fine di ottenere informazioni sommarie sulla struttura dei servizi offerti dal settore turistico-alberghiero di Limone.

Mediamente le strutture presenti a Limone sul Garda dispongono delle seguenti tipologie di servizi:

- stanze per gli ospiti;
- reception;
- aree comuni (caffè, bar, relax);
- sale ristorante;
- locali di servizio;
- sale riunioni (non tutti);
- lavanderia (non tutti);
- piscina coperta e sauna (non tutti).

Generalmente tutti gli hotel sono dotati di aria condizionata sia per il raffrescamento degli spazi comuni quanto per la climatizzazione delle singole stanze.

La simulazione dei consumi parte da una prima disaggregazione delle superfici complessive disponibili. I calcoli e le analisi contenute nel seguito, non avendo a disposizione dati specifici relativi agli hotel in



questione, prendono spunto da uno studio<sup>4</sup> commissionato nel 2009 dal Ministero dello Sviluppo Economico all'ENEA, all'interno del quale vengono effettuate specifiche analisi energetiche su un campione di alberghi comparabili con quelli oggetto della nostra analisi.

Le superfici e i criteri di dimensionamento sono riportati nella tabella seguente facendo riferimento a un criterio di dimensionamento valutato in termini di m<sup>2</sup> per camera allocata nella struttura.

Vani	Superfici	Superfici totali [m <sup>2</sup> ]
Camere	20 m <sup>2</sup> /room	54.820
Sala riunioni	1 m <sup>2</sup> /room	1.471
Sala ristorante	3 m <sup>2</sup> /room	8.223
Locali di servizio	5 m <sup>2</sup> /room	13.705
Aree comuni	3 m <sup>2</sup> /room	8.223
Piscina/sauna	10 m <sup>2</sup> /room	630
<b>Totale</b>		<b>87.072</b>

**Tabella 5.8** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.

### 5.5.2 I consumi di energia per la produzione di acqua calda sanitaria

Una prima parte del computo energetico riguarda la valutazione dei consumi di energia necessari alla produzione di acs. L'energia consumata per produrre acqua calda rappresenta una fetta rilevante di consumi energetici del settore in virtù della quota elevata di presenze collocate in stagione estiva e della fetta limitatissima di turismo invernale registrato. Mediamente, quindi, l'energia per la climatizzazione invernale risulterà molto più bassa, come dettagliato nei paragrafi che seguono, rispetto all'energia consumata per produrre acqua calda, utilizzata sia d'inverno che d'estate sebbene con regimi di utilizzo differenti.

Il metodo utilizzato per la simulazione dei consumi prevede l'applicazione dei criteri definiti dalla UNI TS 11300. In particolare è necessario definire i volumi di acqua utilizzati giornalmente. La UNI TS citata definisce detti valori in riferimento al numero di stelle dell'albergo e per posto letto occupato al giorno. In questa simulazione si applica la curva descritta dal grafico che segue utilizzando valori compresi fra 72 e 80 litri al giorno per posto letto. Sulla base di questi valori specifici è possibile valutare i quantitativi complessivi di acqua calda (inclusivi anche degli usi ristorazione) che sfiorano i 16 M di litri nel mese di agosto. I litri totali di acqua calda utilizzata sono valutati facendo riferimento alle presenze totali registrate nel singolo mese del 2010.

La produzione di acqua calda avviene principalmente attraverso l'ausilio di caldaie a GPL (92 % circa) e in quota minore attraverso l'utilizzo di boiler elettrici (8 % circa). Il grafico 5.33 riporta i valori complessivi di consumo mensile di energia elettrica e GPL, valutati in MWh di energia finale, per la produzione di acs.

<sup>4</sup> Ricerca Sistema Elettrico, Enea, Ministero dello Sviluppo Economico, Politecnico di Milano, *Caratterizzazione energetica del settore alberghiero*, 2009.



Volumi di acs per posto letto

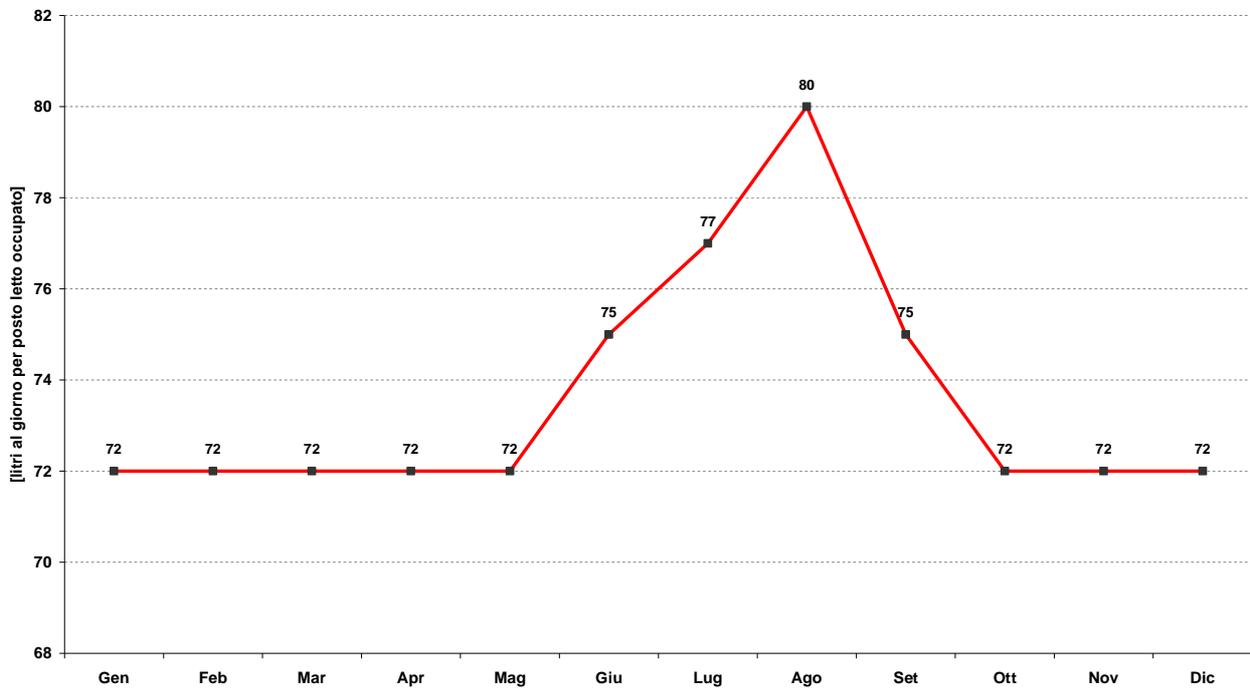


Grafico 5.31 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.

Volumi di acqua calda sanitaria richiesti per mese

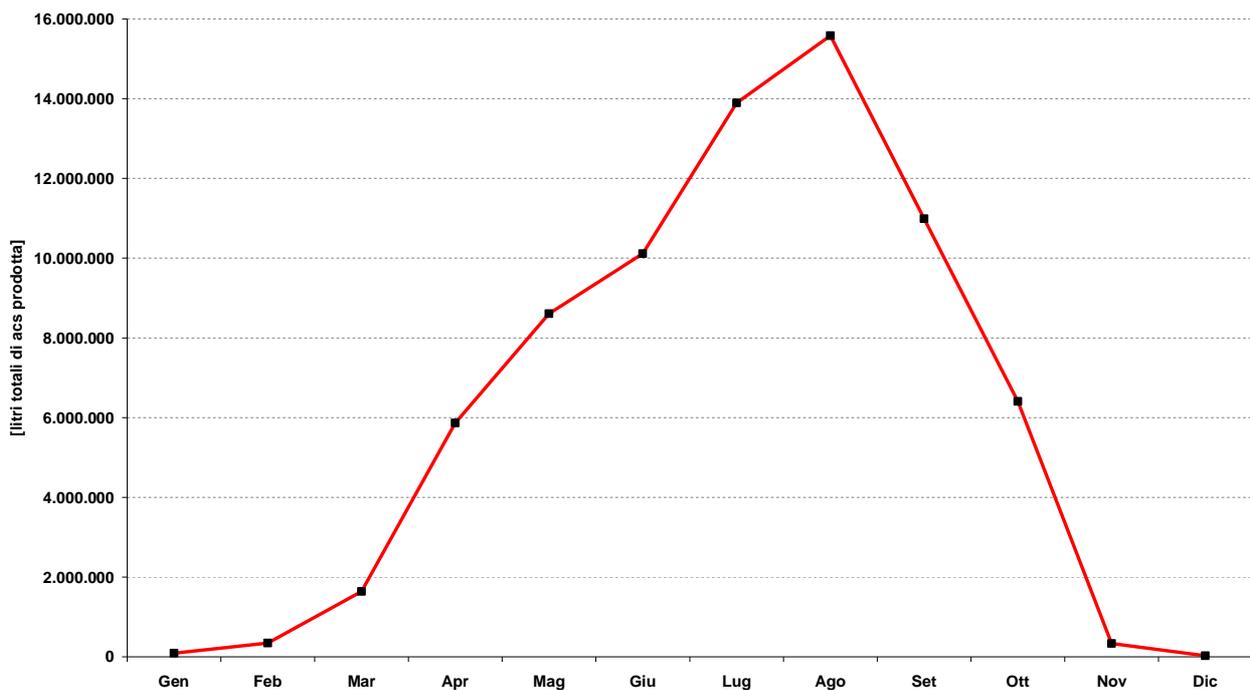


Grafico 5.32 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.



Consumi energetici finali per la produzione di ACS nel settore alberghiero nel 2010 a Limone sul Garda

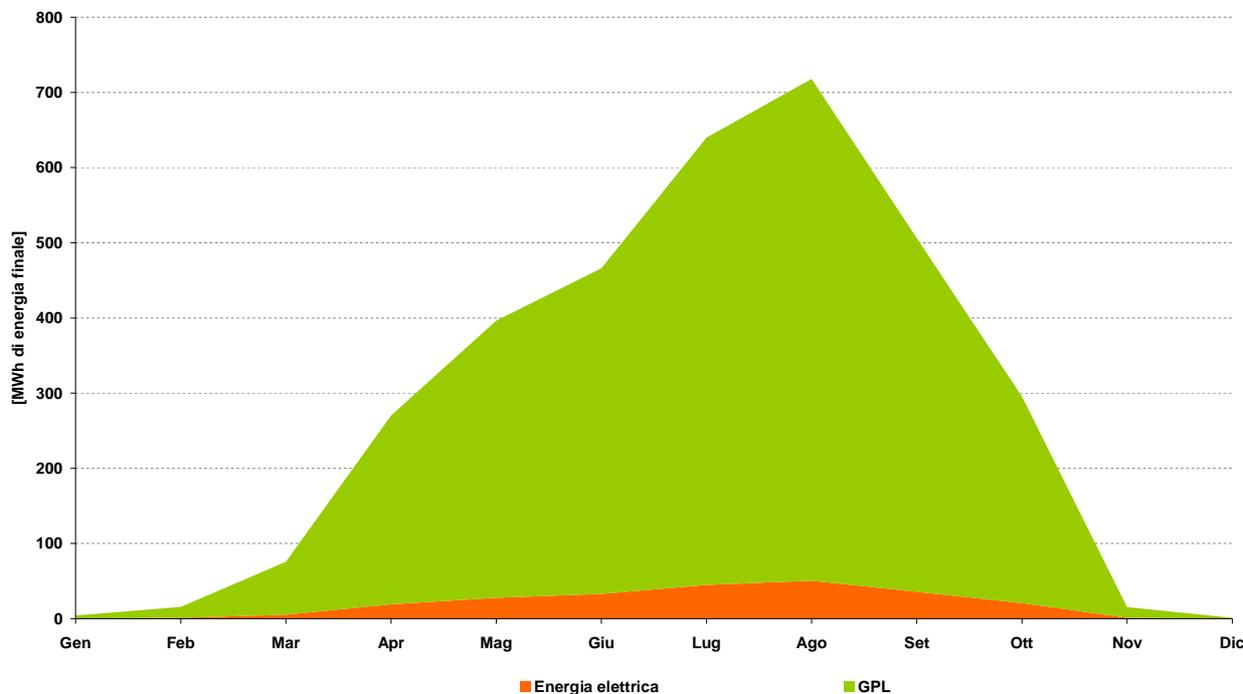


Grafico 5.33 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.

La tabella che segue sintetizza i valori di consumo per vettore.

Attività alberghiere - ACS	Consumi	Consumi [MWh]
GPL	247 t	3.164
Energia elettrica	240 MWh	240
<b>Totale</b>		<b>3.404</b>

Tabella 5.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.

### 5.5.3 I consumi di energia per la climatizzazione invernale

Rispetto all'analisi dei consumi del settore domestico, in questo caso il riscaldamento invernale degli alberghi rappresenta una fetta poco significativa dei consumi energetici del comparto, vista la ridotta quota di turismo invernale registrato nel Comune di Limone sul Garda.

Per la quantificazione dei consumi per la climatizzazione invernale si fa riferimento ai soli mesi inclusi nella stagione termica in zona climatica E, ossia le mensilità incluse fra il 15 ottobre e il 15 aprile. In questo caso la copertura del fabbisogno avviene in parte attraverso l'ausilio di caldaie a gasolio e in parte attraverso caldaie alimentate da GPL. La quota di MWh prodotti con GPL risulta pari all'11 % e la quota di copertura a gasolio rappresenta la quota residua. La disaggregazione per vettore tiene conto degli impianti di taglia maggiore di 50 kW descritti nel capitolo dedicato al settore residenziale. Il valore di fabbisogno utilizzato come primo passaggio di analisi ammonta a 180 kWh/m<sup>2</sup> anno. La quantificazione di questo parametro parte dai 133 kWh/m<sup>2</sup> anno, quantificati nelle analisi riportate nel capitolo dedicato alla residenza. Il valore di 133 kWh/m<sup>2</sup> anno rappresenta la media dei consumi



specifici del parco edilizio residenziale presente al 2010 a Limone sul Garda. Considerando il livello di rendimento più basso degli impianti di taglia maggiore di 50 kW, la quota maggiore di ore giornaliere di accensione degli impianti termici nel settore alberghiero rispetto al settore residenziale, la temperatura del confort in ambiente confinato mediamente più elevata rispetto ai 20 °C considerati nella residenza, è possibile quantificare circa 50 kWh/m<sup>2</sup> anno in più nel settore alberghiero. Se il parco alberghi presente a Limone sul Garda fosse riscaldato quotidianamente e nella sua interezza per tutta la stagione termica, indipendentemente da fattori di occupazione, il consumo complessivo in energia finale ammonterebbe ai valori riportati nella tabella che segue.

Vani	Consumi per il riscaldamento invernale [MWh]
Camere	9.868
Sala riunioni	265
Sala ristorante	1.480
Locali di servizio	2.467
Aree comuni	1.480
Piscine/Sauna	113
<b>Totale MWh</b>	<b>15.673</b>
<b>Totale t di GPL equivalente</b>	<b>1.225</b>

Tabella 5.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.

Consumi energetici finali per la climatizzazione invernale nel settore alberghiero nel 2010 a Limone sul Garda

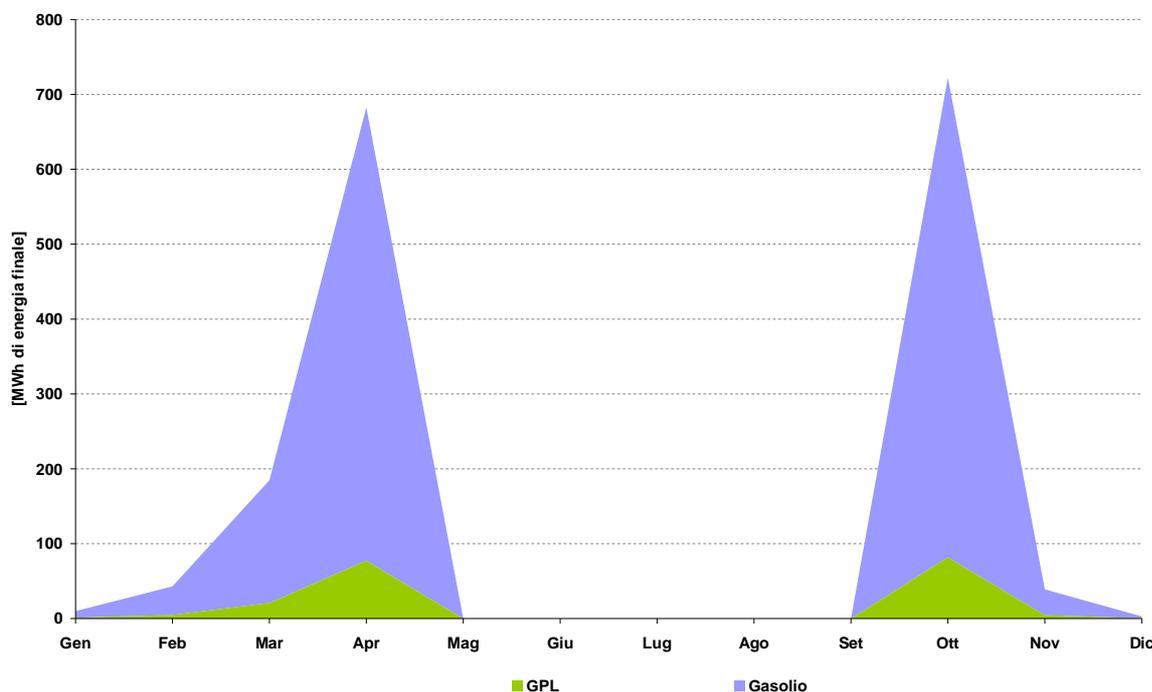


Grafico 5.34 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.

Considerando i fattori di utilizzo mensili e la quantità reale di stanze utilizzate, in totale si stima un consumo finale di circa 1.700 MWh. Il grafico precedente disaggrega per mese dell'anno e per vettore utilizzato il consumo di energia per la climatizzazione invernale degli alberghi. E' evidente la consistenza limitata rispetto all'incidenza dei consumi per la produzione di acqua calda sanitaria. La tabella che segue sintetizza i valori di consumo per vettore.



Attività alberghiere - riscaldamento	Consumi	Consumi [MWh]
GPL	23 t	191
Gasolio	197 t	1.493
<b>Totale</b>		<b>1.684</b>

Tabella 5.11 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.

Gli usi termici complessivi sono descritti in MWh nel grafico che segue.

Consumi di vettori petroliferi per usi termici nel settore alberghiero a Limone sul Garda nel 2010

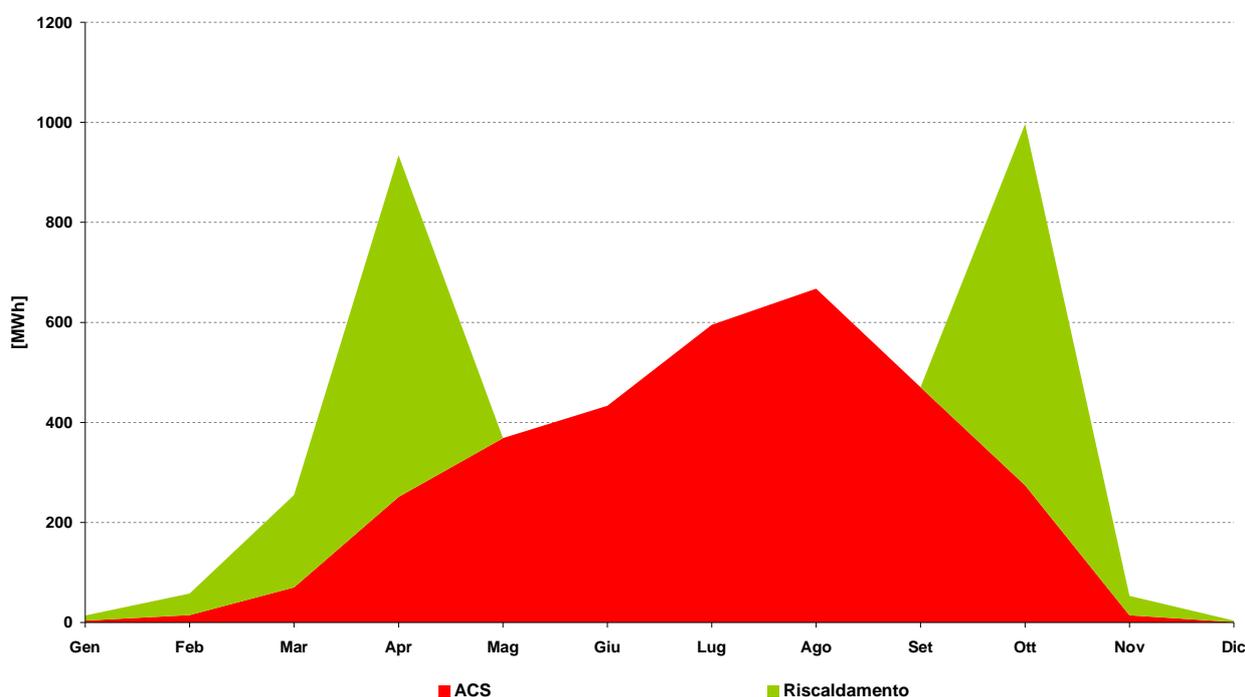


Grafico 5.35 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.

#### 5.5.4 Gli usi elettrici

La seconda parte dell'analisi riguarda i consumi elettrici. Mediamente, il report di analisi prodotto dall'Enea (citato all'inizio del paragrafo) definisce un consumo medio per stanza legato agli usi generali elettrici e alla climatizzazione estiva pari a circa 4,5 MWh elettrici. Di seguito si simula nel dettaglio l'utenza alberghiera di Limone sul Garda in modo da quantificare dal basso (come fatto per l'utenza termica), per tipologia di uso finale, i consumi elettrici.

Il punto di partenza è legato ai consumi per l'illuminazione degli ambienti. La tabella che segue sintetizza i valori di calcolo stimati. Si stima un consumo complessivo per l'illuminazione degli ambienti di circa 1.900 MWh/anno.



Vani illuminati	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Lux	Lumen totali	Potenza complessiva [W]	Consumi [MWh]
Camere	54.820	300	16.446.000	469.886	858
Sala riunioni	1.471	350	514.850	14.710	16
Sala ristorante	8.223	350	2.878.050	82.230	180
Locali di servizio	13.705	200	2.741.000	78.314	172
Aree comuni	8.223	300	2.466.900	70.483	617
Piscina/sauna	630	300	189.000	5.400	20
<b>Totale</b>	<b>87.072</b>		<b>25.235.800</b>	<b>721.023</b>	<b>1.862</b>

Tabella 5.12 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.

A questi consumi vanno sommati i consumi legati alla presenza di minifrigoriferi e TV nelle singole stanze, simulati in base al consumo specifico di queste apparecchiature.

Consumi accessori	Consumi [MWh]
Minifrigido	1.096
TV	549
Usi cucina	2.741
<b>Totale</b>	<b>4.386</b>

Tabella 5.13 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.

Infine, l'ultima porzione dei consumi elettrici riguarda il condizionamento estivo.

La costruzione del modello ha tenuto conto dei seguenti dati in input:

- gli impianti di condizionamento sono utilizzati nei soli mesi compresi fra giugno e settembre (questi ultimi inclusi);
- nel periodo di utilizzo, gli impianti in media funzionano a pieno carico per 1.840 h;
- la potenza termica da dissipare ammonta in media circa 50 W/m<sup>2</sup>;
- il COP delle pompe di calore adoperate ammonta in media a 1,6.

La tabella che segue sintetizza i valori calcolati su base stagionale.

Vani raffrescati	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Potenza da dissipare [W/m <sup>2</sup> ]	Energia da dissipare [MWh]	Ore equivalenti di funzionamento [h eq]	Consumi di energia elettrica [MWh]
Camere	54.820	53	2,91	1.840	3.341
Sala riunioni	1.471	53	0,08	1.840	90
Sala ristorante	8.223	53	0,44	1.840	501
Locali di servizio	13.705	53	0,73	1.840	835
Aree comuni	8.223	53	0,44	1.840	501
Sauna/Piscina	630	53	0,03	1.840	38
<b>Totale</b>	<b>87.072</b>	-----	<b>5</b>	-----	<b>5.307</b>

Tabella 5.14 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.

Considerando l'insieme degli usi elettrici il grafico che segue riporta la disaggregazione dei consumi per mese dell'anno e per tipologia di servizio. Il consumo complessivo di energia elettrica ammonta a 8.627 MWh, pari a circa 3,2 MWh/camera.



Consumi di energia elettrica nel settore alberghiero a Limone sul Garda nel 2010

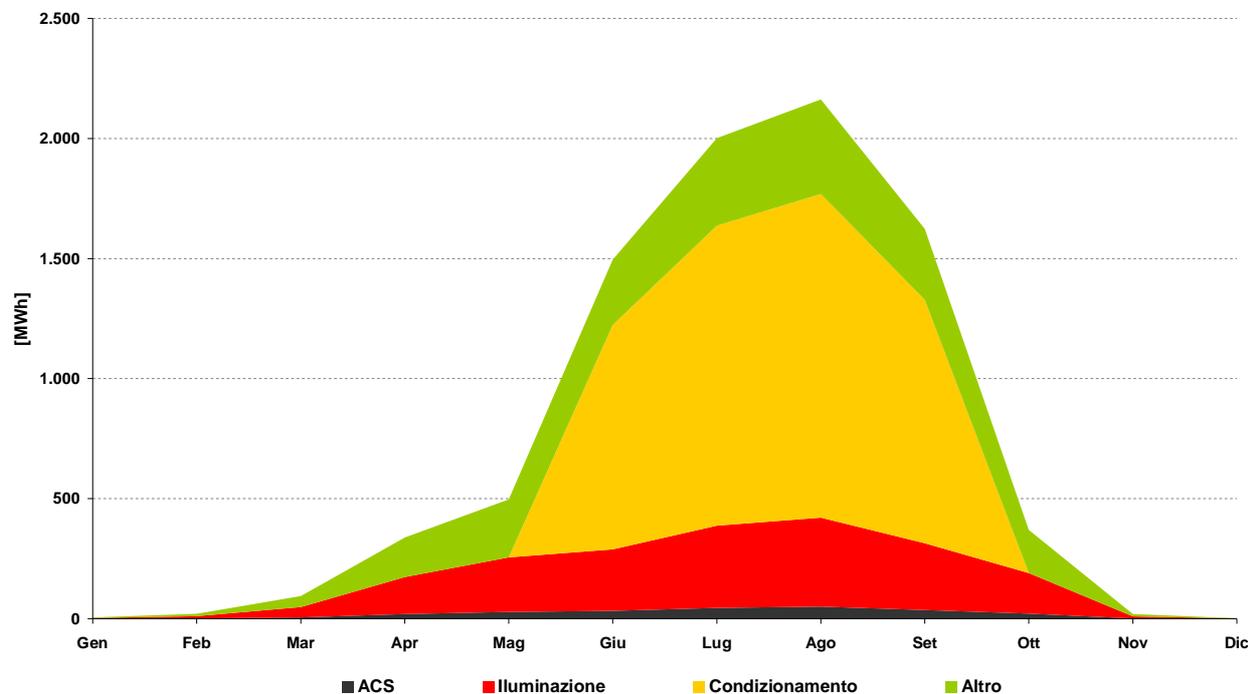


Grafico 5.36 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.

In totale, quindi, è possibile riassumere nella tabella seguente i consumi energetici complessivi riferiti alle attività alberghiere .

Attività alberghiere	Consumi	Consumi [MWh]
GPL	270 t	3.355
Gasolio	197 t	1.493
Energia elettrica	8.627 MWh	8.627
<b>Totale</b>		<b>13.575</b>

Tabella 5.15 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al Turismo della Provincia di Brescia e ASR Lombardia.



## 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, come descritto più in dettaglio nel paragrafo seguente.

I consumi complessivi del settore trasporti si attestano, per l'anno 2010, intorno ai 7 GWh, pari al 18 % circa dei consumi comunali complessivi. Il 99 % di questi consumi fa riferimento all'utilizzo privato di automezzi per il trasporto, mentre il trasporto riferito alla flotta di automezzi pubblici incide in quota pari al punto percentuale residuo.

Disaggregando il consumo complessivo per vettore emerge l'utilizzo leggermente più elevato del gasolio rispetto alla benzina, in termini percentuali il primo pesa per il 53 % e il secondo per il 47 %. Poco significativo risulta il consumo di GPL e gas naturale nel settore trasporti, non conteggiati in questa analisi.

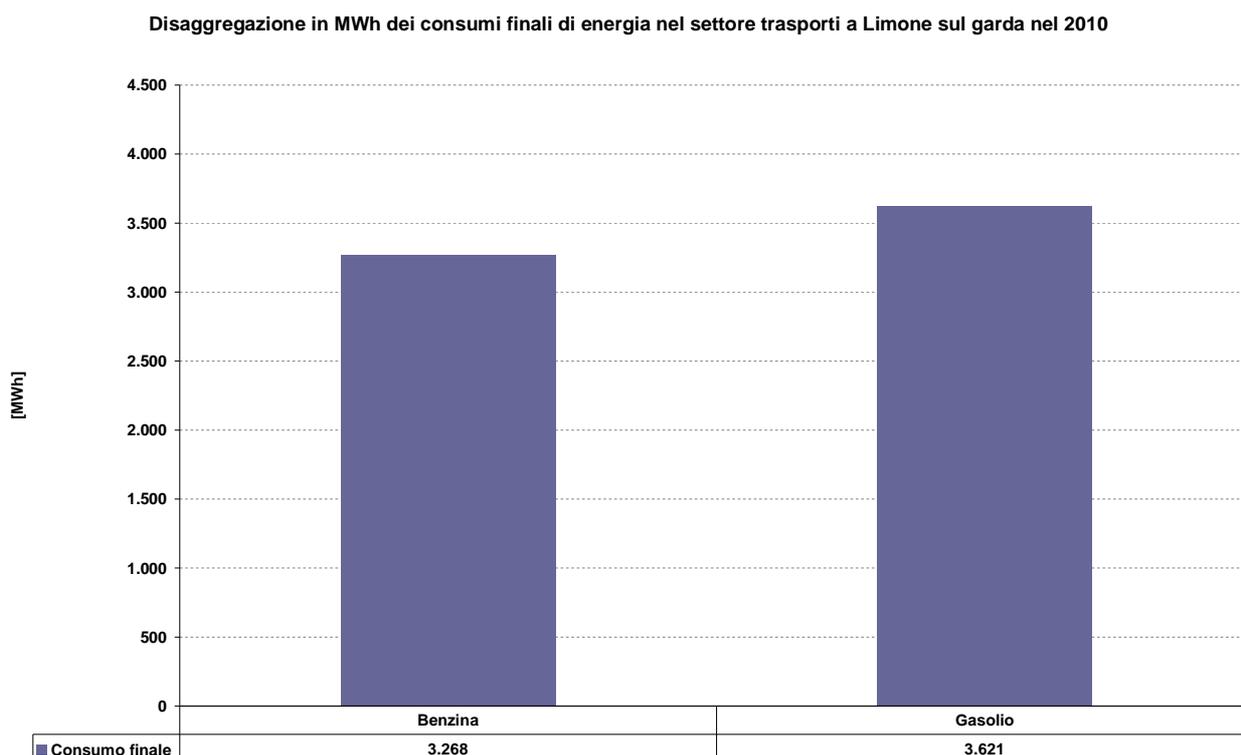


Grafico 6.1 Elaborazione Ambiente Italia.

In termini di emissioni di CO<sub>2</sub>, il grafici 6.3 e 6.4 riportano i valori calcolati per il settore. Non si rilevano variazioni di incidenza significative rispetto ai consumi.



Disaggregazione percentuale consumi di carburante per autotrazione a Limone sul Garda nel 2010

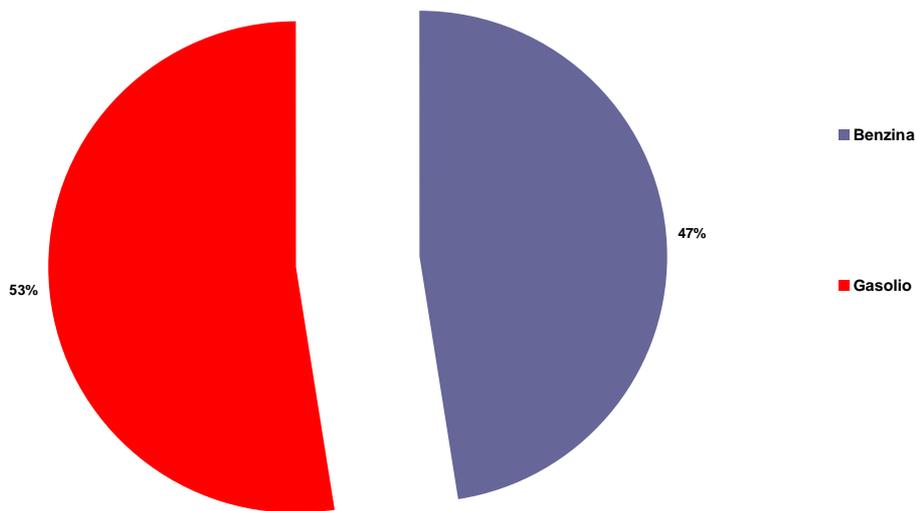


Grafico 6.2 Elaborazione Ambiente Italia.

Disaggregazione in tonnellate delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel Comune di Limone sul Garda nel 2010

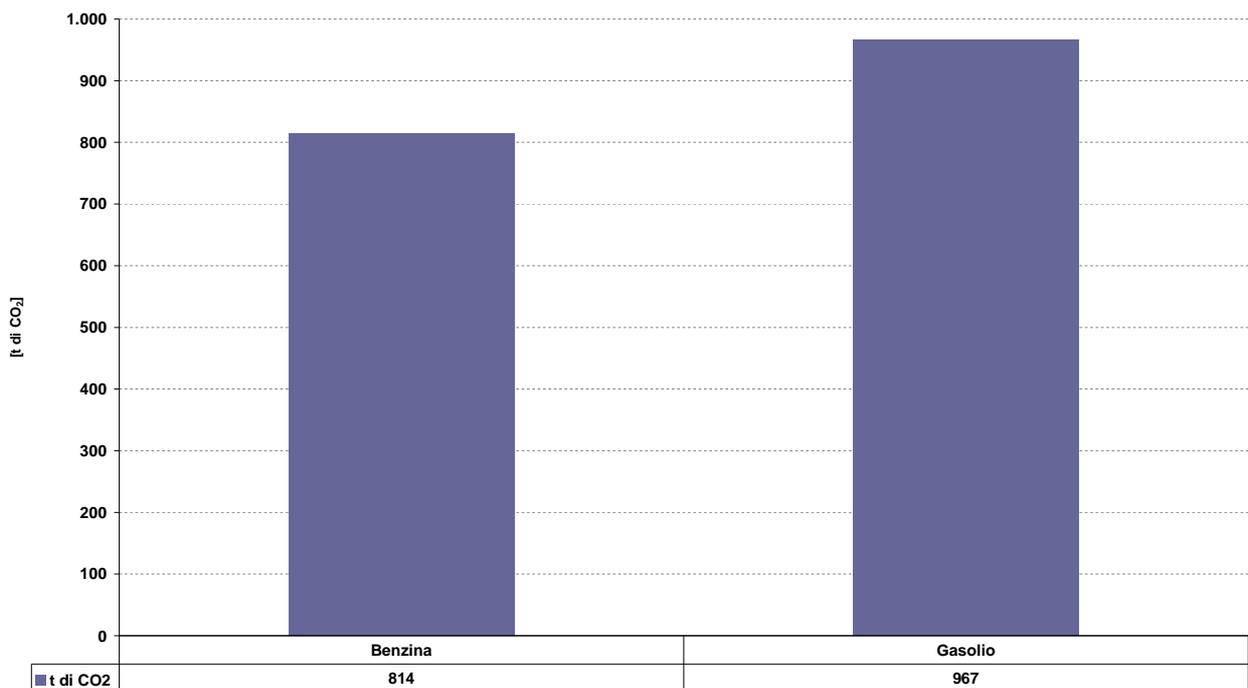


Grafico 6.3 Elaborazione Ambiente Italia.



Disaggregazione percentuale delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel settore trasporti a Limone sul Garda nel 2010 per  
vettore energetico

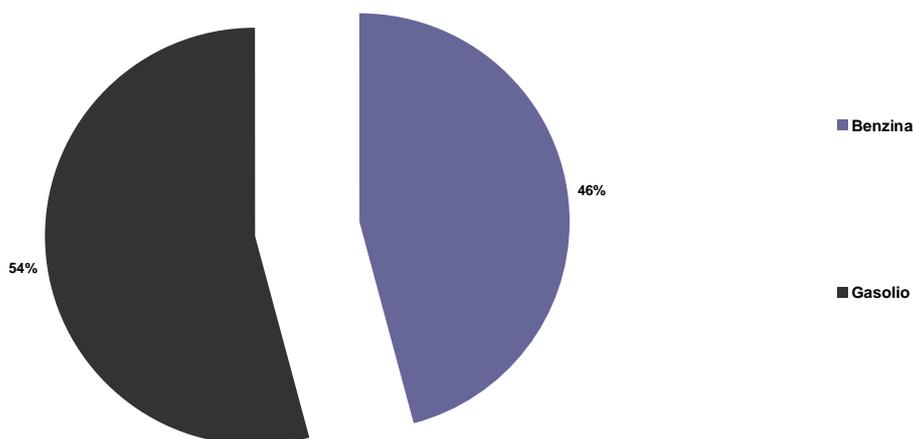


Grafico 6.4 Elaborazione Ambiente Italia.

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>
Benzina	268 t	3.268	814
Gasolio	305 t	3.621	967
<b>Totale</b>	-----	<b>6.889</b>	<b>1.781</b>

Tabella 6.1 Elaborazione Ambiente Italia.



## 6.2 La metodologia di costruzione del modello bottom-up per la simulazione della mobilità

Anche per la redazione del bilancio energetico del settore trasporti è stato adottato un approccio di tipo bottom-up, in cui i consumi energetici finali vengono determinati a partire dalla descrizione, per quanto possibile analitica e dettagliata, delle condizioni di esercizio del sistema di trasporto (matrice Origine/Destinazione, distanze percorse, flussi veicolari, velocità di marcia, ecc...). Pur richiedendo una quantità di dati ed elaborazioni superiore rispetto ad altre metodologie (top-down), questo approccio ha il vantaggio di restituire, attraverso un modello di simulazione del traffico, un dato disaggregato al livello del singolo arco stradale, ricomponibile a piacimento.

Questo capitolo, identico per tutti i Piani dei Comuni dell'Alto Garda Bresciano, si inserisce all'interno del più generale quadro del PAES dell'Alto Garda definendo gli elementi essenziali che delineano il complesso quadro della mobilità a livello di area vasta. Alcuni paragrafi di questo documento declinano, poi, con dettaglio comunale, i dati elaborati a livello di area complessiva.

La metodologia adottata per la redazione del bilancio bottom-up si articola in quattro fasi successive:

- analisi del sistema della mobilità a scala territoriale, con particolare attenzione per i fattori rilevanti dal punto di vista energetico;
- ricostruzione dei flussi di traffico attribuibili ai diversi modi di trasporto sulle diverse parti della rete di trasporto locale;
- analisi del parco veicolare circolante e determinazione dei fattori di consumo unitari;
- calcolo dei consumi energetici come prodotto dei fattori di consumo unitari per i volumi di traffico stimati.

Per ognuno di questi passaggi sono state utilizzate specifiche fonti di dati.

Per quanto riguarda l'analisi del sistema della mobilità, è stata effettuata l'analisi sia dell'offerta che della domanda di trasporto.

Per ricostruire l'offerta, è stata effettuata una selezione degli archi stradali più rilevanti a livello locale e territoriale, e di questi è stato effettuato un rilievo in remoto per ricostruirne le caratteristiche funzionali.

Per il TPL e i traghetti, sono stati utilizzati gli orari al pubblico, facilmente reperibili su internet.

Riguardo all'analisi della domanda, invece, si è fatto riferimento a fonti informative maggiormente "strutturate": la matrice OD della Regione Lombardia e i dati sul turismo del 2010 (questi ultimi già utilizzati nel presente report).

Attraverso l'elaborazione dei dati sopra specificati, è stato possibile effettuare una prima assegnazione dei flussi di traffico, successivamente calibrata sulla base del TGM (Traffico Giornaliero Medio) rilevato dalla Provincia di Brescia nel 2010.

Per quanto concerne poi la composizione del parco veicolare circolante, essa è nota grazie alle statistiche ACI per la provincia di Brescia.



Per quanto attiene infine ai coefficienti unitari di consumo ed emissione attribuibili alla marcia dei veicoli, il riferimento fondamentale è rappresentato dalla banca-dati europea COPERT/CORINAIR, opportunamente integrato da valori reperiti in letteratura<sup>5</sup>.

Sul piano operativo, la redazione del bilancio è avvenuta procedendo come segue.

- analisi dell'offerta di trasporto stradale, ciclabile e collettivo (bus/traghetti) dell'area;
- analisi della domanda di mobilità feriale e festiva;
- ricostruzione dei flussi di traffico privato che interessano l'area, distinguendo fra traffico interno, di scambio (entrata e uscita) e attraversamento;
- analisi della composizione del parco veicolare circolante e determinazione dei fattori di consumo unitari;
- calcolo dei consumi energetici come prodotto dei fattori di consumo unitari per i volumi di traffico stimati per tipo di collegamento e per ogni comune.

## 6.3 L'offerta del sistema locale di mobilità

### 6.3.1 *Il trasporto privato e la ciclopeditonalità*

L'area di analisi si caratterizza per la presenza di una infrastruttura "forte" la ss45bis Cremona – Trento, su cui si sviluppa la maggior parte del tessuto urbanizzato e su cui afferisce una rete di infrastrutture locali dall'entroterra. Da segnalare la presenza dell'autostrada, che fornisce un'alternativa all'asse SS45bis., che di fatto, come verrà mostrato in dettaglio successivamente, è usata prevalentemente per il traffico di scambio e locale. Nell'area in analisi vi è un basso sviluppo di infrastrutture protette per la ciclopeditonalità che, come evidenziato nella figura a destra, si concentrano prevalentemente a Salò.



Immagine 6.1 e 6.2 SS45bis e percorrenze ciclo-pedonali

<sup>5</sup> In particolare, si veda: TramBus; "Per la mobilità sostenibile: tecnologia e logistica a confronto"; a cura di Macroscopio, Roma, 2003; e: Vettori P.; "Il Metano per i Trasporti: le ragioni di una scelta"; *RivistAmbiente*, n.3, 2004; pp.372-377.

La traduzione della rete in un grafo assegnabile ha tenuto conto delle principali infrastrutture viarie e di tutte le alternative plausibili di itinerario, soprattutto per quanto riguarda gli attraversamenti. La disposizione dei connettori è stata effettuata in modo da rappresentare tutti i comuni, eventualmente “spezzandoli” nel caso di realtà particolarmente frammentate (è il caso, per esempio del Comune di Valvestino).

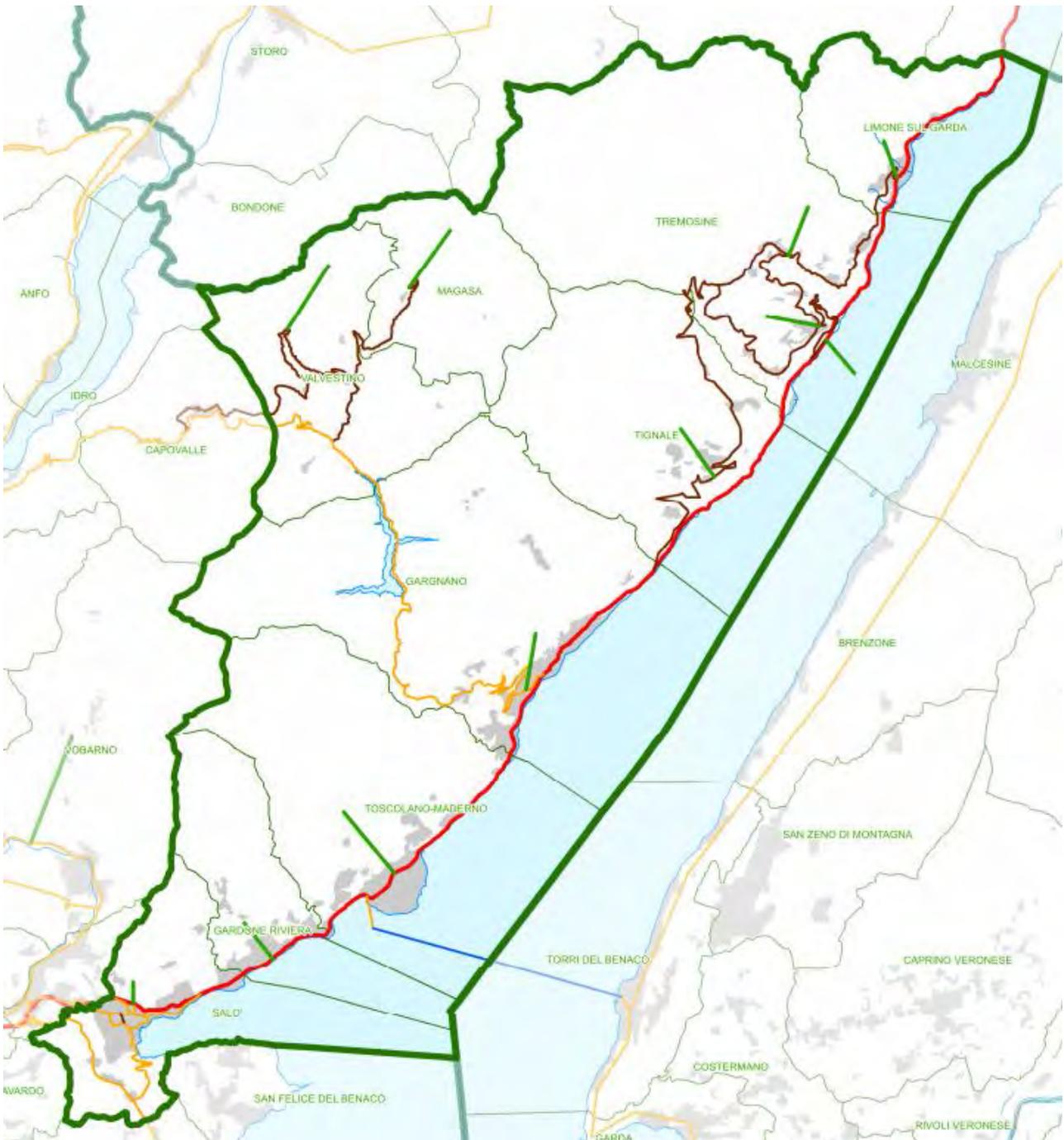


Immagine 6.3 Grafo stradale



### 6.3.2 Il trasporto collettivo

Nel territorio dell'Alto Garda vi sono due principali modalità di trasporto collettivo: i servizi di navigazione e le linee del trasporto su gomma gestite da Trasporti Brescia Nord.

Per quanto riguarda i servizi di navigazione, le principali linee sono la Desenzano- Riva del Garda, per la quale sono stati considerati i transiti da Salò e da Limone del Garda, e la Maderno – Torri, dove invece sono stati considerati i transiti da Maderno.

La prima linea risulta essere la più significativa, e Limone è il Comune con il servizio più esteso: il servizio copre l'arco temporale 8-19, con almeno una corsa per direzione all'ora, per un totale di 14 corse direzione Riva del Garda e 15 in direzione Desenzano.

Meno esteso è il servizio che la stessa linea offre a Salò, con un arco temporale più ristretto (10-18) e un terzo di corse in meno (10 per direzione)

Una via di mezzo è rappresentata, invece, dalla linea Maderno-Torri<sup>6</sup>, che copre l'arco temporale 8-20, tuttavia con delle evidenti interruzioni: il servizio è assente dalle 13:00 alle 14:00, e dopo le 17 il numero di corse per direzione all'ora è inferiore all'unità.

Le tabelle e i grafici che seguono sintetizzano le informazioni relative al numero di corse giornaliere per orario e per singole linee.

Linea Desenzano - Riva del Garda																								
N° di traghetti che fermano a LIMONE DEL GARDA per fascia oraria - GIORNI FIERALI (lunedì al venerdì)																								
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT			
Dir Riva del Garda					1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1							14		
Dir Desenzano				1	2	2	1	1		2	2	1	2	1								15		

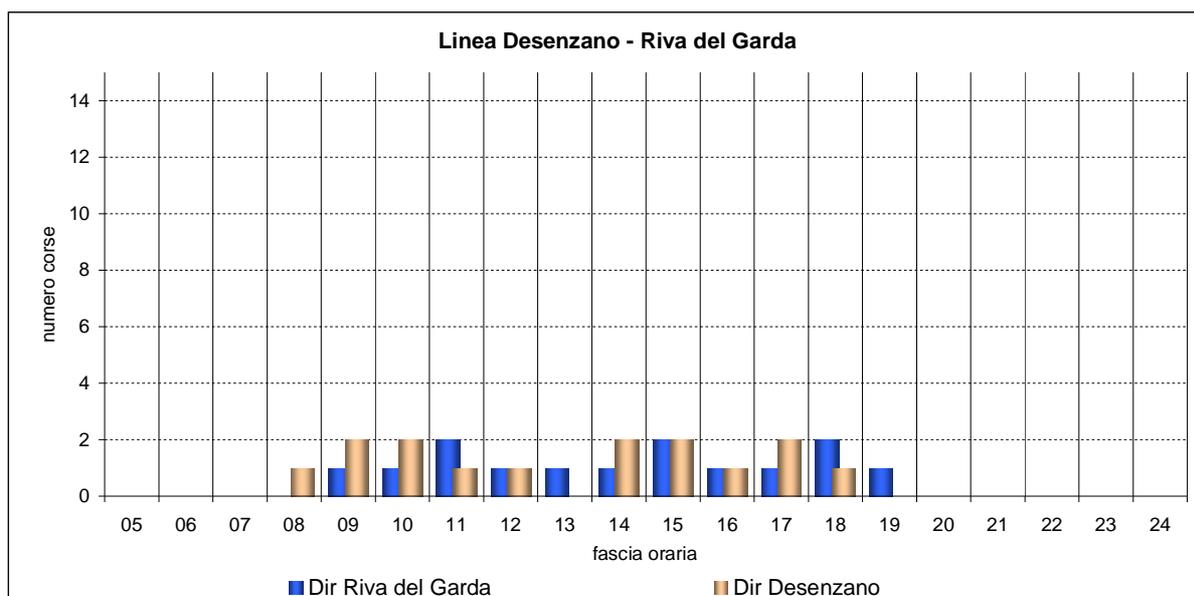


Tabella 6.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Navigazione Lago di Garda

<sup>6</sup> Si segnala come per questa linea sia stato considerato l'orario primaverile, mentre per la precedente quello invernale.



Linea Desenzano - Riva del Garda																									
N° di traghetti che fermano a SALO* per fascia oraria - GIORNI FERIALI (lunedì al venerdì)																									
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT				
Dir Riva del Garda						2	2		1		2	1	1	1								10			
Dir Desenzano						2	1	1		1	1	1	2	1								10			

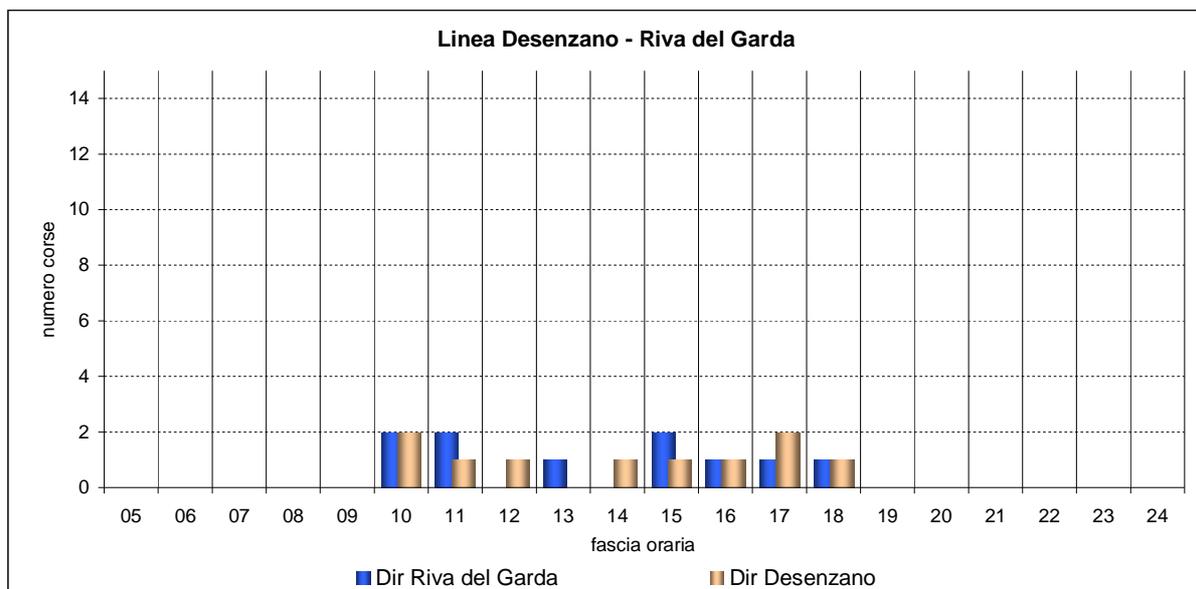


Tabella 6.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Navigazione Lago di Garda

Linea Maderno - Torri																									
N° di traghetti che fermano a MADERNO per fascia oraria - GIORNI FERIALI (lunedì al venerdì)																									
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT				
Dir Maderno				1	1	2	1	1		2	1	2	1		1							13			
Dir Torri					1	1	1	2		1	2	1	1	2		1						13			

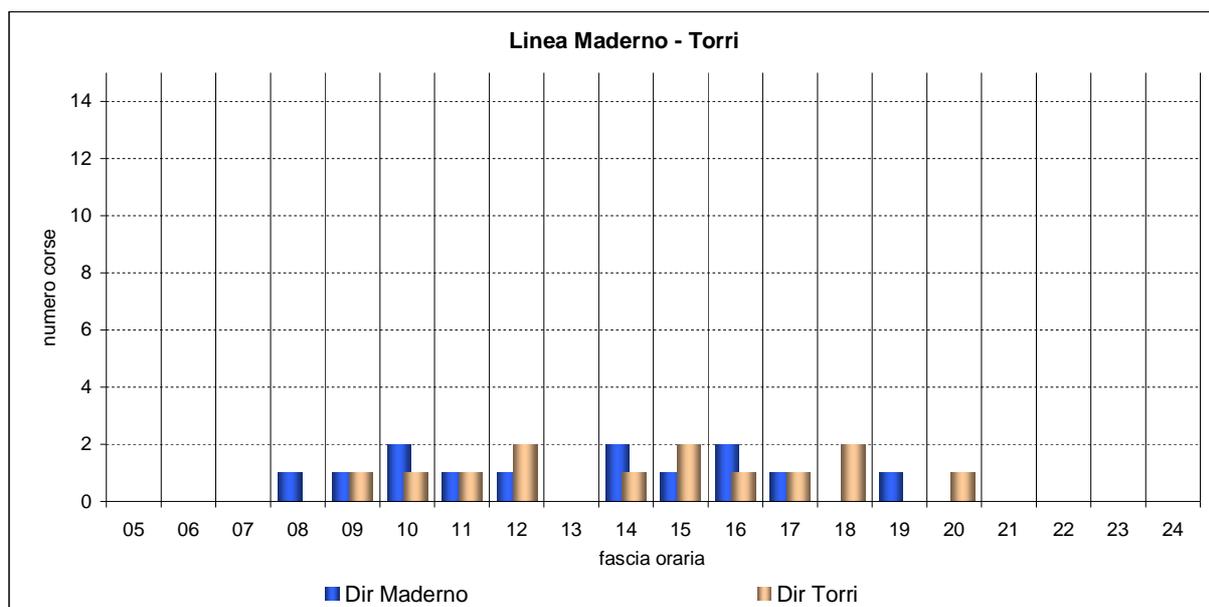


Tabella 6.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Navigazione Lago di Garda



La seconda modalità di trasporto collettivo presente sul territorio è rappresentata dalla rete dei servizi automobilistici. Questa risulta ben strutturata, con una linea di forza, la linea S202, e 10 linee di distribuzione.

Il percorso principale della linea S202 è quello che collega Vestone a Brescia, e garantisce un'ottima frequenza a Salò, con una punta di 4 bus/ora (dalle 18:00 alle 19:00). A questo si affiancano i percorsi secondari per Tormini e Arco, che presentano frequenze inferiori, in particolare nel secondo caso.

Per quanto riguarda invece le linee di distribuzione, queste fanno capo principalmente a tre Comuni: Salò (4 Linee), Gargnano (5) e Valvestino (1).

Queste linee presentano un numero di corse per direzione basso, variabile fra le 7 e le 2 (fa eccezione la LN027, con 11 corse/direzione), concentrate prevalentemente nelle fasce orarie di punta e nella fascia 12:00-13:00.

Fra queste, le linee LN006, LN007 e LN027, pur presentando percorsi differenti, garantiscono un collegamento fra Salò e Desenzano di 22 corse/giorno per direzione.



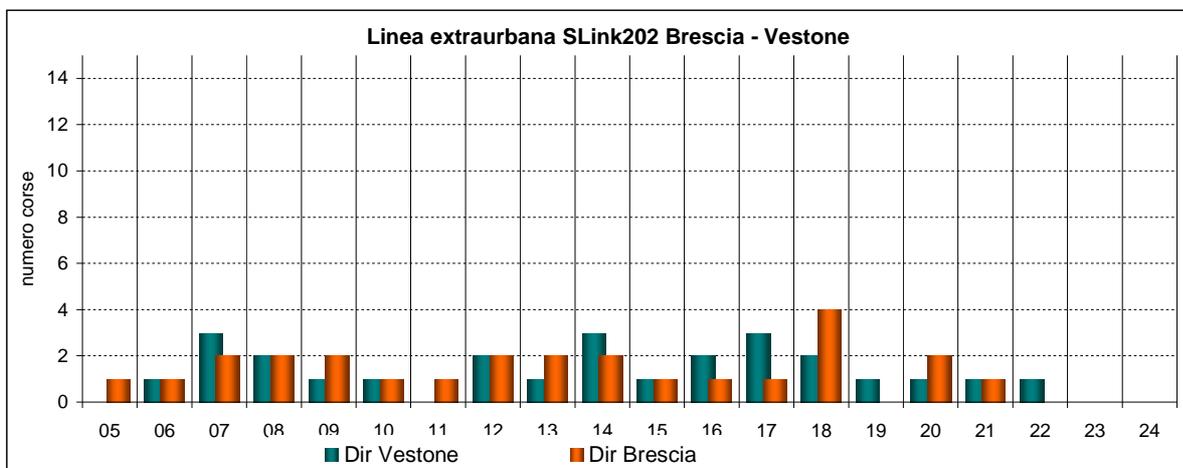
Immagine 6.4 Grafo rete servizi automobilistici



Di seguito si sintetizzano i dati riferiti alle corse automobilistiche per linea, direzione e archi orari.

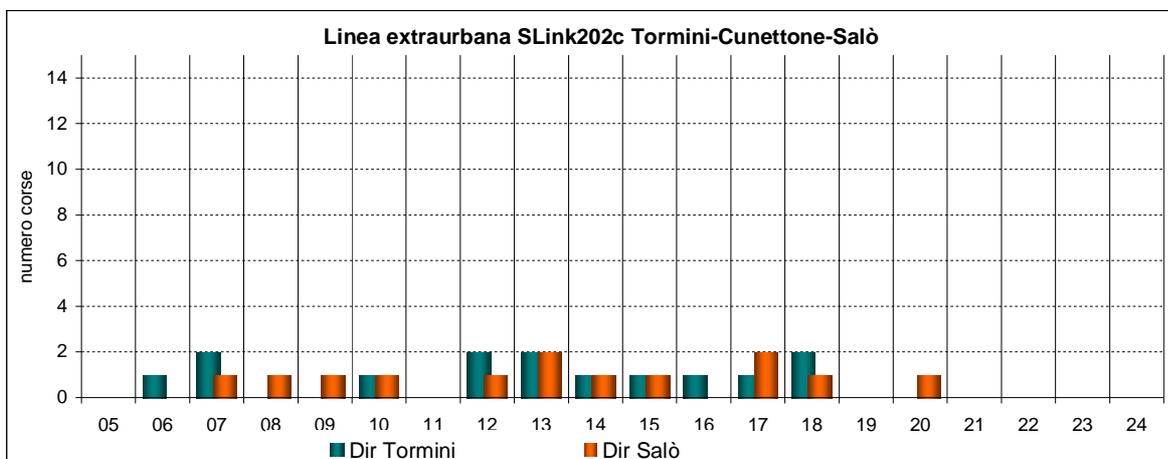
**Corse transitanti per Salò – Linee di forza**

Linea extraurbana SLink202 Brescia - Vestone																					
N° di corse transitanti da SALO' per fascia oraria - GIORNI FERIALI (lunedì al venerdì)																					
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT
Dir Vestone		1	3	2	1	1		2	1	3	1	2	3	2	1	1	1	1			26
Dir Brescia	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	4		2	1				26



**Tabella 6.5** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Trasporti Brescia

Linea extraurbana SLink202c Tormini-Cunettone-Salò																					
N° di corse transitanti da SALO' per fascia oraria - GIORNI FERIALI (lunedì al venerdì)																					
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT
Dir Tormini		1	2			1		2	2	1	1	1	1	2							14
Dir Salò			1	1	1	1		1	2	1	1		2	1		1					13



**Tabella 6.6** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Trasporti Brescia



Linea extraurbana S202m Brescia- Salò - Arco																					
N° di corse transitanti da SALO' per fascia oraria - GIORNI FERIALI (lunedì al venerdì)																					
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT
Dir Arco					1							1	1								3
Dir Brescia				1								1				1					3

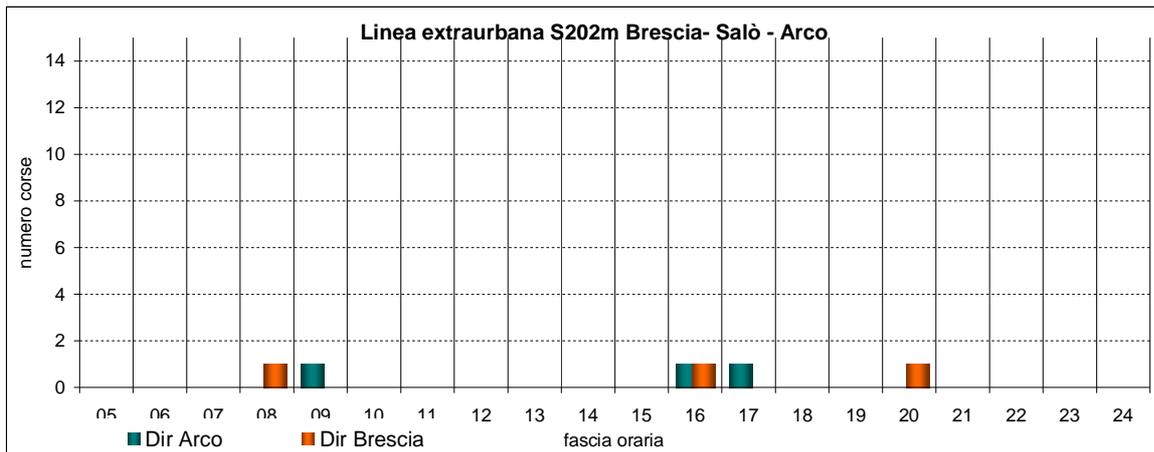


Tabella 6.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Trasporti Brescia

Altre Linee per Salò

Linea extraurbana LN005 Salò - Gardone - Riviera - S.Michele																					
N° di corse transitanti da SALO' per fascia oraria - GIORNI FERIALI (lunedì al venerdì)																					
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT
Dir. S.Michele		1		1					1			1		1							5
Dir. Salò			1		1					1											3

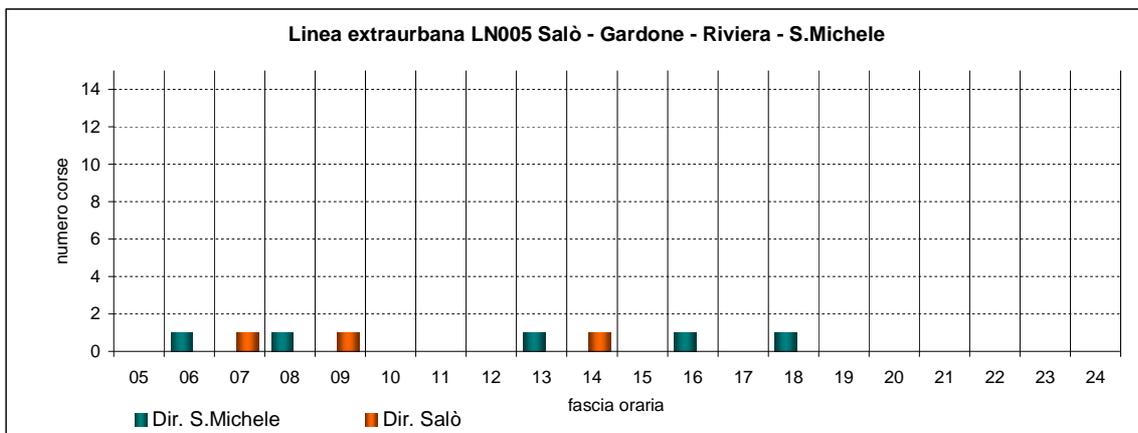


Tabella 6.8 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Trasporti Brescia



Linea extraurbana LN006 Desenzano-Cunettone-Salò																										
N° di corse transitanti da SALO' per fascia oraria - GIORNI FERIALI (lunedì al venerdì)																										
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT					
Dir Salò			1		1	1			1		1		2									7				
Dir Desenzano						1		1	1	1			1	1								7				

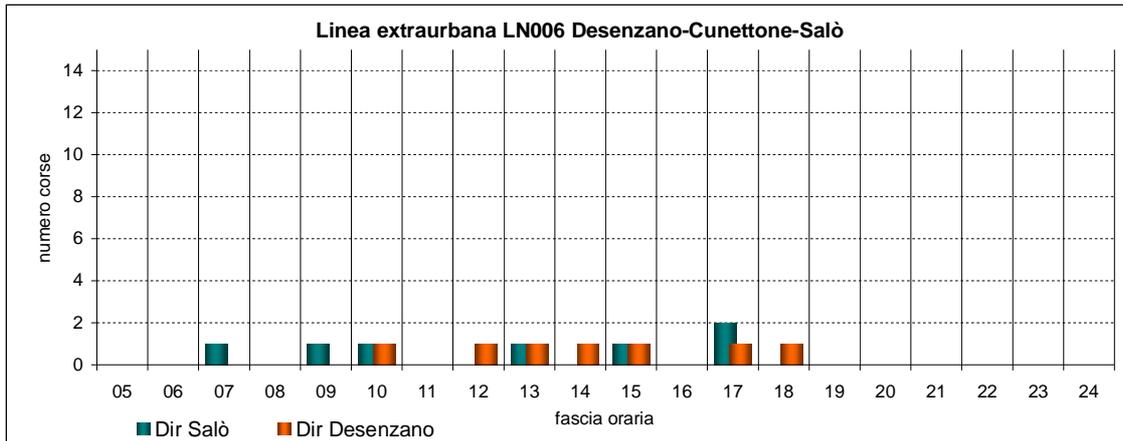


Tabella 6.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Trasporti Brescia

Linea extraurbana LN007 Salò-Portese-S.Felice-Desenzano																										
N° di corse transitanti da SALD' per fascia oraria - GIORNI FERIALI (lunedì al venerdì)																										
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT					
Dir Desenzano					1				1	1				1								4				
Dir Salò			1				1			1		1										4				

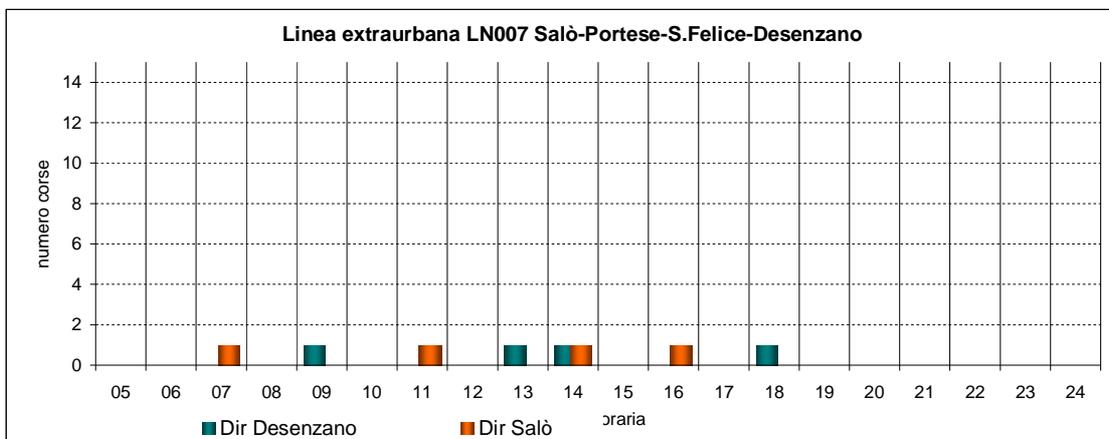


Tabella 6.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Trasporti Brescia



Linea extraurbana LN027 Riva del Garda - Gardone Riviera - Salò- Desenzano																										
N° di corse transitanti da SALO' per fascia oraria - GIORNI FERIALI (lunedì al venerdì)																										
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT					
Dir Desenzano		2		1	1	1			1	2		1	1	1								11				
Dir Riva del Garda		2	1	2			1	1		1		2			1							11				

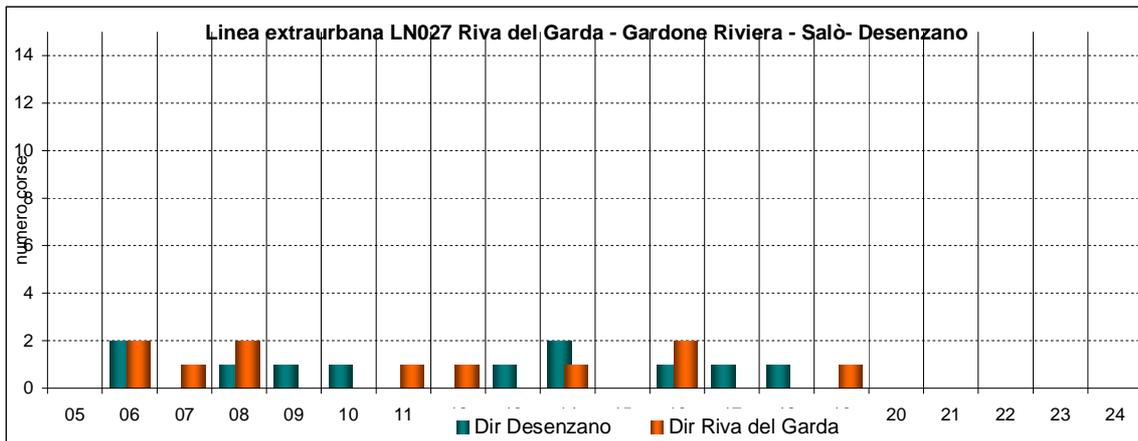


Tabella 6.11 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Trasporti Brescia

Corse per Gargnano

Linea extraurbana LN011 Gargnano - Tignale																										
N° di corse transitanti da GARGNANO per fascia oraria - GIORNI FERIALI (lunedì al venerdì)																										
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT					
Dir. Tignale						1			1	1			1									4				
Dir. Gargnano			1						1	1		1										4				

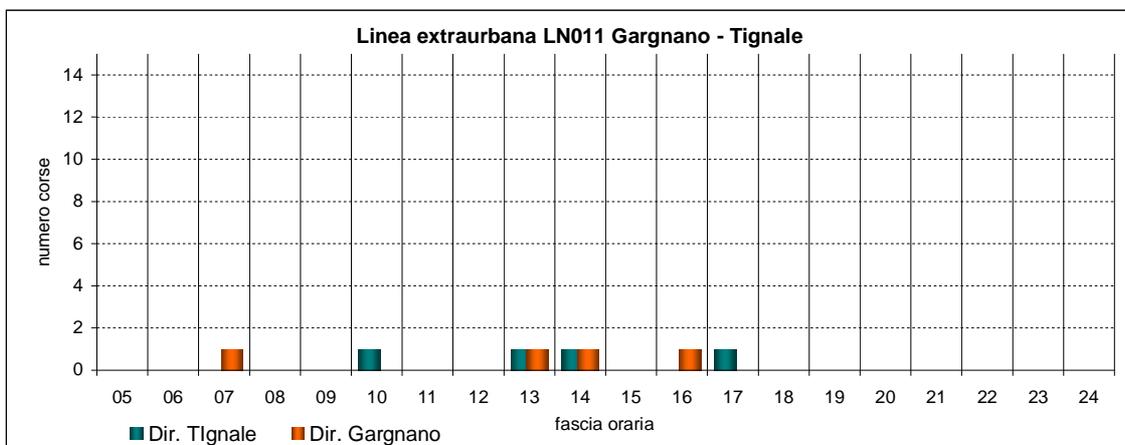


Tabella 6.12 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Trasporti Brescia



Linea extraurbana LN011 Gargnano - Tignale																										
N° di corse transitanti da GARGNANO per fascia oraria - GIORNI FERIALI (lunedì al venerdì)																										
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT					
Dir. Muslone		1							2				1									4				
Dir. Gargnano			1						1	1				1								4				

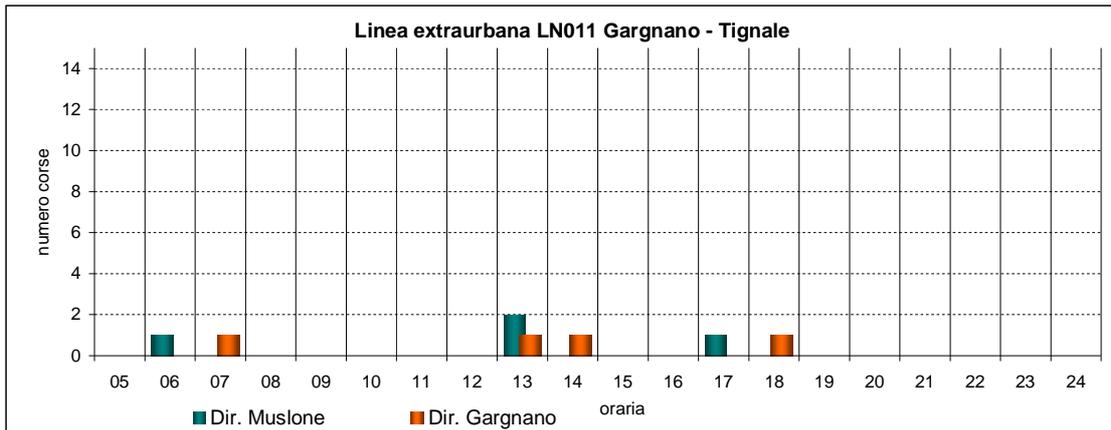


Tabella 6.13 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Trasporti Brescia

Linea extraurbana LN012: Gargnano-Tremosine-Limone																										
N° di corse transitanti da GARGNANO per fascia oraria - GIORNI FERIALI (lunedì al venerdì)																										
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT					
Dir. Limone		2				1			1	1		1		1								7				
Dir Gargnano			3	1							1	1		1								7				

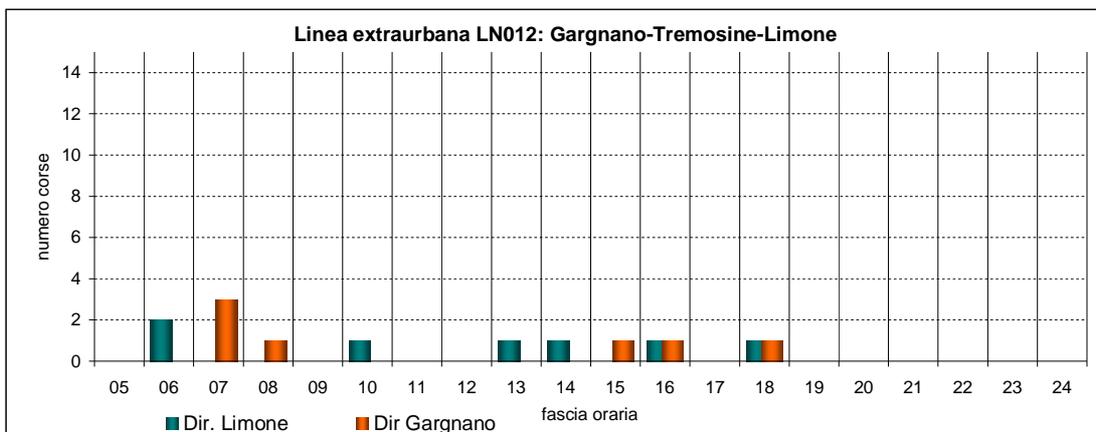


Tabella 6.14 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Trasporti Brescia



Linea extraurbana LN015 Gargnano - Magasa																									
N° di corse transitanti da GARGNANO per fascia oraria - GIORNI FERIALI (lunedì al venerdì)																									
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT				
Dir. Magasa									1				1									2			
Dir Gargnano		1									1											2			

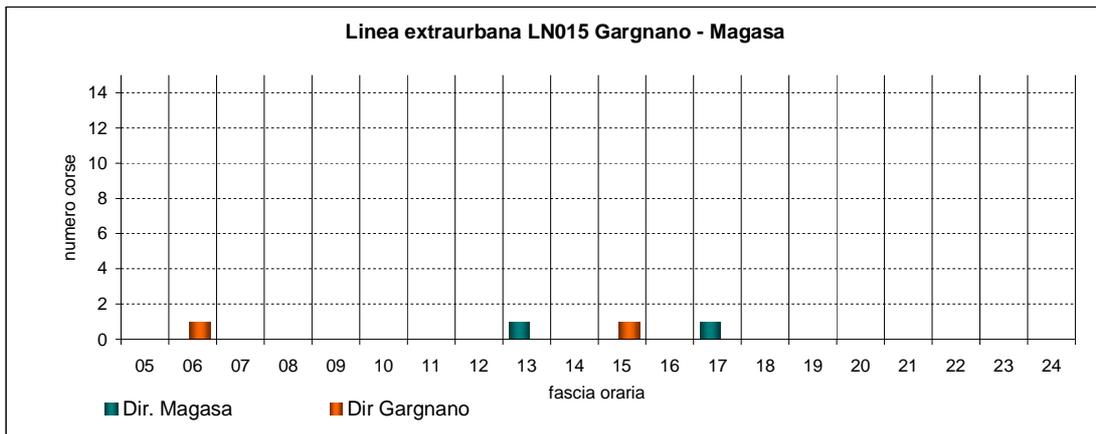


Tabella 6.15 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Trasporti Brescia

Linea LN015a: Gargnano-Costa																									
N° di corse transitanti da GARGNANO per fascia oraria - GIORNI FERIALI (lunedì al venerdì)																									
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT				
Dir Costa								1	1	1			1									4			
Dir Gargnano			2						1	1	1											5			

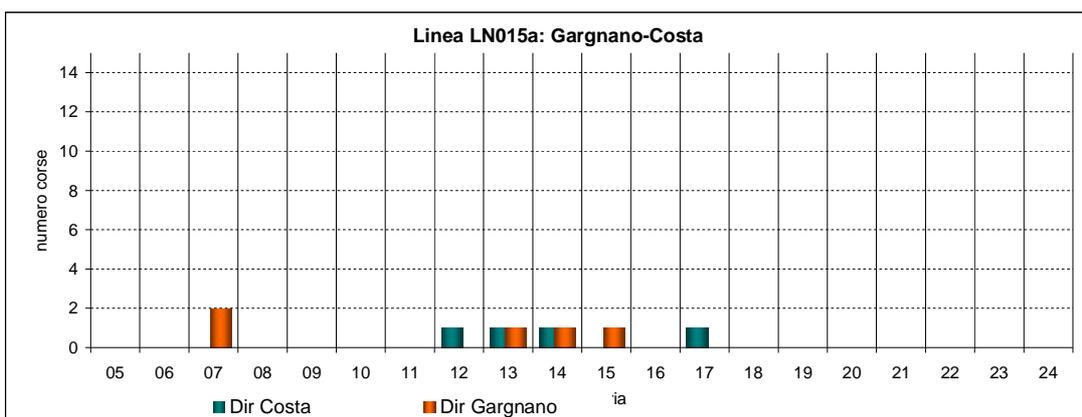


Tabella 6.16 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Trasporti Brescia



## Altri comuni

Linea extraurbana LN020 Armo di Valvestino - Capovalle																					
N° di corse transittanti da ARMO DI VALVESTINO per fascia oraria - GIORNI FERIALI (tunedì al venerdì)																					
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT
Dir Armo		2						1		1		1			1						6
Dir Capovalle		2							1	1		1			1						6

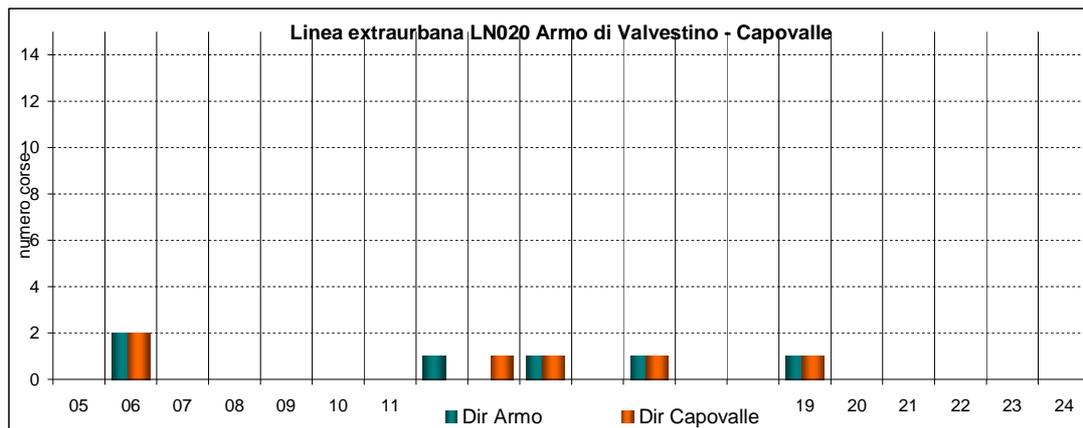


Tabella 6.17 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Trasporti Brescia

## 6.4 La domanda di mobilità

### 6.4.1 La domanda di mobilità feriale

La stima della domanda di mobilità interessante il bacino dell'Alto Garda è stata effettuata utilizzando due fonti principali:

- la matrice O.D. (Origini-Destinazioni) rilasciata dalla Regione Lombardia nel 2002, con cui è stata ricostruita la domanda di un giorno feriale medio<sup>7</sup>
- i dati sul turismo rilasciati annualmente dall'Istat, integrati con dati di maggior dettaglio forniti dalle autorità locali, grazie ai quali è stata ricostruita la domanda turistica di un giorno di alta stagione.

Operazione preliminare fondamentale alla lettura dei dati O.D. è stata la ripartizione dei Comuni dell'area in analisi e in quella circostante lungo quattro direttrici, a loro volta suddivise in macrozone (come sintetizzato nell'immagine 6.5).

Le direttrici individuate risultano quindi essere:

- Est: S.Felice del Benaco e comuni limitrofi; Desenzano e comuni limitrofi; Mantova e Provincia; Veneto e Friuli;
- Sud: Gavardo e limitrofi; Rezzato e comuni limitrofi; Brescia città; resto Lombardia;

<sup>7</sup> E' importante sottolineare due limiti della matrice OD: in primo luogo, esiste una differenza fra il tasso di campionamento degli spostamenti interni alla Lombardia (alto) e quelli in entrata alla Regione (minore). Questo potrebbe portare a sottostimare gli scambi con la direttrice nord (non significatività del rilievo fatto sulla 45bis fra Riva e Limone); in secondo luogo, l'indagine ha riguardato solo le persone con almeno 14 anni di età, e pertanto la gli spostamenti per motivi scolastici riguardano soltanto quelli verso le scuole superiori e le università; Infine, l'indagine non considera gli spostamenti con durata inferiore ai 20 minuti, sottostimando quindi gli spostamenti di vicinato, in particolare quelli a piedi



- Ovest: alta e bassa Val Sabbia; alta e bassa Val Trompia
- Nord: Trentino Alto Adige

Tale ripartizione ha permesso di estrarre le due matrici OD (spostamenti totali e con autovettura) riportate di seguito, nonché la predisposizione delle elaborazioni delle pagine seguenti. Sono stati tolti tutti i valori non rilevanti per l'area in analisi (spostamenti interni alle singole direttrici).

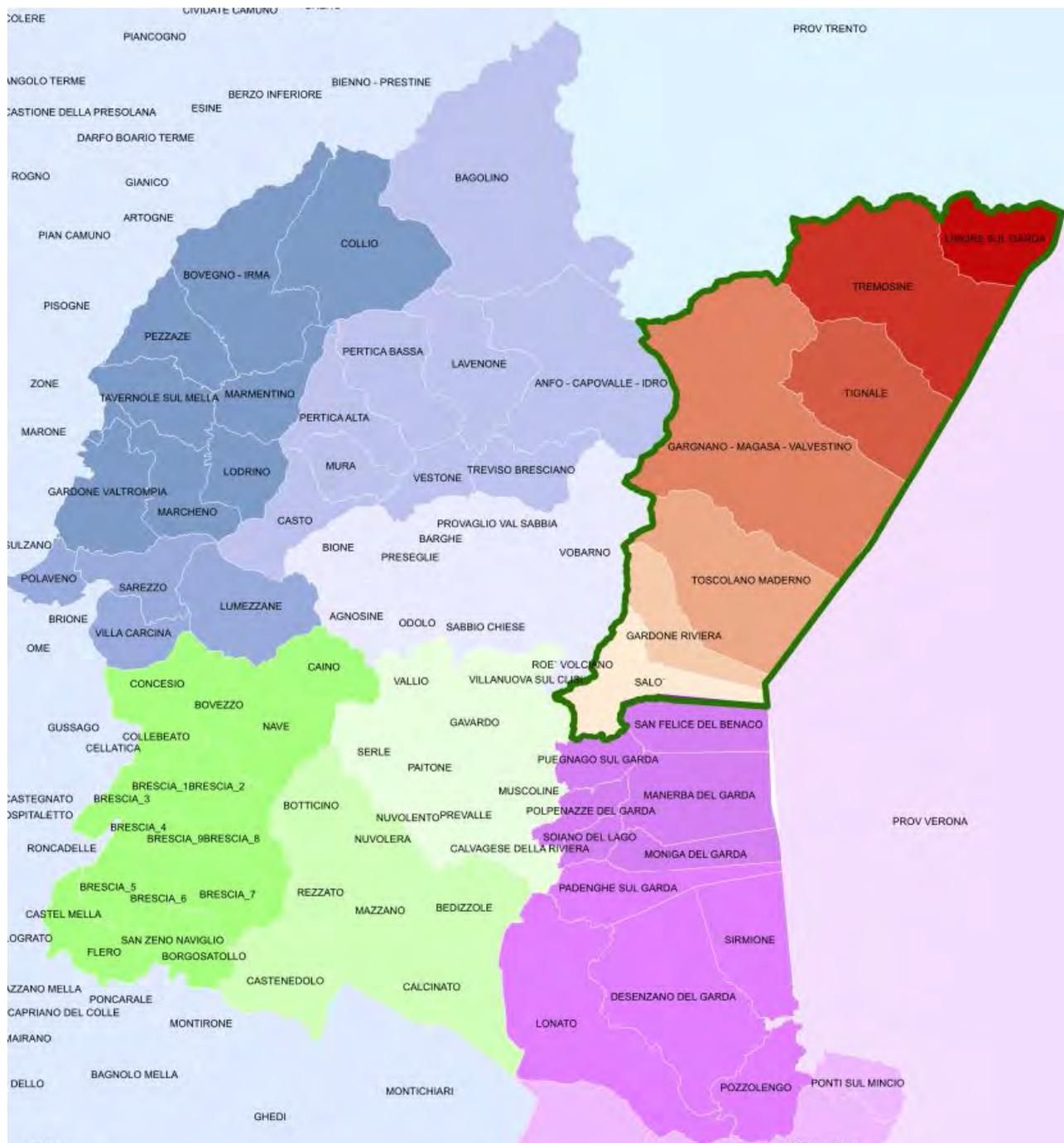


Immagine 6.5 Macrozone



La matrice totale evidenzia la presenza di 3 polarità di riferimento, zone in cui gli spostamenti attratti sono superiori a quelli generati: la direttrice 30 (in particolare Brescia città), Salò e Limone sul Garda.

Tali polarità risultano differenti l'una dall'altra:

- Brescia risulta attrattiva soprattutto nei confronti dei Comuni più vicini, ma perde progressivamente rilevanza all'incrementarsi della distanza dalla stessa;
- in quanto destinazione per quasi la metà (3.950) degli 8.400 spostamenti generati dall'area, Salò è sostanzialmente il centro dell'Alto Garda. Tuttavia, il Comune risulta a sua volta rivolto più verso le direttrici esterne che verso l'alto Garda;
- Limone è invece attrattivo principalmente dalla direttrice Nord, principalmente per motivi di svago, o dai comuni dell'Alto Garda immediatamente limitrofi (Tremosine), per motivi lavorativi.

Inoltre, la matrice evidenzia come più della metà sia degli spostamenti generati che degli attratti dall'area di analisi si esaurisca all'interno dell'area stessa, denotando la presenza di un elevato indice di autocontenimento.

Zona		1	2	3	4	7	8	9	20	30	40	50	TOT	Alto Garda	Peso AG su Tot
1	Salò	2'681	192	160	81	0	22	44	1'023	1'489	470	0	6'161	3'180	52%
2	Gardone Riviera	469	306	104	72	0	0	0	141	426	41	0	1'558	951	61%
3	Toscolano Maderno	534	79	1'223	106	16	16	41	324	829	175	0	3'342	2'014	60%
4	Gargnano-Mag.-Valv.	121	24	318	444	0	0	13	54	181	71	0	1'226	920	75%
7	Tignale	87	44	43	14	230	0	0	24	162	14	0	619	418	68%
8	Tremosine	22	0	25	26	0	399	161	0	145	0	115	893	633	71%
9	Limone sul Garda	34	9	9	26	5	34	196	51	117	0	22	502	312	62%
20	EST	1'820	248	120	56	0	0	93	0	0	0	11	2'347	2'337	100%
30	SUD	1'726	234	324	113	45	63	61	0	0	0	45	2'611	2'566	98%
40	OVEST	1'278	279	131	40	0	0	18	0	0	0	0	1'746	1'746	100%
50	NORD	56	46	4	28	0	32	468	183	12	0	0	828	634	76%
	<b>TOTALE</b>	<b>8'826</b>	<b>1'461</b>	<b>2'462</b>	<b>1'006</b>	<b>295</b>	<b>565</b>	<b>1'095</b>	<b>1'799</b>	<b>3'361</b>	<b>771</b>	<b>193</b>	<b>21'835</b>	<b>15'710</b>	<b>72%</b>
	<b>Di cui Alto Garda</b>	<b>3'947</b>	<b>655</b>	<b>1'882</b>	<b>769</b>	<b>250</b>	<b>470</b>	<b>455</b>	<b>1'617</b>	<b>3'349</b>	<b>771</b>	<b>137</b>	<b>14'301</b>	<b>8'428</b>	<b>59%</b>
	<b>Peso AG su Totale</b>	<b>45%</b>	<b>45%</b>	<b>76%</b>	<b>76%</b>	<b>85%</b>	<b>83%</b>	<b>42%</b>	<b>90%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>71%</b>	<b>65%</b>	<b>54%</b>	<b>82%</b>

Tabella 6.18 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

Zona		1	2	3	4	7	8	9	20	30	40	50	TOT	Alto Garda	Peso AG su Tot
1	Salò	4'337	286	241	111	11	22	44	1'266	2'088	570	0	8'976	5'051	56%
2	Gardone Riviera	809	435	127	72	0	0	0	173	484	88	0	2'188	1'442	66%
3	Toscolano Maderno	819	141	2'441	116	27	16	55	421	1'153	188	0	5'378	3'615	67%
4	Gargnano-Mag.-Valv.	203	24	403	971	0	0	13	86	443	71	0	2'214	1'614	73%
7	Tignale	97	57	62	50	428	0	0	62	218	21	0	995	694	70%
8	Tremosine	22	0	54	26	45	553	255	0	206	0	178	1'339	955	71%
9	Limone sul Garda	34	9	22	26	5	34	400	77	117	0	83	805	529	66%
20	EST	2'447	307	212	111	0	0	589	0	0	0	11	3'678	3'667	100%
30	SUD	2'699	459	523	176	75	124	186	0	0	0	73	4'315	4'242	98%
40	OVEST	2'075	380	210	82	26	0	18	0	0	0	0	2'792	2'792	100%
50	NORD	70	87	5	28	2	32	925	333	12	0	0	1'494	1'149	77%
	<b>TOTALE</b>	<b>13'611</b>	<b>2'186</b>	<b>4'300</b>	<b>1'770</b>	<b>618</b>	<b>780</b>	<b>2'486</b>	<b>2'418</b>	<b>4'721</b>	<b>939</b>	<b>345</b>	<b>34'173</b>	<b>25'751</b>	<b>75%</b>
	<b>Di cui Alto Garda</b>	<b>6'321</b>	<b>951</b>	<b>3'350</b>	<b>1'372</b>	<b>515</b>	<b>624</b>	<b>767</b>	<b>2'085</b>	<b>4'709</b>	<b>939</b>	<b>261</b>	<b>21'894</b>	<b>13'901</b>	<b>63%</b>
	<b>Peso AG su Totale</b>	<b>46%</b>	<b>44%</b>	<b>78%</b>	<b>78%</b>	<b>83%</b>	<b>80%</b>	<b>31%</b>	<b>86%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>76%</b>	<b>64%</b>	<b>54%</b>	<b>84%</b>

Tabella 6.19 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

Osservazioni di maggiore dettaglio possono essere fatte rispetto alla mobilità di scambio (generata o attratta dall'Alto Garda, tralasciando quindi quella di attraversamento), distinguendo per motivo e modo di spostamento.

Se si escludono i ritorni a casa, la mobilità di scambio ammonta a circa 33.700 spostamenti/giorno. Di questi, la quota più rilevante (41 %, circa 13.900 spostamenti) è interna all'area stessa, il 35 % è attratto dall'esterno e il restante 24 % consiste in spostamenti diretti verso l'esterno.



L'Alto Garda si caratterizza pertanto sia per una buona capacità di autocontenimento che per una forte capacità attrattiva.

In particolare, è interna la maggior parte degli spostamenti rivolti a svago, commissioni e di accompagnamento, nonché la quota più alta di spostamenti lavorativi. Proviene invece dall'esterno la maggior parte degli spostamenti rivolti allo svago e la quota più rilevanti degli spostamenti per studio.

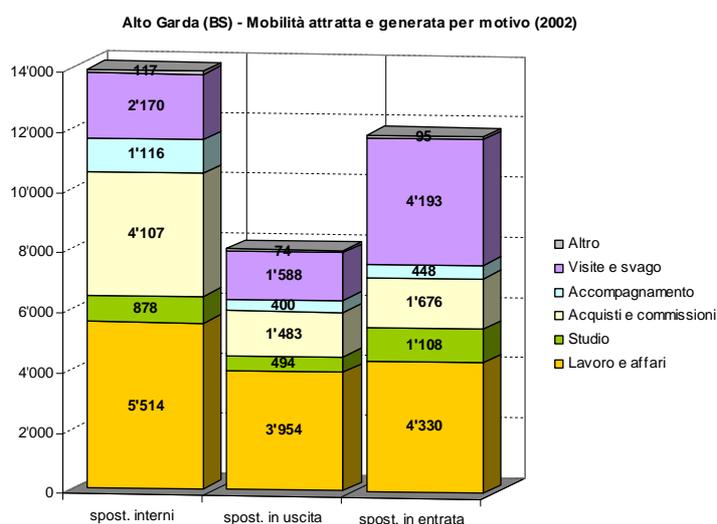


Grafico 6.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

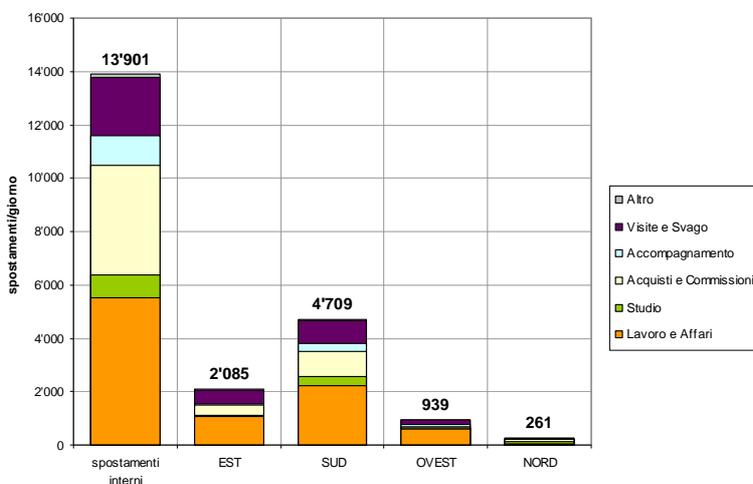
Alto Garda (BS)							
Mobilità attratta e generata per motivo (2002)							
Direttrice	Spostamenti						Totale
	Lavoro e Affari	Studio	Acquisti Commiss	Accompagnamento	Visite e Svago	Altro	
spostamenti interni (I)	5'514	878	4'107	1'116	2'170	117	13'901
spostamenti in uscita (U)	3'954	494	1'483	400	1'588	74	7'994
spostamenti in entrata (E)	4'330	1'108	1'676	448	4'193	95	11'850
<b>Totale generati (I+U)</b>	<b>9'468</b>	<b>1'372</b>	<b>5'590</b>	<b>1'516</b>	<b>3'758</b>	<b>190</b>	<b>21'894</b>
<b>Totale attratti (I+E)</b>	<b>9'844</b>	<b>1'985</b>	<b>5'783</b>	<b>1'564</b>	<b>6'363</b>	<b>212</b>	<b>25'751</b>
<b>TOTALE GENERALE (I+U+E)</b>	<b>13'798</b>	<b>2'479</b>	<b>7'266</b>	<b>1'964</b>	<b>7'951</b>	<b>285</b>	<b>33'744</b>

Tabella 6.20 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

Per quanto riguarda gli spostamenti generati, questi sono prevalentemente rivolti a sud (4.700 spostamenti circa) e, in misura minore a est (2.080) e ovest (940). Di scarsissima rilevanza è invece la direttrice nord.



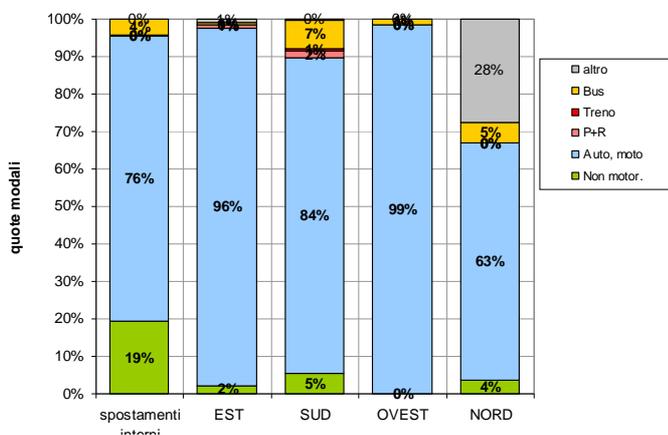
**Spostamenti generati per motivo**



**Grafico 6.6** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

Rispetto ai modi di trasporto, è evidente l'uso preponderante dell'autovettura per uscire dall'Alto Garda. Fanno eccezione gli spostamenti verso nord, nei confronti dei quali il traghetto risulta avere una certa attrattività. L'elevata quota di spostamenti interni soddisfatta dalle modalità non motorizzate riguarda in realtà prevalentemente spostamenti di vicinato, quindi con lunghezze molto contenute.

**Spostamenti generati per modo di trasporto**



**Grafico 6.7** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

La ripartizione degli spostamenti attratti per direttrice risulta più equilibrata: perde peso la direttrice sud, mentre acquisiscono una maggiore rilevanza tutte le altre: la est passa a 3.670 spostamenti, la ovest a 2.800 e la nord a 1.140. Il grafico mostra con chiarezza come questa attrattività sia in gran parte imputabile agli spostamenti finalizzati allo svago, in particolare per quanto riguarda la direttrice nord.



Spostamenti attratti per motivo

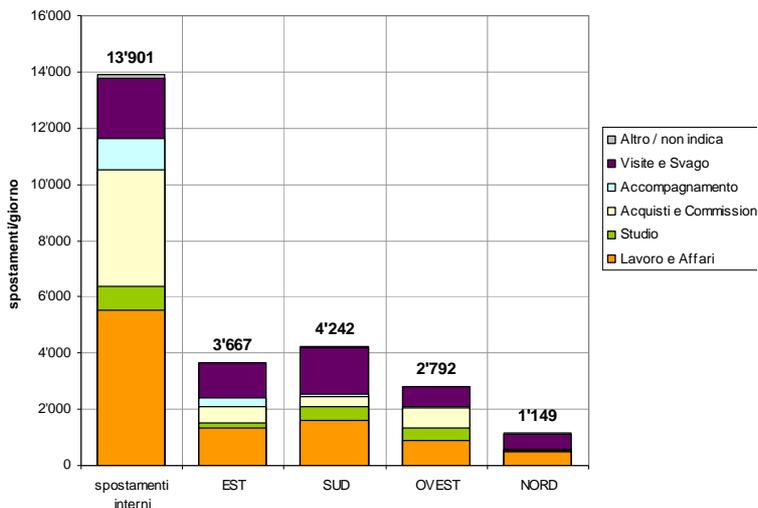


Grafico 6.8 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

Anche le modalità di trasporto differiscono rispetto agli spostamenti generati: pur rimanendo il mezzo prevalente di trasporto, l'autovettura perde quote modali a favore dei traghetti (direttrici est e nord) e del trasporto pubblico locale (direttrici est, sud e ovest).

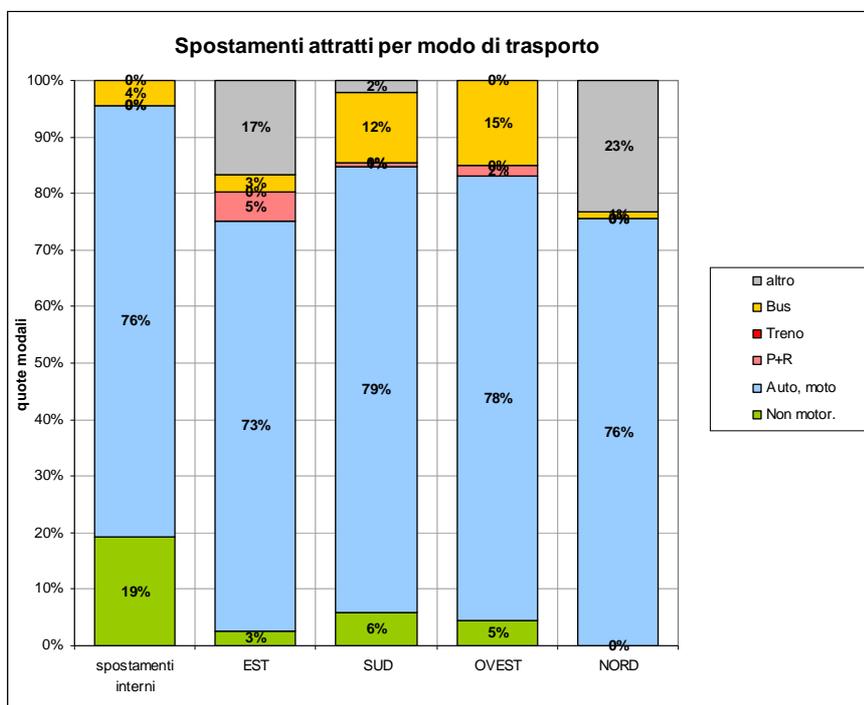


Grafico 6.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

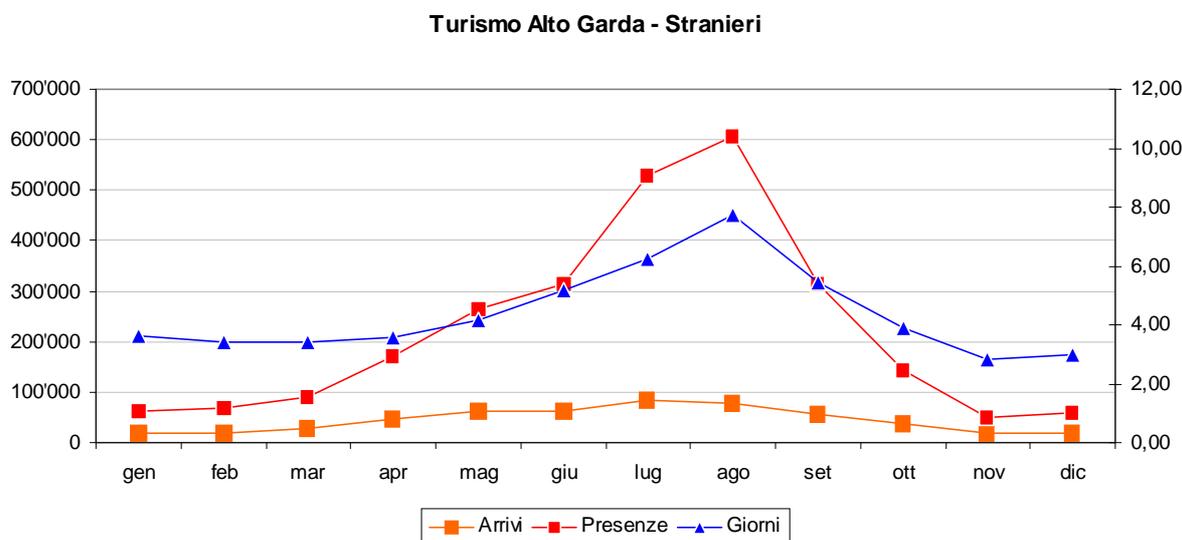
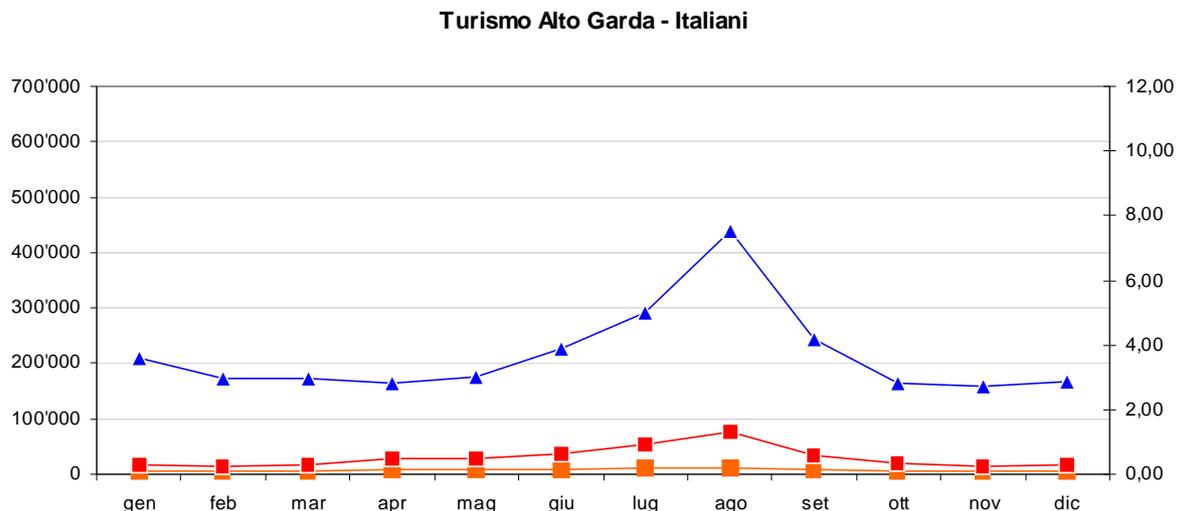


### 6.4.2 La domanda di mobilità festiva

Per poter ricostruire i carichi di mobilità riconducibili al turismo, è stato stimato il numero giornaliero di spostamenti in ingresso per direttrice di provenienza e Comune di destinazione in un giorno medio di alta stagione. Successivamente, è stata effettuata una stima degli spostamenti interni.

Per prima cosa sono stati individuati i mesi di picco degli arrivi e delle presenze turistiche, sulla base dei dati Istat 2010 sul turismo. Secondo questi dati, nel 2010 sono stati registrati 440.000 arrivi nell'area, di cui 354.000 stranieri e 86.000 italiani.

La distribuzione mensile di questi valori (grafico sottostante) ha permesso di individuare il picco nei mesi di luglio e agosto: in questi due mesi si concentra infatti il 38 % degli arrivi stranieri (46 % delle permanenze) e il 23 % di quelli italiani (37 % delle permanenze), come evidenziato nei grafici che seguono.



**Grafico 6.10** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al turismo della provincia di Brescia

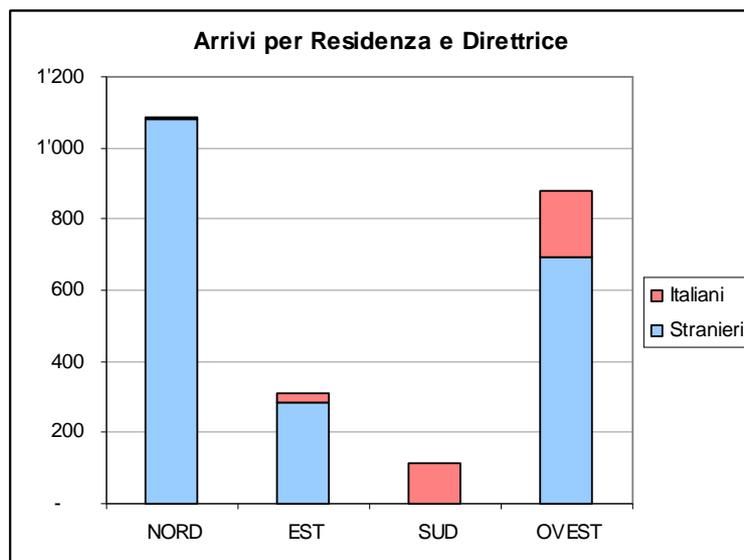


Successivamente è stata analizzata la struttura delle origini turistiche, ripartendo tutti i paesi europei e le regioni italiane fra le direttrici nord, est, sud, e ovest, già usate per le analisi OD.



**Immagine 6.6** Origini turistiche

La ripartizione degli arrivi/giorno per direttrice e residenza (grafico seguente) permette di evidenziare due caratteristiche fondamentali del turismo nell'area: in primo luogo la prevalenza della domanda straniera (2.000 arrivi/giorno) su quella italiana (300 arrivi/giorno); secondariamente la presenza di due direttrici "deboli" (est e sud) e di due direttrici "forti" (nord, in particolare la Germania, e ovest, in particolare i Paesi Bassi).



**Grafico 6.11** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al turismo della provincia di Brescia

Sulla base del numero di arrivi per ogni Comune dell'Alto Garda<sup>8</sup>, è stato infine possibile ricostruire la struttura delle destinazioni, stimando così la matrice OD del Turismo. La matrice evidenzia come la maggior parte (45 %) degli arrivi stranieri si concentri a Limone sul Garda, mentre la meta preferita dagli italiani risulta essere Toscolano Maderno (34 % degli arrivi nazionali).

OD ARRIVI Stranieri										
Dir	Salo	Gardone Riviera	Toscolano-Maderno	Gargnano	Magasa	Valvestino	Tignale	Tremosine	Limone sul Garda	TOT
NORD	93	107	135	85	0	0	87	101	473	1'081
EST	24	28	35	22	0	0	23	26	124	284
SUD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OVEST	60	69	87	55	0	0	56	65	304	695
<b>TOT</b>	<b>177</b>	<b>205</b>	<b>257</b>	<b>163</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>165</b>	<b>192</b>	<b>901</b>	<b>2'060</b>

OD ARRIVI ITA										
Dir	Salo	Gardone Riviera	Toscolano-Maderno	Gargnano	Magasa	Valvestino	Tignale	Tremosine	Limone sul Garda	TOT
NORD	1	1	2	1	0	0	0	0	1	5
EST	5	4	9	3	0	0	1	1	4	26
SUD	20	16	40	14	0	0	2	5	16	113
OVEST	33	26	65	23	0	0	4	8	27	186
<b>TOT</b>	<b>59</b>	<b>45</b>	<b>115</b>	<b>40</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>48</b>	<b>331</b>

**Tabella 6.21** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al turismo della provincia di Brescia

<sup>8</sup> Il dato è stato reso disponibile dai singoli Comuni. Laddove questo non sia stato possibile, è stato utilizzato il dato ISTAT o è stata effettuata una stima degli arrivi in funzione dell'offerta turistica presente e degli arrivi per località turistica.



OD ARRIVI RESIDENZE SECONDARIE										
Dir	Salo	Gardone Riviera	Toscolano-Maderno	Gargnano	Magasa	Valvestino	Tignale	Tremosine	Limone sul Garda	TOT
NORD	1	1	3	2	0	0	2	3	0	13
EST	1	1	2	1	0	0	1	1	0	7
SUD	1	1	4	3	0	0	2	3	0	15
OVEST	3	3	8	6	0	1	5	7	0	32
<b>TOT</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>67</b>

OD TOTALE										
Dir	Salo	Gardone Riviera	Toscolano-Maderno	Gargnano	Magasa	Valvestino	Tignale	Tremosine	Limone sul Garda	TOT
NORD	95	109	140	88	0	0	89	104	473	1'098
EST	30	32	46	27	0	0	24	29	128	317
SUD	22	17	43	16	0	1	5	8	17	128
OVEST	96	97	160	83	1	1	64	80	331	914
<b>TOT</b>	<b>242</b>	<b>256</b>	<b>389</b>	<b>215</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>182</b>	<b>220</b>	<b>949</b>	<b>2'458</b>

Tabella 6.22 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al turismo della provincia di Brescia

In un secondo momento è stata effettuata una stima degli spostamenti effettuati dai turisti all'interno dell'Alto Garda una volta arrivati.

A tal fine a ogni attrattore è stato assegnata una capacità attrattiva (proporzionale al numero di presenze) e un valore di accessibilità (proporzionale alla distanza).

#### 6.4.3 Matrice OD Regione Lombardia 2002 - Comune di Limone sul Garda

Secondo l'indagine OD della Regione Lombardia, il Comune di Limone sul Garda è interessato in un tipico giorno feriale, da circa 2.900 spostamenti, esclusi i ritorni a casa. Di questi, circa 400 (14 %) si sviluppano all'interno del territorio comunale, 400 (14 %) sono diretti verso l'esterno, mentre ben 2.500 (72 %) provengono da altri comuni. Questi dati evidenziano il ruolo di attrattore netto di mobilità attualmente assunto dal Comune.

Facendo riferimento ai motivi di viaggio, la maggior parte degli spostamenti avviene per motivi di lavoro/affari (43 %) e per visite e svago (41 %). Di minore rilievo risultano gli spostamenti per acquisti e commissioni (9 %), accompagnamento personale (3 %) e studio (1 %)

I due motivi prevalenti di spostamento si declinano diversamente a seconda della componente di mobilità considerata: nella mobilità interna e, in misura minore, generata, il lavoro è prevalente, mentre è secondario negli spostamenti in entrata; invece lo svago risulta secondario negli spostamenti in uscita, ma predominante negli attratti.

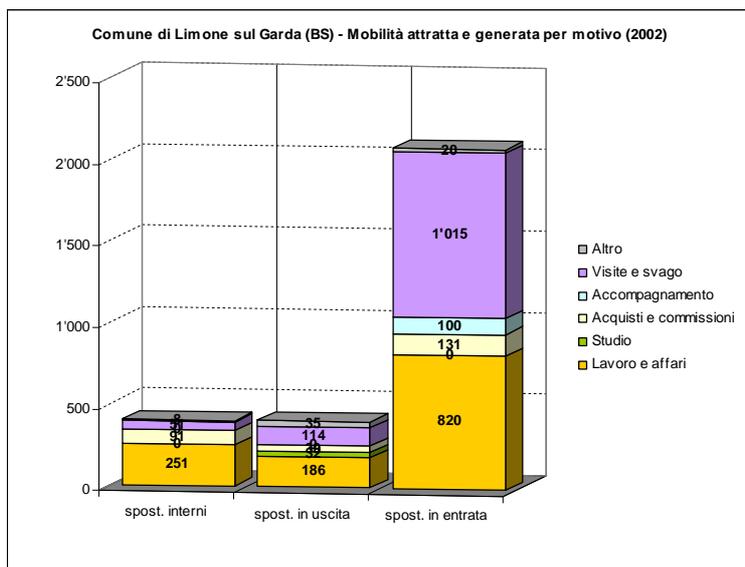


Grafico 6.12 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

Comune di Limone sul Garda (BS)							
Mobilità attratta e generata per motivo (2002)							
Direttrice	Spostamenti						Totale
	Lavoro e Affari	Studio	Acquisti Commiss	Accompagnamento	Visite e Svago	Altro	
spostamenti interni (I)	251	0	91	0	51	8	<b>400</b>
spostamenti in uscita (U)	186	32	39	0	114	35	<b>405</b>
spostamenti in entrata (E)	820	0	131	100	1'015	20	<b>2'087</b>
<b>Totale generati (I+U)</b>	<b>437</b>	<b>32</b>	<b>130</b>	<b>0</b>	<b>164</b>	<b>43</b>	<b>805</b>
<b>Totale attratti (I+E)</b>	<b>1'071</b>	<b>0</b>	<b>221</b>	<b>100</b>	<b>1'066</b>	<b>28</b>	<b>2'486</b>
<b>TOTALE GENERALE (I+U+E)</b>	<b>1'257</b>	<b>32</b>	<b>260</b>	<b>100</b>	<b>1'180</b>	<b>63</b>	<b>2'892</b>

Tabella 6.23 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Assessorato al turismo della provincia di Brescia

Facendo riferimento alla sola mobilità generata dai residenti a Limone sul Garda, emerge la mancanza di una direttrice prevalente. Molti, rispetto al totale, sono gli spostamenti diretti verso gli altri comuni dell'Alto Garda e verso la direttrice sud (Brescia città), ma rilevanti sono anche i flussi diretti nord (dove sembrano concentrarsi gli spostamenti per studio) e verso est. Statisticamente nulla è invece la direttrice ovest.

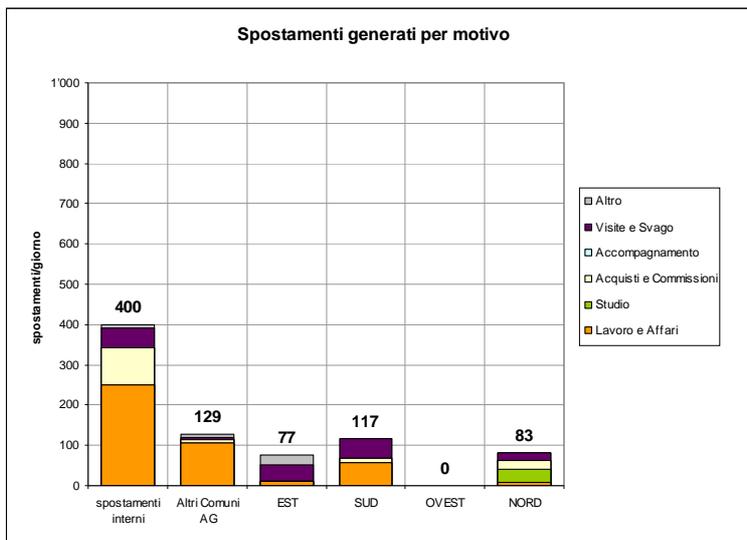


Grafico 6.13 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

Per quanto concerne i modi di trasporto utilizzati, nella maggior parte dei casi l'autovettura è dominante, tranne nel caso degli spostamenti interni, dove è forte il ricorso a modalità non motorizzate, e della direttrice nord dove, invece, il mezzo più utilizzato è il traghetto (in particolare da parte degli studenti).

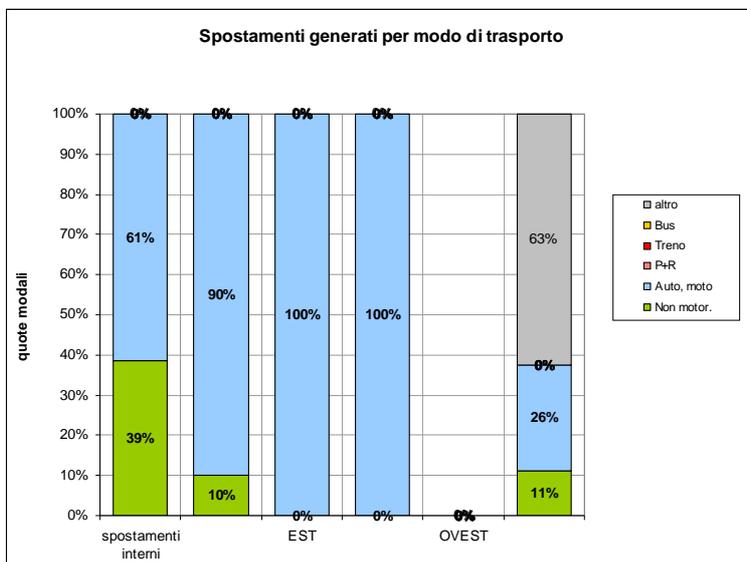


Grafico 6.14 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

Per quanto riguarda la mobilità attratta dal Comune la situazione è maggiormente eterogenea: circa 900 spostamenti provengono dalla direttrice nord, 600 dalla direttrice est e 370 dagli altri Comuni dell'Alto Garda. Meno rilevanti invece gli spostamenti provenienti da sud (190) e ovest (20). Gli spostamenti per svago si concentrano nelle direttrici nord ed est.

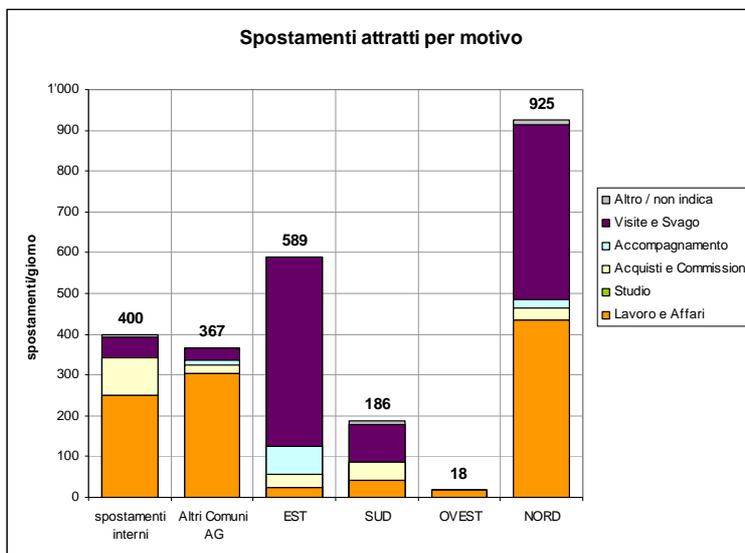


Grafico 6.15 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

Rispetto ai modi di trasporto, la situazione è eterogenea, ed assai differente rispetto agli altri Comuni dell'Alto Garda. L'auto è la modalità dominante soltanto per gli spostamenti provenienti dagli altri Comuni dell'Alto Garda, dalla direttrice ovest e, in misura tuttavia nettamente inferiore, dalla direttrice nord. Forte è l'uso del traghetto dalle direttrici est, sud e ovest, anche con diversi casi di Park and Ride. Da segnalare anche il ricorso a modalità non motorizzate lungo la direttrice sud.

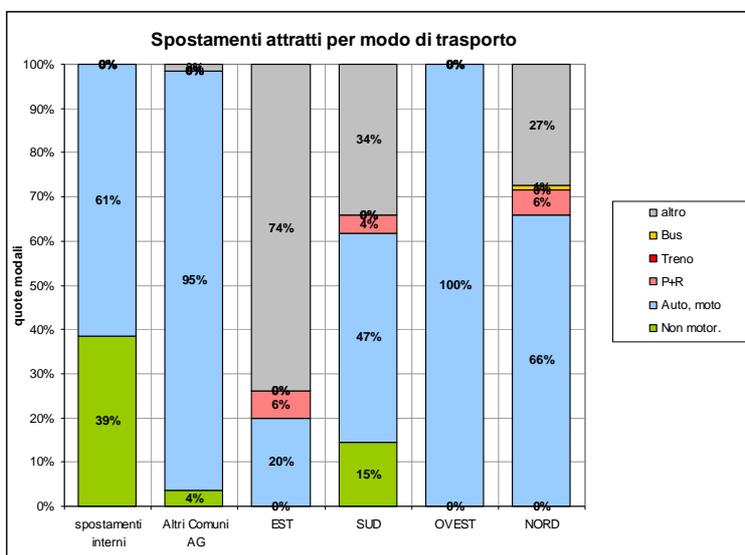


Grafico 6.16 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

#### 6.4.4 I flussi di traffico

La ricostruzione dei flussi di traffico è avvenuta assegnando al grafo stradale le due matrici OD degli spostamenti, illustrate nei precedenti paragrafi.

In generale, si è fatto riferimento a due situazioni base così definite:



- giorno feriale tipico, per il quale si assume la significatività della matrice OD ottenuta sulla base dell'indagine della Regione Lombardia;
- giorno festivo, che si assume caratterizzato dalla presenza di traffico turistico.

Il volume di traffico complessivo, registrato su base annuale, è ottenuto sommando le due componenti, ponderate in base alla frequenza delle corrispondenti giornate rappresentative.

Nel caso del giorno feriale tipico, la configurazione dei flussi è stimata sulla base della sola matrice OD ricavata dall'indagine della Regione Lombardia, che consente di riprodurre con buona approssimazione il traffico giornaliero medio riscontrato nei giorni lavorativi.

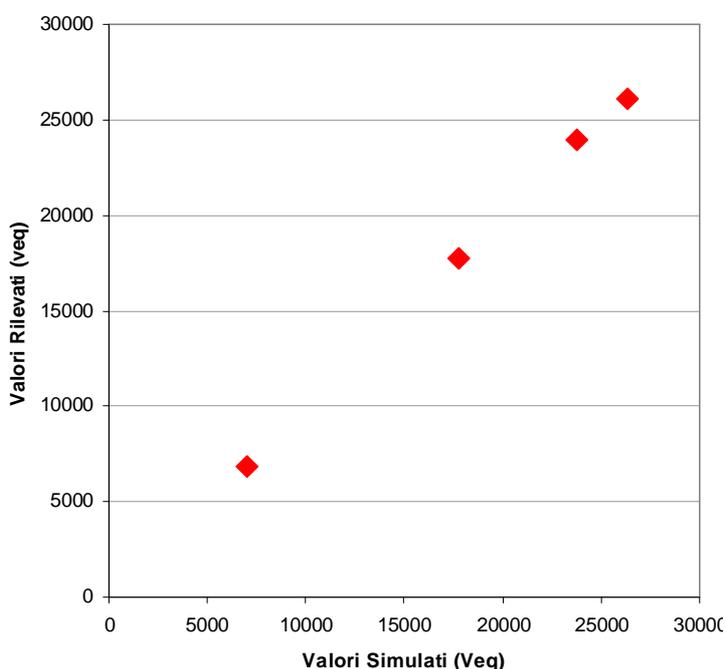


Grafico 6.17 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

I risultati ottenuti sono indicati nel flussogramma e nella tabella seguente.

Come si osserva, all'interno dell'area di studio i volumi di traffico si concentrano sulla rete primaria, qui rappresentata dalla sola SS45bis, che costituisce non soltanto l'unica connessione dell'Alto Garda con l'esterno, ma anche il principale asse di comunicazione interno.

PAES Alto Garda				
Statistiche Traffico Feriale				
Rete	estensione	Volume di	Tempo di	Velocità media
	rete	traffico	perc. corr.	
	Km	vkm	vh	km/h
<b>Primaria</b>	39,4	442'058	8'016	55,15
<b>Secondaria</b>	36,5	136'162	3'764	36,17
<b>Locale</b>	61,3	42'231	758	55,70
<b>Totale</b>	137	620'450	12'538	49,48

Tabella 6.24 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia.

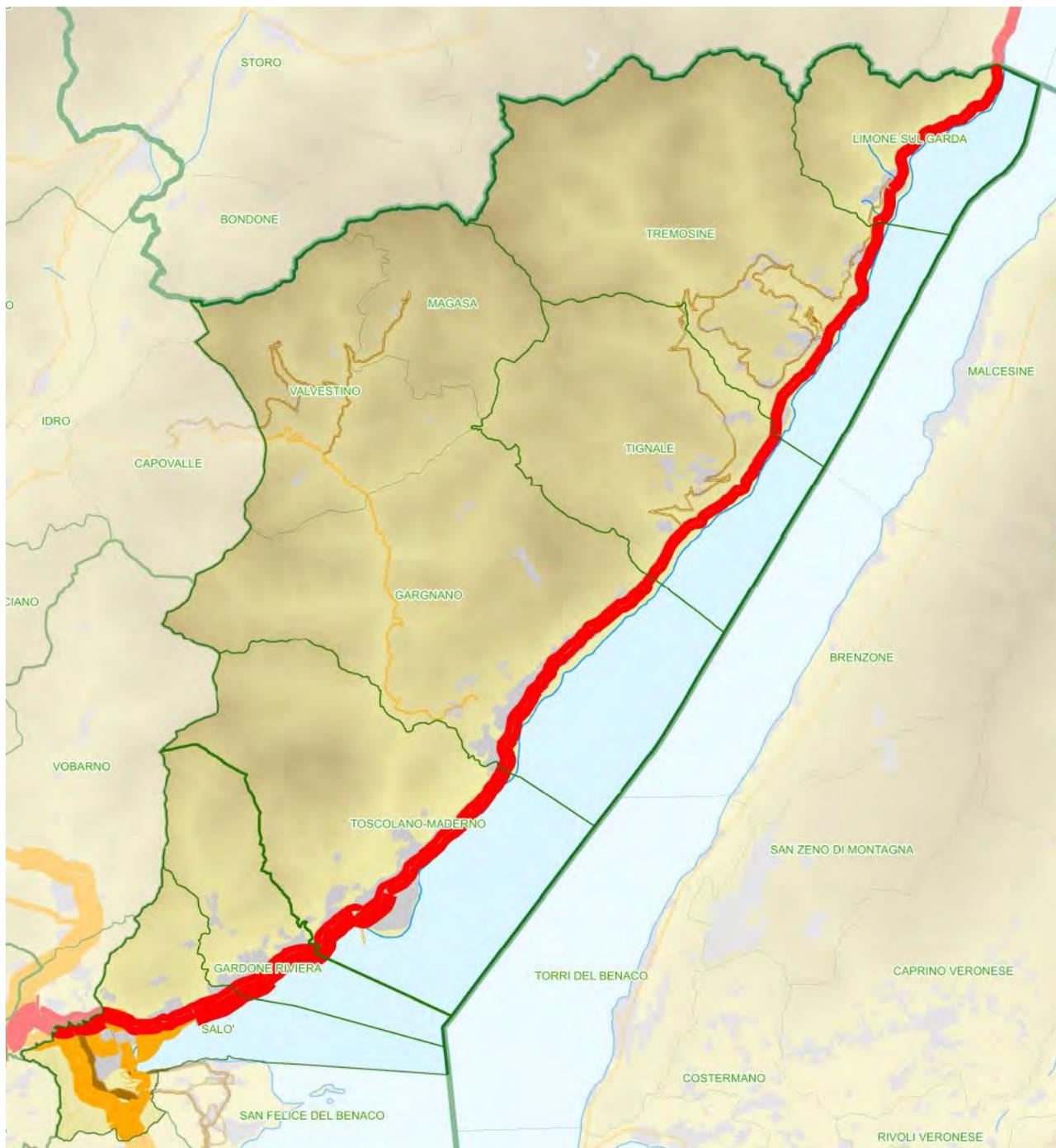


Immagine 6.6 Flussogramma

La simulazione di traffico, effettuata con riferimento al tipico giorno feriale, consente di analizzare in modo dettagliato le caratteristiche degli spostamenti veicolari locali, facendo riferimento in particolare alle quattro categorie degli **spostamenti interni** (origine e destinazione in un Comune dell'Alto Garda), **di uscita** (origine nell'Alto Garda, destinazione esterna), **di entrata** (origine esterna, destinazione nell'Alto Garda), e **di attraversamento** (origine e destinazione esterna).

Con riferimento ai volumi di traffico complessivi, espressi in veicoli-km/giorno (vkm/giorno), è possibile in particolare evidenziare che solo il 35 % del traffico complessivo è riconducibile a movimenti di



attraversamento (effettuati in larga prevalenza lungo la SS45bis), mentre il restante 65 % ha origine e/o destinazione in un Comune dell'Alto Garda. Abbastanza limitata risulta la mobilità interna, che ammonta a 1/5 del totale, mentre un rilievo più consistente va attribuito agli spostamenti di scambio (entrate e uscite), che rappresentano quasi metà del volume complessivo, concentrandosi anche in questo caso sulla direttrice litoranea.

In definitiva, è possibile evidenziare che anche lungo la rete primaria (SS 45bis) l'incidenza degli spostamenti di attraversamento sebbene sia rilevante, non risulta prevalente rispetto al totale.

Le simulazioni consentono inoltre di analizzare la ripartizione del traffico per singolo Comune, tenendo conto anche dell'incidenza da attribuirsi in ciascun caso alle diverse componenti della domanda di mobilità. A questo proposito, si può osservare in particolare che Salò è il Comune che presenta il maggior volume di traffico, ma anche uno di quelli in cui la componente di attraversamento assume l'incidenza minore. Mano a mano che si procede verso Nord, il traffico complessivo per unità di lunghezza della strada tende a diminuire, mentre l'incidenza degli attraversamenti cresce.

Magasa e Valvestino, data la loro posizione remota, sono praticamente privi di traffico di attraversamento.

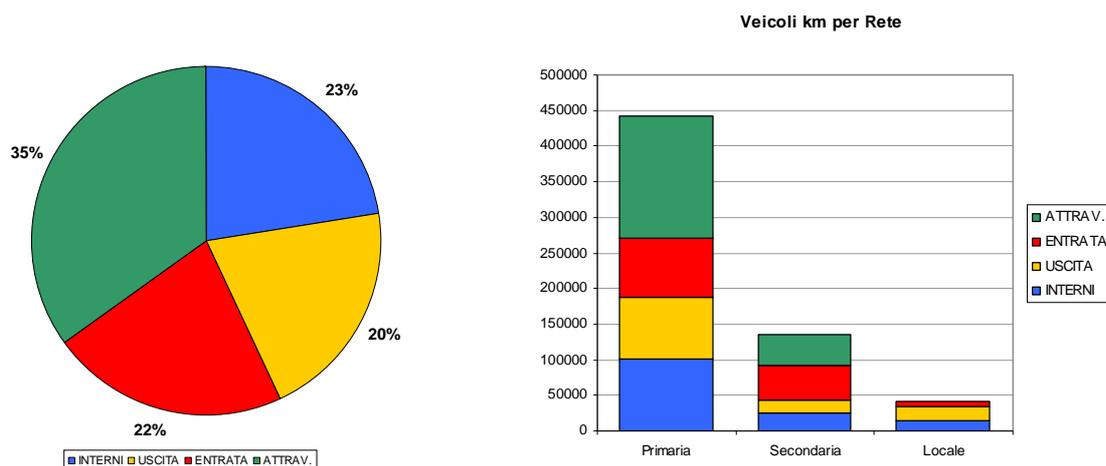


Grafico 6.18 e 6.19 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

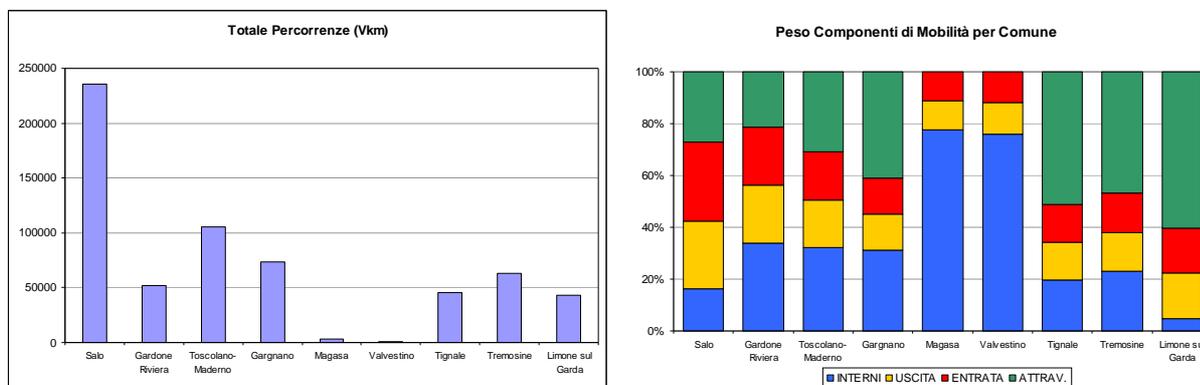
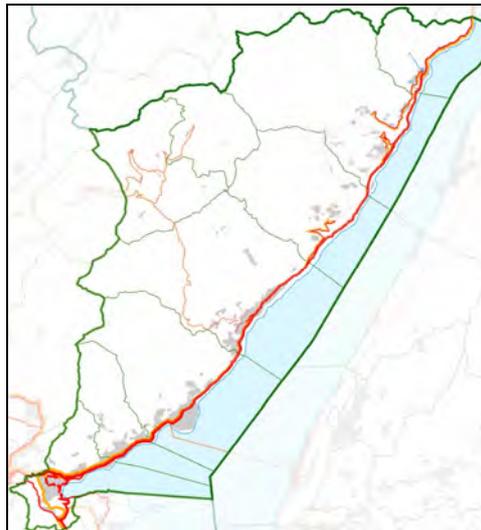


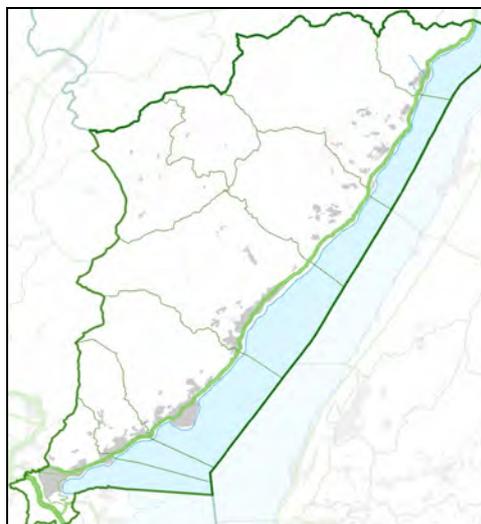
Grafico 6.20 e 6.21 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia



Flussi Interni



Flussi di Scambio



Flussi di Attraversamento



Riguardo ai flussi di traffico festivi, per quanto concerne le giornate di alta stagione, si assume che esse si caratterizzino per una più consistente presenza di traffico turistico, che si somma alla quota parte di mobilità locale, conservata nel periodo di maggiore affluenza.

In prima approssimazione, si è assunto che i flussi di traffico medi delle altre giornate possano essere stimati sulla base di una matrice composta, così definita:

$$M_A = 0,5 M_F + M_T$$

dove  $M_F$  rappresenta la mobilità del giorno feriale tipico, già utilizzata nelle precedenti assegnazioni di traffico, ed  $M_T$  la matrice degli spostamenti turistici (primari e secondari), ottenuta sulla base delle statistiche degli arrivi e delle presenze.

Nel complesso, la stima conduce ad un considerevole incremento dei volumi di traffico gravanti sulla rete interna all'Alto Garda, con conseguente abbattimento delle velocità medie di deflusso, che calano drasticamente soprattutto lungo la rete primaria (vedi tabella di seguito).

<b>PAES Alto Garda</b>				
<b>Statistiche Traffico Turistico</b>				
Rete	estensione rete	Volume di traffico	Tempo di percorr.	Velocità media
	Km	vkm	vh	km/h
<b>Primaria</b>	39,4	1'259'203	64'060	19,66
<b>Secondaria</b>	36,5	171'432	6'127	27,98
<b>Locale</b>	61,3	241'594	6'676	36,19
<b>Totale</b>	137	1'672'229	76'863	21,76

Tabella 6.25 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

Nel complesso, l'incremento dovuto al traffico turistico determina un certo aumento dell'incidenza del traffico interno su quello di scambio e di attraversamento.

Inoltre, con la presenza di un certo numero di turisti anche nelle località montane – o comunque non litoranee – aumenta rispetto al giorno feriale l'incidenza della rete secondaria e di quella locale.

Crollano invece, anche in valore assoluto, gli spostamenti di attraversamento: infatti, la saturazione della direttrice litoranea principale rende appetibili alternative di itinerario esterne all'Alto Garda, che nei normali giorni feriali possono risultare sconvenienti.

Da ultimo, facendo riferimento alla ripartizione del traffico per Comune, in alta stagione vi sono diverse circoscrizioni che assumono un peso relativo equivalente o superiore a quello di Salò: in particolare, Toscolano-Maderno, Gargnano, Tremosine ed anche Tignale sono interessati, ciascuno da 20-25.000 vkm/giorno.

Nel caso di Tremosine e Tignale, questi totali sono comunque fortemente influenzati dalla SS45bis che, pur non raggiungendo i centri abitati di questi Comuni, ne attraversa comunque per larghe porzioni il territorio.

Il peso relativamente più limitato, attribuito a Limone sul Garda – che rappresenta il principale attrattore turistico della porzione settentrionale dell'area di studio – è invece correlato alle limitate dimensioni del suo territorio, che limita le percorrenze veicolari contabilizzate a suo carico.

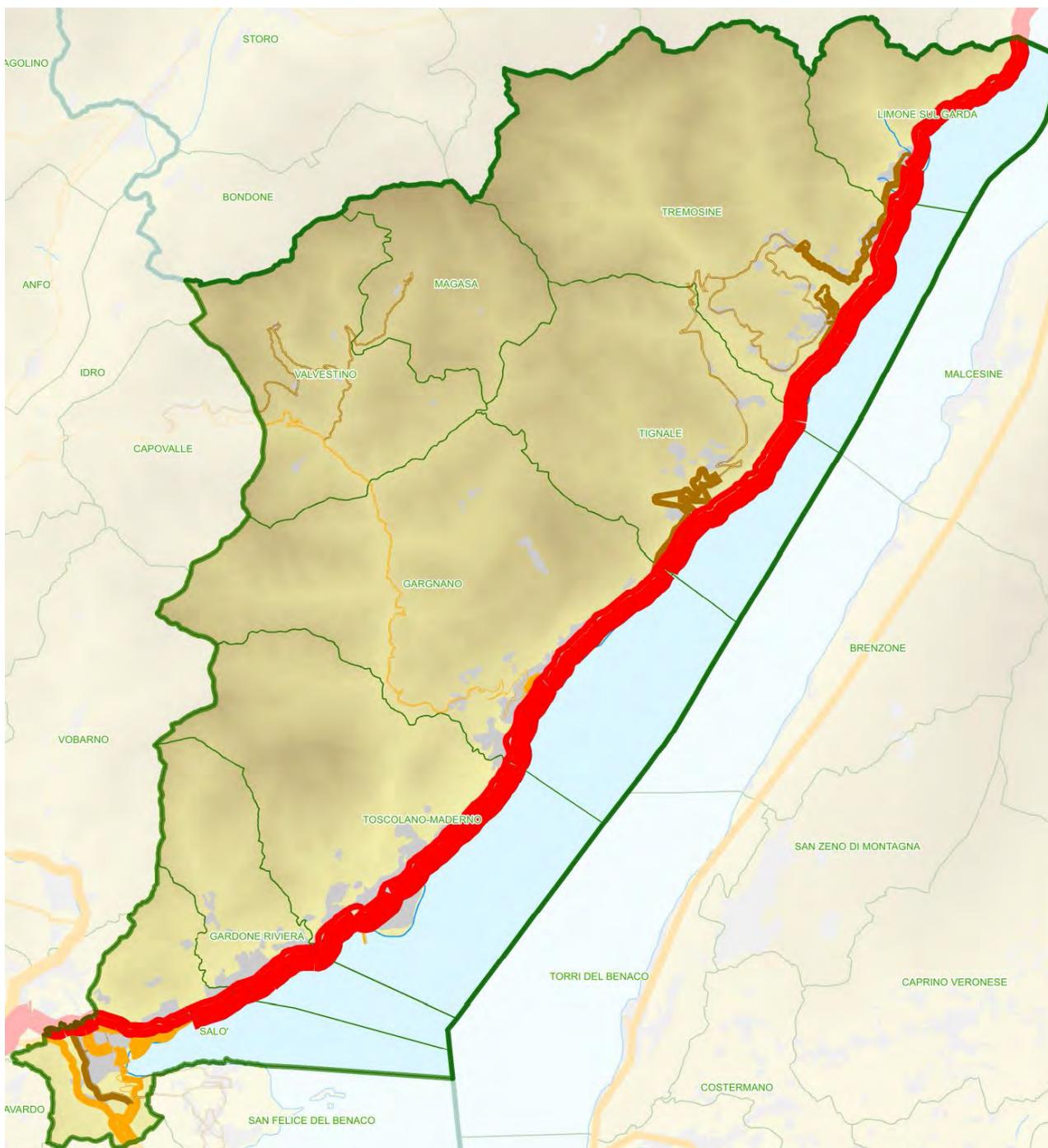


Immagine 6.7 Flussogramma

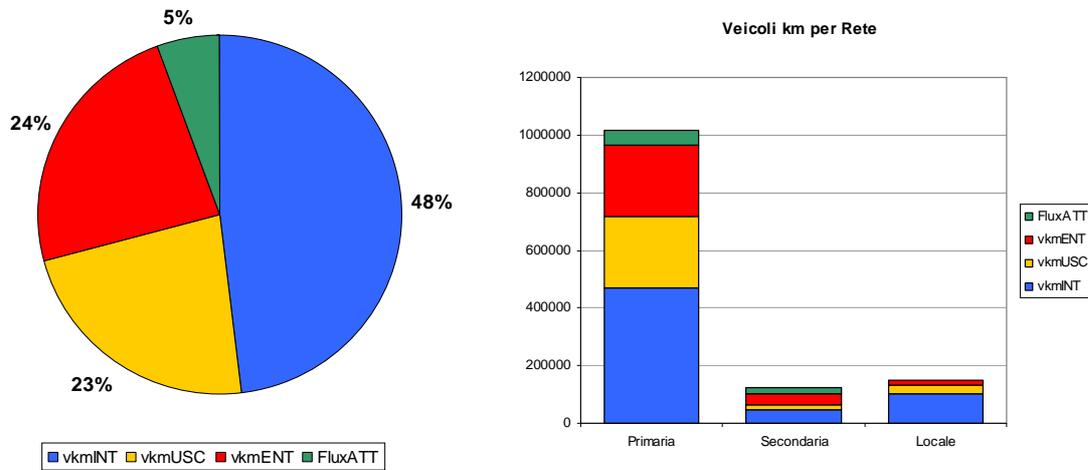


Grafico 6.22 e 6.23 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia

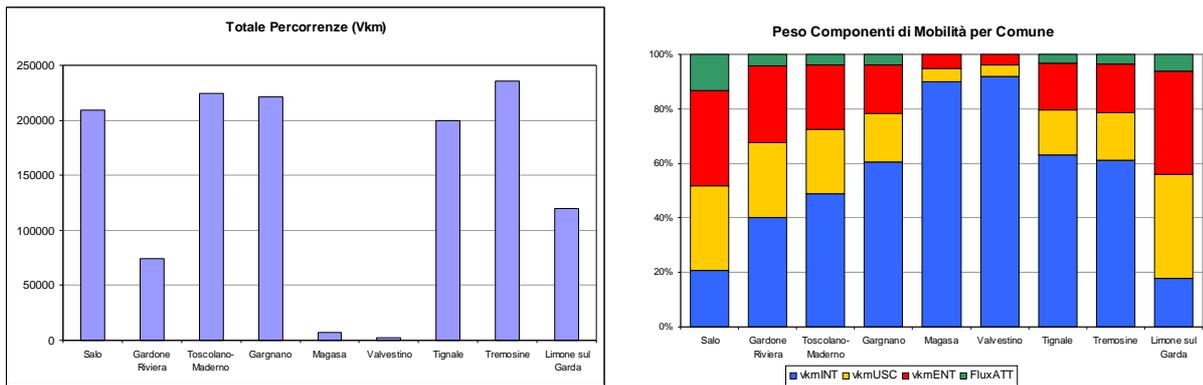
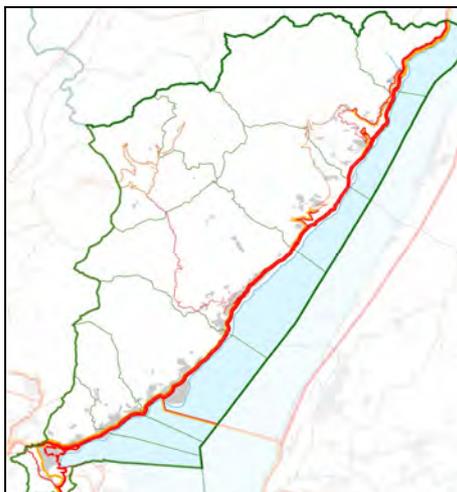


Grafico 6.24 e 6.25 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Regione Lombardia



Flussi Interni



Flussi di scambio



Flussi di attraversamento

## 6.5 Analisi del parco veicolare circolante

I dati ACI permettono di conoscere l'entità e l'articolazione del parco veicolare di ogni comune italiano sotto molteplici aspetti rilevanti dal punto di vista ambientale. Volendo stimare le emissioni di un veicolo "medio" che circola nell'Alto Garda, tuttavia, avrebbe poco senso limitarsi a considerare i parchi veicolari dei comuni dell'area di analisi, dal momento che una quota rilevante dei veicoli qui transitanti proviene da zone esterne. Si è scelto pertanto di considerare i dati relativi a tutta la provincia di Brescia.

Al 2009, la banca dati ACI registra la presenza di 737.000 veicoli nella provincia di Brescia. Rispetto all'anno di immatricolazione, si evidenzia una certa omogeneità nella distribuzione fra i diversi bienni considerati fino al 1999, con un terzo circa (32 %) che è stato registrato prima del 1999.

Questa articolazione fa sì che quasi il 40 % delle autovetture circolanti sia di classe euro 4 o superiore, un quarto (25 %) di classe euro 3, il 23 % di classe euro 2, e il restante 14 % di classe Euro 1 o inferiore.



**Provincia di Brescia**  
**PARCO AUTOVETTURE PER ANNO DI IMMATRICOLAZIONE (2009)**

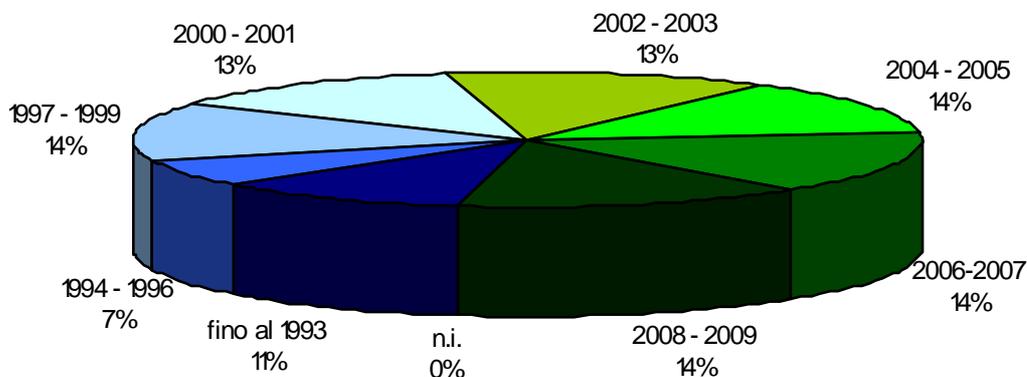


Grafico 6.26 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ACI

**Provincia di Brescia**  
**PARCO AUTOVETTURE PER CLASSE DI OMOLOGAZIONE (2009)**

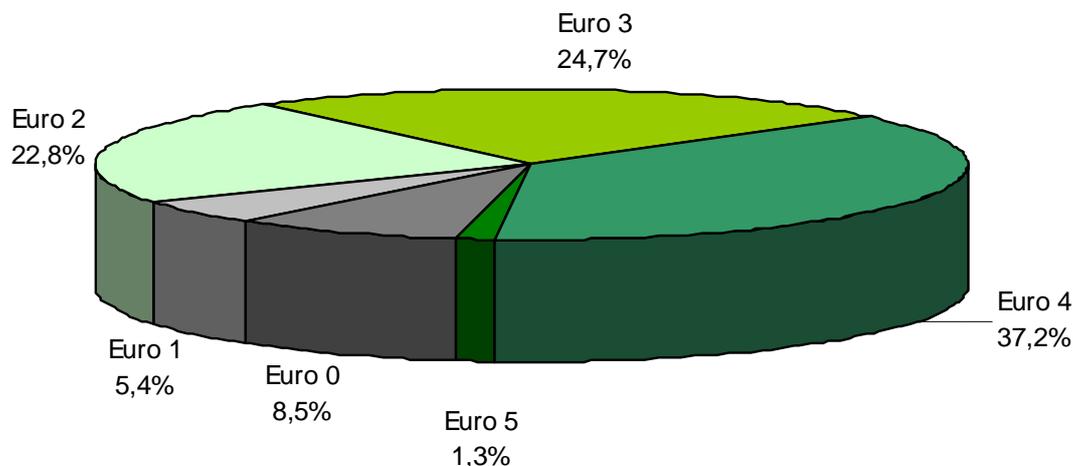


Grafico 6.27 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ACI

L'alimentazione prevalente è quella a benzina (78 % del totale), seguita dal gasolio (14 %). Rilevante anche la quota di GPL (7 %).

Per quanto riguarda la cilindrata, si registra una prevalenza delle classi medio-piccole (800-1.600), che comprendono quasi il 60 % del totale. Significativa, 21%, anche la quota di cilindrato medio-alte (1.800-2.000).

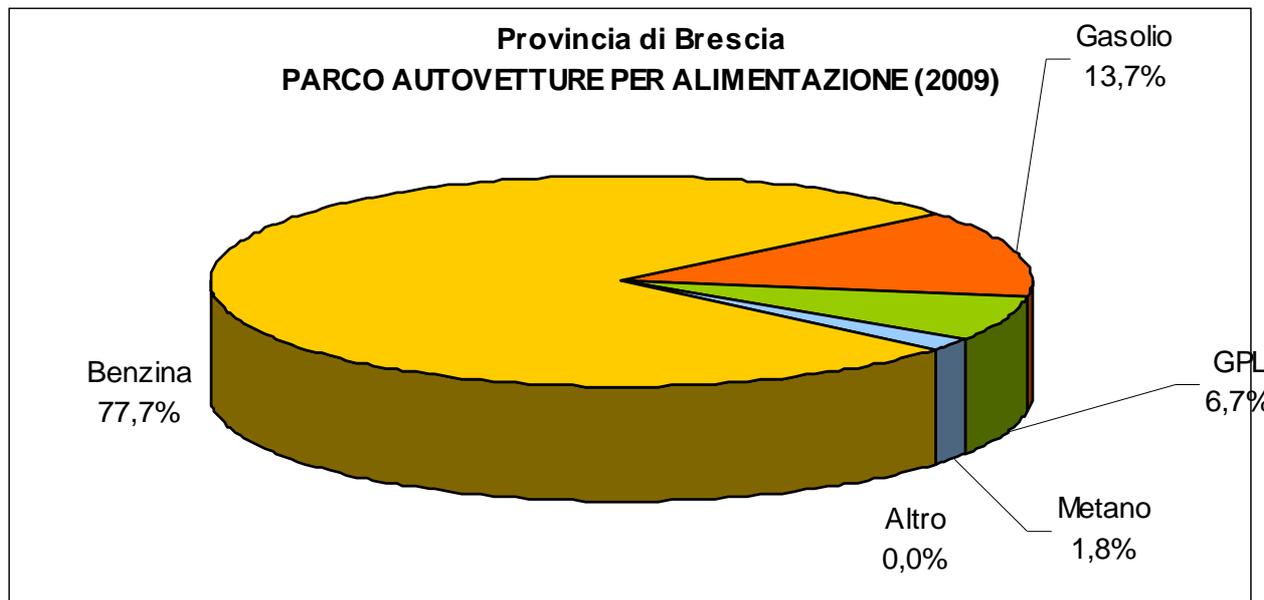


Grafico 6.28 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ACI

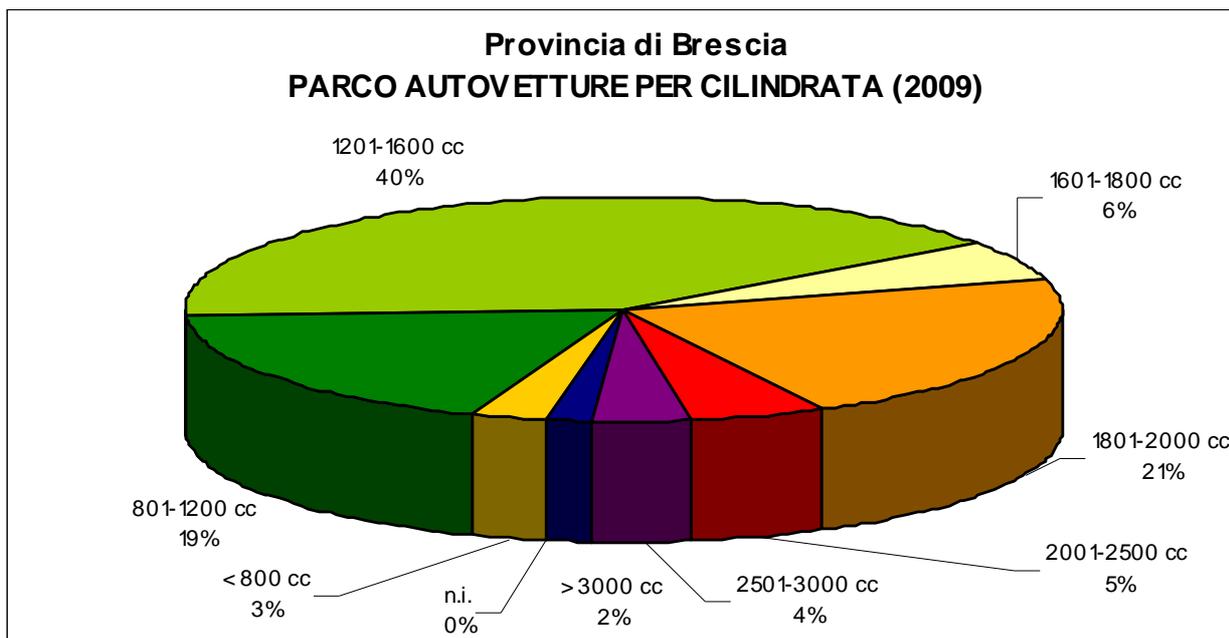


Grafico 6.29 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ACI

Incrociando questo profilo del parco veicolare con la banca dati europea COPERT-CORINAIR, è possibile ricostruire l'andamento medio dei coefficienti di consumo/emissione attribuibili al parco veicolare in esame, in funzione della velocità di avanzamento del flusso di traffico. I risultati ottenuti sono sommariamente illustrati nei grafici che seguono. E' importante sottolineare come tutte le emissioni considerate varino in modo uniforme al variare della velocità, assumendo i valori più bassi per velocità comprese fra i 40/50 e i 90/100 km/h, mentre aumentino per valori molto bassi o più alti.

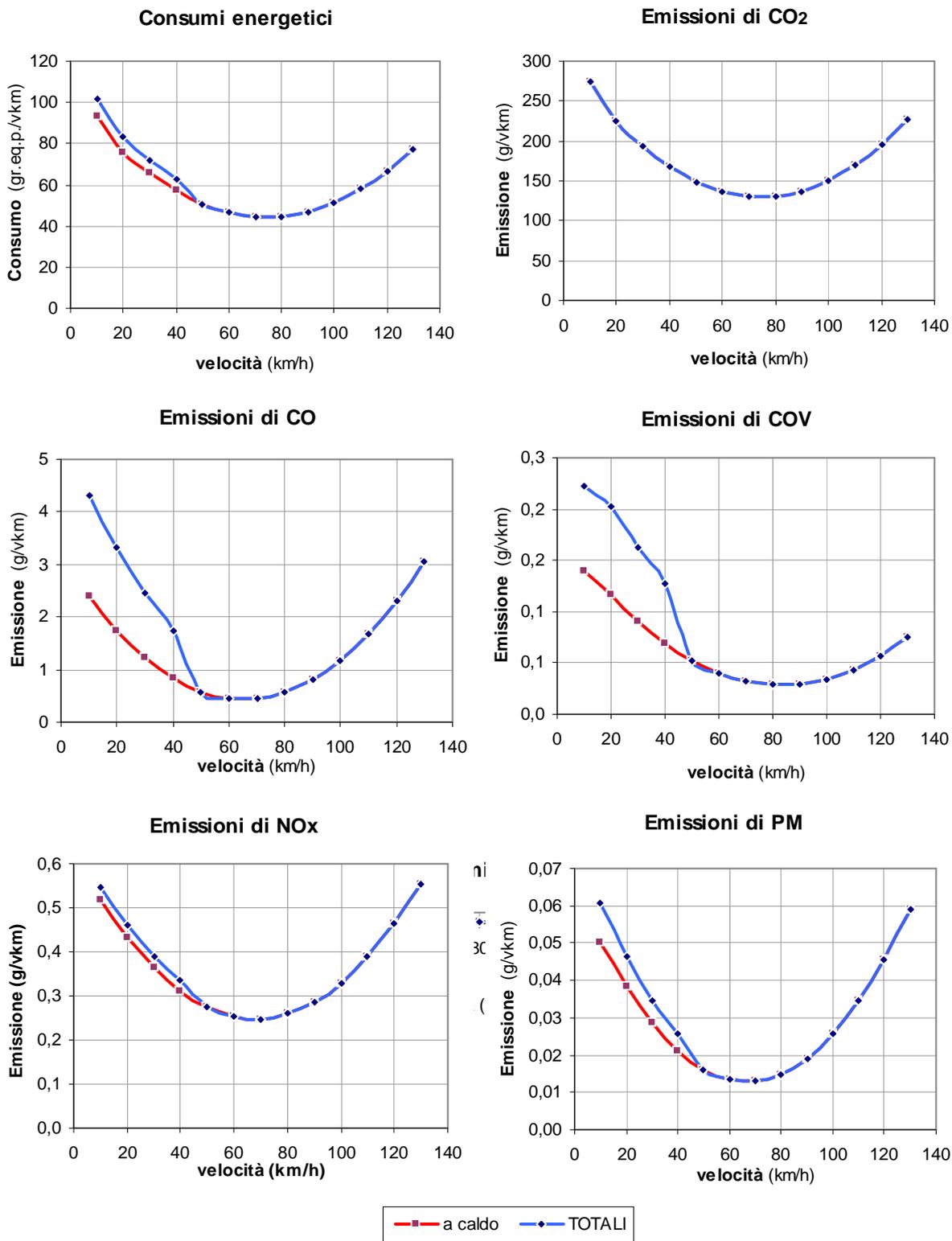


Grafico 6.30 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ACI



## 6.6 Consumi energetici ed emissioni di CO<sub>2</sub>

Attribuendo i coefficienti medi unitari di consumo/emissione ai flussi di traffico simulati sulla rete stradale, sia in bassa che in alta stagione, è possibile stimare i consumi di carburante per autotrazione, e conseguentemente le emissioni di inquinanti atmosferici associata al sistema della mobilità locale.

La stima è stata effettuata a dettaglio di singolo arco stradale e facendo riferimento, sia alla giornata feriale tipica, che alla giornata turistica media.

I risultati così ottenuti sono stati poi aggregati al fine di stimare consumi ed emissioni annuali, sulla base delle seguenti formule:

$$C_{TOT} = C_{FER} \times 220 \text{ giorni/anno} + C_{TUR} \times 145 \text{ giorni/anno}$$

$$E_{TOT} = E_{FER} \times 220 \text{ giorni/anno} + E_{TUR} \times 145 \text{ giorni/anno}$$

dove  $C_{TOT}/E_{TOT}$  rappresentano i consumi/le emissioni stimate su base annua, mentre  $C_{FER}/E_{FER}$  e  $C_{TUR}/E_{TUR}$  indicato i corrispondenti valori, riferiti rispettivamente al giorno feriale ed al giorno turistico medio.

Nelle figure e nelle tabelle riportate alle pagine seguenti sono illustrati i valori ottenuti con riferimento alle due giornate-tipo.

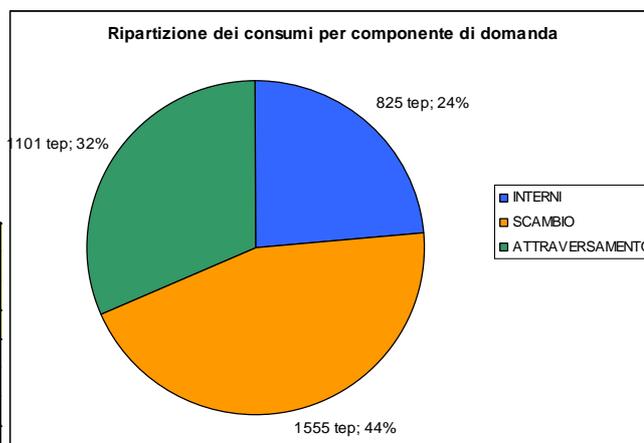
Come si osserva, in periodo feriale i consumi e le emissioni serra da traffico sono imputabili soprattutto al traffico di scambio, e tendono a concentrarsi nel vertice meridionale dell'area di studio – in particolare a Salò.

Per contro, in periodo turistico acquista maggior importanza la componente interna, e cresce il contributo di tutte le circoscrizioni comunali rivierasche.



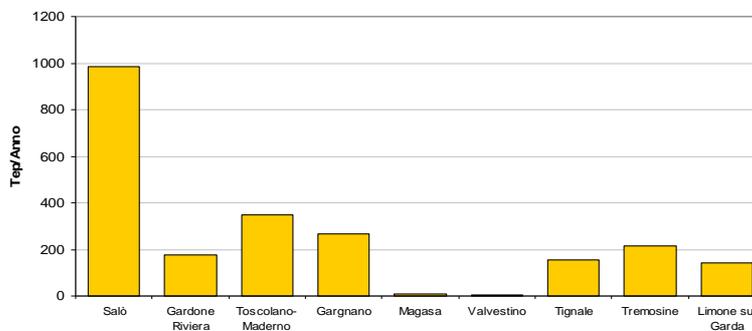
Consumi ed emissioni feriali

PAES ALTO GARDA Consumi giorno feriale Kg/giorno			
Rete	Benzina	Diesel	TOTCarb
Rete Principale	4'296	4'882	9'876
Rete Secondaria	1'969	2'214	4'565
Rete Locale	589	666	1'382
<b>Totale</b>	<b>6'855</b>	<b>7'761</b>	<b>15'823,1</b>

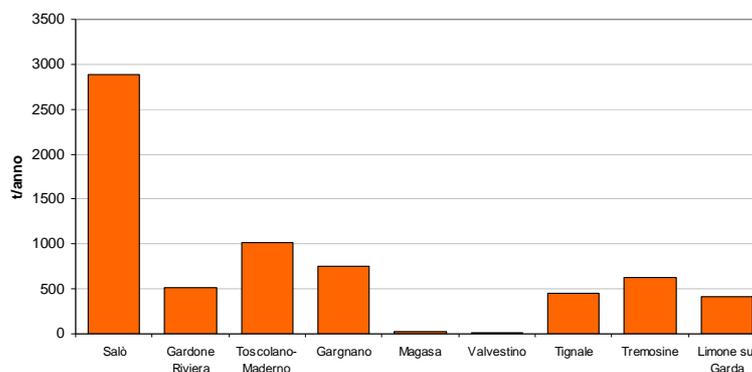


PAES ALTO GARDA Emissioni giorno feriale Kg/giorno					
Rete	CO2	CO	COV	Nox	Pm
Rete Principale	29'001	110	7,8	55	3,1
Rete Secondaria	13'183	54	4,1	25	1,4
Rete Locale	3'942	15	1,2	7	0,4
<b>Totale</b>	<b>46'126</b>	<b>178</b>	<b>13,1</b>	<b>88</b>	<b>4,9</b>

Consumi Annuali Feriali per Comune



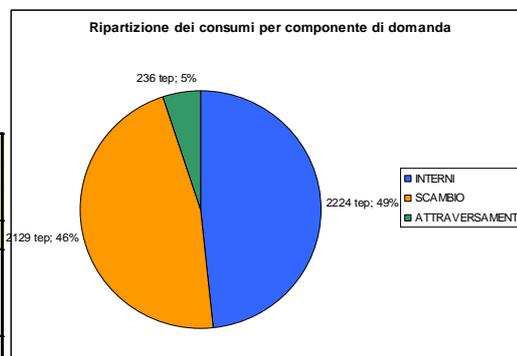
Emissioni Annuali Feriali per Comune





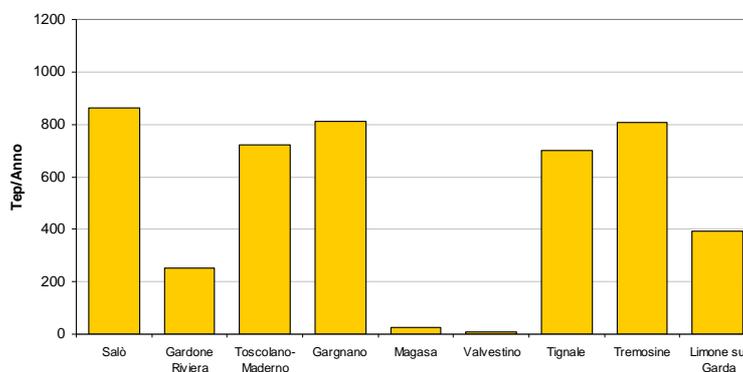
Consumi ed emissioni festivi

PAES ALTO GARDA Consumi giorno Turistico Kg/giorno			
Rete	Benzina	Diesel	TOTCarb
Rete Principale	10'068	11'424	23'113
Rete Secondaria	1'825	2'043	4'344
Rete Locale	1'763	1'969	4'189
<b>Totale</b>	<b>13'656</b>	<b>15'436</b>	<b>31'646,2</b>

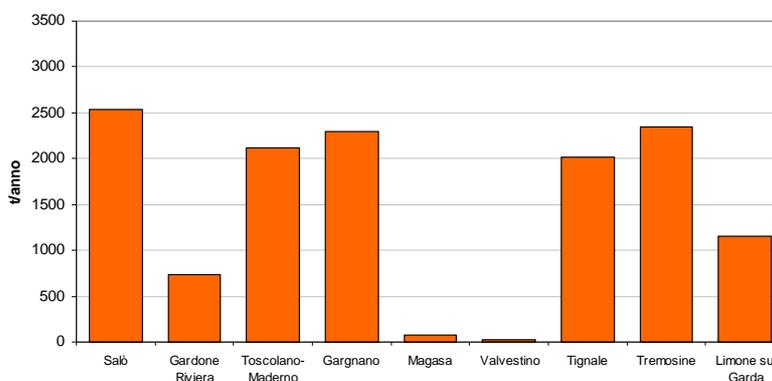


PAES ALTO GARDA Emissioni giorno Turistico Kg/giorno					
Rete	CO2	CO	COV	Nox	Pm
Rete Principale	67'929	272	17,8	131	7,5
Rete Secondaria	12'127	54	4,2	23	1,3
Rete Locale	11'704	50	4,3	22	1,3
<b>Totale</b>	<b>91'760</b>	<b>376</b>	<b>26,2</b>	<b>176</b>	<b>10,1</b>

Consumi Annuali Festive per Comune



Emissioni Annuali Festive per Comune





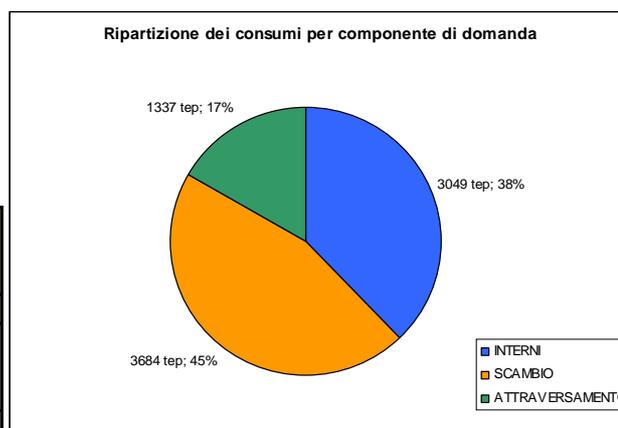
Su base annuale, i consumi imputabili al settore sono stimati in circa 11.500 tep, imputabili in leggera prevalenza all'utilizzo di gasolio (la stima non comprende comunque il traffico commerciale).

Circa i 3/4 dei consumi sono imputabili alla rete primaria, cioè alla sola SS45 bis, mentre la quota residua si divide omogeneamente tra la rete secondaria e quella locale.

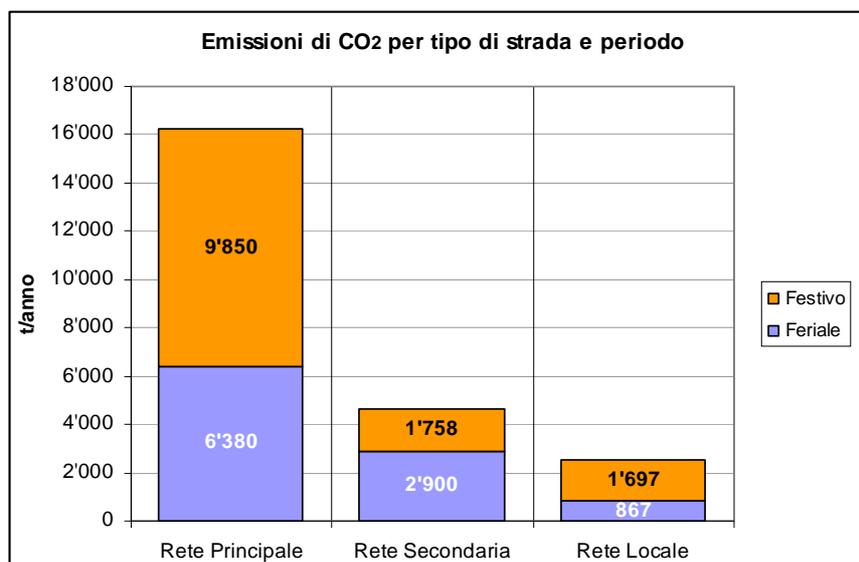
Il Comune che presenta la maggior incidenza sui consumi totali è quello di Salò; seguono, con valori abbastanza simili tra loro, Toscolano-Maderno, Gargnano, Tignale e Tremosine, tutti influenzati dalla presenza della direttrice litoranea primaria.

Stima dei consumi e delle emissioni annuali

PAES ALTO GARDA Consumi annuali ton/anno			
Rete	Benzina	Diesel	TOTCarb
Rete Principale	3'675	4'170	8'436
Rete Secondaria	666	746	1'586
Rete Locale	644	719	1'529
<b>Totale</b>	<b>4'984</b>	<b>5'634</b>	<b>11'550,9</b>



PAES ALTO GARDA Emissioni giorno Turistico ton/anno					
Rete	CO2	CO	COV	Nox	Pm
Rete Principale	24'794	99	6,5	47,8	2,7
Rete Secondaria	4'426	20	1,5	8,4	0,5
Rete Locale	4'272	18	1,6	7,9	0,5
<b>Totale</b>	<b>33'492</b>	<b>137</b>	<b>9,6</b>	<b>64</b>	<b>3,7</b>





Consumi Annuali Totali per Comune e Componente di Mobilità

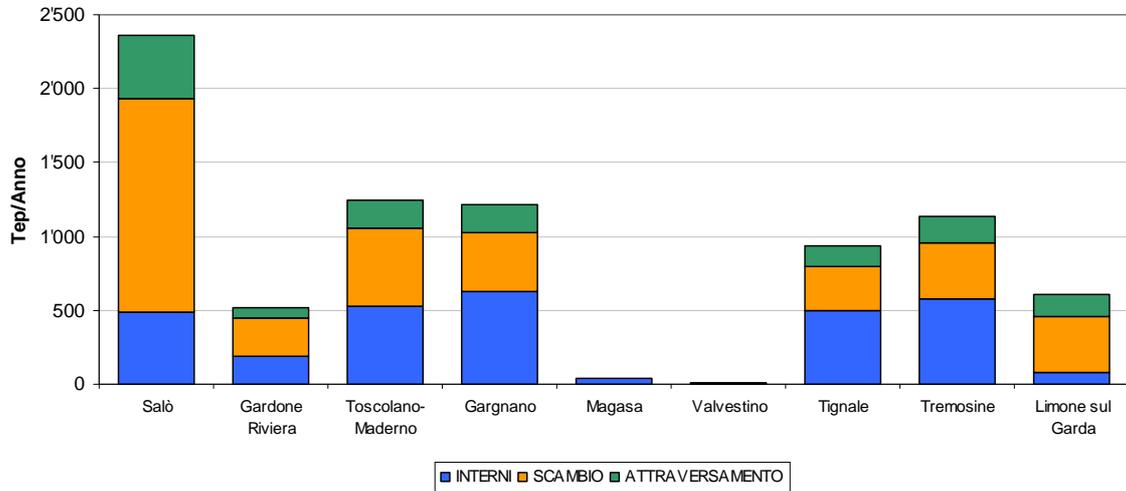


Grafico 6.31 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ACI

Emissioni Annuali Totali per Comune e Rete

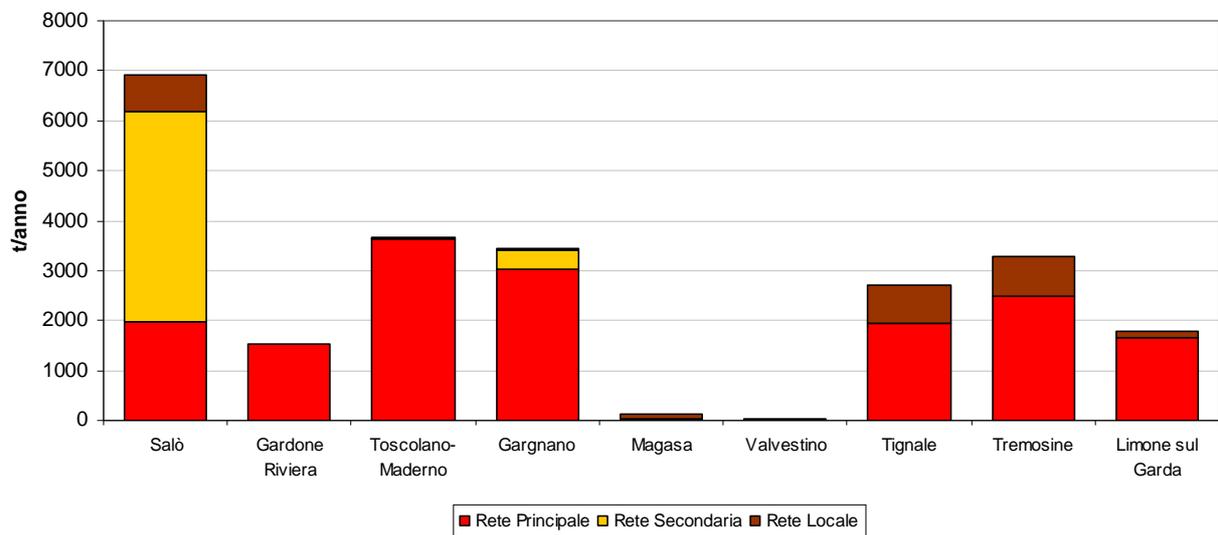


Grafico 6.32 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ACI

### 6.6.1 La stima dei consumi energetici per il Comune di Limone sul Garda

La stima dei consumi energetici, condotta con riferimento al territorio comunale di Limone sul Garda, restituisce un valore di 0,97 tep/giorno in periodo feriale e di 2,72 tep/giorno in periodo turistico. Ciò corrisponde ad un totale di 610 tep/anno, corrispondenti al 5 % del totale, riferito all'insieme dei Comuni dell'Alto Garda.



La ripartizione per tipo di strada si caratterizza per una netta prevalenza della rete primaria (93 %) su quella locale (7 %), essendo assente la rete secondaria.

In termini di componenti, il traffico interno è responsabile del 14 % dei consumi totali, quello di scambio (entrate+uscite) del 61 %, e quello di attraversamento del 25%.

Per quanto concerne invece le emissioni serra, esse possono essere quantificate in 1.787 t di CO<sub>2</sub>/anno, ripartite per componente di domanda e categoria di strada in modo analogo ai consumi.

Infine, le emissioni degli altri inquinanti atmosferici sono stimate in 6,3 t/anno di monossido di carbonio, 0,46 t/anno di composti organici volatili, 3,4 t/anno di ossidi di azoto, e 0,18 t/anno di particolato.

Consumi ed emissioni Comune di Limone sul Garda								
	Benzina	Diesel	TOTCarb	CO <sub>2</sub>	CO	COV	NO <sub>x</sub>	PM
<b>valori giornalieri feriali (kg/giorno)</b>								
Rete Principale	404,4	462,5	935,8	2740,0	9,6	0,69	5,2	0,28
Rete Secondaria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
Rete Locale	19,2	21,5	43,8	128,0	0,5	0,04	0,2	0,01
<b>TOTALE</b>	<b>423,6</b>	<b>484,0</b>	<b>979,6</b>	<b>2868,0</b>	<b>10,1</b>	<b>0,73</b>	<b>5,5</b>	<b>0,29</b>
<b>valori giornalieri turistici (kg/giorno)</b>								
Rete Principale	1082,4	1237,5	2503,6	7333,0	25,6	1,86	14,0	0,74
Rete Secondaria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
Rete Locale	95,4	106,8	217,7	639,0	2,4	0,22	1,2	0,07
<b>TOTALE</b>	<b>1177,9</b>	<b>1344,3</b>	<b>2721,3</b>	<b>7972,0</b>	<b>28,0</b>	<b>2,07</b>	<b>15,1</b>	<b>0,81</b>
<b>valori totali annuali (ton/anno)</b>								
Rete Principale	245,9	281,2	568,9	1'666,1	5,8	0,42	3,2	0,17
Rete Secondaria	-	-	-	-	-	-	-	-
Rete Locale	18,1	20,2	41,2	120,8	0,5	0,04	0,2	0,01
<b>TOTALE</b>	<b>264,0</b>	<b>301,4</b>	<b>610,1</b>	<b>1786,9</b>	<b>6,3</b>	<b>0,46</b>	<b>3,4</b>	<b>0,18</b>

Tabella 6.26 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ACI

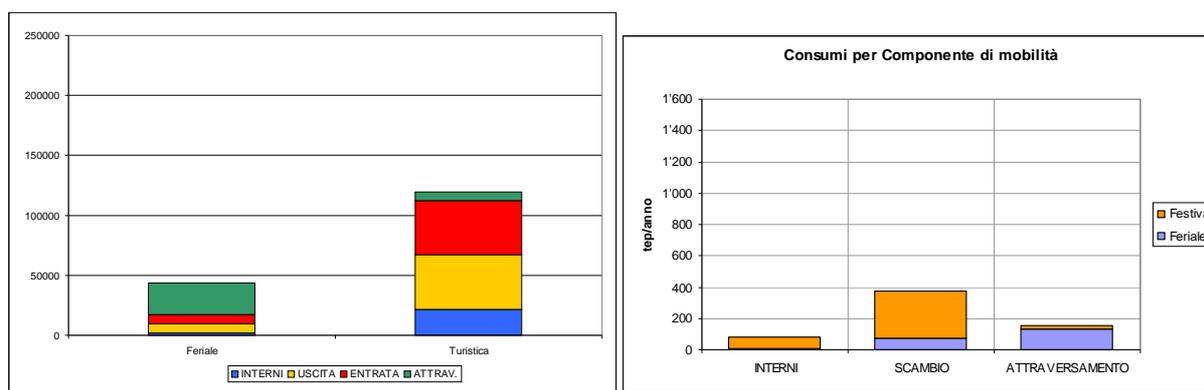


Grafico 6.33 e 6.34 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ACI

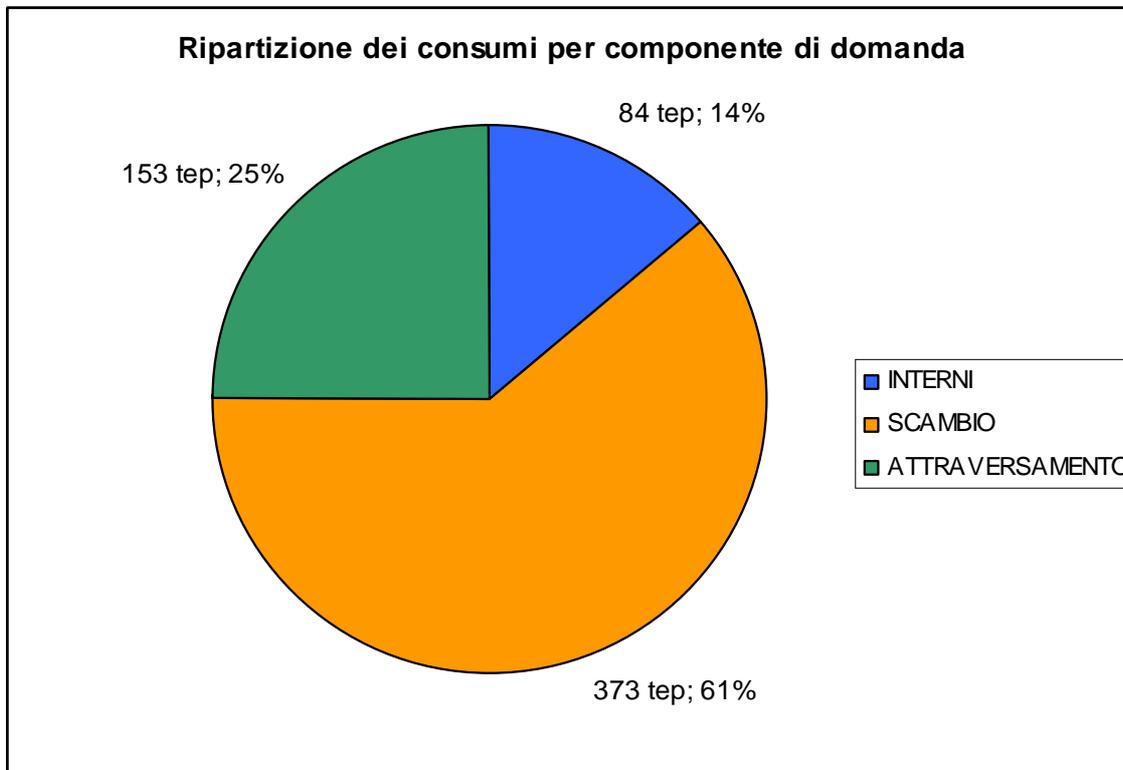


Grafico 6.35 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ACI

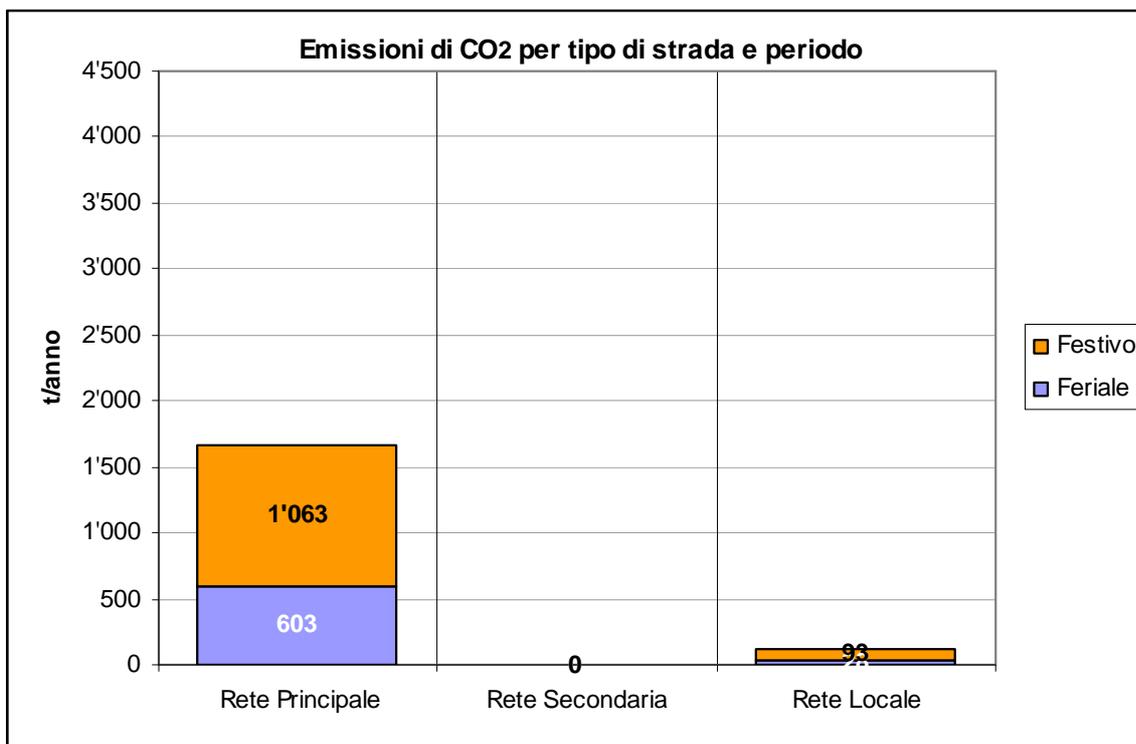


Grafico 6.346 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ACI



## 7 I SETTORI AGRICOLO E INDUSTRIALE

### 7.1 I dati di bilancio

Il settore industriale rappresenta a livello comunale il settore meno rilevante in termini sia di consumi energetici che di emissioni. Infatti il settore produttivo ha consumato nel 2010 poco più di 1.700 MWh di energia finale e il settore agricolo poco più di 120 MWh. In termini di peso percentuale sui consumi complessivi incidono il primo per 4,5 punti e il secondo per meno dell'1 %.

Si valuta di seguito in un unico blocco il consumo dell'industria e quello dell'agricoltura.

Consumi energetici nel settore agricolo e industriale a Limone sul Garda nel 2010

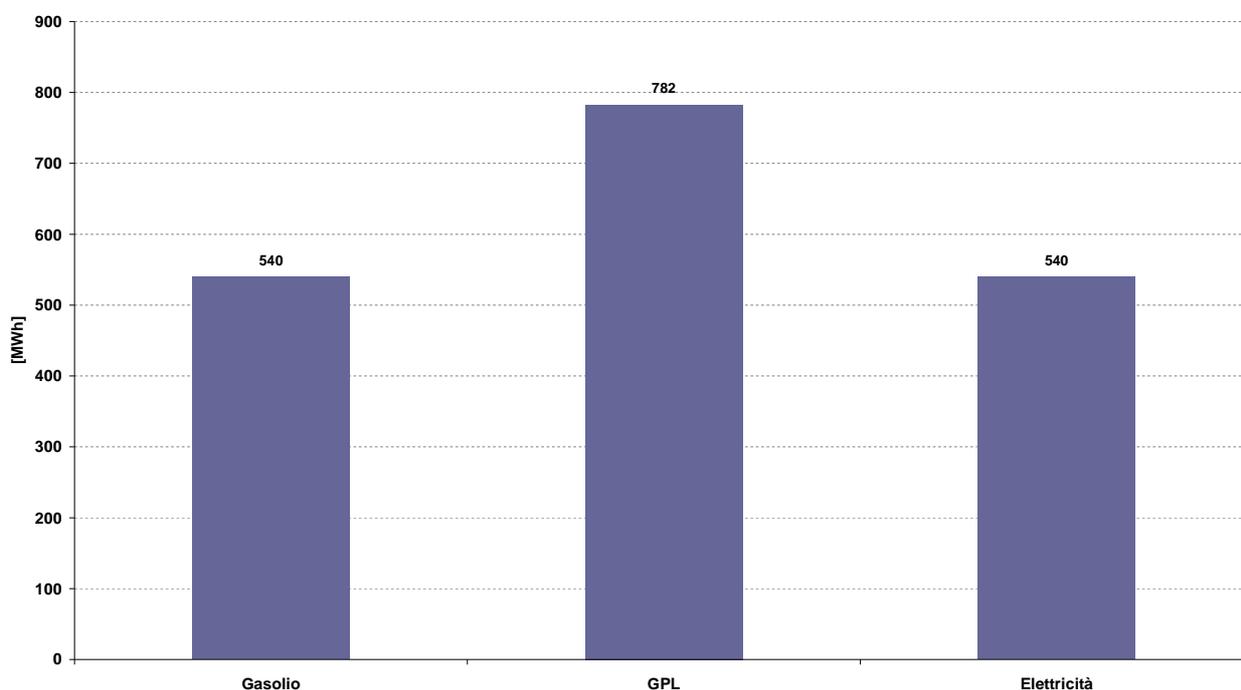


Grafico 7.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda e Istat.

È evidente che nel settore industriale, rispetto ad altri settori, il consumo di gasolio e GPL non fanno riferimento esclusivo agli usi termici ma sono annettibili anche al consumo di processo presente nei singoli siti produttivi. Secondo gli stessi criteri anche il consumo di energia elettrica, solo in quota minore, può esser considerato legato all'illuminazione degli ambienti, mentre in quota prevalente fa riferimento all'alimentazione di motori elettrici, pompe e sistemi di aspirazione e ricambio dell'aria negli ambienti confinati.

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 Limone sul Garda nel 2010

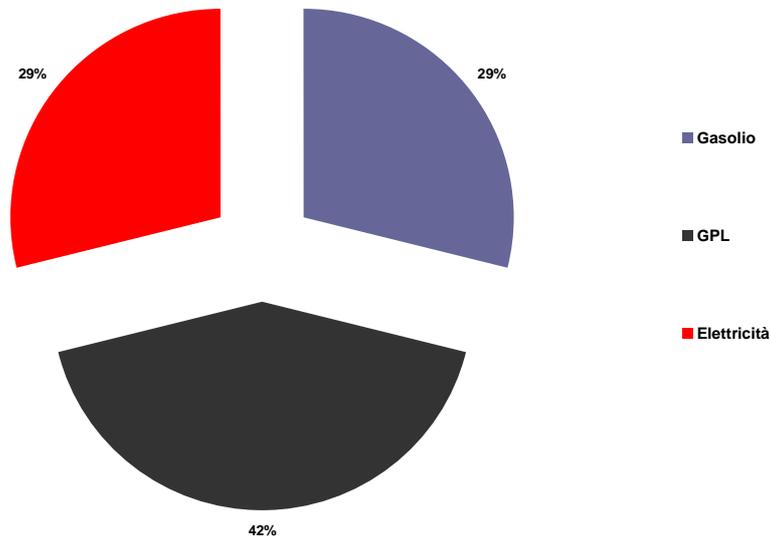


Grafico 7.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda e Istat.

Emissioni di CO<sub>2</sub> nel settore agricolo e industriale a Limone sul Garda nel 2010

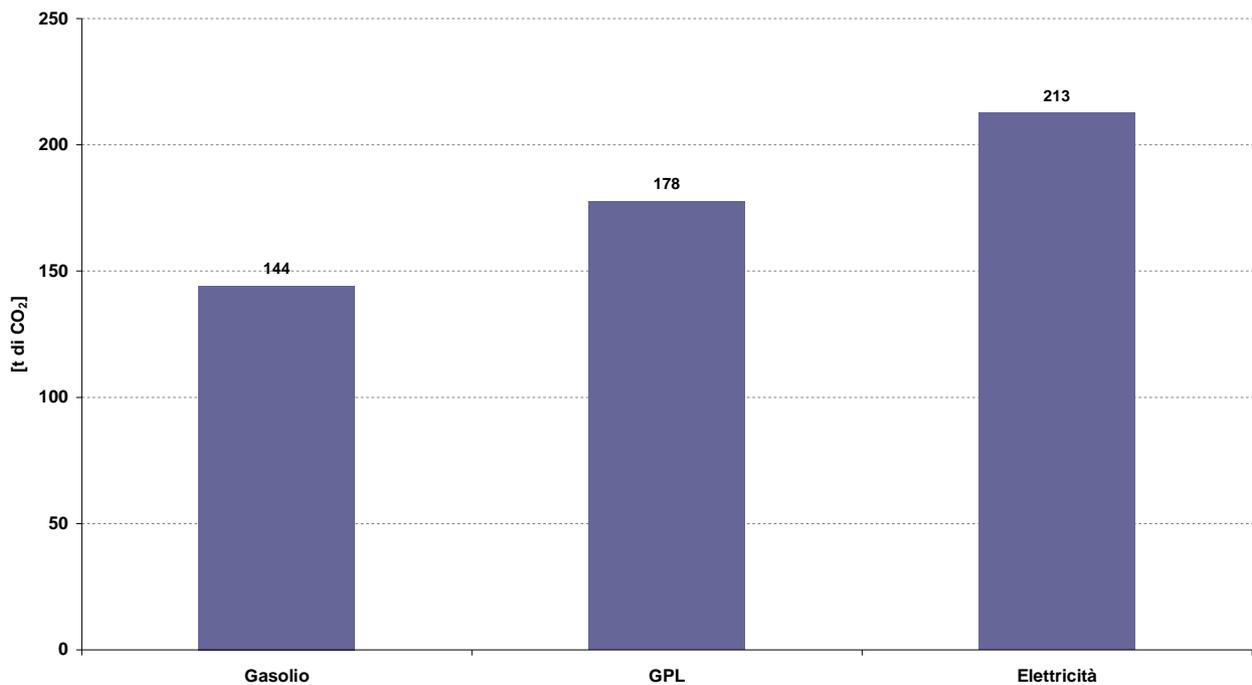
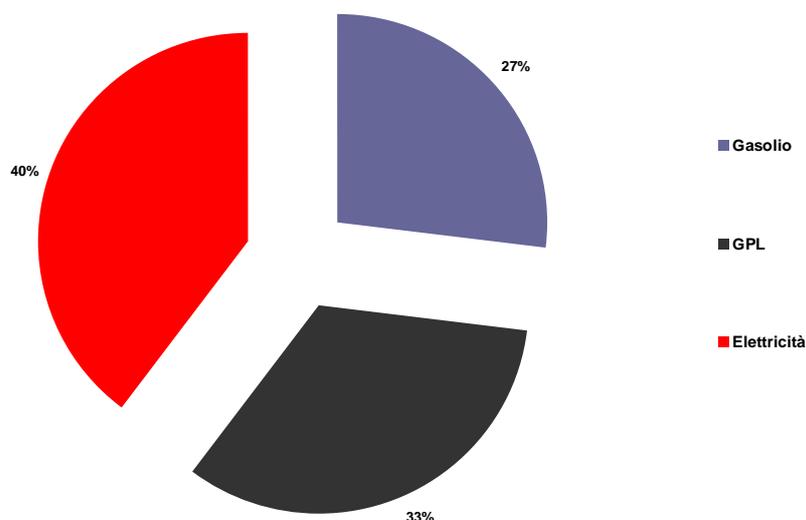


Grafico 7.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda e Istat.



In termini di emissioni, il GPL incide per il 33 % circa delle emissioni di CO<sub>2</sub> dei due settori aggregati, mentre l'energia elettrica pesa per il 40 % circa. Il gasolio riportato in bilancio è in parte gasolio agricolo, utilizzato per l'alimentazione delle macchine agricole e in parte gasolio utilizzato nell'industria.. Il peso del gasolio sulle emissioni dei due settori aggregati raggiunge il 27 %.

Pesi percentuali delle emissioni di CO<sub>2</sub> annettibili ai vettori energetici utilizzati nel settore industriale e agricolo a Limone sul Garda nel 2010



**Grafico 7.4** Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda e Istat.

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>
Gasolio industria	44	522	139
Gasolio agricolo	1,5	18	5
GPL industria	61	782	178
Elettricità industria	435	435	171
Elettricità agricoltura	105	105	42
<b>Totale industria</b>	-----	<b>1.739</b>	<b>488</b>
<b>Totale agricoltura</b>	-----	<b>124</b>	<b>46</b>

**Tabella 7.1** Elaborazione Ambiente Italia su base dati A2A reti elettriche, Comune di Limone sul Garda e Istat.