

## SUPSI

Istituto sostenibilità applicata all'ambiente costruito

Campus Trevano, CH-6952 Canobbio  
T +41 (0)58 666 63 51, F +41 (0)58 666 63 49

isaac@supsi.ch, [www.supsi.ch/isaac](http://www.supsi.ch/isaac)  
N. IVA CHE-108.955.570

---

OGGETTO

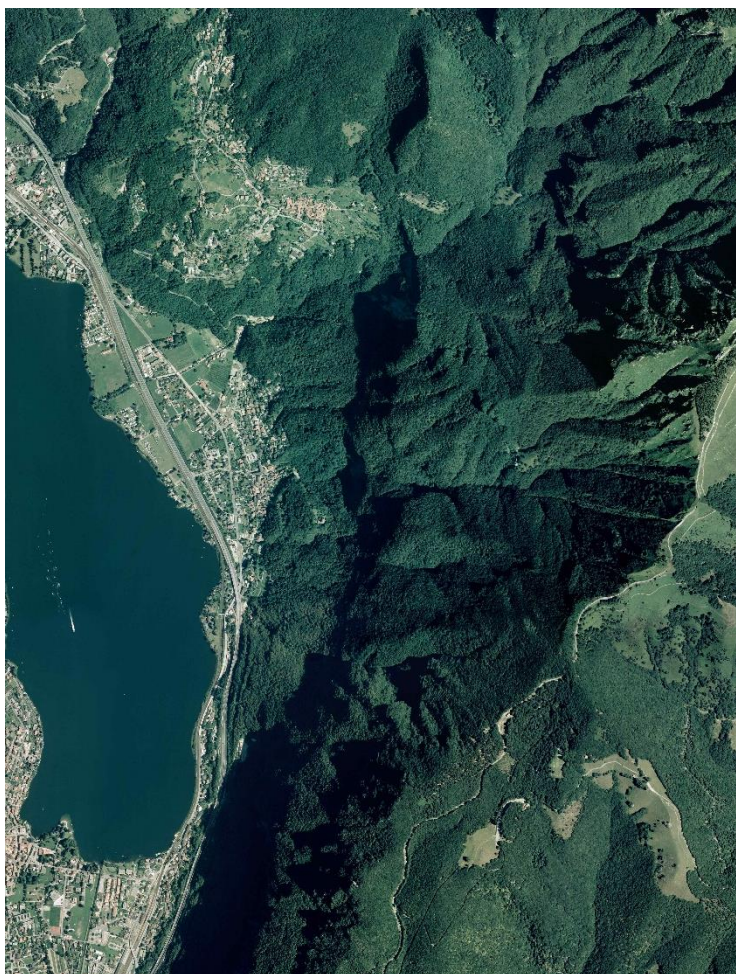
**Aggiornamento Bilancio Energetico**

---

TITOLO

**Rapporto tecnico**

---



---

COMMITTENTE

**Comune di Melano**

---

ESTENSORI DEL  
RAPPORTO

**Linda Soma, Antonietta D'Ottavio, Nerio Cereghetti**

---

LUOGO E DATA

**Trevano, 03.12.2019**

## Indice

<b>1. Aggiornamento del bilancio energetico comunale</b>	<b>3</b>
<b>2. Bilancio energetico di Melano: situazione al 2018</b>	<b>4</b>
2.1 Contesto geografico .....	4
2.2 Contesto socio-economico .....	4
2.3 Consumi di energia .....	5
2.3.1 Energia elettrica	8
2.3.2 Olio combustibile	11
2.3.3 Legna	11
2.3.4 Calore ambiente	11
2.3.5 Carburanti	12
2.4 Produzione di energia da fonti rinnovabili .....	13
2.5 Il bilancio energetico del territorio Melano.....	15
<b>3. Le emissioni di gas ad effetto serra</b>	<b>16</b>
3.1 Confronto con le emissioni cantonali .....	16
<b>4. I consumi di energia primaria</b>	<b>19</b>
4.1 Confronto con i consumi sull'intero territorio svizzero – analisi per settore .....	19
<b>5. Confronto con la situazione di Melano (2009, 2014, 2018)</b>	<b>21</b>
5.1 Contesto socio-economico .....	21
5.2 Consumi di energia .....	21
5.3 Produzione di energia da fonti rinnovabili .....	22
5.4 Visione Società a 2000 Watt.....	24
5.4.1 Situazione al 2018	24
5.4.2 Obiettivi di riduzione	26
<b>Allegato 1</b>	<b>28</b>
<b>Allegato 2</b>	<b>34</b>
<b>Allegato 3</b>	<b>37</b>
<b>Allegato 4</b>	<b>40</b>

## **1. Aggiornamento del bilancio energetico comunale**

Il Municipio di Melano ha incaricato l'Istituto Sostenibilità Applicata all'Ambiente Costruito (ISAAC) della Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI) di aggiornare il bilancio energetico comunale (in seguito indicato come PECo).

Il PECo redatto nel 2011 ha avuto un primo aggiornamento nel 2014 e dopo quattro anni viene di seguito presentato l'aggiornamento per l'anno di riferimento 2018.

Obiettivo principale di questo aggiornamento è quello di analizzare il territorio di Melano dal punto di vista della produzione e dei consumi di energia, nonché delle emissioni di gas ad effetto serra, con riferimento all'anno 2018. Ciò consente di valutare l'evoluzione energetica nel tempo a livello comunale in seguito all'implementazione delle misure proposte nell'ambito del PECo.

## **2. Bilancio energetico di Melano: situazione al 2018**

In questo capitolo si delinea lo stato del sistema energetico di Melano: sono analizzate le caratteristiche essenziali del sistema socio-economico, i consumi di energia per i diversi vettori energetici e settori di uso finale oltre alla produzione di energia. Le emissioni di CO<sub>2</sub> e, in generale, di gas ad effetto serra, sono analizzate nel Capitolo 3.

Le stime presentate in questo capitolo costituiscono un riferimento essenziale per la verifica dell'efficacia del piano energetico. Fatta eccezione per il settore della mobilità, le stime sono basate sul principio di territorialità: si rilevano le emissioni prodotte sul territorio di Melano, indipendentemente dal fatto che queste emissioni siano prodotte da cittadini di Melano o di altri comuni. Ciò implica ad esempio che si conteggino i consumi delle industrie o dei commerci, indipendentemente dal domicilio dei proprietari.

In considerazione della difficoltà di applicare tale principio anche per il conteggio dei consumi della mobilità su strada, per questo settore sono effettuate stime basate sul parco veicoli immatricolati e sui relativi consumi medi.

L'anno di riferimento scelto per descrivere il sistema energetico è il 2018. Si rileva che per diversi vettori energetici non è stato possibile accedere a dati direttamente misurati ma si è dovuto fare ricorso a ipotesi e modelli di stima: per i vettori energetici la cui distribuzione non è effettuata da un unico soggetto, è stato necessario appoggiarsi a banche dati relative agli impianti.

I paragrafi che seguono e gli allegati 1 e 2 descrivono le ipotesi effettuate nel caso sia stato necessario ricorrere a modelli di stima.

### **2.1 Contesto geografico**

Il Comune di Melano è situato nella zona sud del distretto di Lugano, a un'altitudine di 276 m s.l.m. e confina con Maroggia, Rovio, Castel S. Pietro e Mendrisio. Il territorio si estende per 532 ettari, di cui il 68% circa costituito dal bosco delle pendici del Monte Generoso.

Il nucleo tradizionale del paese è diviso dalle zone di più recente sviluppo urbano e dal lago, da due vie di comunicazione di valenza federale - l'autostrada A2 e il collegamento ferroviario - e dalla strada cantonale. Il comune è quindi soggetto ha un forte impatto ambientale dovuto al traffico di transito.

La vicinanza al lago, al Monte Generoso e alle città di Lugano e Mendrisio rendono Melano un comune a vocazione sia residenziale che turistica. Il Comune offre in questo senso diverse strutture fra le quali ad esempio un lido, un campo sportivo, uno skatepark e diversi camping.

### **2.2 Contesto socio-economico**

La popolazione di Melano è rimasta pressoché costante dal 2014 ad oggi, passando da 1'435 a 1'451 abitanti nel 2018. Come molti comuni di piccole dimensioni, Melano è caratterizzato da una percentuale di lavoro (rapporto fra numero di abitanti ed ETP) medio-bassa, situata al 28%. La Tabella 1 sintetizza questi dati paragonandoli ai valori ticinesi.

**Tabella 1** Consistenza della popolazione [Fonte: Comune di Melano] e degli addetti (addetti equivalenti a tempo pieno, ETP), al 2017 [Fonte: USTAT T\_030203\_040 Addetti ETP].

	<b>Popolazione 2018</b>	<b>Addetti ETP 2017</b>	<b>Addetti ETP / Popolazione</b>
<b>Melano</b>	<b>1'451</b>	<b>407</b>	<b>28%</b>
<b>Ticino</b>	353'343	186'560	53%
<b>Melano/Ticino</b>	0.41%	0.22%	-

Come mostra la Tabella 2, la ripartizione degli addetti nei tre settori di attività (primario, secondario e terziario) non è molto omogenea: più di 2/3 dei posti di lavoro presenti sul territorio sono impiegati nel settore terziario (73%), mentre quasi la totalità dei rimanenti nel secondario (26.3). Il settore agricolo impiega invece solo una minima parte degli addetti attivi sul territorio (0.7%). La distribuzione delle attività economiche rispecchia abbastanza fedelmente la situazione ticinese. Nonostante questi dati siano disponibili unicamente per l'anno 2017, essi sono considerati come rappresentativi anche per il 2018.

**Tabella 2** Addetti per settore di attività economica [fonte: Statistica strutturale delle aziende (STATENT) 2017, BFS].

<b>Addetti ETP (2017)</b>	<b>Melano</b>		<b>Ticino</b>	
	<b>[-]</b>	<b>[%]</b>	<b>[-]</b>	<b>[%]</b>
<b>Settore primario</b>	3	0.7	2'214	1.2
<b>Settore secondario</b>	107	26.3	47'616	25.5
<b>Settore terziario</b>	297	73.0	136'730	73.3
<b>Totale</b>	<b>407</b>	<b>100.0</b>	<b>186'560</b>	<b>100.0</b>

### 2.3 Consumi di energia

Le stime di consumo di energia per il 2018 sul territorio di Melano sono riportate in sintesi in Tabella 3.

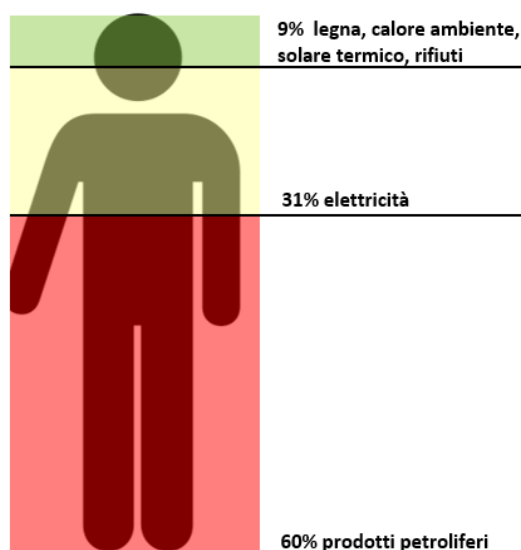
I consumi basati sull'energia elettrica sono raccolti sulla base dei consumi reali forniti dall'azienda elettrica AIL. I quantitativi inerenti gli altri vettori energetici sono invece calcolati grazie ad un modello di stima. I paragrafi che seguono e gli Allegati 1 e 2 specificano in dettaglio le ipotesi effettuate per determinare le stime di consumo qui presentate.

**Tabella 3** Consumi di energia nel 2018 per Melano [fonti: AIL per l'energia elettrica, stime ISAAC per gli altri vettori energetici, a partire dal Catasto degli impianti di combustione e del censimento energetico – SPAAS, Registro Edifici e Abitazioni REA – USTAT, Bilancio energetico cantonale, 2018].

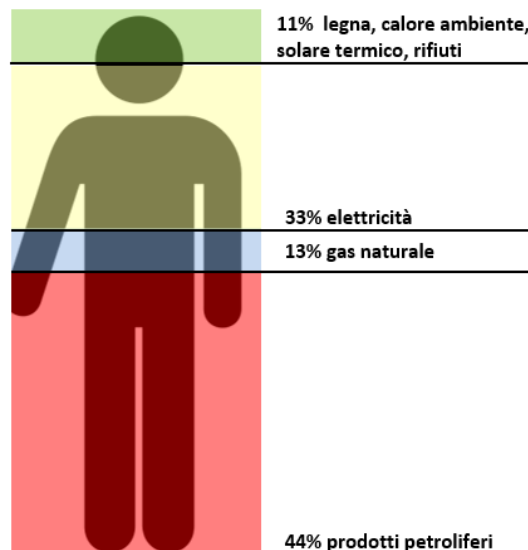
[MWh/anno]	Energia elettrica	Gas naturale	Olio combustibile	Legna	Calore ambiente	Calore Biogas (IDA)	Solare termico	Carburanti	Teleriscaldamento da (rifiuti)	Totale
<b>Melano</b>	8'484	0	6'721	257	2'071	0	75	9'676	-	<b>27'284</b>
<b>Ticino (TI)</b>	3'159'166	1'220'274	1'859'539	217'455	240'444	14'260	9'823	2'360'945	54'878	9'136'784
<b>Melano/TI</b>	0.27%	0%	0.36%	0.12%	0.86%	0%	0.76%	0.41%	0%	0.30%

L'utilizzo dei diversi vettori energetici, in termini percentuali, risulta abbastanza diverso da quello cantonale. Con riferimento ad un'immagine già utilizzata per il Piano energetico cantonale PEC, si segnala per esempio come il cittadino medio di Melano non risulta avere nessun contatto con il gas naturale (contrariamente al cittadino medio cantonale). Inoltre la quota parte di energia rinnovabile per il cittadino di Melano è in linea con quella cantonale.

**Consumi Melano anno 2018**



**Consumi Cantone Ticino anno 2018**



**Figura 1** Consumi di energia nel 2018, per vettore energetico [per il Cantone Ticino, fonte: Bilancio energetico cantonale, 2018].

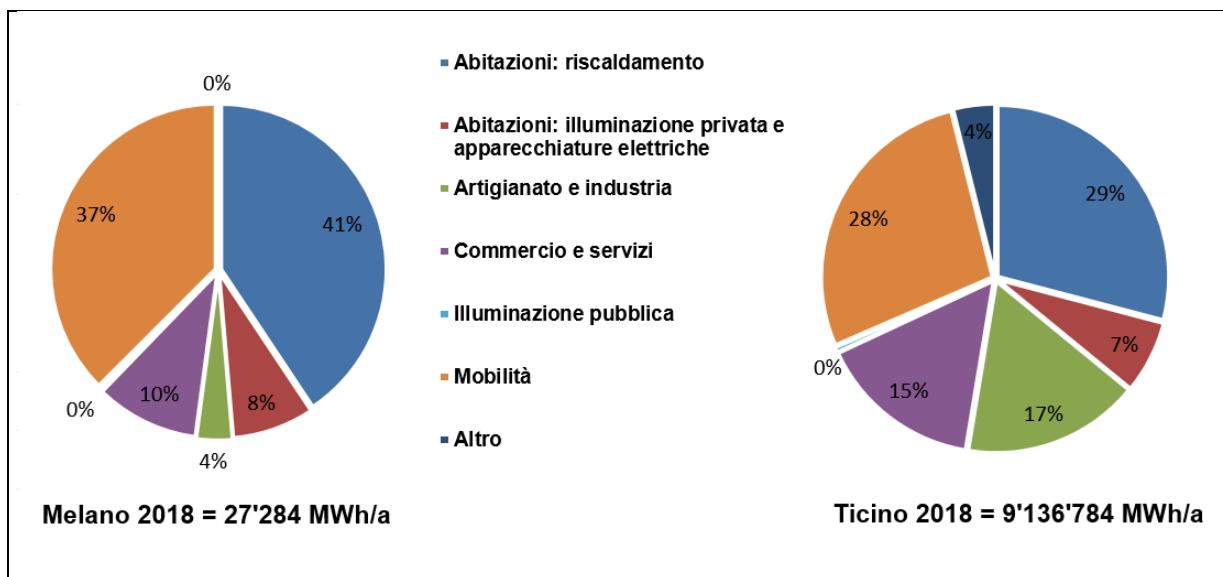
La struttura dei consumi in relazione ai settori di uso finale e ai vettori energetici è sintetizzata nella Figura 2 e in Tabella 4.

A livello cantonale per l'anno 2018 i consumi ascrivibili:

- alle economie domestiche (riscaldamento abitazioni, illuminazione privata e elettrodomestici)

- alle attività industriali (industria e artigianato), commerciali e per servizi
- alla mobilità

sono pressoché equivalenti, pesando ciascuno per circa 1/3 sul totale dei consumi cantonali. Rispetto a questo schema, Melano mostra qualche importante scostamento, a causa della scarsa presenza sul territorio di attività industriali e commerciali. Infatti la percentuale di energia utilizzata per i settori dell'artigianato, dell'industria, del commercio e dei servizi è molto più contenuta per Melano (14%) che per l'intero Cantone (32%). In contrapposizione, i consumi percentuali dovuti alla mobilità risultano molto superiori a Melano (37%) che per l'intero Cantone (28%). Lo stesso vale per i consumi dovuti al riscaldamento delle abitazioni (41%) che sono superiori a quelli cantonali (29%). Questa divisione rispecchia molto chiaramente il carattere prevalentemente residenziale di Melano.



**Figura 2** Consumi di energia nel 2018, per settore di uso finale [per il Cantone Ticino, fonte: Bilancio energetico cantonale, 2018].

**Tabella 4** Struttura dei consumi energetici a Melano e in Ticino [per il Cantone Ticino, fonte: Bilancio energetico cantonale, 2018].

Consumi (2018) [MWh/anno]	Energia elettrica	Olio combustibile	Legna	Calore ambiente	Solare termico	Carburanti	Totale	TICINO 2018
<b>Abitazioni: riscaldamento</b>	2'870	6'010	193	1'941	74		<b>11'088</b>	2'657'168
<b>Abitazioni: illuminazione privata e apparecchiature elettriche</b>	2'181	-	-	-	-	-	<b>2'181</b>	623'758
<b>Artigianato e industria</b>	918	31	-	1	1		<b>950</b>	1'526'711
<b>Commercio e servizi</b>	1'890	680	64	129			<b>2'763</b>	1'412'396
<b>Illuminazione pubblica</b>	76	-	-	-	-	-	<b>76</b>	39'379
<b>Mobilità</b>	549	-	-	-	-	9'676	<b>10'225</b>	2'520'382
<b>Altro<sup>1</sup></b>	-	-	-	-	-	-	-	356'990
<b>TOTALE</b>	<b>8'484</b>	<b>6'721</b>	<b>257</b>	<b>2'071</b>	<b>75</b>	<b>9'676</b>	<b>27'284</b>	9'136'784
<b>[%]</b>	31.1	24.6	0.9	7.6	0.3	35.5	100	--

### 2.3.1 Energia elettrica

I consumi di energia elettrica sul territorio di Melano sono ricostruibili con un buon livello di approssimazione, in quanto nel 2018 tutta l'energia elettrica consumata è stata distribuita da ALL. Di conseguenza è possibile produrre dati statistici circa l'entità dei consumi per settore di uso finale, come mostrato nelle tabelle seguenti.

**Tabella 5** Consumi di energia elettrica [Fonte: ALL, Bilancio energetico cantonale, 2018].

	Energia elettrica [MWh/anno]	Energia elettrica / Persona [MWh/abitante*anno]
<b>Melano (2018)</b>	<b>8'484</b>	<b>5.8</b>
<b>Ticino (2018)</b>	3'159'166	8.9
<b>Melano/Ticino</b>	0.3%	65.4%

Analizzando nel dettaglio i consumi per settore finale, si ottiene quanto mostrato in Tabella 6. I consumi per la mobilità si riferiscono alla trazione ferroviaria. Questi ultimi sono stati stimati secondo un approccio indiretto: a partire dalla stima dei consumi di elettricità per trazione ferroviaria registrati a livello cantonale (131'315 MWh [fonte: Bilancio energetico cantonale,

<sup>1</sup> In questa voce sono state inserite le seguenti voci del bilancio cantonale:

- altro (agricoltura, cantieri, etc.): 53'932 MWh;
- consumi aziende distribuzione e perdite di rete: 131'673 MWh;
- consumi per pompaggio: 171'385 MWh/anno.



2018]), si è calcolato un indice di consumo medio pro-capite per abitante, pari a 371.6 kWh/anno. Quindi si è effettuata la stima del consumo di energia elettrica per trazione ferroviaria moltiplicando tale indice per la popolazione residente a Melano.

**Tabella 6** Consumi di energia elettrica nel 2018, per settore di uso finale [fonte: AIL, stime ISAAC per “Mobilità”].

[MWh/anno]	Economie domestiche <sup>2</sup>	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Illuminazione pubblica	Mobilità	Totale
<b>Melano</b>	5'051	918	1'890	76	549	<b>8'484</b>
<b>%</b>	60%	11%	22%	1%	6%	100%

Il consumo medio complessivo di energia elettrica per persona (1'451 abitanti nel 2018, cfr. Capitolo 2.2) di 5.8 MWh/anno è più basso di quello calcolato a livello cantonale (8.9 MWh/anno). Questa differenza è causata dalla presenza contenuta sul territorio di Melano di attività nei settori terziario e secondario. Infatti in linea generale si può evidenziare come il contributo maggiore ai consumi di energia elettrica derivi dalle economie domestiche (60%). I consumi medi di energia elettrica delle economie domestiche localizzate sul territorio comunale (pari a 3.5 MWh/anno pro capite) risultano essere leggermente superiori a quelli riscontrati a livello cantonale, stimati pari a 2.7 MWh/anno pro capite<sup>3</sup>.

Per questa ragione è di particolare interesse individuare la percentuale dei consumi di energia elettrica per il riscaldamento degli edifici di natura residenziale (riscaldamento elettrico, diretto o ad accumulo e pompe di calore). L'azienda di distribuzione dell'elettricità non è in grado di fornire tale valore. È tuttavia possibile effettuare una stima di tale consumo a partire dai dati riportati nel REA e nel censimento energetico. Per facilitare l'interpretazione dei dati, nella Tabella 7, sono riportate le stime di consumo di energia elettrica per il riscaldamento degli edifici residenziali, per i commerci, i servizi e le industrie.

<sup>2</sup> I valori sono ricavati dai dati forniti da AIL in funzione delle tariffe.

<sup>3</sup> Ricavati a partire dai seguenti dati: consumo di energia elettrica per riscaldamento abitazioni 321'330 (MWh/anno); consumo per apparecchiature elettriche e illuminazione privata da parte delle utenze domestiche (623'758 MWh/anno) [fonte: Bilancio energetico cantonale, 2018]; popolazione residente al 31 dicembre 2018: 353'343 abitanti.

**Tabella 7** Consumi di energia elettrica nel 2018 per il riscaldamento degli edifici per categoria d'utenza [Fonte: stime ISAAC a partire da Catasto impianti di combustione, censimento energetico – SPAAS, Registro Edifici e Abitazioni REA – USTAT].

[MWh/anno]	Riscaldamento elettrico (diretto o ad accumulato)	Riscaldamento con pompa di calore	Totale consumi elettricità per riscaldamento
<b>Economie domestiche</b>	1'899	971	2'870
<b>Commercio e Servizi</b>	283	65	348
<b>Artigianato e industria</b>	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>2'182</b>	<b>1'036</b>	<b>3'218</b>

La quantità di elettricità utilizzata per il funzionamento degli apparecchi elettrici e per l'illuminazione è stata stimata sottraendo al totale dell'elettricità erogata a Melano, per categoria d'utenza, il rispettivo consumo stimato di energia elettrica per il riscaldamento.

**Tabella 8** Consumi di energia elettrica nel 2018 per gli apparecchi e l'illuminazione suddivisi per categoria d'utenza [Fonte: stime ISAAC a partire dal Catasto impianti di combustione e dal censimento energetico – SPAAS, Registro Edifici e Abitazioni REA – USTAT].

[MWh/anno]	Economie domestiche	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Totale
<b>Elettricità totale</b>	5'051	918	1'890	7'859
<b>Elettricità per riscaldamento</b>	2'870	0.5	348	3'218
<b>Elettricità apparecchi e illuminazione</b>	<b>2'181</b>	<b>918</b>	<b>1'542</b>	<b>4'641</b>

Nel settore commerciale e in quello industriale viene impiegata per il riscaldamento degli edifici una quota di energia elettrica molto bassa rispetto ai consumi totali di energia elettrica per il riscaldamento. Nelle economie domestiche tale quota è invece molto più importante e corrisponde al 5%.

Per valutare la plausibilità del risultato, si è proceduto a verificare il consumo di elettricità per economia domestica. Utilizzando il dato sul consumo di elettricità per apparecchi e illuminazione nelle economie domestiche (cfr. Tabella 8) e il numero delle economie domestiche (606 per il 2017)<sup>4</sup>, è possibile individuare un consumo pari a:

$$\frac{[\text{consumo annuo energia elettrica per illuminazione privata e elettrodomestici}]_{\text{utenze domestiche Melano}}}{[\text{numero economie domestiche}]_{\text{Melano}}} = 3'599 \text{ kWh/anno} * \text{economia domestica}$$

Il valore di consumo di energia elettrica per elettrodomestici e illuminazione privata così stimato risulta in linea con quello a livello cantonale che si situa attorno ai 3'500 kWh/anno per economia domestica [fonte: PEC, Rapporto per la consultazione, 2010].

<sup>4</sup> Dato economie domestiche al 2017, Ufficio statistica

### 2.3.2 *Olio combustibile*

L'olio combustibile costituisce uno dei principali vettori energetici utilizzati sul territorio di Melano. Determinare con precisione i quantitativi annualmente consumati costituisce un'operazione complessa, in quanto non esiste un unico ente che si occupi della distribuzione dell'olio combustibile: il singolo cittadino può approvvigionarsi al rivenditore di olio che, di volta in volta, gli offre le migliori condizioni di prezzo.

Il dato ottenuto dal modello applicato (cfr. Allegato 1) è una stima sicuramente approssimativa, ritenuta tuttavia plausibile come ordine di grandezza: si ritiene che il livello di approssimazione così ottenuto sia sufficiente anche per la definizione degli obiettivi e delle misure proposte dal PECO.

Le stime di consumo così ottenute sono riportate in Tabella 9.

**Tabella 9** Stima consumi di olio combustibile nel 2018, per settore di uso finale.

[MWh/anno]	Economie domestiche	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Totale
<b>Melano (2018)</b>	<b>6'010</b>	<b>31</b>	<b>680</b>	<b>6'721</b>
<b>Ticino (2018)</b>	1'341'285	285'253	233'000	1'859'538
<b>Melano/Ticino</b>	0.45%	0.01%	0.29%	0.36%

### 2.3.3 *Legna*

Sul territorio di Melano il contributo della legna alla copertura del fabbisogno energetico riveste un ruolo marginale: essa è utilizzata unicamente per il riscaldamento di alcune abitazioni. Infatti dalle analisi svolte nel complesso si può stimare che il consumo della legna per il riscaldamento delle abitazioni ammonti a circa 193 MWh/anno. La legna risulta sotto-utilizzata anche rispetto all'utilizzo a livello cantonale: Melano consuma meno dello 0.1% dell'energia dal legno consumata dall'intero Cantone.

**Tabella 10** Stima dei consumi di energia prodotta dal vettore legna.

[MWh/anno]	Economie domestiche	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Totale
<b>Melano (2018)</b>	<b>193</b>	-	<b>64</b>	<b>257</b>
<b>Ticino (2018)</b>	217'455	-	-	217'455
<b>Melano/Ticino</b>	0.09%	-	-	0.12%

### 2.3.4 *Calore ambiente*

Si parla di "calore ambiente" in relazione all'utilizzo delle pompe di calore, che prelevano energia termica (calore) dall'ambiente e, mediante l'apporto di energia elettrica, sono in grado di produrre una maggiore quantità di energia termica. L'energia termica in ingresso può essere prelevata dall'aria, dall'acqua (corsi d'acqua superficiali o specchi lacustri o acque sotterranee) o dal sottosuolo (pompe di calore con sonda geotermica). È anche possibile prelevare l'energia termica dalle condotte fognarie o dall'acquedotto (i fluidi che scorrono nelle condotte hanno infatti una temperatura media superiore a quella esterna).

I dati relativi alle pompe di calore sono presi dal Censimento energetico e nello specifico anche i dati relativi alle sonde geotermiche.

Sul territorio di Melano sono presenti impianti geotermici su 9 fondi per un totale di 137 kW di potenza installata.

I consumi di energia elettrica necessari all'alimentazione delle pompe di calore negli edifici sono già stati presentati (cfr. Tabella 7); tenendo conto che il coefficiente di prestazione medio delle pompe di calore<sup>5</sup> può essere considerato pari a 3 (approccio cautelativo), si può ritenere che il fabbisogno termico dell'edificio sia soddisfatto per 2/3 mediante calore prelevato dall'ambiente e per 1/3 mediante energia elettrica. La Tabella 11 mostra il contributo del calore ambiente per il riscaldamento degli edifici residenziali, del commercio e servizi e del settore artigianato ed industria.

**Tabella 11** Consumi di calore ambiente nel 2018, per il riscaldamento degli edifici residenziali, per commercio e servizi e per il settore artigianato ed industria.

[MWh/anno]	Calore prelevato dall'ambiente	Energia elettrica per PdC	Totale fabbisogno termico abitazioni con pompa di calore
<b>Economie domestiche</b>	1'941	971	2'912
<b>Commercio e servizi</b>	129	65	194
<b>Artigianato e industria</b>	1	0	1
<b>Totale</b>	<b>2'071</b>	<b>1'036</b>	<b>3'107</b>
<b>TI (2018)<sup>6</sup></b>	240'444	120'222	360'666
<b>Melano/TI</b>	0.9%	0.9%	0.9%

### 2.3.5 Carburanti

Una stima dei consumi di carburante per autotrazione (benzina e diesel) può essere effettuata a partire dai dati relativi al parco veicoli immatricolato sul territorio di Melano e da stime di percorrenza media annua e consumo medio di carburante per chilometro percorso.

La stima dei consumi di carburante per aviazione e navigazione può invece essere effettuata in base a indici di consumo pro-capite ricavati a partire dai consumi cantonali individuati dal bilancio energetico cantonale per il 2018.

La stima dei consumi di carburante è cioè effettuata a partire da stime dell'entità degli spostamenti degli abitanti di Melano, indipendentemente dal territorio in cui tali spostamenti sono effettuati.

Si sottolinea che ciò implica un approccio differente da quello utilizzato sinora (principio di territorialità), che avrebbe richiesto di stimare i consumi indotti dagli spostamenti effettuati sul territorio di Melano, indipendentemente da chi li effettua (incluso il traffico di transito e il traffico dei frontalieri). Per una valutazione di questo tipo sarebbe stato necessario disporre di indagini del traffico entrante e uscente sul territorio comunale.

In quest'ottica è anche possibile effettuare una stima dei consumi di carburante per aviazione e navigazione (cherosene), partendo dal dato di consumo totale cantonale e definendo un indice di consumo di carburante pro capite (secondo lo stesso approccio sono stati del resto

<sup>5</sup> Coefficiente di Lavoro Annuo (CLA), definisce il rapporto tra il calore o la potenza termica ceduti e l'energia elettrica necessaria alla pompa di calore.

<sup>6</sup> Non sono disponibili dati per il confronto a livello cantonale per il settore commercio e servizi e per il settore artigianato ed industria.

stimati i consumi di elettricità dei cittadini di Melano per la trazione ferroviaria mostrati in Tabella 6). I consumi di carburante per la mobilità sono riportati in Tabella 12.

**Tabella 12** Consumi di carburante per la mobilità.

[MWh/anno]	Carburanti per autotrazione	Carburanti per aviazione	Carburanti per navigazione	Totale carburanti
<b>Melano</b>	<b>9'491</b>	<b>160</b>	<b>25</b>	<b>9'676</b>
<b>Ticino 2018</b>	2'315'868	38'949	6'128	2'360'945
<b>Melano/Ticino</b>	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%

## 2.4 Produzione di energia da fonti rinnovabili

Il territorio di Melano non ospita impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili di grande potenza, né elettrici né termici. Sono attivi alcuni impianti di piccola potenza, che sfruttano l'energia solare per la produzione di calore e di elettricità, così come alcune sonde geotermiche che sfruttano il calore del suolo.

Per quanto riguarda il solare termico sono stati usati i dati del Censimento energetico; secondo questi dati sono attivi 19 impianti, per un totale di 167 m<sup>2</sup> installati. Per stimare la produzione da solare termico si sono quindi moltiplicati i m<sup>2</sup> dei singoli edifici per un valore di 580 kWh/anno di energia termica<sup>7</sup>, complessivamente vengono quindi stimati 97 MWh/anno. Per ottenere la quota parte di energia termica effettivamente utilizzabile per l'ACS, si è fatta la differenza fra la stima di energia necessaria per l'ACS e la produzione possibile da solare termico per i singoli edifici, si ottiene quindi un totale di produzione annua complessivamente utilizzabile di 74.5 MWh/anno. Per effettuare questa stima si è ipotizzata una copertura pari al 100% del fabbisogno termico per la produzione dell'acqua calda sanitaria delle abitazioni ove è stata rilevata la presenza di un impianto solare termico.

**Tabella 13** Impianti solari termici riconosciuti sul territorio di Melano.

	Numero impianti [-]	Superficie collettori solari installati [m <sup>2</sup> ]
<b>Melano</b>	<b>19</b>	<b>167</b>

Le stime elaborate nell'ambito del Bilancio energetico cantonale 2018 mostrano che 9'823 MWh/anno del consumo di energia termica per il riscaldamento (circa 0.1% dei consumi a livello cantonale) delle abitazioni e l'acqua calda sanitaria è stato coperto mediante il solare termico.

È stato inoltre possibile ricostruire l'elenco degli impianti fotovoltaici attivi sul territorio di Melano. Una stima della produzione nell'anno 2018, considera una potenza installata di 256 kW che moltiplicata per 1'100 kWh/kW fornisce 282 MWh/annui prodotti (Tabella 14). A titolo informativo si segnala la presenza di un'importante impianto localizzato sul tetto delle Scuole e di proprietà della società Agere SA.

<sup>7</sup> Valore medio per collettori piani vetrati utilizzati per la produzione di acqua calda sanitaria in una regione alpina [Fonte: [www.swissolar.ch](http://www.swissolar.ch)].

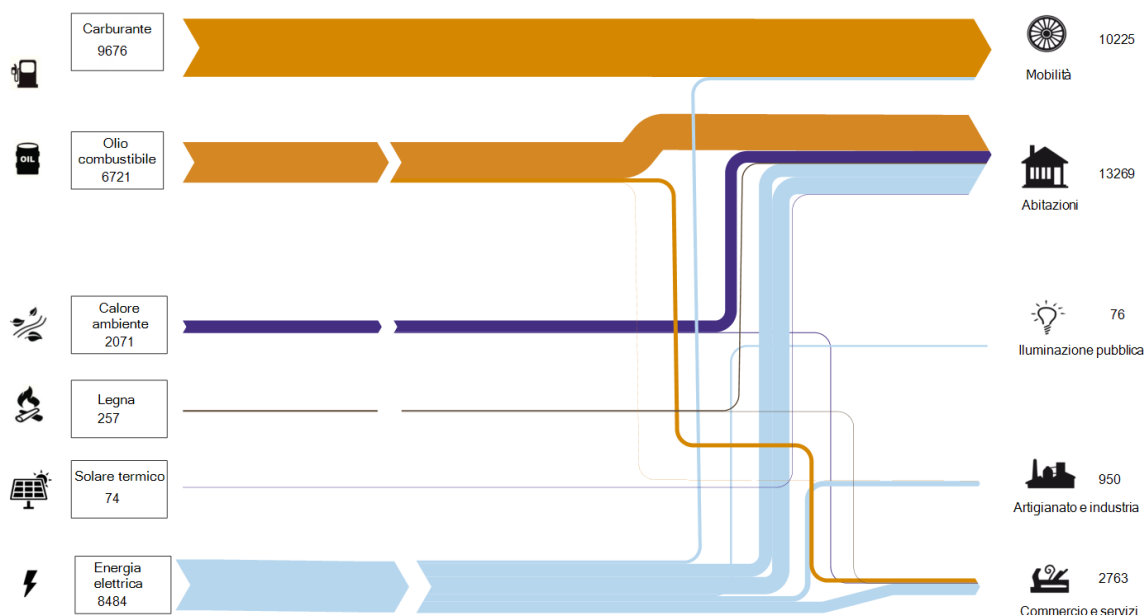
**Tabella 14** Impianti solari fotovoltaici attivi sul territorio di Melano.

	<b>Numero impianti [-]</b>	<b>Potenza installata [kW]</b>	<b>Produzione 2018 [MWh]</b>
<b>Melano</b>	20	256	282

Attualmente non si rilevano sul territorio comunale impianti che sfruttino altre tipologie di fonti energetiche rinnovabili (ad esempio, eolico, idroelettrico negli acquedotti, etc.).

## 2.5 Il bilancio energetico del territorio Melano

Affiancando le informazioni relative al consumo di energia per vettore energetico e per settore a quelle relative alla produzione di energia è possibile costruire il bilancio energetico complessivo del territorio di Melano, riportato nel diagramma di flusso di Figura 3.



**Figura 3** Il bilancio energetico per il territorio di Melano

Per caratterizzare il mix di consumo di energia elettrica in base alle modalità di produzione, si è fatto riferimento alla composizione percentuale del mix elettrico sul territorio di Melano nel 2018.

Di seguito sono quindi elencate le composizioni dell'energia elettrica secondo il mix standard erogato da AIL e le quote di energia ecologica per il 2018.

**Tabella 15** Composizione dell'energia elettrica per il comune di Melano: considera la composizione standard di AIL e le quote di energia ecologica acquistata su una parte dell'energia (5'050 GWh) [Fonte: AIL, anno 2018].

Vettore energetico	Composizione mix standard e energia ecologica AIL 2018 [%]	Consumo Melano anno 2018 [MWh]
<b>Forza idrica</b>	81.4	6'905
<b>Fotovoltaico</b>	2.7	228
<b>Eolico</b>	0.06	5
<b>Biomassa</b>	0.74	63
<b>Nucleare</b>	-	0
<b>Fossile</b>	15.1	1'282
<b>Rifiuti</b>	0	0
<b>Mix EU</b>	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>100</b>	<b>8'484</b>

### 3. Le emissioni di gas ad effetto serra

Le emissioni di gas serra sul territorio di Melano possono essere stimate secondo due approcci, descritti in modo esaustivo nell'Allegato 3: l'approccio più semplificato si riferisce alla stima delle emissioni prodotte sul territorio di Melano (*emissioni dirette*), attraverso il consumo diretto di combustibili e carburanti di origine fossile, cioè all'atto della combustione. Il secondo approccio fornisce invece numeri più realistici circa le emissioni di gas ad effetto serra dovute ai consumi complessivi del territorio di Melano. La seconda metodologia tiene infatti conto dell'intero ciclo di vita dei vettori energetici (approccio LCA *Life Cycle Assessment*), prendendo in considerazione tutte le fasi di vita, da quella di estrazione e stoccaggio del combustibile, a quella di costruzione degli impianti, di smantellamento a fine esercizio e di eventuale gestione delle scorie.

Applicando i modelli di stima descritti nell'Allegato 3 "Modello di stima – emissioni di gas ad effetto serra" si ottengono i seguenti valori:

- le emissioni di CO<sub>2</sub> complessivamente prodotte sul territorio di Melano nel 2018 (emissioni dirette) sono pari a 4'644 ton CO<sub>2</sub>/anno;
- le emissioni di gas ad effetto serra (CO<sub>2</sub> equivalente) complessivamente riconducibili ai consumi del territorio di Melano (emissioni riferite al ciclo di vita) sono pari a 7'248 ton CO<sub>2</sub>/anno, che corrispondono a 5.57 ton CO<sub>2</sub> eq/anno pro capite;

A titolo di riferimento, si consideri che:

- le emissioni dirette sull'intero territorio cantonale sono pari a 1'457 migliaia di tonnellate, per cui le emissioni di Melano incidono per lo 0.3% sulle emissioni cantonali.

#### 3.1 Confronto con le emissioni cantonali

Le stime di emissione per settore di consumo mostrano percentuali di emissione diverse rispetto a quelle cantonali (cfr. Tabella 16 e Figura 4).

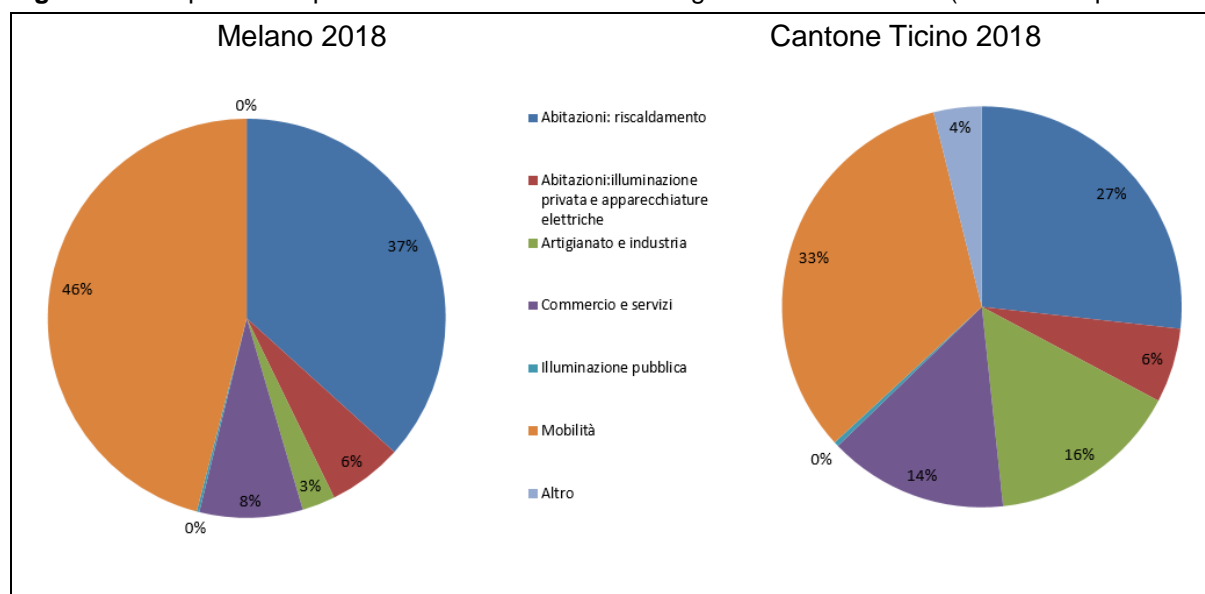
Bisogna sempre considerare che per il calcolo LCA, la ripartizione dell'energia elettrica viene fatta sulla base dell'etichettatura energetica<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Per il presente bilancio sono state calcolate le emissioni a livello di Cantone Ticino utilizzando i dati 2018 con l'etichettatura energetica per tutte le aziende elettriche nel 2017, successivamente con l'etichettatura di AET 2018, e facendo l'ipotesi di una etichettatura 100% idroelettrico. Nei successivi confronti si è scelto di utilizzare l'etichettatura 2017, basata su tutte le aziende elettriche, ed è stato stimato che se l'energia elettrica fosse totalmente proveniente da idroelettrico, le emissioni sarebbero più basse del 30%. Tale ragionamento va considerato quindi nei confronti fra Cantone Ticino e Melano.



**Figura 4** Composizione percentuale delle emissioni di gas ad effetto serra (ton CO<sub>2</sub> equivalente)



calcolate secondo l'approccio del ciclo di vita, per settore di uso finale [per le stime relative al Cantone Ticino, fonte: elaborazione ISAAC da Bilancio energetico cantonale, 2018].

**Tabella 16** Struttura delle emissioni di gas ad effetto serra (ton CO<sub>2</sub> eq), calcolate secondo l'approccio del ciclo di vita.

Emissioni gas serra [ton CO <sub>2</sub> eq/anno]	Energia elettrica	Olio combustibile	Legna	Calore ambiente	Solare termico	Carburanti	Totale
<b>Abitazioni: riscaldamento</b>	579	1'910	5	161	3		<b>2'658</b>
<b>Abitazioni: illuminazione privata e apparecchiature elettriche</b>	440						<b>440</b>
<b>Artigianato e industria</b>	185	10					<b>195</b>
<b>Commercio e servizi</b>	381	216		11			<b>608</b>
<b>Illuminazione pubblica</b>	15						<b>15</b>
<b>Mobilità</b>	111					3'219	<b>3'330</b>
<b>TOTALE</b>	<b>1'712</b>	<b>2'136</b>	<b>6</b>	<b>171</b>	<b>3</b>	<b>3'219</b>	<b>7'248</b>

Le considerazioni sopra proposte sono riscontrabili anche in Tabella 17.

**Tabella 17** Emissioni pro capite di gas ad effetto serra (approccio del ciclo di vita) rispetto ai settori di uso finale Abitazioni (riscaldamento + apparecchiature elettriche e illuminazione privata) e Mobilità [per le stime a livello cantonale: elaborazione ISAAC].

	 <b>Abitare</b> <b>[ton CO<sub>2</sub></b> <b>eq/abitante</b> <b>anno]</b>	 <b>Mobilità</b> <b>[ton CO<sub>2</sub></b> <b>eq/abitante</b> <b>anno]</b>
<b>Valore medio Melano anno 2018</b>	<b>2.14</b>	<b>2.29</b>
<b>Valore medio Cantone Ticino anno 2018</b>	<b>2.31</b>	<b>2.33</b>

Le emissioni di CO<sub>2</sub> generate dal totale dei consumi di Melano sono pari a 4.43 ton CO<sub>2eq</sub>/a pro capite (ai valori considerati per il settore “Mobilità” e “Abitare” devono essere aggiunte le emissioni del settore “Consumi”, pari a 0.55 ton CO<sub>2eq</sub>/a pro capite). Il medesimo valore a livello cantonale si attesta a 6.76 ton CO<sub>2eq</sub>/a pro capite. Per completare i dati di emissione a disposizione per il comune di Melano in modo che siano effettivamente paragonabile con la Società 2000 Watt, è necessario considerare che ogni comune ha un carico supplementare di consumi di energia ed emissioni di CO<sub>2</sub>, riassunto in:

- grandi emettitori – 0.25 ton CO<sub>2</sub> pro capite
- turismo del pieno – 0.33 ton CO<sub>2</sub> pro capite
- infrastrutture – 0.01 ton CO<sub>2</sub> pro capite.

Alle 4.98 ton CO<sub>2eq</sub>/a pro capite stimate in base ai consumi rilevati sul territorio comunale vanno quindi aggiunte 0.59 ton CO<sub>2eq</sub>/a pro capite, per un totale di 5.57 ton CO<sub>2eq</sub>/a pro capite.

## 4. I consumi di energia primaria

Con il termine “energia primaria” ci si riferisce all’energia necessaria per rendere disponibile l’energia finale consumata. L’energia primaria indica cioè i quantitativi di energia intrinsecamente contenuti nelle risorse naturali, prima di ogni conversione o trasformazione antropica; con il termine “energia finale” ci si riferisce invece all’energia risultante da processi di conversione, che la rendono disponibile ad esempio nella forma di elettricità o di combustibili raffinati.

Applicando i fattori di conversione tra energia finale ed energia primaria, come descritto nell’Allegato 4 “Modello di stima - Energia primaria”, è possibile stimare il consumo di energia primaria sul territorio di Melano a 3’156 W/anno pro capite, aggiungendo le quote aggiuntive sotto indicate si arriva a 3’656 W/anno pro capite.

### 4.1 Confronto con i consumi sull’intero territorio svizzero – analisi per settore

Come fatto per le emissioni di gas serra, si analizzano di seguito i consumi di energia primaria suddivisi per settore di utenza finale e si presentano come indicato nella tabella sottostante.

**Tabella 18** Panoramica dei consumi di energia primaria suddivisi per settore di consumo finale e vettore energetico a Melano (2018).



Energia primaria utenze [MWh/a]	Energia elettrica	Olio combust.	Legna	Calore ambiente	Solare termico	Totale
Economie domestiche	8'374	7'928	358	3'377	120	<b>20'158</b>
Industria e artigianato	1'522	41	0	2	2	<b>1'566</b>
Commercio e servizi	3'134	897	119	224	0	<b>4'374</b>
<b>Totale parziale</b>						<b>26'098</b>
Energia primaria mobilità/illumin. pubbl. [MWh/a]	Energia elettrica	Benzina	Diesel	Cherosene	Totale	
Mobilità	910	6'701	6'040	234	<b>13'886</b>	
Illuminazione pubblica	126				<b>126</b>	
<b>Totale parziale</b>						<b>14'012</b>
<b>40'110 MWh/a</b>						

Per l’analisi del settore “Abitare” si possono prendere in considerazione i consumi di energia primaria delle economie domestiche, che ammontano a 20’158 MWh/a. Il consumo di energia primaria pro capite per il settore “Abitare” si attesta quindi a una potenza continua equivalente pari a circa 1’586 W pro capite.

Per l'analisi del settore "Mobilità" si possono prendere in considerazione i consumi di energia primaria dei carburanti (benzina, diesel e cherosene) e quelli di elettricità per le FFS. In totale i consumi di energia primaria per la mobilità si attestano quindi a 14'012 MWh/a. Il consumo di energia primaria pro capite per il settore "Mobilità" si attesta quindi su una potenza continua equivalente pari a circa 1'092 W pro capite.

A titolo di riferimento il consumo in energia primaria sull'intero territorio Svizzero si attestava nel 2005 intorno ai 1'800 W per il settore "Abitare" e attorno ai 1'700 W per quello della "Mobilità".

**Tabella 19** Fabbisogno di energia in potenza continua pro capite per i settori "abitare" e "mobilità" a confronto con i valori medi federali attuali e gli obiettivi della Società 2000 Watt.

	 <b>Abitare</b> [W/capite]	 <b>Mobilità</b> [W/capite]
<b>Valore medio CH anno 2005</b>	<b>1'800</b>	<b>1'700</b>
<b>Valore Melano anno 2018</b>	<b>1'586</b>	<b>1'092</b>
<b>Visione società 2000 Watt</b>	<b>500</b>	<b>450</b>
<b>Fattore di riduzione</b>	<b>4.6</b>	<b>2.9</b>

Per completare i dati sui consumi a disposizione per il comune di Melano in modo che siano effettivamente paragonabile con la Società 2000 Watt, è necessario considerare che:

- il comune è periferico, per questo motivo i dati stimati concernenti il consumo di carburante in base al numero di veicoli immatricolati e ai valori medi di percorrenza devono essere aumentati del 20% e quindi di 200 W pro capite;
- ogni comune ha un carico aggiuntivo di consumi di energia ed emissioni di CO<sub>2</sub>, riassunto in:
  - grandi emettitori - 150 W pro capite
  - turismo del pieno - 150 W pro capite.

Ai 3'156 W pro capite stimati in base ai consumi rilevati sul territorio comunale vanno quindi aggiunti 500 W pro capite, per un totale di 3'656 W pro capite.

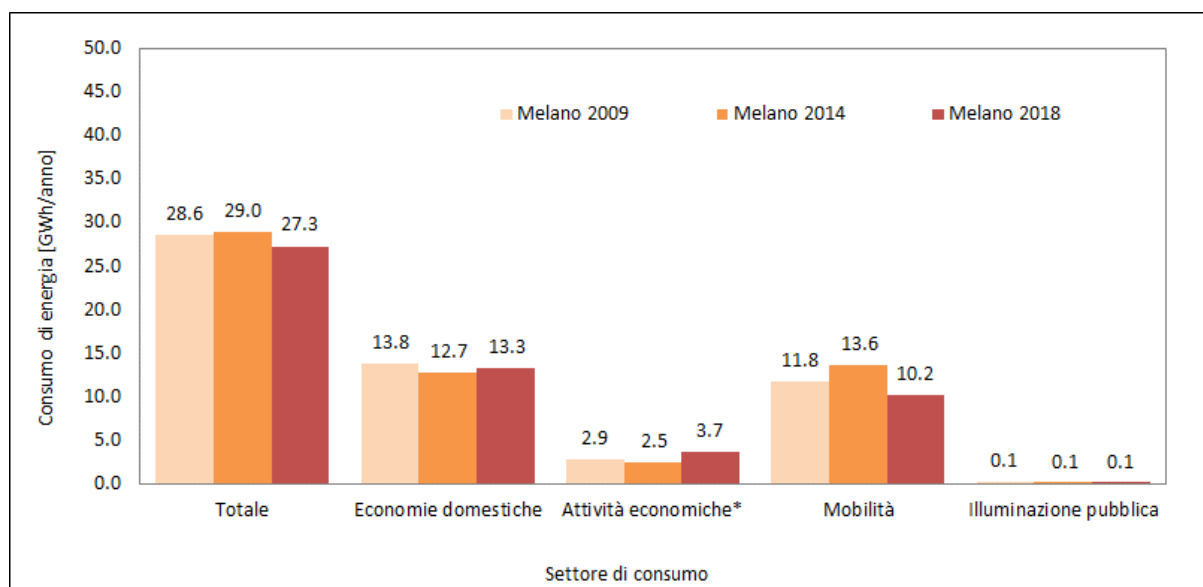
## 5. Confronto con la situazione di Melano (2009, 2014, 2018)

### 5.1 Contesto socio-economico

Indipendentemente dagli obiettivi e dalle misure del PECo, l'andamento dei consumi di energia di Melano è influenzato da molteplici fattori esogeni, quali ad esempio il numero d'abitanti, le attività economiche, il progresso tecnologico, la sensibilità ecologica dei cittadini, le politiche a livello federale. La quantificazione di questi fattori non risulta tuttavia di facile interpretazione. Nonostante il relativo aumento della popolazione e degli addetti ETP, come già evidenziato nel rapporto tecnico del PECo 2014, l'importante complessità non ci permette di determinare l'effetto di questi fattori sull'andamento dei consumi complessivi di Melano.

### 5.2 Consumi di energia

Rispetto al 2014, nel 2018 i consumi di energia sul territorio di Melano sono aumentati per alcuni settori e diminuiti per altri. Considerato il fabbisogno totale di energia nel 2018 vi è stata una riduzione rispetto al 2014 del 9%.

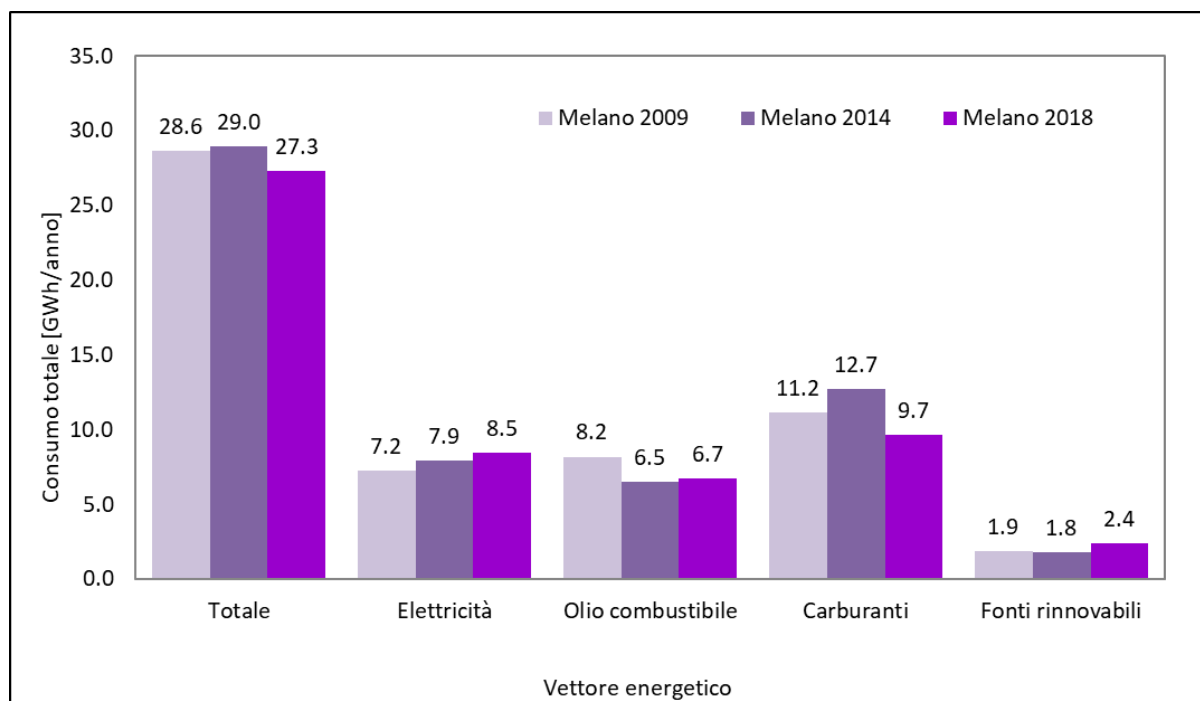


**Figura 5** Ripartizione dei consumi di energia nei vari settori per Melano negli anni 2009, 2014 e 2018\*. L'ambito «Attività economiche» raggruppa sia il settore artigianato e industria che commercio e servizi<sup>9</sup>.

Confrontando la ripartizione dei vettori energetici impiegati a Melano nel 2014 e nel 2018 per coprire il fabbisogno totale di energia si nota in particolare che (Figura 6):

- Il consumo di carburanti ha subito una forte riduzione (-24%) mentre il consumo di olio combustibile è pressoché rimasto costante.
- Il consumo di elettricità è aumentato (+7.6) a fronte però di un incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili (+33%).

<sup>9</sup> Durante il presente aggiornamento è stato necessario revisionare il dato inerente il consumo dei carburanti per Melano 2014, applicando un modello di stima più dettagliato per quanto riguarda i parametri utilizzati (che fanno riferimento a parametri idonei al 2014) rispetto a quello che era stato utilizzato precedentemente.



**Figura 6** Ripartizione dei vettori energetici utilizzati per coprire il fabbisogno di energia di Melano negli anni 2009, 2014 e 2018.

### 5.3 Produzione di energia da fonti rinnovabili

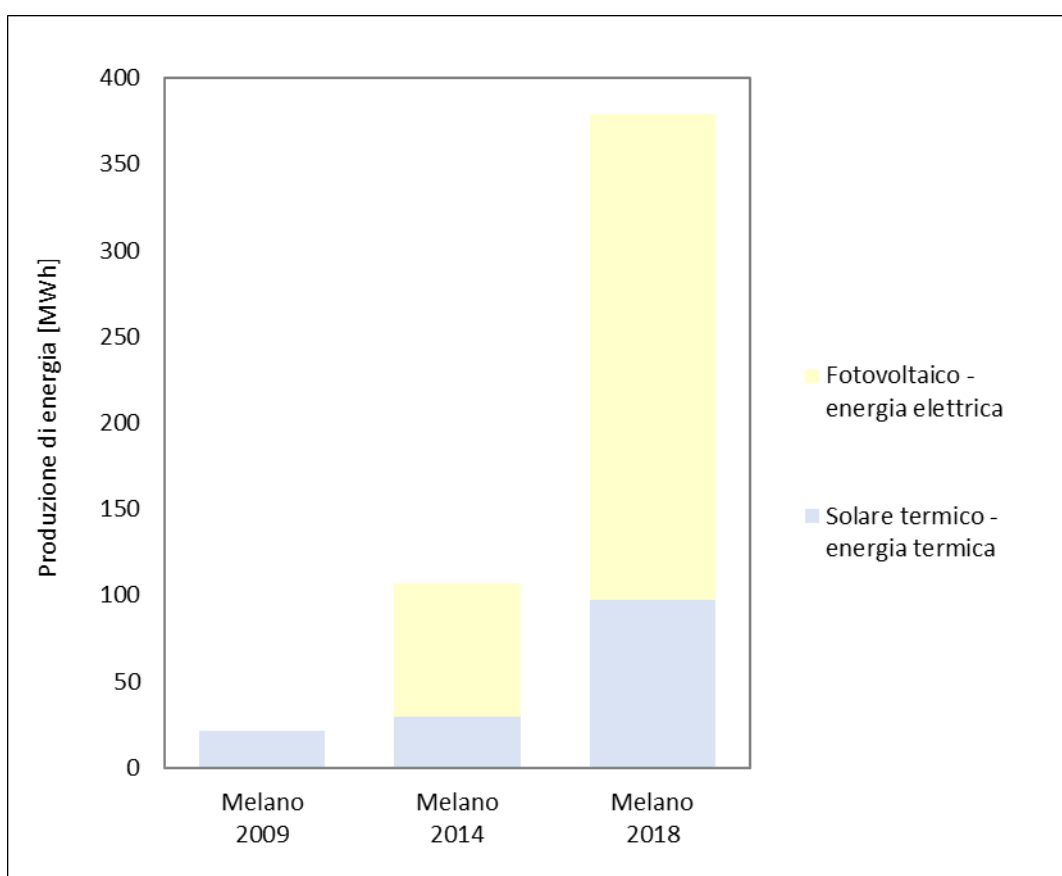
Tra il 2009 e il 2018 la produzione di energia da fonti rinnovabili sul territorio di Melano è cresciuta notevolmente. Un confronto tra le singole fonti rinnovabili è rappresentato in Tabella 20 e Figura 7.

Per quanto riguarda la tecnologia del fotovoltaico, negli ultimi quattro anni sul territorio di Melano la potenza installata è aumentata considerevolmente mentre nel 2009 non era stato notificato alcun impianto.

Tra il 2014 e il 2018 anche la diffusione dei collettori solari termici a Melano è aumentata. Infatti, la superficie installata è più che triplicata e anche il numero di impianti è aumentato arrivando quasi a triplicare. Bisogna comunque sottolineare la presenza di fonti dati diverse, che nel tempo sono migliorate.

**Tabella 20** Confronto della produzione di energia da fonti rinnovabili a Melano negli anni 2009, 2014 e 2018 (Nel 2018 per calcolare l'energia termica prodotta è stata utilizzata la resa energetica di 580 kWh/anno).

	Melano 2009	Melano 2014	Melano 2018
<b>Solare termico</b>			
Numero impianti [num]	5	7	19
Superficie [m <sup>2</sup> ]	48.0	50.7	167
Produzione energia termica [MWh]	21.0	29.4	74.5
<b>Fotovoltaico</b>			
Numero impianti [num]	0	4	20
Potenza [kWp]	0	70.58	256
Produzione energia elettrica [MWh]	0	77.64	282



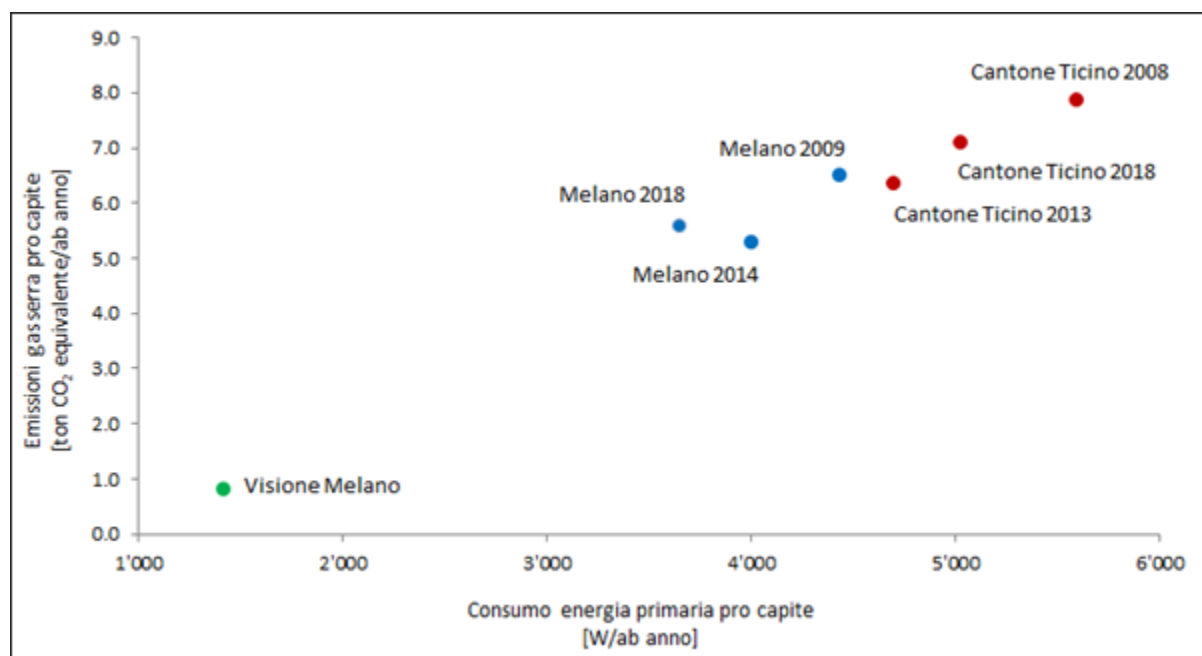
**Figura 7** Produzione di energia da fonti rinnovabili a Melano nel 2009, nel 2014 e nel 2018.

## 5.4 Visione Società a 2000 Watt

### 5.4.1 Situazione al 2018

Affiancando le stime relative alle emissioni pro capite di gas serra ai consumi pro capite di energia primaria (questi ultimi espressi in potenza continua) è possibile verificare la posizione di Melano rispetto alla visione Società a 2000 Watt.

Come mostrato nella Figura 8, nel 2018 per Melano risulta un consumo medio di energia primaria di 3'656 Watt pro capite e delle emissioni di gas serra di 5.57 ton CO<sub>2</sub> pro capite. Dal 2014 al 2018 il consumo di energia primaria pro capite è diminuito (-8.7%) a fronte però di un aumento delle emissioni di gas serra pro capite (+5.6%).



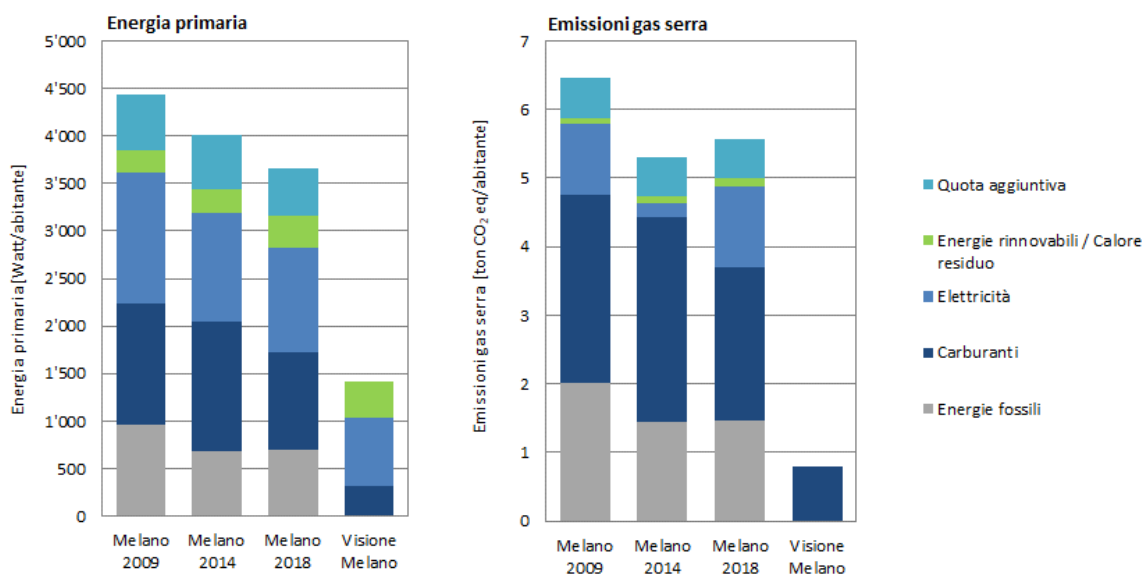
**Figura 8** Evoluzione del consumo di energia primaria pro capite e delle emissioni di gas serra pro capite per Melano (2009, 2014 e 2018) e per il Cantone Ticino.

La riduzione dei consumi di energia primaria e l'aumento delle emissioni di gas serra registrate a Melano tra il 2014 e il 2018 sono da ricondurre al mix energetico utilizzato per quanto riguarda l'energia elettrica.

Inoltre per comprendere è utile analizzare i dati suddividendoli per vettore energetico: energie fossili, energie rinnovabili/calore residuo, elettricità e carburanti (Figura 9), per valutare quali altri fattori incidono sulla variazione degli andamenti pluriennali. In base a questa valutazione emerge che il contributo maggiore alla riduzione dei valori registrati nel 2018 è dato dalla riduzione dei carburanti. Nel 2018, rispetto al 2014, si è registrata una riduzione complessiva di 348 Watt in termini di consumo di energia primaria pro capite e un aumento di 0.29 ton CO<sub>2</sub> equivalente, in termini di emissioni di gas serra pro capite.



Come indicato nella nota 8 a pagina 10, i risultati di riferimento per il Cantone Ticino fra il 2013 e il 2018 vedono una sostanziale differenza dovuta al mix energetico (precedentemente l'energia acquistata era sostanzialmente riconducibile all'energia idroelettrica) negli ultimi anni invece bisogna considerare che questa ripartizione causi una notevole variazione nei risultati finali.



**Figura 9** Consumo di energia primaria ed emissioni di gas serra per Melano negli anni 2009, 2014 e 2018 e confronto con la visione Società a 2000 Watt.

### 5.4.2 Obiettivi di riduzione

L'obiettivo di efficienza energetica di 2000 Watt di energia primaria pro capite e quello relativo al contenimento delle emissioni di gas serra a 1 ton CO<sub>2</sub> equivalente pro capite corrispondono ai valori mirati validi a livello nazionale. In questo contesto è utile ricordare che ogni Comune ha una situazione iniziale differente che dipende dalla struttura socio-economica e dalle caratteristiche dell'edificato e delle infrastrutture. Gli obiettivi della visione a livello comunale sono pertanto definiti applicando una riduzione percentuale dello specifico valore di partenza del Comune. In questo modo, se ogni comune applicasse i valori percentuali di riduzione, la Svizzera diventerebbe una Società a 2000 Watt.

In base a quanto espresso gli obiettivi di riduzione a lungo termine specifici per Melano corrispondono a un consumo medio di energia primaria di 1'419 Watt pro capite e a emissioni medie di 0.8 ton CO<sub>2</sub> pro capite. Per indirizzare il Comune verso la "visione Melano" sono stati inoltre definiti degli obiettivi riferiti agli anni 2020, 2035 e 2050. Come si può notare dalla Figura 10 Melano ha necessità di ridurre le emissioni di gas serra per raggiungere l'obiettivo di riduzione indicato per il 2020.

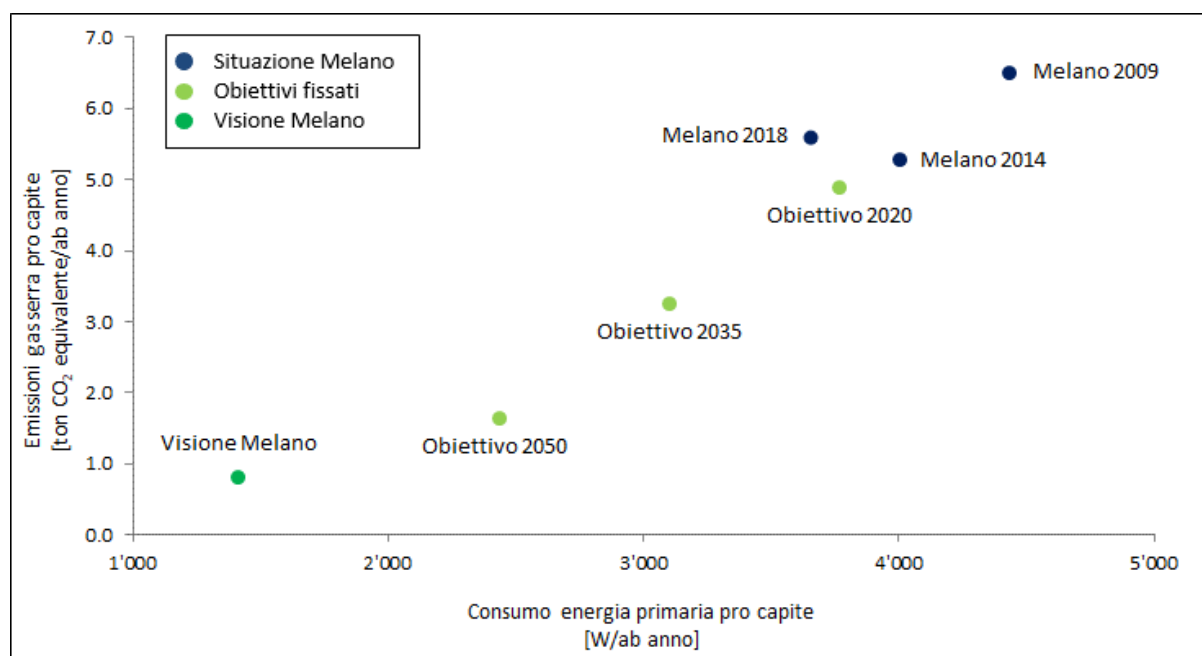


Figura 10 Obiettivi di riduzione per Melano.

Gli obiettivi di riduzione così come la situazione del 2009, 2014 e del 2018 sono riportati in Tabella 21.

Tabella 21 Obiettivi di riduzione intermedi per Melano.

	2009	2014	2018	2020	2035	2050	Visione Melano
<b>Energia primaria</b> [Watt / abitante]	4'435	4'004	3'656	3'770	3'105	2'439	1'419
<b>Emissioni di gas serra</b> [ton CO <sub>2</sub> eq /abitante]	6.50	5.28	5.57	4.9	3.3	1.6	0.8

Un impegno costante sarà dunque necessario per raggiungere i traguardi di riduzione futuri. Sarà quindi necessario agire da subito sia sull'efficienza energetica, riducendo i consumi presenti sul territorio, che sulla sostituzione degli impianti a combustibili fossili.

Questi aspetti, che in minima parte sono già avvenuti, dovranno essere accentuati mettendo in atto il più possibile le misure previste dal piano d'azione, che al momento deve essere aggiornato e attualizzato sulla base delle possibilità che il Comune ha di migliorare a livello energetico, sia per quanto riguarda la produzione da energie rinnovabili, che la riduzione degli impianti a combustibili fossili e la riduzione dei consumi del parco immobiliare.

## Allegato 1

### **Modello di stima del fabbisogno di energia per il riscaldamento degli edifici residenziali, per commercio e servizi**

Il consumo di energia per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria degli edifici residenziali, dei commerci e dei servizi viene stimato a partire dall'individuazione di un *fabbisogno teorico* di energia a partire dalle superfici e dagli indici di fabbisogno energetico, al quale viene applicato un correttivo sulle superfici, non avendo a disposizione i dati relativi alle superfici effettivamente riscaldate. Di seguito viene spiegata la metodologia applicata, bisogna sottolineare che di norma si cerca di limitare i cambi metodologici fra un aggiornamento e l'altro, per evitare variazioni finali imputabili più al metodo che ai cambiamenti realmente avvenuti. Ciò nonostante, l'aggiornamento dei dati di base a disposizione nel corso degli anni, fa sì che avvengano variazioni dovute in alcuni casi al miglioramento delle banche dati, rispetto alla variazione vera e propria del parco immobiliare.

#### **1. Costruzione di una banca dati dell'edificato di Melano**

Per la costruzione della banca dati sono state utilizzate le seguenti fonti di dati:

- Il Registro Edifici e Abitazioni (REA) gestito, per il Cantone Ticino, dall'USTAT (aggiornamento giugno 2019);
- Il Catasto degli impianti a combustione, gestito dalla SPAAS (aggiornamento giugno 2019).
- Il Censimento energetico riferito al Comune di Melano, gestito dalla SPAAS (aggiornamento giugno 2019)
- Dati sull'energia elettrica fornita da AIL per il comprensorio di Melano
- Dati generali sul Comune forniti dal comune stesso o presenti sul sito dell'Ufficio statistica del Cantone Ticino.

Il REA fornisce indicazioni per tutti gli edifici sul territorio cantonale in relazione alla superficie dello stabile (la proiezione dell'edificio sull'asse orizzontale), al numero di piani, all'epoca di costruzione e al tipo di fonte energetica per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria.

Il Catasto degli impianti a combustione fornisce invece informazioni relative a tutti gli impianti di combustione (caldaie) alimentati a olio e gas naturale. Il Catasto è aggiornato su base biennale, mediante controllo diretto di ciascun impianto da parte dei controllori della combustione incaricati dai Comuni. Fornisce indicazioni circa la tipologia di combustibile utilizzato, la potenza dell'impianto e l'anno d'installazione. Non fornisce invece indicazioni circa i consumi effettivi degli impianti.

Il censimento energetico è fatto una tantum, contiene informazioni su tutti gli impianti presenti in uno stabile (elettrico diretto, camini, impianti a nafta, solare termico, pompe di calore, impianti fotovoltaici...)

Le due banche dati sono state relazionate basandosi sul mappale catastale, che è riportato in tutte e tre: incrociando le banche dati viene creata una nuova banca dati che contiene le informazioni presenti in entrambe. La banca dati così creata è qui indicata come "Banca dati

consumi dell'edificato di Melano". La priorità è stata data agli impianti a olio, contenuti nel controllore della combustione, dato che la verifica viene fatta ogni due anni, quindi il dato è più aggiornato. Dal censimento energetico è possibile confrontare i dati delle altre banche dati e trarre informazioni relative specialmente a pompe di calore, solare termico, impianti fotovoltaici. I dati contenuti nella banca dati REA spesso non coincidono con il controllore della combustione, quindi sono considerati solo in terza analisi.

Per ogni edificio contenuto nel REA o ogni impianto contenuto nel Catasto degli impianti di combustione o nel censimento energetico sono presenti le seguenti voci.

**Tabella 22** I campi della "Banca dati consumi dell'edificato di Melano" e le relative fonti.

	REA	Catasto dei piccoli impianti di combustione	Censimento energetico
Mappale edificio	X	X	X
Lettera edificio	X		
Coordinata X	X		
Coordinata Y	X		
Superficie coperta	X		
Numero dei piani	X		
Numero EGID	X		
Classe dell'edificio	X		
Periodo di costruzione	X		
Classe dell'edificio	X		
Categoria dell'edificio	X		
Fonte energetica per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria	X	X	
Potenza impianto [kW]		X	X
m <sup>2</sup>			X

Per identificare il vettore energetico che alimenta ciascun edificio ("Fonte energetica per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria") si fa riferimento alle seguenti informazioni:

- REA: campo "Fonte energetica per il riscaldamento" (GENHZ) e "Fonte energetica per la produzione di acqua calda sanitaria (GENWW);
- Catasto dei piccoli impianti di combustione: campo "tipo di combustibile" (BCom);
- Potenza e m<sup>2</sup> degli impianti per il censimento energetico.

Le logiche utilizzate per l'unione delle due banche dati sono sintetizzate in Tabella 23.

**Tabella 23** Logiche di unione dei dati contenuti nelle banche dati REA, nel Catasto dei piccoli impianti di combustione e nel censimento energetico, per costruire la "Banca dati dei consumi dell'edificato Melano".

Banca dati consumi dell'edificato di Melano	
Problema	Soluzione
1. EGID dal REA doppi	Sono stati selezionati ed eliminati

Banca dati consumi dell'edificato di Melano	
Problema	Soluzione
2. Indicazione del vettore energetico conflittuale tra REA e Catasto degli impianti di combustione	E' inserita l'indicazione contenuta nel Catasto degli impianti a combustione
3. Discrepanza fra le banche dati	Si sono confrontati i dati singolarmente. Nel caso di forte discrepanza sul vettore principale si è messo il dato della precedente banca dati e si è mantenuto l'approccio cautelativo che tiene lo stesso impianto precedente

Per identificare le tipologie edilizie si sono ripresi i dati già incrociati a livello della precedente banca dati del 2014 e sono stati poi verificati con i codici GKLAS e GKAT del REA, che danno informazioni sulla categoria dell'edificio.

Rispetto al GKLAS gli edifici classificati come residenziali appartengono al codice 1110, 1121 e 1122; per il commercio e servizio 1130, 1211, 1212, 1220, 1230, 1263, 1272. Per l'artigianato e industria sono stati attribuiti i codici 1251 e 1274, prevalentemente. Nei casi specifici dove si avevano più informazioni sull'edificio nel campo descrittivo, la scelta è stata fatto su un dettaglio maggiore.

Si è in seguito proceduto all'aggregazione degli edifici alle diverse categorie d'edificio secondo la norma SIA. Ciò ha permesso l'individuazione e l'assegnazione ai settori "edifici residenziali", "uffici e edifici per il commercio" e "edifici artigianali e industriali" secondo la seguente tabella:

**Tabella 24** Assegnazione delle categorie d'edificio secondo norma SIA.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	abitazioni collettive	abitazioni monofamiliari	amministrazione	scuole	negozi	ristoranti	locali pubblici	ospedali	industrie	magazzini	impianti sportivi	piscine coperte
Edificio residenziale	X	X										
Uffici e edifici per il commercio			X	X	X	X	X	X			X	X
Edifici artigianali e industriali									X	X		

## 2. Stima del fabbisogno teorico di energia termica per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria

Per stimare il fabbisogno termico teorico di energia termica  $F_t$  per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria, espresso in [kWh/anno], per ogni oggetto contenuto nella "Banca dati consumi dell'edificato di Melano" è necessario stimare i seguenti due elementi:

- superficie di riferimento energetico  $A_E$  [m<sup>2</sup>];

- indice di fabbisogno di energia termica per metro quadro dell'edificio  $IE$  [kWh/m<sup>2</sup> anno]<sup>10</sup>.

Noti tali valori, il fabbisogno teorico di energia termica è individuato dalla seguente relazione:

$$F_t = A_E \cdot IE$$

La stima della superficie di riferimento energetico  $A_E$  è effettuata mediante la seguente relazione:

$$A_E = S \cdot n$$

dove

- $S$  [m<sup>2</sup>] rappresenta la superficie coperta dell'edificio, cioè la proiezione sul piano orizzontale della superficie dell'edificio [campo GAREA del REA]; nei casi in cui la superficie non è indicata nel REA e stata attribuita la superficie della banca dati del 2014, che si basava sulla Misurazione Ufficiale;
- $n$  rappresenta il numero di piani dell'edificio [campo GASTW del REA].

Come per lo scorso aggiornamento, basandosi sulla verifica dei dati forniti da AIL per la quota di elettricità si è fatta una verifica dell'ordine di grandezza ottenuto con la banca dati e si è mantenuto un ordine di riduzione delle superfici del 30%, per mantenere una continuità con il bilancio precedente e non incorrere in variazione dei dati ottenuti dovuti ai cambi di metodo. Questo perché le superfici ottenute con il metodo sopra indicato sono lorde e non contengono riduzioni degli spazi riscaldati, quindi sono certamente una sovrastima del dato. Fra l'altro questo è comprovato dal fatto che confrontando le superfici ottenute con il REA – [edifici] con le superfici riscaldate, ottenute con il REA [abitazioni], il valore nonostante la riduzione del 30% rimane molto più elevato di quello estrapolabile dalle abitazioni. Non volendo però variare la metodologia, si mantiene l'approccio sopra citato.

L'indice di fabbisogno energetico  $IE$  dipende dalle tecniche costruttive e impiantistiche che caratterizzano ciascun edificio: per una valutazione puntuale e realistica di tale valore occorrerebbe analizzare uno per uno tutti gli edifici esistenti. Al fine di produrre analisi di tipo statistico si può tuttavia utilizzare una stima, ricavabile in base all'epoca di costruzione dell'edificio, specialmente per gli edifici residenziali uni e plurifamiliari. Alle diverse epoche storiche possono infatti essere associate tecniche costruttive ed edilizie "medie", in base alle quali è possibile ricavare una stima del consumo per metro quadro di edificio. Di seguito i codici del REA che permettono l'associazione all'epoca di costruzione e permettono quindi di associare indici energetici differenti e più elevati nel caso di edifici più vecchi.

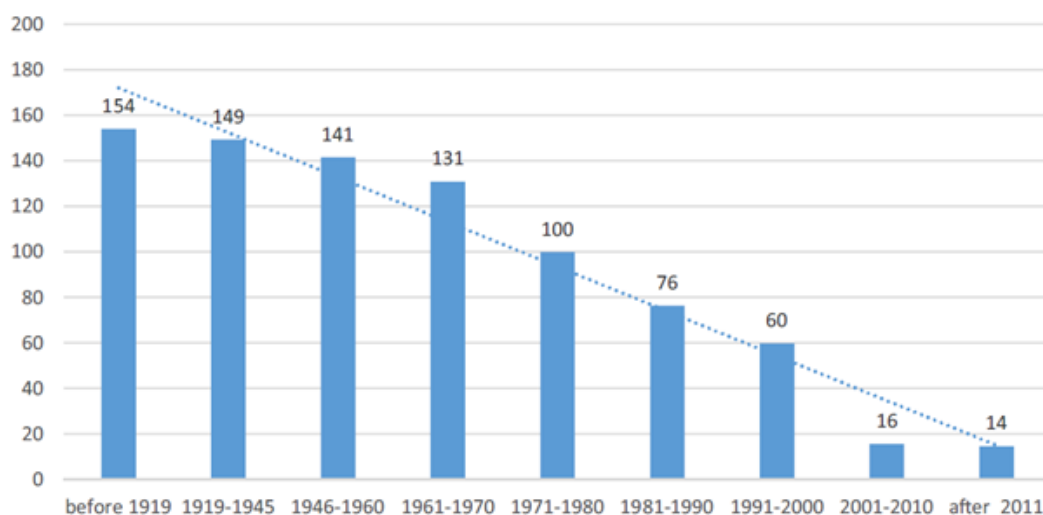
---

<sup>10</sup> I parametri utilizzati corrispondono a quelli indicati dalla norma SIA 380/1 (2009):

- $F_t$  = fabbisogno termico per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria  $Q_{hww}$  [MJ/m<sup>2</sup>];
- $IE$  = fabbisogno energetico finale per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria  $E_{F,hww}$  [MJ/m<sup>2</sup>];
- $SRE$  = superficie di riferimento energetico  $A_E$  [m<sup>2</sup>].

Epoca di costruzione	Codice REA [campi GBAUP o GRENP]
Prima del 1919	8011
Dal 1919 al 1945	8012
Dal 1946 al 1960	8013
Dal 1961 al 1970	8014
Dal 1971 al 1980	8015
Dal 1981 al 1985	8016
Dal 1986 al 1990	8017
Dal 1991 al 1995	8018
Dal 1996 al 2000	8019
Dal 2001 al 2005	8020
Dal 2006 al 2010	8021
Dal 2011 al 2015	8022
Dopo il 2015	8023

Gli indici qui riportati sono riferiti all'indice energetico per il riscaldamento senza considerare l'ACS. Per ogni edificio è stato quindi calcolato il fabbisogno energetico per l'ACS, che moltiplicato per i m<sup>2</sup> fornisce un totale, che sommato a quello dovuto al riscaldamento fornisce i fabbisogni termici totali per i singoli edifici.



**Figura 11** Andamento dell'indice di fabbisogno di energia termica per il riscaldamento e l'ACS in base al periodo di costruzione per gli edifici non abitativi (Pampuri et al., 2017)<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Evaluation of the space heating need in residential buildings at territorial scale: The case of Canton Ticino (CH), Pampuri et al., 2017.



**Tabella 25** Fabbisogno termico annuale per il riscaldamento con l'ultimo aggiornamento degli indici energetici per il Ticino per gli edifici residenziali (Pampuri et al., 2019)<sup>12</sup>.

Categoria	Periodo	Indice totale [kWh/m <sup>2</sup> ]	Indice ACS [kWh/m <sup>2</sup> ]	Indice Risc. [kWh/m <sup>2</sup> ]
Amministrazione	2016-2001	71	7	64
	2000-1991	94	7	87
	1990-1946	135	7	128
	1945-1900	164	7	157
Scuole	2016-2001	58	7	51
	2000-1991	116	7	109
	1990-1946	130	7	123
	1945-1900	138	7	131
Ospedali	2016-2001	76	28	48
	2000-1900	134	28	107
Impianti sportivi	2016-2001	164	83	81
	2000-1900	201	83	117

Per i dati che non potevano essere recuperati dalla tabella per le categorie I e II e per gli amministrativi, sono stati utilizzati i limiti dalla Norma SIA 380/1.

**Tabella 26** Consumi per il riscaldamento degli edifici non residenziali ottenuti dalla norma SIA 380/1.

	Categoria Norma SIA 380/1										
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
IE <sub>risc</sub> [kWh/anno]	37	43	32	58	51	40	52	56	68	82	0
IE <sub>acs</sub> [kWh/anno]	7	7	7	56	14	28	7	1	83	83	0

La stima dell'indice di fabbisogno teorico deve inoltre tenere conto del fatto che alcuni edifici di tipo residenziale sono utilizzati in qualità di residenza secondaria, o non sono utilizzati affatto. Le abitazioni secondarie sono occupate prevalentemente durante la stagione estiva, pertanto non sono responsabili di consumi per il riscaldamento. Il consumo per l'acqua calda sanitaria è invece considerato simile a quello delle residenze primarie, visto l'utilizzo importante di questi edifici durante la stagione calda.

L'informazione circa gli edifici abitati in modo non permanente è stata fornita dall'Ufficio Tecnico Comunale nel corso del 2019. La banca dati fornita comprende 43 edifici localizzati sul territorio comunale. Come detto precedentemente il fabbisogno energetico per il riscaldamento di queste residenze è considerato nullo mentre quello per la produzione di acqua calda sanitaria è paragonabile a quello delle residenze primarie.

Le informazioni così ricostruite consentono di attribuire a ciascun edificio residenziale abitato stabilmente e agli edifici commerciali e per servizi l'indice medio di fabbisogno energetico, con un buon grado di approssimazione. Con questi elementi è possibile ricavare il fabbisogno termico teorico di ogni edificio.

**I valori così ottenuti sono considerati realistici. È importante sottolineare tuttavia che, trattandosi di stime, devono essere utilizzati per definire l'ordine di grandezza dei valori di consumo, più che i valori assoluti.**

<sup>12</sup> A method for mapping areas potentially suitable for district heating systems. An application to Canton Ticino (Switzerland), Pampuri et al., 2019.

## Allegato 2

### Modello di stima del fabbisogno di energia per la mobilità

#### 1. Consumo di carburante per autotrazione

I consumi sono definiti facendo riferimento ai seguenti elementi:

- dati sui veicoli immatricolati messi a disposizione dalla Sezione della circolazione; valori medi di percorrenza [km/anno] e di consumo [l/km percorso] in base alla tipologia di veicolo.

La consistenza del parco veicoli immatricolato è stata indicata dalla Sezione della circolazione del Cantone, che ha fornito i dati riportati in Tabella 27.

**Tabella 27** Parco veicoli immatricolati sul territorio di Melano [fonte: Sezione della circolazione, dicembre 2018].

Automobili benzina	Automobili diesel	Automobili ibride ed elettriche	Automobili a gas	Autoveicoli leggeri	Autoveicoli pesanti	Furgoncini	Autofurgoni	Autocarri	Trattori agricoli	Carri con motore agricoli	Motoveicoli	Motoleggere e ciclomotori
624	275	42	1	1	6	2	78	13	8	11	219	10

I valori medi di percorrenza [km/anno] e consumo medio annuo [l/km] per tipologia di veicolo sono riportati in Tabella 28.

**Tabella 28** Parametri di riferimento per definire il consumo di carburante.

<b>Tipologia di veicolo</b>	<b>Percorrenza media annua<sup>13</sup> [km]</b>	<b>Consumo medio<sup>14</sup> [l/km]</b>
Automobili benzina	12'761	0.062
Automobili diesel	12'761	0.054
Automobili elettriche	12'761	0.055
Automobili a gas	12'761	0.055
Autoveicoli leggeri	15'486	0.090
Autoveicoli pesanti	40'309	0.323
Furgoncini	15'486	0.090
Autofurgoncini	11'739	0.090
Autocarri	40'309	0.323
Trattori agricoli	1'981	0.400
Carri con motore agricolo	1'981	0.200
Motoveicoli	2'491	0.040
Motoleggere e ciclomotori	2'491	0.018

Si effettua l'ipotesi che siano alimentati a benzina i veicoli delle seguenti categorie:

- automobili a benzina
- autoveicoli leggeri
- motoveicoli
- motoleggere e ciclomotori

e che siano alimentati a diesel i veicoli di tutte le altre tipologie.

Moltiplicando il numero di veicoli immatricolati sul territorio di Melano per i rispettivi indici di percorrenza media annua e i valori di consumo medi riportati in Tabella 28, è possibile stimare il consumo di carburante dovuto al traffico motorizzato privato.

**Tabella 29** Stima dei consumi di energia generati dalla mobilità veicolare (parco veicoli immatricolati).

	<b>Benzina traffico motorizzato [MWh/anno]</b>	<b>Diesel traffico motorizzato [MWh/anno]</b>	<b>Gas, GPL, CNG traffico motorizzato [MWh/anno]</b>	<b>Elettricità traffico motorizzato [MWh/anno]</b>	<b>Totale traffico motorizzato [MWh/anno]</b>
Mobilità veicolare	4'831	4'654	5	10	9'501

<sup>13</sup> Fonte: Prestations du transport privé motorisé de personnes par la route, OFS, febbraio 2017; Le transport de marchandises en Suisse, OST, 2017.

<sup>14</sup> Fonte: Energieverbrauch und Energieeffizienz der neuen Personenwagen 2016, BFE, giugno 2018.

## 2. Consumo di carburante per aviazione e navigazione

I consumi di carburante per aviazione e navigazione (cherosene) sono stimati a partire dai dati di consumo cantonali, ricavati dal bilancio energetico cantonale del 2018, attraverso la definizione di indici di consumo pro capite [kWh/abitante anno].

**Tabella 30** Indici di consumo pro capite di carburante per aviazione e navigazione.

	<b>Consumo Cantone Ticino (2018)</b> [MWh/anno]	<b>Indice pro capite Ticino (2018)</b> [kWh/abitante anno]	<b>Consumo Melano 2018</b> [MWh/ anno]
Cherosene aviazione	38'949	110	160
Cherosene navigazione	6'128	17	25
<b>Totale</b>	<b>45'077</b>	<b>-</b>	<b>185</b>

## 3. Consumo di energia elettrica per trazione ferroviaria

Il consumo di energia elettrica per trazione ferroviaria è stimato secondo la logica utilizzata per il consumo di carburanti per aviazione e navigazione, a partire cioè da un indice medio di consumo pro capite ricavato dalle stime di consumo cantonale proposte dal bilancio energetico cantonale del 2018.

**Tabella 31** Indice di consumo pro capite per la trazione ferroviaria.

	<b>Consumo Cantone Ticino (2018)</b> [MWh/anno]	<b>Indice pro capite Ticino (2018)</b> [kWh/abitante anno]	<b>Consumo Melano 2018</b> [MWh/ anno]
Trazione ferroviaria	131'315	371.6	539

## Allegato 3

### Modello di stima delle emissioni di gas ad effetto serra

L'effetto serra è un processo naturale, che funziona, come indicato dal nome stesso, similmente a una serra. La luce solare penetra nell'atmosfera terrestre e, raggiunta la superficie del pianeta, la riscalda. I principali gas serra naturalmente presenti nell'atmosfera sono vapore acqueo [H<sub>2</sub>O], anidride carbonica [CO<sub>2</sub>], metano [CH<sub>4</sub>], ozono [O<sub>3</sub>] e diossido di azoto [NO<sub>2</sub>]. Essi trattengono una parte del calore formatosi grazie all'irraggiamento solare e lo emettono nuovamente a lunghezze d'onda specifiche. Questo processo consente di avere un clima ideale per consentire la vita sul pianeta. Attraverso le attività antropiche vengono emesse grandi quantità di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e clorofluorocarburi (CFC) nell'aria che rompono l'equilibrio naturale dell'effetto serra. La più elevata concentrazione di queste sostanze nell'atmosfera provoca l'ispessimento dello strato di gas serra e un conseguente aumento dell'effetto serra e della temperatura globale del pianeta, con gravi conseguenze negative per l'ambiente e gli insediamenti umani. Il CO<sub>2</sub> è considerato il gas serra di riferimento, in ragione del fatto che più dell'80% delle emissioni di gas serra sono emissioni di CO<sub>2</sub>. L'insieme dei gas serra è pertanto frequentemente misurato in termini di CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub> eq), un parametro che pondera i diversi gas in base al potenziale di riscaldamento climatico di ciascuno di essi rispetto a quello del CO<sub>2</sub>. Le emissioni di gas ad effetto serra possono essere stimate attraverso due differenti metodologie.

#### 1. Stima delle emissioni da combustione diretta

La prima metodologia considera le emissioni di CO<sub>2</sub> generate sul territorio attraverso la combustione diretta di combustibili e carburanti di origine fossile. Questo approccio viene preso in considerazione poiché di frequente utilizzato anche a livello cantonale. Per la stima delle emissioni si considera quindi il consumo diretto di questi vettori energetici, ai quali si applicano i fattori di emissione di CO<sub>2</sub> da combustione proposti dall'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM).

**Tabella 32** Fattori di emissione di CO<sub>2</sub> per vettore energetico.

Vettore energetico	Fattore di emissione
Olio combustibile <sup>15</sup>	0.26532 ton CO <sub>2</sub> /MWh
Gas naturale <sup>16</sup>	0.20196 ton CO <sub>2</sub> /MWh
Benzina <sup>14</sup>	0.26568 ton CO <sub>2</sub> /MWh
Diesel <sup>14</sup>	0.26388 ton CO <sub>2</sub> /MWh
Cherosene <sup>14</sup>	0.26208 ton CO <sub>2</sub> /MWh
Le altre fonti energetiche sono caratterizzate da fattori di emissione di CO <sub>2</sub> pari a zero.	

<sup>15</sup> BFE/BAFU 2014: Messung von Heizwerten und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren von Erdölprodukten 2013, Statistische Analyse der Messresultate, Bern.

<sup>16</sup> IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC, 2006.

Inoltre, è opportuno applicare un fattore di correzione corrispondente al rapporto fra potere calorifico inferiore (Hu) e superiore (Ho) del vettore energetico considerato: le emissioni di CO<sub>2</sub> stimate in base ai fattori di emissione sono divise per il fattore di correzione (Hu/Ho) (cfr. Tabella 33).

**Tabella 33** Fattore di correzione per i combustibili definito in base al potere calorifico inferiore e superiore.

Vettore energetico	Densità	Potere cal. inferiore (Hu)	Potere cal. sup. (Ho)	Hu/Ho
<u>Prodotti petroliferi</u>	[kg/l]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	
Olio comb. EL	0.84	42.6	45.5	0.94
Benzina	0.74	42.5	45.8	0.93
Diesel	0.84	42.8	45.7	0.94
Carburanti liquidi	0.82	43.0	45.7	0.94
<u>Gas</u>	[kg/m <sup>3</sup> ]	[MJ/m <sup>3</sup> ]	[MJ/m <sup>3</sup> ]	
Gas naturale	0.76	36.3	40.3	0.90

Applicando questo approccio, si ricavano le stime proposte in Tabella 34: sul territorio di Melano sono direttamente rilasciate 7'248 ton CO<sub>2</sub>/anno.

**Tabella 34** Emissioni di gas ad effetto serra (CO<sub>2</sub>) prodotte sul territorio di Melano nel 2018 secondo i fattori di emissione in uso presso l'Ufficio Federale dell'Ambiente.

Vettore energetico	Consumo Melano [MWh/anno]	Fattore di emissione CO <sub>2</sub> [ton CO <sub>2</sub> /MWh]	Fattore di correzione (Hu/Ho)	Emissioni dirette CO <sub>2</sub> Melano [ton CO <sub>2</sub> /anno]
<b>Benzina</b>	4'831	0.26568	0.93	1'380
<b>Diesel</b>	4'654	0.26568	0.94	1'315
<b>Cherosene aviazione e navigazione</b>	185	0.26208	0.94	52
<b>Gas naturale</b>	0	0.20196	0.90	0
<b>Olio combustibile</b>	6'721	0.26532	0.94	1'897
<b>TOTALE</b>	<b>16'391</b>	---	---	<b>4'644</b>

## 2. Stima delle emissioni secondo l'approccio del ciclo di vita

La seconda metodologia tiene conto delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente complessivamente generate per poter consumare energia: essa tiene conto cioè dell'intero ciclo di vita dei vettori energetici (approccio LCA *Life Cycle Assessment*), prendendo quindi in considerazione tutte le fasi di vita, da quella di estrazione e stoccaggio del combustibile, a quella di costruzione degli impianti, di smantellamento a fine esercizio e di eventuale gestione delle scorie. In quest'ottica anche le energie rinnovabili e l'energia nucleare sono responsabili della produzione di gas a effetto serra. Per la stima delle emissioni generate durante l'intero ciclo di vita, si è fatto riferimento alla banca dati Ecoinvent v.3.0 (elaborata da un centro di competenza che convoglia ETH, EMPA, PSI e ART), già utilizzata per il PEC. A differenza della valutazione delle emissioni dirette, questo tipo di approccio permette di tenere conto delle emissioni

associate ai consumi di energia primaria, consentendo quindi un confronto con la Società 2000 Watt e la società 1 ton CO<sub>2</sub>. I fattori di emissione presi in considerazione sono riportati in Tabella 35. Si segnala che si tratta dei fattori di emissione dell'insieme dei gas ad effetto serra, espressi in termini di CO<sub>2</sub> equivalente, e non del solo CO<sub>2</sub>.

Per stimare le emissioni legate al consumo di elettricità, occorre tenere conto della modalità di produzione dell'elettricità: è cioè necessario definire la composizione del mix elettrico consumato nel 2018 sul territorio di Melano. A questo scopo si rimanda alle stime presentate nella seguente tabella.

**Tabella 35** Emissioni di gas ad effetto serra (CO<sub>2</sub> equivalente) relative all'energia consumata sul territorio di Melano nel 2018 (approccio del ciclo di vita).

<b>Vettore energetico<sup>17</sup></b>	<b>Consumo Melano [MWh/anno]</b>	<b>Fattore di emissione CO<sub>2</sub> [ton CO<sub>2eq</sub>/MWh]<sup>18</sup></b>	<b>Fattore corr. (Hu/Ho)<sup>16</sup></b>	<b>Emissioni LCA CO<sub>2</sub> equivalente [ton CO<sub>2eq</sub>/anno]</b>
Olio combustibile	6'721	0.299	0.94	2'136
Gas naturale	0	0.238	0.9	-
Benzina	4'831	0.320	0.93	1'664
Diesel	4'654	0.302	0.94	1'497
Cherosene	185	0.292	0.94	57
Solare termico	75	0.043	---	3
Legna	257	0.022	0.91	6
Calore ambiente	2'071	0.083	---	171
Calore da Biogas IDA	0	0.068	0.9	-
<b>Elettricità:</b>				
- Idroelettrico	6'905	0.014	---	99.44
- Fotovoltaico	228	0.101	---	23.02
- Eolico	5	0.029	---	0.15
- Biomassa	63	0.115	---	7.24
- Nucleare		0.018	---	-
- Fossile (carbone)	1'282	1.234	---	1'582
- Rifiuti		0.007	---	-
- Mix EU		0.594	---	-
<b>Totale</b>	<b>27'278</b>			<b>7'248</b>

Nel 2018 le emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente calcolate secondo l'approccio del ciclo di vita sul territorio di Melano sono dunque state pari a 7'248 ton.

Considerando la popolazione residente sul territorio, ciò equivale a 5.57 ton CO<sub>2</sub> equivalente/abitante anno.

<sup>17</sup> Vettore energetico corrispondente: Olio combustibile=Heizöl EL; Gas naturale=Erdgas; Benzina=Benzin in Pkw; Diesel=Diesl in Pkw; Cherosene=Kerosin in Flugzeug; Solare termico=Flaschkollektor Warmwasser EFH; Legna=Wärme Stückholz; Calore ambiente=EWP Luft/Wasser (JAZ 2.8); Calore da Biogas IDA=Blockheizkraftwerk Biogas; Idroelettrico=Wasserkraft; Fotovoltaico=Photovoltaik; Eolico=Windkraft; Biomassa=Heitkraftwrk Holz; Nucleare=Atomkraftwerk; Fossile=Blockhwizkraftwerk Gas; Rifiuti= Kehrlichverbrennung; Mix EU=UCTE-Mix.

<sup>18</sup> Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, ESU-services GmbH, Version 2.2 Juli 2012

## **Allegato 4**

### **Modello di stima del consumo di energia primaria**

In analogia con quanto effettuato per il PEC, per la stima del consumo di energia primaria è possibile appoggiarsi alla banca dati Ecoinvent, che individua un fattore di conversione tra l'energia finale consumata e l'energia primaria ad essa corrispondente, tenendo conto dei processi necessari a rendere disponibile per l'utente finale l'energia nella forma adatta agli usi finali (approccio del ciclo di vita).

La tabella seguente riporta tale fattore di conversione. Essa esplicita anche il fattore di correzione  $H_u/H_o$ , utilizzato per tenere conto del rapporto fra potere calorifico inferiore ( $H_u$ ) e superiore ( $H_o$ ) del vettore energetico considerato: l'energia primaria stimata in base ai fattori di conversione è divisa per il fattore di correzione ( $H_u/H_o$ ) (cfr. Tabella 33).

La caratterizzazione della composizione del mix di consumo di energia elettrica costituisce elemento essenziale per determinare la quantità di energia primaria effettivamente consumata. Come mostra la tabella seguente, il rapporto di conversione tra energia finale ed energia primaria varia sensibilmente a seconda della modalità di produzione dell'energia elettrica: per il nucleare, ad esempio, il consumo di energia primaria è pari a 4 volte l'energia finale effettivamente consumata, mentre per l'idroelettrico l'energia primaria è solo 1.22 volte l'energia finale consumata.

La composizione del mix di consumo dell'energia elettrica sul territorio di Melano è stata stimata secondo la logica illustrata in Tabella 36.



**Tabella 36** Consumo di energia primaria sul territorio di Melano nel 2018 e fattori di conversione utilizzati [fonte fattori di conversione: banca dati Ecoinvent v.2.01].

Vettore energetico <sup>19</sup>	Consumo Melano [MWh/anno]	Fattore di conversione [MWh <sub>primaria</sub> /MWh <sub>finale</sub> ] <sup>20</sup>	Fattore corr. (Hu/Ho) <sup>18</sup>	Consumo energia primaria Melano [MWh/anno]
Olio combustibile	6'721	1.24	0.94	8'866
Gas naturale	0	1.12	0.9	0
Benzina	4'831	1.29	0.93	6'701
Diesel	4'654	1.22	0.94	6'040
Cherosene	185	1.19	0.94	234
Solare termico	75	1.62	---	122
Legna	257	1.69	0.91	477
Calore ambiente	2'071	1.74	---	3'604
Calore da Biogas IDA	0	0.23	0.9	0
Elettricità:	0	---	---	---
- Idroelettrico	6'905	1.22	---	8'425
- Fotovoltaico	228	1.62	---	370
- Eolico	5	1.32	---	7
- Biomassa	63	3.8	---	239
- Nucleare	0	4.07	---	0
- Fossile (carbone)	1'282	3.92	---	5'026
- Rifiuti	0	0.02	---	0
- Mix EU	0	3.54	---	0
<b>Totale</b>	<b>27'278</b>			<b>40'110</b>

L'energia primaria complessivamente consumata sul territorio di Melano risulta dunque pari a 40'110 MWh/anno, equivalenti a 27'643 kWh/anno pro capite.

Tale valore corrisponde a una potenza continua installata pari a 3'565 W/abitante.

<sup>19</sup> Vettore energetico corrispondente: Olio combustibile=Heizöl EL; Gas naturale=Erdgas; Benzina=Benzin in Pkw; Diesel=Diesl in Pkw; Cherosene=Kerosin in Flugzeug; Solare termico=Flaschkollektor Warmwasser EFH; Legna=Wärme Stückholz; Calore ambiente=EWP Luft/Wasser (JAZ 2.8); Calore da Biogas IDA=Blockheizkraftwerk Biogas; Idroelettrico=Wasserkraft; Fotovoltaico=Photovoltaik; Eolico=Windkraft; Biomassa=Heitkraftwrk Holz; Nucleare=Atomkraftwerk; Fossile=Blockhwizkraftwerk Gas; Rifiuti= Kehrlichverbrennung; Mix EU=UCTE-Mix.

<sup>20</sup> Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, ESU-services GmbH, Version 2.2 Juli 2012