

---

# Piano energetico della Carnia

---

06	08/06/2023	DB-FL	MM	MM
05	02/05/2022	DB-GP-FL	MM	MM
04	10/02/2021	DB-GP	MM	MM
03	25/03/2020	DB-GP	MM	MM
02	20/01/2020	DB-GP	MM	MM
01	04/07/2019	DB	MM	MM
00	11/06/2019	DB	MM	MM
<b>REV.</b>	<b>DATA</b>	<b>RED.</b>	<b>VER.</b>	<b>APP.</b>

<b>ELABORATO N.</b>	<b>TITOLO</b>
<b>01</b>	<b>PIANO ENERGETICO DELLA CARNIA</b>

**COMMITTENTE**      **Comunità di Montagna della Carnia**

**RIF. COMMESSA**      03318\_EP

**NOME FILE**      03318\_EP\_Piano energetico della Carnia\_def.pdf

**RESP. COMMESSA**      Dott. Matteo Mazzolini

---



---

## SOMMARIO

---

<b>INTRODUZIONE</b>	<b>7</b>
<b>1. QUADRO NORMATIVO E PIANI DI RIFERIMENTO</b>	<b>9</b>
1.1. STRATEGIE, DIRETTIVE E REGOLAMENTI EUROPEI	10
1.2. STRATEGIE, PIANI E DECRETI LEGISLATIVI A LIVELLO NAZIONALE	13
1.3. PIANI E NORMATIVE A LIVELLO REGIONALE	16
1.4. ANALISI DI CONFORMITÀ DEGLI INTERVENTI	18
<b>2. METODOLOGIA</b>	<b>23</b>
2.1. CONFINI, CAMPO DI APPLICAZIONE E SETTORI DI UTILIZZO	23
2.2. ANNO DI RIFERIMENTO E FATTORI DI EMISSIONE	23
2.3. RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI DATI	24
<b>3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>	<b>26</b>
3.1. ASSETTO TERRITORIALE	26
3.2. ANDAMENTO DEMOGRAFICO	28
3.3. PATRIMONIO ABITATIVO E IMPRESE DEL TERRITORIO	31
<b>4. BILANCIO ENERGETICO</b>	<b>35</b>
4.1. SETTORE RESIDENZIALE	35
4.2. SETTORE TERZIARIO	40
4.3. SETTORE INDUSTRIALE	43
4.4. SETTORE AGRICOLO	46
4.5. TRASPORTI	46
4.6. TABELLE RIASSUNTIVE COMUNE PER COMUNE	48
4.7. ANDAMENTO DEI CONSUMI NEL DECENNIO 2007-2016	63
4.8. PRODUZIONE DI ENERGIA SUL TERRITORIO CARNICO	67
4.8.1. <i>Produzione di energia elettrica da fonte fossile tradizionale</i>	67
4.8.2. <i>Produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici</i>	68
4.8.3. <i>Produzione di energia elettrica da impianti idroelettrici</i>	69
4.8.4. <i>Produzione di energia elettrica da impianti di cogenerazione a biomasse</i>	70
4.8.5. <i>Sintesi dati di produzione di energia elettrica sul territorio</i>	70
4.8.6. <i>Produzione di energia da impianti solari termici</i>	72
4.8.7. <i>Produzione di energia da impianti a biomasse</i>	74
4.9. BILANCIO ENERGETICO LOCALE: DOMANDA E OFFERTA	76
4.10. EVIDENZE EMERSE DAI DATI: CRITICITÀ E POTENZIALITÀ	78
4.10.1. <i>Settore residenziale</i>	78
4.10.2. <i>Settore terziario</i>	80
4.10.3. <i>Settore industriale</i>	80
4.10.4. <i>Settore agricolo</i>	80
4.10.5. <i>Settore dei trasporti</i>	81

4.10.6.	<i>Produzione di energia elettrica</i>	81
4.10.7.	<i>Produzione di energia termica</i>	81
4.10.8.	<i>La risorsa della biomassa locale</i>	82
<b>5.</b>	<b>PIANO ENERGETICO</b>	<b>85</b>
5.1.	SCELTA DEL SOFTWARE	85
5.2.	CREAZIONE DEL MODELLO	87
5.3.	STRUTTURA DEL MODELLO	88
<b>6.</b>	<b>SCENARI</b>	<b>90</b>
6.1.	EDIFICI	91
6.2.	TRASPORTI	99
6.3.	ILLUMINAZIONE PUBBLICA	102
6.4.	INDUSTRIA	103
<b>7.</b>	<b>COSTI</b>	<b>104</b>
7.1.	TELERISCALDAMENTO	104
7.2.	IDROELETTRICO	106
7.3.	FOTOVOLTAICO	106
7.4.	COSTI FONTI ENERGETICHE	106
7.5.	COSTI TECNOLOGIE	107
7.6.	COSTI AMBIENTALI	110
7.7.	COSTI TRASFORMAZIONE	112
7.8.	COSTI FONTI PRIMARIE	114
7.9.	COSTI FONTI SECONDARIE	116
<b>8.</b>	<b>STATO ATTUALE, SCENARI, ISTANZE EMERSE E PROGETTI</b>	<b>120</b>
8.1.	CONSUMI ED EMISSIONI: LA SITUAZIONE NEI DIVERSI SETTORI	120
8.2.	ISTANZE EMERSE DA CARNIA 2030	124
8.2.1.	<i>Opportunità e rischi evidenziati</i>	124
8.2.2.	<i>I tavoli tematici: dalle richieste dei territori alle possibili azioni</i>	125
8.3.	IL PROGETTO DI SIOT PER LE STAZIONI DI POMPAGGIO DELL'OLEODOTTO TRANSALPINO	125
<b>9.</b>	<b>STRATEGIA E AZIONI PER LA DECARBONIZZAZIONE DELLA CARNIA</b>	<b>129</b>
9.1.	STRATEGIE A BREVE TERMINE	129
9.1.1.	<i>Efficienza energetica negli edifici</i>	129
9.1.2.	<i>Teleriscaldamento a biomassa e sviluppo della filiera locale del legno</i>	130
9.1.3.	<i>Impianti alimentati da fonti di energia rinnovabile</i>	132
9.1.4.	<i>Comunità Energetiche Rinnovabili</i>	133
9.1.5.	<i>Formazione dei tecnici comunali</i>	134
9.1.6.	<i>Coinvolgimento e consapevolezza della cittadinanza</i>	136
9.1.7.	<i>Campagna di sensibilizzazione nelle scuole</i>	137
9.2.	STRATEGIE A MEDIO-LUNGO TERMINE	140

9.2.1.	<i>Acquisizione delle concessioni idroelettriche e delle reti di distribuzione</i>	140
9.2.2.	<i>Idrogeno</i>	142
9.2.3.	<i>Decarbonizzazione del trasporto</i>	143
<b>10.</b>	<b>SCHEDA DELLE PRINCIPALI MISURE PREVISTE PER IL PIANO ENERGETICO</b>	<b>144</b>

---

## **PRIMA PARTE**

---

# **BILANCIO ENERGETICO**

---

## INTRODUZIONE

---

Il presente documento vuole inquadrare lo stato dei flussi energetici in Carnia, analizzando da un lato i consumi finali di energia per settore di attività e dall'altro la produzione locale di energia.

Dalle modalità di approvvigionamento delle fonti energetiche alla conseguente capacità di soddisfare il proprio fabbisogno energetico, il ruolo giocato dall'energia è centrale per lo sviluppo di un territorio.

Partendo da tale presupposto i Comuni facenti parte dell'Unione Territoriale Intercomunale della Carnia si vogliono dotare di un Piano Energetico che rappresenta un progetto omnicomprensivo che comprenda e armonizzi la tutela dell'ambiente, le fonti energetiche rinnovabili, l'efficienza energetica, la pianificazione territoriale, la valorizzazione delle risorse locali.

Il Piano permetterà di andare oltre le iniziative progettuali dei singoli Comuni per prendere in considerazione uno sviluppo condiviso del territorio in tutti gli aspetti connessi con un utilizzo sostenibile dell'energia.

I due obiettivi principali su cui concentrare le risorse finanziarie ed umane sono da una parte la riduzione del fabbisogno di energie fossili, dall'altra la produzione di energia da fonti rinnovabili locali.

La riduzione dei consumi di energie fossili contribuirà a rendere questo territorio più bello, ponendolo all'avanguardia nella lotta ai cambiamenti climatici, fattore di richiamo anche dal punto di vista del marketing turistico.

La produzione di energia con fonti locali e rinnovabili potrà invece rappresentare un'opportunità di sviluppo economico, dove ad un diverso modello gestionale per la produzione di energia nel modo più tradizionale per questo territorio (l'idroelettrico), dovrebbe affiancarsi una proposta innovativa per l'altro settore chiave, quello delle biomasse.

Il Piano è lo strumento attraverso cui l'Unione Territoriale Intercomunale della Carnia persegue l'obiettivo di promuovere la riduzione delle emissioni di gas climalteranti e incrementare i benefici per la popolazione locale derivante dall'utilizzo delle risorse energetiche presenti sul territorio.

L'ambito territoriale di analisi e progettazione comprende l'intera Carnia ed il territorio del Comune di Sappada.

Il Piano vuole rappresentare lo strumento settoriale di riferimento a livello comprensoriale, avendo al tempo stesso funzione di "Documento Energetico Comunale" (DEC) per i Comuni della Carnia e per il Comune di Sappada.

Il Piano:

- ✓ definisce le direttrici prioritarie e per il consolidamento e lo sviluppo sul territorio delle attività di produzione/trasporto/distribuzione di energia, anche tenendo conto della capacità di assorbimento della stessa da parte delle utenze locali
- ✓ promuove la valorizzazione economica in chiave eco-sostenibile del sistema energetico locale, attraverso l'individuazione di interventi tanto sul lato della produzione di energia rinnovabile, sia relativamente all'utilizzo efficiente ed alla distribuzione razionale dell'energia

- ✓ definisce piani d'azione, tanto a breve che a medio-lungo termine, finalizzati a promuovere un utilizzo efficiente ed integrato delle risorse energetiche (rinnovabili e non rinnovabili) e la riduzione dei costi energetici per imprese e famiglie
- ✓ individua le priorità d'intervento per ciascun settore dell'economia locale (residenziale, terziario, industriale, trasporti) e per ciascuna tipologia di fonte energetica considerata nel piano
- ✓ favorisce il rafforzamento della cooperazione tra attori territoriali operanti nel settore dell'energia

Prima di procedere ad analizzare più nel dettaglio le caratteristiche del territorio cui è destinato il Piano, è utile fare un panorama generale delle normative e dei piani che governano il territorio con l'obiettivo di fornire un inquadramento delle disposizioni che regolano la pianificazione energetica alle diverse scale, partendo da quella comunitaria (l'Unione Europea da diversi anni promuove iniziative ed emana direttive in materia di energia e sostenibilità) per arrivare, passando per leggi e decreti nazionali, a quelle regionali.

I contenuti del Piano perciò si devono attuare nel rispetto degli indirizzi nazionali e comunitari, delle norme vigenti, della programmazione energetica regionale (PER-Piano Energetico Regionale), di programmi ed interventi settoriali finanziati con fondi comunitari, statali o regionali che riguardano anche la materia dell'energia e dei Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) e/o dei Piani d'Azioni per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC).

In tutte le fasi dell'elaborazione del Piano (analisi preliminare, acquisizione di osservazioni e proposte dal territorio, condivisione di bozze preliminari e finali) viene previsto il coinvolgimento attivo delle Amministrazioni Comunali, dei portatori di interesse pubblici e privati, oltre che la più ampia partecipazione della cittadinanza.

---

## 1. QUADRO NORMATIVO E PIANI DI RIFERIMENTO

---

Il tema del cambiamento climatico è soggetto da tempo ad una crescente rilevanza, la quale si traduce anche in una maggior consapevolezza da parte, in primis, delle amministrazioni pubbliche, fino ad arrivare ai cittadini, i quali assumono un ruolo altrettanto importante per la corretta implementazione delle azioni volte a contrastare gli impatti negativi causati dal surriscaldamento globale.

I primi passi verso il riconoscimento di questa criticità si registrano nel 1992 con la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), nata in occasione della conferenza di Rio de Janeiro. Nel corso degli anni si sono poi susseguiti numerosi impegni sul clima, fino ad arrivare all'Accordo di Parigi del 2015, adottato da 195 Paesi, i cui obiettivi principali possono essere così riassunti:

- Contenere l'aumento della temperatura media globale *ben al di sotto dei 2°C* rispetto ai livelli pre-industriali e perseguire gli sforzi per limitarla a 1,5°C, in quanto tale contenimento ridurrebbe significativamente i rischi e gli impatti dovuti al cambiamento climatico;
- Accrescere la capacità di adattamento agli impatti avversi del cambiamento climatico, promuovere la resilienza e uno sviluppo a basse emissioni, in modo che, nell'ambito delle diverse criticità prodotte, non sia minacciata, in modo particolare, la produzione alimentare;
- Creare flussi finanziari coerenti con un percorso di sviluppo a basse emissioni di gas serra e resiliente ai cambiamenti climatici.

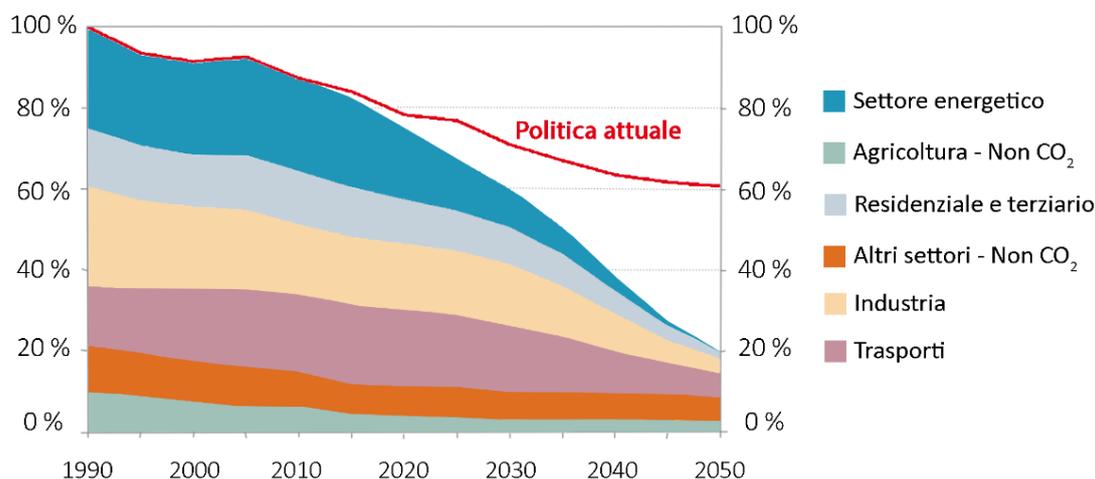
La consistente partecipazione di nazioni provenienti dai cinque continenti all'evento parigino evidenzia come la lotta contro i cambiamenti climatici sia un problema oramai percepito a livello globale e nell'ambito del quale appare comprovata la volontà di agire.

L'Accordo invia un chiaro segnale per la creazione di una società più sostenibile sotto il profilo economico, ambientale e sociale: per far sì che questo accada sono fondamentali azioni e sostegno politico che permettano di agire concretamente. Per raggiungere l'obiettivo dell'Accordo di Parigi di contenere l'aumento della temperatura media globale al di sotto dei 2° C è necessario che vengano adottate rapidamente soluzioni ad alta efficienza e a basse emissioni di carbonio. A livello europeo, il raggiungimento dell'obiettivo di un'economia a basse emissioni di carbonio è regolato da numerosi strumenti politici, i quali vengono recepiti ed attuati ai livelli di governance inferiore, ossia a scala nazionale e regionale, fino ad arrivare a quella locale. Tali normative riguardano i diversi settori - i quali hanno un ruolo chiave per far fronte all'emergenza energetica e ambientale - e risultano indispensabili affinché venga attuato un piano d'azione comune per la riduzione di consumi ed emissioni.

La figura seguente rappresenta il percorso europeo verso una riduzione delle emissioni dell'80% entro il 2050: nel grafico viene evidenziato il diverso trend di riduzione che viene richiesto per raggiungere l'ambizioso

obiettivo rispetto a quello assicurato dalla politica attuale, che garantirebbe comunque una riduzione, ma di molto inferiore.

**Figura 1 – RIDUZIONE DELLE EMISSIONI NEI VARI SETTORI**



*Fonte: Commissione Europea, Una tabella di marcia verso un'economia competitiva a basse emissioni di carbonio nel 2050, Bruxelles, 2011.*

La figura evidenzia inoltre come alcuni settori abbiano margini di efficientamento più elevati di altri, ma è chiaro che sarà necessario operare in maniera olistica in modo che possano crearsi sinergie tra le diverse misure nel processo di decarbonizzazione.

### **1.1. STRATEGIE, DIRETTIVE E REGOLAMENTI EUROPEI**

In questo paragrafo sono elencate le diverse strategie decise a livello internazionale in materia di clima ed energia, in modo da avere una visione completa di quello che è stato proposto e che si aspira a raggiungere.

- *Strategia europea 20-20-20*, in cui vengono indicati dei target riguardanti la riduzione delle emissioni (20%), riduzione dei consumi (20%) e la quota di energia prodotta da fonti energetiche rinnovabili (20%), da raggiungere entro il 2020 (rispetto ai livelli del 1990);
- *Pacchetto per il clima e l'energia 2020*, che identifica le direttive per il raggiungimento degli obiettivi definiti dalla Strategia europea 20-20-20;
- *Quadro 2030 per il clima e l'energia*, nel quale vengono stabiliti gli obiettivi per il periodo 2021-2030, sempre secondo le azioni identificate dalla Strategia europea 20-20-20, ma con target più elevati;
- *Strategia a lungo termine per il 2050*, in cui viene configurato il percorso che l'Unione Europea dovrebbe perseguire per la riduzione dell'85-90% delle emissioni entro il 2050;

- *Strategia europea di Adattamento al Cambiamento Climatico*, che ha lo scopo di rendere l'Europa più resiliente ai cambiamenti climatici promuovendo la crescita sostenibile, incentivando gli investimenti per soluzioni resilienti ai cambiamenti climatici e creando nuovi posti di lavoro;
- *Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile*, programma d'azione in cui sono previsti 17 obiettivi per lo sviluppo sostenibile;
- *Strategia dell'Unione Europea in materia di riscaldamento e raffreddamento*, dove vengono individuati i sistemi di riscaldamento e raffreddamento prioritari per conseguire gli obiettivi dell'UE per il clima e l'energia;
- *Energia pulita per tutti gli europei (Clean Energy for all Europeans)*, documento che ha lo scopo di trasformare il mercato dell'energia europeo per facilitare il passaggio ad un utilizzo sempre maggiore di energia prodotta da fonti energetiche rinnovabili;
- *Green Deal Europeo*, una comunicazione che aggiorna le basi per affrontare i problemi legati al clima e all'ambiente ed è parte integrante della strategia della Commissione per attuare l'Agenda 2030;
- *Una bioeconomia sostenibile per l'Europa*, volta a rafforzare il collegamento tra economia, società e ambiente, definisce 14 azioni concrete per il conseguimento della sostenibilità.

Queste strategie contengono al loro interno direttive e regolamenti, riportati nell'elenco che segue, adottati dall'Unione Europea per mettere in atto le azioni per il raggiungimento degli obiettivi energetico-climatici.

- *Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque;*
- *Direttiva 2004/8/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 febbraio 2004, sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia e che modifica la direttiva 92/42/CEE;*
- *Direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 maggio 2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;*
- *Direttiva 2009/29/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 aprile 2009, che modifica la direttiva 2003/87/CE al fine di perfezionare ed estendere il sistema comunitario per lo scambio di quote di emissioni di gas a effetto serra (Emissions Trading System);*
- *Direttiva 2009/30/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 aprile 2009, che modifica la direttiva 98/70/CE per quanto riguarda le specifiche relative a benzina, combustibile diesel e gasolio nonché l'introduzione di un meccanismo inteso a controllare e ridurre le emissioni di gas a effetto serra, modifica la direttiva 1999/32/CE del Consiglio per quanto concerne le specifiche relative al combustibile utilizzato dalle navi adibite alla navigazione interna e abroga la direttiva 93/12/CEE;*
- *Direttiva 2009/31/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 aprile 2009, relativa allo stoccaggio geologico di biossido di carbonio e recante modifica della direttiva 85/337/CEE del*

- Consiglio, delle direttive del Parlamento europeo e del Consiglio 2000/60/CE, 2001/80/CE, 2006/12/CE e del regolamento (CE) n. 1013/2006 del Parlamento europeo del Consiglio;*
- *Direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 ottobre 2009, relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia;*
  - *Direttiva 443/2009/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 aprile 2009, che definisce i livelli di prestazione in materia di emissioni delle autovetture nuove nell'ambito dell'approccio comunitario integrato finalizzato a ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> dei veicoli leggeri;*
  - *Direttiva 2015/1513/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 9 settembre 2015, che modifica la direttiva 98/70/CE, relativa alla qualità della benzina e del combustibile diesel, e la direttiva 2009/28/CE, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili;*
  - *Direttiva (UE) 2016/2284 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 dicembre 2016, concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici, che modifica la direttiva 2003/35/CE e abroga la direttiva 2001/81/CE;*
  - *Direttiva 2018/410/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 marzo 2018, che modifica la direttiva 2003/87/CE per sostenere una riduzione delle emissioni più efficace sotto il profilo dei costi e promuovere investimenti a favore di basse emissioni di carbonio e la decisione (UE) 2015/1814; (direttiva EU-ETS);*
  - *Regolamento 2018/841/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, relativo alle all'inclusione delle emissioni e degli assorbimenti di gas a effetto serra risultanti dall'uso del suolo, dal cambiamento di uso del suolo e dalla silvicoltura nel quadro 2030 per il clima e l'energia, e recante modifica del regolamento (UE) n. 525/2013 e della decisione n. 529/2013/UE;*
  - *Regolamento 2018/842/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, relativo alle riduzioni annuali vincolanti delle emissioni di gas serra a carico degli Stati membri nel periodo 2021-2030 come contributo all'azione per il clima per onorare gli impegni assunti a norma dell'accordo di Parigi e recante modifica del regolamento (UE) n. 525/2013;*
  - *Direttiva 2018/844/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica. Questa direttiva è anche nota come EPBD III;*
  - *Regolamento 2018/1999/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima affidabile, inclusiva, efficace sotto il profilo dei costi, trasparente e prevedibile;*
  - *Direttiva 2018/2001/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima che modifica la direttiva (CE) n. 663/2009 e (CE) n. 715/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio, le direttive 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE e 2013/30/UE del Parlamento europeo e del Consiglio 2009/119/CE e (UE) 2015/652 e che abroga il regolamento (UE) n. 525/2013 del Parlamento*

europeo e del Consiglio. Promuove dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili nei settori dell'elettricità, del riscaldamento, del raffrescamento e dei trasporti;

- *Direttiva 2018/2002/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, che modifica la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica;*
- *Regolamento 2019/941/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 giugno 2019, sulla preparazione ai rischi nel settore dell'energia elettrica che abroga la direttiva 2005/89/CE;*
- *Regolamento 2019/942/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 giugno 2019, che istituisce un'Agenzia dell'Unione europea per la cooperazione fra i regolatori nazionali dell'energia (rifusione);*
- *Regolamento 2019/943/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 giugno 2019, sul mercato interno dell'energia elettrica (rifusione);*
- *Direttiva 2019/944/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 giugno 2019, relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica e che modifica la direttiva 2012/27/UE;*
- *Direttiva 2019/692/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 17 aprile 2019, che modifica la direttiva 2009/73/CE relativa a norme comuni per il mercato interno del gas naturale.*

## **1.2. STRATEGIE, PIANI E DECRETI LEGISLATIVI A LIVELLO NAZIONALE**

A livello nazionale la programmazione energetica deve seguire quanto predisposto dall'Unione Europea, in quanto regolamenti, decisioni e direttive sono vincolanti per tutti gli Stati Membri.

L'Italia si è dotata di alcuni documenti recanti le indicazioni per l'implementazione delle misure, che vengono di seguito elencati:

- *Strategia Energetica Nazionale (SEN)*, definisce gli obiettivi da raggiungere entro il 2020 basandosi sulla Strategia Europea 2020;
- *Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNACC)*, il cui scopo è la definizione di una strategia per contrastare gli impatti dei cambiamenti climatici attraverso l'identificazione di una serie di azioni;
- *Verso un modello di economia circolare per l'Italia – Documento di inquadramento e di posizionamento strategico*, definisce la posizione dell'Italia in merito al passaggio da un'economia lineare a un'economia circolare;
- *Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS)*, pone la sostenibilità al centro dello sviluppo futuro per il raggiungimento degli obiettivi segnalati dall'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile;
- *Elementi per una Roadmap della Mobilità Sostenibile*, approfondisce le possibili soluzioni nell'ambito della mobilità per ridurre consumi ed emissioni;
- *Piano Nazionale Infrastrutturale per la Ricarica dei veicoli alimentati a energia Elettrica (PNIRE)*, relativo alla realizzazione di stazioni pubbliche per la ricarica delle auto elettriche;
- *Piano di Azione Nazionale per le Energie Rinnovabili (PAN)*, per incrementare lo sfruttamento delle fonti di energia rinnovabile nei diversi settori;

- *Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della Pubblica Amministrazione (PAN GPP)*, ossia piano nazionale d'azione sul green public procurement per integrare le esigenze ambientali negli appalti pubblici;
- *Piano d'azione in materia di produzione e consumo sostenibile (PAN SCP)*, in riferimento al tema dell'economia circolare, dell'uso efficiente delle risorse e della riduzione degli impatti ambientali;
- *Quadro strategico nazionale sui combustibili alternativi*, relativo allo sviluppo del mercato nel settore dei trasporti e la realizzazione delle relative infrastrutture;
- *Piano d'azione nazionale per incrementare gli edifici a energia quasi zero (PANZEB)*, che chiarisce, tra l'altro, il significato di nZEB;
- *Piano Nazionale Integrato per il Clima e l'Energia (PNIEC)*, il cui obiettivo è di traslare sul piano nazionale gli obiettivi energetici ed ambientali dettati dall'Unione Europea per la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra.

Partendo da tutta questa sequenza di strategie e piani sono emanati i seguenti decreti:

- *D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 112, conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59*. Introduce i meccanismi di valutazione del bilancio di gas climalteranti e di incentivi per la riduzione delle emissioni in aree industriali;
- *D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152, norme in materia ambientale*;
- *D.M 18 dicembre 2008, Incentivazione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, ai sensi dell'articolo 2, comma 150, della legge 24 dicembre 2007, n. 244*. Regolamenta il meccanismo di emissione dei certificati verdi, che costituisce una forma di incentivazione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili;
- *Legge 23 marzo 2001, n. 93, disposizioni in campo ambientale*;
- *D.M. 10 settembre 2010, linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili*;
- *D.Lgs 3 marzo 2011, n. 28, attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE*;
- *D.Lgs. 1° giugno 2011, n. 93, attuazione delle direttive 2009/73/CE e 2008/92/CE relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica, del gas naturale e a una procedura comunitaria sulla trasparenza dei prezzi al consumatore finale industriale di gas e di energia elettrica, nonché abrogazione delle direttive 2003/54/CE e 2003/55/CE*;
- *D.M. 5 settembre 2011, definizione del nuovo regime di sostegno per la cogenerazione ad alto rendimento*;

- *D.Lgs. 16 febbraio 2011, n. 15, attuazione della direttiva 2009/125/CE relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia;*
- *D.Lgs. 3 marzo 2011, n. 28, attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;*
- *D. 15 marzo 2012, definizione e qualificazione degli obiettivi regionali in materia di fonti rinnovabili e definizione della modalità di gestione dei casi di mancato raggiungimento degli obiettivi da parte delle regioni e delle provincie autonome;*
- *D.Lgs. 28 giugno 2012, n. 104, attuazione della direttiva 2010/30/UE, relativa all'indicazione del consumo di energia e di altre risorse dei prodotti connessi all'energia, mediante l'etichettatura ed informazioni uniformi relativa ai prodotti;*
- *D.L. 4 giugno 2013, n. 63, disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale;*
- *L. 6 agosto 2013, n. 96, delega al Governo per il recepimento delle direttive europee e l'attuazione di altri atti dell'Unione Europea – Legge di delegazione europea 2013;*
- *D.Lgs. 4 luglio 2014, n. 102, attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE. Vengono stabilite delle misure per la promozione e il miglioramento dell'efficienza energetica;*
- *L. 28 dicembre 2015, n. 221, disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali;*
- *D.M. 26 giugno 2015, applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici;*
- *D.Lgs. 16 dicembre 2016, n. 257, disciplina di attuazione della direttiva 2014/94/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 ottobre 2014, sulla realizzazione di una infrastruttura per i combustibili alternativi. Più nel dettaglio tale decreto concerne i punti di ricarica per i veicoli alimentati a energia elettrica;*
- *D.M. 11 gennaio 2017, adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili;*
- *D.M. 22 dicembre 2017, modalità di funzionamento del Fondo nazionale per l'efficienza energetica. Definisce le priorità, i criteri, le condizioni e le modalità di funzionamento del Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica;*
- *L. 27 dicembre 2017, n. 205, bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2018 e bilancio pluriennale per il triennio 2018-2020. Regola le detrazioni fiscali per gli interventi di efficienza energetica;*

- *D. 10 maggio 2018, modifica e aggiornamento del decreto 11 gennaio 2017, concernente la determinazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico che devono essere perseguiti dalle imprese di distribuzione dell'energia elettrica e il gas per gli anni dal 2017 al 2020 e per l'approvazione delle nuove Linee Guida per la preparazione, l'esecuzione e la valutazione dei progetti di efficienza energetica. Considera la rilevanza dei certificati bianchi (chiamati anche TEE, Titoli di Efficienza Energetica), che sono il principale meccanismo di incentivazione dell'efficienza energetica nel settore industriale, delle infrastrutture a rete, dei servizi e dei trasporti, ma riguardano anche interventi realizzati nel settore civile e misure comportamentali;*
- *D.L. 14 ottobre 2019, n. 111, misure urgenti per il rispetto degli obblighi previsti dalla direttiva 2008/50/ce sulla qualità dell'aria e proroga del termine di cui all'articolo 48, commi 11 e 13, del decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, convertito, con modificazioni, dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229.*

### **1.3. PIANI E NORMATIVE A LIVELLO REGIONALE**

Infine a livello regionale la Regione Friuli Venezia Giulia ha redatto i seguenti piani e normative:

- *Piano Urbanistico Regionale (PURG)*, dove sono presenti le disposizioni generali di direttive alle quali attenersi nella redazione dei piani di grado subordinato;
- *Piano di Governo del Territorio (PGT)*, strumento che regola l'uso del territorio per la pianificazione e la programmazione delle politiche di sviluppo regionale;
- *Piano Energetico Regionale (PER)*, che è lo strumento di pianificazione e di indirizzo per le politiche energetiche regionali e per questo merita, in questa sede, uno spazio un po' più ampio.

Approvato con delibera di Giunta il 22 dicembre 2015, supera il PER precedente (risalente a maggio 2007) ed è aggiornato sulle sostanziali modifiche normative e regolamentari avvenute dal 2007/2008 e su tutte le normative comunitarie e nazionali in tema non solo di energie rinnovabili, ma anche di questioni legate alle emissioni di gas climalteranti.

I suoi sette obiettivi generali sono promuovere, e dove possibile, incentivare:

- 1) la produzione da FER (Fonti Energetiche Rinnovabili);
  - 2) la riduzione delle emissioni;
  - 3) l'innovazione e la sperimentazione in tutti i settori energetici;
  - 4) la riduzione dei costi dell'energia favorendo la concorrenza fra operatori, la diversificazione delle fonti, lo sviluppo di infrastrutture di interconnessione;
  - 5) il raggiungimento di un risparmio energetico medio a livello regionale; oltre a promuovere tali azioni, il PER si propone di:
  - 6) assicurare la disponibilità, qualità e continuità dell'energia necessaria per gli utenti regionali
  - 7) aumentare l'efficienza del sistema energetico regionale;
- *Piano d'Azione Regionale (PAR)*, strumento operativo per il contenimento e la prevenzione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico;

- *Piano Paesaggistico Regionale (PPR-FVG)*, strumento di pianificazione finalizzato alla salvaguardia e gestione del territorio nella sua globalità, merita anch'esso un'attenzione particolare.

Con la L.R. n.14 dell'11 ottobre 2013, la Regione Friuli Venezia Giulia ha disciplinato il procedimento di pianificazione paesaggistica e individuato le forme di pubblicità e partecipazione in conformità a quanto disposto dall'art.144 del D.Lgs 42/2004.

Gli obiettivi del PPR-FVG che possono influenzare il presente piano sono:

- Proteggere, conservare e migliorare i patrimoni naturali, ambientali, storici e archeologici, gli insediamenti, e le aree rurali per uno sviluppo sostenibile di qualità della regione
- Garantire il *Consumo zero del suolo* (divenuto elemento centrale in tutte le strategie e le politiche di livello comunitario e nazionale), e orientare le azioni al riuso del patrimonio edilizio.
- Indirizzare i soggetti operanti a vari livelli sul territorio alla considerazione del paesaggio nelle scelte pianificatorie, progettuali.

Nell'ambito del PPR-FVG sono stati stipulati degli accordi con gli enti locali per lo svolgimento di attività finalizzate all'elaborazione del piano per specifici ambiti territoriali: nello specifico, l'accordo con la Comunità Montana della Carnia e i 28 Comuni della Carnia risale al 22 aprile 2015.

- *Piano Regionale di Tutela delle Acque (PRTA)*, attua le politiche di miglioramento delle acque superficiali e sotterranee, garantendo la loro tutela e la sostenibilità del loro sfruttamento;
- *Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bacchiglione (PAI)*, identifica le aree caratterizzate da pericolosità idraulica, geologica e da valanga;
- *Piano Regionale di Miglioramento della Qualità dell'Aria (PRMQA)*, è lo strumento per garantire il rispetto dei valori limite degli inquinanti e l'abbassamento dei livelli di ozono;
- *Piano di gestione Rete Natura 2000*, strumento per la conservazione della biodiversità dove per ciascuna area sono individuati le caratteristiche e gli interventi da effettuare;
- *Programma Operativo Regionale – Fondo Europeo di Sviluppo Regionale 2014-2020*, definisce la strategia e gli interventi per l'utilizzo delle risorse comunitarie assegnate alla Regione dal Fondo europeo di sviluppo;
- *Programma di Sviluppo Rurale (PSR) 2014-2020*, che contribuisce al miglioramento della competitività dell'agricoltura e dei produttori primari e concorre alla preservazione e alla valorizzazione degli ecosistemi;
- *Piano di Conservazione e Sviluppo delle riserve naturali (PCS)*;
- *Piano regionale di gestione dei rifiuti*, che intende limitare il processo di smaltimento e minimizzare l'impatto ambientale, considerando il rifiuto come una risorsa;
- *Piano stralcio per l'Assetto idrogeologico dei bacini Regionali (PAIR)*;
- *Piano regionale per la mobilità elettrica (PREME\_FVG)*, con lo scopo di promuovere lo sviluppo di una rete di ricarica per i veicoli elettrici ed ibridi plug-in;
- *Piano regionale delle infrastrutture di trasporto, della mobilità delle merci e della logistica*;
- *Piano regionale del Trasporto Pubblico Locale (TPL)*.

Oltre a questi piani, a livello regionale le scelte nell'ambito dell'energia e della sostenibilità sono regolate dalle seguenti leggi e decreti:

- *Legge Regionale 20 agosto 2007, n. 23, attuazione del decreto legislativo 111/2004 in materia di trasporto pubblico regionale e locale, trasporto merci, motorizzazione, circolazione su strada e viabilità;*
- *Legge Regionale 11 ottobre 2012, n. 19, norme in materia di energia e distribuzione dei carburanti;*
- *Legge Regionale 11 ottobre 2013, n. 14, modifiche della legge regionale 23 febbraio 2007, n. 5 (Riforma dell'urbanistica e disciplina dell'attività edilizia e del paesaggio), in materia di pianificazione paesaggistica;*
- *D.Lgs 102/2014, stabilisce un quadro di misure per la promozione e il miglioramento dell'efficienza energetica che concorrono al conseguimento dell'obiettivo nazionale di risparmio energetico.*

#### **1.4. ANALISI DI CONFORMITÀ DEGLI INTERVENTI**

Le possibilità per aumentare la sostenibilità e raggiungere gli obiettivi fissati dalla Commissione Europea sono molteplici, ma è necessario che queste vengano valutate nel contesto in cui si inseriscono, identificando le specificità locali come ad esempio le risorse disponibili, la capacità finanziaria, fattori geografici e climatici e molti altri, le quali possono influenzare l'implementazione delle azioni.

Gli interventi identificati all'interno degli scenari di trasformazione dovranno perciò seguire le indicazioni presenti all'interno dei diversi strumenti di pianificazione visti precedentemente. Da essi sarà possibile identificare eventuali opportunità e criticità a cui è importante porre attenzione perché potrebbero precludere la riuscita della pianificazione. Non tutti gli strumenti saranno necessariamente utili per effettuare questo tipo di valutazione, ma sono stati ugualmente inseriti per avere un quadro completo delle disposizioni che regolano il territorio. Saranno inoltre da includere nella valutazione anche gli ulteriori piani redatti a livello comunale, i quali considerano più nel dettaglio eventuali specificità presenti nel territorio.

Uno degli obiettivi portanti della Strategia Energetica Regionale verte sull'aumento dell'efficienza energetica nei diversi settori, che contribuirà a ridurre i consumi e le emissioni. I settori coinvolti in questa misura sono diversi (edifici, industria, sistema energetico ecc.). Per agevolare questa tipologia d'interventi sono disponibili incentivi sia per i soggetti privati (es. detrazioni fiscali, Conto Termico 2.0, contributo regionale per la prima casa) che pubblici (es: Conto Termico 2.0, bando per l'edilizia scolastica). La presenza di politiche che stabiliscono degli obblighi relativi alle prestazioni energetiche degli edifici, riguardanti soprattutto gli edifici esistenti, unite a degli incentivi fiscali, possono risultare un'arma vincente per creare una spinta verso la realizzazione di interventi efficaci ed efficienti. Per il futuro è perciò importante che tali incentivi siano ancora presenti, dato l'elevato costo che l'utente finale è obbligato a pagare per effettuare gli interventi. L'utilizzo di strategie che mobilitino gli investimenti è anche supportato dalla Commissione europea, considerato che in questo modo è possibile garantire il raggiungimento dell'obiettivo dell'aumento dell'efficienza energetica presente all'interno della direttiva europea (20% entro il 2020). Secondo la Roadmap to a Resource Efficient

Europe, edifici con prestazioni migliori potrebbero influenzare di circa il 40% il consumo finale di energia e del 35% le emissioni di CO<sub>2</sub>. Per poter ottimizzare l'involucro nel giusto modo sono necessari delle norme univoche per tutto il settore delle costruzioni, in modo che venga creato uno standard minimo a cui gli edifici devono aspirare. In Italia gli elementi degli edifici devono seguire dei requisiti minimi di trasmittanza, stabiliti dal D.M. 26/06/2015, che garantiscono un abbassamento dei consumi grazie alla riduzione delle perdite di calore. L'efficientamento energetico è inoltre in grado di portare delle ricadute occupazionali positive, creando nuovi posti di lavoro legati alla riqualificazione degli edifici esistenti.

Un ulteriore obiettivo indicato all'interno delle direttive europee riguarda l'incremento dell'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili. Nel Piano Energetico della Carnia sono stati modellati degli scenari in cui è prevista l'introduzione di nuovi impianti per il riscaldamento più efficienti e sostenibili: in questo ambito il vettore energetico principale è la biomassa, che andrà utilizzata tramite l'introduzione di nuove caldaie a biomassa e la creazione di impianti di teleriscaldamento alimentati a biomassa. La scelta di puntare sull'utilizzo di questa risorsa è legata al fatto che il territorio carnico è ricco di zone boschive da cui poter prelevare il legname. Ovviamente l'utilizzo di questa risorsa dovrà avvenire in modo sostenibile evitando un eccessivo sfruttamento, in quanto, come sottolineato nella Strategia Energetica Regionale, esso potrebbe provocare diversi effetti negativi legati a biodiversità, clima, suolo ed inquinamento dell'aria.

In Friuli Venezia Giulia, già da tempo, la biomassa presenta requisiti di sostenibilità, poiché proviene da zone gestite da piani forestali sostenibili in cui vengono seguiti i principi della selvicoltura naturalistica: questa gestione risulta un punto a favore per l'uso del legname. Per garantire la sostenibilità di questa fonte energetica si dovrà promuovere una filiera a corto raggio, evitando che venga trasportata per lunghe distanze, così da ridurre al minimo gli impatti ambientali legati al suo trasporto, i quali potrebbero annullare i risparmi di CO<sub>2</sub> ottenuti grazie all'impiego di questa risorsa. Per diminuire la distanza tra il luogo di prelievo e quello del suo uso ai fini energetici, la raccolta del legno dovrà avvenire nelle vicinanze delle centrali dove verrà utilizzata: tali centrali dovranno perciò essere degli impianti di generazione di piccole-medie dimensioni (non superiori a 1MW di potenza), che in questo modo saranno distribuiti uniformemente sul territorio. Questo si tradurrà inevitabilmente in un aumento dei costi non solo di investimento, ma anche di manutenzione degli impianti, se rapportati a quelli sostenuti per impianti di grandi dimensioni; tuttavia con questa politica potranno essere individuate più facilmente delle aree idonee per la loro realizzazione, in quanto impianti più grandi necessiterebbero di più ampi spazi, la cui disponibilità sul territorio sarebbe non facile da reperire.

Per incentivare l'utilizzo della biomassa nei sistemi energetici è chiara la volontà, dal livello europeo a quello regionale, di introdurre dei procedimenti autorizzativi per gli impianti energetici a biomasse legnose, con l'obbligo di valutare l'effettiva riduzione dei gas climalteranti che avviene grazie alla messa in esercizio degli impianti, semplificando le pratiche burocratiche per la realizzazione di impianti FER. Questo fatto potrebbe pertanto rappresentare la giusta spinta ad incrementare l'utilizzo di reti di teleriscaldamento. La Commissione europea ha riconosciuto l'importanza di tali reti come strumenti capaci di conseguire gli

obiettivi sul clima, in quanto sono una delle tecnologie più efficaci per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> e degli ossidi di azoto.

Per favorire lo sviluppo di reti di teleriscaldamento, impianti di cogenerazione ad alto rendimento e l'utilizzo delle FER, sono stati istituiti fondi a rotazione e/o di garanzia per le Piccole e Medie Imprese (PMI). In questo modo una transizione verso l'utilizzo di sistemi energetici più efficienti avverrà in maniera più rapida grazie agli incentivi. Sempre nell'ambito degli impianti di riscaldamento e raffrescamento c'è la volontà di promuovere iniziative di sensibilizzazione per i cittadini, in modo da favorire la sostituzione di impianti obsoleti con impianti più efficienti sia in termini di rendimento che di riduzione delle emissioni.

L'utilizzo di impianti di combustione a legna ad alta efficienza e a basse emissioni, che si concretizza nelle reti di teleriscaldamento alimentate a biomassa, è indicato come soluzione ideale anche nel *Piano Regionale del Miglioramento della Qualità dell'Aria (PRMQA)*, documento nel quale si suggerisce questa opzione anche per il settore terziario. L'utilizzo della biomassa deve avvenire attraverso una buona combustione: in questo modo si evita la produzione di polveri sottili che peggiorano la qualità dell'aria, creando delle criticità per il superamento della soglia di particolato (numero massimo 35 giorni con una media del PM10 superiore a 50 µg/m<sup>3</sup>) nelle aree montane, soglia che ad oggi è sempre stata rispettata.

La realizzazione di nuovi impianti a biomassa dovrà essere comunque valutata attentamente, in quanto le infrastrutture energetiche presentano sempre delle criticità legate all'impatto ambientale e paesaggistico, soprattutto in zone di elevato valore naturale. Questi aspetti dovranno essere presi nella dovuta considerazione in sede di progettazione, fase durante la quale dovrà essere coinvolta l'intera comunità, in modo da accrescere la consapevolezza di tutti gli attori interessati sui benefici (ed anche i rischi) legati all'utilizzo della biomassa. L'individuazione delle aree più idonee dovrà avvenire analizzando dettagliatamente il territorio, tramite la consultazione degli strumenti di pianificazione sviluppati a scala comunale dalle diverse Amministrazioni.

Oltre alla biomassa legnosa, tra le tipologie di fonti rinnovabili per la produzione di energia sono da annoverare quella idrica, solare, eolica e geotermica: tutte possono essere sfruttate, se presenti localmente, per produrre energia tramite impianti idroelettrici, solari fotovoltaici, collettori solari, turbine eoliche e pompe geotermiche. L'utilizzo di una determinata fonte rinnovabile varia da luogo a luogo, ma è importante che esse vengano sfruttate, in quanto il loro utilizzo è in grado di apportare molteplici benefici. Tuttavia sono necessarie delle politiche che le supportino a causa delle forti pressioni che interessano i combustibili fossili: il costo del petrolio sarà un fattore decisivo sulle scelte energetiche nei prossimi anni.

Data la presenza di diverse tipologie di FER sul territorio carnico, è quindi possibile estendere il loro uso anche ad altri settori (oltre a quelli civili) come quello dei trasporti, che ad oggi risulta essere uno dei settori più energivori: intervenendo in tale ambito è possibile conseguire importanti benefici a livello energetico, ambientale ed economico. La Regione per il prossimo decennio vuole promuovere lo sviluppo della mobilità sostenibile, puntando in modo abbastanza forte sulla mobilità elettrica. Anche tale percorso trova una spinta dalle disposizioni contenute all'interno del *Piano Regionale di Miglioramento della Qualità dell'Aria (PRMQA)*: un'azione, tra quelle programmate in tale Piano, consiste nell'introduzione di incentivi per rinnovare il parco

veicolare pubblico. Parallelamente, l'installazione di stazioni di ricarica creerà le precondizioni per una più veloce transizione verso l'acquisto di auto elettriche anche da parte dei soggetti privati.

La riduzione delle emissioni è ottenibile non solo grazie alla limitazione dell'utilizzo dei carburanti derivanti da fonti fossili, ma anche attraverso la promozione di un maggior impiego dei trasporti pubblici e promuovendo una mobilità a zero emissioni (a piedi e in bicicletta).

La Commissione Centrale "Tutela Ambiente Montano" del CAI ha realizzato un'analisi sull'utilizzo della risorsa idroelettrica in montagna, per valutare l'incidenza di tale tipologia di energia sotto il profilo sociale, economico e ambientale. Gli impianti idroelettrici infatti hanno un notevole impatto su corpi idrici, biodiversità e paesaggio montano, che possono essere ancora più rilevanti in seguito agli effetti dei cambiamenti climatici che influenzano il già sensibile ciclo idrogeologico di fiumi e bacini.

Dall'analisi svolta, l'attuale potenza idroelettrica installata in Carnia risulta sufficiente a coprire i consumi energetici attuali e futuri (tracciati negli scenari): pertanto sarebbe auspicabile non costruire nuovi impianti e al contempo non si creerebbe nessuna ulteriore criticità sullo sfruttamento della risorsa idrica.

La situazione potrebbe cambiare se si considerasse l'intera Regione, in quanto uno degli obiettivi della SEN consiste nell'incremento dell'utilizzo delle fonti rinnovabili, il quale si tradurrebbe in un ulteriore sviluppo dell'idroelettrico in ambito montano con innumerevoli aspetti negativi. A seguito di tali considerazioni sarebbe pertanto importante limitare la sua incentivazione, dirigendosi piuttosto verso un utilizzo più efficiente delle strutture esistenti, magari ammodernandone gli impianti.

Lo sfruttamento della risorsa idrica per la produzione di energia elettrica è strettamente collegato ai cambiamenti climatici: esso infatti è associato alla variazione della modalità e della consistenza delle precipitazioni (evento che attualmente si sta già registrando), le quali risultano molto limitate in certi periodi e abbondanti in altri, causa questa di un'alterazione nei profili di produzione di energia.

Per limitare l'impatto ambientale causato dagli impianti idroelettrici, la qualità fluviale, elemento chiave per garantire il buono stato dei corpi idrici, viene valutata non più attraverso il deflusso minimo vitale, ma tramite il deflusso ecologico. Di questo parametro, definito come il volume d'acqua utile affinché l'ecosistema acquatico continui a prosperare e a fornire i servizi ecosistemici necessari, si è iniziato a parlare in Italia grazie ai *Decreti Direttoriali n.29 e n.30 del febbraio 2017*, attraverso i quali si è avviato un percorso per la sua determinazione. La novità rispetto al passato è che per la prima volta con tali decreti, promulgati dal MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare), si fissano le regole per determinare il valore ambientale dei corsi d'acqua e i rischi e gli impatti ad essa collegati, con l'obiettivo di mettere in regola l'Italia con le normative europee.

Il deflusso ecologico è migliorativo della qualità della vita dell'ecosistema acquatico rispetto al deflusso minimo vitale, che si limita a stabilire una portata minima congrua a garantire la salvaguardia delle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche dei corsi d'acqua. La positiva novità dei Decreti è comunque limitata nei suoi effetti perché rivolta esclusivamente alle nuove derivazioni (*Vanda Bonardo, Presidenza Nazionale Comitato Scientifico Legambiente - "L'idroelettrico ai tempi dei cambiamenti climatici" – RiEnergia ambiente e risorse, punto per punto, 2018*)

Un altro problema legato all'idroelettrico, che è importante sottolineare, è dovuto alla perdita di potenza causata dall'accumulo di sedimenti nei bacini e dei maggiori prelievi idrici per altri scopi. Questi aspetti influiscono negativamente sulla produttività degli impianti, ed anche in alcuni degli impianti del territorio carnico si sono riscontrate tali criticità.

Dopo l'idroelettrico, che rappresenta, con ampio margine, la fonte con la maggiore produzione annuale di elettricità della Carnia, la seconda fonte rinnovabile per numero di kWh annui prodotti è l'energia solare: tramite gli impianti fotovoltaici si producono circa 8.500 MWh elettrici all'anno. Tale risorsa ha ancora margini di sfruttamento nel territorio: nel caso di nuovi impianti, sarà richiesto di progettare la loro installazione sugli edifici, in modo da limitare il consumo di suolo; nel caso si debba optare per la scelta di impianti a terra, sarà fondamentale predisporli su aree dismesse.

Ovviamente saranno da privilegiare le aree con una buona esposizione alla luce solare per sfruttare al meglio la loro capacità di produzione.

La questione del consumo di suolo da parte del fotovoltaico è una questione annosa che spesso riemerge nel dibattito su come e dove meglio impostare lo sviluppo delle rinnovabili richiesto dagli obiettivi della decarbonizzazione. In questo ambito l'Unione Europea auspica un consistente contenimento del consumo di suolo, per raggiungere l'obiettivo di un suo azzeramento entro il 2050.

La localizzazione di tutti gli impianti per la generazione di energia da fonti energetiche rinnovabili è comunque disciplinata da specifici strumenti normativi, i quali individuano le aree più idonee per la loro implementazione e spetterà ai singoli Comuni selezionarle. All'interno del D.M. 10 settembre 2010 è riportato un elenco di aree inidonee per l'implementazione dei sistemi energetici, indicate dalle Regioni.

Nel territorio carnico ovviamente sarà fondamentale porre attenzione alle aree della Rete Natura 2000, come le zone di protezione speciale (ZPS), i siti di interesse comunitario (SIC) e le zone speciali di conservazione (ZSC: habitat prioritari, specie prioritarie). Queste aree sono infatti tutelate, perciò sarà necessario effettuare una valutazione d'incidenza ambientale qualora si effettui una pianificazione di infrastrutture energetiche, in modo da salvaguardare il territorio in questione.

Altre aree inidonee sono quelle agricole e quelle caratterizzate da dissesto idrogeologico, ossia una serie di processi di degradazione del territorio e del suolo. Spetterà quindi ai singoli Comuni - i quali si presuppone che abbiano una conoscenza maggiore del proprio territorio - individuare le zone in cui sarà possibile insediare gli eventuali nuovi impianti, nel rispetto di quanto presente negli strumenti di pianificazione.

---

## 2. METODOLOGIA

---

### **2.1. CONFINI, CAMPO DI APPLICAZIONE E SETTORI DI UTILIZZO**

Il territorio considerato per l'elaborazione del presente bilancio energetico è quello delimitato dai confini amministrativi dei 28 Comuni facenti parte dell'Unione Territoriale Intercomunale della Carnia.

Per la sua elaborazione sono stati presi in considerazione i consumi elettrici, termici, di carburante e relative emissioni dell'Amministrazione Comunale e di tutte le attività che insistono sul territorio comunale.

I consumi sono stati analizzati in paragrafi, suddivisi per settore.

I consumi di energia del territorio comunale sono riconducibili ai seguenti settori:

- Settore residenziale;
- Settore terziario (Amministrazioni comunali comprese);
- Settore industriale;
- Settore agricolo;
- Settore trasporti.

Per l'elaborazione del bilancio energetico si deve procedere innanzitutto con la determinazione dei consumi finali suddivisi per vettore energetico per i diversi settori di utilizzo.

Vengono considerati i consumi di:

- Energia elettrica: si riferisce a tutta l'energia elettrica consumata dagli utenti finali indipendentemente dalla fonte di produzione;
- Energia termica: si riferisce ai consumi derivanti dall'utilizzo di tutti i combustibili sia fossili (gas metano, gasolio, GPL, olio combustibile) sia rinnovabili (i vari tipi di biomassa) per il riscaldamento di ambienti, riscaldamento di acqua per usi igienici e per la preparazione degli alimenti;
- Carburanti: si riferisce ai combustibili consumati per i trasporti.

### **2.2. ANNO DI RIFERIMENTO E FATTORI DI EMISSIONE**

L'anno di riferimento è l'anno per il quale viene calcolato lo stato iniziale di consumi ed emissioni per i vari settori attivi sul territorio.

Come anno di riferimento per l'elaborazione del presente documento è stato scelto il **2013**.

Partendo dal bilancio energetico elaborato con le modalità descritte nei paragrafi precedenti è possibile calcolare le emissioni di gas climalteranti rilasciate sul territorio: tale elaborazione viene fatta tramite l'utilizzo dei fattori di emissione.

Tali fattori sono coefficienti che permettono di convertire il consumo energetico in emissioni di CO<sub>2</sub> (esprese in tonnellate): attraverso questa conversione si passa dal bilancio energetico al cosiddetto inventario di base delle emissioni.

L'inventario comprende tutte le emissioni dovute ai consumi finali di energia che avvengono all'interno del territorio comunale, ovvero la somma delle emissioni dirette date dalla combustione di origine fossile, più quelle indirette che derivano dal consumo di elettricità.

Per il presente documento sono stati utilizzati i fattori di emissione “Standard” basati sulle linee guida IPCC 2006, che forniscono un valore di emissione (tonnellate di CO<sub>2</sub>) per unità di energia consumata (MWh).

In questo approccio, le emissioni dovute alla combustione di biomassa e della produzione di energia da fonti rinnovabili sono convenzionalmente pari a zero, in quanto ritenuti facenti parte del ciclo naturale del carbonio (durante la combustione viene rilasciata in atmosfera la stessa quantità di carbonio assorbita durante la vita della pianta, realizzando quindi un bilancio di lungo periodo nullo).

Tuttavia, non conoscendo con certezza la provenienza di tutta la biomassa utilizzata sul territorio è stato scelto un valore medio (tabella A, allegato I).

Per quanto riguarda l’energia elettrica è stato preso come riferimento il fattore di emissione medio nazionale definito da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale).

### **2.3. RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI DATI**

La metodologia di raccolta ed elaborazione dei dati deve essere la stessa nel corso degli anni, per questo deve essere documentata e resa trasparente.

Di seguito si illustra nel dettaglio il metodo utilizzato per il reperimento dei dati:

#### **Edifici residenziali/terziario/industriale/agricolo:**

- Energia elettrica, dati forniti da ENEL Distribuzione, SECAB Società Cooperativa, Soc. Coop. Idroelettrica di Forni di Sopra
- Metano, dati forniti dai distributori locali di gas: Italgas - ASE (AcegasAPSAmga Servizi Energetici) - ZiRete Gas  
Agenzia Dogane Monopoli – Direzione Interregionale Veneto e FVG
- Altri vettori (gasolio, GPL, olio combustibile, biomasse): dati forniti da ARPA FVG - Inventario delle emissioni INEMAR;  
Agenzia Dogane e Monopoli – Direzione Interregionale Veneto e FVG

#### **Trasporto privato locale**

Consumi di carburanti quali gasolio, benzina, GPL, metano, dati forniti da:

- ARPA FVG inseriti nell’inventario delle emissioni INEMAR
- Agenzia Dogane e Monopoli – Direzione Interregionale Veneto e FVG
- MSE contenuti nel Bollettino Petrolifero

#### **Generazione locale di energia elettrica e termica da fonti rinnovabili**

Energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici, dati reperiti:

- dal database nazionale ATLASOLE del GSE-Gestore Servizi Energetici, sistema informativo geografico che fornisce il numero, la potenza e la data di entrata in esercizio degli impianti fotovoltaici installati nei territori dei vari Comuni e afferenti al sistema del Conto Energia;
- Agenzia Dogane e Monopoli – Direzione Interregionale Veneto e FVG

Energia elettrica prodotta da impianti idroelettrici, dati reperiti:

- Catasto Regionale degli impianti idroelettrici del FVG
- GIS UTI Carnia

Energia termica prodotta da altri impianti a fonti rinnovabili: fonti varie.

**Tabella 1 – FONTI DI REPERIMENTO DEI DATI PER I SETTORI ANALIZZATI**

Settori	Vettore	Fonte dei dati
Settori residenziale, terziario, industriale e agricolo	Energia elettrica	e-Distribuzione, SECAB Società Cooperativa, Soc. Coop. Idroelettrica di Forni di Sopra
	Gas metano	Italgas – ASE – AcegasApsAmga Servizi Energetici 2iRete Gas
	Altri vettori	Arpa FVG (INEMAR) Agenzia Dogane e Monopoli
Trasporto privato	Gasolio, Benzina, GPL, metano	Arpa FVG (INEMAR) Agenzia Dogane e Monopoli
Generazione locale di energia elettrica da fonti rinnovabili	Energia elettrica da fotovoltaico	Database ATLASOLE
	Energia termica ed elettrica prodotta da altre fonti rinnovabili	Fonti varie

---

### 3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

---

Di seguito viene proposto un inquadramento territoriale che riguarda in particolare:

- l'assetto territoriale
- l'andamento demografico
- il patrimonio abitativo

#### 3.1. ASSETTO TERRITORIALE

L'Unione Territoriale Intercomunale della Carnia è una realtà amministrativa nata nel 2016 dalla Legge Regionale n.26/2014 che gode di una autonomia statutaria e regolamentare: è dotata di un sistema di governo affidato ad un'Assemblea di Sindaci composta da tutti i Sindaci dei Comuni aderenti all'Unione e di un Presidente eletto tra i componenti dell'Assemblea.

I confini geografici del presente Piano sono i confini territoriali dei 28 Comuni facenti parte dell'UTI Carnia: Amaro, Ampezzo, Arta Terme, Cavazzo Carnico, Cercivento, Comeglians, Enemonzo, Forni Avoltri, Forni di Sopra, Forni di Sotto, Lauco, Ovaro, Paluzza, Paularo, Prato Carnico, Preone, Ravascletto, Raveo, Rigolato, Sappada, Sauris, Socchieve, Sutrio, Tolmezzo, Treppo Ligosullo, Verzegnis, Villa Santina, Zuglio.

Dal punto di vista geomorfologico, il paesaggio dominante è quello alpino, caratterizzato dalle alte montagne con le vallate modellate dal glacialismo quaternario.

La Carnia ha una morfologia alquanto eterogenea, dovuta alla contemporanea presenza di formazioni carbonatiche, che determinano ambienti caratterizzati da elevata accidentalità, e di altre formazioni geologiche che originano invece sistemi più dolci (Del Favero et al., 1998).

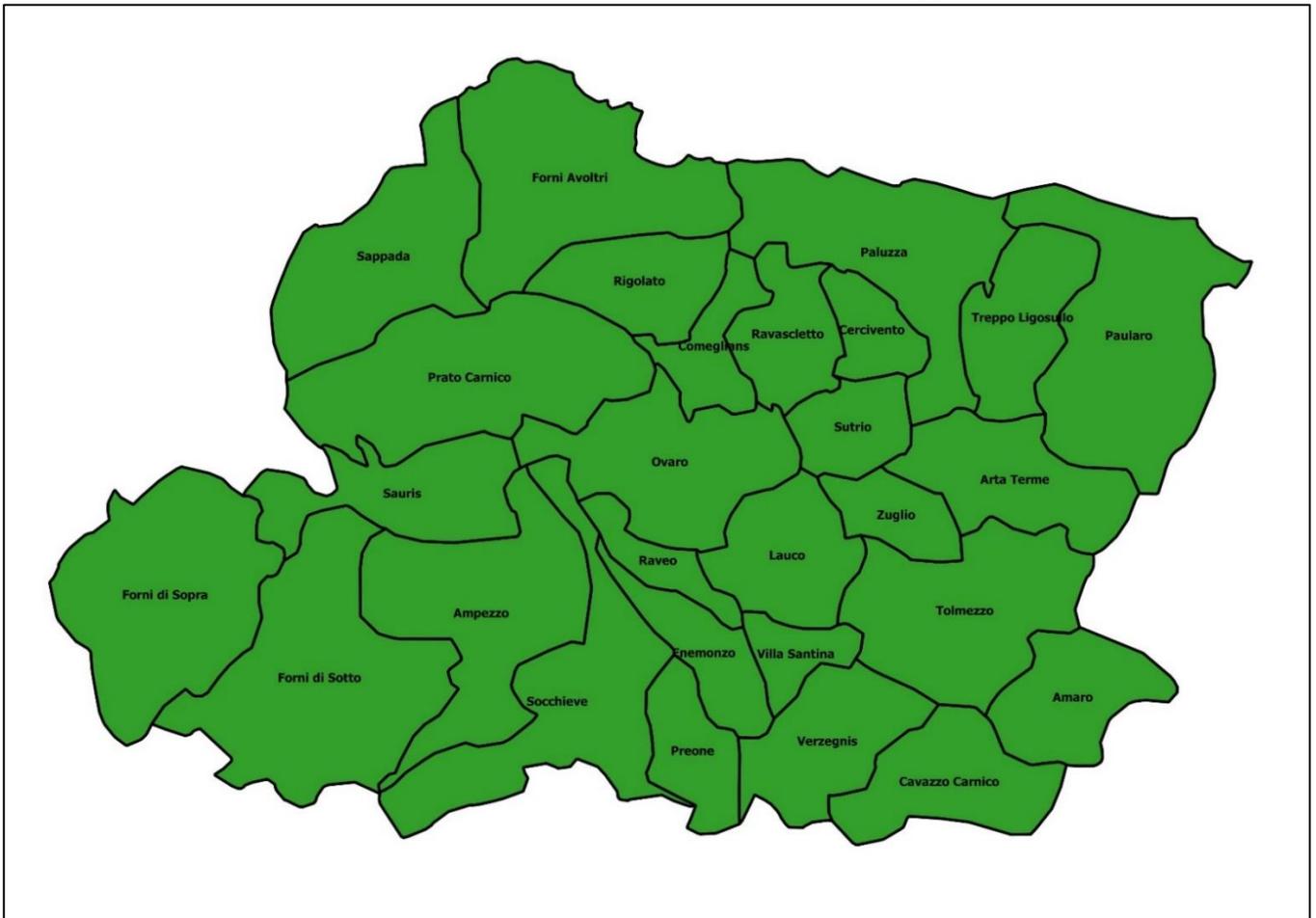
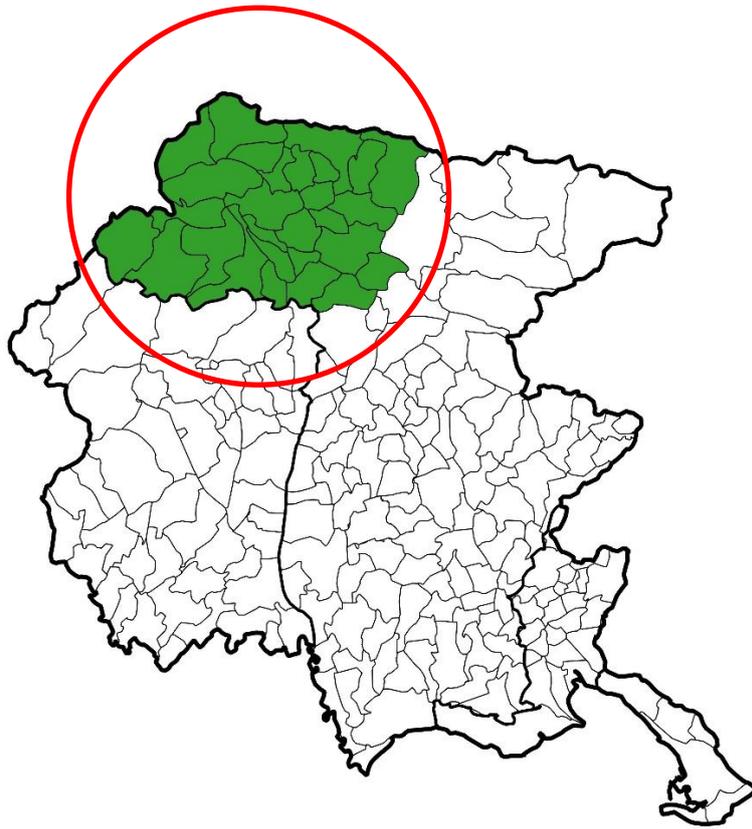
Quattro sono le valli principali:

- la Val Tagliamento
- la Val Degano, detta anche *Canale di Gorto*
- la Valle del But, detta anche *Canale di San Pietro*
- la Val Chiarsò, detta anche *Canale d'Incaroio*

Oltre alle principali, ci sono poi altre valli di minore estensione quali la Valcalda, la Val Lumiei, la Val Pesarina e la Val Pontaiba.

Il fiume principale è il Tagliamento, che sorge nei pressi del Passo della Mauria a 1.195 m d'altitudine e lungo il suo percorso riceve le acque dei suoi affluenti di sinistra, che sono i torrenti che scorrono nelle valli sopraelencate (Degano, But, Chiarsò, Lumiei, Pesarina).

Il centro più importante dell'intero territorio è sicuramente Tolmezzo, che è considerato unanimemente il capoluogo della Carnia.



**Figura 2 – UBICAZIONE DEI 28 COMUNI DELLA CARNIA NEL TERRITORIO REGIONALE DEL FRIULI VENEZIA GIULIA**

### 3.2. ANDAMENTO DEMOGRAFICO

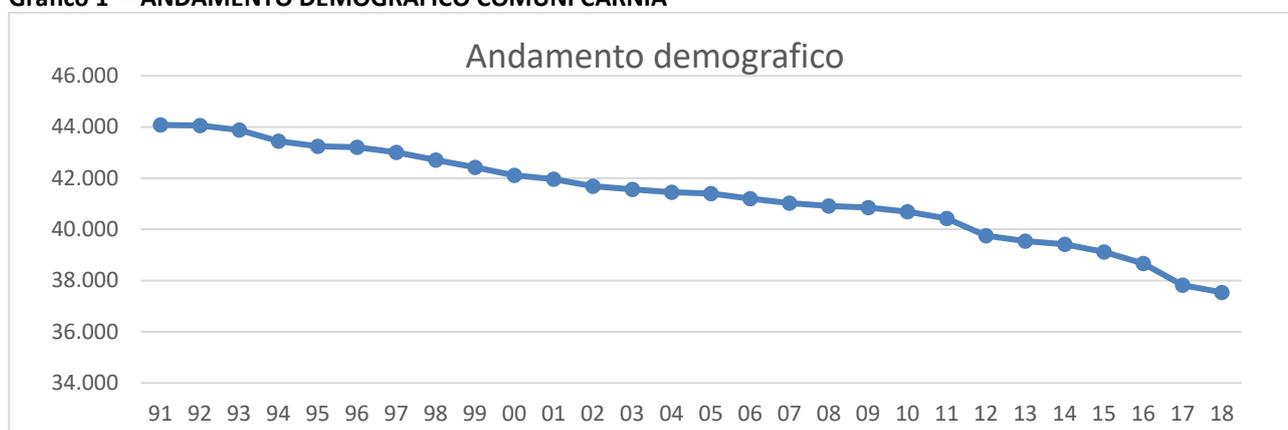
L'andamento demografico complessivo (Grafico 1) dal 1991 al 2018 rivela un costante calo dei residenti che ha portato ad una diminuzione globale di 6.542 residenti in 27 anni sull'intero territorio, pari al 14,8%. Nel 2013, anno di riferimento per il bilancio energetico elaborato per il presente documento, i residenti nei 28 territori comunali erano 39.546

**Tabella 2 – DATI SU SUPERFICIE, RESIDENTI E NUCLEI FAMILIARI AGGIORNATA AL 31.12.2017**

	Superficie (km <sup>2</sup> )	Residenti	Nuclei familiari	Densità (abit/km <sup>2</sup> )
		(al 31.12.2017)	(n)	
28 COMUNI CARNIA	1.285,74	37.825	17.952	29,43

Fonte: Urbistat - Elaborazione: APE - Agenzia per l'Energia del FVG

**Grafico 1 – ANDAMENTO DEMOGRAFICO COMUNI CARNIA**



Fonte: Urbistat - Elaborazione: APE - Agenzia per l'Energia del FVG

Nella Tabella 3 della pagina seguente sono riportati i dati relativi ai residenti in tutti i ventotto Comuni del territorio.

La

Tabella 5 della pagina successiva alla seguente fotografa la situazione demografica del territorio carnico al 31.12.2013, anno che è stato scelto, come vedremo nel capitolo successivo, come anno di riferimento per il presente bilancio energetico.

**Tabella 3 – NUMERO RESIDENTI COMUNI UTI CARNIA (1991-2004)**

COMUNE	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
AMARO	752	752	767	757	767	767	767	779	750	755	754	772	782	787
AMPEZZO	1.287	1.283	1.292	1.275	1.259	1.256	1.222	1.209	1.194	1.184	1.180	1.159	1.168	1.165
ARTA TERME	2.236	2.235	2.243	2.225	2.237	2.200	2.189	2.169	2.191	2.232	2.253	2.234	2.249	2.288
CAVAZZO	1.097	1.091	1.090	1.081	1.104	1.115	1.131	1.142	1.152	1.149	1.151	1.134	1.097	1.103
CERCIVENTO	817	823	816	806	809	803	782	776	764	781	775	772	774	765
COMEGLIANS	738	733	718	701	682	714	702	679	672	655	650	638	612	605
ENEMONZO	1.384	1.386	1.390	1.376	1.385	1.382	1.402	1.393	1.374	1.369	1.352	1.350	1.336	1.353
FORNI AVOLTRI	817	825	812	795	792	788	786	773	770	771	761	735	721	717
FORNI DI SOPRA	1.209	1.199	1.183	1.172	1.150	1.165	1.159	1.166	1.166	1.150	1.128	1.121	1.109	1.094
FORNI DI SOTTO	761	758	754	749	756	770	759	747	739	725	724	714	710	709
LAUCO	1.114	1.118	1.089	1.066	1.039	1.030	1.015	993	957	925	892	868	859	838
OVARO	2.404	2.398	2.380	2.346	2.336	2.321	2.328	2.312	2.309	2.256	2.239	2.212	2.208	2.152
PALUZZA	3.030	3.022	2.952	2.877	2.843	2.781	2.751	2.701	2.644	2.611	2.640	2.593	2.588	2.585
PAULARO	3.207	3.205	3.174	3.143	3.124	3.088	3.061	3.015	2.978	2.946	2.924	2.909	2.902	2.888
PRATO CARNICO	1.218	1.222	1.210	1.197	1.198	1.201	1.168	1.149	1.132	1.094	1.066	1.065	1.049	1.044
PREONE	310	308	314	317	306	314	308	305	311	311	305	294	293	295
RAVASCLETTO	746	747	740	710	700	695	681	667	658	644	636	640	629	613
RAVEO	525	533	533	528	519	514	500	493	487	484	493	489	488	491
RIGOLATO	765	767	759	741	731	712	703	689	681	662	650	640	622	613
SAPPADA	1.373	1.366	1.386	1.391	1.408	1.415	1.413	1.401	1.406	1.397	1.375	1.355	1.355	1.354
SAURIS	466	465	452	450	435	439	436	428	413	413	408	414	409	413
SOCCHIEVE	1.064	1.068	1.054	1.037	1.024	1.037	1.034	1.020	1.014	997	1.005	1.017	1.016	1.020
SUTRIO	1.428	1.424	1.440	1.424	1.420	1.416	1.412	1.421	1.414	1.411	1.385	1.395	1.391	1.394
TOLMEZZO	10.616	10.606	10.651	10.637	10.592	10.638	10.660	10.629	10.622	10.567	10.616	10.592	10.592	10.546
TREPPLO LIGOSULLO	955	958	946	937	920	905	898	898	890	876	871	849	857	865
VERZEGNIS	943	944	920	905	899	899	905	897	886	897	915	907	915	912
VILLA SANTINA	2.141	2.138	2.142	2.145	2.157	2.187	2.187	2.194	2.200	2.205	2.186	2.188	2.192	2.212
ZUGLIO	679	680	677	662	654	660	655	667	647	646	627	638	638	635
<b>COMUNI UTI CARNIA</b>	<b>44.082</b>	<b>44.054</b>	<b>43.884</b>	<b>43.450</b>	<b>43.246</b>	<b>43.212</b>	<b>43.014</b>	<b>42.712</b>	<b>42.431</b>	<b>42.113</b>	<b>41.960</b>	<b>41.694</b>	<b>41.561</b>	<b>41.456</b>

Fonte: Urbistat - Elaborazione: APE - Agenzia per l'Energia del FVG

**Tabella 4 – NUMERO RESIDENTI COMUNI UTI CARNIA (2005-2018)**

COMUNE	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
AMARO	822	821	811	801	811	802	820	840	840	837	830	823	857	854
AMPEZZO	1.137	1.100	1.089	1.090	1.086	1.069	1.058	1.024	1.021	1.017	1.006	1.006	983	971
ARTA TERME	2.293	2.283	2.287	2.287	2.296	2.272	2.273	2.241	2.233	2.228	2.188	2.171	2.076	2.076
CAVAZZO	1.116	1.110	1.108	1.103	1.109	1.102	1.098	1.092	1.091	1.068	1.052	1.052	1.024	996
CERCIVENTO	759	748	748	737	729	714	705	694	697	688	682	679	672	679
COMEGLIANS	615	611	603	583	572	560	540	534	533	533	529	516	491	476
ENEMONZO	1.368	1.378	1.389	1.357	1.362	1.359	1.355	1.349	1.335	1.323	1.345	1.319	1.305	1.300
FORNI AVOLTRI	704	692	681	672	667	659	653	638	625	620	602	588	562	563
FORNI DI SOPRA	701	706	1.087	1.078	1.066	1.065	1.071	1.028	1.015	1.020	1.016	993	955	921
FORNI DI SOTTO	1.098	1.102	701	688	679	675	660	609	600	608	609	600	583	578
LAUCO	845	836	819	814	821	810	805	776	760	760	744	729	726	707
OVARO	2.166	2.134	2.126	2.099	2.095	2.086	2.064	2.001	1.995	1.984	1.964	1.922	1.875	1.867
PALUZZA	2.526	2.532	2.494	2.465	2.450	2.436	2.403	2.358	2.326	2.312	2.274	2.217	2.158	2.119
PAULARO	2.897	2.872	2.855	2.853	2.835	2.803	2.782	2.724	2.692	2.651	2.648	2.623	2.556	2.541
PRATO CARNICO	1.038	1.035	1.007	988	978	969	958	924	926	910	907	904	898	903
PREONE	292	290	297	293	294	287	279	263	264	259	246	246	236	234
RAVASCLETTO	601	597	596	585	584	583	569	564	558	559	553	536	530	501
RAVEO	486	489	480	485	491	497	506	507	500	478	469	458	446	443
RIGOLATO	601	585	579	568	550	537	513	498	480	469	458	448	428	414
SAPPADA	1.339	1.329	1.328	1.333	1.317	1.314	1.307	1.306	1.306	1.322	1.324	1.317	1.315	1.306
SAURIS	423	418	427	422	423	423	429	421	411	413	421	416	405	396
SOCCHIEVE	1.009	978	950	953	950	949	938	948	943	937	916	908	896	898
SUTRIO	1.392	1.397	1.393	1.373	1.377	1.380	1.376	1.367	1.357	1.351	1.351	1.332	1.296	1.278
TOLMEZZO	10.541	10.546	10.539	10.663	10.710	10.725	10.659	10.556	10.560	10.580	10.487	10.440	10.191	10.169
TREPPLO LIGOSULLO	853	847	848	845	836	847	839	777	761	750	736	734	711	711
VERZEGNIS	913	921	924	937	926	921	929	898	882	882	874	863	863	872
VILLA SANTINA	2.230	2.232	2.234	2.221	2.232	2.232	2.223	2.214	2.232	2.247	2.276	2.233	2.204	2.199
ZUGLIO	642	620	633	615	609	611	607	603	602	594	595	595	583	568
<b>COMUNI CARNIA</b>	<b>41.407</b>	<b>41.209</b>	<b>41.033</b>	<b>40.910</b>	<b>40.849</b>	<b>40.694</b>	<b>40.423</b>	<b>39.760</b>	<b>39.546</b>	<b>39.423</b>	<b>39.118</b>	<b>38.668</b>	<b>37.825</b>	<b>37.540</b>

Fonte: Urbistat - Elaborazione: APE - Agenzia per l'Energia del FVG

**Tabella 5 – DENSITA' COMUNI CARNIA (abitanti/km<sup>2</sup>)**

COMUNE	Abitanti (2013)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Densità (ab/km <sup>2</sup> )
AMARO	840	33,26	25,3
AMPEZZO	1.021	73,63	13,9
ARTA TERME	2.233	42,77	52,2
CAVAZZO	1.092	38,70	28,2
CERCIVENTO	697	15,78	44,2
COMGLIANS	533	19,41	27,5
ENEMONZO	1.335	23,76	56,2
FORNI AVOLTRI	625	80,75	7,7
FORNI DI SOPRA	1.015	81,66	12,4
FORNI DI SOTTO	600	93,60	6,4
LAUCO	760	34,76	21,9
OVARO	1.995	57,90	34,5
PALUZZA	2.326	69,75	33,3
PAULARO	2.692	84,24	32,0
PRATO CARNICO	926	81,72	11,3
PREONE	264	22,47	11,7
RAVASCLETTO	558	26,48	21,1
RAVEO	500	12,60	39,7
RIGOLATO	480	30,77	15,6
SAPPADA	1.306	62,06	21,0
SAURIS	411	41,49	9,9
SOCCHIEVE	943	66,12	14,3
SUTRIO	1.357	20,75	65,4
TOLMEZZO	10.560	65,71	160,7
TREPPA LIGOSULLO	761	35,59	21,4
VERZEGNIS	882	38,81	22,2
VILLA SANTINA	2.232	12,99	169,7
ZUGLIO	602	18,21	32,0
<b>COMUNI CARNIA</b>	<b>39.546</b>	<b>1.285,74</b>	<b>30,76</b>

### **3.3. PATRIMONIO ABITATIVO E IMPRESE DEL TERRITORIO**

Un aspetto interessante per il presente documento è sicuramente il patrimonio abitativo esistente.

In funzione del periodo di costruzione, infatti, è possibile valutare le prestazioni energetiche del patrimonio residenziale esistente.

Le tabelle delle pagine seguenti riportano i dati sugli edifici ad uso abitativo suddivisi, oltre che per Comune, ed epoca di costruzione, anche per numero di interni: i dati evidenziano che per la grande maggioranza degli edifici si tratta di abitazioni unifamiliari.

Dal Censimento Istat del 2011 gli edifici ad uso abitativo nell'intero territorio risultavano essere pari a 18.380.

**Tabella 6 - EDIFICI AD USO ABITATIVO PER EPOCA DI COSTRUZIONE**

Periodo	Prima del 1918	Dal 1919 al 1945	Dal 1946 al 1960	Dal 1961 al 1970	Dal 1971 al 1980	Dal 1981 al 1990	Dal 1991 al 2000	Dal 2001 al 2005	2006 e successivi	Totale
AMARO	59	38	51	27	135	37	12	7	19	<b>385</b>
AMPEZZO	288	26	44	74	95	15	9	1	2	<b>554</b>
ARTA TERME	113	39	74	143	317	220	55	27	20	<b>1.008</b>
CAVAZZO	10	12	16	25	242	204	26	3	3	<b>541</b>
CERCIVENTO	48	12	22	40	127	28	18	12	13	<b>320</b>
COMEGLIANS	91	114	35	24	86	26	26	13	17	<b>432</b>
ENEMONZO	15	23	39	41	291	153	59	23	8	<b>652</b>
FORNI AVOLTRI	131	51	57	26	46	22	23	14	13	<b>383</b>
FORNI DI SOPRA	105	69	113	172	80	45	32	34	23	<b>673</b>
FORNI DI SOTTO	2	9	180	33	53	43	86	32	33	<b>471</b>
LAUCO	312	164	33	46	75	20	18	3	5	<b>676</b>
OVARO	266	68	110	71	346	138	61	40	28	<b>1.128</b>
PALUZZA	381	137	265	151	202	49	13	4	11	<b>1.213</b>
PAULARO	336	266	220	137	194	78	31	10	19	<b>1.291</b>
PRATO CARNICO	92	67	69	42	184	118	57	36	15	<b>680</b>
PREONE	109	7	15	9	36	23	8	2	0	<b>209</b>
RAVASCLETTO	211	25	23	45	98	51	25	8	15	<b>501</b>
RAVEO	69	10	23	18	54	23	12	5	3	<b>217</b>
RIGOLATO	27	29	36	123	186	98	38	21	17	<b>575</b>
SAPPADA	110	89	131	95	64	38	44	18	34	<b>623</b>
SAURIS	98	36	16	32	53	4	2	3	1	<b>245</b>
SOCCHIEVE	394	42	27	35	75	23	19	4	5	<b>624</b>
SUTRIO	178	102	75	69	62	55	14	17	11	<b>583</b>
TOLMEZZO	413	218	305	434	407	161	132	60	78	<b>2.208</b>
TREPPA LIGOSULLO	106	48	43	68	183	80	52	13	5	<b>598</b>
VERZEGNIS	1	59	33	27	330	45	50	10	8	<b>563</b>
VILLA SANTINA	1	2	34	65	275	171	43	19	36	<b>646</b>
ZUGLIO	222	31	20	19	31	27	15	6	10	<b>381</b>
<b>COMUNI CARNIA</b>	<b>4.188</b>	<b>1.793</b>	<b>2.109</b>	<b>2.091</b>	<b>4.327</b>	<b>1.995</b>	<b>980</b>	<b>445</b>	<b>452</b>	<b>18.380</b>

Fonte: ISTAT - Elaborazione: APE - Agenzia per l'Energia del FVG

**Tabella 7 - EDIFICI AD USO ABITATIVO PER NUMERO DI INTERNI**

Numero di interni	1	2	3-4	5-8	9-15	16 e più	totale
AMARO	317	51	7	10	0	0	385
AMPEZZO	300	134	87	29	4	0	554
ARTA TERME	551	279	134	31	9	4	1008
CAVAZZO	396	106	37	1	1	0	541
CERCIVENTO	95	12	139	61	13	0	320
COMEGLIANS	162	141	99	21	7	2	432
ENEMONZO	499	115	29	9	0	0	652
FORNI AVOLTRI	166	106	78	17	16	0	383
FORNI DI SOPRA	254	129	179	92	15	4	673
FORNI DI SOTTO	289	115	49	14	3	1	471
LAUCO	497	133	37	8	1	0	676
OVARO	735	252	127	12	1	1	1.128
PALUZZA	888	221	81	23	0	0	1.213
PAULARO	971	246	62	9	2	1	1.291
PRATO CARNICO	456	166	51	3	4	0	680
PREONE	150	45	13	1	0	0	209
RAVASCLETTO	298	114	49	18	16	6	501
RAVEO	143	64	9	1	0	0	217
RIGOLATO	473	61	31	3	7	0	575
SAPPADA	108	117	206	150	29	13	623
SAURIS	108	55	49	30	3	0	245
SOCCHIEVE	433	144	39	7	1	0	624
SUTRIO	311	179	84	9	0	0	583
TOLMEZZO	936	720	332	130	59	31	2.208
TREPPA LIGOSULLO	450	120	23	4	1	0	598
VERZEGNIS	441	90	14	16	1	1	563
VILLA SANTINA	322	197	85	35	6	1	646
ZUGLIO	315	49	16	1	0	0	381
<b>COMUNI CARNIA</b>	<b>11.064</b>	<b>4.161</b>	<b>2.146</b>	<b>745</b>	<b>199</b>	<b>65</b>	<b>18.380</b>
<b>Percentuale (%)</b>	<b>60,20</b>	<b>22,64</b>	<b>11,68</b>	<b>4,05</b>	<b>1,08</b>	<b>0,35</b>	<b>100</b>

Fonte: ISTAT - Elaborazione: APE - Agenzia per l'Energia del FVG

**Tabella 8 – NUMERO IMPRESE (LOCALIZZAZIONI) SUI TERRITORI COMUNALI**

COMUNE	Agricolt. Silvicolt. e Pesca	Industria	Costruzioni	Commercio	Alberghi e pubblici esercizi	Servizi	TOTALE
AMARO	4	31	8	24	11	37	115
AMPEZZO	18	18	23	15	25	13	112
ARTA TERME	24	13	23	15	25	13	156
CAVAZZO	7	3	5	8	14	5	42
CERCIVENTO	8	10	18	5	2	7	50
COMEGLIANS	10	10	8	11	13	9	61
ENEMONZO	21	8	18	12	11	13	83
FORNI AVOLTRI	9	11	9	11	24	12	76
FORNI DI SOPRA	7	19	21	27	36	28	138
FORNI DI SOTTO	5	11	13	6	8	5	48
LAUCO	27	2	4	4	4	5	46
OVARO	30	36	21	32	24	30	173
PALUZZA	20	38	40	42	40	35	215
PAULARO	31	11	42	30	21	27	162
PRATO CARNICO	15	22	14	12	9	11	83
PREONE	0	0	1	3	6	3	13
RAVASCLETTO	5	3	13	9	17	13	60
RAVEO	7	5	5	6	4	3	30
RIGOLATO	8	6	3	10	5	6	38
SAPPADA	36	16	32	52	61	40	237
SAURIS	14	13	7	6	24	16	80
SOCCHIEVE	17	2	8	8	11	9	55
SUTRIO	11	29	24	18	33	17	132
TOLMEZZO	64	126	126	273	110	329	1.028
TREPO LIGOSULLO	7	10	9	5	7	8	46
VERZEGNIS	6	10	4	6	10	4	40
VILLA SANTINA	19	39	38	57	24	45	222
ZUGLIO	7	5	4	3	7	5	31
<b>TOTALE</b>	<b>437</b>	<b>507</b>	<b>541</b>	<b>710</b>	<b>586</b>	<b>748</b>	<b>3.529</b>

In Tabella 8 è riportato il numero delle imprese dislocate sul territorio, di natura abbastanza diversificata. Le attività produttive di tipo artigianale e industriale sono spesso legate alla risorsa legno mentre quelle

(piuttosto numerose) nell'ambito del commercio e dei servizi operano nel settore alimentare, turistico (anche di tipo sciistico), del credito e del settore forestale; importante anche il settore edilizio/costruttivo.

---

## 4. BILANCIO ENERGETICO

---

In questo capitolo sono riportati i dati sui consumi energetici registrati sui territori dei 28 Comuni nel corso dell'anno 2013, raccolti attraverso la consultazione delle varie fonti citate nella parte iniziale del presente documento e poi elaborati per fornire un dato di consumo annuale per ogni settore.

Il livello di dettaglio riguarda, come indicato nella nota introduttiva metodologica, tutti i consumi e le relative emissioni imputabili ai vettori energetici utilizzati per il settore civile (residenziale e terziario), per l'agricoltura, per l'industria e i trasporti.

L'anno scelto come riferimento per l'elaborazione del presente bilancio energetico è, come già sottolineato, il **2013**.

In questo capitolo vengono analizzati i consumi energetici finali, per ciascun settore, dell'intero territorio comprendente i 28 Comuni facenti parte dell'U.T.I. della Carnia.

L'analisi, suddivisa per i diversi vettori energetici, è stata effettuata per ciascuno dei seguenti settori:

- settore residenziale;
- settore terziario;
- industria;
- agricoltura;
- trasporti.

### 4.1. SETTORE RESIDENZIALE

I consumi del settore residenziale sono da un lato quelli elettrici per l'illuminazione e il funzionamento dei vari tipi di elettrodomestici e degli altri dispositivi di natura elettrica ed elettronica e dall'altro quelli termici. Per questi ultimi in particolare, essi sono riconducibili ai consumi domestici per il riscaldamento, per la produzione di acqua calda sanitaria e per la cottura dei cibi.

I consumi termici sono stati rilevati interpolando dati forniti sia dai distributori locali di gas metano (Acegas APS Amga, Italgas, 2i Rete Gas), sia dall'Agenzia delle Dogane, sia da ARPA FVG che li ha elaborati per la costruzione dell'inventario INEMAR. In particolare per i dati riguardanti il consumo di biomasse legnose l'ARPA FVG ha raccolto i dati di circa 30.000 questionari distribuiti nelle varie zone della Regione e li ha rielaborati su scala comunale.

Oltre a queste fonti, per il presente bilancio energetico si sono tenuti in considerazione i dati ottenuti sulla base dell'elaborazione dei questionari distribuiti alla popolazione nell'ambito della redazione di PAES (Piani d'Azioni per l'Energia Sostenibile) che è stata portata a termine nel corso degli ultimi anni per diversi Comuni della zona.

Dall'analisi ed elaborazione dei dati ottenuti dalle diverse fonti, sono stati stimati i consumi annuali suddivisi per vettore energetico che vengono riportati e rappresentati nelle tabelle e nei grafici seguenti.

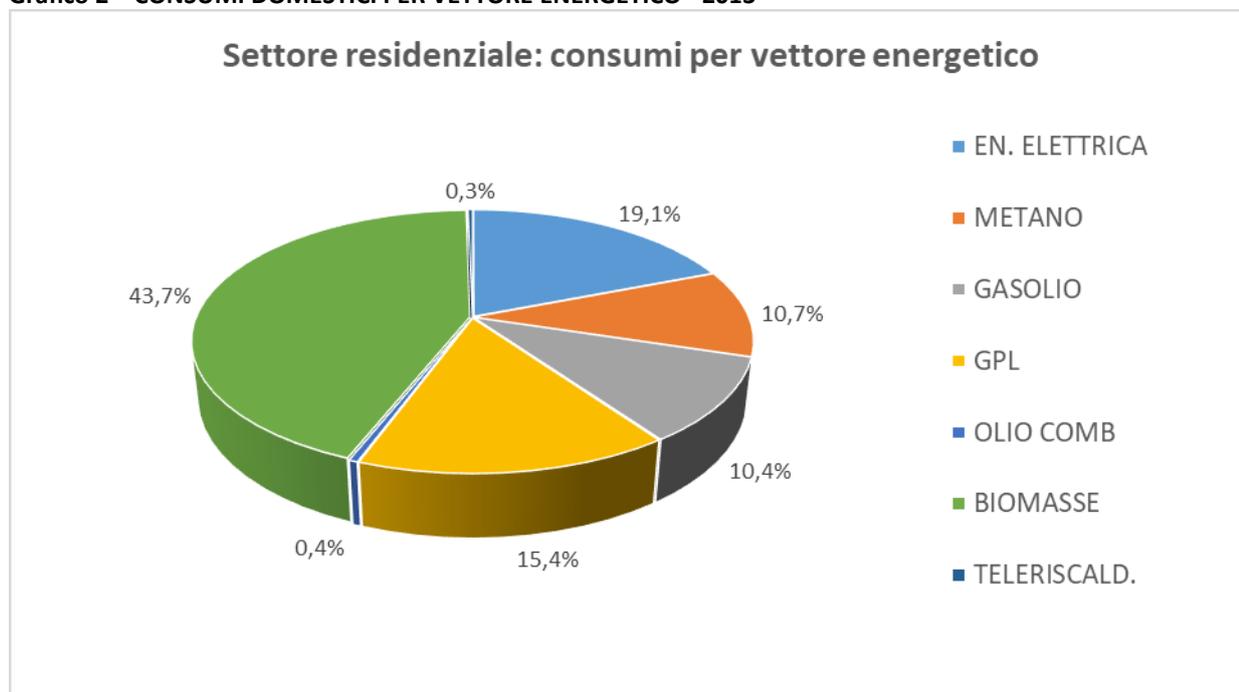
Considerando che i consumi sono sia tipo elettrico che termico, i consumi sono espressi sia in kWh (elettrici e termici rispettivamente) sia in TEP, unità di misura che consente di confrontarli.

Le emissioni sono espresse in t di CO<sub>2</sub>, e, considerati i diversi fattori di emissione, danno percentuali leggermente differenti rispetto ai consumi per i diversi vettori energetici.

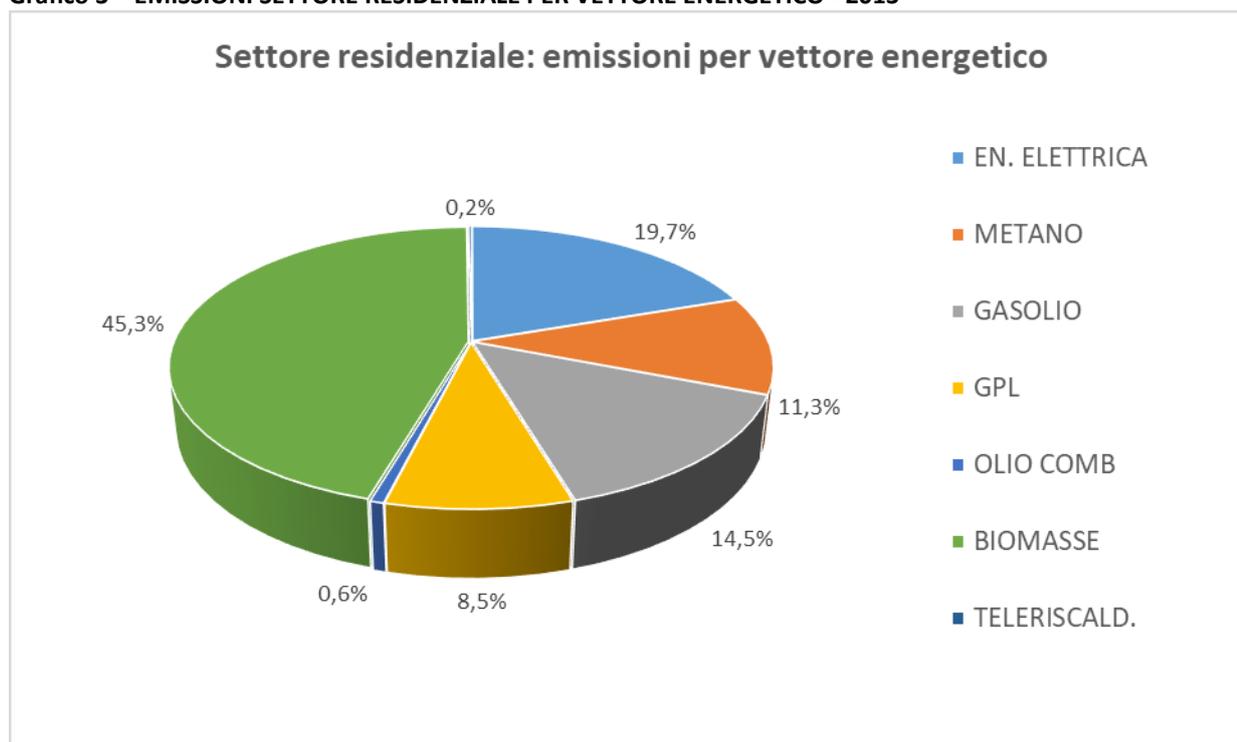
**Tabella 9 – SETTORE RESIDENZIALE: CONSUMI ED EMISSIONI TOTALI - 2013**

SETTORE RESIDENZIALE	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	41.871.177	7.830	18.139
Metano	51.329.410	4.414	10.369
Gasolio	49.842.825	4.286	13.308
GPL	33.740.028	2.902	7.794
Olio combustibile	2.056.800	177	574
Biomasse legnose	208.776.062	17.955	41.755
Teleriscaldamento	1.388.364	119	14
<b>TOTALE</b>		<b>37.683</b>	<b>91.952</b>

**Grafico 2 – CONSUMI DOMESTICI PER VETTORE ENERGETICO - 2013**



**Grafico 3 – EMISSIONI SETTORE RESIDENZIALE PER VETTORE ENERGETICO - 2013**

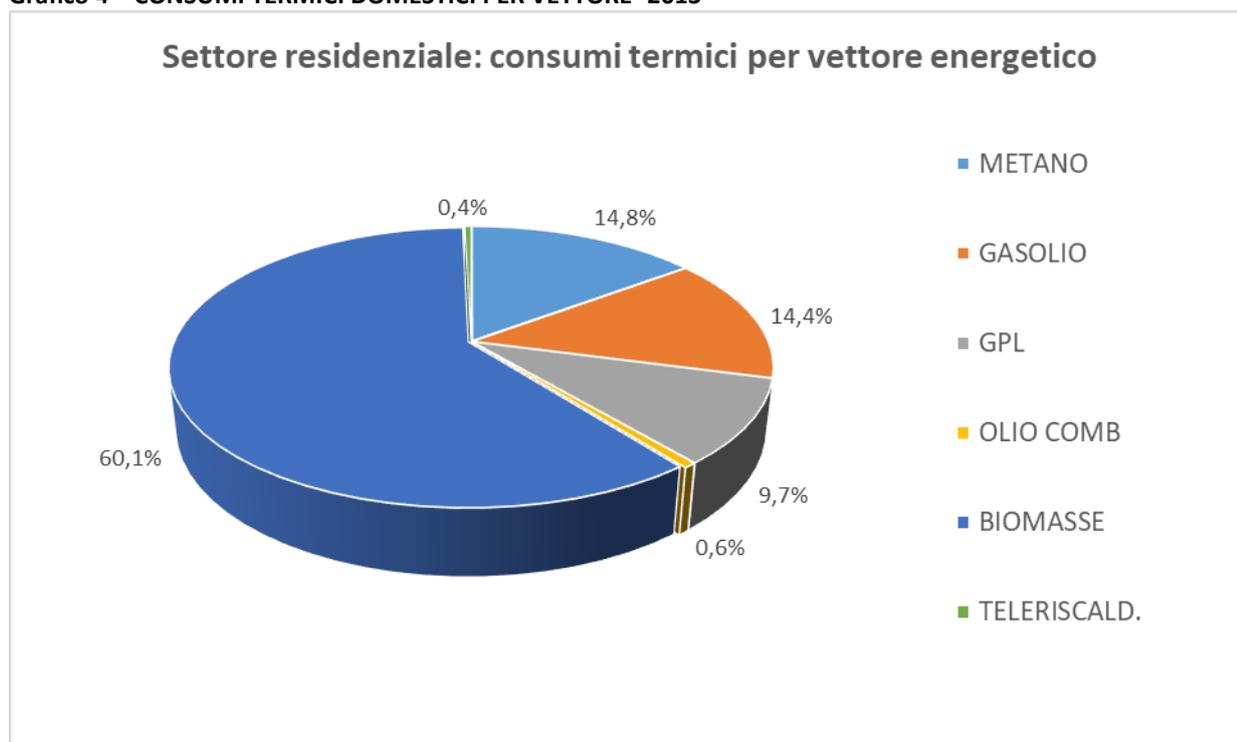


Per fare un'analisi di dettaglio sui consumi legati al riscaldamento delle abitazioni (e dall'acqua sanitaria) vengono riportati in Tabella 10, e poi rappresentati nel Grafico 4, solamente i consumi termici del settore residenziale.

**Tabella 10 – SETTORE RESIDENZIALE: CONSUMI TERMICI E RELATIVE EMISSIONI - 2013**

SETTORE RESIDENZIALE	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Consumi termici			
Metano	51.329.410	4.414	10.369
Gasolio	49.842.825	4.286	13.308
GPL	33.740.028	2.902	7.794
Olio combustibile	2.056.800	177	574
Biomasse legnose	208.776.062	17.955	41.755
Teleriscaldamento	1.388.364	119	14
<b>TOTALE</b>	<b>347.133.488</b>	<b>29.853</b>	<b>73.813</b>

**Grafico 4 – CONSUMI TERMICI DOMESTICI PER VETTORE -2013**



Dal grafico risulta evidente che il principale vettore energetico utilizzato sul territorio carnico per il riscaldamento domestico è nettamente la biomassa legnosa: la sua percentuale sul totale dei consumi termici è pari ad oltre il 60%.

Gli altri vettori energetici utilizzati per il riscaldamento domestico sono poi, in ordine di consumi:

- il gas metano incide per quasi il 15% (si segnala che 11 Comuni facenti parte dell'UTI Carnia non sono metanizzati),
- il gasolio che pesa per circa il 14%.
- il GPL, la cui percentuale di consumi è di poco inferiore al 10%,
- infine olio combustibile (utilizzato ancora solo a Tolmezzo, almeno per quanto riguarda i consumi del settore residenziale) e teleriscaldamento che insieme pesano per circa l'1% dei consumi di questo settore.

Il riepilogo complessivo dei consumi per tutti i 28 Comuni, suddiviso per i diversi vettori energetici, è riportato nella tabella seguente.

In questo caso i consumi sono espressi in TEP in modo da poter confrontare i consumi elettrici e termici.

Oltre all'energia elettrica, i vettori energetici considerati sono il metano, il gasolio, il GPL, le biomasse e l'olio combustibile: quest'ultimo vettore è utilizzato, nell'ambito del settore residenziale, solamente nel territorio comunale di Tolmezzo.

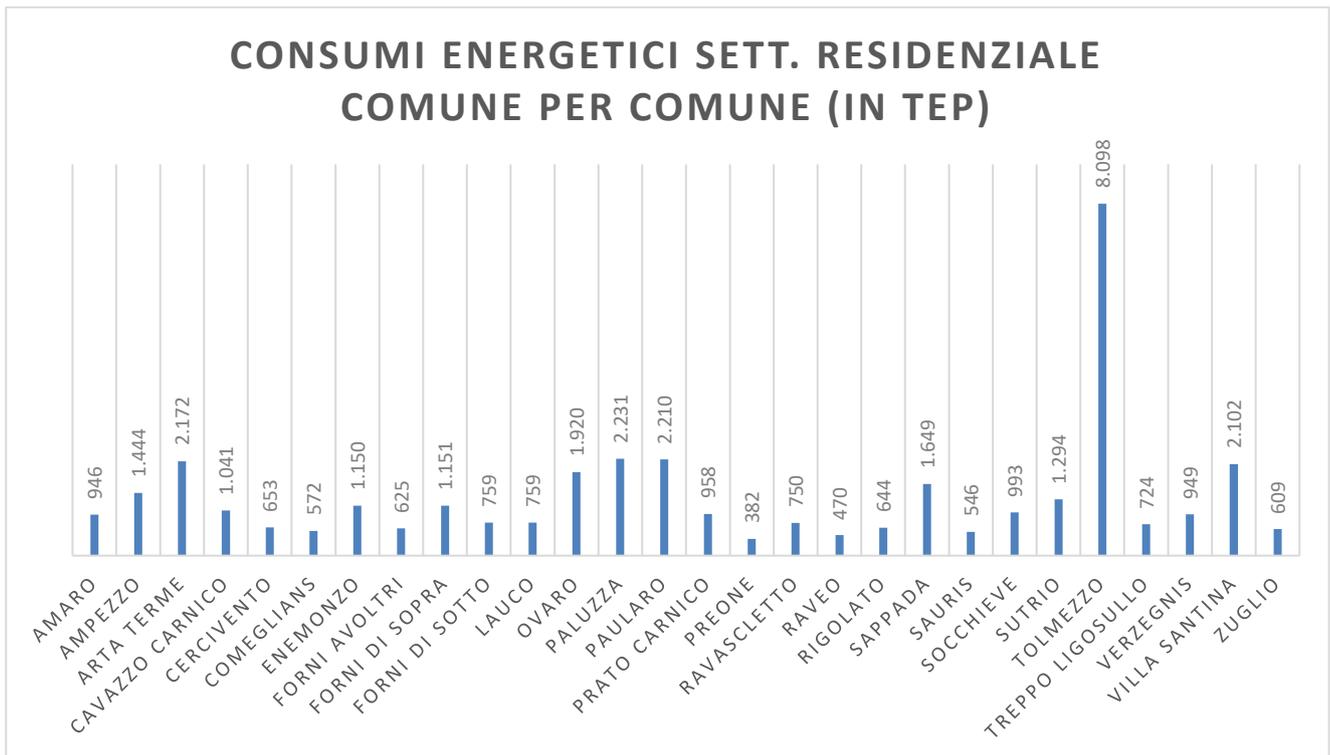
**Tabella 11 – CONSUMI SETTORE RESIDENZIALE PER VETTORE ENERGETICO DEI 28 COMUNI ESPRESSI IN TEP**

COMUNE	Energia elettrica	Metano	Gasolio	GPL	Olio comb.	Biomasse	Teleriscald	TOTALE
AMARO	148	247	87	23		441		946
AMPEZZO	199	148	224	186		687		1.444
ARTA TERME	428	92	224	71		1.254	103	2.172
CAVAZZO	208	157	146	23		507		1.041
CERCIVENTO	158	65	49	19		362		653
COMEGLIANS	125	69	35	19		324		572
ENEMONZO	237	192	81	30		610		1.150
FORNI AVOLTRI	128		104	75		317		625
FORNI DI SOPRA	237		172	143		598		1.151
FORNI DI SOTTO	130		101	63		351		645
LAUCO	144		79	107		429		759
OVARO	383	195	170	203		969		1.920
PALUZZA	500	74	348	76		1.233		2.231
PAULARO	472		126	232		1.380		2.210
PRATO CARNICO	187		120	170		481		958
PREONE	55	49	100	35		143		382
RAVASCLETTO	178	140	65	23		343		750
RAVEO	81	81	49	41		217		470
RIGOLATO	109		117	97		320		644
SAPPADA	368		317	232		732		1.649
SAURIS	90		25	207		225		546
SOCCHIEVE	180	90	95	142		486		993
SUTRIO	274	128	110	18		763		1.294
TOLMEZZO	1.938	2.279	858	391	177	2.456		8.098
TREPP LIGOSULLO	171		67	33		440	13	724
VERZEGNIS	183		159	87		517	3	949
VILLA SANTINA	402	397	213	114		975		2.102
ZUGLIO	117	11	45	41		395		609
<b>TOTALE COMUNI CARNIA</b>	<b>7.830</b>	<b>4.414</b>	<b>4.286</b>	<b>2.901</b>	<b>177</b>	<b>17.955</b>	<b>119</b>	<b>37.687</b>

Nel Grafico 5 viene evidenziata l'incidenza dei singoli Comuni del territorio carnico sul totale dei consumi del settore residenziale.

Come prevedibile il territorio comunale di Tolmezzo si eleva nettamente rispetto a tutti gli altri: la percentuale di consumi del capoluogo carnico sul totale dei consumi residenziali è superiore al 21%.

**Grafico 5 – CONSUMI ENERGETICI DEL SETTORE RESIDENZIALE DEI 28 COMUNI – 2013**



#### **4.2. SETTORE TERZIARIO**

Il settore terziario comprende le attività legate al commercio ed ai servizi, e anche tutti i consumi imputabili a edifici ed impianti (anche di Pubblica Illuminazione) delle Amministrazioni Comunali. Compresi nel settore terziario (Enel Distribuzione li include in questo settore) sono anche i consumi elettrici legati alle stazioni di pompaggio dell'Oleodotto Transalpino: tali stazioni sono ubicate nei comuni di Cavazzo Carnico e Paluzza. Nell'anno 2013 i consumi elettrici legati a queste stazioni di pompaggio (dati forniti da S.I.O.T. – Società Italiana per l'Oleodotto Transalpino S.p.A.) sono complessivamente pari a 129.948.561 kWh e precisamente:

- 67.824.317 kWh pari a 12.683 TEP per il sito di Cavazzo Carnico
- 62.124.244 kWh pari a 11.617 TEP per il sito di Paluzza.

Considerato che tali consumi incidono in modo molto rilevante sui consumi del settore terziario (quasi il 70% dei consumi elettrici e oltre il 58% dei consumi totali) dell'intero territorio carnico, si riportano di seguito tabelle e grafici, che nel primo caso comprendono e nel secondo escludono i consumi sopracitati.

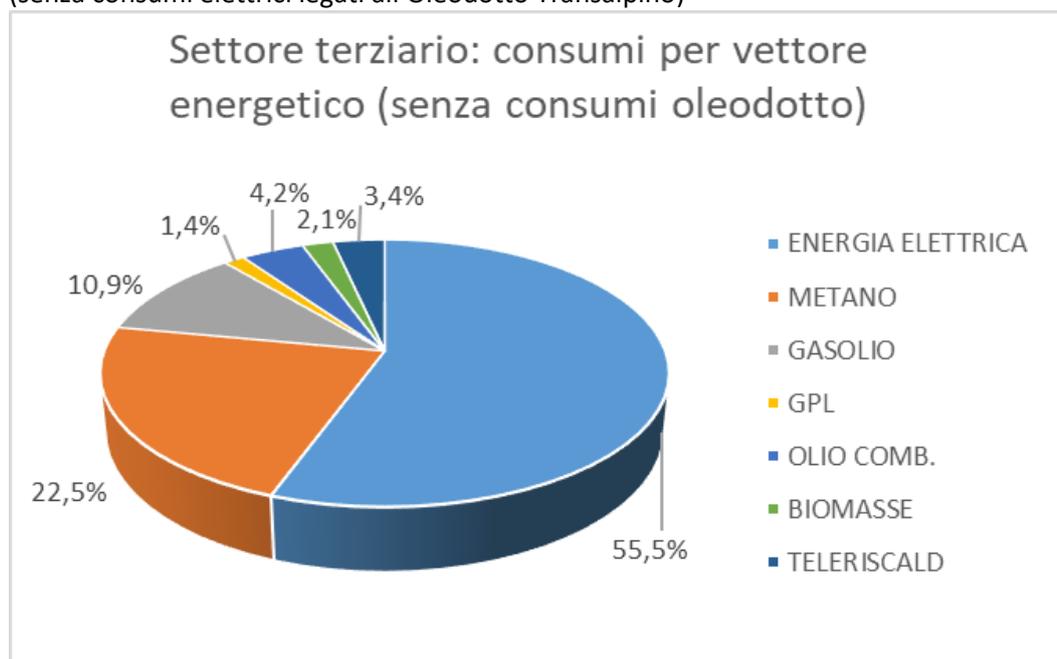
**Tabella 12 – SETTORE TERZIARIO – CONSUMI ED EMISSIONI COMUNI TOTALI 28 COMUNI**  
(comprensivi dei consumi elettrici legati all'Oleodotto Transalpino)

SETTORE TERZIARIO	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	180.279.171	33.712	78.097
Metano	44.230.667	3.804	8.837
Gasolio	21.482.372	1.847	5.676
GPL	2.716.274	234	612
Olio combustibile	8.306.180	714	2.246
Biomasse legnose	4.052.317	348	810
Teleriscaldamento	6.786.517	584	68
<b>TOTALE</b>		<b>41.244</b>	<b>96.346</b>

**Tabella 13 – SETTORE TERZIARIO – CONSUMI ED EMISSIONI COMUNI TOTALI 28 COMUNI**  
(esclusi i consumi elettrici legati all'Oleodotto Transalpino)

SETTORE TERZIARIO	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	50.330.610	9.412	21.803
Metano	44.230.667	3.804	8.837
Gasolio	21.482.372	1.847	5.676
GPL	2.716.274	234	612
Olio combustibile	8.306.180	714	2.246
Biomasse legnose	4.052.317	348	810
Teleriscaldamento	6.786.517	584	68
<b>TOTALE</b>		<b>16.943</b>	<b>40.053</b>

**Grafico 6 – CONSUMI SETTORE TERZIARIO PER VETTORE ENERGETICO**  
(senza consumi elettrici legati all’Oleodotto Transalpino)



Il grafico evidenzia che per il settore terziario, anche non considerando i consumi legati alle stazioni di pompaggio dell’Oleodotto Transalpino, si ha una netta prevalenza di consumi di natura elettrica, che rappresentano oltre il 55% del totale, inclusi i consumi delle Amministrazioni Comunali (Illuminazione Pubblica compresa).

Nella Tabella 14 della pagina seguente sono riportati i consumi (espressi in TEP), Comune per Comune, dei diversi vettori energetici: una voce è stata in questo caso riservata esclusivamente all’energia elettrica imputabile all’Illuminazione Pubblica.

**Tabella 14 – CONSUMI SETTORE TERZIARIO DEI 28 COMUNI PER VETTORE ENERGETICO ESPRESSI IN TEP**

COMUNE	Illumin. pubblica	Energia elettrica	Metano	Gasolio	GPL	Olio comb.	Biomasse	TOTALE
AMARO	58	924	308	23				<b>1.314</b>
AMPEZZO	46	263	66	35				<b>410</b>
ARTA TERME	67	440	30	146	20			<b>703</b>
CAVAZZO	18	100	49	30				<b>197</b>
CERCIVENTO	21	60	50	15	3		6	<b>155</b>
COMEGLIANS	19	108	40	32	4	45	12	<b>260</b>
ENEMONZO	31	110	79	32				<b>252</b>
FORNI AVOLTRI	31	211		16				<b>258</b>
FORNI DI SOPRA	47	617		76				<b>740</b>
FORNI DI SOTTO	17	61		48				<b>126</b>
LAUCO	30	44		25				<b>99</b>

OVARO	42	212	48	80				<b>382</b>
PALUZZA	75	486	72	225	19		53	<b>930</b>
PAULARO	76	161	173	53			40	<b>503</b>
PRATO CARNICO	39	59		47				<b>145</b>
PREONE	9	21	11	47				<b>88</b>
RAVASCLETTO	42	316	116	8				<b>482</b>
RAVEO	15	16	18					<b>49</b>
RIGOLATO	21	48		37				<b>106</b>
SAPPADA	51	672		211	84			<b>1.018</b>
SAURIS	24	180		8	21			<b>233</b>
SOCCHIEVE	39	49	65	30				<b>183</b>
SUTRIO	31	631	45	107	11		31	<b>857</b>
TOLMEZZO	179	2.926	2.862	160	3	670		<b>6.800</b>
TREPO LIGOSULLO	39	59		34	5		35	<b>172</b>
VERZEGNIS	20	86		39			17	<b>162</b>
VILLA SANTINA	53	519	237	67				<b>876</b>
ZUGLIO	26	33	15	38	4		10	<b>126</b>
Oleodotto Cavazzo		12.683						<b>12.683</b>
Oleodotto Paluzza		11.617						<b>11.617</b>
<b>TOTALE</b>	<b>1.166</b>	<b>33.712</b>	<b>4.284</b>	<b>1.669</b>	<b>174</b>	<b>715</b>	<b>204</b>	<b>41.924</b>

### **4.3. SETTORE INDUSTRIALE**

Il settore industriale comprende, oltre che tutte le realtà industriali, anche quelle artigianali del territorio carnico.

Sul territorio carnico sono presenti due principali aree industriali: una in Comune di Tolmezzo, che comprende in modo particolare la realtà della Cartiera di Tolmezzo, ed una zona industriale, artigianale e commerciale che si è sviluppata negli ultimi anni, situata nel territorio comunale di Amaro.

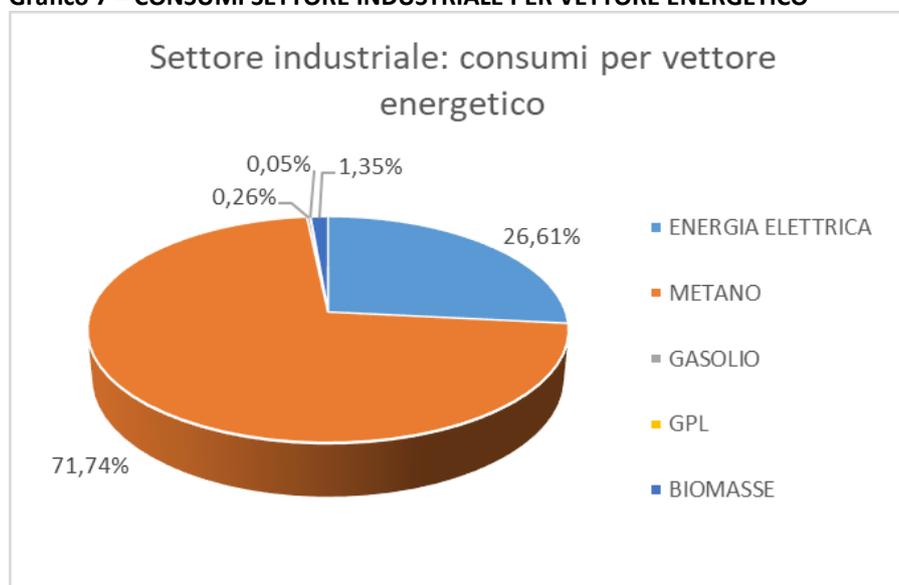
Oltre a queste aree, si segnala la cartiera di Ovaro e diverse imprese nei Comuni di Paluzza e Villa Santina.

Per le cartiere di Ovaro e Tolmezzo è importante segnalare che producono in gran parte presso i loro siti industriali l'energia elettrica necessaria per i loro cicli produttivi. Pertanto entro i territori comunali di Ovaro e Tolmezzo soprattutto si registrano ingenti consumi di metano, che sono legati proprio agli impianti di cogenerazione di energia termica ed elettrica alimentati a gas naturale.

**Tabella 15 – SETTORE INDUSTRIALE – CONSUMI ED EMISSIONI COMUNI UTI CARNIA - 2013**

SETTORE INDUSTRIALE	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica ind. manifatturiera	79.375.519	14.843	34.385
Energia elettrica cartiere	45.620.982	8.531	19.763
Metano ind. manifatturiera	44.794.384	3.852	9.048
Metano cartiere	687.941.568	59.163	138.964
Gasolio	2.599.035	224	694
GPL	482.144	41	111
Biomasse legnose	13.754.720	1.183	2.751
<b>TOTALE</b>		<b>87.837</b>	<b>205.716</b>

**Grafico 7 – CONSUMI SETTORE INDUSTRIALE PER VETTORE ENERGETICO**

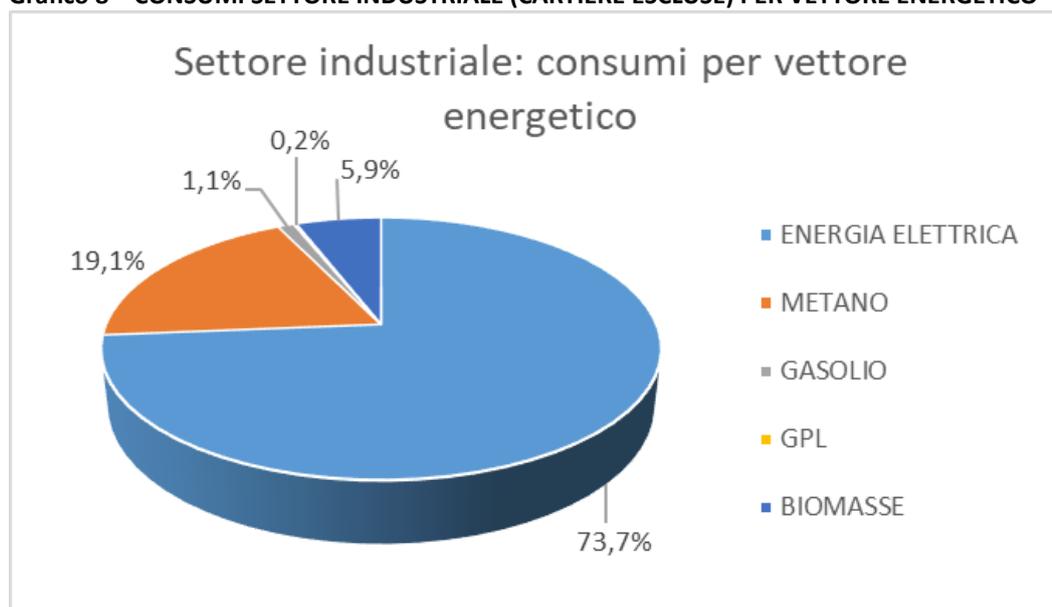


Come evidenziato nel Grafico 7, quasi il 72% dei consumi del settore industriale è riconducibile al metano (per circa il 94% tali consumi sono dovuti agli impianti di cogenerazione delle due cartiere).

Un'importante fetta di consumi è di natura elettrica (quasi il 27%), la percentuale rimanente (inferiore al 2%) è dovuta a gasolio, GPL e biomasse.

Non considerando i consumi delle due cartiere, la situazione dei consumi è illustrata nel grafico seguente:

**Grafico 8 – CONSUMI SETTORE INDUSTRIALE (CARTIERE ESCLUSE) PER VETTORE ENERGETICO**



In questo caso la fetta maggiore sono i consumi di natura elettrica (quasi i tre quarti del totale), mentre il metano pesa per circa il 19%.

Ai restanti vettori energetici è riconducibile la percentuale rimanente, pari a circa il 7% complessivamente.

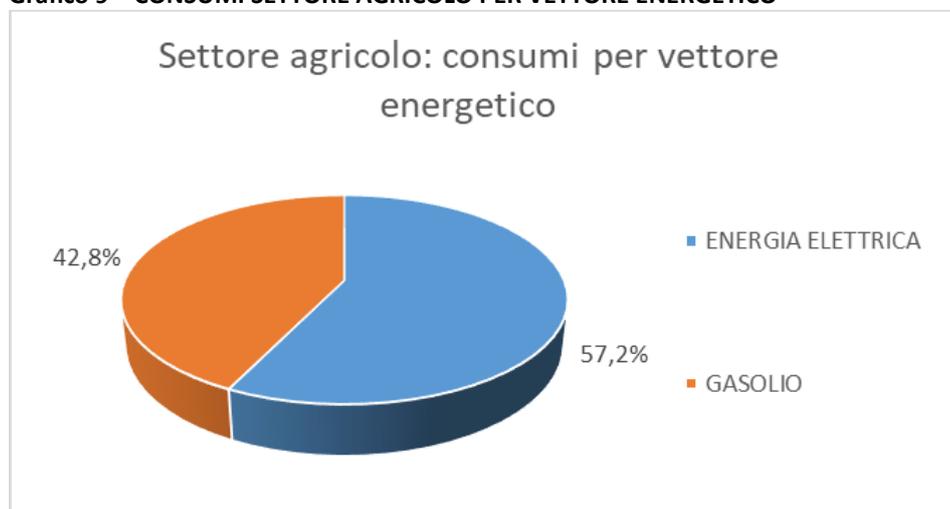
#### 4.4. SETTORE AGRICOLO

Per il settore agricolo sono stati registrati i consumi di energia elettrica e di gasolio agricolo: come si può vedere nel Grafico 9, c'è una leggera preponderanza dei consumi elettrici (pari a circa il 57%) rispetto a quelli di carburante per i mezzi agricoli.

**Tabella 16 – SETTORE AGRICOLO – CONSUMI ED EMISSIONI COMUNI UTI CARNIA - 2013**

SETTORE AGRICOLO	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	1.693.481	317	734
Gasolio	2.750.469	237	727
<b>TOTALE</b>		<b>553</b>	<b>1.460</b>

**Grafico 9 – CONSUMI SETTORE AGRICOLO PER VETTORE ENERGETICO**



#### 4.5. TRASPORTI

I consumi energetici considerati ai fini del presente bilancio energetico sono quelli imputabili al trasporto privato circolante sulla rete stradale dell'intero territorio carnico: non sono stati conteggiati consumi ed emissioni riconducibili al breve tratto autostradale che ricade nei territori di Amaro e Cavazzo.

La difficoltà di reperimento e di elaborazione dei dati relativi ai trasporti è in sé molto alta: si sono raccolti i dati da diverse fonti che sono state poi interpolati tra loro. I dati forniti dall'Agenzia delle Dogane, come del resto quelli estrapolati dal Bollettino Petrolifero non sono "spalmati" sui diversi territori comunali ma fanno riferimento ai singoli distributori di carburante dislocati sul territorio carnico.

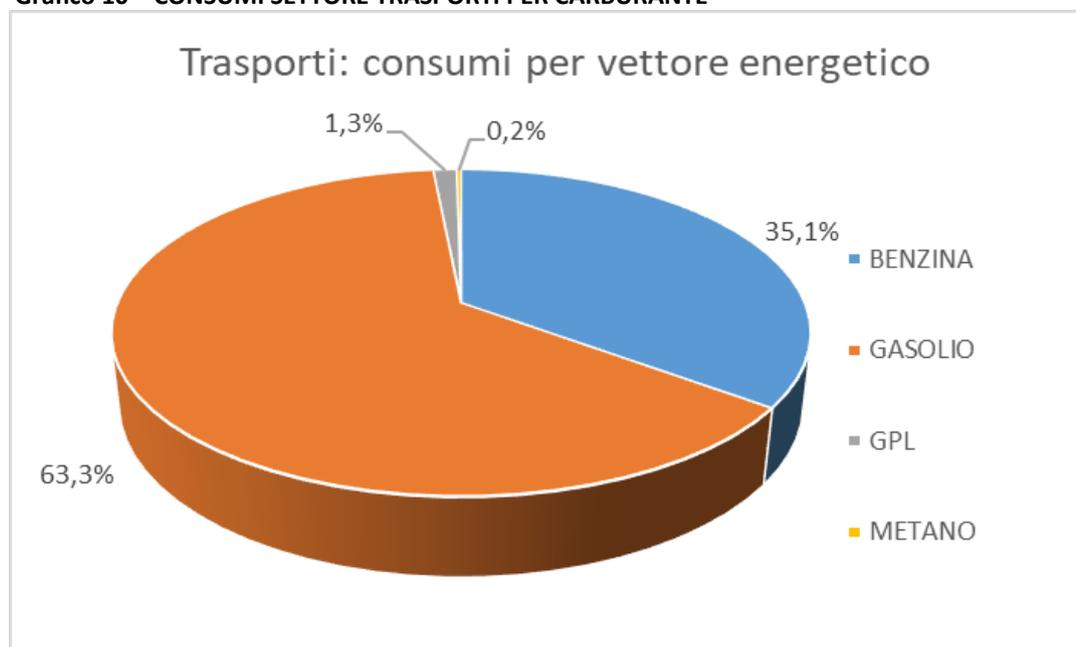
Per avere una stima della distribuzione dei consumi di carburante e delle relative emissioni sui singoli territori comunali si è fatto riferimento allo studio specialistico condotto da ARPA FVG per la costruzione dell'inventario INEMAR 2013<sup>1</sup>, relativo proprio all'anno di riferimento scelto per il presente bilancio energetico.

La Tabella 17 ed il Grafico 10 riportano i dati di consumo per le diverse tipologie di carburante (ad eccezione del gasolio agricolo, già archiviato nel settore specifico) che sono il risultato del lavoro di interpolazione dei dati raccolti, elaborati nel modo precedentemente descritto.

**Tabella 17 – SETTORE TRASPORTI – CONSUMI ED EMISSIONI COMUNI UTI CARNIA - 2013**

TRASPORTI	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Benzina	96.712.408	8.317	24.081
Gasolio	174.357.948	14.995	46.065
GPL	3.546.887	305	799
Metano	671.499	58	134
<b>TOTALE</b>	<b>275.288.743</b>	<b>23.675</b>	<b>71.080</b>

**Grafico 10 – CONSUMI SETTORE TRASPORTI PER CARBURANTE**



**INEMAR** è l'acronimo di **IN**ventario **EM**issioni **AR**ia. Indica un database progettato a partire dal 1999 ed utilizzato per realizzare l'inventario delle emissioni di inquinanti in atmosfera in 8 regioni italiane: Lombardia, Piemonte, Emilia-Romagna, Veneto, Trentino-Alto Adige, Friuli-Venezia Giulia, Puglia, Marche. La stima delle emissioni atmosferiche avviene a livello comunale per diversi inquinanti e combustibili utilizzando le metodologie definite in ambito europeo ed internazionale.

#### 4.6. TABELLE RIASSUNTIVE COMUNE PER COMUNE

Si riportano di seguito le tabelle riassuntive per tutti 28 i Comuni facenti parte dell'Unione Territoriale Intercomunale della Carnia, nelle quali sono riportati tutti i dati relativi all'anno di riferimento (2013), riguardanti i diversi vettori energetici considerati.

I dati di consumo sono espressi sia in kWh sia in TEP, mentre l'unità di misura per le emissioni è la t di CO<sub>2</sub>

**Tabella 18 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI AMARO - 2013**

AMARO	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	15.416.308	2.883	6.678
Metano	17.311.635	1.489	3.459
Benzina	3.564.793	307	888
Gasolio	13.011.083	1.119	3.438
GPL	453.915	39	102
Biomasse legnose	5.128.189	441	1.026
<b>TOTALE</b>		<b>6.277</b>	<b>15.590</b>

**Tabella 19 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI AMPEZZO - 2013**

AMPEZZO	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	6.494.830	1.215	2.814
Metano	4.793.650	412	958
Benzina	4.078.683	351	1.016
Gasolio	10.252.941	882	2.709
GPL	2.284.009	196	515
Biomasse legnose	7.984.323	687	1.597
Teleriscaldamento	654.826	56	7
<b>TOTALE</b>		<b>3.799</b>	<b>9.614</b>

**Tabella 20 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI ARTA TERME - 2013**

ARTA TERME	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	5.241.362	980	2.271
Metano	2.083.890	179	416
Benzina	9.209.627	792	2.293
Gasolio	20.363.274	1.751	5.380
GPL	1.339.170	115	302
Biomasse legnose	28.601.190	2.460	5.720
Teleriscaldamento	5.243.202	451	52
<b>TOTALE</b>		<b>6.728</b>	<b>16.435</b>

**Tabella 21 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI CAVAZZO CARNICO- 2013**

CAVAZZO CARNICO	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	69.706.627*	13.035*	30.197*
Metano	2.619.112	225	529
Benzina	3.858.773	332	961
Gasolio	13.238.388	1.139	3.535
GPL	491.112	42	113
Biomasse legnose	5.899.074	507	1.180
<b>TOTALE</b>		<b>15.280</b>	<b>36.515</b>

\*valori comprensivi della stazione di pompaggio dell'Oleodotto Transalpino

**Tabella 22 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI CERCIVENTO - 2013**

CERCIVENTO	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	1.494.917	280	648
Metano	1.339.397	115	268
Benzina	956.325	82	238
Gasolio	2.735.351	235	723
GPL	288.789	25	65
Biomasse legnose	4.272.398	367	854
<b>TOTALE</b>		<b>1.104</b>	<b>2.796</b>

**Tabella 23 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI COMEGLIANS - 2013**

COMEGLIANS	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	1.419.995	266	615
Metano	1.557.479	134	311
Benzina	1.578.124	136	393
Gasolio	4.310.127	371	1.139
GPL	349.049	30	79
Olio combustibile	520.980	45	141
Biomasse legnose	3.908.324	336	782
<b>TOTALE</b>		<b>1.317</b>	<b>3.459</b>

Elaborazione: APE - Agenzia per l'Energia del FVG

**Tabella 24 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI ENEMONZO - 2013**

ENEMONZO	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	2.479.971	464	1.074
Metano	3.185.309	274	636
Benzina	3.285.327	283	818
Gasolio	7.353.149	632	1.943
GPL	456.622	39	103
Biomasse legnose	7.092.460	610	1.418
<b>TOTALE</b>		<b>2.302</b>	<b>5.993</b>

**Tabella 25 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI FORNI AVOLTRI - 2013**

FORNI AVOLTRI	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	6.859.181	1.283	2.971
Benzina	441.634	38	110
Gasolio	2.663.685	229	704
GPL	891.068	77	201
Biomasse legnose	3.684.942	317	737
Teleriscaldamento	108.981	9	1
<b>TOTALE</b>		<b>1.953</b>	<b>4.724</b>

**Tabella 26 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI FORNI DI SOPRA - 2013**

FORNI DI SOPRA	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	4.935.213	923	2.138
Benzina	716.094	62	178
Gasolio	4.906.597	422	1.296
GPL	1.678.664	144	378
Biomasse legnose	6.959.142	598	1.392
Teleriscaldamento	1.355.117	117	14
<b>TOTALE</b>		<b>2.266</b>	<b>5.299</b>

**Tabella 27 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI FORNI DI SOTTO - 2013**

<b>FORNI DI SOTTO</b>	<b>Consumi (kWh)</b>	<b>Consumi (TEP)</b>	<b>Emissioni (t CO<sub>2</sub>)</b>
Energia elettrica	3.058.802	572	1.325
Benzina	1.316.372	113	328
Gasolio	4.410.293	379	1.165
GPL	767.204	66	173
Biomasse legnose	4.078.302	351	816
<b>TOTALE</b>		<b>1.482</b>	<b>3.808</b>

**Tabella 28 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI LAUCO - 2013**

<b>LAUCO</b>	<b>Consumi (kWh)</b>	<b>Consumi (TEP)</b>	<b>Emissioni (t CO<sub>2</sub>)</b>
Energia elettrica	1.227.644	230	532
Benzina	2.846.527	245	709
Gasolio	5.914.067	509	1.562
GPL	1.314.471	113	296
Biomasse legnose	4.987.580	429	998
Teleriscaldamento	199.858	17	2
<b>TOTALE</b>		<b>1.544</b>	<b>4.125</b>

**Tabella 29 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI OVARO - 2013**

<b>OVARO</b>	<b>Consumi (kWh)</b>	<b>Consumi (TEP)</b>	<b>Emissioni (t CO<sub>2</sub>)</b>
Energia elettrica	5.693.287	1.065	2.466
Metano	108.626.471*	9.342*	21.704*
Benzina	4.803.515	413	1.196
Gasolio	12.061.428	1.037	3.187
GPL	2.499.385	215	563
Biomasse legnose	11.266.064	969	2.253
<b>TOTALE</b>		<b>13.041</b>	<b>31.369</b>

\*valori comprensivi dei consumi legati alla cogenerazione di energia per la cartiera

**Tabella 30 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI PALUZZA - 2013**

<b>PALUZZA</b>	<b>Consumi (kWh)</b>	<b>Consumi (TEP)</b>	<b>Emissioni (t CO<sub>2</sub>)</b>
Energia elettrica	69.082.068*	12.918*	29.926*
Metano	3.444.424	296	688
Benzina	3.108.162	267	774
Gasolio	14.158.564	1.218	3.741
GPL	1.186.298	102	267
Biomasse legnose	15.343.794	1.320	3.069
<b>TOTALE</b>		<b>16.121</b>	<b>38.465</b>

\*valori comprensivi della stazione di pompaggio dell'Oleodotto Transalpino

**Tabella 31 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI PAULARO - 2013**

<b>PAULARO</b>	<b>Consumi (kWh)</b>	<b>Consumi (TEP)</b>	<b>Emissioni (t CO<sub>2</sub>)</b>
Energia elettrica	3.960.524	741	1.716
Benzina	2.445.239	210	609
Gasolio	9.539.071	820	2.520
GPL	3.442.495	296	776
Biomasse legnose	16.509.114	1.420	3.302
<b>TOTALE</b>		<b>3.489</b>	<b>8.926</b>

**Tabella 32 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI PRATO CARNICO - 2013**

<b>PRATO CARNICO</b>	<b>Consumi (kWh)</b>	<b>Consumi (TEP)</b>	<b>Emissioni (t CO<sub>2</sub>)</b>
Energia elettrica	2.170.676	406	940
Benzina	1.471.939	127	367
Gasolio	4.951.824	426	1.308
GPL	2.016.611	173	455
Biomasse legnose	5.597.826	481	1.120
<b>TOTALE</b>		<b>1.614</b>	<b>4.191</b>

**Tabella 33 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI PREONE - 2013**

<b>PREONE</b>	<b>Consumi (kWh)</b>	<b>Consumi (TEP)</b>	<b>Emissioni (t CO<sub>2</sub>)</b>
Energia elettrica	454.841	85	197
Metano	747.540	64	149
Benzina	273.750	24	68
Gasolio	1.985.882	171	525
GPL	415.670	36	94
Biomasse legnose	1.666.439	143	333
<b>TOTALE</b>		<b>523</b>	<b>1.366</b>

**Tabella 34 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI RAVASCLETTO - 2013**

<b>RAVASCLETTO</b>	<b>Consumi (kWh)</b>	<b>Consumi (TEP)</b>	<b>Emissioni (t CO<sub>2</sub>)</b>
Energia elettrica	3.230.493	604	1.399
Metano	3.457.516	297	691
Benzina	1.047.205	90	261
Gasolio	3.437.340	296	908
GPL	373.937	32	84
Biomasse legnose	4.180.436	360	836
<b>TOTALE</b>		<b>1.679</b>	<b>4.180</b>

**Tabella 35 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI RAVEO - 2013**

<b>RAVEO</b>	<b>Consumi (kWh)</b>	<b>Consumi (TEP)</b>	<b>Emissioni (t CO<sub>2</sub>)</b>
Energia elettrica	792.753	148	343
Metano	1.164.031	100	233
Benzina	1.167.900	100	291
Gasolio	1.994.443	172	527
GPL	507.662	44	114
Biomasse legnose	2.523.129	217	505
<b>TOTALE</b>		<b>781</b>	<b>2.013</b>

**Tabella 36 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI RIGOLATO - 2013**

<b>RIGOLATO</b>	<b>Consumi (kWh)</b>	<b>Consumi (TEP)</b>	<b>Emissioni (t CO<sub>2</sub>)</b>
Energia elettrica	1.289.840	241	559
Benzina	980.350	84	244
Gasolio	3.999.826	344	1.057
GPL	1.154.351	99	260
Biomasse legnose	3.725.513	320	745
<b>TOTALE</b>		<b>1.090</b>	<b>2.867</b>

**Tabella 37 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI SAPPADA - 2013**

<b>SAPPADA</b>	<b>Consumi (kWh)</b>	<b>Consumi (TEP)</b>	<b>Emissioni (t CO<sub>2</sub>)</b>
Energia elettrica	6.167.776	1.153	2.672
Benzina	5.566.270	479	1.386
Gasolio	16.690.553	1.435	4.456
GPL	3.854.182	331	890
Biomasse legnose	8.510.952	732	1.702
<b>TOTALE</b>		<b>4.133</b>	<b>11.112</b>

**Tabella 38 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI SAURIS - 2013**

SAURIS	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	3.985.342	745	1.726
Benzina	356.682	31	89
Gasolio	1.208.541	104	319
GPL	3.015.299	259	680
Biomasse legnose	2.617.013	225	523
<b>TOTALE</b>		<b>1.364</b>	<b>3.338</b>

**Tabella 39 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI SOCCHIEVE – 2013**

SOCCHIEVE	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	1.508.751	282	654
Metano	1.836.627	158	367
Benzina	4.572.441	393	1.139
Gasolio	10.438.430	898	2.758
GPL	1.770.539	152	399
Biomasse legnose	5.646.370	486	1.129
<b>TOTALE</b>		<b>2.369</b>	<b>6.445</b>

**Tabella 40 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI SUTRIO – 2013**

SUTRIO	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	7.338.967	1.372	3.179
Metano	2.245.297	193	449
Benzina	2.389.623	206	595
Gasolio	7.982.501	686	2.109
GPL	421.182	36	95
Biomasse legnose	9.373.095	806	1.875
<b>TOTALE</b>		<b>3.300</b>	<b>8.301</b>

**Tabella 41 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI TOLMEZZO - 2013**

<b>TOLMEZZO</b>	<b>Consumi (kWh)</b>	<b>Consumi (TEP)</b>	<b>Emissioni (t CO<sub>2</sub>)</b>
Energia elettrica	107.202.715	20.047	46.440
Metano	648.051.557*	55.732*	129.481*
Benzina	20.976.625	1.804	5.223
Gasolio	46.468.728	3.996	12.277
GPL	5.699.950	490	1.285
Olio combustibile	9.842.000	846	2.661
Biomasse legnose	28.560.897	2.456	5.712
<b>TOTALE</b>		<b>85.372</b>	<b>203.079</b>

\*valori comprensivi dei consumi legati alla cogenerazione di energia per la cartiera

**Tabella 42 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI TREPPO LIGOSULLO – 2013**

<b>TREPPO LIGOSULLO</b>	<b>Consumi (kWh)</b>	<b>Consumi (TEP)</b>	<b>Emissioni (t CO<sub>2</sub>)</b>
Energia elettrica	1.622.647	303	703
Benzina	996.588	86	248
Gasolio	2.842.233	244	751
GPL	491.663	42	111
Biomasse legnose	6.217.599	535	1.244
Teleriscaldamento	479.122	41	5
<b>TOTALE</b>		<b>1.252</b>	<b>3.062</b>

**Tabella 43 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI VERZEGNIS – 2013**

<b>VERZEGNIS</b>	<b>Consumi (kWh)</b>	<b>Consumi (TEP)</b>	<b>Emissioni (t CO<sub>2</sub>)</b>
Energia elettrica	2.809.517	525	1.217
Benzina	2.532.964	218	631
Gasolio	6.112.207	526	1.615
GPL	1.078.562	93	243
Biomasse legnose	6.199.902	533	1.240
Teleriscaldamento	134.478	12	1
<b>TOTALE</b>		<b>1.908</b>	<b>4.950</b>

**Tabella 44 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI VILLA SANTINA – 2013**

VILLA SANTINA	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	13.856.746	2.591	6.003
Metano	26.072.192	2.242	5.209
Benzina	9.559.298	822	2.380
Gasolio	13.773.430	1.185	3.639
GPL	1.644.237	141	371
Biomasse legnose	11.336.213	975	2.267
<b>TOTALE</b>		<b>7.956</b>	<b>19.869</b>

**Tabella 45 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO COMUNALE DI ZUGLIO – 2013**

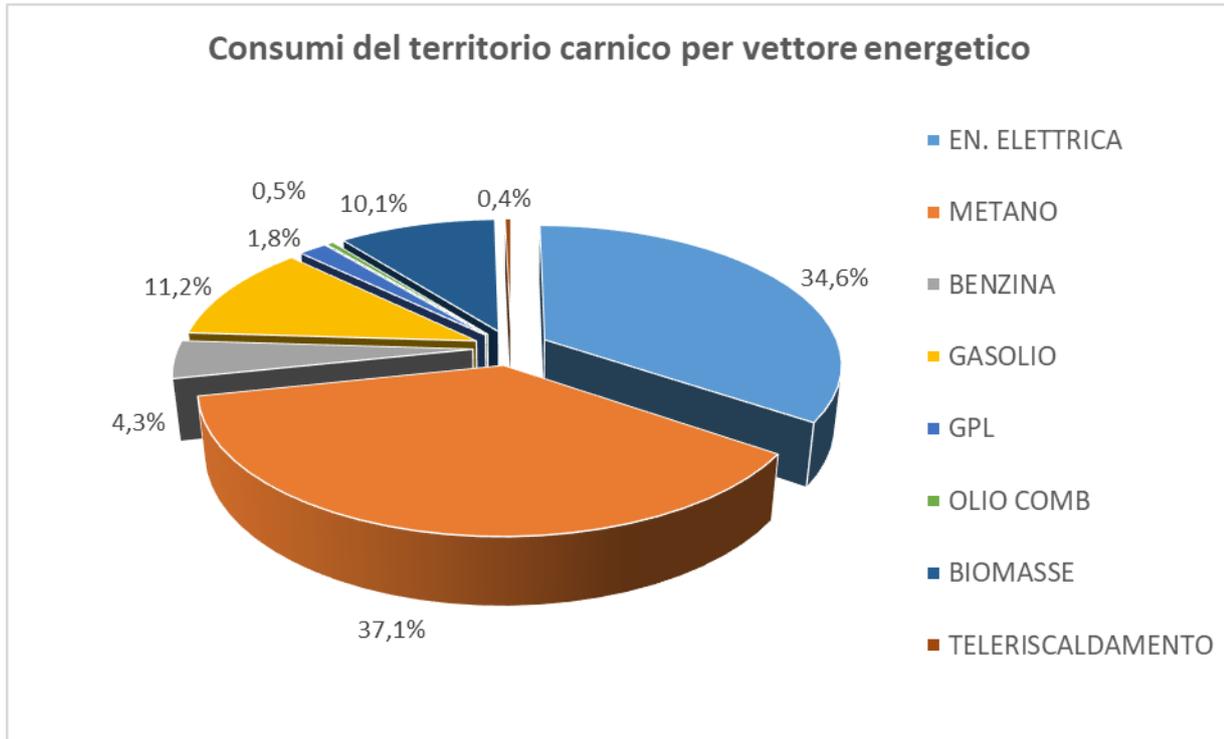
ZUGLIO	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	5.567.050	1.041	2.412
Metano	318.360	27	64
Benzina	2.611.578	225	650
Gasolio	4.228.692	364	1.117
GPL	599.235	52	135
Biomasse legnose	4.712.819	405	943
<b>TOTALE</b>		<b>2.114</b>	<b>5.320</b>

Dopo aver riportato la situazione nel dettaglio Comune per Comune, nella Tabella 46 vengono riportati i dati complessivi di consumo, espressi sia in kWh sia in TEP, dell'intero territorio della Carnia, corredati dai relativi grafici che illustrano la situazione.

**Tabella 46 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO DELLA CARNIA - 2013**

Vettore energetico	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	355.068.843	66.398	153.816
Metano	828.967.528	71.291	165.628
Benzina	96.712.408	8.317	24.081
Gasolio	251.032.649	21.589	66.323
GPL	40.485.333	3.482	9.125
Olio combustibile	10.362.980	891	2.802
Biomasse legnose	226.583.099	19.486	45.317
Teleriscaldamento	8.175.465	703	82
<b>TOTALE</b>		<b>192.157</b>	<b>467.174</b>

**Grafico 11 – CONSUMI TOTALI INTERO TERRITORIO CARNICO PER VETTORE ENERGETICO**



Il Grafico 11 evidenzia che, in termini relativi, il vettore che ha il valore più alto in percentuale (circa il 37%) è il metano: bisogna sottolineare che tali consumi sono riconducibili per la stragrande maggioranza (circa l'83% dei consumi di metano, di tutti i settori) alle cartiere di Ovaro e, soprattutto Tolmezzo.

Al secondo posto come c'è l'energia elettrica, vettore energetico che interessa tutti i settori (esclusi i trasporti) e che rappresenta quasi il 35% dei consumi totali.

A seguire il gasolio, i cui consumi, sommando quelli legati al riscaldamento degli edifici e al carburante per gli automezzi, ammontano a all'11% circa del totale.

La benzina ricopre poco più del 4% (la totalità dei consumi di questo vettore sono riconducibili ai trasporti), mentre GPL ed olio combustibile sono i vettori energetici che hanno la fetta più piccola dei consumi, pesando, rispettivamente, per l'1,8% e lo 0,5% circa dei consumi totali.

Le biomasse legnose incidono per circa il 10% sui consumi totali rappresentando quindi il quarto vettore energetico dopo energia elettrica, metano e gasolio, ma sono il più utilizzato in Carnia per il riscaldamento domestico.

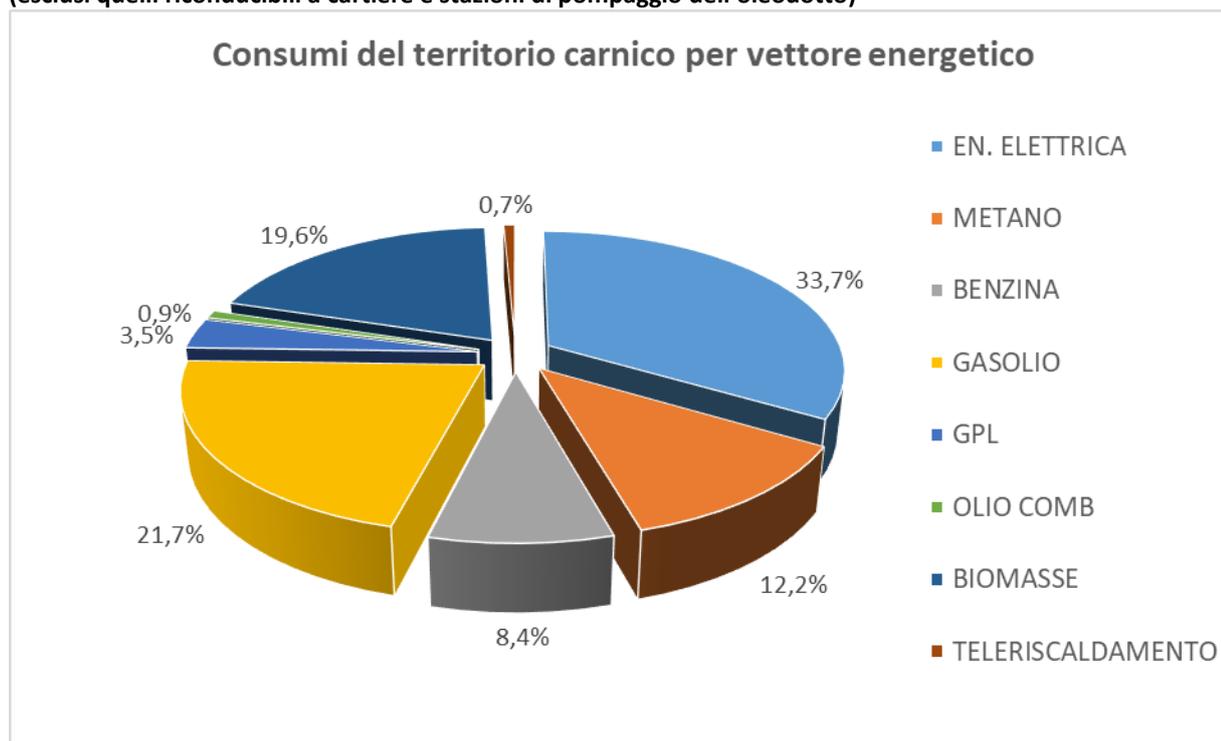
Da segnalare infine che lo 0,5% dei consumi totali è riconducibile alle reti di teleriscaldamento presenti in alcune realtà del territorio carnico.

Nella Tabella 47, sono riportati sempre i consumi totali del territorio, senza considerare però quelli riconducibili a cartiere e stazioni di pompaggio dell'oleodotto, per avere un'idea della distribuzione dei consumi sull'intero territorio carnico "depurati" da questi grossi consumatori di energia.

**Tabella 47 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO DELLA CARNIA – 2013**  
(esclusi quelli riconducibili a cartiere e stazioni di pompaggio dell'oleodotto)

Vettore energetico	Consumi (kWh)	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Energia elettrica	179.499.300	33.566	77.759
Metano	141.025.960	12.128	28.177
Benzina	96.712.408	8.317	24.081
Gasolio	251.032.649	21.589	66.323
GPL	40.485.333	3.482	9.125
Olio combustibile	10.362.980	891	2.802
Biomasse legnose	226.583.099	19.486	45.317
Teleriscaldamento	8.175.465	703	82
<b>TOTALE</b>		<b>100.163</b>	<b>253.666</b>

**Grafico 12 – CONSUMI TOTALI INTERO TERRITORIO CARNICO PER VETTORE ENERGETICO**  
(esclusi quelli riconducibili a cartiere e stazioni di pompaggio dell'oleodotto)



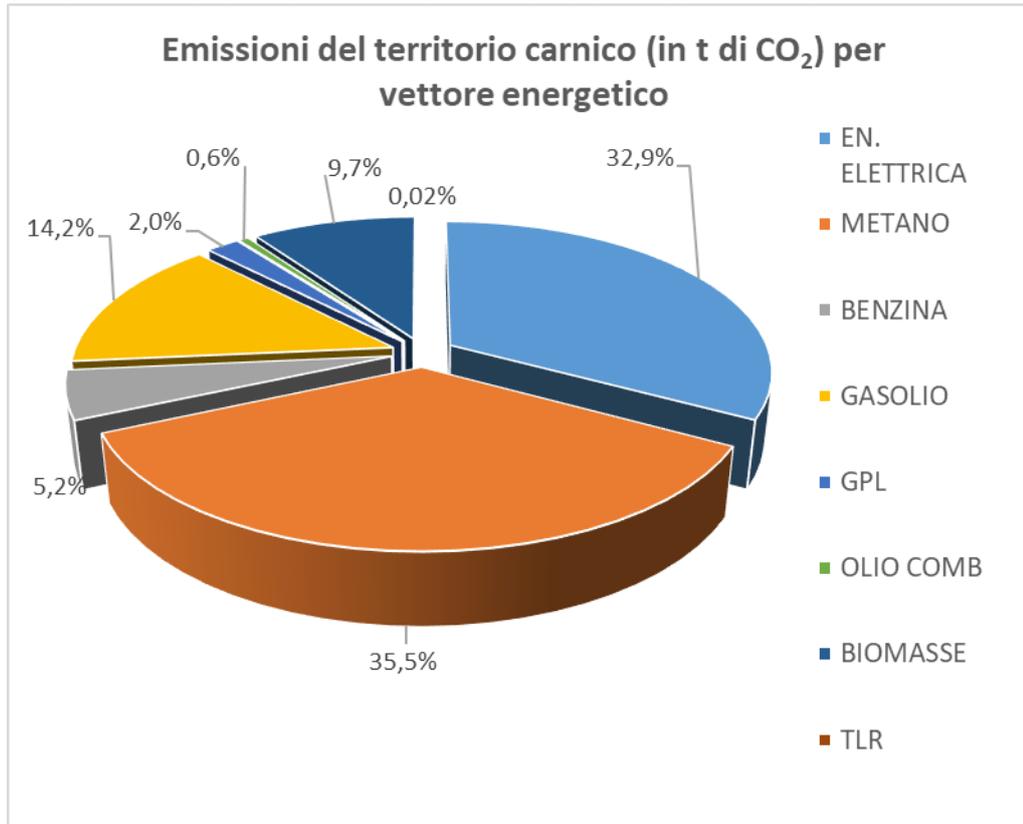
In tale quadro di consumi, che sono poco più della metà di quelli che comprendono anche cartiere e stazioni di pompaggio, il vettore energetico preponderante risulta l'energia elettrica, che rappresenta circa un terzo dei consumi totali (37,3%)

A seguire abbiamo in questo caso il gasolio, i cui consumi ammontano a quasi il 22% del totale e poi le biomasse, che rappresentano quasi un quinto dei consumi totali. Il metano, senza il contributo dovuto alle cartiere, ricopre solamente il 12% dei consumi.

Seguono poi i consumi di tutti gli altri vettori, a partire dalla benzina per chiudere con il teleriscaldamento.

Nelle tabelle comparivano anche i dati sulle emissioni di gas climalteranti (espressi in tonnellate di CO<sub>2</sub>): le percentuali dovute ai diversi vettori per quanto riguarda le emissioni, ripropongono, come prevedibile, quelle evidenziate per i consumi: si può segnalare tuttavia una maggiore incidenza del settore trasporti, a scapito degli altri settori produttivi.

**Grafico 13 – EMISSIONI TOTALI INTERO TERRITORIO CARNICO PER VETTORE**

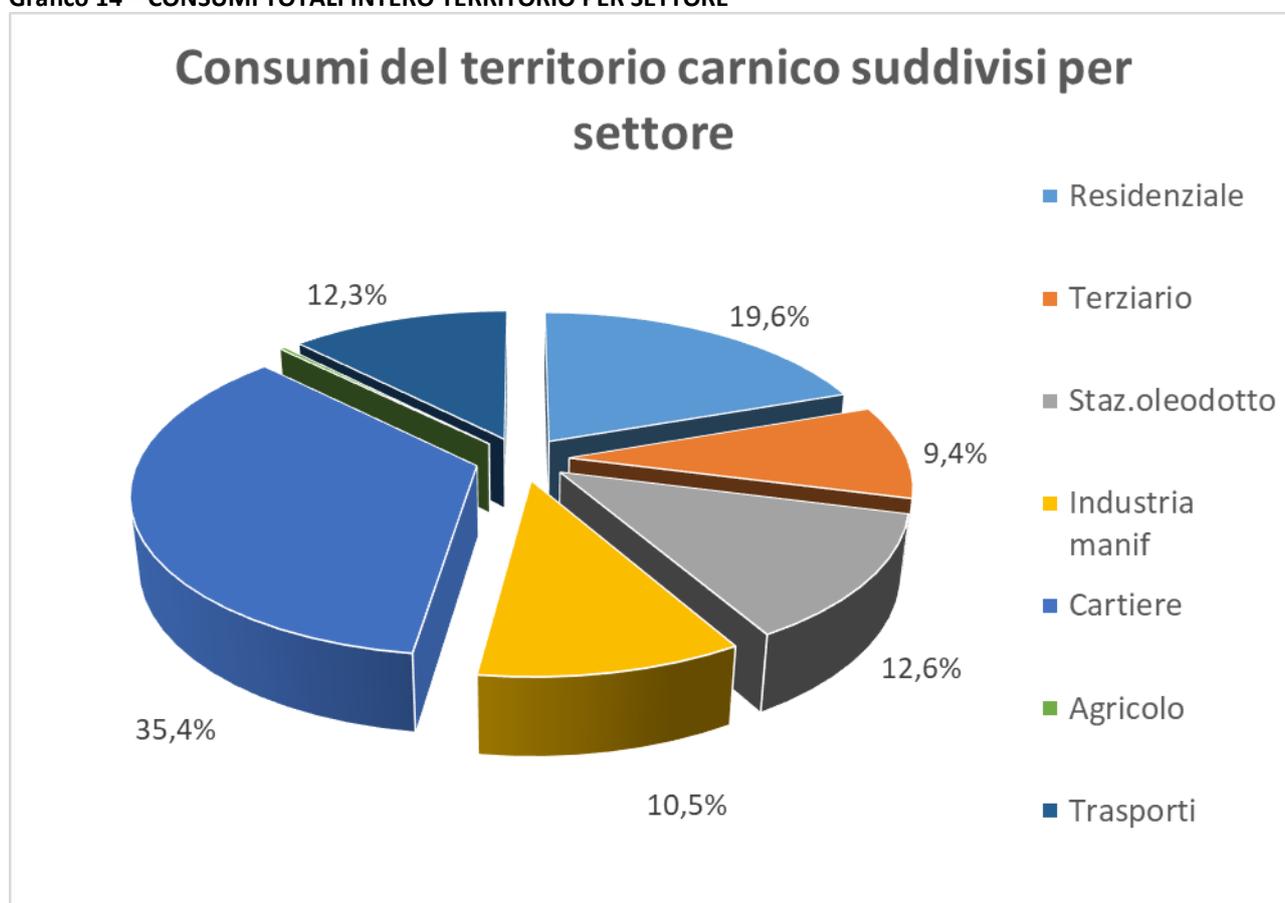


Passando poi ad un'analisi che evidenzia il contributo dei diversi settori produttivi al consumo complessivo del territorio carnico, nella Tabella 48 sono riportati i dati del consumo in TEP e delle emissioni in t di CO<sub>2</sub>. Considerata l'elevata incidenza (18,3% sul totale dei consumi territoriali) dei consumi legati alle cartiere di Ovaro e Tolmezzo e alle stazioni di pompaggio dell'Oleodotto Transalpino (siti di Cavazzo Carnico e Paluzza) nella tabella e nel grafico seguenti è stata creata una voce dedicata solamente a tali consumi, per riuscire ad apprezzare meglio la percentuale del settore terziario sui consumi totali, "depurata" da tale dato che restando legata al terziario, avrebbe sovrastimato il peso di tale settore sul totale.

**Tabella 48 – CONSUMI ED EMISSIONI SUL TERRITORIO DELL’UTI CARNIA - 2013**

Settore	Consumi (TEP)	Emissioni (t CO <sub>2</sub> )
Settore residenziale	37.683	91.493
Settore terziario	18.108	42.751
Staz. Pompaggio Oleodotto	24.300	56.294
Industria manifatturiera	20.143	46.882
Cartiere	67.694	157.214
Settore agricolo	553	1.460
Trasporti	23.675	71.080
<b>TOTALE</b>	<b>192.157</b>	<b>467.174</b>

**Grafico 14 – CONSUMI TOTALI INTERO TERRITORIO PER SETTORE**



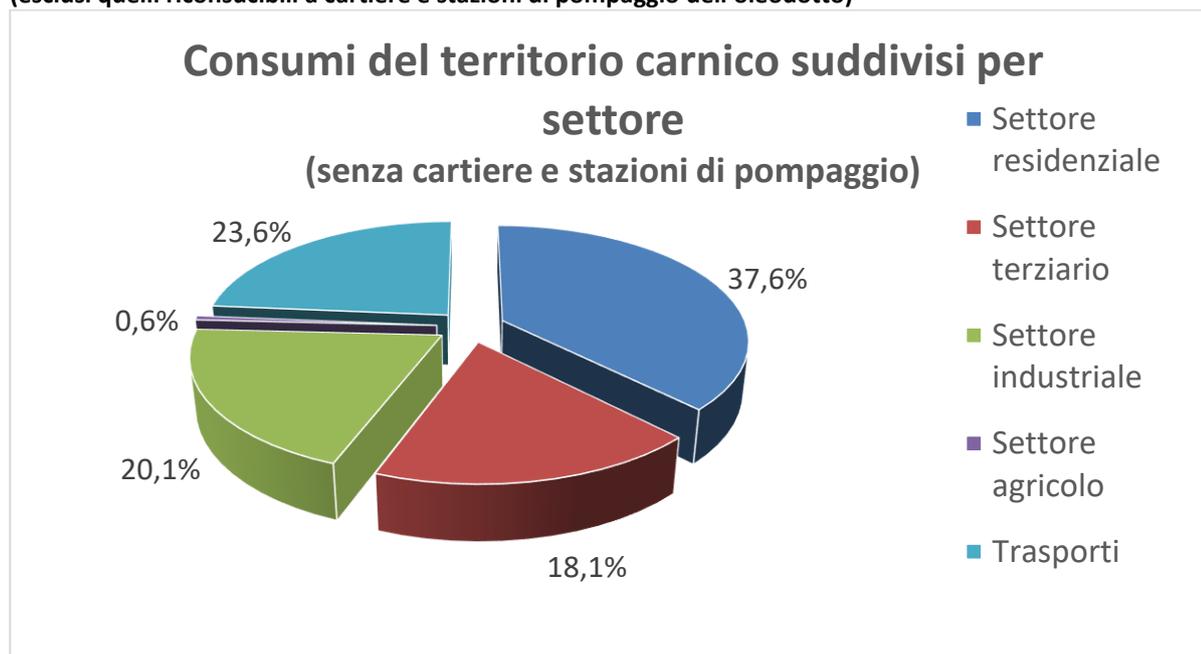
I grafici evidenziano che i consumi delle cartiere (oltre il 35%) e delle stazioni di pompaggio (quasi il 13%) pesano per quasi la metà sui consumi del territorio carnico

Per avere un’idea di come si distribiscano i consumi nei settori, è più immediata la visione di un grafico che non prenda in considerazione questi due settori a sé (vedasi grafico 13 B).

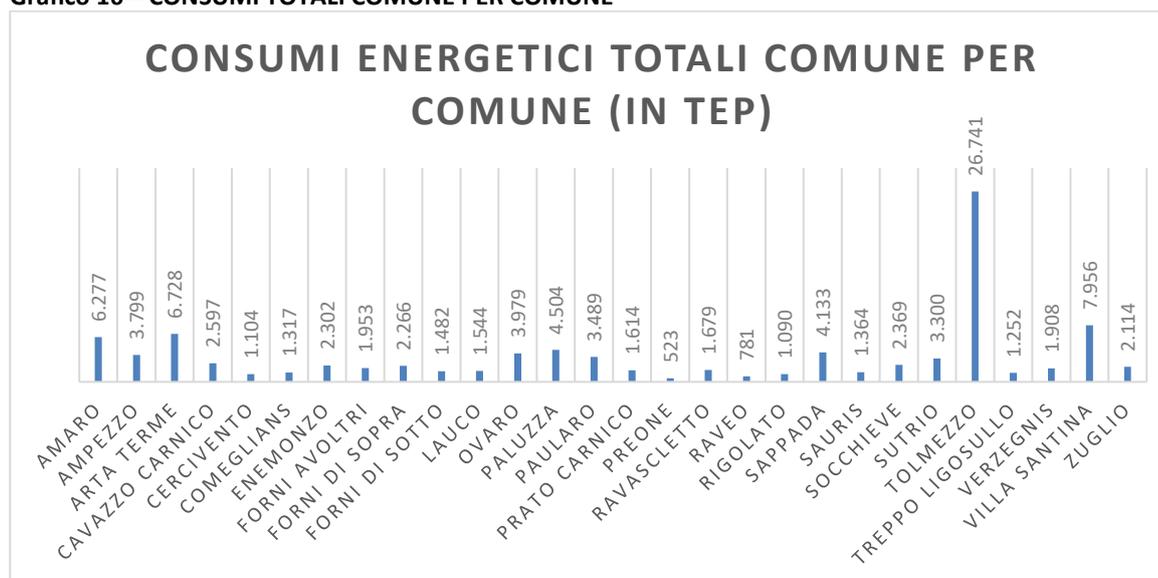
Si può notare come gli usi domestici (settore residenziale) pesino per quasi il 38% sui consumi totali del territorio; al settore terziario sono riconducibili per una percentuale di oltre il 18% (ricordiamo che tra essi sono inclusi anche i consumi delle Amministrazioni Comunali, illuminazione pubblica compresa).

Il settore industriale, pur senza il “contributo” delle cartiere, pesa per il 20% circa, i trasporti per quasi il 24%, mentre il settore agricolo ricopre una fetta molto piccola dei consumi, pari a meno dell’1%.

**Grafico 15 – CONSUMI TOTALI INTERO TERRITORIO PER SETTORE**  
(esclusi quelli riconducibili a cartiere e stazioni di pompaggio dell’oleodotto)



**Grafico 16 – CONSUMI TOTALI COMUNE PER COMUNE**

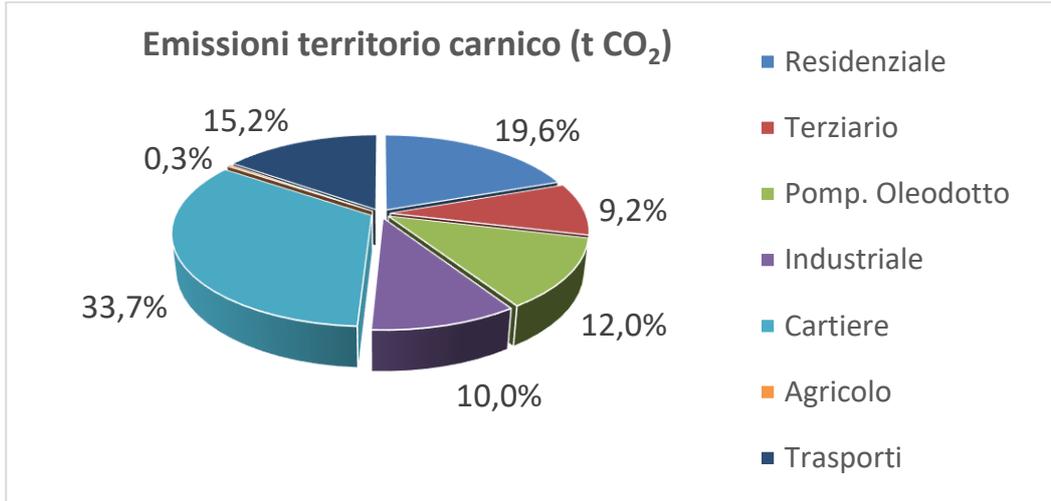


Oltre che per i consumi, di seguito vengono proposte le tabelle ed i grafici per le emissioni di gas climalteranti espresse in tonnellate di CO<sub>2</sub>.

Anche nel caso della suddivisione per settori, possiamo vedere il peso dei singoli settori considerando non solo i consumi, ma anche le emissioni di gas climalteranti.

I dati erano già stati riportati nella Tabella 48, nel grafico si possono vedere rappresentate graficamente le diverse percentuali.

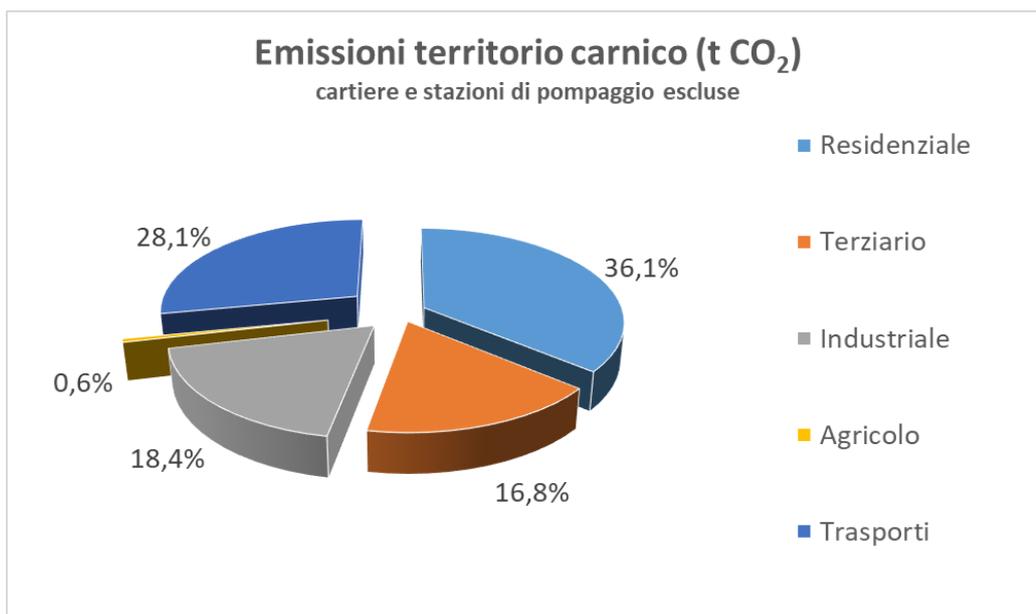
**Grafico 17 – EMISSIONI TOTALI INTERO TERRITORIO PER SETTORE**



Come prevedibile, analogamente al grafico dei consumi, la “fetta” più grande è quella relativa alle cartiere (35% circa), mentre quella delle stazioni di pompaggio degli oleodotti raggiunge il 12% del totale.

Se invece consideriamo, come è stato fatto per i consumi, le emissioni totali del territorio senza considerare proprio le due fonti appena citate, allora possiamo avere una rappresentazione

**GRAFICO 18 – EMISSIONI TOTALI INTERO TERRITORIO PER SETTORE (cartiere e stazioni pompaggio escluse)**



#### 4.7. ANDAMENTO DEI CONSUMI NEL DECENNIO 2007-2016

Nel presente paragrafo si riporta l'andamento dei consumi di energia nel territorio carnico nel decennio che va dal 2007 al 2016: ciò per dare un'idea dell'andamento dei consumi in un lasso di tempo significativo, che comprende diversi anni precedenti ed alcuni successivi a quello preso come riferimento, ossia il 2013.

Nella Tabella 49 sono riportati i consumi annuali totali dei diversi vettori energetici, senza il dettaglio relativo ai vari settori (residenziale, terziario, industriale, agricolo, trasporti).

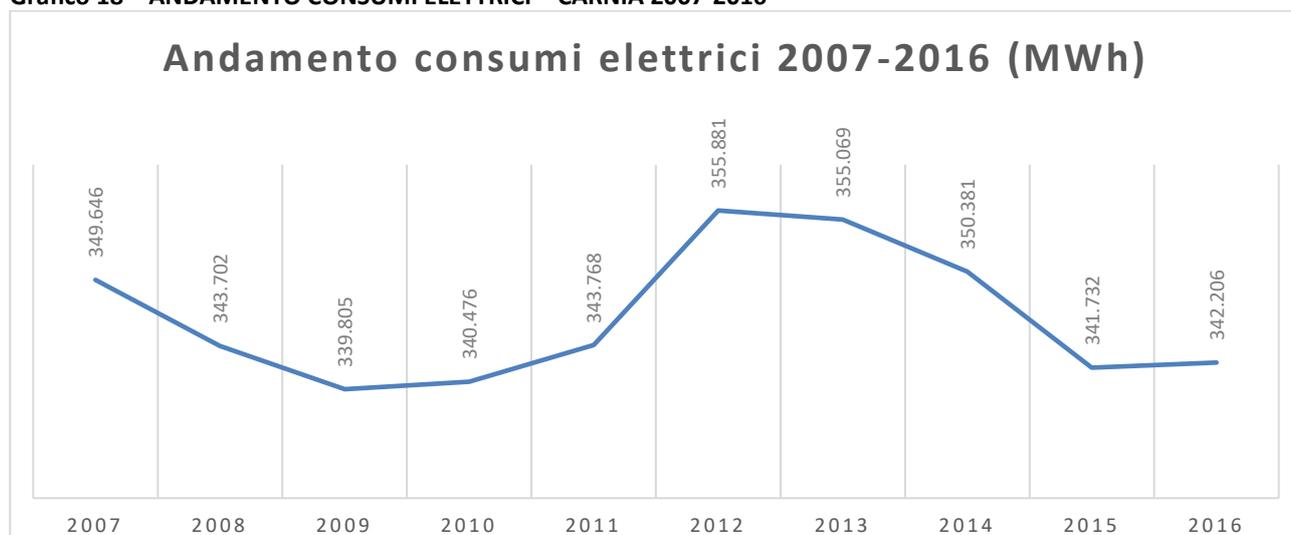
Non è stato possibile reperire i valori relativi alle biomasse, in quanto il consumo di questo vettore energetico, utilizzato in modo particolare per il riscaldamento domestico, è molto difficile da rilevare, non essendo un vettore energetico "in rete" e nemmeno riconducibile totalmente a fornitori locali.

Il consumo di biomasse per l'anno di riferimento (2013) era stato calcolato sulla base delle elaborazioni eseguite da ARPA FVG, che aveva fatto uno studio interpolando diverse fonti di dati, tra le quali i risultati dei questionari sottoposti ad un campione di popolazione della regione sotto forma di intervista telefonica. L'ultima elaborazione disponibile è proprio quella relativa all'anno 2013.

**Tabella 49 –ANDAMENTO CONSUMI CARNIA MWh – PERIODO 2007-2016**

Vettore energetico	Consumi espressi in MWh									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
En. elettrica	349.646	343.702	339.805	340.476	343.768	355.881	355.069	350.381	341.732	342.206
Metano	758.117	757.033	793.262	826.923	809.050	819.072	828.968	849.271	909.402	895.864
Gasolio totale	320.607	318.321	312.523	301.356	284.286	260.170	251.033	248.990	250.155	258.525
GPL	39.648	46.395	45.581	45.683	41.937	39.556	40.485	40.821	39.072	40.031
Benzina	118.252	117.139	118.554	109.796	100.323	98.796	96.712	95.114	95.491	94.476

**Grafico 18 – ANDAMENTO CONSUMI ELETTRICI – CARNIA 2007-2016**

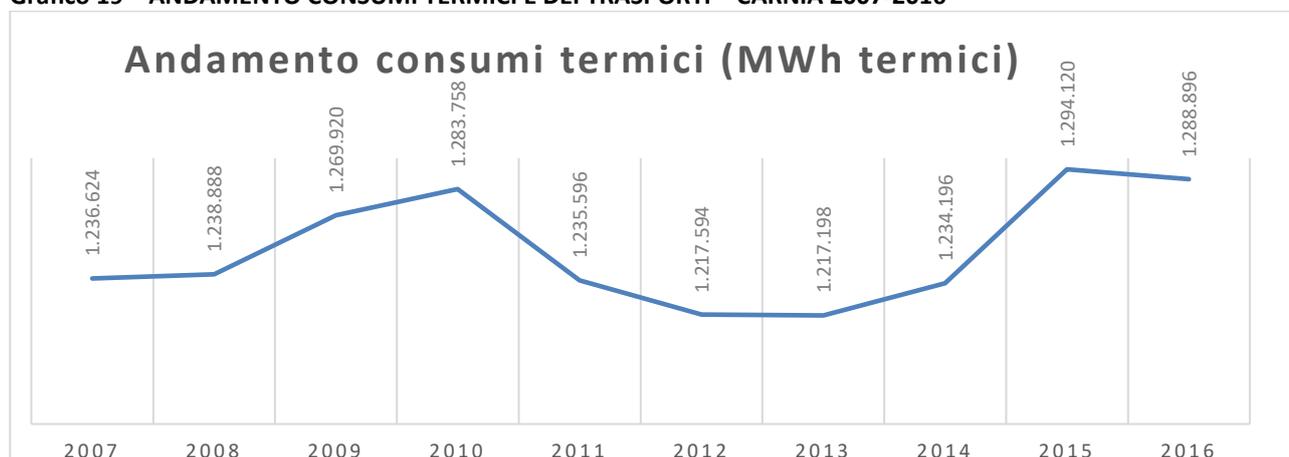


Il grafico 19 rappresenta l'andamento dei consumi elettrici nel decennio 2007-2016 sull'intero territorio della Carnia: tale andamento evidenzia un progressivo calo dei consumi dal 2007 fino al 2009. Dal 2010 si registra una loro ripresa, prima molto lieve, decisamente più marcata nel corso del 2012. Dal 2013 si rileva una nuova diminuzione, leggera il primo anno, maggiore nei due anni successivi. Dal 2015 in poi i consumi sembrano stabilizzarsi, su valori molto vicini a quelli del 2008 e del 2011.

**Tabella 50 –ANDAMENTO CONSUMI TERMICI E DEI TRASPORTI - CARNIA, 2007-2016**

TOTALE consumi kWh	Consumi totali (esclusi quelli elettrici) espressi in MWh termici									
Anno	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
CARNIA	1.236.624	1.238.888	1.269.920	1.283.758	1.235.596	1.217.594	1.217.198	1.234.196	1.294.120	1.288.896

**Grafico 19 – ANDAMENTO CONSUMI TERMICI E DEI TRASPORTI – CARNIA 2007-2016**

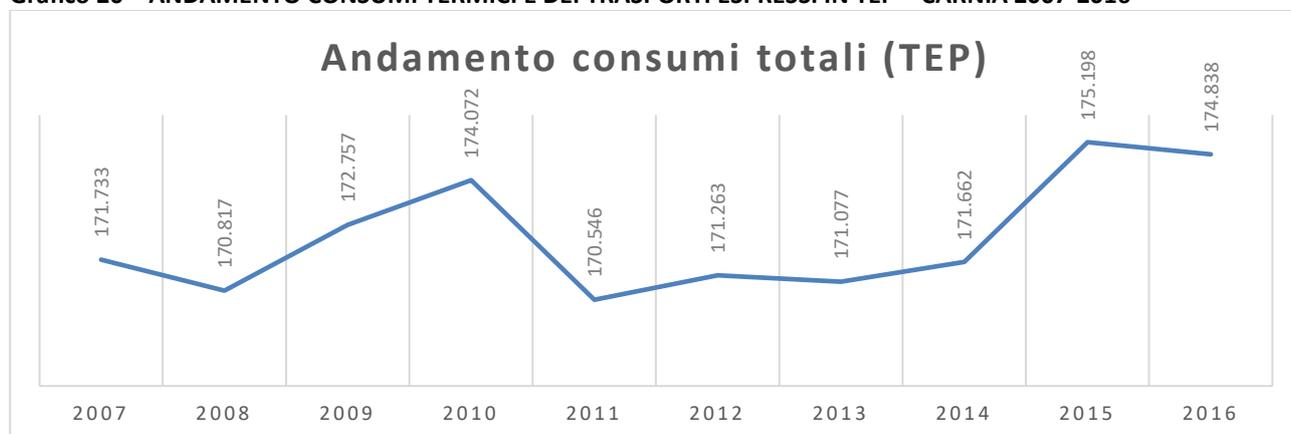


I consumi termici, che comprendono anche quelli del carburante per i trasporti, denotano un andamento diverso, con un aumento progressivo dal 2007 e soprattutto dal 2008 al 2010, un successivo calo fino al 2012. Dal 2014 si registra una ripresa dei consumi prima leggera, poi più marcata, soprattutto dal 2014 al 2015; infine si evidenzia un leggero calo fino al 2016, in modo tale che i consumi si attestano sui valori registrati nel 2010.

È importante sottolineare che l'andamento di questi consumi è notevolmente influenzato dai consumi di metano della cartiera di Ovaro e soprattutto di quella di Tolmezzo, che sia nel 2010, che poi dal 2014 al 2015 hanno denotato degli aumenti marcati, andamento poi solamente in parte attenuato nel 2016. Ciò si ripercuote inevitabilmente anche sull'andamento dei consumi totali (che comprendono anche quelli elettrici) che mostrano un andamento simile a quello appena descritto, visibile nel grafico 21.

**Tabella 51 –ANDAMENTO CONSUMI TOTALI DELLA CARNIA, 2007-2016 (espressi in TEP)**

Vettore energetico	Consumi espressi in TEP									
Anno	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
En. elettrica	65.384	64.272	63.544	63.669	64.285	66.550	66.398	65.521	63.904	63.993
Metano	65.198	65.105	68.221	71.115	69.578	70.440	71.291	73.037	78.209	77.044
Gasolio	27.572	27.376	26.877	25.917	24.449	22.375	21.589	21.413	21.513	22.233
GPL	3.410	3.990	3.920	3.929	3.607	3.402	3.482	3.511	3.360	3.443
Benzina	10.170	10.074	10.196	9.442	8.628	8.496	8.317	8.180	8.212	8.125
<b>TOTALE</b>	<b>171.733</b>	<b>170.817</b>	<b>172.757</b>	<b>174.072</b>	<b>170.546</b>	<b>171.263</b>	<b>171.077</b>	<b>171.662</b>	<b>175.198</b>	<b>174.838</b>

**Grafico 20 – ANDAMENTO CONSUMI TERMICI E DEI TRASPORTI ESPRESSI IN TEP – CARNIA 2007-2016**


Considerando che i consumi di metano delle cartiere incidono notevolmente sui consumi totali del territorio carnico, così come i consumi elettrici dovuti alle stazioni di pompaggio dell'Oleodotto Transalpino, di seguito si riportano tabelle e grafici che non tengono conto di questi consumi.

**Tabella 52 –ANDAMENTO CONSUMI CARNIA MWh – PERIODO 2007-2016 (senza cartiere e pompaggio oleodotti)**

Vettore energetico	Consumi espressi in MWh									
Anno	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
En. elettrica	235.339	228.680	230.438	233.910	237.174	225.004	225.120	219.329	211.184	211.466
Metano	146.517	145.433	143.491	148.981	141.108	141.130	141.026	135.882	138.279	135.824
Gasolio totale	320.607	318.321	312.523	301.356	284.286	260.170	251.033	248.990	250.155	258.525
GPL	39.648	46.395	45.581	45.683	41.937	39.556	40.485	40.821	39.072	40.031
Benzina	118.252	117.139	118.554	109.796	100.323	98.796	96.712	95.114	95.491	94.476

**Tabella 53 –ANDAMENTO CONSUMI TOTALI DELLA CARNIA, 2007-2016 (senza cartiere e pompaggio oleodotti)**

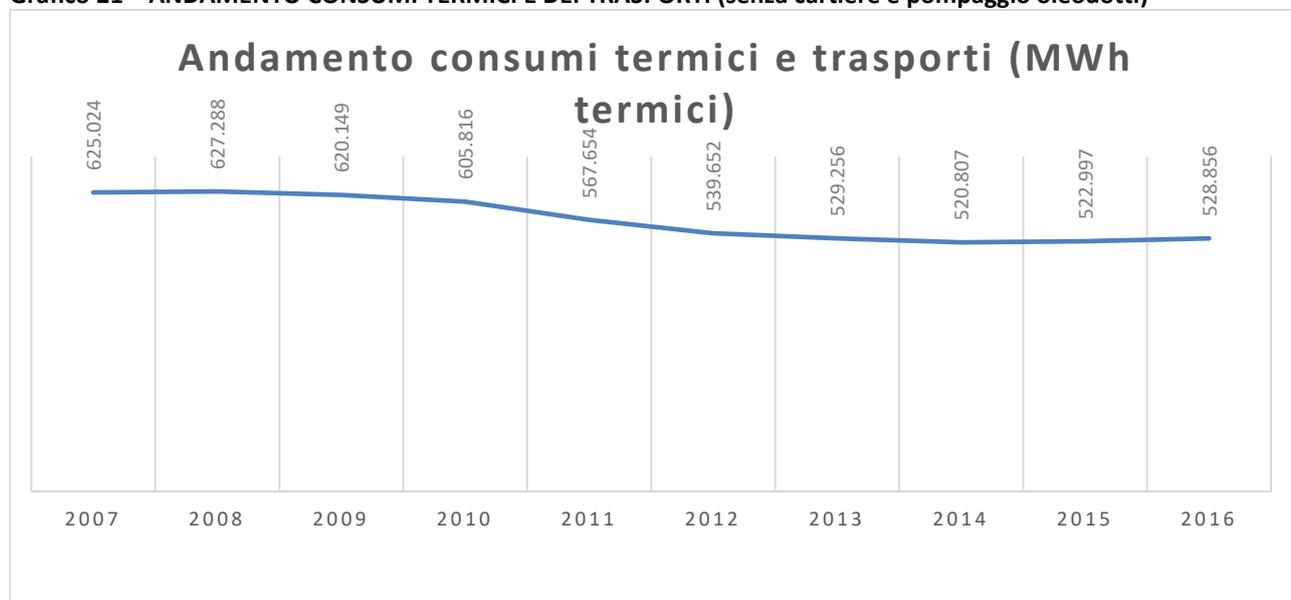
Vettore energetico	Consumi espressi in TEP									
Anno	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
En. elettrica	44.008	42.763	43.092	43.741	44.352	42.076	42.098	41.014	39.491	39.544
Metano	12.600	12.507	12.340	12.812	12.135	12.137	12.128	11.686	11.892	11.681
Gasolio	27.572	27.376	26.877	25.917	24.449	22.375	21.589	21.413	21.513	22.233
GPL	3.410	3.990	3.920	3.929	3.607	3.402	3.482	3.511	3.360	3.443
Benzina	10.170	10.074	10.196	9.442	8.628	8.496	8.317	8.180	8.212	8.125
<b>TOTALE</b>	<b>97.760</b>	<b>96.710</b>	<b>96.425</b>	<b>95.841</b>	<b>93.170</b>	<b>88.486</b>	<b>87.614</b>	<b>85.804</b>	<b>84.469</b>	<b>85.026</b>

L'andamento dei consumi così "depurato" denota una progressiva diminuzione dei consumi, sia considerando solamente i consumi termici (che, come sottolineato, includono anche quelli di carburante dovuto ai trasporti), sia considerando i consumi totali che comprendono anche i consumi elettrici.

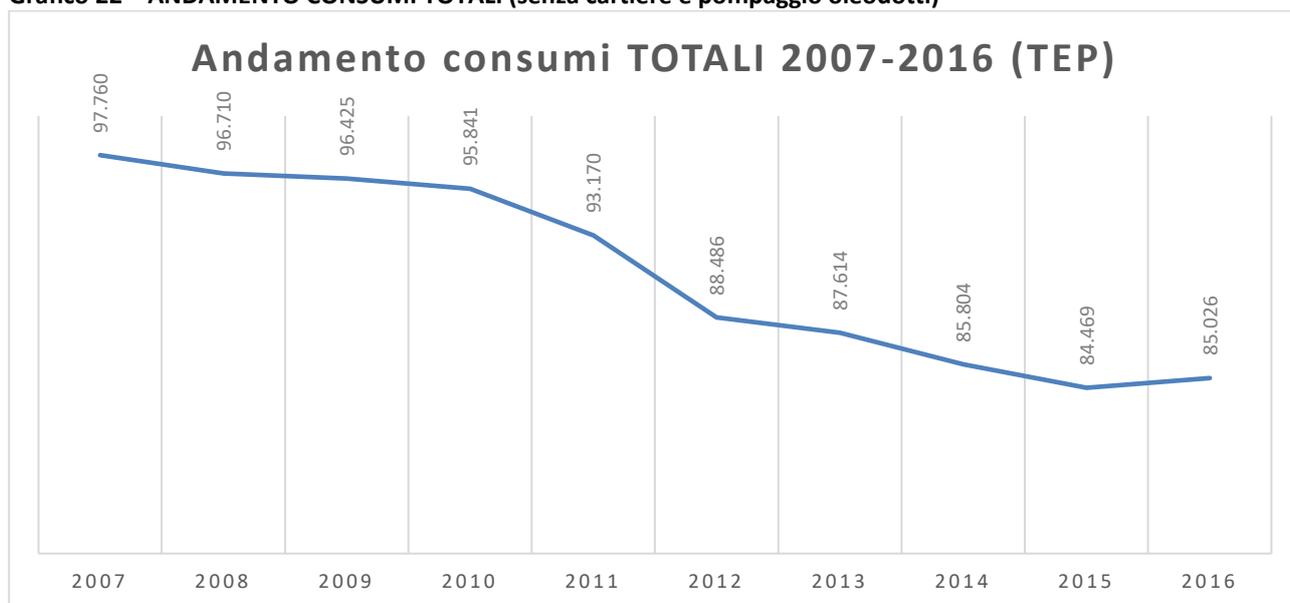
Ciò è sicuramente legato al decremento demografico che ha interessato il territorio carnico nell'intero decennio, com'è già stato sottolineato ampiamente.

Si può comunque evidenziare che nell'ultimo triennio preso in considerazione i valori dei consumi totali sono sostanzialmente costanti, ed anzi si può notare un leggero aumento tra il 2015 e il 2016.

**Grafico 21 – ANDAMENTO CONSUMI TERMICI E DEI TRASPORTI (senza cartiere e pompaggio oleodotti)**



**Grafico 22 – ANDAMENTO CONSUMI TOTALI (senza cartiere e pompaggio oleodotti)**



#### **4.8. PRODUZIONE DI ENERGIA SUL TERRITORIO CARNICO**

##### **4.8.1. Produzione di energia elettrica da fonte fossile tradizionale**

Dall'analisi del territorio risultano presenti impianti per la produzione di energia da fonte tradizionale, di notevole importanza, legati alle cartiere di Ovaro e Tolmezzo: la fonte utilizzata per produrre l'energia elettrica è in entrambi i casi il metano.

I dati forniti dall'Agenzia delle Dogane riportano poi dati di potenza e produzione, di entità molto minore a quelle precedentemente citate, anche nei Comuni di Forni Avoltri, Paluzza e Villa Santina.

Nella tabella seguente i dati che riassumono la situazione, con valori di potenza e produzione per ogni sito.

**Tabella 54 – PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA CONVENZIONALE - 2013**

Siti di produzione di energia da fonte fossile	Vettore energetico	Potenza (kW)	Produzione (kWh)
Tolmezzo	metano	17.148	69.641.097
Ovaro	metano	11.246	43.905.730
Paluzza	metano	960	629.820
Villa Santina	gasolio	260	12.960
Forni Avoltri	gasolio	320	3.840
<b>TOTALE</b>		<b>29.934</b>	<b>114.193.527</b>

#### 4.8.2. Produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici

I dati relativi agli impianti fotovoltaici installati sull'intero territorio dei 28 Comuni sono stati ricavati dal database Atlasole del GSE (Gestore dei Servizi Energetici) che riporta tutti gli impianti che sono stati incentivati tramite i diversi Conto Energia che si sono succeduti negli anni.

Per tutti gli impianti si è considerata una produzione media annua di 1.050 kWh/anno per ogni kWp installato.

**Tabella 55 – NUMERO, POTENZA E PRODUZIONE ANNUA IMPIANTI FOTOVOLTACI**

COMUNE	Numero impianti	Potenza installata (kWp)	Produzione annua (kWh)
AMARO	25	1577,37	1.656.239
AMPEZZO	8	167,77	176.159
ARTA TERME	42	409,72	430.206
CAVAZZO	19	173,20	181.856
CERCIVENTO	2	11,49	12.065
COMEGLIANS	10	67,47	70.848
ENEMONZO	19	193,21	202.866
FORNI AVOLTRI	1	2,75	2.890
FORNI DI SOPRA	19	787,57	826.943
FORNI DI SOTTO	7	145,40	152.670
LAUCO	8	39,76	41.748
OVARO	31	216,20	227.010
PALUZZA	10	1147,10	1.204.459
PAULARO	39	172,87	181.509
PRATO CARNICO	9	51,61	54.191
PREONE	5	16,71	17.546
RAVASCLETTO	4	18,44	19.362
RAVEO	5	129,52	135.996
RIGOLATO	0	0,00	0
SAPPADA	3	14,42	15.145
SAURIS	3	14,10	14.805
SOCCHIEVE	14	53,42	56.086
SUTRIO	7	165,09	173.345
TOLMEZZO	130	2173,99	2.282.684
TREPPA LIGOSULLO	4	31,31	32.876
VERZEGNIS	17	130,92	137.466
VILLA SANTINA	37	248,76	261.200
ZUGLIO	11	92,90	97.540
<b>COMUNI UTI CARNIA</b>	<b>489</b>	<b>8.253</b>	<b>8.665.707</b>

Elaborazione: APE - Agenzia per l'Energia del FVG

Come si può notare dalla Tabella 55, sono distribuiti sul territorio carnico 489 impianti solari fotovoltaici, per una potenza complessiva di 8.253 kW, che danno in totale una produzione annua di oltre 8.600 MWh.

#### 4.8.3. Produzione di energia elettrica da impianti idroelettrici

L'energia idroelettrica è una forma di produzione molto importante per il territorio carnico ed infatti i dati di produzione di energia elettrica da questo tipo di fonte rinnovabile sono mediamente elevati.

Impianti idroelettrici di varia potenza sono presenti in 19 dei 28 Comuni facenti parte del territorio carnico.

Nella Tabella 56 è riportata nel dettaglio la situazione:

**Tabella 56 – NUMERO, POTENZA E PRODUZIONE ANNUA IMPIANTI IDROELETTRICI**

COMUNE	Numero impianti	Potenza installata (kWp)	Produzione annua (kWh)
AMARO	1	4	32.960
AMPEZZO	1	62.100	112.247.752
ARTA TERME	3	640	3.134.628
CAVAZZO	2	172.800	429.120.708
CERCIVENTO	2	1.800	7.231.200
COMeglians	2	1.880	14.163.600
FORNI AVOLTRI	4	1.913	8.610.435
FORNI DI SOPRA	4	727	1.840.000
FORNI DI SOTTO	1	374	1.683.360
OVARO	5	2.427	10.920.393
PALUZZA	5	2.957	16.260.000
PAULARO	4	938	4.219.565
PRATO CARNICO	9	2.499	11.243.610
RIGOLATO	5	7.050	21.115.000
SAURIS	5	1.038	4.669.803
SUTRIO	1	2.576	9.903.158
TOLMEZZO	1	1.606	7.226.190
TREPPLO LIGOSULLO	1	116	521.685
VERZEGNIS	1	880	3.078.390
<b>COMUNI UTI CARNIA</b>	<b>57</b>	<b>264.325</b>	<b>667.223.037</b>

Elaborazione: APE - Agenzia per l'Energia del FVG

Nella tabella è riportato l'elenco di tutti gli impianti idroelettrici del territorio, Comune per Comune, che sono 57, per una potenza complessiva di oltre 264 MW.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche di quelli per i quali sono stati raccolti i dati con maggiore dettaglio.

Gli impianti idroelettrici di dimensioni e produzione più grandi del territorio carnico sono quelli di proprietà della A2A, che nel dettaglio sono:

- *La centrale di Ampezzo*, situata in località Plan del Sac di Ampezzo ed alimentata dal serbatoio stagionale del Lumiei e da parte delle acque dell'Alto Tagliamento e dei suoi affluenti, ha una potenza installata di 62,1 MW.

- La centrale di Somplago, situata sulle sponde nord-ovest del lago di Cavazzo, utilizza la portata scaricata dalla centrale di Ampezzo e parte delle acque del Medio Tagliamento e dei suoi affluenti ed ha una potenza installata pari a 172,8 MW.

Ci sono poi le centrali idroelettriche gestite da *SECAB Società Cooperativa*: i dati relativi a tali impianti sono riassunti nella tabella seguente:

**Tabella 57 – ELENCO IMPIANTI IDROELETTRICI SECAB**

IMPIANTO di	COMUNE	Potenza (kW)	Produzione annua (kWh)
NOIARIS	SUTRIO	2.576	9.826.356
MUSEIS	CERCIVENTO	1.800	7.231.200
ENFRETORS	PALUZZA	2.583	11.565.900
FONTANON	PALUZZA	380	1.796.740
MIELI (DEGANO)	COMEGLIANS	1.880	7.966.800
MIELI (VAGLINA)			6.196.800
<b>TOTALE</b>		<b>10.800</b>	<b>44.583.796</b>

I cinque impianti idroelettrici hanno una potenza installata complessiva di 10,8 MW e generano circa 44.000 MWh annui di energia elettrica, che in parte viene distribuita a circa 5.505 utenze distribuite su un territorio di 170 km<sup>2</sup>.

#### 4.8.4. Produzione di energia elettrica da impianti di cogenerazione a biomasse

Vi è una quota di energia elettrica prodotta da impianti di cogenerazione a biomasse.

Tale produzione è dovuta agli impianti a biomasse di Arta Terme e Sutrio, i cui dati sono riportati nella tabella seguente.

**Tabella 58 – CARATTERISTICHE IMPIANTI A COGENERAZIONE**

IMPIANTO di	Potenza elettrica Turbogen (kWe)	kWhe prodotti (2013)	kWhe venduti (2013)	Produzione annua 2017 (kWe)
ARTA TERME	560	3.424.860	2.607.477	2.343.173
SUTRIO	999	Non attivo	Non attivo	7.200.000

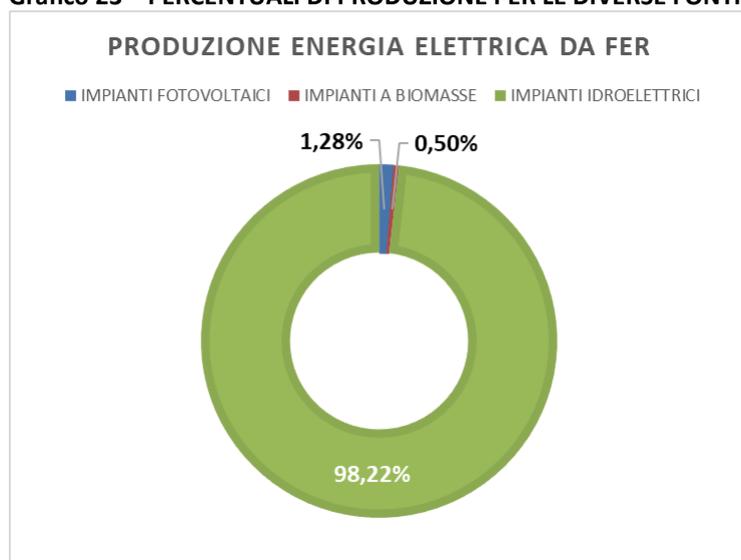
#### 4.8.5. Sintesi dati di produzione di energia elettrica sul territorio

Facendo una sintesi dei dati di produzione di energia elettrica sul territorio, si evidenziano nella tabella e nel grafico seguenti le percentuali di produzione da fonte cosiddetta convenzionale e da fonte rinnovabile.

**Tabella 59 – PRODUZIONE DI ENERGIA DALLE DIVERSE FONTI RINNOVABILI -2013**

Tipo di impianti	Produzione (kWh)	Percentuale (%)
Impianti idroelettrici	667.223.037	98,22%
Impianti fotovoltaici	8.665.707	1,28%
Cogenerazione a biomasse	3.424.860	0,50%
<b>TOTALE</b>	<b>679.313.604</b>	<b>100%</b>

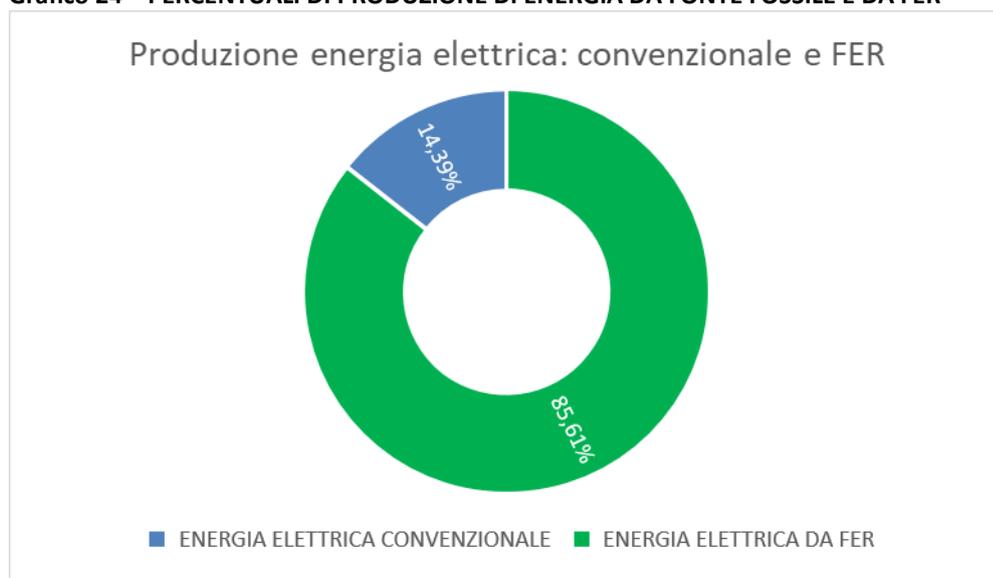
**Grafico 23 – PERCENTUALI DI PRODUZIONE PER LE DIVERSE FONTI RINNOVABILI**



**Tabella 60 – ENERGIA DA FER E DA FONTE CONVENZIONALE**

Percentuali di produzione di energia elettrica (da fonte rinnovabile e non)	Produzione (kWh)	Percentuale (%)
Energia elettrica da FER	679.313.604	85,61%
Energia elettrica da fonte convenzionale	114.193.527	14,39%
<b>TOTALE</b>	<b>793.507.051</b>	

**Grafico 24 – PERCENTUALI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE FOSSILE E DA FER**



#### 4.8.6. Produzione di energia da impianti solari termici

Per valutare il contributo fornito dal solare sulla componente termica, si sono presi in considerazione gli unici dati ufficiali disponibili su base Regionale e poi disaggregati a livello comunale.

L'unica fonte disponibile risulta essere la pubblicazione dell'ENEA (l'Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) sulle detrazioni fiscali, i "RAPPORTI 55%"

Dal 2007 infatti l'accesso alle detrazioni fiscali per l'installazione degli impianti prevede l'invio della documentazione tecnica all'ENEA.

Oltre a questa fonte, si è fatto riferimento ai dati ottenuti sulla base dell'elaborazione dei questionari distribuiti alla popolazione nell'ambito della redazione di PAES (Piani d'Azioni per l'Energia Sostenibile) che è stata portata a termine nel corso degli ultimi anni per diversi Comuni della zona.

**Tabella 61 –PRODUZIONE ANNUA IMPIANTI SOLARI TERMICI**

COMUNE	Numero impianti	Produzione annua (kWh)
AMARO	12	171.200
AMPEZZO	16	136.489
ARTA TERME	31	457.244
CAVAZZO	16	135.679
CERCIVENTO	11	111.297
COMGLIANS	8	111.994
ENEMONZO	19	158.382
FORNI AVOLTRI	9	78.380
FORNI DI SOPRA	18	147.301
FORNI DI SOTTO	11	88.921
LAUCO	12	102.164
OVARO	29	242.167

PALUZZA	32	536.225
PAULARO	38	280.345
PRATO CARNICO	15	122.435
PREONE	4	33.514
RAVASCLETTO	10	106.160
RAVEO	7	57.028
RIGOLATO	8	65.677
SAPPADA	20	167.571
SAURIS	7	59.190
SOCCHIEVE	14	119.192
SUTRIO	19	251.665
TOLMEZZO	154	1.667.350
TREPPA LIGOSULLO	11	91.565
VERZEGNIS	13	176.890
VILLA SANTINA	32	261.898
ZUGLIO	9	120.046
<b>COMUNI CARNIA</b>	<b>587</b>	<b>6.057.969</b>

Come si può notare dalla tabella, i risultati dell'elaborazione ottenuta tramite l'interpolazione dei dati raccolti tramite le varie fonti citate, fanno stimare che siano distribuiti sul territorio carnico 587 impianti solari termici che danno una produzione annua di oltre 6.000 MWh.

#### 4.8.7. Produzione di energia da impianti a biomasse

Per quanto riguarda la raccolta dei dati di produzione degli impianti a biomasse, si è fatto riferimento a diverse fonti: il database Atlasole del GSE (Gestore dei Servizi Energetici), il sistema GIS dell'UTI Carnia, i dati forniti da Esco Montagna.

**Tabella 62 –ELENCO IMPIANTI A BIOMASSE al 2013**

IMPIANTO di:	Potenza termica caldaia biomassa (kW)	Potenza termica caldaia gas/gasolio (kW)	kWh prodotti (2013)	kWh venduti (2013)	kWh (2017)
AMPEZZO	540	207	786.350	654.770	582.010
ARTA TERME	4.500	5.000	19.995.055	5.242.751	9.620.449
FORNI AVOLTRI	230		158.315	108.972	179.792
FORNI DI SOPRA	1.400	-	2.554.000	1.355.000	
LAUCO	300	350	294.412	199.841	182.966
TREPPA CARNICO	540	630	890.370	479.711	479.094
VERZEGNIS	400	440	180.630	134.466	319.143
<b>TOTALE</b>	<b>7.910</b>	<b>6.627</b>	<b>24.859.132</b>	<b>8.175.511</b>	<b>11.363.454</b>

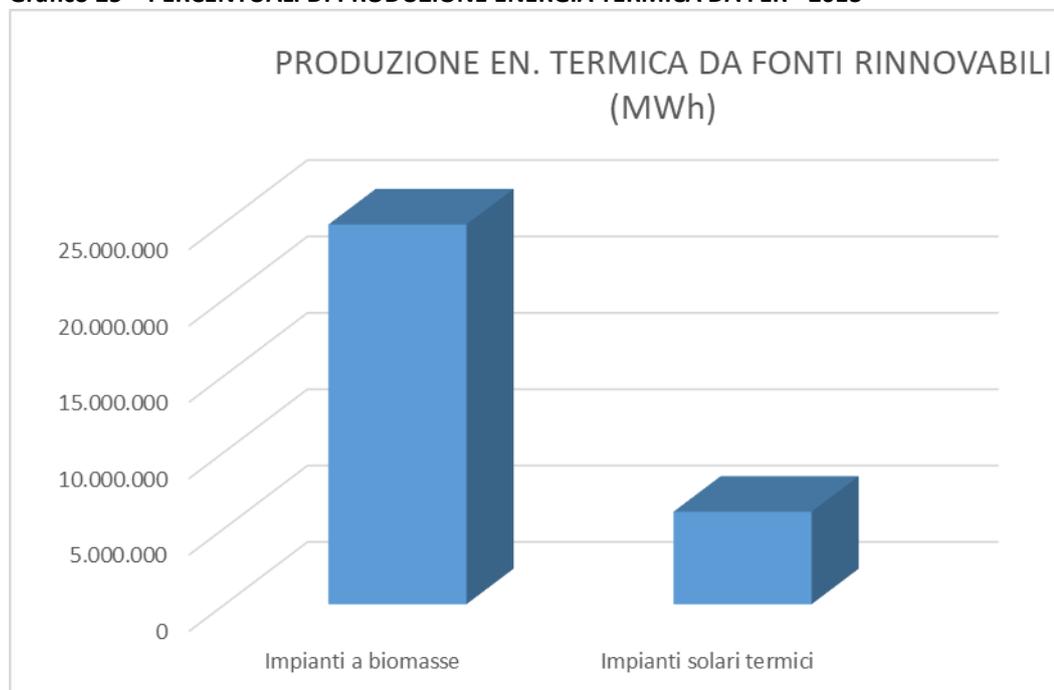
Nella Tabella 62 è riportata la sintesi complessiva degli impianti a biomassa sul territorio attivi nel 2013, in quella successiva sono elencati anche quelli attivati successivamente.

**Tabella 63 – ELENCO IMPIANTI A BIOMASSE al 2017**

IMPIANTO di:	Potenza termica caldaia biomassa (kW)	Potenza termica caldaia gas/gasolio (kW)	kWh prodotti (2013)	kWh venduti (2013)	kWh (2017)
AMPEZZO	540	207	786.350	654.770	582.010
ARTA TERME	4.500	5.000	19.995.055	5.242.751	9.620.449
FORNI AVOLTRI	230		158.315	108.972	179.792
FORNI DI SOPRA	1.400	-	2.554.000	1.355.000	2.554.000
LAUCO	300	350	294.412	199.841	182.966
PRATO CARNICO	557		Non attivo	Non attivo	448.000
SAURIS	812				616.535
SOCCHIEVE	320				270.000
SUTRIO (Comune)	750				812.000
SUTRIO (Servel Mera)	5.000		Non attivo	Non attivo	20.000.000
TREPPA CARNICO	540	630	890.370	479.711	479.094
VERZEGNIS	400	440	180.630	134.466	319.143
<b>TOTALE</b>	<b>15.349</b>	<b>6.627</b>	<b>24.859.132</b>	<b>8.175.511</b>	<b>36.063.989</b>

Nel grafico successivo è visualizzata la ripartizione tra impianti solari termici ed impianti a biomasse sul totale della produzione di energia termica da FER dell'intero territorio carnico.

**Grafico 25 – PERCENTUALI DI PRODUZIONE ENERGIA TERMICA DA FER - 2013**



#### 4.9. BILANCIO ENERGETICO LOCALE: DOMANDA E OFFERTA

La tabella seguente sintetizza il rapporto che esiste tra domanda energetica, data dalla somma di tutti i consumi di energia elettrica e l'offerta energetica, data dalla produzione locale di energia elettrica da fonti rinnovabili e convenzionali.

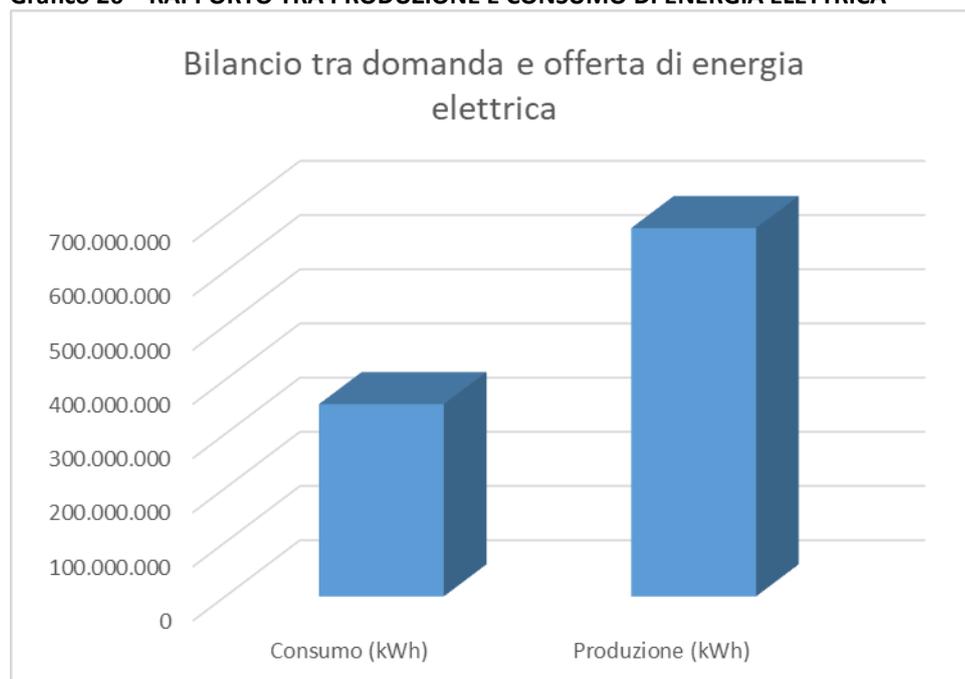
Nel bilancio non si è tenuto conto della produzione e del consumo di energia elettrica che si ha presso i siti delle cartiere di Ovaro e Tolmezzo: l'energia prodotta dagli impianti di cogenerazione viene consumata interamente in quei siti produttivi.

La Tabella 64 ed il Grafico 26 si riferiscono a consumi e produzioni territoriali di energia elettrica.

**Tabella 64 – BILANCIO TRA DOMANDA E OFFERTA ENERGIA ELETTRICA**

BILANCIO DOMANDA/OFFERTA	CONSUMO (kWh)	PRODUZIONE (kWh)	PRODUZIONE IN RAPPORTO A CONSUMO
ENERGIA ELETTRICA	355.068.843	679.313.604	191,3%

**Grafico 26 – RAPPORTO TRA PRODUZIONE E CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA**



Il grafico evidenzia che la produzione di energia elettrica soddisfa abbondantemente il fabbisogno del territorio carnico.

La fonte che in altissima percentuale (oltre il 98% dell'intera produzione, non considerando gli impianti di cogenerazione delle cartiere) contribuisce al dato di produzione di energia elettrica è quella idroelettrica.

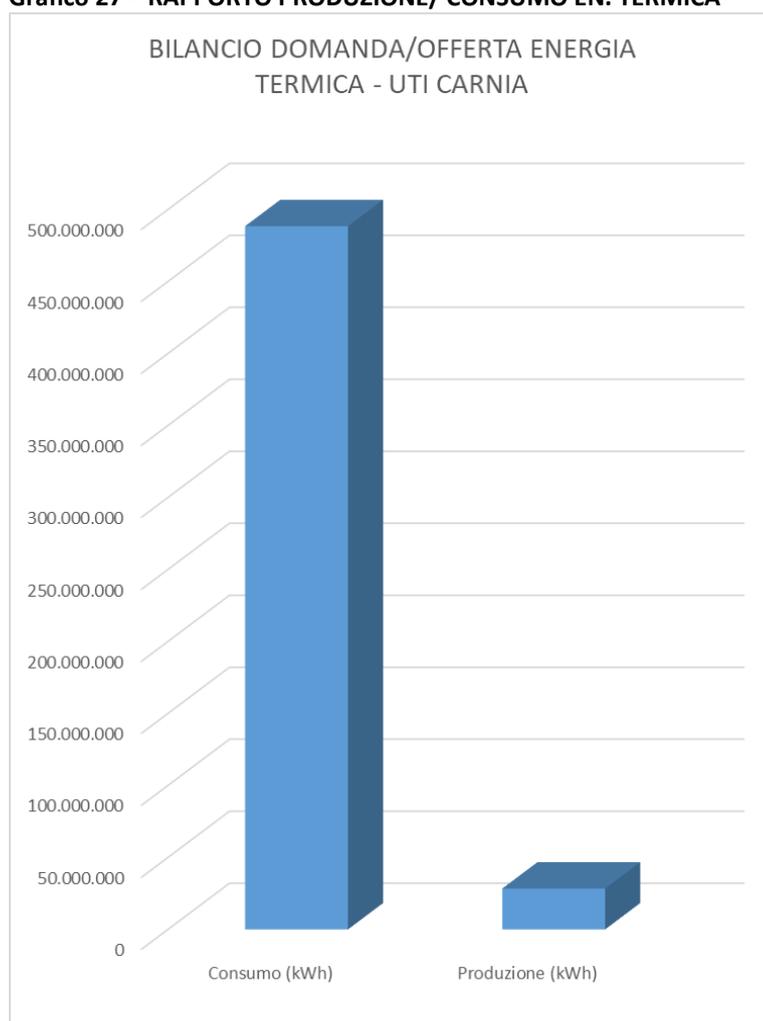
Ciò evidenzia il fatto che la risorsa idroelettrica è ampiamente sfruttata nel territorio carnico, mentre lo sono molto di meno la fonte solare e quella legata agli impianti di cogenerazione.

Passando all'energia termica, la situazione è radicalmente diversa: ricordiamo che nei dati seguenti non sono stati conteggiati i dati di consumo (e pertanto di domanda) relativi al settore dei trasporti.

**Tabella 65 – BILANCIO TRA DOMANDA E OFFERTA ENERGIA TERMICA**

BILANCIO DOMANDA/OFFERTA	CONSUMO	PRODUZIONE	PRODUZIONE IN RAPPORTO A CONSUMO
ENERGIA TERMICA	499.088.567	28.363.101	5,8%

**Grafico 27 – RAPPORTO PRODUZIONE/ CONSUMO EN. TERMICA**



Il grafico evidenzia come, per quanto riguarda l'energia termica utilizzata in modo particolare per il riscaldamento degli edifici del settore residenziale, ma anche di quello terziario (Amministrazioni Comunali comprese), la produzione di energia degli impianti a biomassa e solari termici presenti sul territorio carnico riesce a soddisfare circa il 6 % circa della domanda di energia termica.

#### **4.10. EVIDENZE EMERSE DAI DATI: CRITICITÀ E POTENZIALITÀ**

Ad una prima analisi dei dati raccolti ed elaborati emergono alcune evidenze da tenere in considerazione per la redazione della seconda parte del presente documento.

Innanzitutto, a prima vista emerge la notevolissima incidenza che hanno, su consumi ed emissioni dell'intero territorio carnico, consumi ed emissioni riconducibili alle due cartiere presenti sul territorio.

La loro percentuale sul totale dei consumi ammonta a circa il 35%, mentre sul totale delle emissioni arriva a poco meno del 34%: in pratica un terzo dell'energia consumata in Carnia è dovuta ai consumi delle cartiere. È doveroso sottolineare inoltre che andando ad analizzare il contributo delle singole cartiere emerge la notevole preponderanza dello stabilimento di Tolmezzo, che è responsabile di quasi l'85% dei consumi delle cartiere (e quindi di oltre il 29% dei consumi del territorio).

La maggior parte di questi consumi è riconducibile al vettore energetico gas naturale (metano), caratteristica questa comune agli stabilimenti operanti nel settore cartario: l'industria cartaria infatti è uno dei settori industriali caratterizzato dai maggiori consumi energetici, considerando che è richiesto un fabbisogno simultaneo di potenza elettrica e di calore sotto forma di vapore. Da ciò scaturisce un'attenzione storica di questo settore per gli impianti di cogenerazione che riescono a soddisfare entrambi i fabbisogni.

Appare pertanto evidente quanto sia importante coinvolgere nella stesura del piano questi attori, essendo nel loro interesse cercare di rendere efficiente il loro ciclo produttivo più di quanto non lo sia già: anche tramite una piccola riduzione percentuale di consumi ed emissioni, il beneficio sarà importante per l'intero territorio carnico.

Come già evidenziato nella prima parte, un'altra percentuale di consumi molto consistente (considerando che è riconducibile ad un'unica voce) è quella dovuta alle stazioni di pompaggio dell'Oleodotto Transalpino, che formalmente ricade nei consumi elettrici del settore terziario.

Tali consumi rappresentano il 12,5% dell'intero territorio carnico; parlando solo di energia elettrica, alle stazioni di pompaggio è riconducibile oltre il 36% dei consumi.

In questo caso il nuovo progetto della SIOT (Società Italiana per l'Oleodotto Transalpino), che per pompare il greggio intende produrre energia da fonti fossili, anziché andare nella direzione di una diminuzione delle emissioni, pare andare nella direzione opposta: ma di questo progetto si tratterà in modo più approfondito nell'ultima parte dedicata alle misure attuative.

Fatta questa premessa, di seguito si riporta una panoramica con le considerazioni sui vari settori.

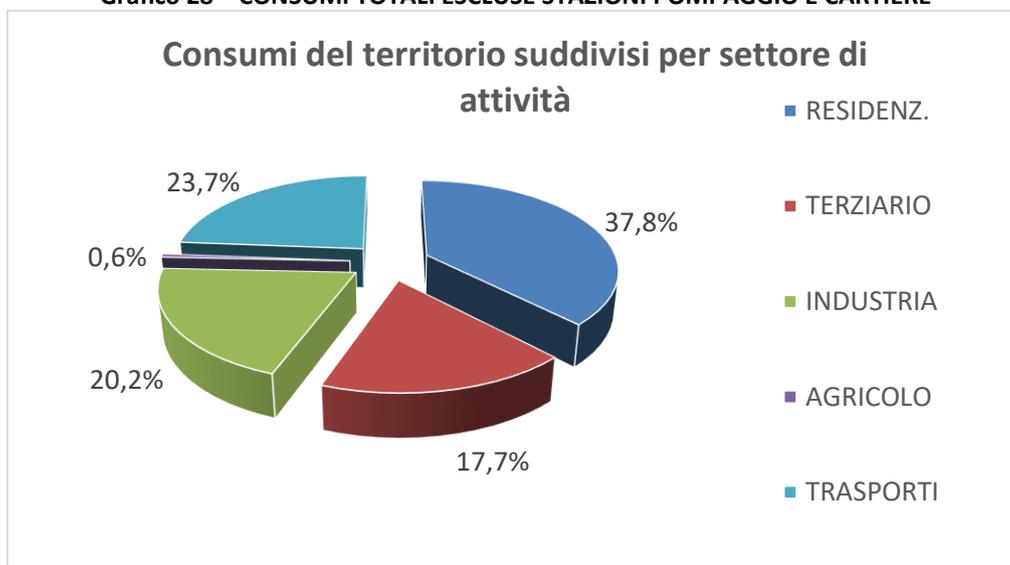
##### **4.10.1. Settore residenziale**

Fatta la dovuta premessa riguardo agli ingenti consumi dovuti a cartiere e stazioni di pompaggio degli oleodotti, una criticità emersa per il territorio carnico è la seguente:

Il settore residenziale risulta strategico come settore di consumo per il territorio carnico: considerando come voci al di fuori dei settori tradizionali quelle citate in premessa, i consumi domestici rappresentano quasi il 38% dei consumi dell'intero territorio.

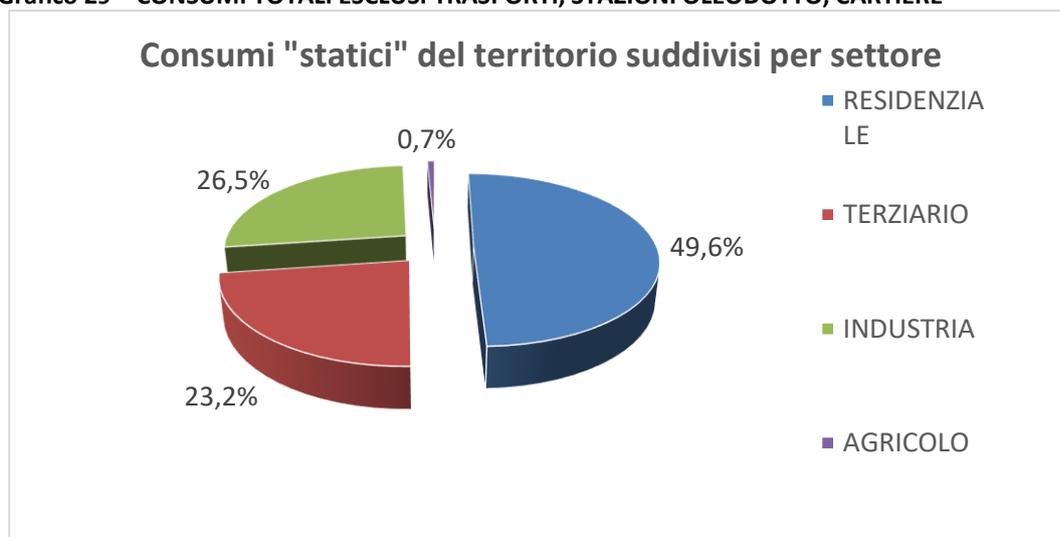
L'analisi dei dati con una suddivisione dei consumi così calcolata (escludendo i consumi riconducibili a cartiere e stazioni di pompaggio) attribuisce pertanto al residenziale il ruolo di settore con i maggiori consumi relativi davanti a industriale, terziario, trasporti e, da ultimo, agricolo.

**Grafico 28 – CONSUMI TOTALI ESCLUSE STAZIONI POMPAGGIO E CARTIERE**



Trattando come settore a sé anche il settore dei trasporti, che rientra in un altro ambito di consumi rispetto ai cosiddetti settori produttivi, emerge che il settore residenziale incide per quasi il 50% sui consumi "statici" del territorio carnico, come evidenziato dal grafico 29.

**Grafico 29 – CONSUMI TOTALI ESCLUSI TRASPORTI, STAZIONI OLEODOTTO, CARTIERE**



- Soffermandoci sempre sulla forte incidenza dei consumi domestici, si può sottolineare il fatto che in 11 dei 28 Comuni considerati al settore residenziale sono imputabili oltre il 50% dei consumi dei

singoli territori comunali, con Comuni per i quali la percentuale sale fino al 65% ed in un caso anche al 78%.

Sempre nell'ambito del settore residenziale, è sicuramente molto evidente la grandissima importanza che rivestono le biomasse legnose nell'ambito dei consumi domestici. Esse, nelle loro varie forme (ciocchi, bricchetti-tronchetti, cippato e pellet) rappresentano quasi la metà (48% circa) dei consumi totali del settore residenziale e, considerando a parte i consumi elettrici, circa il 60% dei consumi termici, ovvero di quelli legati al riscaldamento delle abitazioni e dell'acqua calda sanitaria.

Risulta pertanto fondamentale valorizzare e gestire in modo integrato e sostenibile la preziosa risorsa costituita dalla biomassa locale che solo in parte, finora, è stata utilizzata in impianti a biomasse che alimentano reti di teleriscaldamento.

#### **4.10.2. Settore terziario**

Escludendo i consumi legati alle stazioni di pompaggio dell'Oleodotto Transalpino, ci cui abbiamo parlato in premessa, il settore terziario rappresenta circa il 23% dei consumi totali del territorio, che rappresenta una percentuale decisamente non trascurabile

Si evidenzia inoltre che 11% dei consumi elettrici del settore terziario sono imputabili all'illuminazione pubblica, voce di costo molto importante per tutte le Amministrazioni Comunali: in tale ambito sono stati già effettuati diversi interventi di efficientamento da parte di molte Amministrazioni Comunali, altri sono stati programmati, ma esiste ancora un certo margine per ridurre consumi e di conseguenza costi in tale settore.

#### **4.10.3. Settore industriale**

Per quanto riguarda il settore industriale, escludendo i consumi delle cartiere, esso rappresenta circa il 20% dei consumi totali del territorio.

Si sottolinea il fatto che i consumi del settore industriale sono concentrati per oltre l'87% in quattro Comuni (*Amaro, Ovaro, Tolmezzo e Villa Santina*)

In tale ambito risulterà fondamentale il coinvolgimento delle attività produttive locali, non solo quelle di maggiori dimensioni già citate: senza questo coinvolgimento risulterà impossibile mettere in campo azioni incisive per una significativa riduzione dei consumi e delle emissioni in tale settore.

#### **4.10.4. Settore agricolo**

Settore molto marginale per il territorio carnico: i consumi legati al mondo dell'agricoltura rappresentano solamente lo 0,4% del totale.

#### **4.10.5. Settore dei trasporti**

I consumi di tale settore, per il quale non sono compresi quelli imputabili l'unico tratto autostradale che scorre nel territorio (alcuni km della A23 Palmanova-Tarvisio, nei Comuni di Amaro e Cavazzo Carnico per la precisione), rappresentano circa il 15% dei consumi totali.

Escludendo i consumi delle cartiere e delle stazioni di pompaggio, la loro percentuale sui consumi totali arriva al 28%, percentuale che lo pone al secondo posto, dietro solamente al settore residenziale.

Per la riduzione di tali consumi le Amministrazioni Comunali non possono fare molto, soprattutto perché la gestione del trasporto pubblico non dipende da loro, ma dalla Regione. Tuttavia un piano che comprende un'area vasta e coinvolge tutti i Comuni del territorio può mettere in campo delle azioni a livello comprensoriale che possono incidere molto di più rispetto a ciò che può fare un singolo Comune.

L'incidenza dei carburanti più "puliti" (GPL e metano) è molto bassa, rappresenta circa l'1,5%, mentre la mobilità elettrica non si è ancora sviluppata sul territorio. Su questo fronte, ancor più negli altri settori, progettare azioni condivise tra i diversi Comuni può risultare decisivo.

Per quanto riguarda i mezzi elettrici, il territorio non è particolarmente adatto a questo tipo di mobilità: le Amministrazioni Comunali, perlomeno quelle situate nelle zone di fondovalle (e quindi con meno dislivelli da percorrere) possono rivestire comunque, anche e soprattutto in questo ambito, un ruolo di precursori anche tramite l'utilizzo dei contributi regionali messi a disposizione per l'acquisto di mezzi e l'installazione di colonnine elettriche riservati ai Comuni.

Per quanto riguarda la mobilità ciclabile, si farà riferimento allo studio effettuato, sempre nell'ambito di questo progetto riguardante il territorio carnico, nell'ambito di un altro piano di settore.

#### **4.10.6. Produzione di energia elettrica**

La produzione di energia elettrica è superiore al fabbisogno elettrico del territorio carnico: impianti idroelettrici, fotovoltaici e di cogenerazione nel corso di un anno producono quasi il doppio dell'energia che si consuma sul territorio.

Dallo studio è emersa chiaramente, com'era d'altronde prevedibile, la notevole importanza della risorsa idrica per la produzione di energia: gli impianti idroelettrici rappresentano circa l'82% della produzione complessiva di energia elettrica del territorio carnico (compresa quella prodotta da fonti fossili tradizionali) ed oltre il 98% circa dell'energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile.

Oltre che molto rilevante in termini assoluti, è importante sottolineare che la risorsa idroelettrica è ampiamente diffusa su tutto il territorio: in 19 dei 28 territori comunali sono attivi impianti idroelettrici.

#### **4.10.7. Produzione di energia termica**

Dal punto di vista dell'energia termica la situazione non è così positiva: la produzione (impianti a biomassa e solari termici) soddisfa solamente il 6% del fabbisogno territoriale;

In tale ambito la risorsa nettamente più importante è la biomassa: sono stati attivati nel corso dell'ultimo decennio impianti a biomassa che alimentano reti di teleriscaldamento in diversi Comuni.

#### **4.10.8. La risorsa della biomassa locale**

La risorsa biomassa viene utilizzata capillarmente in tutti i Comuni del territorio carnico: rappresenta, come già sottolineato, circa il 60% dei consumi termici del residenziale e quasi il 30% dei consumi termici totali dell'intero territorio. È una risorsa di fondamentale importanza per il territorio e le modalità del suo utilizzo vanno condivise non solo tramite un piano che coinvolga tutte le Amministrazioni Comunali (come il presente), ma anche dai diversi attori di tale ambito, alcuni dei quali attivi già da diverso tempo. L'installazione di altre reti di teleriscaldamento e l'ampliamento di quelle esistenti sarebbe fondamentale per ridurre l'inquinamento atmosferico, essendo tali impianti centralizzati, molto più sicuri e meno inquinanti di singole stufe e caminetti domestici (sono diffusissimi sul territorio carnico i caratteristici "spolert")

Sono stati elaborati i dati sulla disponibilità di biomassa legnosa nei Comuni della Carnia: si è fatto riferimento allo studio redatto dalla Comunità Montana della Carnia - *"Le fonti energetiche rinnovabili in Carnia: disponibilità e applicazioni tecnologiche"*. Lo studio fa riferimento a sua volta ad altri studi finalizzati ad una valutazione puntuale della biomassa forestale a fini energetici.

Nella Tabella 66 sono riportati i dati della disponibilità della biomassa ricavati elaborando quelli disponibili nello studio redatto dalla Comunità Montana: per comprendere il loro significato è necessario spiegare alcuni concetti.

Lo studio premette che sono state escluse ai fini della stima della biomassa disponibile ai fini energetici le foreste con funzione "protettiva" (sulle quali non è possibile prevedere interventi di alcuna natura secondo i criteri della gestione selvinaturalistica), che si distinguono da quelle con funzione "produttiva". Tra queste ultime è stata fatta un'ulteriore distinzione, sulla base della "predisposizione di una superficie forestale alla produzione delle biomasse", in due categorie:

- *"esclusivo"*, tipico di superfici forestali caratterizzate da materiale legnoso con caratteristiche tecnologiche scadenti e quindi utilizzabili solamente per la produzione di biomassa.
- *"complementare"*, tipico di formazioni forestali dove l'intervento ordinario è economicamente vantaggioso e le biomasse sono il materiale secondario di risulta dal cantiere forestale.

Il termine *"servita"* indica la biomassa che si trova entro 200 metri di dislivello dalla strada sia verso valle che verso monte, ed entro 400 metri lineari dall'asse. Si tratta di un calcolo effettuato su un buffer tridimensionale ricalcolato ogni 20 metri di strada; sono state escluse le aree non coperte da bosco adiacenti le strade.

(Da *"Le fonti energetiche rinnovabili in Carnia: disponibilità e applicazioni tecnologiche"*)

**Tabella 66 – DISPONIBILITA' BIOMASSA COMUNI DELLA CARNIA**

	ESCLUSIVA SERVITA		COMPLEMENTARE SERVITA		TOTALE SERVITA	
	<i>Quantità (t)</i>	<i>Area (ettari)</i>	<i>Quantità (t)</i>	<i>Area (ettari)</i>	<i>Quantità (t)</i>	<i>Area (ettari)</i>
AMARO	2288,2	257,1	932,3	206,4	3220,5	463,5
AMPEZZO	19796,9	1810,2	25779,1	3621,0	45576,0	5431,2
ARTA TERME	8591,9	1022,5	4988,4	1022,8	13580,4	2045,3
CAVAZZO CARNICO	3192,2	485,7	1919,6	485,9	5111,8	971,6
CERCIVENTO	4101,8	560,3	3544,9	560,3	7646,7	1120,7
COMEGLIANS	5468,6	718,9	4492,9	719,0	9961,5	1437,9
ENEMONZO	2795,1	427,6	2839,7	855,3	5634,8	1282,8
FORNI AVOLTRI	19208,6	1753,9	16791,8	1754,1	36000,4	3507,9
FORNI DI SOPRA	7984,9	968,6	12744,0	1963,2	20728,9	2931,8
FORNI DI SOTTO	11399,8	1161,1	14381,5	2322,4	25781,4	3483,5
LAUCO	9846,6	1085,0	4887,7	1085,2	14734,3	2170,2
OVARO	10782,1	1252,2	12916,2	2230,4	23698,3	3482,6
PALUZZA	11833,4	1374,5	9604,7	1368,7	21438,1	2743,1
PAULARO	19274,7	1879,5	15743,1	1880,3	35017,8	3759,8
PRATO CARNICO	20521,7	2015,3	16046,8	2015,9	36568,5	4031,1
PREONE	6089,9	567,3	5149,6	1134,7	11239,5	1701,9
RAVASCLETTO	17783,6	1900,5	4571,0	766,0	22354,6	2666,5
RAVEO	3724,3	453,1	2505,8	650,4	6230,1	1103,5
RIGOLATO	17334,6	1734,8	11803,5	1328,0	29138,1	3062,8
SAURIS	7879,7	820,7	11541,1	1642,1	19420,8	2462,9
SOCCHIEVE	12398,8	1303,2	10982,1	2435,8	23380,9	3739,0
SUTRIO	5980,1	710,0	4394,2	710,0	10374,3	1420,1
TOLMEZZO	12903,3	1417,1	6490,6	1418,4	19393,8	2835,6
TREPO LIGOSULLO	11930,0	1196,9	10150,6	1197,3	22080,7	2394,2
VERZEGNIS	8277,1	860,2	8245,3	1756,3	16522,5	2616,5
VILLA SANTINA	1515,2	209,7	894,6	209,8	2409,8	419,5
ZUGLIO	5186,6	585,4	3521,0	585,5	8707,6	1170,9
<b>TOTALE CARNIA</b>	<b>268.090</b>	<b>28.531</b>	<b>227.862</b>	<b>35.925</b>	<b>495.952</b>	<b>64.456</b>

---

## **SECONDA PARTE**

---

# **SCENARI E MISURE ATTUATIVE DEL PIANO**

---

## 5. PIANO ENERGETICO

---

Conclusa l'analisi di consumi ed emissioni sul territorio carnico ed evidenziate le diverse criticità emerse, in questa seconda parte si passa all'individuazione delle strategie da adottare per raggiungere l'obiettivo di rendere la Carnia più efficiente e sostenibile dal punto di vista energetico ed ambientale.

In questo capitolo sono illustrati gli strumenti utilizzati per la modellazione degli scenari, le motivazioni che hanno portato alla scelta di tali strumenti e il percorso che ha portato all'individuazione del tipo e del numero di dati da inserire.

Il tema dei cambiamenti climatici, e con esso la consapevolezza della limitatezza delle fonti fossili su cui ancora si basa buona parte della produzione energetica, ha assunto sempre maggiore importanza ed è percepito a livello globale, come già sottolineato in precedenza. La necessità di intervenire in modo urgente è ormai sensibilità comune e sono state sviluppate diverse iniziative per affrontare tali problematiche energetico-ambientali, elencate e descritte nella prima parte del documento.

È opinione condivisa a livello generale che intervenire a livello locale sia la migliore soluzione per contrastare il problema delle emissioni di gas clima-alteranti, in quanto consente di implementare delle misure d'intervento efficienti, proprio perché modellate sulle caratteristiche proprie del territorio.

In tale contesto si colloca il Piano Energetico della Carnia.

La finalità dei piani energetici è tracciare la strada da intraprendere per migliorare l'efficienza energetica di un territorio e renderlo il più possibile sostenibile per l'ambiente limitando le emissioni e scegliendo opportunamente le fonti energetiche. Le azioni e i supporti politici vanno valutati nello specifico contesto per poter attuare le misure più efficaci per perseguire tale scopo. Per verificare il potenziale delle strategie da attuare è necessario effettuare un'analisi delle diverse possibilità e fornire alle amministrazioni gli strumenti necessari per poter confrontare costi e benefici dei diversi interventi.

A tal fine è stata ritenuta importante la creazione di un modello energetico per la Carnia.

### **5.1. SCELTA DEL SOFTWARE**

Per la creazione di tale modello si è scelto di utilizzare il software LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System), sviluppato dall'Istituto per l'ambiente di Stoccolma (SEI – Stockholm Environment Institute): uno strumento di modellazione integrato nel quale è possibile creare, analizzare, valutare e confrontare diversi scenari di trasformazione energetica per i diversi settori coinvolti nel processo di trasformazione.

Tale strumento è risultato essere uno dei software più efficaci per implementare le politiche di pianificazione energetica e per valutare la mitigazione dei cambiamenti climatici alle diverse scale (città, regioni e nazioni), in quanto tramite il suo supporto è possibile esaminare gli scenari secondo gli impatti delle caratteristiche tecniche, ambientali e sociali di un numero esteso di tecnologie energetiche (esistenti, migliori pratiche attuali e dispositivi di nuova generazione).

La modellazione in LEAP richiede un numero ristretto di dati iniziali e ha un database tecnologico ed ambientale integrato per la valutazione della mitigazione dei gas serra. La minor richiesta di dati, rispetto ad altri software, è uno dei vantaggi di LEAP, in quanto alla scala urbana le informazioni necessarie per la modellazione dell'intero sistema energetico sono comunque molto elevate ed è perciò indispensabile snellire questa procedura, riassumendo in modo semplificato l'area in esame.

LEAP consente di affrontare la questione energetico-ambientale in modo semplice, attraverso una valutazione non solo energetica ma anche economica, allo scopo di capire come intervenire e consentire alle amministrazioni di prevedere misure di incentivazione per attivare gli interventi più efficienti.

Tramite la creazione dei modelli energetici è possibile descrivere i futuri percorsi e fornire ai decisori politici una visione dell'impatto delle diverse politiche che possono essere attuate. LEAP consente perciò di ottenere delle risposte alle domande chiave sul futuro energetico dell'area che si andrà ad esaminare, che sia un paese o un'intera regione, fornendo ai decisori politici una visione dell'impatto del sistema rispetto al perseguimento di tali percorsi, presentando parametri di costo ed emissioni per ogni scenario, identificando il potenziale beneficio prodotto da misure di efficientamento.

I risultati della modellazione sono mostrati attraverso diverse tipologie di rappresentazioni come grafici, tabelle e mappe, per rendere l'impatto degli interventi programmati più facilmente comprensibile attraverso tali visualizzazioni.

La creazione del modello si compone di diverse fasi: definizione dello stato di fatto, che permette di identificare il punto di partenza dell'area in esame, la successiva introduzione delle misure di trasformazione da confrontare o combinare, con riferimento a quanto consigliato dalla Commissione Europea per la riduzione della pressione ambientale, ed infine la valutazione economica necessaria per poter decidere le migliori strategie da perseguire.

Il software LEAP, inoltre, incorpora al suo interno una funzione di ottimizzazione chiamata Open Source Energy Modeling System (OSeMOSYS), funzione che permette l'identificazione delle strategie ottimali nei sistemi energetici complessi, come possono essere quelli a larga scala, per la pianificazione energetica a lungo termine. In questo modo è possibile identificare in maniera più semplice le misure di adattamento e mitigazione con il miglior rapporto costi-benefici.

LEAP è stato utilizzato per calcolare la domanda energetica e le emissioni di gas serra per i diversi settori di consumo (residenziale, terziario, industriale, trasporti) della Carnia, la cui area comprende 28 Comuni e annovera circa 38.000 abitanti. Dato il numero consistente di Comuni e di abitanti coinvolti, è ancora più evidente la necessità di utilizzare un software per sviluppare dei piani energetici. La relativamente bassa richiesta di dati iniziali, propria di LEAP, si adatta allo sviluppo della modellazione del caso in esame, in quanto non è stato possibile ricavare dei dati molto approfonditi su tutti i settori produttivi e i vettori energetici.

Il LEAP-UTI Carnia è un modello che simula la pianificazione a medio e lungo termine, dal 2013 fino al 2050, prendendo il 2013 come anno di riferimento, ossia l'anno base per il reperimento dei dati che renderanno possibile la valutazione per la verifica del raggiungimento degli obiettivi. La valutazione non riguarderà soltanto il raggiungimento degli obiettivi al 2050, ma permetterà il monitoraggio, anno per anno, degli effetti reali delle politiche intraprese rispetto a quanto previsto dal modello riuscendo così ad analizzare in corso d'opera eventuali misure correttive per riuscire a centrare gli obiettivi finali.

Gli scenari proposti a medio e lungo termine sono progettati seguendo le misure dettate dalla direttiva europea per il raggiungimento di un'economia a basse o zero emissioni di carbonio entro il 2050.

In conclusione si può quindi dire che l'utilizzo del software LEAP risulta essere una scelta indispensabile per poter condurre delle analisi a medio e lungo termine, poiché consente di creare una visione completa sul sistema energetico urbano e di analizzare tale sistema in modo più approfondito rispetto a ciò che si potrebbe fare tramite altre metodologie o altri software: essi richiederebbero una quantità di dati maggiori, aumentando anche il grado di difficoltà, il numero di risorse impiegate, i costi e le possibili ripercussioni sul risultato finale.

Inoltre grazie all'integrazione della valutazione economica è possibile ad esempio identificare lo scenario che ottimizza i costi con la riduzione delle emissioni o riconoscere i benefici economici e non solo i costi necessari all'implementazione degli interventi, facendo sì che le Amministrazioni pubbliche possano effettuare una valutazione che non consideri solo i costi d'investimento iniziali ma anche i possibili effetti positivi generati dal progetto.

## **5.2. CREAZIONE DEL MODELLO**

Per la realizzazione del modello inizialmente sono stati utilizzati tutti i dati raccolti per la redazione del bilancio energetico, partendo dal 2013 e stimando gli andamenti con i consumi reperiti fino al 2016 – 2017, andando così a creare un modello riferito ai diversi Comuni con i consumi variabili nel tempo. Il risultato così ottenuto però risultava poco attendibile non avendo uno storico sufficiente per poter delineare un andamento non influenzato da picchi o particolarità di anni specifici. La realizzazione di un modello suddiviso per singoli comuni risulta inoltre inadatto per il tipo di analisi globale a cui punta il piano energetico della Carnia perseguito dall'UTI Carnia: infatti per quanto riguarda il settore residenziale risulterebbe giustificabile e percorribile uno studio a livello comunale. Andando però a comprendere anche i settori produttivi, i servizi ed i trasporti, una suddivisione comunale di consumi e dei fattori economico – ambientali risulta poco significativa. Basti pensare alle realtà delle cartiere, responsabili di una buona fetta dei consumi energetici, che chiaramente influenzano un'area ben superiore al solo Comune d'insediamento, oppure agli spostamenti per lavoro che richiedono il passaggio quotidiano di molte persone da un Comune all'altro.

Si è quindi realizzato un nuovo modello riducendo al minimo il numero di variabili: i dati di consumo e di produzione sono stati calcolati come valori medi pro-capite per l'intera area della Carnia. In questo tipo di modello risultano immediatamente leggibili gli effetti dei diversi interventi: per ottenere le indicazioni

quantitative riguardanti i costi e l'energia risparmiata nei diversi scenari sarà sufficiente moltiplicare i risultati del modello per il numero di persone coinvolte (l'intera Carnia piuttosto che il singolo Comune).

Oltre al modello pro-capite, si è comunque ritenuto necessario svilupparne altri due: uno in cui l'analisi è stata effettuata considerando costante la popolazione nel territorio carnico fino al 2050, senza variazioni del numero di residenti nel corso degli anni, e uno in cui si è stata considerata la variazione futura della popolazione nel territorio. In quest'ultimo modello, per prevedere l'andamento futuro, sono stati utilizzati i dati sulla popolazione per ogni comune carnico a partire dal 1991.

Il modello a popolazione costante ha messo in luce i costi totali che sarebbero necessari per l'implementazione degli scenari di efficienza energetica, mentre il modello in cui è stato inserito l'andamento della popolazione ha permesso la valutazione di un più ampio numero di aspetti, non solamente di natura strettamente economica, che vanno a modificare gli equilibri della Carnia.

### **5.3. STRUTTURA DEL MODELLO**

Grazie al software LEAP è possibile modellare l'intero sistema energetico: nel modello viene inserita sia la domanda energetica (Demand) che la generazione e trasformazione (Transformation). All'interno di questi ambienti sono state creati i diversi settori e tecnologie utilizzate, per ciascuno dei quali sono state definiti consumi energetici, costi ed emissioni.

La domanda è stata suddivisa nei seguenti settori:

- residenziale (elettrico, riscaldamento ed altri consumi termici);
- industria manifatturiera (termico ed elettrico);
- cartiere;
- agricolo;
- terziario;
- illuminazione pubblica;
- trasporti;
- stazioni di pompaggio (elettrico).

Per questi settori, le principali tecnologie inserite nel software sono elencate qui di seguito.

Per la generazione di calore, oltre che alle caldaie domestiche a metano, GPL, gasolio, legna e olio combustibile e ai cogeneratori a metano delle cartiere, è stato considerato il teleriscaldamento a legno-cippato (per l'installazione di potenza aggiuntiva rispetto a quella già in funzione è stata considerata una taglia media da 500kW) per la generazione elettrica sono state considerate le centrali idroelettriche ed i pannelli fotovoltaici, infine per la produzione combinata di calore ed energia elettrica sono stati considerati cogeneratori a biomassa.

Per l'illuminazione pubblica sono state inserite due tipologie di tecnologia: illuminazione tradizionale (SAP) e illuminazione LED.

Per il settore dei trasporti si è fatto riferimento ai mezzi leggeri alimentati a gasolio, benzina, GPL, metano, ibrido ed elettrico.

Si è quindi creato un primo scenario Reference (BAU – Business As Usual) che rappresenta lo stato di fatto, dove i trend proseguono in assenza di nuove misure di contenimento dei consumi e delle emissioni. Lo scenario Reference rappresenta un punto di riferimento rispetto al quale è possibile individuare delle azioni più ambiziose per la creazione degli altri scenari, che dovranno contenere misure di efficientamento selezionate sulla base delle direttive dell'Unione Europea e poi calate a livello locale sulla realtà specifica territorio carnico.

A partire dallo scenario Reference sono stati pertanto sviluppati due scenari che rappresentano due ipotetiche situazioni per il futuro energetico della Carnia, uno denominato "Fossil Free" ed uno intermedio. Lo scenario Fossil Free persegue degli obiettivi ambiziosi, che tramite misure di efficientamento incisive puntano a rendere concreto l'ottenimento di un'economia a zero emissioni di carbonio entro il 2050. Lo scenario intermedio è stato creato tramite l'individuazione di misure volte a contenere consumi ed emissioni, ma non tali da rendere il territorio carnico a zero emissioni di carbonio (non ricorrendo pertanto ad alcuna fonte fossile per tutti i settori di consumo).

Di seguito sono descritti gli interventi ipotizzati per i due scenari.

#### **Scenario Intermedio:**

- *Illuminazione pubblica:* 50% LED nel 2025, 100% LED nel 2050;
- *Residenziale:* nel 2050 impianti a metano costanti ma aumento della loro efficienza, copertura del 30% dalla rete di teleriscaldamento e rimanente stufe a biomassa;
- *Terziario:* nel 2050 25% caldaie a metano 75% allacciati alla rete di teleriscaldamento;
- *Trasporti:* nel 2050 65% dei mezzi di trasporto sarà ibrido e 35% di tipo elettrico;
- *Cartiera:* la cartiera di Tolmezzo ha in programma, per la fine del 2021, di rendere operativa una nuova centrale di cogenerazione che permetterà di ridurre i consumi di metano del 25% ed azzerare l'acquisto di energia elettrica dalla rete.

#### **Scenario Fossil Free:**

- *Illuminazione pubblica:* 50% LED nel 2025, 100% LED nel 2050;
- *Residenziale:* rete di teleriscaldamento estesa al 40% degli edifici, il restante 60% con stufe a biomassa, efficientamento dell'involucro di tutti gli edifici;
- *Terziario:* nel 2050 25% caldaie a metano 75% allacciati alla rete di teleriscaldamento;
- *Trasporti:* nel 2050 il 100% delle automobili sarà di tipo elettrico;
- *Cartiera:* la cartiera di Tolmezzo ha in programma, per la fine del 2021, di rendere operativa una nuova centrale di cogenerazione che permetterà di ridurre i consumi di metano del 25% ed azzerare l'acquisto di energia elettrica dalla rete.

Oltre agli scenari BAU, intermedio e fossil free, sono state estrapolate delle singole misure di efficientamento per i diversi settori, la cui individuazione è stata fatta per poter valutare il loro specifico impatto in termini di consumi ed emissioni.

- *Illuminazione pubblica*: si prevede il raggiungimento del 100% dell'illuminazione pubblica a LED (50% nel 2025, 100% nel 2050);
- *Residenziale riqualificazione involucro*: efficientamento degli involucri delle abitazioni domestiche, lasciando immutati i sistemi di generazione;
- *Residenziale teleriscaldamento*: si prevedono reti di teleriscaldamento estese al 40% degli edifici, per il restante 60% delle abitazioni il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua sanitaria verrà coperto tramite il funzionamento di nuove stufe a biomassa ad alta efficienza;
- *Residenziale biomasse*: per il riscaldamento del settore domestico si prevede il passaggio dalle poco efficienti caldaie ad olio combustibile, GPL, gasolio e dalle vecchie stufe a legna a nuove stufe a biomassa ad alta efficienza (restano invariate le abitazioni servite da teleriscaldamento e metano);
- *Terziario teleriscaldamento*: si prevede nel 2050 il 100% del settore terziario servito dal teleriscaldamento, in particolare si prevede l'azzeramento nel 2020 dei generatori a olio combustibile, nel 2030 a gasolio e GPL, nel 2050 a metano e biomassa;
- *Trasporti*: si prevede che nel 2050 il 65% dei mezzi di trasporto sarà di tipo ibrido e il 35% di tipo elettrico;
- *Cartiere*: la cartiera di Tolmezzo ha in programma, entro la fine del 2021, di rendere operativa una nuova centrale di cogenerazione che permetterà di ridurre i consumi di metano del 25% ed azzerare l'acquisto di energia elettrica dalla rete.

---

## 6. SCENARI

---

L'obiettivo del presente documento è quello di sviluppare una modellizzazione del territorio della Carnia dal punto di vista energetico: esso contiene le informazioni necessarie per sviluppare un'analisi di area vasta che coinvolge i comuni del territorio carnico.

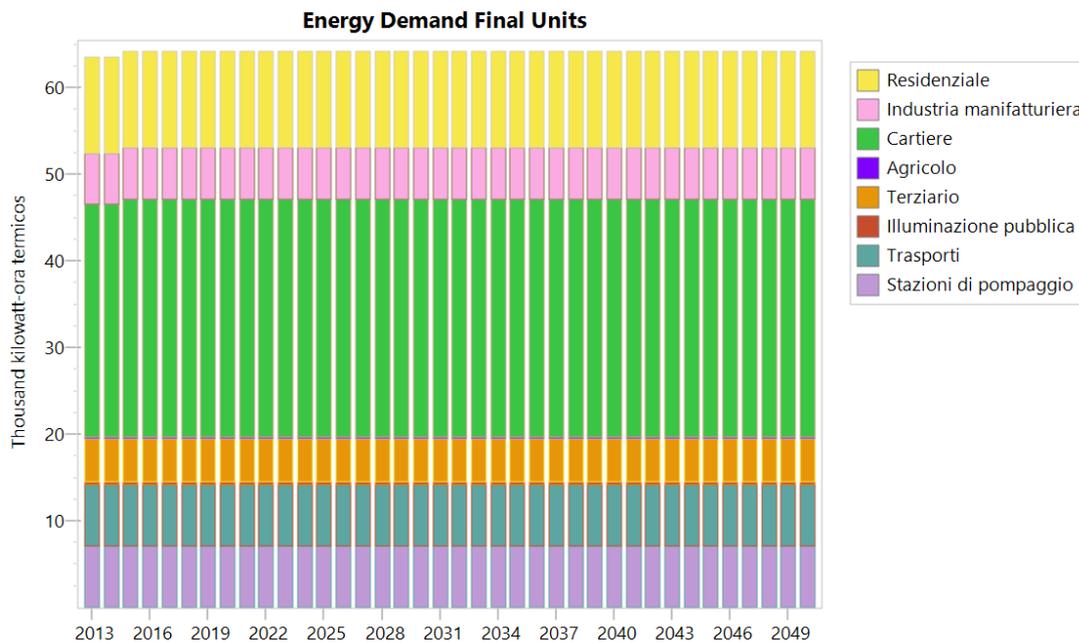
Le misure di efficienza energetica rivestono un ruolo fondamentale nella mitigazione dei cambiamenti climatici, con effetti positivi anche sulla sicurezza dell'approvvigionamento energetico, l'aumento della competitività delle imprese e il miglioramento del benessere dei cittadini. L'Unione Europea negli ultimi anni si è impegnata a perseguire politiche incentrate sulla riduzione della domanda energetica e sull'aumento dell'efficienza di edifici, impianti e mezzi e di tutto ciò che comporti un consumo di energia e la conseguente produzione di gas climalteranti. Per raggiungere gli obiettivi di mitigazione definiti dalla UE è pertanto necessario operare attraverso misure che prevedano una migliore gestione della domanda energetica ed un processo di decarbonizzazione per tutti i settori.

Il primo passo per identificare dove e come intervenire consiste nell'individuare i principali consumi del territorio: questo fondamentale step è stato portato a termine nella prima fase del piano.

Il bilancio energetico ha messo in evidenza che i maggiori consumi energetici sono associati a tre settori principali, ovvero industria, trasporti ed edifici: la situazione registrata in Carnia rispecchia quella che si ha a

livello nazionale ed europeo, dove infatti l'industria risulta il settore più energivoro. Tuttavia, in Carnia, la domanda di energia per l'intero settore industriale costituisce più del 50% dei consumi totali di energia, la quale risulta molto più elevata rispetto alla media europea che si assesta intorno al 36% dei consumi totali. Nel territorio in esame, la maggior parte dei consumi è dovuta al settore industriale che comprende essenzialmente l'industria manifatturiera e le cartiere, come illustrato in figura 1. La grande percentuale dei consumi delle cartiere è legata quasi esclusivamente all'ingente quantità di metano richiesta nei loro processi produttivi, in particolare dello stabilimento di Tolmezzo.

**Figura 3 - CONSUMI ENERGETICI PRO CAPITE PER SETTORE**



Analizziamo ora la situazione illustrata per i due scenari proposti (intermedio e fossil free), considerando nel dettaglio i singoli settori individuati come maggiori responsabili dei consumi del territorio.

### 6.1. EDIFICI

Gli edifici rivestono un ruolo molto significativo nella sfida per la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra. Buona parte degli edifici presenti nel territorio italiano sono stati realizzati prima dell'entrata in vigore di qualsiasi normativa di efficienza energetica, vale a dire prima del 1976, e perciò presentano elevati consumi, dovuti a tecniche costruttive ormai superate, che originavano strutture con mediocre isolamento termico.

Le basse prestazioni energetiche di tali edifici sono dovute per lo più ad elevate trasmissioni termiche dell'intero involucro edilizio (pareti, copertura, finestre), associate alla presenza di obsoleti sistemi di riscaldamento con rendimenti molto bassi. Contribuiscono ulteriormente a disperdere energia gli apparecchi elettronici datati, decisamente più energivori rispetto a quelli presenti attualmente sul mercato ed infine i comportamenti poco responsabili e sostenibili da parte degli occupanti.

Negli ultimi anni sono state promosse diverse politiche energetiche che riguardano gli edifici: regolamenti che stabiliscono requisiti prestazionali minimi per gli edifici, incentivi per incoraggiarne l'efficientamento energetico e strumenti di informazione, come ad esempio l'attestato di prestazione energetica (APE), che misura e rende note le prestazioni energetiche dell'edificio a inquilini e proprietari, fornendo nel contempo strategie per perseguire il risparmio energetico.

Migliorare la performance energetica degli edifici è un passo fondamentale per ridurre consumi ed emissioni. Poiché la modellizzazione del presente studio è stata effettuata alla scala territoriale del comprensorio carnico e non edificio per edificio, sono state proposte soluzioni generiche per tutti gli edifici, senza analizzare le singole situazioni per ogni singolo caso. Per progettare degli interventi di dettaglio per ogni edificio sarebbe stato necessario indagare numerose variabili, difficilmente reperibili per un territorio così vasto. Attraverso questa metodologia si è ottenuta una valutazione semplificata a livello aggregato

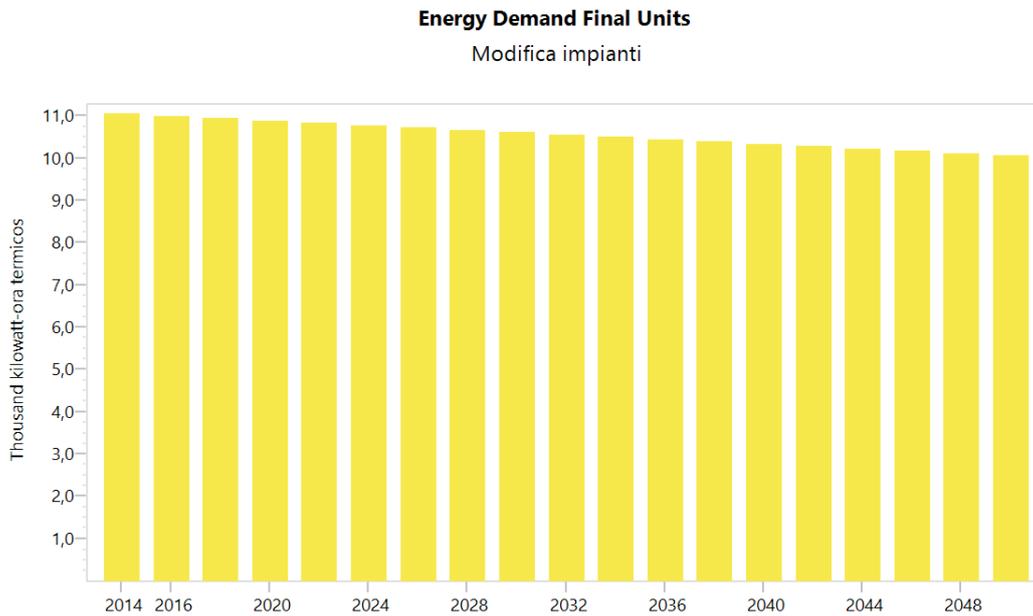
Gli interventi previsti nei due scenari, intermedio e fossil free, riguardano non solo l'involucro edilizio, ma anche gli impianti che garantiscono il riscaldamento degli ambienti. Attualmente, nel territorio carnico i maggiori consumi per riscaldamento e acqua calda sanitaria nelle abitazioni sono riconducibili all'utilizzo di stufe a biomassa (60,1% dei consumi totali), seguite da caldaie a metano (14,8%), caldaie a gasolio (14,4%) e caldaie a GPL (9,7%); soltanto una piccola parte è alimentata da caldaie a olio combustibile (0,6%) mentre al teleriscaldamento (alimentato da impianti a biomassa) è riconducibile solamente lo 0,4% dei consumi totali. Il numero di edifici presenti nel territorio preso in esame è pari a circa 18.380: questo valore tiene conto anche di quelli non abitati da residenti, numero che in Carnia non è trascurabile, contemplando il territorio diverse seconde case occupate solo saltuariamente (nei weekend o nei periodi di vacanza estiva o invernale). Per cui in realtà il numero di edifici effettivamente occupati è nella realtà minore del numero indicato: l'accuratezza di questo dato sarebbe importante soprattutto nella fase di calcolo dei costi.

Per orientarsi verso gli obiettivi di decarbonizzazione e riduzione dei consumi, nello scenario intermedio si è ipotizzato di azzerare la presenza di impianti a gasolio, GPL e olio combustibile, in quanto rappresentano i combustibili con le maggiori emissioni di CO<sub>2</sub>. Queste tipologie di caldaie sono utilizzate in modo particolare nei Comuni carnici non metanizzati, ben undici sui ventotto presi in esame: per questi territori tali combustibili sono pertanto di primaria importanza, anche se spesso sono abbinati alla legna utilizzata diffusamente, come già sottolineato, nell'intera Carnia. Tali caldaie nella modellazione proposta già nello scenario intermedio verranno sostituite con sottostazioni che permetteranno l'allaccio alla rete di teleriscaldamento alimentata da fonti rinnovabili quali le biomasse: l'obiettivo nell'ambito di questo scenario è di coprire, per il 2050, il 30% degli edifici con questo tipo di tecnologia.

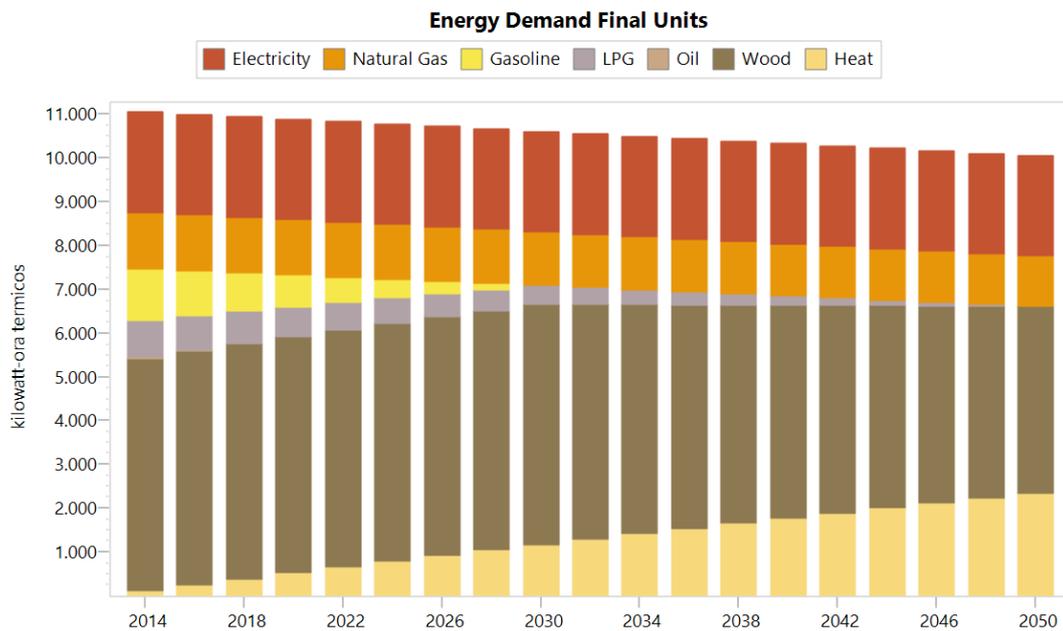
Sempre per lo scenario intermedio, il numero delle caldaie alimentate a metano è stato ipotizzato costante per tutto il periodo considerato, ma sarà possibile ridurre i consumi di combustibile tramite l'installazione di nuove caldaie a più alti rendimenti; stufe a biomassa ad alta efficienza copriranno la domanda di energia rimanente.

Nelle figure 2 e 3 sono illustrati l'andamento, rispettivamente, complessivo e dettagliato per vettore energetico, dei consumi termici del settore residenziale fino al 2050 per quanto riguarda lo scenario intermedio.

**Figura 4 – ANDAMENTO CONSUMI TERMICI SETTORE RESIDENZIALE, SCENARIO INTERMEDIO**



**Figura 5 – ANDAMENTO CONSUMI, DETTAGLIO PER COMBUSTIBILI – SETTORE RESIDENZIALE, SCENARIO INTERMEDIO**



Nello scenario fossil free, oltre a perseguire l'obiettivo principale di azzeramento delle emissioni, l'altro scopo fondamentale è ovviamente quello di ridurre sensibilmente i consumi totali.

Per soddisfare questi obiettivi sono state individuate due tipologie di intervento, che dovranno essere attuate in modo abbinato: rinnovo degli impianti ed efficientamento dell'involucro edilizio. Agendo in questo modo

si avrà un'ottimizzazione di più elementi che permetterà non solo di ridurre le emissioni, ma anche di accrescere la sicurezza dell'approvvigionamento energetico grazie alla riduzione dei consumi.

Nello scenario fossil free, a differenza di quello intermedio, l'intervento sugli impianti comporterà l'utilizzo di sistemi di riscaldamento alimentati esclusivamente da fonti energetiche rinnovabili. In questa prospettiva, perciò, è stato ipotizzato che al 2050 il 40% degli edifici sarà collegato alla rete di teleriscaldamento, mentre il restante 60% verrà riscaldato da stufe a biomassa ad alta efficienza energetica.

Attualmente il teleriscaldamento in Carnia riveste un ruolo marginale, sia negli edifici residenziali sia in quelli terziari, nonostante la grande disponibilità di legna del territorio. L'area carnica infatti è ricca di zone boschive dalle quali è possibile ricavare la materia prima necessaria ad alimentare gli impianti cui allacciare le reti di teleriscaldamento. La scelta di inserire questa tecnologia negli scenari di trasformazione energetica è legata a diverse motivazioni, le quali considerano non solo la fattibilità economica del sistema, ma anche ricadute economiche e ambientali: considerando nel loro complesso tutti questi aspetti si può comprendere pienamente il beneficio globale riconducibile alle reti di teleriscaldamento alimentate a biomasse.

La creazione di tali reti rappresenta un'importante scelta innovativa nell'ambito della pianificazione energetica ed un interessante investimento per il territorio, grazie alla possibilità di utilizzare fonti rinnovabili disponibili localmente, altrimenti non sfruttate, e sostenere la filiera foresta-legno-energia locale. In questo contesto trova spazio anche il progetto "Condominio Forestale", che punta a sviluppare un'innovativa gestione della risorsa forestale in grado di superare il problema del frazionamento della proprietà privata. Lo scopo del progetto consiste nella promozione dell'utilizzo di legname proveniente dalle piccole proprietà private boschive. L'impiego di questo legname permetterà di valorizzare anche i piccoli appezzamenti che risultano per lo più abbandonati e non sfruttati, consentendo, tramite una gestione di tipo associato, l'utilizzo ai fini energetici di questi terreni. In questo modo si creeranno nuove prospettive di crescita del settore, nuovi mercati che aumenteranno il valore intrinseco della risorsa contribuendo a ridurre l'acquisto di legna proveniente dall'estero e, contemporaneamente, ovviando al problema del frazionamento della proprietà privata.

Per stimare il quantitativo di legna presente in ogni proprietà sarà utilizzata la tecnologia LiDAR (Light Detection and Ranging), un'innovativa tecnica di telerilevamento dalla quale sarà possibile reperire informazioni relative al diametro e all'altezza di ogni albero.

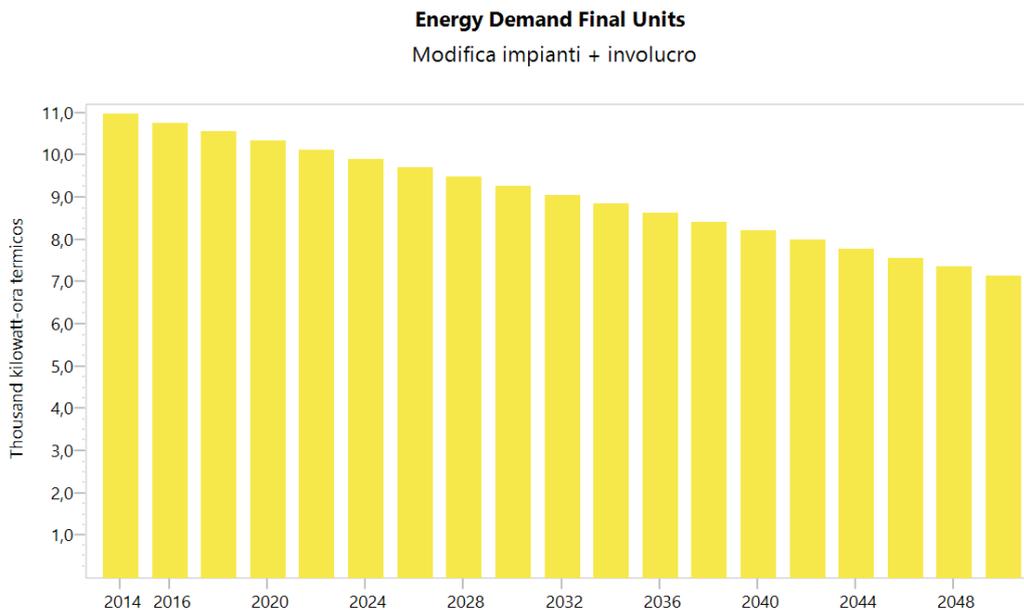
Dal punto di vista della sostenibilità socio-ambientale, l'utilizzo della biomassa locale riduce l'importazione e l'impiego di combustibili fossili e le relative emissioni di gas climalteranti, riduce il rischio di alluvioni e frane attraverso la gestione sostenibile dei boschi, promuove lo sviluppo delle economie locali riducendo l'abbandono del territorio a causa della presenza di territori economicamente depressi. L'estensione delle reti di teleriscaldamento inoltre consente la rottamazione di numerosissime piccole caldaie utilizzate in ogni edificio, con importanti benefici per la qualità dell'aria, oltre che l'abbattimento delle spese per la manutenzione dei piccoli impianti da parte dei singoli proprietari.

Un'altra possibile strategia per ridurre l'impiego di combustibili fossili per il riscaldamento consiste nell'utilizzo di pompe di calore, associate alla presenza di impianti fotovoltaici (in modo da poterle alimentare in modo sostenibile). Le pompe di calore però risultano poco efficaci nel territorio carnico, prevalentemente

montano e soggetto nei mesi invernali a temperature esterne piuttosto rigide, poiché a basse temperature il loro rendimento non risulta ottimale. L'utilizzo di pompe di calore inoltre porterebbe ad una quasi totale dipendenza dall'energia elettrica del settore edilizio, che anche se associata ad un miglioramento dell'efficienza energetica, implicherebbe un aumento esponenziale dei consumi elettrici: il picco della domanda di energia potrebbe causare un sovraccarico della rete elettrica locale.

Accanto alla sostituzione e al conseguente rinnovamento degli impianti di riscaldamento degli ambienti è fondamentale programmare, come ampiamente sottolineato, l'efficientamento energetico degli edifici. Con involucro edilizio si intendono tutti gli elementi di un edificio ai quali è associata una perdita di calore verso l'esterno: copertura, solai, pareti e serramenti. Isolando l'involucro è possibile diminuire le perdite di calore, sia grazie all'aumento dello strato isolante e all'installazione di infissi più performanti, sia grazie all'eliminazione dei ponti termici che si vengono a creare tra i diversi elementi edilizi (ad esempio tra pareti e solaio).

**Figura 6 – ANDAMENTO CONSUMI TERMICI – SETTORE RESIDENZIALE, SCENARIO FOSSIL FREE**



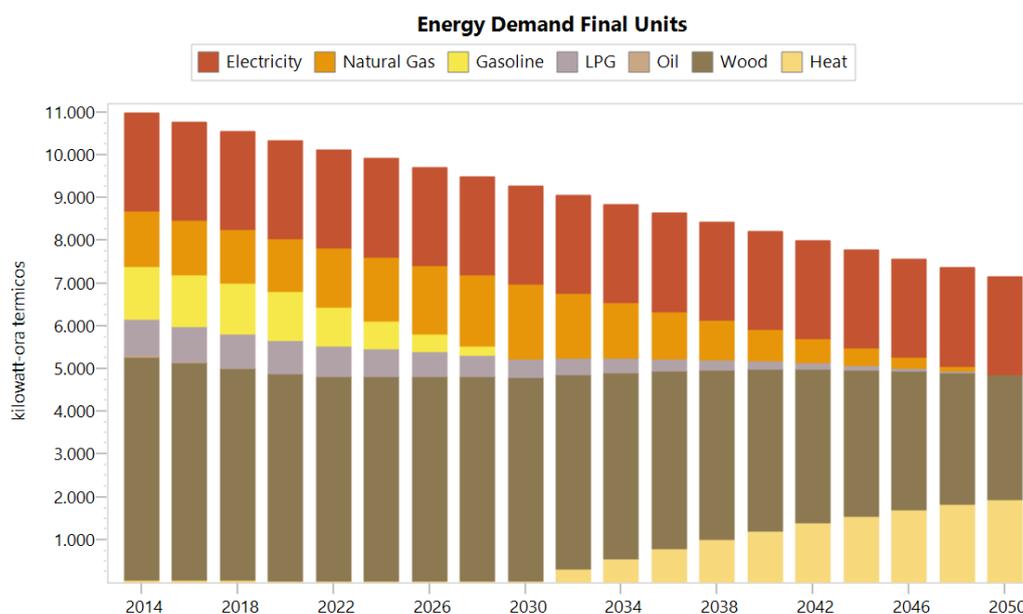
Il costo delle azioni dello scenario fossil free risulta molto maggiore rispetto ai costi calcolati per lo scenario intermedio, ma i benefici che si ottengono risultano di gran lunga superiori. La riduzione che si otterrà tramite l'isolamento dell'involucro sarà pari al 37% dei consumi totali, con conseguente risparmio sui costi delle bollette. Tramite una riqualificazione di questo tipo sarà possibile generare un maggior comfort interno per gli occupanti degli edifici efficientati e al contempo accrescere il valore immobiliare degli stessi. L'intervento sull'involucro risulta molto più costoso rispetto alla sostituzione degli impianti: ma esso ha una vita utile maggiore rispetto a quella dei generatori di calore, e proprio per questo l'efficientamento dell'involucro è considerato un investimento a lungo termine.

Il ciclo di vita di un intervento sui generatori di calore invece presenta tempi di vita più brevi: essi verranno considerati obsoleti dopo un periodo di circa 20 anni, per cui necessitano di più sostituzioni nell'arco di tempo considerato, ovvero fino al 2050 (si veda la Tabella 67).

**Tabella 67 – COSTO E VITA UTILE PER TIPOLOGIA DI INTERVENTO SU EDIFICI**

Tipologia intervento	Costo [€]	Vita utile [anni] <sup>1</sup>
Efficientamento involucro	70.000	50
Caldaia a gasolio	1.425	20
Caldaia a GPL	1.285	20
Stufa a biomassa	3.000	20
Caldaia a olio combustibile	1.500	20
Caldaia a metano	1.250	20
Sottostazione per teleriscaldamento	6.000	25

**Figura 7 – ANDAMENTO CONSUMI, DETTAGLIO PER VETTORE ENERGETICO – SETTORE RESIDENZIALE, SCENARIO FOSSIL FREE**



La figura 5 rappresenta l'andamento dei consumi, dettagliati per i diversi vettori energetici: come si può notare, al 2050 il fabbisogno sarà coperto interamente da energia elettrica, biomasse legnose e reti di teleriscaldamento.

<sup>1</sup> BSI Standard Publication, «Energy performance of buildings - Economic evaluation procedure for energy system in buildings. Part 1: Calculation procedures, Module M1- 14, » BSI, 2017.

Nel presente studio non è stata presa in considerazione la riduzione dei consumi energetici che potrebbe verificarsi tramite l'attuazione di comportamenti virtuosi da parte dell'utente finale, in quanto il calcolo è soggetto a forte incertezza.

I comportamenti poco sostenibili hanno un notevole impatto sul reale fabbisogno energetico dell'edificio e sul comfort interno. Sarebbe perciò necessario sensibilizzare gli utenti, poiché le misure di efficienza energetica potrebbero risultare poco convenienti e meno efficaci se vanificate da consuetudini sbagliate da parte degli occupanti. Queste abitudini "energivore" possono essere influenzate da fattori oggettivi come le condizioni ambientali, il clima o il rumore, e da fattori soggettivi come la percezione personale del benessere. Talvolta poi le misure di efficienza energetica possono portare al cosiddetto "effetto rimbalzo" che consiste in un aumento involontario dei consumi energetici. Questo paradosso nasce dal fatto che gli interventi di efficienza energetica riducono i costi energetici per gli utenti, comportando un aumento della liquidità disponibile: tale aumento di disponibilità economica genera un aumento dei consumi energetici poiché l'acquisto del servizio risulta più economico.

Ovviamente per gli edifici terziari valgono gli stessi concetti finora esposti per gli edifici residenziali, anche se la loro natura è molto più eterogenea data la varietà di dimensioni, tipologie costruttive e tipo di servizio erogato. Anche nell'ambito del settore terziario sono state proposte delle modifiche per ridurre i consumi e le emissioni attraverso la modifica degli impianti presenti.

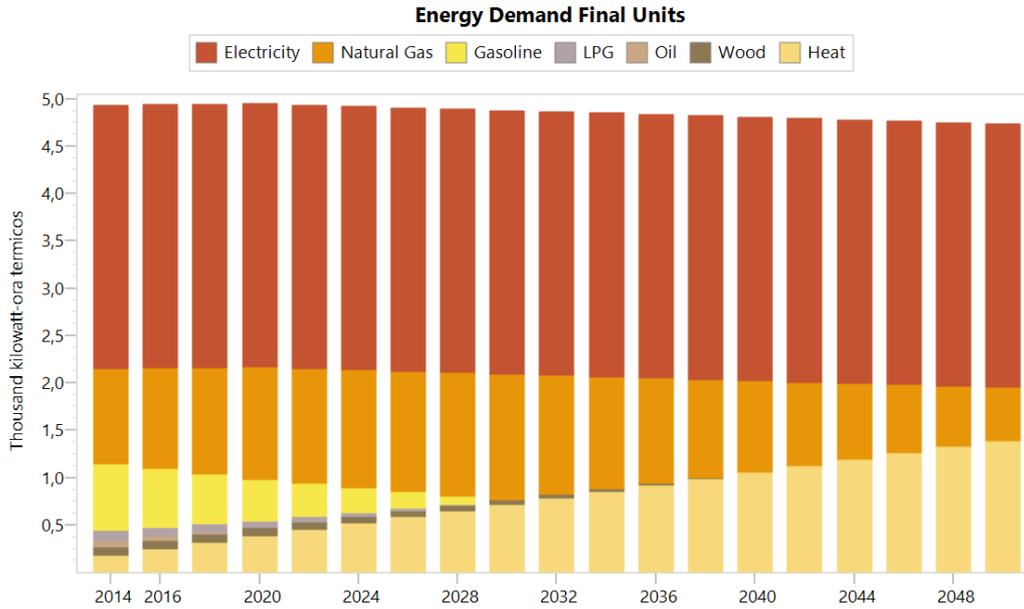
Per il 2050 si è ipotizzato che il 75% degli edifici terziari sarà allacciato alla rete di teleriscaldamento alimentata a biomassa, mentre negli edifici rimanenti saranno utilizzate caldaie a metano. La scelta di allacciare solo una parte, pur consistente, degli edifici alla rete di teleriscaldamento è dovuta al fatto che nel territorio carnico sono presenti diverse zone isolate, con bassa densità di edifici, dove sarebbe difficile considerare l'installazione di questa tecnologia: i costi sarebbero molto elevati, poiché non c'è concentrazione di domanda energetica in uno spazio limitato, e le dispersioni di calore che si genererebbero nei lunghi percorsi della rete renderebbero il teleriscaldamento poco efficiente.

In generale è dimostrato infatti che quando la domanda di calore cala, la competitività del teleriscaldamento proporzionalmente diminuisce, principalmente a causa del relativo aumento del costo di distribuzione specifico. Il costo della rete di distribuzione ha un costo di base fisso, che poi non cresce proporzionalmente con la domanda di calore: i risparmi dovuti ad una riduzione della domanda di riscaldamento sono limitati, ed anzi una maggiore domanda di calore è un fattore positivo.

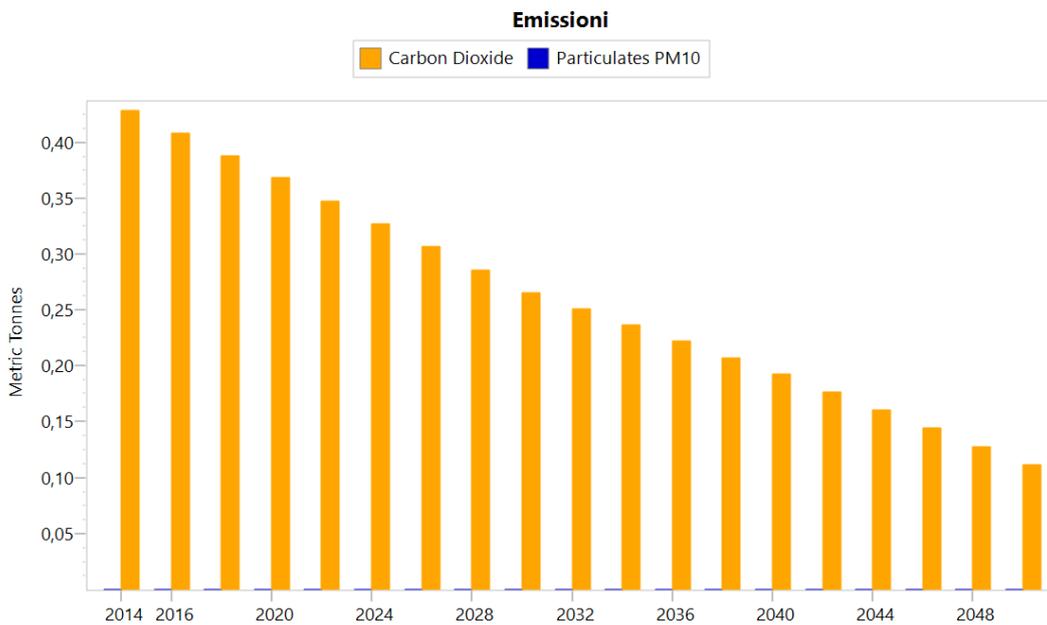
Il concetto è pertanto il seguente: le reti di teleriscaldamento non sono economicamente sostenibili in zone a bassa domanda di calore.

Quindi possiamo dire che le reti di teleriscaldamento in Carnia potranno essere realizzate nei Comuni che presentano una maggior concentrazione di attività energivore (edifici pubblici, scuole, palestre, aziende, alberghi, esercizi commerciali) in uno spazio circoscritto, con dislivelli limitati. Ciò perché, anche le pendenze, oltre che le distanze, comportano un aumento dei costi per il raggiungimento delle utenze poste più in alto, oltre che più distanti dall'impianto che alimenta la rete.

**Figura 8 – ANDAMENTO CONSUMI, DETTAGLIO PER VETTORE ENERGETICO – SETTORE TERZIARIO, SCENARIO INTERMEDIO E FOSSIL FREE**



**Figura 9 – ANDAMENTO EMISSIONI – SETTORE TRASPORTI, SCENARIO INTERMEDIO E FOSSIL FREE**



## 6.2. TRASPORTI

È ormai ampiamente riconosciuta a livello globale la necessità di una transizione verso una mobilità più sostenibile per ridurre le emissioni e l'impatto ambientale di questo settore, oggi ancora fortemente dipendente dai combustibili fossili. Adottando soluzioni più *green* delle attuali, questa dipendenza potrebbe essere ridotta, se non addirittura eliminata.

Le normative sempre più severe degli ultimi anni e la necessità di ridurre drasticamente i livelli di inquinamento hanno spinto i costruttori a sviluppare motori ecologici e innovativi per gli autoveicoli che propongono ai loro clienti. Gli automobilisti, oltre che scegliere tra un propulsore a benzina e uno diesel, al giorno d'oggi vogliono poter optare per un'automobile ibrida o elettrica.

La principale differenza tra questi due modelli consiste nel fatto che le ibride sono equipaggiate da due distinti propulsori (un motore a combustione e uno elettrico) che lavorano in sinergia, in modo da garantire una decisa riduzione delle emissioni nocive e un sostanzioso risparmio nei consumi di carburante. A differenza dell'auto elettrica, quella ibrida non necessita di ricarica in quanto il propulsore è alimentato da batterie al litio che si ricaricano durante la marcia grazie ad un generatore che sfrutta l'energia prodotta dal motore a combustione (con la possibilità di sfruttare, inoltre, la rigenerazione in frenata).

Il veicolo elettrico (Electric Vehicle, EV) è invece equipaggiato esclusivamente con un motore elettrico alimentato da un pacco batterie che va ricaricato collegandosi alle colonnine di ricarica (o più in generale alla rete elettrica). L'autonomia è al momento il punto dolente, ma l'auto elettrica presenta l'evidente, enorme vantaggio di produrre zero emissioni dai tubi di scappamento, che non fanno nemmeno parte dell'equipaggiamento di questo tipo di auto.

Se si amplia il discorso alla CO<sub>2</sub> emessa nell'intero ciclo di vita, la questione diventa più complessa, e per confrontare i vari tipi di veicoli entra in gioco ovviamente il mix energetico con cui viene prodotta l'elettricità utilizzata dagli EV. Gli studi compiuti chiariscono che il vantaggio ecologico di una vettura elettrica resterebbe tangibile anche con un basso mix di rinnovabili nella produzione di energia (come nel caso della Polonia, ad esempio). In Italia, dove le fonti rinnovabili generano oggi circa il 37% dell'energia elettrica utilizzabile per la mobilità, un'auto elettrica risulta fino al 55% più ecosostenibile di un'auto a benzina e fino al 40% più virtuosa di una diesel, mentre è più difficile fare un confronto di sostenibilità tra veicoli ibridi ed elettrici, che sono comunque, come detto, entrambe più "ecologiche" rispetto a quelle tradizionali.

Le autovetture alimentate a metano sono anch'esse meno inquinanti di quelle a benzina e gasolio: ma nell'intero territorio carnico non è possibile fare rifornimento di metano, non essendo mai esistito un distributore che eroghi questo tipo di carburante, ed è difficile prevedere una sua installazione a breve-medio termine.

Tornando alla diffusione della mobilità elettrica, la Carnia, considerando la morfologia del suo territorio e la tecnologia attualmente disponibile, non è il territorio più adatto ad una transizione completa a breve termine dai motori a combustione a quelli elettrici, e quindi l'auto ibrida sembra al momento la soluzione più praticabile.

Nello scenario intermedio è stata quindi ipotizzata una presenza del 65% di auto ibride e 35% di auto elettriche al 2050 per l'intero parco circolante.

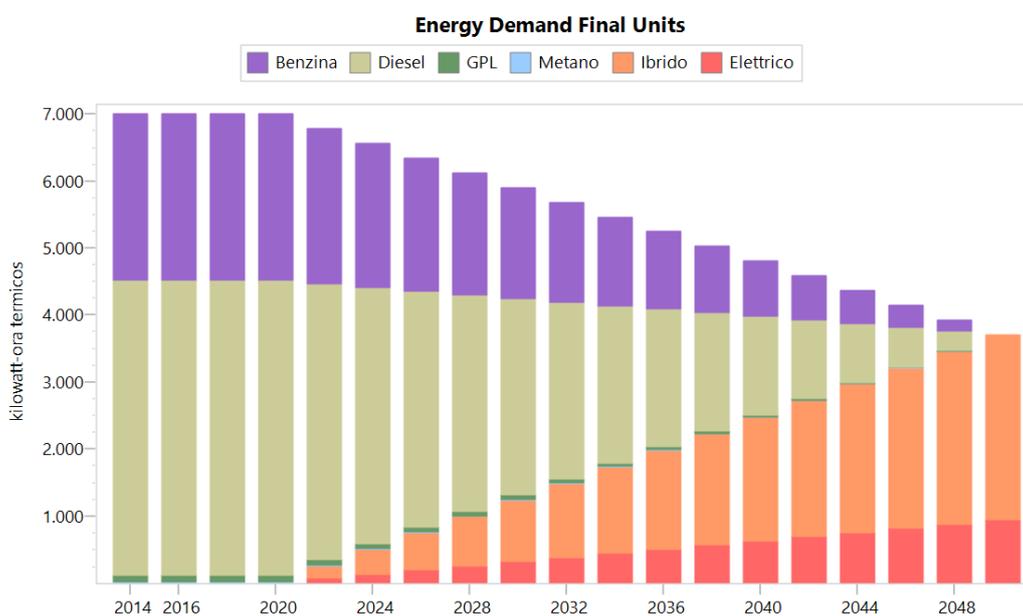
**Tabella 68 – COSTO AUTOMEZZI: DETTAGLIO PER TIPO DI ALIMENTAZIONE**

Tipologia auto	Costo [€]
Benzina	20.000
Diesel	21.500
GPL	22.000
Metano	22.000
Ibrido	25.000
Elettrica	30.000

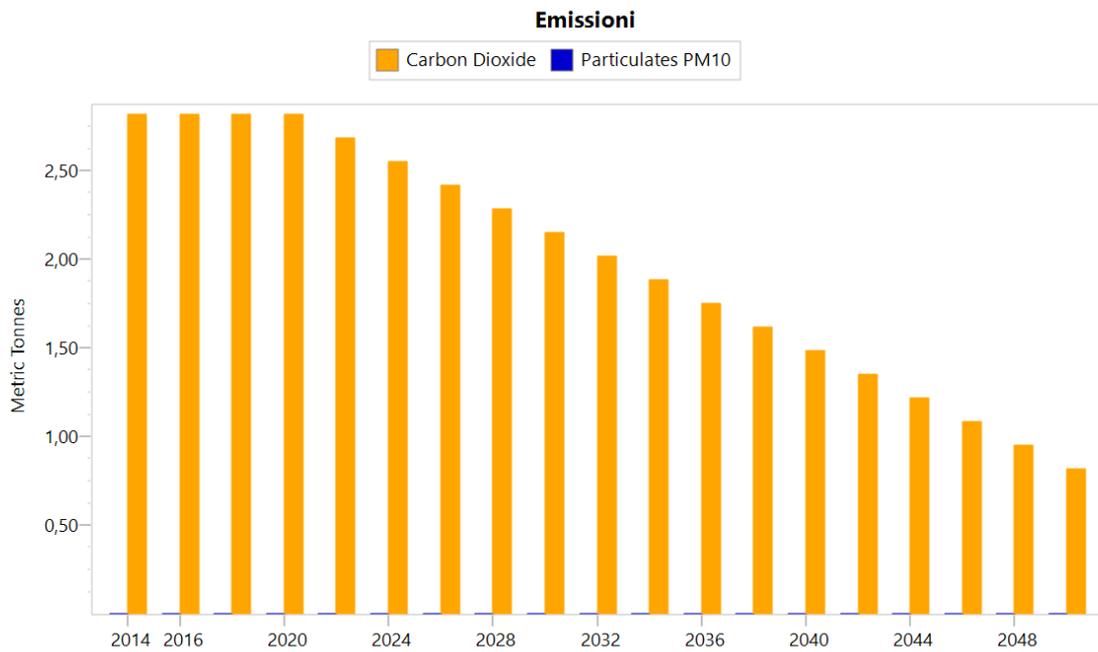
Per rendere il settore dei trasporti non dipendente dalle fonti fossili, sarà ovviamente indispensabile che l'energia elettrica necessaria per la ricarica delle batterie, provenga totalmente da fonti energetiche rinnovabili.

L'utilizzo di auto elettriche, ed in misura minore anche quello di auto ibride, risponde alla necessità simultanea di riduzione delle emissioni, miglioramento della qualità dell'aria e sicurezza energetica.

La vita utile media delle auto è stata considerata, per tutte le tipologie di automobili, come lasso temporale di 15 anni.



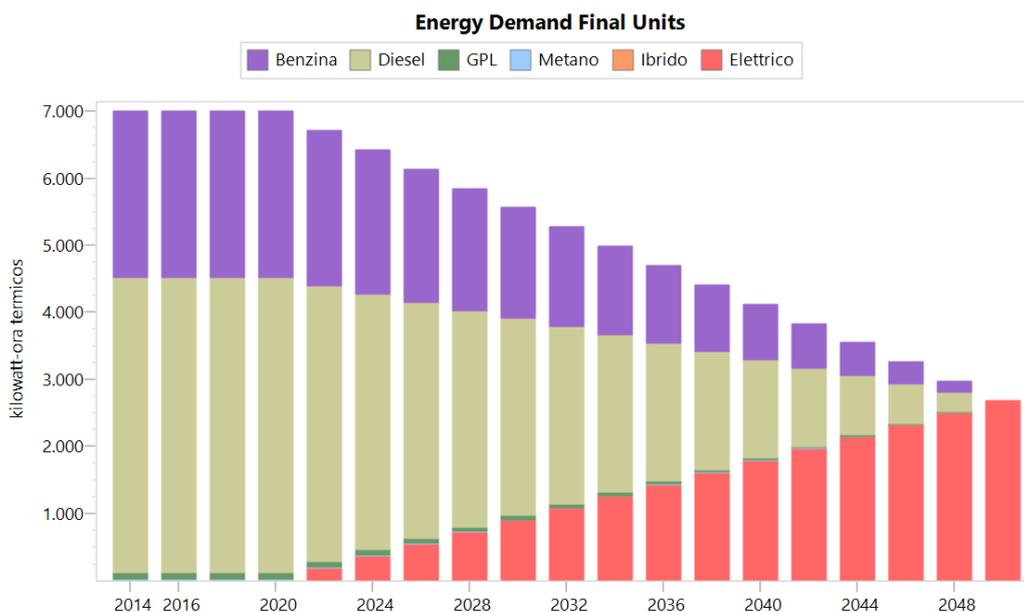
*Figura 8. Andamento consumi, dettaglio per carburante - settore trasporti  
Scenario intermedio*



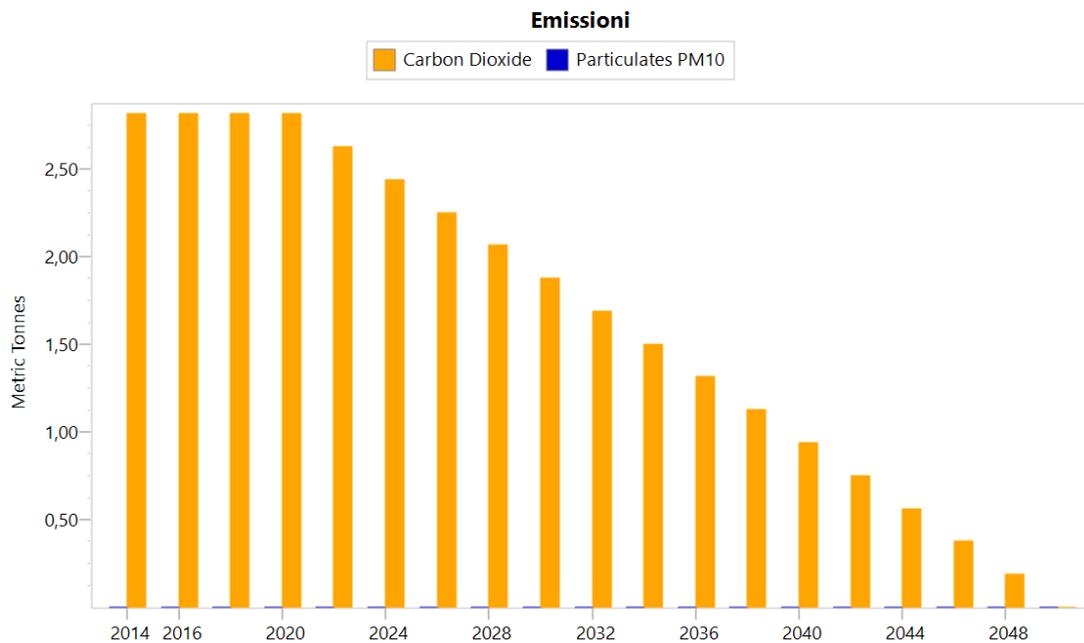
*Figura 9. Andamento emissioni – Settore trasporti  
Scenario intermedio*

Nello scenario fossil free invece è stata ipotizzata la presenza esclusivamente di auto elettriche, ipotizzando che nel corso dei trent'anni che ci separano dal 2050 l'innovazione tecnologia e l'installazione di una rete di colonnine di ricarica possa permettere la diffusione della mobilità elettrica anche in questo territorio.

**Figura 10 – ANDAMENTO CONSUMI, DETTAGLIO PER CARBURANTE – SETTORE TRASPORTI, SCENARIO FOSSIL FREE**



**Figura 11 – ANDAMENTO EMISSIONI – SETTORE TRASPORTI, SCENARIO FOSSIL FREE**



Altro problema relativo al raggiungimento di una totale copertura degli autoveicoli da mezzi elettrici è legato al loro costo elevato, fatto che potrebbe limitare la diffusione di questa tipologia di automobile.

### **6.3. ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

Il miglioramento dell’efficienza dell’illuminazione pubblica risulta rilevante non solo per la drastica riduzione delle emissioni risultante dalle misure di efficientamento, ma anche per il notevole risparmio derivante dalla riduzione dei consumi sul bilancio comunale.

La maggior parte delle lampade presente attualmente nel parco illuminante dei comuni carnici è riconducibile a lampade a vapori di sodio ad alta pressione (SAP).

La lampada a LED rappresenta la soluzione attualmente più innovativa per rendere altamente efficiente l’illuminazione. Attraverso queste lampade è possibile conseguire una riduzione fino al 45% del consumo energetico rispetto ai tradizionali apparecchi di illuminazione con lampade SAP. Inoltre le lampade a LED presentano diversi vantaggi rispetto a quest’ultime: durata più lunga della vita media, manutenzione ridotta, minori problemi di smaltimento poiché non contengono sostanze tossiche o nocive, completamente smontabili e riciclabili.

L’utilizzo di lampade a LED permetterà un risparmio energetico del 45% rispetto alle lampade a SAP, ma tuttavia presentano un costo d’investimento più elevato, che potrà essere recuperato tramite i minori costi dovuti ad un inferiore consumo.

#### **6.4. INDUSTRIA**

Come già evidenziato, il settore industriale nel territorio carnico è il maggiore responsabile di consumo finale di energia.

Nel settore industriale la riduzione dei consumi si ottiene essenzialmente grazie all'efficientamento energetico dei cicli produttivi, della climatizzazione invernale ed estiva e dell'illuminazione.

In particolare per quanto riguarda l'efficientamento dei cicli produttivi si segnala che l'utilizzo di motori e inverter avanzati in sostituzione o affiancamento ai macchinari tradizionali riduce i consumi, e di conseguenza le emissioni, con diminuzioni fino al 30%.

Un'altra importante opportunità di efficientamento energetico è legata al rifasamento industriale, tecnologia sviluppata per regolare la potenza degli impianti e raggiungere una situazione di regime ideale. In aggiunta agli immediati effetti di risparmio, il rifasamento offre ulteriori vantaggi tecnici, come per esempio la riduzione delle perdite per potenza dissipata sulle linee di trasmissione e il conseguente differimento del processo di invecchiamento.

Nell'ambito dell'illuminazione dei capannoni, come già evidenziato per altri settori (non solo quello dell'illuminazione pubblica), un notevole risparmio può essere ottenuto tramite la sostituzione dei vecchi corpi illuminanti con nuovi a tecnologia LED.

Al fine di supportare l'efficientamento del settore produttivo, le Amministrazioni Comunali possono promuovere in futuro la realizzazione di Diagnosi Energetiche nelle imprese, al fine di agevolare investimenti di efficientamento.

Le modalità di supporto prevedono l'apertura di tavoli tecnico-politici specifici con le associazioni di categoria di riferimento e la partecipazione in Progetti Europei/Nazionali/Regionali/Provinciali al fine di agevolare la realizzazione degli interventi.

Le azioni finalizzate alla riduzione dei consumi e delle emissioni però, specialmente in questo settore, andrebbero concordate e condivise con le singole aziende, in modo particolare quelle cui sono legati i consumi più ingenti.

A questo scopo diventa importante un percorso partecipato che permetta delle scelte condivise, oltre che con le Amministrazioni Comunali, anche con le aziende, raggruppate per area industriale-artigianale: le principali presenti in Carnia si trovano ad Amaro, Tolmezzo e Villa Santina.

Si ritiene importante segnalare in questo paragrafo che la cartiera di Tolmezzo (facente parte di Burgo Group) ha già programmato l'installazione di una nuova centrale a turbogas in sostituzione del vecchio impianto. Tale intervento permetterà una riduzione del 25% dei consumi di metano tramite l'aumento dell'efficienza energetica: il nuovo impianto entrerà in funzione nel 2022.

---

## 7. COSTI

---

La valutazione economica dei sistemi energetici nei due scenari di trasformazione è stata condotta tramite l'ausilio di informazioni ottenute da diversi esperti o, qualora questo non fosse stato possibile, reperite in documenti scientifici. Essendo la valutazione effettuata su un'area vasta, i costi saranno delle stime che potrebbero non rispecchiare i reali costi di progetto.

I costi esaminati, che saranno visualizzati più nel dettaglio nei successivi paragrafi, sono stati i seguenti:

1. *Costi d'investimento*, voce che corrisponde ai costi necessari per l'installazione dei sistemi energetici;
2. *Costi di gestione*, che comprendono i costi operativi, i costi di manutenzione e i costi di esercizio, ossia tutti quei costi legati all'utilizzo dei sistemi energetici;
3. *Costi di sostituzione*, necessari per sostituire gli elementi giunti alla fine della loro vita utile;
4. *Costi energetici*, che comprendono il prezzo dell'energia e dei carburanti.
5. *Costi ambientali*, che corrispondono ai costi associati ai danni provocati dagli inquinanti.

Prima di vedere in forma aggregata i costi elencati, è opportuno definire nel dettaglio come sono stati calcolati i costi di teleriscaldamento, idroelettrico e fotovoltaico.

### 7.1. TELERISCALDAMENTO

I costi del teleriscaldamento sono condizionati dalla domanda di calore e dalla distanza degli edifici dalla centrale principale, parametri che incidono sulla scelta del diametro e della lunghezza delle tubazioni.

Il costo d'investimento comprende il costo delle opere meccaniche per la posa in opera, il collegamento delle tubazioni e la manutenzione ordinaria. Esso varia in funzione del diametro del tubo ed è calcolato tramite la formula seguente:

$$\text{Costo teleriscaldamento} = -0,0003x^2 + 1,9202x + 70,85 \quad (1)$$

Nei costi d'investimento sono stati anche considerati i costi non recuperabili dovuti allo scavo, che comprendono lo scavo in sezione obbligata, la fornitura e posa di sabbia, la formazione di fondo idoneo per l'installazione delle tubazioni preisolate e il ripristino del manto stradale. Anche questo costo varia in funzione del diametro del tubo (si veda la formula seguente).

$$\text{Costo scavo} = 0,003x^2 - 0,0306x + 76,408 \quad (2)$$

Queste due formule forniscono un valore €/diametro che però risulta difficilmente applicabile all'analisi, dal momento che il dimensionamento delle tubazioni è condizionato da diverse variabili che non sono state valutate a questa scala di dettaglio. Per questo motivo è stato necessario utilizzare un altro parametro di costo, in modo da associare un valore economico alla potenza installata per le nuove centrali.

Per effettuare questa variazione è stata realizzata una stima basata sui dati delle reti di teleriscaldamento esistenti nel territorio carnico. Le centrali di teleriscaldamento esaminate si trovano nei comuni di Ampezzo, Arta Terme, Forni Avoltri, Forni di Sopra, Lauco, Treppo Carnico e Verzegnis. Per ognuna di queste era nota la potenza della centrale, il diametro delle tubazioni e la lunghezza della rete che come detto

precedentemente è una delle variabili che condizionano il costo di realizzazione. Questi dati sono quindi stati utilizzati come riferimento per determinare il costo d'investimento delle future reti di teleriscaldamento. Innanzitutto, attraverso le formule riportate in precedenza, si sono calcolati i costi d'investimento basandosi sul diametro delle tubazioni, per poi moltiplicare questi valori per la lunghezza della rete. In seguito è stato ricavato il costo totale per tutta la rete, diviso successivamente per la potenza della centrale di riferimento. In questo modo si è ottenuto un costo medio in €/kW, inserito all'interno del software LEAP, nel quale questo valore viene automaticamente moltiplicato per la nuova potenza installata, necessaria a soddisfare l'intera domanda di riscaldamento e acqua calda sanitaria per gli edifici.

**TABELLA 69 – CARATTERISTICHE DI ALCUNE RETI DI TELERISCALDAMENTO DELLA CARNIA**

Comune	Diametro [mm]	Costi investimento [€]	Costi scavi [€]	Lunghezza rete [m]	Costo totale [€]	Potenza [kW]	Costo [€/kW]
Ampezzo	81	224,42	75,90	100	22.441,79	540	41,56
Arta Terme	260	549,82	88,73	18.000	9.896.796,00	4.500	2.199,29
Forni Avoltri	54	173,67	75,63	50	8.683,30	230	37,75
Forni di Sopra	159	368,58	79,13	400	147.431,00	1400	105,31
Lauco	70	203,79	75,74	800	163.035,20	300	543,45
Treppo Carnico	82	226,29	75,92	800	181.031,36	540	335,24
Verzegnis	82	226,29	75,92	6.000	1.357.735,20	400	3.394,34
<b>Totale</b>					<b>11.777.153,85</b>	<b>7.910</b>	<b>1.489</b>

Per i costi di manutenzione è stata invece adottata una procedura diversa; dalla letteratura scientifica essi sono determinati in forma percentuale rispetto al costo di investimento, pari all' 1,5%.

Il teleriscaldamento risulta essere una delle migliori soluzioni per abbattere le emissioni, ma i costi per la sua implementazione potrebbero risultare un possibile ostacolo. Infatti, il teleriscaldamento generalmente risulta essere meno vantaggioso, dal punto di vista economico, nelle aree con bassa densità edilizia rispetto ad aree con una distribuzione più compatta, come può essere quella delle città. Ciò è dovuto al fatto che ad una minor densità edilizia corrisponde anche una minor domanda di calore che causerebbe un aumento nei costi di distribuzione, limitando in questo modo il risparmio economico rispetto all'utilizzo di altre tecnologie. Questo problema potrebbe essere accentuato qualora la presenza di una bassa densità edilizia fosse associata ad edifici con bassi consumi energetici per riscaldamento e acqua calda sanitaria; oppure se solo una parte dei cittadini decidesse di allacciarsi alla rete, poiché in questo ultimo caso un minor numero di persone dovrebbe farsi carico dei costi di investimento. È importante pertanto che ci sia la più ampia

partecipazione possibile da parte della popolazione per rendere il teleriscaldamento competitivo rispetto ai sistemi di riscaldamento individuali.

In generale, i vari attori, pubblici e privati, dovrebbero favorire tramite gli strumenti a loro disposizione la sua diffusione in quanto quest'ultima sarebbe in grado di spingere il sistema energetico verso una più rapida decarbonizzazione del settore del riscaldamento, grazie alla sua intrinseca caratteristica di integrare solamente fonti energetiche rinnovabili per il suo funzionamento.

## **7.2. IDROELETTRICO**

Per determinare i costi medi di produzione di energia elettrica generata da fonti idriche si è utilizzato uno studio sviluppato dal Politecnico di Milano in cui vengono suddivise le varie voci di costo. Il costo d'investimento per un impianto idroelettrico è generalmente molto elevato e comprende le opere civili e idrauliche. Del documento citato si sono utilizzati i dati attribuiti ad impianti di 1.200 kW, valore che risulta essere rappresentativo della potenza media rilevata negli impianti presenti nel territorio carnico.

Il costo d'investimento è stato assegnato pari a 6.500€/kW, mentre i costi di manutenzione, che includono i canoni, le assicurazioni, lo smaltimento rifiuti, la manutenzione ordinaria, l'accantonamento per manutenzione straordinaria e l'IMU, sono pari a 307,5 €/kW.

## **7.3. FOTOVOLTAICO**

In commercio esistono diverse tipologie di pannelli fotovoltaici: quelli al silicio presentano le migliori caratteristiche tecniche ed economiche. Il costo per un kW di picco è stato stimato intorno ai 2.000€ per impianti di piccola taglia. È stata presa in considerazione questa tipologia di impianti in quanto si è ipotizzato che essi saranno installati per lo più sulle coperture degli edifici, dove la superficie e di conseguenza il numero di pannelli potenzialmente installabili sono limitati.

Si sottolinea che nel costo d'investimento sono inclusi anche i costi di assicurazione.

Il costo di manutenzione è stato espresso in forma percentuale rispetto al costo d'investimento ed è pari allo 0,5%.

## **7.4. COSTI FONTI ENERGETICHE**

I costi delle fonti energetiche potrebbero diventare uno degli elementi in grado di spingere verso la decarbonizzazione dell'economia. Attualmente il sistema energetico risulta ancora fortemente dipendente dalle fonti fossili. Questo è anche dovuto al fatto che i costi che l'utente finale è obbligato a pagare non rispecchiano il reale costo che l'utilizzo di una data fonte energetica comporta sull'ambiente e sulla salute dei cittadini. Tale questione comporta una maggior difficoltà per la diffusione di pratiche più sostenibili, non solo per la transizione verso l'utilizzo di fonti rinnovabili, ma anche per l'adozione di comportamenti più *eco-friendly*; proprio per questo è stata inserita la valutazione dei costi ambientali all'interno di questa analisi. L'Italia è uno dei Paesi europei con i più alti costi energetici a causa dell'elevata tassazione e del prezzo del

gas, che influenza a sua volta il costo dell'elettricità: anche per questo motivo risulta perciò importante e conveniente dirigersi verso l'utilizzo di fonti rinnovabili.

Per il prezzo del legname è stata consultata la rivista tecnica "Agri for energy", la quale contiene i prezzi aggiornati al 2020.

Per i prezzi dell'olio combustibile e del gasolio per riscaldamento è stato consultato il sito del Ministero dello Sviluppo Economico nel quale sono riportati i prezzi medi settimanali, mentre per i prezzi del GPL è stato consultato il sito della Camera di Commercio di Pordenone e Udine. Per il costo del carburante sono stati consultati i prezzi dei distributori ed infine per l'elettricità è stato reperito il prezzo medio per la fornitura di energia elettrica in Italia.

**Tabella 70 – COSTI DEI DIVERSI VETTORI ENERGETICI**

Fonte energetica	Costo	U.M.
Legname	130	€/t
Olio combustibile	0,879	€/kg
Gasolio (riscaldamento)	1,328	€/l
GPL (riscaldamento)	1,8726	€/l
Benzina	1,6207	€/l
Diesel	1,534	€/l
GPL	0,644	€/l
Metano	0,9918	€/kg
Elettricità	0,234	€/kWh

Fino ad ora si è parlato dei singoli costi relativi alle tecnologie, sistemi energetici e fonti energetiche in modo disgiunto, senza analizzare l'interazione che sussiste negli scenari tra le varie misure energetiche. In questo paragrafo verranno quindi analizzati i costi complessivi per tutti e tre gli scenari, dove lo scenario business as usual rappresenterà la base di confronto per gli scenari di trasformazione: intermedio e fossil free. Le diverse tipologie di costi verranno mantenute separate e mostrate in forma grafica per permettere una migliore comprensione.

## **7.5. COSTI TECNOLOGIE**

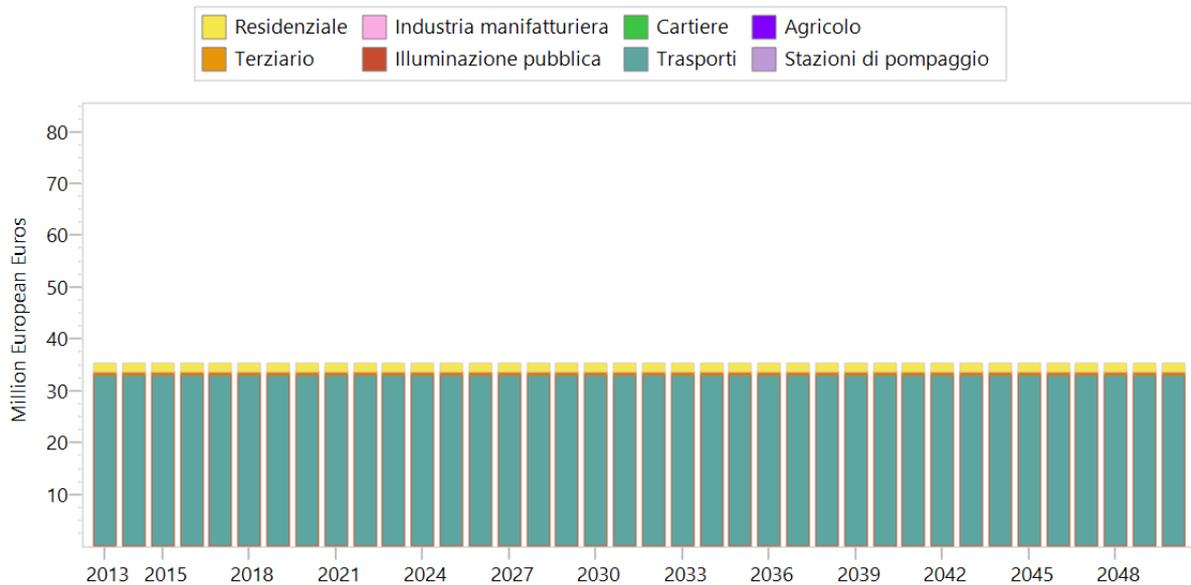
Nei costi delle tecnologie vengono conteggiati costi relativi a:

- sostituzione a fine vita e/o modifica impianti;
- riscaldamento ambienti e acqua calda sanitaria negli edifici residenziali e terziari;
- a questi costi, nello scenario fossil free si aggiunge anche l'efficientamento dell'involucro per i soli edifici residenziali;
- sostituzione a fine vita e/o modifica tipologia auto;
- sostituzione lampade per illuminazione pubblica a fine vita o modifica tipologia lampioni;
- installazione nuova centrale per la cartiera di Tolmezzo.

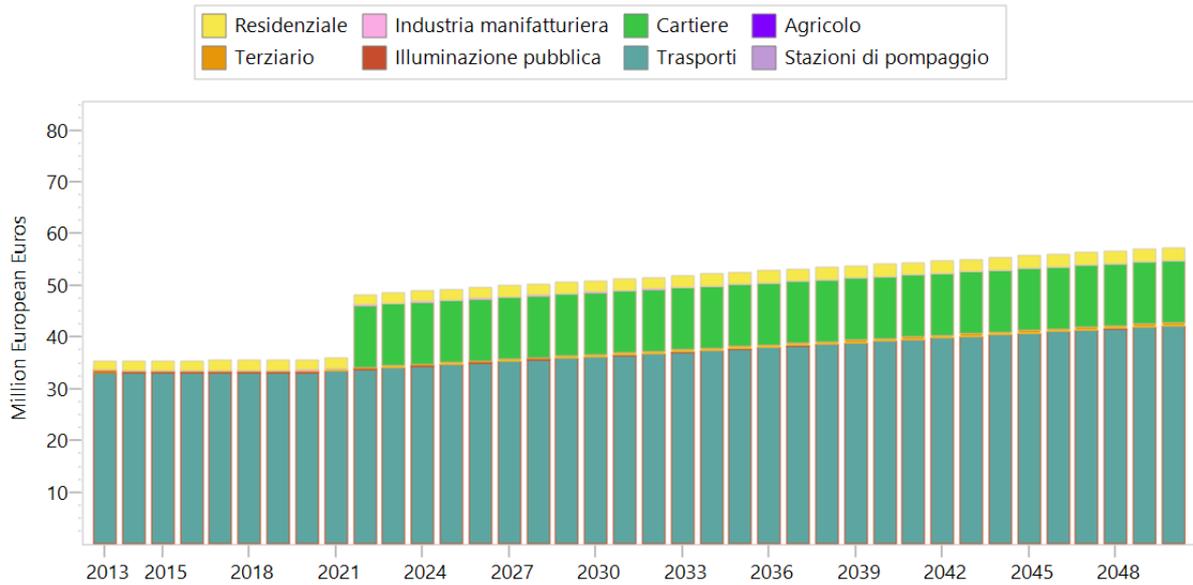
Come è osservabile nella figura 10, la maggior parte dei costi relativi allo scenario business as usual sono riferiti al settore dei trasporti, dove sarà necessario sostituire le automobili alla fine della loro vita utile, mentre negli altri settori, residenziale, terziario ed illuminazione pubblica avranno in questo caso costi relativamente minori rispetto ai trasporti.

Nei due scenari di trasformazione intermedio (figura 2) e fossil free (figura 3) i costi attinenti alle tecnologie saranno invece più alti rispetto allo scenario business as usual. Questo è dovuto al fatto che nel settore dei trasporti le automobili ibride ed elettriche risultano più costose rispetto a quelle di altre tipologie. Anche per gli edifici risulta più costosa l'implementazione della sottostazione di teleriscaldamento rispetto ad altre tipologie di caldaie. Nello scenario fossil free inoltre, i costi crescono in modo sensibile a causa del costo elevato dell'intervento sull'involucro edilizio degli edifici residenziali. Stessa cosa per l'illuminazione pubblica per i costi più elevati associate alla lampe a LED. Inoltre saranno presenti anche i costi relativi all'intervento previsto nella cartiera di Tolmezzo.

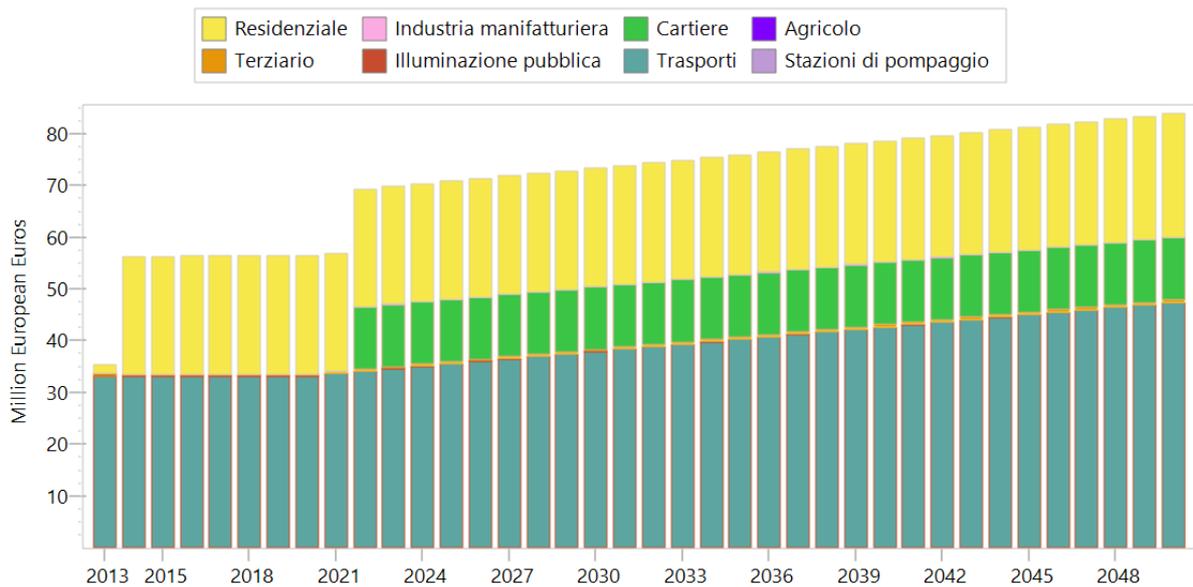
**Figura 12 – COSTI TECNOLOGIE, SCENARIO BUSINESS AS USUAL**



**Figura 13 – COSTI INVESTIMENTO, SCENARIO INTERMEDIO**



**Figura 14 – COSTI INVESTIMENTO, SCENARIO FOSSIL FREE**



## 7.6. COSTI AMBIENTALI

I costi ambientali (detti anche esternalità) considerati in questa analisi sono stati quelli relativi a CO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>: tali valori si esprimono in €/tonnellata di emissione.

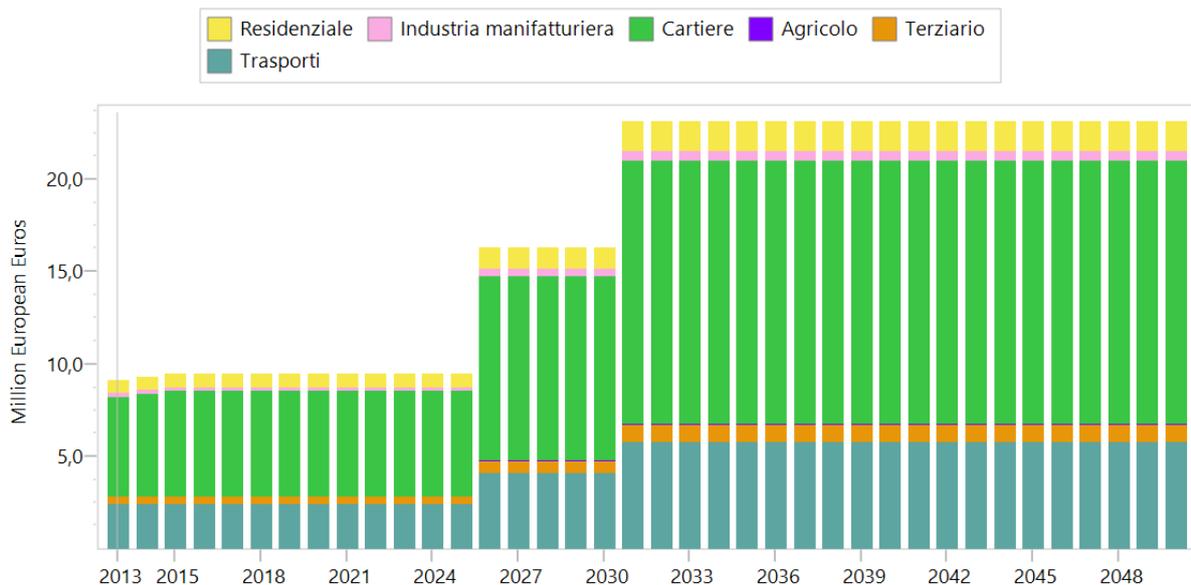
Il costo della CO<sub>2</sub> è stato reperito all'interno del regolamento n. 244/2012 emanato dalla Commissione Europea e risulta essere in linea con le attuali previsioni dei prezzi del carbonio del sistema ETS. Esso non è un valore costante, ma presenta tre fasce di prezzo che variano durante il corso degli anni. La prima soglia, che sarà in vigore fino al 2025, prevede una quota di 20 €/tonnellata; successivamente la quota raggiungerà i 35 €/tonnellata fino al 2030, ed in seguito sarà di 50 €/tonnellata.

Il prezzo del PM<sub>10</sub> invece, prevede un valore univoco pari a 10.805 €/tonnellata, ricavato consultando i report dell'azienda *Copenhagen Economics* che ha stimato i costi per diversi inquinanti.

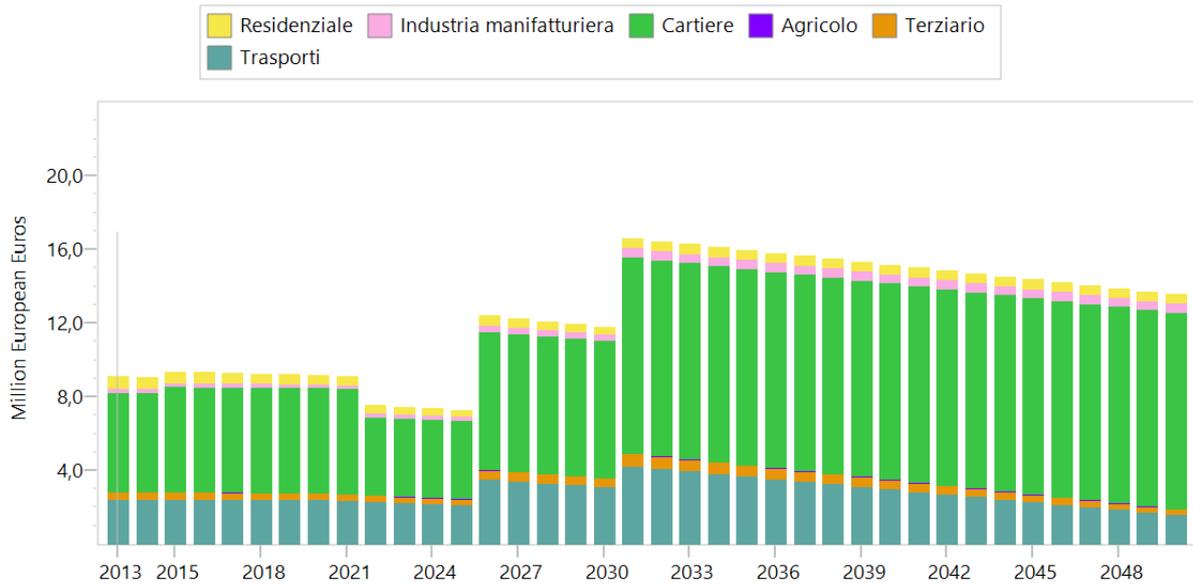
I costi per le esternalità presentano un trend inverso rispetto ai costi delle tecnologie, grazie alla riduzione delle emissioni raggiunta attraverso le misure di efficienza energetica per il settore residenziale, dei trasporti, terziario e industriale con l'intervento nella cartiera di Tolmezzo. Infatti nello scenario business as usual (figura 13) i costi risultano più elevati rispetto allo scenario intermedio (figura 14) e fossil free (figura 15) Inoltre, nello scenario business as usual risultano evidenti le tre diverse fasce di prezzo per le emissioni di CO<sub>2</sub>.

In questa tipologia di costi sono presenti solo i settori che hanno dei consumi energetici diversi da quelli elettrici, dal momento che l'elettricità in Carnia viene prodotta interamente da fonti energetiche rinnovabili alle quali non sono associate emissioni di gas climalteranti.

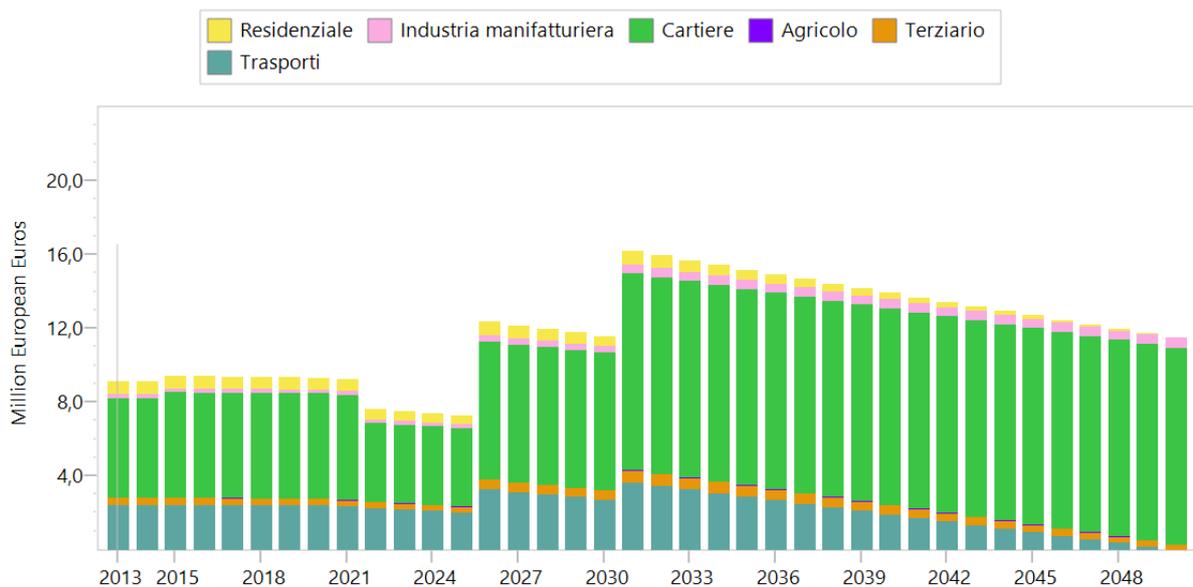
**Figura 15 – COSTI ESTERNALITÀ, SCENARIO BUSINESS AS USUAL**



**Figura 16 – COSTI ESTERNALITÀ, SCENARIO INTERMEDIO**



**Figura 17 – COSTI ESTERNALITÀ, SCENARIO FOSSIL FREE**

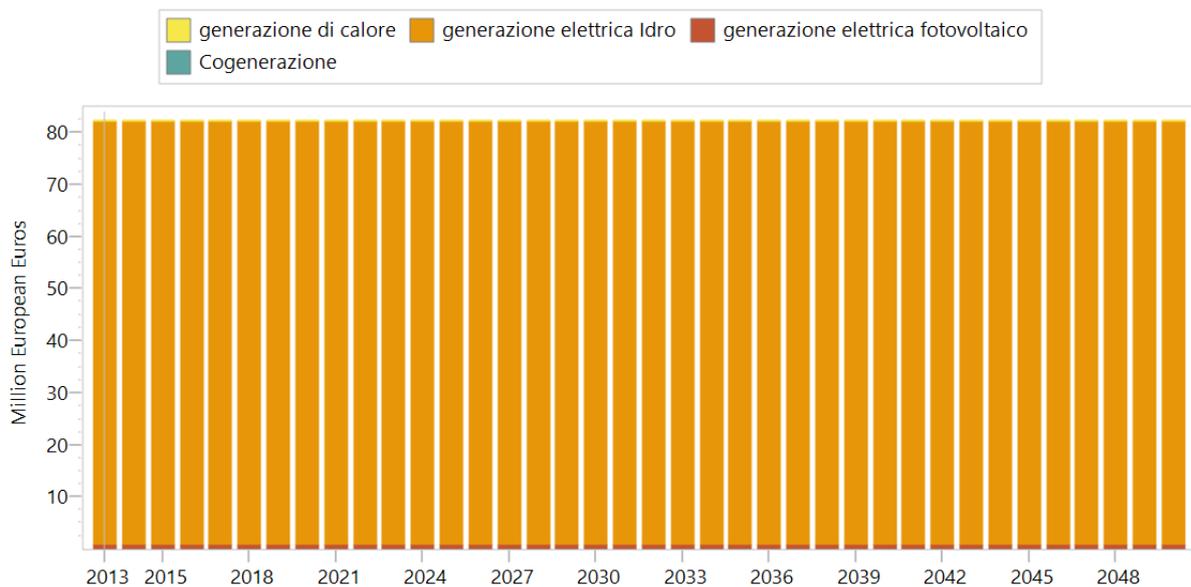


## 7.7. COSTI TRASFORMAZIONE

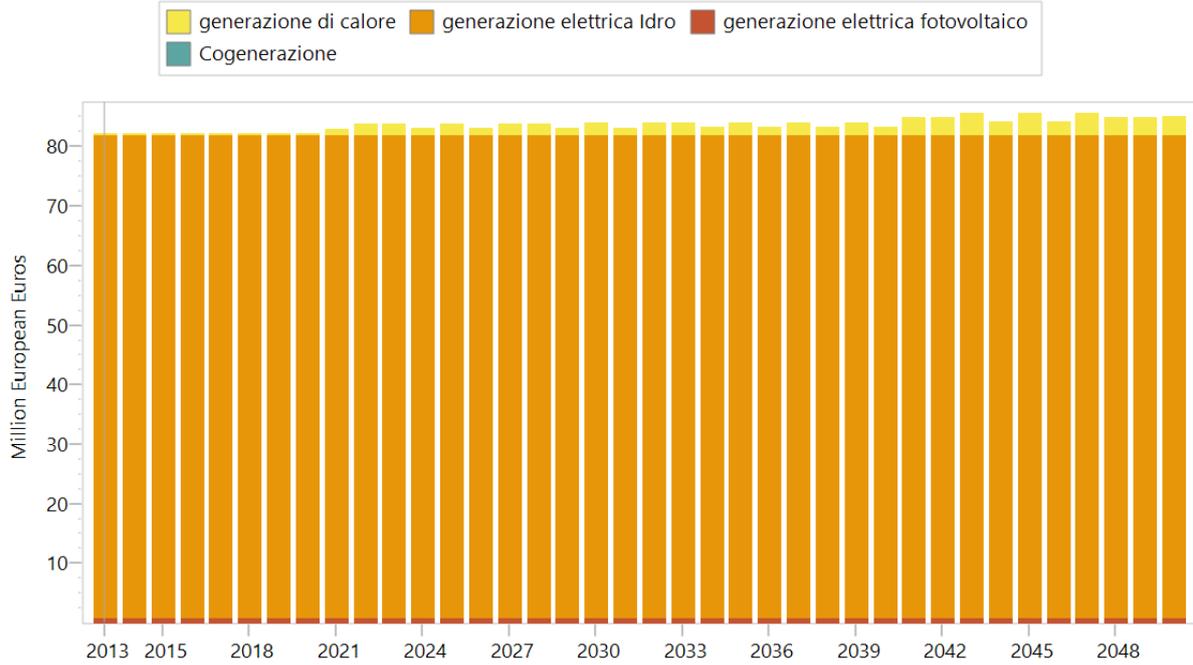
I costi di trasformazione sono quei costi riferiti ai processi di produzione di energia, ossia la conversione e il trasporto di diverse tipologie di energie dal punto di estrazione delle risorse primarie fino al consumo e perciò sono guidati dalla domanda energetica.

Nello scenario business as usual (figura 16), la maggior parte dei costi di trasformazione sono dovuti alla generazione di energia elettrica da fonte idrica e in piccola parte da fotovoltaico e teleriscaldamento. La medesima situazione viene registrata anche nei due scenari di trasformazione (figura 17, 18), ma con alcune variazioni. Infatti dato l'aumento della diffusione dei sistemi di teleriscaldamento, ipotizzati negli scenari intermedio e fossil free, aumentano anche i costi di produzione energetica. Nello scenario fossil free, nonostante il numero di edifici allacciati alla rete di teleriscaldamento sia maggiore rispetto allo scenario intermedio, i costi di trasformazione sono minori. Questo è dovuto al fatto che nello scenario fossil free si riducono notevolmente i consumi grazie all'efficientamento dell'involucro, che si traduce in una minor capacità produttiva degli impianti e quindi dei costi.

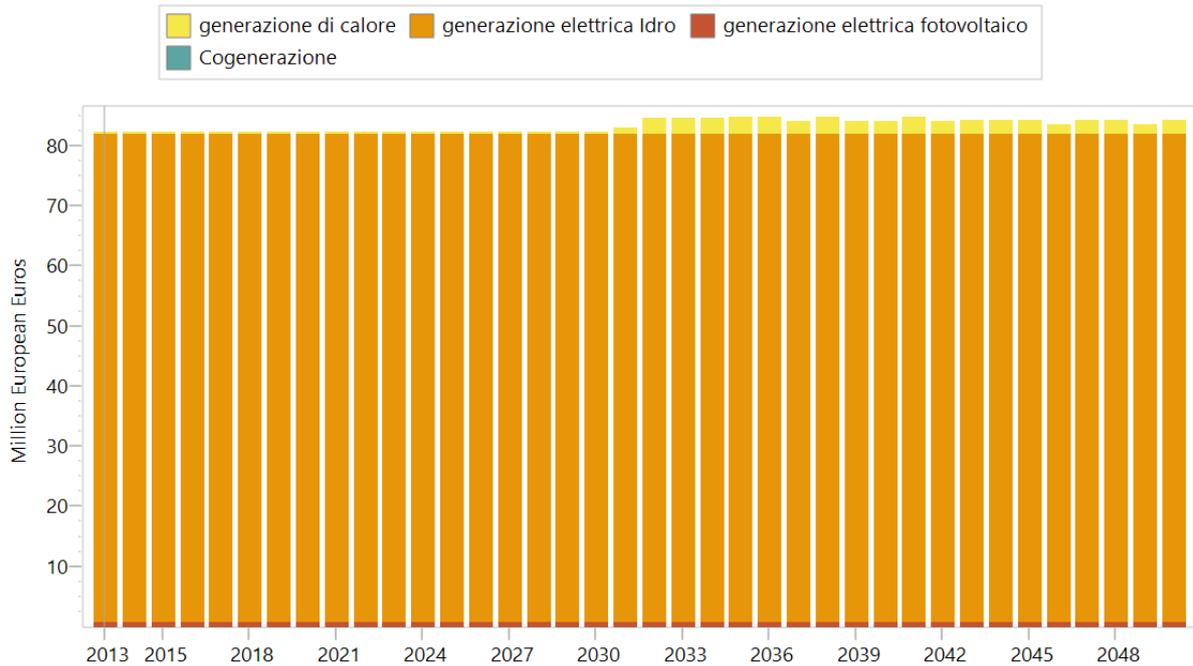
**Figura 18 – COSTI TRASFORMAZIONE, SCENARIO BAU**



**Figura 19 – COSTI TRASFORMAZIONE, SCENARIO INTERMEDIO**



**Figura 20 – COSTI TRASFORMAZIONE, SCENARIO FOSSIL FREE**



### **7.8. COSTI FONTI PRIMARIE**

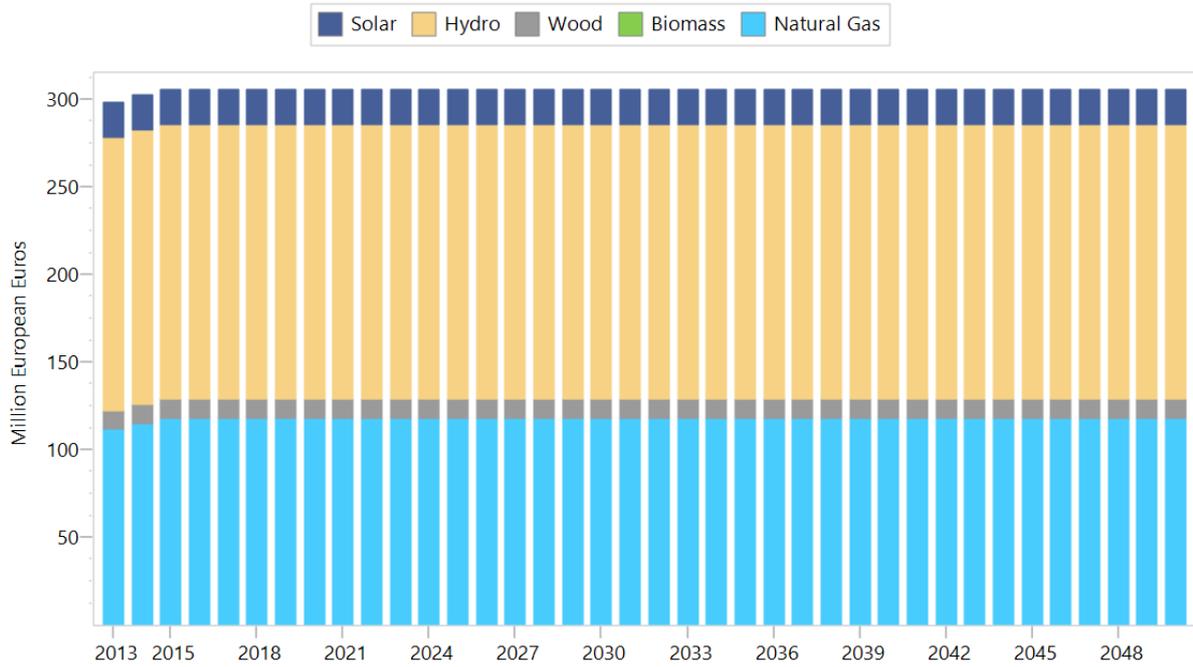
Le fonti primarie sono tutte quelle fonti energetiche che non hanno bisogno di alcun processo di trasformazione per poter essere utilizzate. Le fonti primarie presenti nell'analisi sono: gas naturale, legno, energia idroelettrica ed energia solare.

I maggior costi per le fonti energetiche primarie, nello scenario business as usual (figura 19), sono dovuti al rilevante utilizzo di gas naturale soprattutto nei processi produttivi industriali, seguito dall'utilizzo della legna nei sistemi di riscaldamento.

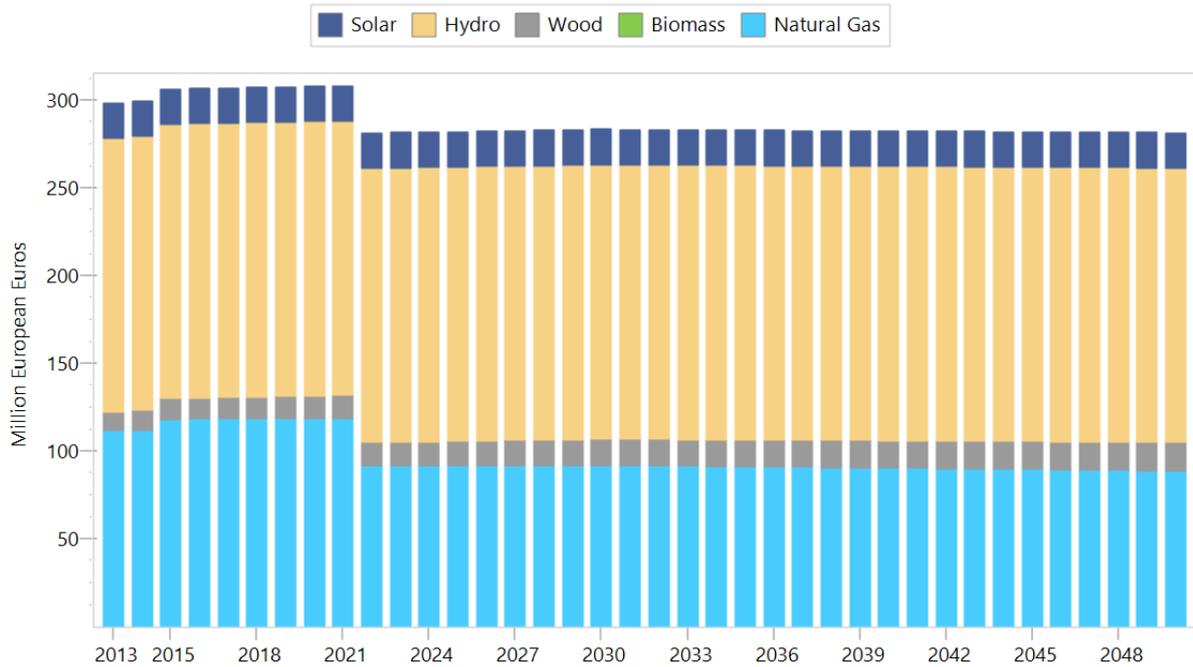
La sensibile riduzione dei consumi di gas naturale che si verificherà dopo il 2021, negli scenari intermedi (figura 20) e fossil free (figura 21), avverrà soprattutto grazie all'intervento nella cartiera di Tolmezzo. Ulteriori riduzioni saranno prodotte dall'impiego di tecnologie più efficienti e/o che sfruttino la produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili anche nei settori residenziale e terziario.

Mentre per il gas naturale consumi e costi si ridurranno, per il legname si registrerà un aumento dei costi negli scenari di trasformazione, dal momento che tale risorsa farà da cardine per la decarbonizzazione del sistema di riscaldamento ed è quindi stato ipotizzato un aumento del suo impiego nei piccoli e grandi sistemi di riscaldamento del territorio carnico.

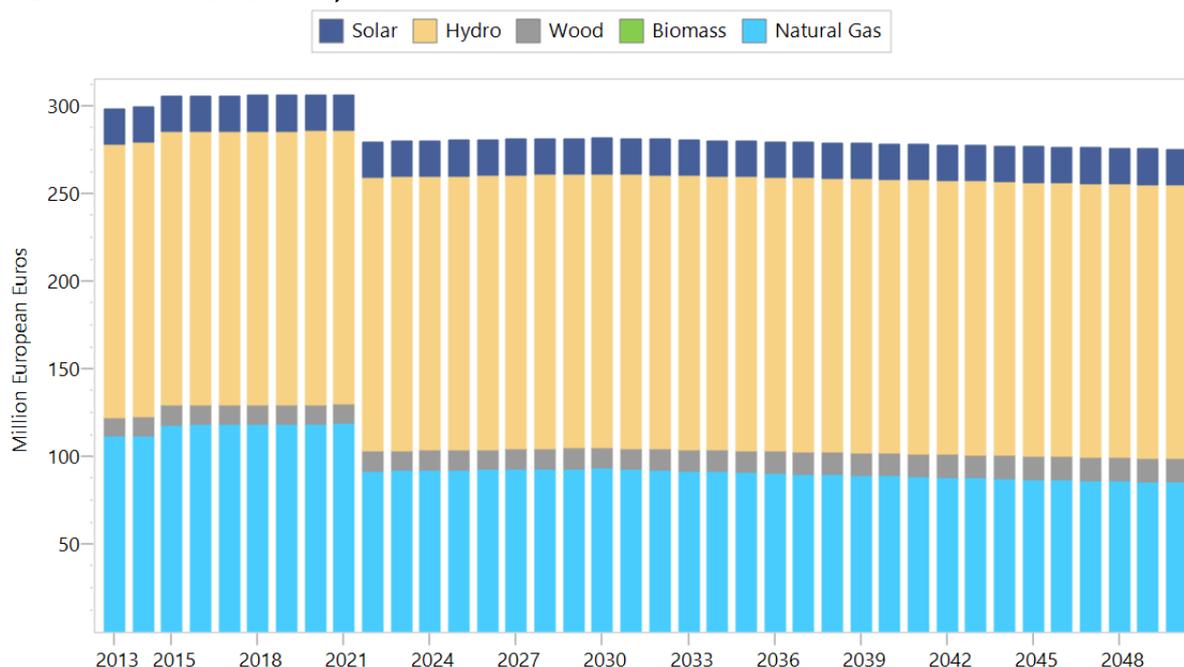
**Figura 21 – COSTI MATERIE PRIMA, SCENARIO BAU**



**Figura 22 – COSTI MATERIE PRIME, SCENARIO INTERMEDIO**



**Figura 23 – COSTI MATERIE PRIME, SCENARIO FOSSIL FREE**



### **7.9. COSTI FONTI SECONDARIE**

Le fonti energetiche secondarie, a differenza di quelle primarie, necessitano di processi di trasformazione per poter essere utilizzate, in quanto non sono direttamente fruibili dall'uomo nella loro forma naturale. Esse perciò derivano da trasformazioni di fonti primarie, come ad esempio la benzina che deriva dalla lavorazione del petrolio.

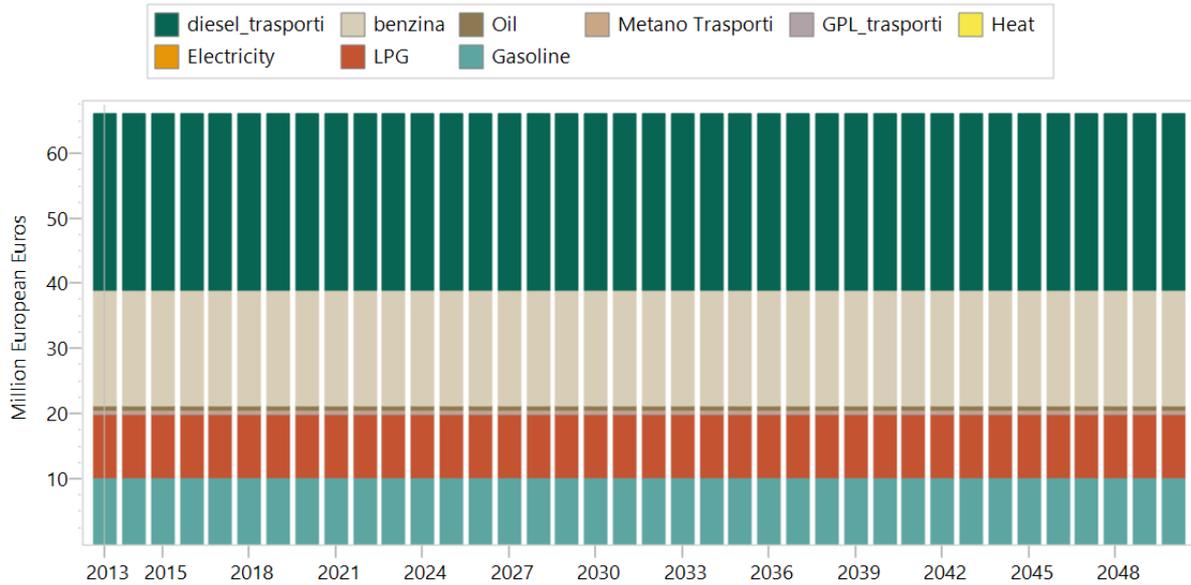
In questa categoria sono presenti diverse fonti energetiche impiegate nel settore dei trasporti come diesel, benzina, metano, GPL ed energia elettrica; ed altre impiegate nei rimanenti settori i quali impiegano fonti come olio combustibile, GPL, gasolio e nuovamente energia elettrica.

Nello scenario business as usual (figura 22) i costi sono dominati dall'impiego di carburanti per il trasporto, soprattutto diesel e benzina ed in misura minore metano e GPL. Il GPL presenta maggior rilevanza come combustibile impiegato nei settori residenziale, terziario ed industriale. Come si può osservare dalla figura, non si registrano costi dovuti all'utilizzo di energia elettrica. Tale situazione si può giustificare dal fatto che la domanda elettrica è coperta interamente dalla produzione di energia da fonti rinnovabili e perciò i costi sono imputabili alle fonti energetiche primarie.

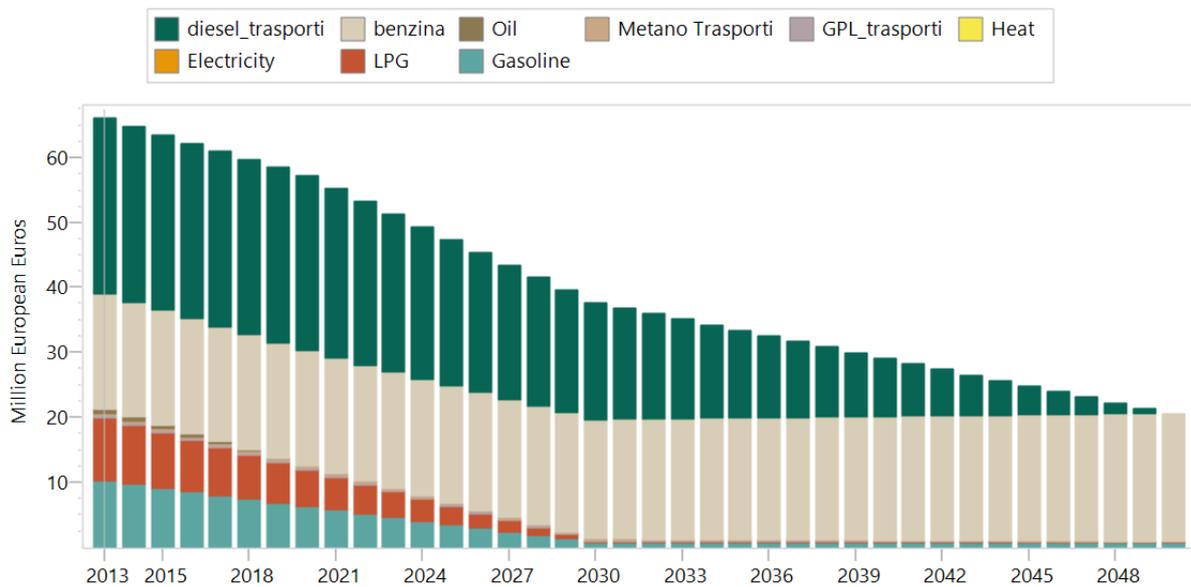
Negli scenari intermedi (figura 23) e fossil free (figura 24) la situazione subisce notevoli variazioni grazie al fatto che i trasporti non saranno più guidati dai carburanti di origine fossile, ma si punterà - a seconda dello scenario esaminato - ad una parziale o totale decarbonizzazione del settore. Come già visto nella descrizione delle misure di trasformazione del settore dei trasporti per lo scenario intermedio, la tipologia di automobili presenti si sposterà verso un totale impiego di auto ibride (65%) ed elettriche (35%) entro il 2050. Di conseguenza, essendo le auto ibride alimentate parzialmente a benzina, i costi associati a questo carburante non saranno eliminati del tutto, ma si otterranno importanti benefici sotto l'aspetto ambientale.

Nel caso dello scenario fossil free invece, la riduzione dei costi per le fonti secondarie sarà notevole. Al 2050 saranno presenti soltanto i costi relativi ai settori nel quale è difficile o impossibile intervenire secondo l'obiettivo di una totale decarbonizzazione.

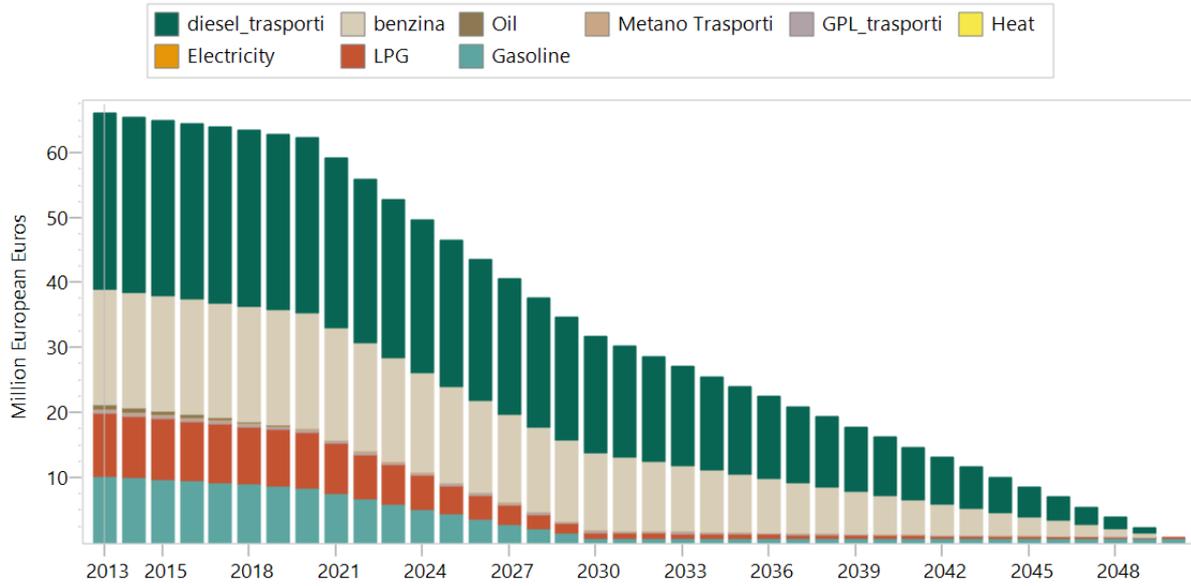
**Figura 24 – COSTI FONTI SECONDARIE, SCENARIO BAU**



**Figura 25 – COSTO FONTI SECONDARIE, SCENARIO INTERMEDIO**



**Figura 26 – COSTI FONTI SECONDARIE, SCENARIO FOSSIL FREE**



---

## **TERZA PARTE**

---

# **STRATEGIA E SCHEDE DELLE PRINCIPALI MISURE**

## 8. STATO ATTUALE, SCENARI, ISTANZE EMERSE E PROGETTI

### 8.1. CONSUMI ED EMISSIONI: LA SITUAZIONE NEI DIVERSI SETTORI

L'avviamento di un percorso virtuoso di decarbonizzazione dei consumi energetici in Carnia è un tassello fondamentale all'interno di uno sviluppo sostenibile del territorio da un punto di vista economico, sociale ed ambientale. Sviluppare un sistema energetico basato su fonti rinnovabili e locali, oltre a rilanciare l'economia carnica e ad aumentare l'attrattività del territorio per nuovi abitanti e turisti, permette di avere un sistema più resiliente alle fluttuazioni dei mercati energetici e alle crisi economiche in generale.

Attualmente il sistema Carnia si basa, come la maggior parte della nazione, sull'impiego massiccio di combustibili fossili, dal riscaldamento ai trasporti, dalla produzione di energia elettrica (in questo caso importata da fuori) ai processi produttivi industriali. Nel particolare, in figura 1 sono illustrati i consumi finali di energia di tutto il territorio carnico divisi per settore. Le cartiere di Tolmezzo e Ovaro, come pure le stazioni di pompaggio dell'oleodotto SIOT, sono state disaggregate dal settore di appartenenza e considerate voci indipendenti dato il loro consumo molto alto. Le due cartiere infatti rappresentano il 35,4% di tutti i consumi della Carnia, più di ogni altro settore. Seguono il residenziale con il 19,6%, le stazioni di pompaggio con il 12,6%, i trasporti con il 12,3%, l'industria con il 10,5% e il settore terziario con il 9,4%. Escludendo le cartiere e le stazioni di pompaggio, per le quali la Comunità di Montagna ha un margine molto limitato per interventi di decarbonizzazione nel breve termine, le percentuali dei vari settori crescono al 37,6% per il residenziale, al 23,6% per i trasporti, al 20,1% e 18,1% rispettivamente per l'industria e il settore terziario.

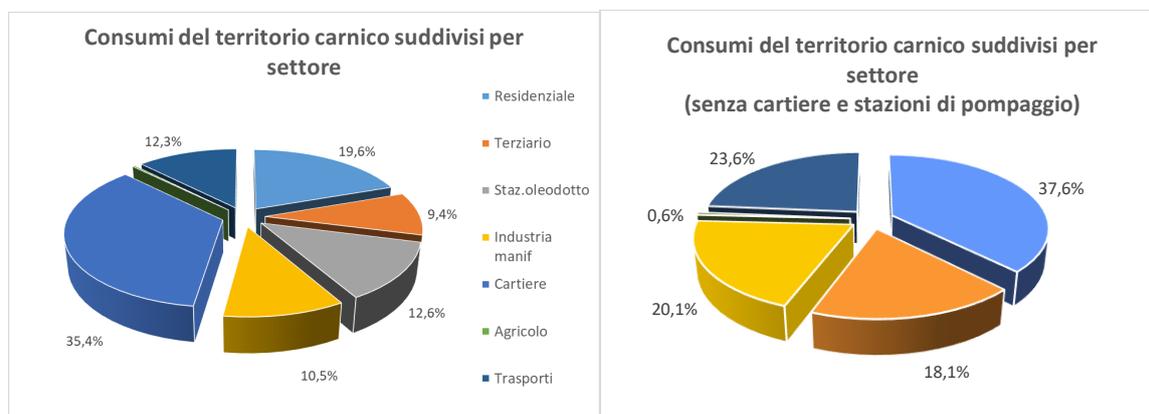


Figura 27: Consumi energetici finali del territorio carnico divisi per settore (con e senza cartiere e stazioni di pompaggio SIOT)

Guardando alle fonti di energia impiegate nei vari settori, si può vedere (figura 2) come nonostante globalmente sia l'elettricità il vettore più utilizzato (33,7%), i combustibili fossili giocano ancora il ruolo da protagonisti nel sistema energetico del territorio. Quasi il 47% delle fonti primarie di energia, sommando i vari vettori energetici, consiste infatti in metano (12,2%), benzina (8,4%), diesel (21,7%), GPL (3,5%) e olio

combustibile (0,9%). Completano il quadro le biomasse, storicamente punto di forza delle regioni alpine, con il 19,6%, e il teleriscaldamento che pesa per lo 0,7%.

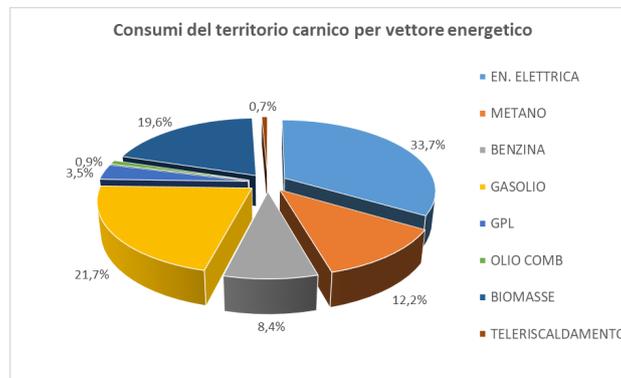


Figura 28: Consumi energetici finali del territorio carnico divisi per vettore energetico (escluse cartiere e stazioni di pompaggio SIOT)

Incrociando i dati appena presentati, si può individuare quali settori siano maggiormente dipendenti dai combustibili fossili e necessitino perciò di misure specifiche e strutturali. Se nel residenziale si osserva una predominanza delle biomasse, completata da un mix equilibrato di diverse fonti fossili, i settori terziario e industriale vedono una grossa prevalenza del metano.

Attraverso interventi mirati questo documento vuole affrontare la sfida della decarbonizzazione su vari fronti dei settori citati. Non ultimo, il settore dei trasporti, che come nel resto del paese è quello che presenta la maggior dipendenza da combustibili fossili, e rappresenta forse la sfida più ardua insieme al settore industriale.

Il consumo elettrico aggregato di tutti i settori del territorio carnico ammonta a circa 342 GWh (anno 2016), numero che scende a circa 180 GWh escludendo cartiere e stazioni di pompaggio. La produzione elettrica totale della Carnia è uguale a 793 GWh, o 680 GWh escludendo la generazione interna per autoconsumo delle cartiere. La generazione è composta quindi per l'85,6% da FER e per il 14,4% da fonti fossili, metano in primis. L'ambito delle FER è dominato dall'idroelettrico che rappresenta oltre il 98% della produzione elettrica rinnovabile, con fotovoltaico e biomasse a contribuire solo marginalmente alla generazione di energia.

Da questi numeri si deduce che la Carnia, oltre che essere potenzialmente autonoma da un punto di vista energetico, può anche vantare una produzione quasi completamente rinnovabile.

Il modello energetico della Carnia che APE FVG ha sviluppato utilizzando il software LEAP è stato presentato nei paragrafi precedenti. Nei due scenari di sviluppo le azioni sono implementate in maniera differente sui vari settori: in quello "Green" la decarbonizzazione è massiccia trasversalmente a tutti i settori, mentre quello "Intermedio" prevede misure meno drastiche, almeno in alcuni settori.

LEAP ha permesso di visualizzare l'andamento della domanda nei vari settori, divisa per i diversi vettori energetici. In figura 6 per esempio sono illustrati i consumi del settore residenziale divisi per vettore energetico, su di un orizzonte temporale fino al 2050. Si può quindi visualizzare per esempio in che anno l'olio

combustibile e il gasolio smetteranno di essere usati e da quali fonti verranno progressivamente sostituiti, confrontando la differenza di evoluzione tra i due scenari.

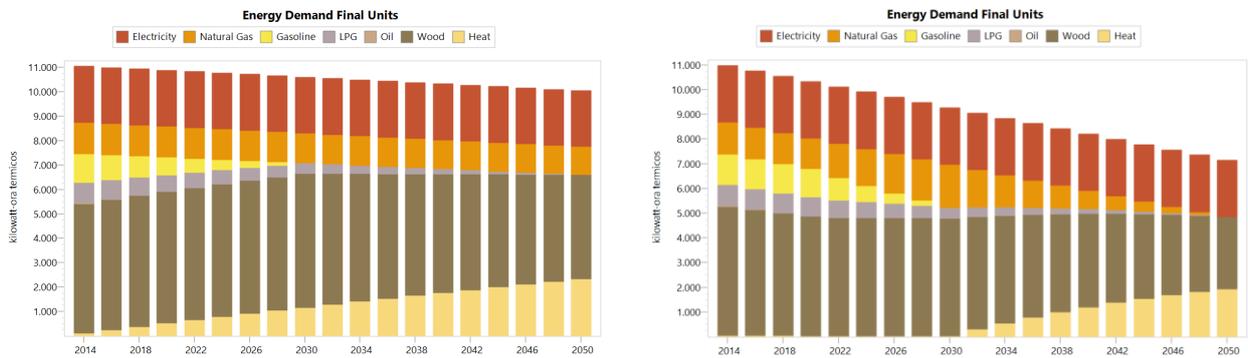


Figura 29: Consumi del settore residenziale divisi per vettore energetico, scenario Intermedio e Green

Inoltre, impostando la disponibilità di alcune tecnologie a partire da un certo anno, si possono anche sviluppare analisi di sostituzione tecnologica con tassi di efficacia differenti, come ad esempio nel settore dei trasporti (figura 7).



Figura 30: Consumi del settore trasporti divisi per vettore energetico, scenario Intermedio e Green

La regione Friuli Venezia Giulia ha annunciato che raggiungerà l'obiettivo di neutralità climatica al 2045. In questa prospettiva si può porre lo stesso obiettivo per il territorio carnico, con l'azzeramento delle emissioni in ogni settore. In Figura 8 sono riportati in tabella e graficamente i consumi in TEP e le emissioni di ogni settore di consumo finale. Le emissioni totali della Carnia ammontano a circa 467 mila tonnellate di CO<sub>2</sub>. Il contributo maggiore è dato dalle cartiere, che da sole pesano per il 33,7% sulle emissioni totali (157 mila tonnellate). A seguire il settore residenziale e quello dei trasporti contribuiscono per il 19,6% e 15,2%, mentre industria manifatturiera, stazioni di pompaggio e settore terziario si aggirano intorno al 10% delle emissioni totali.

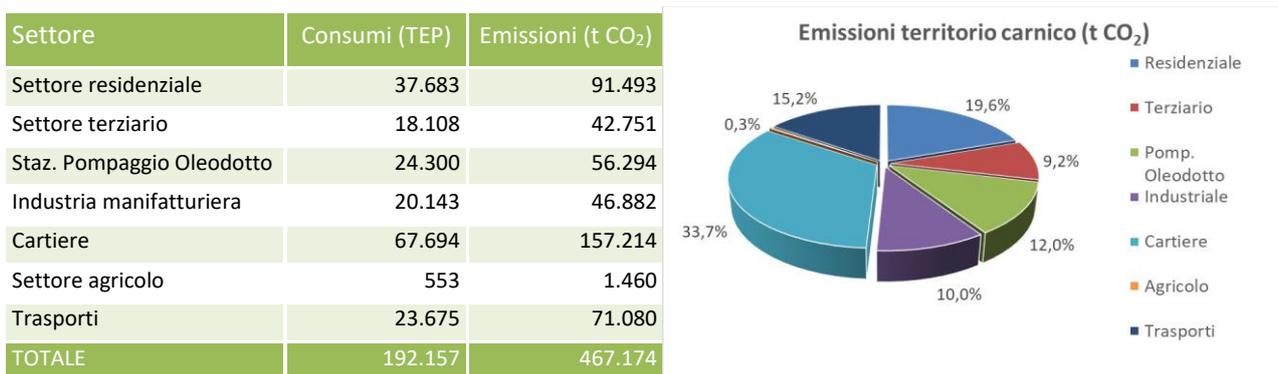


Figura 31: Tabella e grafico riassuntivi delle emissioni

Le stazioni di pompaggio e le cartiere vengono mantenute separate dal resto dei consumi in quanto usi finali particolarmente energivori, per i quali è difficile stabilire delle misure politiche generali: per questi casi infatti vanno stipulati accordi specifici con le aziende private che gestiscono gli impianti e progettati degli interventi di decarbonizzazione adeguati con il supporto economico della regione. Pertanto le misure sviluppate in questo documento non tratteranno delle emissioni relative alle attività sopra citate. Escludendo quindi le 157 mila tonnellate delle cartiere e le 56 mila tonnellate relative alle stazioni di pompaggio, le emissioni totali della Carnia scendono a 254 mila tonnellate di CO<sub>2</sub>.

Questa sarà la cifra utilizzata in questo report per quantificare la percentuale di una specifica misura sulle emissioni totali.

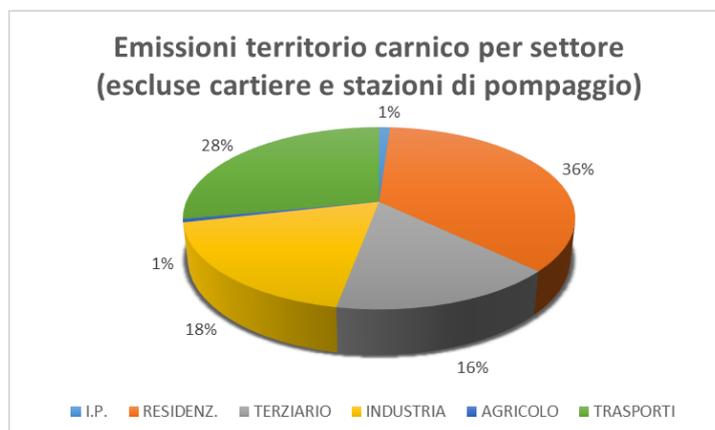


Figura 32: Ripartizione delle emissioni di CO<sub>2</sub> per settore, escluse le cartiere e le stazioni di pompaggio

## 8.2. ISTANZE EMERSE DA CARNIA 2030

Nel presente piano è opportuno tenere in debita considerazione le istanze emerse da “*Carnia 2030 – Carnia terra coesa e competitiva in Europa*”, percorso di elaborazione della strategia di sviluppo locale.

*Carnia 2030* è un percorso che guarda al medio e lungo periodo, confrontandosi da subito con le opportunità offerte da “*NextGenerationEU*”, strumento messo in campo dalla UE per rilanciare l’Europa. Le risorse stanziare per finanziare i Piani Nazionali di Ripresa e Resilienza (PNRR) dovranno essere utilizzate per un futuro verde, digitale ed inclusivo: con essi si punta ad approdare ad un nuovo modello di sviluppo, al fine di migliorare le nostre capacità di adattamento al cambiamento climatico, promuovere l’uso efficiente delle risorse con l’obiettivo di giungere ad un equilibrio socio-economico più bilanciato sotto il profilo delle risorse, della competitività e della qualità della vita.

Next Generation EU (e quindi il PNRR nei vari paesi europei) promuove con fondi specifici la gestione integrata e certificata delle risorse idriche e prevede incentivi temporanei per la riqualificazione energetica e l’adeguamento antisismico del patrimonio immobiliare. Carnia 2030 ha evidenziato che soprattutto questi due capitoli di risorse possono avere ricadute importanti sul territorio carnico: sono fondi che vanno sfruttati essendo fondamentali per lo sviluppo della risorsa idrica, importantissima per il territorio carnico, e per il rinnovamento degli edifici del territorio, prezioso patrimonio da salvaguardare.

### 8.2.1. Opportunità e rischi evidenziati

Il percorso ha evidenziato opportunità e rischi legati a due ambiti in particolare:

#### A) La disponibilità di risorse per produrre energia da fonti rinnovabili:

- **Risorse agro-forestali:** l’85% delle proprietà forestali pubbliche è ascrivibile ai Comuni Carnici e, per la quasi totalità, tali proprietà sono ricomprese all’interno del Piano di Gestione Forestale
- **Risorsa idroelettrica** - le concessioni delle centrali elettriche chiave in Carnia scadono nel 2029 e andranno in mano alla Regione FVG (in Carnia l’82% dell’intera produzione di energia elettrica del territorio, da tutte le fonti, FER e non, è di natura idroelettrica)
- **Idrogeno** – a livello internazionale sono stati effettuati studi che sottolineano il fatto che la produzione di idrogeno non ha impatti importanti sul ciclo dell’acqua

#### B) La gestione autonoma delle reti di distribuzione e rischi provenienti dall’esterno:

- Il rischio futuro di avere attori esterni che vengono a prelevare risorse idriche, forestali e ambientali sul nostro territorio è sempre più marcato.
- L’importazione di metano dall’estero per il futuro ci renderà sempre più vulnerabili, come emerso ancor più drammaticamente nei primi mesi del 2022.
- Una gestione locale autonoma delle reti di distribuzione si potrà ripercuotere positivamente in futuro sul livello dei prezzi pagati dal consumatore.

Più in generale, a livello di territorio un maggiore utilizzo di energia proveniente da fonti rinnovabili inciderà sulla consapevolezza delle comunità nell’utilizzo delle proprie risorse locali.

### 8.2.2. I tavoli tematici: dalle richieste dei territori alle possibili azioni

I lavori dei quindici tavoli tematici di Carnia 2030 sono serviti a raccogliere le richieste dei territori in merito a vari ambiti, diversi dei quali concernenti lo sviluppo sostenibile del territorio e legati a energia e ambiente. Di uno di essi in particolare, dedicato al tema “*Acqua ed Energia*”, è basilare riportare i risultati nel presente documento, ma è importante tenere conto anche di molti altri. Il lavoro dei tavoli non esaurisce la programmazione, è solo il primo passo di un percorso articolato che nelle fasi successive troverà una sintesi con il coordinamento e il supporto di esperti degli specifici ambiti.

Tra le azioni suggerite dai tavoli meritano di essere menzionate le seguenti:

A) Per il tavolo 5 “TURISMO”

- Promuovere lo *slow tourism*, che permette l’immersione nella natura e il contatto con le comunità locali per far vivere il territorio, puntando sul patrimonio culturale, sul comparto agro-alimentare e sulla mobilità sostenibile (mezzi a basso impatto ambientale, e-bike)

B) Per il tavolo 9 “ACQUA ED ENERGIA”

- Organizzazione di tavoli tecnico-politici a scopo formativo e informativo
- Creazione di uno sportello energia itinerante
- Usare studi di fattibilità e processi di pianificazione per far crescere la condivisione della competenza su un tema così tecnico
- Spingere la gestione del comparto energetico verso forme sempre più stabili di partenariato pubblico-privato
- Organizzazione di una Fiera Locale dell’energia sostenibile in cui coinvolgere fortemente scuole, comunità locali e amministratori

### 8.3. IL PROGETTO DI SIOT PER LE STAZIONI DI POMPAGGIO DELL’OLEODOTTO TRANSALPINO

In questo paragrafo riportiamo alcuni dati e considerazioni sul progetto che SIOT, in collaborazione con la ESCo Enerproject, ha sviluppato e presentato alla Regione FVG. Il progetto prevede la realizzazione di quattro centrali termoelettriche alimentate a metano da ubicare nei pressi delle quattro stazioni di pompaggio dell’oleodotto SIOT già attualmente presenti in Friuli Venezia Giulia, nello specifico nei territori comunali di San Dorligo della Valle, Reana del Rojale, e in Carnia, di Cavazzo Carnico e Paluzza.

SIOT ed Enerproject dichiarano che il calore prodotto dai motori di ognuna di queste centrali verrà utilizzato per fluidificare il greggio e ottenere risparmi elettrici nel pompaggio dello stesso.

I dati delle stazioni di pompaggio sono stati estrapolati dalla relazione di progetto: ogni stazione di pompaggio presenta 4 pompe dalla potenza elettrica di quasi 2 MW l’una. Dichiarato un utilizzo annuo di 8.000 ore, i consumi annui della singola stazione di pompaggio SIOT raggiungono quasi i 70 GWh annui: per dare una cifra di paragone, nel 2013 i settori residenziale e terziario (escludendo quindi le industrie) di tutti i 29 comuni della Carnia hanno consumato 92 GWh di elettricità.

Una prima considerazione generale che si può fare è che l’installazione di generatori di energia elettrica da fonti fossili andrebbe quindi ad aumentare (e non sostituire) il carico di gas climalteranti presenti nell’area

d'installazione, andando a vanificare tutti gli sforzi attuali finalizzati a conseguire una riduzione delle emissioni.

N.B Dati e calcoli della seguente tabella si riferiscono ad una singola stazione, nel caso specifico quella di Paluzza

**Tabella 71 – DATI TECNICI STAZIONI DI POMPAGGIO OLEODOTTO**

Energia elettrica assorbita dalla rete ad oggi per il pompaggio	69.500	MWh/anno
Ore funzionamento anno pompaggio	8.000	ore
Potenza elettrica pompe	8,69	MW
Rendimento elettro/meccanico pompe	90%	
Potenza di pompaggio	7,82	MW
Numero pompe installate	4	
Potenza singola pompa	1,95	MW
Densità greggio a 15 °C	920	kg/mc
Temperatura greggio tubazioni ante riscaldamento	15	°C
Potere calorifico gas metano	9,59	kWh/mc

La centrale di cogenerazione del progetto è composta di due motori Jenbacher alimentati a gas metano ed accoppiati ciascuno ad un generatore che fornisce energia elettrica ai motori delle quattro pompe esistenti. La potenza elettrica complessiva è di 7,7 MW e quella termica disponibile al recupero di 7,2 MW. Questi motori dalle elevate efficienze hanno una propensione per la generazione elettrica e permettono un recupero di calore inferiore rispetto a quelli di molti progetti di cogenerazione (vedi cogenerazione per teleriscaldamento), dove il calore è il prodotto principale che determina le operazioni dell'impianto.

Nelle tabelle seguenti si riportano i dati di energia elettrica e termica prodotta, del consumo di gas metano e dell'energia elettrica da rete

**Tabella 72– DATI STAZIONE DI POMPAGGIO DI PALUZZA**

<b>Totali</b>		
Energia elettrica prodotta	62.048	GWh/anno
Energia termica prodotta	57.672	GWh/anno
Consumo gas metano	14.027.112	mc/anno
Energia elettrica da rete	7,45E+03	MWh/anno

**Tabella 73 – DATI STAZIONE DI POMPAGGIO DI CAVAZZO CARNICO**

<b>Totali</b>		
Energia elettrica prodotta	62.048	MWh/anno
Energia termica prodotta	57.672	MWh/anno
Consumo gas metano	13.740.552	mc/anno
Energia elettrica da rete	8,13E+03	MWh/anno

Da progetto, considerando 8.000 ore di funzionamento annue, ognuna delle due centrali di cogenerazione produrrà 62 GWh elettrici e 57 GWh termici, consumando circa 14 milioni di metri cubi di gas metano. Sempre per dare un riscontro, nel 2013 i settori residenziale e terziario dei 29 comuni carnici hanno consumato 9,9 milioni di metri cubi di metano: le due centrali pertanto consumerebbero il 141% dei consumi dei settori civili dell'intera Carnia.

Sempre da dati di progetto, la cogenerazione fornisce una potenza termica di 7,2 MW tramite acqua calda con temperature di mandata e ritorno di 90°-65°. Lo scambiatore di calore acqua-greggio prevede di innalzare la temperatura della portata di greggio spillata di 20°C. Tramite la re-immissione di questa portata nella tubatura principale prevede la temperatura dell'intera portata di greggio dell'oleodotto dovrebbe essere innalzata di 1°C, una variazione di temperatura con un impatto praticamente nullo sulla densità del greggio e pertanto sul risparmio dei consumi di pompaggio. Il risparmio di energia delle pompe principali dell'oleodotto è stimato in 62 MWh annui, pari allo 0,09% dei consumi totali. Di contro, la nuova pompa da installare per il prelievo di parte del flusso da indirizzare allo scambiatore di calore per poi reimmetterlo nella condotta principale ha una potenza di 110 kW, per un consumo stimato su 8.000 ore di funzionamento pari a 880 MWh.

Pertanto il consumo elettrico dell'intero sistema non solo non diminuisce grazie alla cogenerazione, ma addirittura aumenta.

Senza aver alcuna riduzione del consumo energetico della stazione di pompaggio (dato il consumo di 14.027.112 m<sup>3</sup>/anno di cui alla tabella precedente), verrebbero quindi immessi in atmosfera circa 28 mila tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno, oltre a 79 tonnellate di CO e 30 tonnellate di NO<sub>x</sub>.

Considerando, per il gas metano, un fattore di emissione di 201 gCO<sub>2</sub>/kWh e un contenuto energetico di 9,59 kWh/m<sup>3</sup>, i 14 milioni di metri cubi bruciati dalla singola centrale producono 27 mila tonnellate di CO<sub>2</sub>.

Per calcolare le emissioni relative al consumo di 62 GWh prelevati da rete, si può utilizzare i dati ISPRA sull'intensità di carbonio della rete elettrica nazionale, che stima l'emissione media relativa al consumo di un kWh. Partendo da un dato di 2,25 tonnellate di CO<sub>2</sub> per tep (tonnellate equivalenti di petrolio) di energia elettrica ([https://annuario.isprambiente.it/sys\\_ind/831](https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/831)), con i fattori di conversione dell'ENEA da tep a kWh (<https://www.enea.it/it/seguici/le-parole-dellenergia/unita-di-misura/fattori-di-conversione>) si ottiene un valore medio di 187 gCO<sub>2</sub>/kWh di elettricità prelevata dalla rete. Questo dato coincide anche con vari database internazionali Moltiplicando dunque 0,187 gCO<sub>2</sub>/kWh per i 62 GWh che la centrale produrrebbe, si ottengono emissioni pari a 11.594 tonnellate di CO<sub>2</sub>. Si riscontra pertanto un risparmio di emissioni pari quasi al 57,2% con il prelievo di elettricità dalla rete (modalità di approvvigionamento dell'energia utilizzata finora) rispetto alla generazione a metano proposta dal progetto.

La combustione di fonti fossili genera emissioni di gas climalteranti quali la CO<sub>2</sub> ed anche l'autoproduzione elettrica da gas metano con motori ad alta efficienza segue questa regola fisica.

L'installazione di generatori di energia elettrica da fonti fossili andrebbe ad aumentare e non sostituire il carico di gas climalteranti presenti nell'area d'installazione, andando a vanificare tutti gli sforzi attuali che puntano a ridurre tali emissioni in atmosfera per contrastare il cambiamento climatico.

Per quanto riguarda le emissioni di CO<sub>2</sub>, facendo riferimento alla Tabella 2.25 del documento ISPRA <https://www.isprambiente.gov.it/files2022/pubblicazioni/rapporti/r363-2022.pdf>, si utilizza per il calcolo delle emissioni attuali il valore desunto dalla colonna “Consumi elettrici” per il 2019 (per svincolarsi dai problemi geo-politico-sanitari recenti), in quanto gli impianti di pompaggio sono connessi alla rete elettrica nazionale e consumano energia elettrica prodotta da un mix sia di fonti fossili sia di fonti rinnovabili.

Per quanto riguarda il fattore di emissione del gas metano è stato ricavato a partire dai valori presenti nella tabella del documento ISPRA

([https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/emission\\_trading/tabella\\_coefficienti\\_standard\\_nazionali\\_11022019.pdf](https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/emission_trading/tabella_coefficienti_standard_nazionali_11022019.pdf)).

Con questi due fattori, la situazione attuale rispetto alla situazione futura si riassume in questo modo:

**Tabella 74 – SITUAZIONE EMISSIONI ANTE- E POST-OPERAM**

<b>VALUTAZIONE EMISSIONI</b>		
<b>SITUAZIONE ANTE-OPERAM (CONSUMI DA RETE)</b>		
Fattore emissione di CO <sub>2</sub> da Consumi Elettrici	0,2691	kg/kWh
Totale emissioni di CO <sub>2</sub> da Consumi Elettrici	19.471	ton/anno
<b>SITUAZIONE POST OPERAM (AUTOPRODUZIONE)</b>		
Fattore di emissione del gas metano	0,20136	kg/kWh
Totale Emissioni NO <sub>x</sub> - Cogenerazione	30	ton/anno
Totale Emissioni CO - Cogenerazione	79	ton/anno
Totale Emissioni CO <sub>2</sub> - Cogenerazione	27.087	ton/anno
Totale Emissioni CO <sub>2</sub> (Integrazione da rete)	2.278	ton/anno
<b>Totale</b>	<b>29.365</b>	<b>ton/anno</b>
<b>VARIAZIONE SULLE EMISSIONI DI CO<sub>2</sub></b>		
<b>EMISSIONI POST OPERAM - ANTE OPERAM</b>	<b>9.894</b>	<b>ton/anno</b>

Come si può notare, con l’autoproduzione elettrica da fonti fossili si ha un aumento delle emissioni di CO<sub>2</sub> (oltre a quelle di NO<sub>x</sub> e CO) di 9.894 ton/anno rispetto al consumo di energia elettrica prelevata da rete.

Questi calcoli, sebbene con un certo grado di incertezza dovuta alla mancanza di alcuni dati, escludono un impatto positivo del progetto proposto da SIOT dal punto di vista tecnico-ambientale.

---

## 9. STRATEGIA E AZIONI PER LA DECARBONIZZAZIONE DELLA CARNIA

---

Questo documento vuole avere una forte connotazione pratica e fungere da supporto tecnico agli amministratori locali e alla Comunità di Montagna della Carnia impegnati nei processi di sviluppo sostenibile e decarbonizzazione del territorio carnico. In questo capitolo verranno pertanto illustrate le varie azioni previste per il raggiungimento degli obiettivi preposti sul taglio delle emissioni, divise per settore e per orizzonte temporale. Per ogni misura descritta saranno successivamente allegate una o più “schede tecniche”, dove la misura specifica viene concretamente contestualizzata sul territorio della Carnia, con focus su tempistiche, impatti ambientali ed economici.

In particolare ogni scheda si divide in tre paragrafi:

- **Analisi situazione corrente.** Descrizione del contesto attuale del settore e delle opportunità di sviluppo sostenibile legate alla misura della scheda;
- **Fasi di sviluppo della misura.** Descrizione tecnica del processo di implementazione della misura, con azioni specifiche e tempi auspicati per l’implementazione;
- **Stima dei costi e dell’impatto della misura.** Valutazione dei costi economici per l’implementazione della misura, seguita da una stima dei benefici monetari, sociali e ambientali per il territorio carnico.

La prima suddivisione delle misure è tra misure a breve termine, che richiedono cioè interventi consistenti già entro il 2025 e una diffusione consistente della tecnologia sul territorio entro il 2030, e misure a medio termine, per cui l’attuazione può iniziare dopo il 2025 e raggiungere la maturità nel 2035-2040. Per queste misure, sebbene non siano richiesti investimenti immediati, è necessario sviluppare fin da subito una strategia territoriale coordinata e porre obiettivi intermedi, in modo da poter agire prontamente quando le condizioni per l’implementazione saranno più favorevoli.

### 9.1. STRATEGIE A BREVE TERMINE

Molte tecnologie mature e buone pratiche in altri territori dimostrano che molteplici misure possono essere implementate da subito, o necessitano al massimo di un breve periodo per strutturare una strategia territoriale e adattare le soluzioni al contesto carnico.

#### 9.1.1. Efficienza energetica negli edifici

L’efficientamento energetico degli edifici è senza dubbio l’intervento a più alta priorità per abbassare i consumi del riscaldamento del settore residenziale e terziario, basati in buona parte sul gas metano, GPL, gasolio e olio combustibile. Questi quattro vettori energetici pesano per il 40% dei consumi termici residenziali e per l’87% dei consumi termici terziari. La quota di questi combustibili nel settore residenziale è più bassa della media nazionale grazie al diffuso utilizzo della biomassa legnosa per il riscaldamento domestico, ma resta comunque rilevante. Sul totale dei consumi di combustibili fossili del territorio carnico, i settori residenziale e terziario contribuiscono complessivamente per il 17,40%, e rispettivamente per il 6,2%

e 11,2%. Se escludiamo dal totale il consumo di metano delle due cartiere di Tolmezzo e Ovaro, la percentuale dei due settori sui consumi fossili della Carnia sale a 39,6% (14,2% e 25,4%).

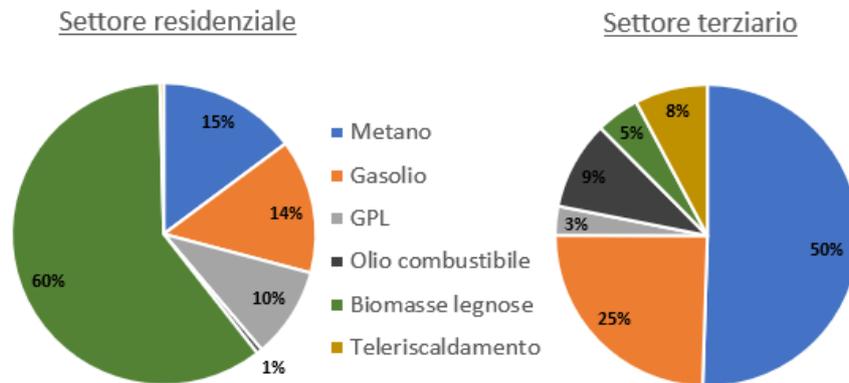


Figura 33 Consumi termici dei settori residenziale e terziario divisi per vettore energetico, in kWh

Risulta pertanto evidente come sia necessario un diffuso intervento di efficientamento energetico volto a diminuire i consumi termici degli edifici, per una riduzione dell'impiego di combustibili fossili del territorio e la conseguente diminuzione di emissioni. Cappotto termico, sostituzione dei serramenti, installazione di caldaie efficienti o sostituzione delle stesse con il binomio fotovoltaico-pompa di calore sono interventi che oltre a ridurre le emissioni portano un beneficio economico diffuso sul territorio. L'installazione di impianti fotovoltaici e la scelta dell'illuminazione a LED di interni ed esterni di abitazioni e attività commerciali contribuirà a ridurre anche i consumi elettrici che sono una percentuale importante sul totale dei consumi dei due settori, decisamente più per quello terziario (oltre il 55%), che per quello residenziale (20% circa). Particolarmente importante è riuscire a mantenere un tasso di riqualificazione energetica del patrimonio abitativo costante negli anni, in modo costruire una filiera edile locale e solida. Oltre all'efficientamento energetico degli edifici privati, anche quello degli edifici pubblici gioca un ruolo importante, sia per quanto riguarda i tagli ai consumi effettivi, sia come buona pratica ed esempio per sensibilizzare l'opinione pubblica. Un particolare spazio, proprio in quest'ottica, è stato dedicato alla formazione dei tecnici comunali nell'ambito dell'efficienza e risparmio energetici e della sostenibilità ambientale nelle scelte delle pubbliche amministrazioni.

In merito alla riqualificazione energetica del patrimonio edilizio pubblico e privato, sono state sviluppate due schede tecniche tematiche, "Efficienza energetica degli edifici privati" e "Efficienza energetica degli edifici pubblici".

### 9.1.2. Teleriscaldamento a biomassa e sviluppo della filiera locale del legno

Il settore del riscaldamento degli ambienti e dell'acqua calda sanitaria necessita di profondi interventi per ridurre la propria dipendenza dalle fonti fossili. La domanda di calore per ambienti e ACS rappresenta la maggior voce di consumo dei settori residenziale e terziario. Nonostante lo storico e diffuso utilizzo della

biomassa legnosa locale nelle utenze domestiche, anche in Carnia si fa uso consistente di metano, gasolio e GPL.

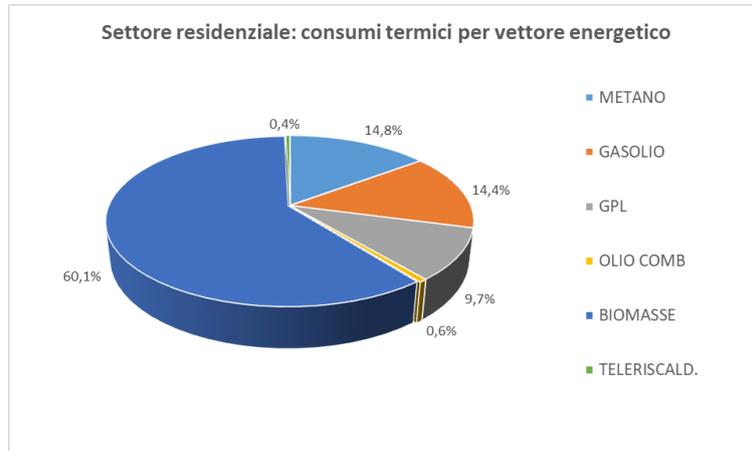


Figura 34: consumi a fini termici del settore residenziale, divisi per vettore energetico

A prescindere dalle dimensioni del centro abitato, nei paesi con una densità abitativa sufficientemente alta la tecnologia del teleriscaldamento permette di ridurre i consumi di combustibile e le emissioni tramite una tecnologia centralizzata che distribuisce acqua calda alle utenze attraverso un sistema di tubature altamente coibentate. In particolare, nel caso dei piccoli centri in aree rurali e montane, la tecnologia del teleriscaldamento alimentato a biomassa legnosa permette di ottenere una fornitura di calore quasi totalmente rinnovabile e basata su una risorsa locale. Tutto questo ovviamente a patto che le centrali di produzione e le reti di distribuzione siano progettate a dovere secondo standard di qualità che garantiscano un funzionamento ottimale ed una sostenibilità economica dell'investimento.

Negli ultimi anni è incominciato inoltre un processo di integrazione di diverse fonti rinnovabili all'interno delle reti di teleriscaldamento, come solare termico e calore di scarto da processi industriali, anche in punti distribuiti della rete, aumentandone la complessità ma anche l'efficacia, diminuendo il consumo di fonti fossili e anche di biomassa legnosa. Esistono in Italia e in Europa molteplici casi studio e buone pratiche da cui attingere per realizzare gli impianti sul territorio carnico.

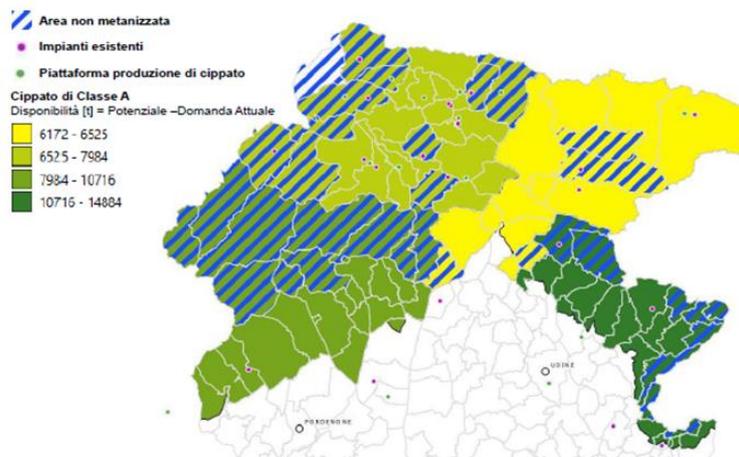


Figura 35: Potenziale di biomassa legnosa e piattaforme logistiche esistenti nelle aree montane del FVG

La tecnologia del teleriscaldamento a biomassa legnosa si sposa particolarmente bene con il territorio carnico perché utilizza una fonte locale di cui il territorio è ricco. Ciò, oltre a proteggere gli utenti finali dalle fluttuazioni dei mercati energetici rendendoli indipendenti da essi, crea un notevole valore aggiunto sull'economia locale. In particolare la Carnia, avendo già una filiera del legno strutturata ma non sviluppata al suo massimo potenziale, potrebbe trarre enormi benefici in termini di economia circolare e creazione di posti di lavoro, sfruttando in maniera sostenibile i boschi di proprietà comunale come anche quelli frazionati in molteplici piccoli appezzamenti, sempre seguendo un principio di uso a cascata del legno in cui il cippato per uso energetico ricopre l'ultimo gradino di una scala che genera un gran valore aggiunto per il territorio. Sul tema del teleriscaldamento a biomassa legnosa sono state sviluppate tre schede tecniche tematiche, due relativi a due casi specifici del territorio, Tolmezzo e Arta Terme, e una che tratta la tematica da un punto di vista più generale e per l'intero territorio carnico: "Teleriscaldamento potenziale Carnia", "Teleriscaldamento Arta Terme", "Teleriscaldamento Tolmezzo".

### **9.1.3. Impianti alimentati da fonti di energia rinnovabile**

Come già sottolineato nei paragrafi precedenti, per limitare consumi ed emissioni è fondamentale ridurre il fabbisogno termico attraverso la coibentazione degli involucri e la sostituzione di infissi e caldaie; tuttavia parallelamente a tali interventi la produzione di energia termica da fonti rinnovabili rappresenta una soluzione importante per il contenimento delle emissioni di gas climalteranti.

È già stato già evidenziato che in Carnia la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è quasi interamente riconducibile agli impianti idroelettrici di grandi, medie e piccole dimensioni che sono distribuiti sull'intero territorio. Tale produzione rappresenta oltre il 98% della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili ed è difficile pensare all'installazione di altri impianti per lo sfruttamento della risorsa idroelettrica.

Il nodo principale dell'ambito idroelettrico nei prossimi anni è rappresentato dalle concessioni delle grandi centrali idroelettriche della Carnia, che scadono nel 2029 e che poi andranno in mano alla Regione Friuli Venezia Giulia. Tale aspetto viene trattato in modo più approfondito nel prossimo paragrafo

Per quanto riguarda le altre fonti rinnovabili che possono essere utilizzate per produrre energia, la risorsa del solare è ancora sottoutilizzata. Nell'ambito elettrico, il fotovoltaico, con una produzione pari a circa 8.650 MWh annui, pesa soltanto per poco più dell'1% sulla produzione da FER, in un quadro dominato dagli impianti idroelettrici.

Ma lo sfruttamento della risorsa solare potrà essere implementato anche per quanto riguarda l'apporto legato agli impianti solari termici, la cui produzione stimata (in questo caso, rispetto al fotovoltaico, è più difficile avere dati precisi sulla diffusione degli impianti) è di circa 6.000 MWh termici. Per tali impianti sia il settore pubblico sia quello privato possono attingere alle risorse messe a disposizione dal Conto Termico.

Il tema della biomassa è ampiamente trattato in altri capitoli del presente piano, dove si evidenzia l'importanza di questa risorsa per il territorio carnico.

Attualmente sul territorio non sono presenti impianti eolici: la loro assenza è legata sia al fatto che non è facile trovare in Carnia posti dove il vento abbia le caratteristiche richieste per l'installazione di pale eoliche, sia a vincoli paesaggistici. Non è facile prevedere, almeno sul breve-medio termine, una diffusione significativa di questo tipo di impianti.

#### **9.1.4. Comunità Energetiche Rinnovabili**

Le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) sono delle innovative strutture di condivisione energetica "virtuale", sussidiate dal GSE, che puntano a promuovere la diffusione di impianti di produzione rinnovabile decentralizzata. In particolare questa tecnologia si può applicare con gran successo in aree rurali e marginali, dove la disponibilità di spazio ed energie rinnovabili è maggiore che in città.

Le CER si basano su due concetti fondamentali: il *prosumer* e l'energia condivisa nella comunità. Un prosumer è un utente che, oltre a prelevare regolarmente energia dalla rete per i propri consumi, è anche un produttore di energia rinnovabile ed è quindi capace di immettere energia in rete quando la produzione supera il proprio autoconsumo. Il concetto di energia condivisa consiste nel fatto che, se l'energia in eccesso immessa da un prosumer viene consumata da un altro membro della comunità ad una distanza ravvicinata, questo aiuta a bilanciare il sistema elettrico locale senza oneri per l'operatore di rete. L'autoconsumo virtuale comune viene calcolato su base oraria ed è quindi il minimo tra il totale dell'energia prelevata da tutti i membri della comunità e il totale dell'energia immessa nella rete da tutti i prosumer della comunità nell'ora selezionata. Questa somma viene sussidiata dal GSE attraverso diverse componenti per circa 160 Euro totali per ogni MWh condiviso.

Con il nuovo quadro normativo (giugno 2022), diverse limitazioni tecniche sono state allentate in modo da permettere configurazioni più ampie e più efficaci sia territorialmente sia come potenze impiegate. Inoltre molti installatori forniranno software di monitoraggio delle singole utenze e delle prestazioni dell'intera comunità, aiutando i cittadini ad assumere comportamenti più virtuosi sia per quanto riguarda il consumo totale che per le fasce orarie di consumo.

È importante sottolineare il fatto che le CER e gli AUC (Gruppi di Autoconsumo Collettivo) non sono strumenti di profitto, bensì degli incentivi a cittadini, PMI e amministrazioni locali a investire in nuovi impianti FER e ad assumere comportamenti di consumo più responsabili. In quest'ottica è importante sviluppare un modello di business capace di mostrare l'impatto di diverse configurazioni, per far sapere ai comuni e pure ai cittadini la reale magnitudine dell'impatto che tale strumento può avere. Ultima informazione fondamentale è che il metodo di ripartizione dell'incentivo va definito dai soci stessi in un contratto comune, e non può essere il comune o il membro trainante ad imporre la sua volontà. Ciò vuol dire che serve un accordo tra i membri della configurazione che può essere basato sulla percentuale di autoconsumo virtuale, su un sistema di quote fisse per consumo e produzione, o su di un meccanismo ibrido.

Sul territorio carnico, le CER possono esprimere un gran potenziale incentivando l'installazione di fotovoltaico distribuito e inserendo nel mix energetico il mini-idroelettrico. Riuscendo a coinvolgere un gran numero di utenze, si possono prospettare delle CER sovracomunali o "di vallata" che ottengano alti valori di

autoproduzione e autoconsumo, riducendo le bollette dei cittadini e redistribuendo l'incentivo del GSE sul territorio. In tale maniera alcune aree periferiche diventerebbero più attraenti per business e nuovi residenti, aiutando a contrastare il fenomeno di spopolamento della Carnia.

La realizzazione di una Comunità energetica territoriale permetterebbe di conseguire l'obiettivo dell'autonomia energetica che renderebbe il territorio non dipendente dagli apporti di energia dall'esterno, favorendo la capacità di ripresa del territorio. L'energia è un fattore identitario in grado di trasformarsi in motore di sviluppo, favorendo la competitività delle imprese che si insediano sul territorio.

Attualmente l'iniziativa in fase più avanzata sul territorio carnico, anche se non c'è ancora nulla di definito, è quella promossa dal Consorzio BIM Tagliamento. Infatti, il Consorzio dei Comuni del Bacino Imbrifero Montano del Tagliamento, in coerenza con la propria mission (favorire il progresso economico e sociale della popolazione) e tenuto conto che l'aumento della produzione di energia da fonti rinnovabili ed il conseguente miglioramento del Patto sul Clima è tra le priorità europee, ha intrapreso un percorso di promozione della costituzione di alcune Comunità Energetiche Rinnovabili sul territorio di riferimento ai sensi della Direttiva UE 2018/2001/UE recepita con Dlgs 199/2021 e della Direttiva UE 2019/944 recepita con Dlgs 210/2021.

La fase di avvio riguarda il coinvolgimento di un primo gruppo di circa 20 Comuni del territorio facenti parte del BIM mediante l'analisi dei fabbisogni e delle risorse disponibili: è il primo passo per avere a disposizione uno strumento operativo e di organizzazione della governance per la costituzione di comunità energetiche locali.

#### **9.1.5. Formazione dei tecnici comunali**

Per il raggiungimento degli obiettivi posti dalla nuova Direttiva Europea sull'Efficienza Energetica, dal Next Generation EU e dal PNRR, la Pubblica Amministrazione potrebbe giocare un ruolo esemplare. Rendendo efficienti dal punto di vista energetico le infrastrutture, gli impianti di riscaldamento e d'illuminazione, i consumi energetici del patrimonio comunale verrebbero abbattuti in percentuali del 40% (ed anche più alte nel caso di interventi su strutture molto energivore), con conseguenti notevoli risparmi dal punto di vista economico.

Tuttavia, il potenziale di efficientamento energetico della Pubblica Amministrazione risulta ancora in buona parte inespresso per diversi motivi. Questo deficit è legato sicuramente a motivi di natura economica (ridotte risorse economiche e scarsa conoscenza delle tipologie di fondi messi a disposizione dei Comuni), ma anche a carenze di tipo organizzativo-gestionale.

Per operare le scelte giuste nell'ambito degli investimenti per l'efficienza energetica e gestire le relazioni con i diversi attori coinvolti nel percorso di rinnovamento di edifici ed impianti sono necessarie competenze che spesso i tecnici dei Comuni, specialmente quelli di piccole dimensioni nei quali gli impiegati ricoprono diversi ruoli, non possiedono. Le professionalità tecniche competenti in materia di efficienza energetica e in grado di individuare le opportunità e poi seguire la realizzazione degli interventi non sono ancora molte e ancora più raramente fanno parte dell'organigramma degli uffici comunali. Prima ancora delle competenze tecniche e della conoscenza degli incentivi presenti ai vari livelli (regionale, nazionale ed europeo), necessarie per operare le scelte più vantaggiose, i dipendenti comunali devono

acquistare una maggiore consapevolezza dell'importanza e dell'urgenza rappresentata dai temi dell'efficienza energetica e della sostenibilità ambientale delle scelte. L'acquisizione di tale consapevolezza non può riguardare naturalmente solamente gli uffici tecnici, ma è un discorso che va condiviso da tutto l'organico e, a maggior ragione, va fatto proprio anche dagli amministratori.

I punti chiave che sarebbe auspicabile diventassero patrimonio personale di tutti sono:

- Vivere e promuovere quotidianamente nel proprio ufficio le buone abitudini per favorire il cambiamento dei comportamenti anche nei soggetti meno sensibili
- Valutare i vantaggi indiretti dell'efficienza energetica che riguardano anche la salute e il benessere fisico sul posto di lavoro
- Comprendere il valore etico che "missioni" come la riduzione di consumi ed emissioni (ed in particolare la lotta agli sprechi) hanno per il futuro del pianeta e delle nuove generazioni

#### L'aspetto tecnico della formazione

Passando poi all'aspetto puramente tecnico, un percorso di formazione dei referenti comunali deve necessariamente affrontare questi temi:

- ✓ La pianificazione energetica
- ✓ La contabilità energetica e gli indicatori di prestazione energetica
- ✓ Gli attori del mercato energetico: fornitori e distributori

#### L'aspetto finanziario della formazione

Per i Comuni trovare le risorse per finanziare gli interventi per l'efficientamento energetico, come per tutte le spese del resto, è un problema ricorrente legato alla costante difficoltà a far quadrare i bilanci comunali.

Il percorso di formazione da proporre nell'ambito del presente piano ai tecnici comunali prevederà di fornire una panoramica completa ed aggiornata degli incentivi a disposizione delle Pubbliche Amministrazioni per finanziare i lavori finalizzati a rendere più efficienti edifici ed impianti del patrimonio comunale.

Come riportato sulla scheda riguardante l'efficientamento energetico del patrimonio pubblico, una delle opportunità a disposizione dei Comuni già da diversi anni, e che prevede una somma annualmente dedicata in modo specifico alle Pubbliche Amministrazioni, è il **Conto Termico**. Gli interventi incentivati da questo meccanismo sono molti, dalla coibentazione di involucro e coperture all'installazione di caldaie e di infissi nuovi in sostituzione di vecchi meno performanti, ai sistemi efficienti di illuminazione, all'installazione di pompe di calore anche in impianti ibridi.

Gli incentivi previsti dal Conto Termico variano dal 40 al 65%: la quota più alta è riservata alla ricostruzione di edifici nZEB (Energia quasi zero) e per la sostituzione di impianti tradizionali con impianti a pompe di calore, caldaie a biomassa, sistemi ibridi con pompe di calore e impianti solari termici.

È importante segnalare che il Conto Termico è cumulabile con altri incentivi di natura non statale nell'ambito degli interventi precedentemente indicati.

Le Pubbliche Amministrazioni non possono invece accedere ad incentivi statali come Superbonus, Ecobonus, Sismabonus, Bonus ristrutturazioni.

Si rimanda alla specifica scheda dedicata alla formazione dei tecnici, dove vengono trattati più nel dettaglio i diversi temi da affrontare nel percorso di formazione

### **9.1.6. Coinvolgimento e consapevolezza della cittadinanza**

Per avere possibilità di successo, il Piano Energetico della Carnia, accanto agli interventi di efficientamento di impianti ed edifici, alla sostituzione delle fonti fossili con quelle rinnovabili nella produzione di energia, alla transizione verso una mobilità lenta e sostenibile, deve necessariamente prevedere un coinvolgimento dell'intera cittadinanza. L'ambizione è quella di far maturare nell'intera popolazione, e non solo in quella maggiormente sensibile a questi temi, una crescente consapevolezza dell'urgenza di agire da subito e in modo continuo e convinto, per perseguire un approccio nuovo nel modo di produrre e consumare le risorse a nostra disposizione.

Una tra le più grandi sfide del nostro tempo è infatti combattere il cambiamento climatico rompendo il legame apparentemente strutturale tra crescita economica ed emissioni di gas serra. Questo sarà possibile solo adottando un modello concreto di sviluppo veramente sostenibile, e quindi attuando un profondo cambiamento nelle abitudini quotidiane di tutti, aprendo la mente a nuove opportunità.

Per favorire questo nuovo modello, l'Unione Europea ha elaborato una serie di azioni e programmi, tra cui l'**European Green Deal (Egd)**, stilato nel 2019, ricopre un ruolo decisivo. Finalizzato a raggiungere l'obiettivo della neutralità climatica entro il 2050, l'Egd fornisce un ampio programma per la decarbonizzazione, la riduzione dei rifiuti e dell'inquinamento, e il riconoscimento dello sviluppo sostenibile come tema al centro dell'agenda politica dell'Ue.

Le direttive europee e il loro recepimento a livello nazionale sono fondamentali per creare un quadro politico coordinato con un chiaro obiettivo comune: ma sono sicuramente strumenti non sufficienti se non si basano sulle buone abitudini comportamentali condivise a livello di comunità.

I comportamenti sono spesso guidati dalla coscienza delle persone: negli ultimi anni tanti, tra i giovani e non solo, hanno acquisito consapevolezza del fatto che il nostro futuro dipende soprattutto dalle scelte quotidiane che facciamo a casa, al lavoro, in vacanza, ed anche nella scelta del mezzo di trasporto da usare per muoverci da un posto all'altro. Partendo da questo presupposto, da qui in avanti diventa fondamentale sensibilizzare anche i cittadini "meno esperti" per renderli il più possibile consapevoli che il loro comportamento in merito ai consumi, alla mobilità, allo smaltimento dei rifiuti e in diversi altri ambiti, ha delle conseguenze dirette a livello globale e su una scala temporale molto ampia.

Come già accennato in precedenza, probabilmente quella dei giovani è la fascia più cosciente ed informata: ma è fondamentale fare in modo che il loro coinvolgimento sia totale, considerato che il loro ruolo è cruciale nella scelta del modello di sviluppo. Saranno le nuove generazioni a pagare più delle altre in futuro la carenza

di risorse, sempre più esigue a causa di decenni di un loro sfruttamento (e spreco) sconsiderato e irresponsabile.

L'emergere di movimenti costituiti e guidati da giovani testimonia il loro crescente impegno nelle politiche per un nuovo modello di sviluppo. Anche in Carnia ha riscosso molte adesioni tra i ragazzi il movimento Fridays for Future, nato nel 2018 per protestare contro una politica inerme di fronte alla crisi climatica.

Il movimento ha aiutato a porre l'attenzione sulla centralità di questi temi, ma nonostante abbia destato l'interesse di molte persone, associazioni, imprese, la strada per una consapevolezza ed un impegno globali è ancora lunga.

Il presente Piano è un'occasione da non perdere per far sì che l'intera cittadinanza della Carnia possa essere in prima linea, oltre che negli interventi strutturali finalizzati all'efficientamento energetico e all'abbandono delle fonti fossili in favore di quelle rinnovabili, anche nel cambiamento delle abitudini che abbia come obiettivo finale una consapevolezza condivisa da tutti dell'importanza dell'abbattimento degli sprechi, del risparmio dell'energia e delle altre risorse, e della resilienza ai cambiamenti climatici.

#### **9.1.7. Campagna di sensibilizzazione nelle scuole**

Una particolare attenzione nell'ambito della campagna di sensibilizzazione che coinvolgerà l'intero territorio carnico va dedicata a bambini e ragazzi, dagli alunni delle scuole primarie fino agli studenti delle scuole superiori.

Sarà fondamentale coordinarsi con gli istituti scolastici del territorio per promuovere, in modo coinvolgente ed efficace, un utilizzo più corretto e sostenibile delle risorse energetiche ed educare ad attribuire il giusto peso alle nostre scelte nella vita quotidiana.

La sensibilizzazione raggiungerà ovviamente anche gli insegnanti e, attraverso gli alunni, i genitori e le famiglie nel loro complesso. Sarà importante porre l'accento sui benefici di un uso corretto e sostenibile dell'energia nelle proprie abitazioni, a scuola, sul luogo di lavoro, nei trasporti: in quest'ultimo ambito promuovere gli spostamenti realizzati con modalità sostenibili (a piedi, in bicicletta, con i mezzi pubblici) in modo particolare nei tragitti casa-scuola-casa e casa-lavoro-casa, ma è fondamentale anche un incoraggiamento all'acquisto di automezzi più "puliti" (ibridi, elettrici o, al limite, alimentati a metano o GPL). Un aspetto al quale potrà essere dato uno spazio specifico è quello dell'alimentazione, che è un ambito strettamente legato al consumo di risorse, dell'acqua in particolare. La doppia piramide alimentare e ambientale elaborata da Fondazione BCFN (Barilla Center for Food e Nutrition) mostra come gli alimenti a minore impatto ambientale siano gli stessi consigliati dai nutrizionisti per la nostra buona condizione fisica, così come gli alimenti con un'impronta ambientale alta siano da consumare con moderazione per gli effetti negativi sulla salute.

La campagna di sensibilizzazione in questo caso coinvolgerà le mense scolastiche: la scelta dei cibi dovrà essere legata naturalmente ad aspetti nutrizionali, ma uno dei criteri di decisione sarà il minor impatto ambientale di un alimento rispetto ad un altro meno sostenibile.

Le attività di informazione e sensibilizzazione nelle scuole si svilupperanno attraverso lezioni teoriche e laboratori pratici tenuti da tecnici del settore.

### 9.1.8. Mobilità ciclabile

Nell'ambito del programma comprensoriale per la mobilità lenta su viabilità ciclo-pedonale, la Comunità di Montagna della Carnia ha sviluppato, nel 2019, un *Biciplan*, ossia un Piano di analisi e previsione dell'intera rete ciclistica del territorio carnico fino a Sappada.

L'idea alla base del Biciplan, che in questo caso specifico è di livello intercomunale, è lo sviluppo di una mobilità lenta, sia in ambito turistico sia per i cittadini residenti in Carnia, che porti ad un incremento dell'utilizzo della bicicletta come mezzo di trasporto utilizzato nella quotidianità per gli spostamenti casa-lavoro e altre necessità analoghe.

L'ambizione del piano è quella di creare un connubio tra mobilità lenta e mezzi di trasporto pubblico collettivo, due ambiti che se ben combinati tra loro possono garantire alla cittadinanza un'offerta di mobilità ed una qualità ambientale entrambe di buon livello, anche in un territorio con caratteristiche morfologiche e di densità abitativa come quello carnico, che di base non favoriscono l'utilizzo della bicicletta.

Gli obiettivi specifici del Piano sono i seguenti:

- Riordinare le infrastrutture esistenti collegando le tratte spezzate o non collegate, con particolare attenzione alle risorse paesaggistiche e naturali
- Definire interventi infrastrutturali finalizzati ad integrare e migliorare la mobilità ciclistica di fondovalle, con una fruizione in sicurezza della rete ciclabile da parte degli utenti
- Incrementare gli spostamenti tra i capoluoghi e le frazioni, incentivando l'utilizzo delle due ruote per gli spostamenti casa-scuola e casa-lavoro
- Realizzare il collegamento con la rete delle Ciclovie di interesse regionale, ed in particolare con la Ciclovia Alpe Adria
- Definire dei percorsi di e-bike, utilizzando in modo particolare il sistema esistente di strade dismesse, a basso utilizzo e le strade forestali, e permettendo nel contempo la connessione con le regioni limitrofe (Veneto e Austria)
- Individuare il percorso denominato "*Anello Carnico*" quale Ciclovia-direttrice del territorio: esso, partendo da Tolmezzo, si sviluppa (procedendo in senso orario) verso Villa Santina, risale la Val Degano fino a Comeglians, attraversa la Val Calda fino a Cercivento e poi scende la Valle del But, ritornando a Tolmezzo.

La fase progettuale del Biciplan punta a uno sviluppo di spostamenti pendolari sistematici, con una rete, come già anticipato, adatta sia al cicloturismo, sia alla mobilità urbana e interurbana di fondovalle, con percorsi tali da raggiungere o perlomeno lambire le aree di sviluppo industriale e artigianale.

Passando alla descrizione dettagliata dei diversi tratti, esistenti o in progettazione, la situazione è la seguente:

Rete ciclopedonale di fondovalle esistente:

- Val Tagliamento: tratto Tolmezzo-Villa Santina

- Val Degano: tratto Villa Santina-Ovaro
- Val But: Tolmezzo-Ponte di Caneva-Terme di Arta

Tratti ciclabili in fase di progettazione:

- Carnia- Tolmezzo                      Committente: Carnia Industrial Park
- Villa Santina-Forni di Sopra:      Committente: Comunità di Montagna della Carnia

Tracciati di previsione, individuati partendo dalle strutture esistenti, che permettano di collegare:

- In Val But:                      Sutrio con Cercivento-Paluzza-Treppo
- In Val Degano:                Ovaro con Comeglians
- In Val Pesarina:              Comeglians con Pesariis
- In Val Tagliamento:        Tolmezzo argine fiume con la zona industriale
- In Val Tagliamento:        Villa Santina con Socchieve

Per il tratto di collegamento di Ovaro con Comeglians, analogamente a quanto già realizzato nella tratta Villa Santina-Ovaro e Carnia-Tolmezzo, si prevede di recuperare il vecchio sedime del tracciato ferroviario.

Gli altri tracciati insistono su strade esistenti a basso traffico, strade interpoderali o argini dei fiumi: sono pertanto di più facile realizzazione, permettono un contenimento dei costi e garantiscono pendenze di limitata entità.

Il piano inoltre prevede che attraverso una collaborazione d'intesa con chi gestisce il trasporto pubblico locale sarà possibile creare dei punti intermodali di scambio tra trasporto pubblico e bicicletta.

Nell'ambito della "Concertazione degli investimenti di sviluppo degli enti locali – Anni 2023-2025" l'intervento n.87, denominato "*Carnia: otto Valli un'anima*", sulla base di quanto previsto nel Biciplan della Carnia, la Comunità di Montagna intende investire nella realizzazione di nuova viabilità ciclabile, e nello specifico prevede:

- La chiusura dell'"Anello Carnico" (tratta Comeglians-Cercivento)
- Il prolungamento della direttrice, in fase di realizzazione, della Val Tagliamento (tratta Ampezzo-Forni di Sotto)
- La risoluzione di alcune criticità sulle tratte già realizzate (Tolmezzo-Paluzza, Tolmezzo-Villa Santina e Cavazzo Carnico-Tolmezzo)

## 9.2. STRATEGIE A MEDIO-LUNGO TERMINE

### 9.2.1. Acquisizione delle concessioni idroelettriche e delle reti di distribuzione

L'idroelettrico è storicamente una grande risorsa per il territorio carnico, con molteplici impianti di varie dimensioni disseminati in ogni vallata. Nonostante lo sfruttamento di questa risorsa per il territorio sia una tradizione che va avanti da lungo tempo in Carnia, molte concessioni di derivazione idroelettrica, soprattutto quelle di dimensioni più rilevanti e sviluppate negli anni '50 del secolo scorso, se le sono aggiudicate delle compagnie private, anche provenienti da fuori regione. Ciò vuol dire che a fronte di una quota versata alla regione, lo sfruttamento della risorsa idrica per decenni non ha prodotto benefici alle comunità locali, mentre l'energia rinnovabile prodotta veniva immessa in rete a vantaggio di società private.

Rifacendosi al modello di altre società energetiche regionali, nel presente piano (e in modo più approfondito nella scheda dedicata) si esplora la possibilità di costituire una società elettrica regionale, proposta peraltro già presentata nel 2017 dai consiglieri regionali, che alla scadenza naturale del contratto di derivazione, prenda il controllo delle concessioni con una nuova modalità di gestione più attenta al territorio e con una ricaduta diretta sui cittadini delle aree limitrofe. Nel 2020 si è discusso della proposta di legge del passaggio del grande idroelettrico alla regione prima della naturale scadenza del contratto di derivazione, operazione che si tradurrebbe in un notevole esborso delle casse regionali a favore degli attuali gestori delle centrali, al fine di coprire i mancati profitti che essi realizzerebbero negli anni di gestione a loro tolti.

La legge regionale n.21 del novembre 2020 disciplina l'assegnazione delle concessioni di grandi derivazioni d'acqua ad uso idroelettrico e, all'Art.1 comma 2 dice di voler *“perseguire l'obiettivo della valorizzazione del patrimonio idrico regionale nell'ottica dello sviluppo sostenibile”*.

All'art. 18 (cessione di energia) la legge stabilisce che *“I concessionari di grandi derivazioni d'acqua a uso idroelettrico sono obbligati a fornire gratuitamente e annualmente alla Regione, energia elettrica in ragione di 220 kWh per ogni kW di potenza nominale media di concessione, da destinare nella misura del 100 per cento ai servizi pubblici e alle categorie di utenti dei territori delle Comunità di Montagna e dei Comuni della Regione interessati dalle derivazioni”*

Si evidenzia che i Comuni interessati sono quelli che hanno sul proprio territorio almeno uno dei seguenti elementi:

- a) Impianto di produzione di energia elettrica
- b) Invaso a servizio del sistema derivatorio
- c) Significative infrastrutture del sistema derivatorio
- d) Porzione del bacino imbrifero che alimenta gli impianti del sistema derivatorio
- e) Alterazione del regime idrologico del corso d'acqua principale per effetto del sistema derivatorio.

È evidente pertanto che la gran parte dei Comuni carnici sia interessata a questa ripartizione e pertanto il tema è di grande importanza per il territorio carnico, più ancora che per altre aree della Regione.

Le ripartizioni tra Comuni e Comunità di Montagna, legate alla cessione di energia a titolo gratuito da parte dei concessionari di impianti di grande derivazione d'acqua a uso idroelettrico, sono state al centro di un confronto con i rappresentanti dei Comuni.

In ogni caso, l'acquisizione delle concessioni idroelettriche delle due centrali di dimensioni maggiori presenti sul territorio carnico, Somplago e Lumiei, e l'adeguata ripartizione dei profitti derivati dalla vendita di energia elettrica alle comunità locali, porterebbe un gran beneficio economico al sistema Carnia. Inoltre, essendo gli enti pubblici i diretti produttori dell'elettricità da fonte rinnovabile, la quota autoconsumata può essere conteggiata ai fini del calcolo sulla riduzione delle emissioni.

Parallelamente al tema delle concessioni idroelettriche, con il presente piano si vuole affrontare il discorso dell'acquisizione delle reti di distribuzione dell'energia elettrica, altro nodo cruciale nell'ambito del comparto elettrico.

Tale processo, che riguarda oltre che le reti, anche le utenze ad esse attestate o connesse, segue necessariamente la strada della compravendita con e-Distribuzione che attualmente le gestisce, in Carnia come su gran parte del territorio nazionale. Tuttavia in Carnia esistono già due soggetti locali che gestiscono, oltre che la fornitura, anche la distribuzione dell'energia elettrica sul territorio. La più grande è SECAB, Società Elettrica Cooperativa dell'Alto But, che rappresenta la prima azienda friulana per la produzione e la distribuzione idroelettrica sorta in forma di cooperativa. SECAB distribuisce l'energia in cinque comuni dell'Alto But (Cercivento, Paluzza, Ravascletto, Sutrio, Treppo Ligosullo), servendo circa 5.200 utenze.

L'altro soggetto locale che distribuisce, oltre che produrre, l'energia elettrica sul territorio carnico è la Società Cooperativa Idroelettrica Fornese di Forni di Sopra, che si occupa della gestione dell'energia elettrica nel Comune dell'Alta Val Tagliamento.

La concessione per la distribuzione dell'energia elettrica scade nel 2030 e il soggetto che le rinnoverà, probabilmente attraverso una gara, dovrebbe essere la Regione Friuli Venezia Giulia.

Proprio nella Legge sulle grandi Derivazioni la Regione ha manifestato la volontà di costituire una società regionale sul modello di quelle che già esistono nelle Province Autonome di Trento e Bolzano. In questo scenario sarebbe la Regione stessa ad acquistare le reti da e-Distribuzione, e all'interno di questa nuova situazione ci potrebbe essere una sub-concessione per l'area della Carnia.

La strada più percorribile per il territorio carnico sarebbe appoggiarsi alle due cooperative già esistenti citate in precedenza: non ci sarebbero limiti per quanto riguarda il numero di soci delle Cooperative, ma cambierebbero le regole in funzione della tipologia di utenze collegate alla rete gestita dalla Cooperativa.

Un'altra possibilità sarebbe legata alla costituzione di una Comunità Energetica territoriale: in questo caso i benefici per cittadini e imprese non deriverebbero solamente dalla produzione di energia locale, ma anche dall'acquisizione delle infrastrutture di rete (media e bassa tensione) necessarie alla distribuzione dell'energia elettrica prodotta.

La produzione di energia da fonti locali è un aspetto fortemente identitario per questa comunità alpina e può rappresentare un motore di sviluppo in grado di aumentare competitività e attrattività del territorio, rurale e alpino, favorendo l'instaurazione di condizioni di vantaggio per l'insediamento delle imprese. La gestione delle risorse energetiche rinnovabili presenti sul territorio, dalla produzione fino alla distribuzione

dell'energia, potrebbe generare nuovi posti di lavoro, costituire un fattore di attrattività per nuove realtà economiche e sarebbe probabilmente in grado di invertire il trend di spopolamento che caratterizza il territorio carnico negli ultimi decenni.

### **9.2.2. Idrogeno**

L'idrogeno è un vettore energetico che ha generato grandi aspettative per la futura decarbonizzazione del sistema energetico mondiale. L'idrogeno può infatti essere stoccato e trasportato, con le debite norme di sicurezza dovute alle alte pressioni ed infiammabilità coinvolte, come altri combustibili fossili, con altissima densità di calore e la possibilità di essere utilizzato nei più vari impieghi, dagli altoforni industriali alla mobilità su ruota alla generazione elettrica in aree remote. Esso può essere prodotto con vari processi industriali e da diverse fonti energetiche, fatto che ha generato la classificazione cromatica dell'idrogeno a seconda della fonte impiegata: marrone se l'origine è il carbone, grigio dal metano, rosa da nucleare, verde da elettricità rinnovabile e così via.

Ovviamente ai fini della decarbonizzazione del sistema energetico, solo l'idrogeno verde può essere preso in considerazione all'interno di questo Piano Energetico. L'idrogeno verde viene prodotto tramite elettrolisi dell'acqua utilizzando elettrolizzatori alimentati esclusivamente ad energia rinnovabile. Nel caso della Carnia questa energia potrebbe essere fornita da un adeguato mix di fotovoltaico e idroelettrico, utilizzando i picchi di produzione elettrica non consumabili immediatamente. Ovviamente, ai fini di raggiungere un surplus di produzione sufficiente ad alimentare una filiera dell'idrogeno locale si dovrà provvedere all'installazione di molti MW di fotovoltaico distribuito sul territorio, oltre a riappropriarsi della gestione delle centrali idroelettriche attualmente gestite da società esterne.

Le centrali di produzione dell'idrogeno, cioè gli elettrolizzatori con compressori e bombole di stoccaggio, possono essere progettati in maniera modulare per essere adattati alla produzione locale necessaria e allo spazio disponibile nelle varie situazioni. Sul territorio carnico questo è un grande vantaggio in quanto le centrali possono essere poste nei luoghi più strategici, vicini agli usi finali oppure in hub centralizzati dove poi il combustibile può essere prelevato e trasportato ai luoghi d'utilizzo.

Una filiera locale così strutturata porta perciò un gran beneficio al territorio. Dai fornitori agli installatori ai manutentori, per gli impianti di elettrolisi e stoccaggio dell'idrogeno come per gli impianti di produzione rinnovabile, si creeranno numerosi posti di lavoro sul territorio. Inoltre in tutte le attività che verranno decarbonizzate grazie all'impiego dell'idrogeno, il flusso monetario che prima era diretto verso i fornitori di combustibili fossili e i produttori esteri resterà circolante sul territorio, in una pratica che creerà benefici economici per produttori e utenze.

Certamente dato lo stadio attuale di maturità della tecnologia e l'alto costo di investimento, entrambi indicatori destinati a migliorare esponenzialmente nel corso del prossimo decennio, questa misura porterà certamente i suoi benefici maggiori nel corso del decennio 2030-2040. Fondamentale è però iniziare a porre le basi installando una importante generazione rinnovabile e costituire alcuni casi pilota da monitorare, in modo da ottimizzare future installazioni e ottenere il massimo potenziale da tale tecnologia.

### 9.2.3. Decarbonizzazione del trasporto

Il settore dei trasporti è storicamente dominato dall'utilizzo dei combustibili fossili e pertanto rappresenta una delle più grandi sfide per la decarbonizzazione del sistema energetico. Come nel resto della regione, il trasporto privato è composto per la quasi totalità da spostamenti in autovetture private alimentate a benzina o diesel. Secondo uno studio dell'ARPA FVG sui consumi nel trasporto regionale (dati del 2013), il consumo di GPL per autotrazione ricopre circa il 10% dei consumi del settore, mentre il consumo di metano è trascurabile.

**Tabella 75 – Riepilogo consumi carburanti territorio carnico**

UTI CARNIA	TOTALE				
	TONN	LITRI	MWh	CO2	
benzina verde	11148,21	15050081	135451	33727	31,02%
diesel	19207,41	25930000	256707	63920	58,80%
GPL	450,59	608303	43798	10906	10,03%
metano	50,64	68360	656	163	0,15%
<b>TOTALE</b>	<b>30856,85</b>	<b>41656744</b>	<b>436612</b>	<b>108716</b>	<b>100,00%</b>

In Carnia, data la posizione geografica e la mancanza di valichi transfrontalieri di rilevanza economica, non si sono sviluppate consistenti rotte commerciali di trasporto pesante e, a parte la prima metà del secolo scorso e solo per le località di Tolmezzo e Villa Santina, neppure un sistema ferroviario.

Il trasporto pubblico attualmente si riduce al servizio di corriere TPL offerto dalla regione; tuttavia in tale ambito è importante segnalare l'iniziativa di TPL FVG, che ha realizzato la progettazione di un sistema di servizi di trasporto organizzati in forma flessibile in alcune aree della regione, tra le quali il territorio carnico: si tratta del *trasporto pubblico a chiamata*, di cui si parla in modo più approfondito nella scheda dedicata alla decarbonizzazione del trasporto pubblico e privato di pag. 180.

Oltre a digitalizzare questo servizio in modo da renderlo più flessibile alle esigenze degli utenti e con aggiornamenti in tempo reale, i recenti sviluppi in altre città d'Italia e d'Europa sembrano indicare che i veicoli saranno progressivamente sostituiti da nuovi mezzi elettrici e a idrogeno. Il ricorso ai mezzi pubblici e alla mobilità ciclabile è pertanto il primo passo per la decarbonizzazione del settore, costruendo infrastrutture adeguate alla ciclabilità, offrendo un servizio di trasporto pubblico competitivo e frequente, e premiando i cittadini che riducono l'utilizzo dell'auto privata. Solo successivamente si può procedere alla sostituzione dei combustibili tradizionali con fonti alternative quali i veicoli elettrici o, con un orizzonte più lungo, l'idrogeno per il trasporto su ruota pesante.

---

## 10. SCHEDE DELLE PRINCIPALI MISURE PREVISTE PER IL PIANO ENERGETICO

---

### **EFFICIENTAMENTO ENERGETICO PATRIMONIO EDILIZIO PUBBLICO**

#### **ANALISI SITUAZIONE CORRENTE**

Nel panorama generale dell'efficientamento energetico edilizio è basilare che specialmente i Comuni intervengano sul proprio patrimonio immobiliare, efficientando in modo particolare gli edifici più energivori: le loro azioni potranno fungere da esempio per la cittadinanza, se contestualmente ai lavori di efficientamento verrà attuata un'efficace opera di divulgazione degli interventi effettuati.

Le Amministrazioni Comunali dovranno fare delle scelte, che in certi casi possono essere anche drastiche, riguardo all'utilizzo di alcuni immobili: nel caso alcuni edifici siano obsoleti e molto energivori, oltre che poco utilizzati, la scelta migliore può essere quella di dismetterli. In certi casi questo tipo di scelte possono essere fatte anche a scala sovracomunale, in modo particolare se si tratta di edifici scolastici. Ad esempio mantenere un unico complesso per due o anche più Comuni si rivela in certe situazioni l'opzione migliore dal punto di vista energetico ed economico, pur risultando impopolare per i Comuni che perdono la possibilità di offrire a bambini e ragazzi una scuola sul proprio territorio comunale.

#### **FASI DI SVILUPPO DELLA MISURA**

##### ***Campagna informativa***

L'attività di informazione deve coinvolgere i tecnici e gli amministratori comunali, ma anche i professionisti del settore edile, offrendo loro occasioni di aggiornamento in modo da favorire una progettazione ecosostenibile che venga considerata non solo una risposta alle richieste di legge, ma anche un'opportunità di risparmio energetico-economico e di miglioramento del benessere abitativo.

##### ***Interventi di efficientamento***

Come per gli edifici del settore privato (terziario non comunale e residenziale), così anche per gli edifici pubblici, l'efficienza energetica di un edificio pubblico dipende da:

- Tecnologia utilizzata: componenti e materiali, impianti, sistemi di controllo
- Influenze esterne: condizioni meteo, posizione geografica
- Comportamento umano: tempi, modi e intensità di utilizzo

Definiti questi ambiti, le opportunità di efficientamento energetico che si possono utilizzare sono le seguenti:

- Migliorare le prestazioni dell'edificio: isolamento termico, riqualificazione impianti, gestione e manutenzione, BACS (strumenti di automazione e regolazione intelligente).
- Sfruttare al meglio le condizioni ambientali: sole, illuminazione, ventilazione, BACS.
- Ottimizzare il comportamento dell'utente: educazione, regole, incentivi, BACS.

Un altro importante punto imprescindibile per programmare gli interventi è la misura e raccolta dei dati di consumo relativa ad impianti ed edifici comunali: per una gestione energetica efficiente del patrimonio

edilizio comunale avere a disposizione i dati non è sufficiente, è assolutamente necessario saperli analizzare e interpretare correttamente.

Infatti dati di consumo assoluti è importante ricavare indicatori di prestazione energetica, il cui utilizzo permette di:

- Valutare l'efficienza energetica di un edificio paragonandolo con edifici simili
- Valutare l'efficienza energetica di un edificio paragonandolo con standard di riferimento
- Individuare i potenziali di miglioramento
- Fissare delle priorità nell'implementazione degli interventi di ottimizzazione o risanamento
- Monitorare e verificare i risultati di un intervento di efficientamento energetico

Gli indicatori di tipo specifico utili per l'analisi dell'efficienza energetica, che permettono il confronto con altri edifici della stessa categoria o con standard di riferimento per individuare eventuali potenziali di miglioramento, permettono di monitorare i risultati ottenuti a seguito di interventi di efficientamento, sono:

- consumo termico annuale specifico edificio comunale X/superficie energetica di riferimento\*Gradi Giorno
- consumo elettrico annuale specifico edificio comunale X/superficie energetica di riferimento

Le attività di analisi e valutazione degli edifici vanno poi approfondite attraverso una diagnosi energetica.

Per quanto riguarda gli interventi di efficientamento energetico, si riporta di seguito uno schema con i diversi tipi di interventi che comportano risparmi per quanto riguarda non solo i consumi termici, ma anche quelli elettrici, con evidenziate le stime di risparmio in percentuale sul totale dei consumi.

<b>INTERVENTO</b>	<b>RISPARMIO INDICATIVO</b>
Isolamento a cappotto delle pareti	15-25% sui consumi termici
Isolamento copertura	15-25% sui consumi termici
Isolamento primo pavimento	5-10% sui consumi termici
Sostituzione serramenti	5-15% sui consumi termici
Sostituzione generatore	5-10% sui consumi termici
Miglioramento sottosistema di regolazione	10-15% sui consumi termici
Sostituzione lampade a led	30-40% sui consumi elettrici
Sensori di luminosità	15-25% sui consumi elettrici
Miglioramento dei comportamenti degli utenti	5-15% sui consumi totali

### STIMA DEI COSTI E DELL'IMPATTO DELLA MISURA

Le Pubbliche Amministrazioni non hanno la possibilità di usufruire di Superbonus, Ecobonus, Sismabonus, Bonus ristrutturazioni, ma possono accedere ad altri tipi di incentivo per riqualificare dal punto di vista energetico, e non solo, il proprio patrimonio edilizio.

Una delle opportunità a loro disposizione già da diversi anni, e che prevede una somma annualmente dedicata in modo specifico alle Pubbliche Amministrazioni, è il **Conto Termico**. Gli interventi incentivati da questo meccanismo sono molti, dalla coibentazione di involucro e coperture all'installazione di caldaie e di infissi nuovi in sostituzione di vecchi meno performanti, ai sistemi efficienti di illuminazione, all'installazione di pompe di calore anche in impianti ibridi.

Gli incentivi previsti dal Conto Termico variano dal 40 al 65%: la quota più alta è riservata alla ricostruzione di edifici nZEB (Energia quasi zero) e per la sostituzione di impianti tradizionali con impianti a pompe di calore, caldaie a biomassa, sistemi ibridi con pompe di calore e impianti solari termici.

È importante segnalare che il Conto Termico è cumulabile con altri incentivi di natura non statale nell'ambito degli interventi precedentemente indicati.

La riqualificazione energetica può essere inoltre inserita in tutti gli investimenti per la valorizzazione del patrimonio pubblico e per gli interventi di manutenzione straordinaria di scuole, municipi, ospedali, reti di illuminazione pubblica e trasporto pubblico locale. Grazie agli incentivi si riduce il fabbisogno di capitale pubblico per gli investimenti e si contribuisce a razionalizzare la spesa corrente.

Per le scuole e le strutture sanitarie i contributi possono arrivare fino al 100% dei costi sostenuti per l'efficienza, con un contributo che può arrivare fino ad un massimo di 575€ al metro quadro.

La riqualificazione energetica delle palestre può attivare risorse aggiuntive da dedicare al rinnovamento dei plessi scolastici: i fondi per gli interventi sugli impianti sportivi possono essere reperiti grazie all'integrazione del Conto Termico con i fondi governativi di settore, con i POR FESR e le risorse dell'Istituto per il Credito Sportivo.

Accanto alla riduzione dei consumi garantita dalle misure di efficientamento, un'altra soluzione per ridurre il costo delle bollette (e le emissioni di gas climalteranti) è costituita dall'autoconsumo dell'energia prodotta tramite i propri impianti fotovoltaici: il Portale Autoconsumo del GSE aiuta i Comuni a dimensionare correttamente gli impianti e a valutare i benefici delle diverse forme di autoconsumo.

	VALORE
ANNO ORIZZONTE DI IMPLEMENTAZIONE	2027
COSTO TOTALE DELLA MISURA [EUR]	36.700.000
RICADUTA ECONOMICA LOCALE [EUR]	32.000.000
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI TOTALI [t CO <sub>2</sub> ]	2.800
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI % [% 2013]	1,1%
INVESTIMENTO SPECIFICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI [EUR/tCO <sub>2</sub> ]	437

## **EFFICIENTAMENTO ENERGETICO PATRIMONIO EDILIZIO DEL SETTORE PRIVATO** **(residenziale e terziario)**

### **PREMESSA**

L'efficienza energetica negli edifici riveste un ruolo molto significativo nella sfida per la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra: migliorare la loro performance energetica è un passo fondamentale per ridurre consumi ed emissioni.

La riqualificazione del settore edilizio è un tema di assoluta centralità nella prospettiva della transizione ecologica a livello nazionale, che si inserisce nel più ampio programma lanciato dalla commissione nel 2020 che per il patrimonio edilizio esistente definisce l'ambizioso obiettivo di una riduzione del 60% delle emissioni di gas serra entro il 2030.

### **ANALISI SITUAZIONE CORRENTE**

Le basse prestazioni energetiche degli edifici sono dovute per lo più ad elevate trasmittanze termiche dell'intero involucro edilizio (pareti, copertura, finestre), associate alla presenza di obsoleti sistemi di riscaldamento con rendimenti molto bassi.

Il numero di edifici presenti nel territorio carnico è pari a circa 18.380 unità: questo valore tiene conto anche degli edifici non abitati da residenti, numero che in Carnia non è trascurabile, contemplando il territorio diverse seconde case occupate solo saltuariamente (nei weekend o nei periodi di vacanza estiva o invernale).

Il numero di edifici effettivamente occupati nella realtà è pertanto minore del numero indicato, e conoscerlo sarebbe importante per calcolare i costi d'intervento e la riduzione dei consumi complessiva generata dagli interventi.

I consumi termici del settore residenziale per i 28 Comuni della Carnia, ammontano a circa 29.850 TEP (circa 347.000 MWh termici), corrispondenti ad un'emissione di gas climalteranti pari a circa 73.350 t di CO<sub>2</sub>. Per il settore terziario non comunale i consumi termici sono pari a circa 7.500 TEP (circa 87.500 MWh termici), corrispondenti ad un'emissione di gas climalteranti pari a circa 18.250 t di CO<sub>2</sub>.

Per il settore residenziale le emissioni dovute al riscaldamento degli ambienti e dell'acqua calda sanitaria pesano per l'80%, mentre solo il restante 20% è riconducibile ai consumi elettrici domestici. Limitandoci all'ambito termico, circa il 57% delle emissioni è legato al consumo di biomasse, mentre il restante 43% è da suddividere tra gasolio (18%), metano (14%), GPL (11%). Le percentuali confermano la grande diffusione dell'utilizzo di biomasse sul territorio carnico, ed una percentuale di consumi di metano sotto la media, legato anche al fatto che 11 comuni su 28 non sono metanizzati. Ciò fa capire che sarà molto importante razionalizzare l'utilizzo della risorsa biomassa, incentivando, dove possibile, la diffusione di reti di riscaldamento alimentate da legna e similari (per le quali si rimanda ad altre schede) e l'installazione di sistemi più efficienti per la loro combustione dove non sarà possibile realizzare reti di TLR.

Per il terziario le percentuali sono diverse: sono riconducibili al metano circa la metà dei consumi termici del settore, un quarto sono imputabili al gasolio e il restante quarto è da suddividere tra olio combustibile, GPL e biomasse. Per questo settore la scelta del teleriscaldamento è sicuramente da preferire, considerato che l'entità dei consumi per questi edifici è solitamente più alta rispetto a quelli residenziali.

## **FASI DI SVILUPPO DELLA MISURA**

### ***Campagna di informazione e formazione***

Per riuscire ad ottenere un'efficace azione di efficientamento energetico degli edifici, è fondamentale avviare, come primo passo, una campagna informativa per promuovere la riqualificazione energetica degli edifici.

La campagna va rivolta all'intera cittadinanza, in modo da riuscire a promuovere un cospicuo numero di interventi sul patrimonio edilizio del settore residenziale, che come si evince dai dati riportati in precedenza, nel territorio carnico rappresenta quello più energivoro per quanto riguarda i consumi termici.

L'attività di informazione deve coinvolgere però anche gli imprenditori del settore terziario, che pur rappresentando circa il 20% dei consumi totali del settore civile, ricopre una notevole importanza per la dimensione e i consumi delle singole strutture: un intervento di efficientamento su un'unica struttura del terziario comporta una riduzione dei consumi mediamente più alta rispetto ad un singolo edificio del residenziale.

Accanto alla campagna d'informazione è fondamentale offrire ad imprese e professionisti del settore edile occasioni di aggiornamento professionale in modo da favorire una progettazione ecosostenibile che venga considerata non solo una risposta alle richieste di legge, ma anche un'opportunità di risparmio energetico-economico e di miglioramento del benessere abitativo.

### ***Interventi di efficientamento***

Il settore civile rappresenta nella programmazione al 2030 a livello nazionale il bacino più importante di risparmio energetico.

Nel caso specifico del territorio carnico, si prospetta un miglioramento del trend registrato negli ultimi anni nell'efficientamento energetico degli edifici residenziali e terziari attraverso investimenti che mirino:

- all'introduzione di nuovi materiali e nuove tecnologie in ambito domestico;
- all'adozione di nuovi standard costruttivi e di dispositivi di uso finale.

Tali investimenti si traducono in interventi concreti quali:

- l'efficientamento dell'involucro edilizio
- l'efficientamento energetico degli impianti
- soluzioni efficienti nella scelta di infissi, schermature, ombreggiature

Esaminando nel dettaglio questi interventi, si sottolinea che la riqualificazione dell'involucro comporta un miglioramento dell'isolamento termico tramite l'eliminazione dei ponti termici delle facciate esterne (pareti e finestre), della copertura e delle strutture orizzontali a contatto con il terreno. L'eliminazione dei ponti termici è una delle misure di progettazione più importanti quando si parla di riqualificazione dell'involucro dell'edificio.

Questa misura apporta diversi benefici:

- riduzione dei consumi energetici per il riscaldamento, grazie alla riduzione della dispersione di calore;
- riduzione dei consumi energetici per il raffrescamento, grazie alla riduzione dell'assorbimento della radiazione solare da parte dei muri esterni durante la stagione estiva;

- riduzione del trasferimento di calore attraverso la struttura e stabilizzazione della temperatura interna dell'edificio nel periodo estivo;
- Miglioramento del benessere abitativo degli occupanti.

L'efficientamento energetico degli impianti si articola nei seguenti interventi:

- sostituzione di vecchie caldaie a metano con caldaie a condensazione in classe A o superiore abbinata a sistemi evoluti di termoregolazione;
- sola sostituzione di vecchia caldaia con caldaia in classe A o superiore;
- installazione di pompe di calore ad alta efficienza;
- installazione di sistemi ibridi (es. pompa di calore e caldaia a condensazione);
- installazione di generatori di aria calda a condensazione;
- installazione di generatori di calore alimentati a biomasse combustibili;
- installazione di microgeneratori (produzione di energia elettrica e termica).

La scelta migliore nell'ambito di infissi, schermature e ombreggiature prevede:

- la sostituzione di vecchi serramenti con nuovi serramenti a maggiore isolamento termico - i requisiti tecnici richiesti per i nuovi serramenti installati in sostituzione dei precedenti sono definiti in base a valori di trasmittanza termica diversi per ogni zona climatica;
- la posa in opera di schermature solari e/o chiusure oscuranti, ombreggiatura di superfici vetrate e tinteggiatura di facciate utile, interventi questi utili ai fini del raffrescamento estivo

Una considerazione complessiva sull'efficacia dei diversi tipi di intervento.

I miglioramenti dell'involucro incidono significativamente sulla riduzione dei consumi energetici e sul comfort interno e possono essere realizzati con materiali a basso impatto ambientale: l'energia più pulita è quella risparmiata.

I miglioramenti impiantistici incidono sulla riduzione dei consumi energetici in relazione alla maggior efficienza della macchina, sono una componente attiva ad elevato contenuto tecnologico, più esposti a obsolescenza tecnologica: in questo caso l'incidenza di "energia grigia" può essere significativa.

Pertanto si sottolinea che un corretto intervento di efficientamento energetico deve comprendere l'involucro e partire da esso: prima si isola al meglio l'involucro, riducendo il fabbisogno energetico, poi si progettano e realizzano impianti adeguati.

Nell'ambito di questi interventi sarebbe inoltre importante puntare possibilmente su materiali naturali, da filiera corta, come il legno e le fibre di scarto agricolo.

### **STIMA DEI COSTI E DELL'IMPATTO DELLA MISURA**

Il costo degli investimenti necessari al raggiungimento degli obiettivi di risparmio energetico nel settore civile, potrà essere mitigato per i privati cittadini da un insieme di misure di incentivazione: alcune di istituzione datata (l'ECOBONUS in vigore dal 2007), altre più recenti (il Superbonus al 110%), mentre alcune sono previste dal recente PNNR.

Attualmente sono disponibili bonus ordinari (Ecobonus, Bonus ristrutturazioni, Sisma bonus), che saranno in vigore fino a fine 2024, mentre il Superbonus resterà al 110% fino a fine 2023 (per case singole fine 2022), per poi scendere al 70% (fine 2024) e 65% (fine 2025).

È importante sottolineare che le detrazioni fiscali non sono incentivi in conto capitale (a fondo perso), ma vanno ad agire sull'Irpef o Ires: per accedere alle detrazioni è fondamentale verificare la capienza fiscale IRPEF e/o IRES.

Vediamo nel dettaglio le caratteristiche di questi incentivi:

I bonus cui possono accedere i cittadini si possono distinguere nelle due aree seguenti:

- Efficientamento energetico: Ecobonus, Superbonus
- Recupero del patrimonio edilizio: Bonus Ristrutturazioni, Sisma Bonus

Portando una lente di ingrandimento sull'Ecobonus (per capire quali siano le diversificazioni per i singoli interventi) le percentuali di detrazione variano dal 65% per isolamento involucro, installazione di pannelli solari e pompe di calore, al 50% per sostituzione serramenti, acquisto e posa di schermature solari e micro-generatori, sostituzione di vecchi impianti di climatizzazione con caldaie a condensazione, a biomassa, sistemi ibridi, pompe di calore e impianti geotermici e bassa entalpia.

Maggiori detrazioni, che arrivano fino al 70-75%, si hanno per interventi su parti condominiali e per maggiori prestazioni energetiche.

Per calcolare i costi ed i risparmi in termini di consumi e relative emissioni per gli interventi di efficientamento energetico si fa riferimento al Rapporto Annuale sull'Efficienza Energetica pubblicato dall'ENEA (*Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile*) sulla base delle informazioni e dei dati disponibili al 30 settembre 2021.

Il rapporto raccoglie dati con dettaglio regionale, quindi per il presente piano si sono utilizzati i dati riferiti al Friuli Venezia Giulia.

Si ipotizza che ogni anno, a partire dal 2021, si intervenga sul 2% degli edifici abitati nel territorio carnico, che sono circa 15.600 (stima calcolata ipotizzando che il 10% dei 18.380 edifici ad uso abitativo non siano utilizzati da residenti, e quindi abbiano consumi trascurabili nel computo totale, e non saranno interessati da interventi di efficientamento). Pertanto si stima che si interverrà su

Facendo riferimento al rapporto dell'ENEA, ipotizziamo che sugli edifici vengano effettuati negli anni i seguenti interventi: isolamento di pareti verticali e orizzontali, sostituzione serramenti, installazione di caldaie a condensazione, di pompe di calore e di impianti solari termici.

Sono stati ipotizzati due scenari: uno più a breve termine (al 2030), uno a medio-lungo termine (al 2045).

Il risparmio medio sul territorio regionale per i diversi interventi va dai 12,80 MWh annui per l'isolamento delle pareti orizzontali ai 2,20 MWh annui per l'installazione di pompe di calore. Pur sapendo che tali valori medi dipendono da diversi fattori (dimensioni dell'edificio, condizioni dell'immobile prima dell'intervento, zona climatica, ecc.) legati agli edifici per i quali sono stati raccolti i dati, si è stimato che un'area vasta come la Carnia può presentare un panorama edilizio nel suo complesso non troppo diverso da quello dell'intera regione. Pertanto i dati generali di risparmio medio in termini di consumo sono stati mantenuti, e moltiplicati per il numero di edifici che si suppone saranno oggetto di intervento. Si è supposto che sui 15.600 edifici

(stimati come descritto in precedenza) entro il 2045 si interverrà sull'85% per quanto riguarda sostituzione di serramenti e caldaie, sul 60% per la coibentazione delle pareti (verticali e orizzontali) e l'installazione di pompe di calore, sul 40% per le schermature, e infine sul 20% per l'installazione di impianti solari termici.

Per passare dalla riduzione di consumi alla relativa riduzione delle emissioni di gas climalteranti si è utilizzato un fattore medio di emissione per i diversi vettori energetici (metano, gasolio, GPL, olio combustibile e biomassa) calcolato a partire dal bilancio energetico elaborato (espresso in MWh) nella prima parte del Piano e il relativo inventario delle emissioni: tale fattore medio di emissione è pari a 0,211 tCO<sub>2</sub>/MWh.

I costi sono stati calcolati analogamente al risparmio energetico, considerando il numero di interventi stimato e i costi medi per intervento calcolati dallo studio di ENEA. Si è ipotizzato e stimato in modo arbitrario, un aumento progressivo dei prezzi da oggi al 2045: facendo queste stime, il costo medio per intervento e di conseguenza l'investimento specifico di riduzione delle emissioni è naturalmente più alto per la seconda fase, come si può vedere leggendo i dati dalle tabelle seguenti.

Si è ipotizzato inoltre che i vari tipi di intervento, che si pensa saranno incentivati anche in futuro, saranno affidati a ditte locali per circa il 70% del totale.

FASE 1 – SETTORE RESIDENZIALE	VALORE
ANNO ORIZZONTE DI IMPLEMENTAZIONE	2030
COSTO TOTALE DELLA MISURA [EUR]	223.500.000
RICADUTA ECONOMICA LOCALE [EUR]	156.400.000
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI TOTALI [t CO <sub>2</sub> ]	18.130
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI % [% 2013]	7,1%
INVESTIMENTO SPECIFICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI [EUR/tCO <sub>2</sub> ]	821

FASE 2 - SETTORE RESIDENZIALE	VALORE
ANNO ORIZZONTE DI IMPLEMENTAZIONE	2045
COSTO TOTALE DELLA MISURA [EUR]	700.000.000
RICADUTA ECONOMICA LOCALE [EUR]	488.500.000
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI TOTALI [t CO <sub>2</sub> ]	45.330
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI % [% 2013]	17,9%
INVESTIMENTO SPECIFICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI [EUR/tCO <sub>2</sub> ]	515

FASE 1 – SETTORE TERZIARIO	VALORE
ANNO ORIZZONTE DI IMPLEMENTAZIONE	2030
COSTO TOTALE DELLA MISURA [EUR]	100.600.000
RICADUTA ECONOMICA LOCALE [EUR]	70.500.000
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI TOTALI [t CO <sub>2</sub> ]	8.470
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI % [% 2013]	3,3%
INVESTIMENTO SPECIFICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI [EUR/tCO <sub>2</sub> ]	792

FASE 2 - SETTORE TERZIARIO	VALORE
ANNO ORIZZONTE DI IMPLEMENTAZIONE	2045
COSTO TOTALE DELLA MISURA [EUR]	415.000.000
RICADUTA ECONOMICA LOCALE [EUR]	290.000.000
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI TOTALI [t CO <sub>2</sub> ]	21.180
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI % [% 2013]	8,3%
INVESTIMENTO SPECIFICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI [EUR/tCO <sub>2</sub> ]	491

## TELERISCALDAMENTO A BIOMASSA PER LA DECARBONIZZAZIONE E LO SVILUPPO DI UNA FILIERA LOCALE

### ANALISI SITUAZIONE CORRENTE

Il teleriscaldamento alimentato a biomassa legnosa può essere una soluzione efficace per la decarbonizzazione degli insediamenti montani, oltre ad un importante volano economico per la filiera del legno locale, nell'ottica di un'economia circolare che punta a convertire i flussi monetari verso l'esterno (forniture di gas metano) in flussi verso il territorio stesso. Questa tecnologia va però pianificata e progettata in modo attento alle specifiche caratteristiche del luogo e delle utenze che saranno servite, a maggior ragione a fronte dell'ingente investimento iniziale che comporta. Nel territorio della Carnia attualmente sono presenti alcune reti di teleriscaldamento gestite da ESCOmontagna, con taglie e caratteristiche molto differenti, come riportato nella Figura 1. Analizzando le vendite di calore a fronte delle dimensioni della rete di distribuzione e della potenza della caldaia, risulta immediata la correlazione tra la stabilità economica degli impianti e la densità di calore lineare. Altre problematiche spesso riscontrate analizzando gli impianti secondo i principi QM sono l'assenza o il sottodimensionamento dell'accumulo termico, come pure il sovradimensionamento della caldaia.

### ESCOMONTAGNA PLANTS

Municipality	Network lenght [m]	Annual heat sale [kWh/a]	Heat Density [kWh/m <sup>2</sup> a]	Heat Density [MWh/m <sup>2</sup> a]	Evalutaion	Annual net value of heat sold	Net heat sales price average [€/MWh]
FORNI AVOLTRI	86	162.182	1888	1,888		10.439,46 €	64,37 €
TREPPLO LIGOSULLO	1.292	523.317	405	0,405		32.662,04 €	62,41 €
AMPEZZO	295	510.460	1733	1,733		35.018,19 €	68,60 €
PRATO CARNICO	1.055	334.207	317	0,317		22.280,02 €	66,67 €
LAUCO	414	182.588	442	0,442		10.879,09 €	59,58 €
VERZEGNIS	1.015	354.446	349	0,349		30.465,58 €	85,95 €
ARTA TERME	9.009	8.292.800	921	0,921		538.947,20 €	64,99 €
<b>ALE</b>	<b>13.166</b>	<b>10.360.000</b>	<b>787</b>	<b>0,787</b>		<b>680.691,59 €</b>	<b>65,70 €</b>

*Figura 36: Analisi della densità di calore delle reti gestite da ESCOmontagna*

La situazione corrente, fatta di pochi impianti di successo e molte problematiche operative, non contribuisce a creare le circostanze favorevoli affinché altri comuni investano in questa tecnologia. Nonostante ciò, alcune realtà hanno compreso il potenziale inespresso in termini di riduzione dei costi per la fornitura del calore, ricaduta economica sul territorio, benefici ambientali e indipendenza dal mercato energetico del metano e del gasolio.

### FASI DI SVILUPPO DELLA MISURA

Per gli impianti esistenti si possono prevedere due interventi principali: la densificazione lungo la rete e il revamping della centrale. Il revamping della centrale consiste nella sostituzione della caldaia sovradimensionata con una caldaia (o due per consentire una maggiore modularità e flessibilità delle

operazioni) di potenza adeguata, oltre alla costruzione dell'accumulo termico e ad alcune modifiche dei circuiti idraulici. Il revamping è un intervento che va a modificare in maniera strutturale la centrale e comporta un investimento consistente, va pertanto pianificato attentamente ed eseguito dopo le dovute analisi del sistema. Questi interventi potrebbero avvenire nell'arco temporale dei prossimi 3-5 anni. A differenza dell'intervento di revamping, la densificazione ha dei costi contenuti e può avvenire in tempi molto rapidi. È infatti sufficiente valutare la domanda di calore dell'utenza da connettere e la distanza da coprire per l'eventuale allacciamento. Aumentare la densità di calore garantisce maggiori vendite di calore e un uso della caldaia più costante, a fronte di un limitato aumento di perdite di calore.

Per gli altri centri abitati attualmente sprovvisti di una rete di teleriscaldamento è auspicabile iniziare nel breve periodo uno studio di prefattibilità che analizzi la domanda di calore del centro abitato e valuti la soluzione più idonea per proseguire col progetto. Ad un riscontro positivo possono poi seguire le analisi più approfondite e la progettazione vera e propria. Seguendo questo processo, si prevede la costruzione entro il 2030 di almeno altre 5 reti di teleriscaldamento, oltre all'ampliamento e revamping di quelli esistenti.

#### **STIMA DEI COSTI E DELL'IMPATTO DELLA MISURA**

Analizzando i consumi di 62 edifici comunali su 14 comuni campione si possono ottenere i consumi di metano, gasolio e GPL utilizzati dalle amministrazioni. A questi 62 edifici si possono aggiungere altri 30 edifici comunali delle stesse amministrazioni (case per anziani, scuole, biblioteche, palestre) di cui non sono noti attualmente i consumi reali. Inoltre considerando, in una seconda fase, l'allacciamento di attività commerciali private (alberghi, ristoranti, negozi) ed edifici residenziali posti nelle aree più densamente popolate dei comuni in considerazione, la stima di triplicare i consumi noti dei 62 edifici presi in considerazione è con tutta probabilità al ribasso. Pertanto si può ipotizzare la sostituzione di circa 690.000 metri cubi di metano, 840.000 litri di gasolio, 19.500 metri cubi di GPL. A livello ambientale, questo si traduce in un risparmio netto di 2.040 tonnellate di CO<sub>2</sub>.

Le quantità stimate equivalgono ad un fabbisogno energetico di 9.000 MWh. Aggiungendo un 10% dovuto alle perdite di rete del teleriscaldamento si ottiene un fabbisogno di cippato di 9.900 MWh. Assumendo un cippato misto abete-faggio con un contenuto idrico del 35% (pochi mesi di stagionatura all'aperto), con un contenuto energetico di circa 3 kWh/kg, il fabbisogno della centrale per produrre 9.900 MWh è di circa 3.300 tonnellate. Al costo di 60 euro alla tonnellata, ciò si traduce in 195.000 euro annualmente immessi nell'economia locale. Moltiplicando questo valore per 30 anni di utilizzo della rete, la cifra della ricaduta economica sul territorio è di 5,8 milioni di euro. Per fare una stima della sostenibilità ambientale di tale consumo, le 3.300 tonnellate di cippato equivalgono a circa 9.600 metri cubi di cippato, mentre le foreste regionali hanno una crescita annua (e quindi una quantità retraibile senza intaccare l'ecosistema) di 1.000.000 (un milione) di metri cubi. Le molte centrali di piccola dimensione distribuite sul territorio richiederebbero perciò meno del 1% del potenziale regionale estraibile dalle foreste annualmente. Infine questa misura garantirebbe alle amministrazioni comunali e a molte attività commerciali un'indipendenza dalle fluttuazioni dei mercati energetici, stabilendo un prezzo per il calore destinato a rimanere stabile per molti anni.

Reti di piccole dimensioni (con reti di poche centinaia di metri) e caldaie di potenze adeguate (inferiori a 500 kW di potenza totale), comportano certamente dei costi di investimento notevoli se affrontati dalle singole amministrazioni, ma che possono essere affrontati facilmente con un incentivo stanziato dalla regione o dalla Comunità di Montagna. Per fare una stima molto grossolana, ipotizzando una centrale da 400 kW ed una rete di distribuzione di 1 km, si può preventivare un investimento nell'ordine dei 400-800 mila euro.

Va sottolineato comunque che ogni singolo intervento va studiato e pianificato attentamente, in modo da evitare investimenti errati e creare problemi di gestione ed economici alle amministrazioni future. Per selezionare la soluzione più adeguata è necessario reperire i dati aggiornati e precisi su consumi e profili degli edifici interessati, i costi reali di materiali e lavori, e ottenere le dichiarazioni vincolanti di allacciamento da parte dei futuri clienti. Bisogna infine garantire la fornitura di cippato locale con un accordo con le aziende boschive, anch'esso prima dell'acquisto dei materiali e dell'inizio dei lavori.

Infine, va sottolineato come un intervento del genere sia fortemente caratterizzato da un grosso investimento iniziale, mentre il processo di espansione e densificazione della rete sia relativamente più economico a parità di nuova fornitura di calore. Pertanto, come illustrato nelle due tabelle seguenti, l'indicatore "Investimento specifico di riduzione delle emissioni" sottolinea come una rete di teleriscaldamento sia tanto più un investimento efficace da un punto di vista ambientale quante più utenze sono collegate alla stessa rete.

FASE 1	VALORE
ANNO ORIZZONTE DI IMPLEMENTAZIONE	2028
COSTO TOTALE DELLA MISURA [EUR]	6 400 000
RICADUTA ECONOMICA LOCALE [EUR]	1 950 000
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI TOTALI [t CO <sub>2</sub> ]	680
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI % [% 2013]	0,3%
INVESTIMENTO SPECIFICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI [EUR/tCO <sub>2</sub> ]	314

FASE 1+2	VALORE
ANNO ORIZZONTE DI IMPLEMENTAZIONE	2035
COSTO TOTALE DELLA MISURA [EUR]	8 400 000
RICADUTA ECONOMICA LOCALE [EUR]	5 800 000
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI TOTALI [t CO <sub>2</sub> ]	2 040
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI % [% 2013]	0,8%
INVESTIMENTO SPECIFICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI [EUR/tCO <sub>2</sub> ]	137

## REVAMPING DELLA CENTRALE E DENSIFICAZIONE DELLA RETE DI TELERISCALDAMENTO DI ARTA TERME

### ANALISI SITUAZIONE CORRENTE

Dal 2008 è attiva ad Arta Terme una centrale termica con relativa rete di distribuzione del calore a servizio degli edifici dell'amministrazione pubblica e di privati. La centrale è composta di una caldaia a cippato di 5 MW termici di potenza, che alimenta la rete e un ciclo ORC per cogenerazione. Le caratteristiche tecniche della centrale sono state pensate per sfruttare l'incentivo statale sulla produzione elettrica da biomasse, un incentivo del valore di 5-6 volte il valore di mercato e della durata di 15 anni. La caldaia viene utilizzata perciò sempre a piena potenza con l'obiettivo di massimizzare la produzione elettrica sfruttando l'incentivo. Ciò comporta che per lunghi periodi dell'anno, quando la domanda non è particolarmente alta, la maggior parte del calore prodotto viene rilasciato in ambiente, anche tramite dei dissipatori che richiedono un cospicuo consumo elettrico. Oltre a diversi errori progettuali di base (e.g. un'unica stazione di pompaggio per tutti e tre i rami della rete), le operazioni sono state ostacolate da guasti ripetuti che interessano hanno interessato in particolare il ciclo ORC.

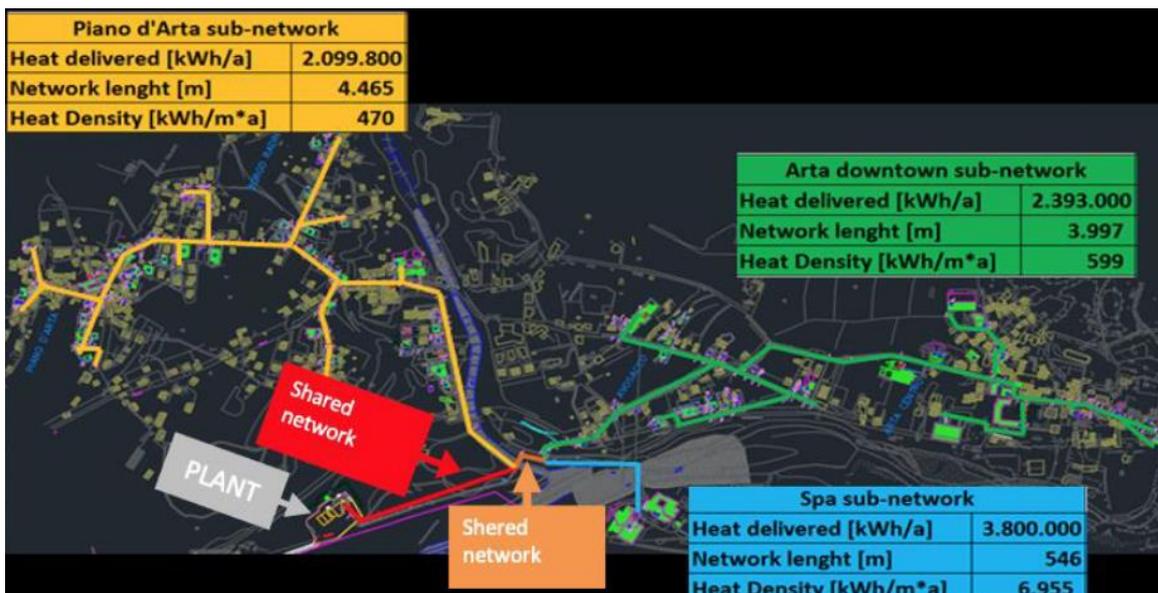


Figura 37: Attuale configurazione della rete con i tre rami di distribuzione

Analizzando le utenze secondo il criterio QM, per il quale la densità di calore lineare deve essere superiore a 1.000 kWh/m\*a, si evince immediatamente che i due rami di Arta Terme e Piano d'Arta sono ampiamente al di sotto della soglia richiesta (rispettivamente 599 kWh/m\*a e 470 kWh/m\*a). Ciò vuol dire semplicemente che la quantità di calore venduta lungo questi rami non è sufficiente a coprire i costi di posa e a giustificare le perdite di calore lungo la rete. Fortunatamente per il sistema il terzo ramo, quello che fornisce calore al centro termale, presenta una densità di calore molto alta e aiuta ad avvicinare l'intero sistema alla soglia richiesta (6.955 kWh/m\*a). Allo stato attuale delle cose, è necessario un intervento di densificazione della

rete: allacciare altre utenze poste nelle vicinanze del passaggio delle tubature, così da aumentare il consumo di calore a fronte di un allungamento minimo della rete.

Sotto il punto di vista economico, il bilancio è risultato positivo per diversi anni unicamente grazie al consistente incentivo statale sull'elettricità immessa in rete. Nonostante ciò, negli anni nei quali si sono verificati guasti e i costi di manutenzione sono stati superiori alla media, coincidenti ad un periodo di stop forzato del ciclo ORC e quindi della vendita di elettricità, il bilancio è stato negativo per oltre 115.000 mila euro. Nel 2023, quando l'incentivo statale terminerà, il bilancio annuale sarà certamente negativo, e per somme ancora maggiori.

### FASI DI SVILUPPO DELLA MISURA

La prima misura che si è deciso di realizzare è la densificazione delle utenze poste lungo la rete già esistente. In questo modo si o aumentare le vendite di calore a fronte di un investimento limitato e di perdite di calore aggiunte piuttosto contenute. Il comune di Arta Terme insieme alla Comunità di Montagna della Carnia, ha già raccolto le manifestazioni di interesse dei residenti nelle aree limitrofe alla rete. APE FVG, analizzando ogni singola richiesta, ha valutato se la distanza da coprire per l'allacciamento fosse adeguata alla stima di calore preventivato secondo gli standard QM. Delle 87 richieste di allacciamento, 52 soddisfano il requisito e hanno quindi un impatto positivo sulla densità della rete. Questa analisi è stata consegnata alla CM nella primavera 2021. Non essendo un intervento che stravolge la configurazione del sistema, ha costi di investimento contenuti e contribuisce da subito a migliorare la situazione: la raccomandazione di APE FVG era quella di eseguire questo intervento il prima possibile, in modo da avere quanto prima i 52 nuovi utenti allacciati alla rete.

ID colleg.	ID	VIA	NUMERO CIVICO	RAMO DI RETE	Potenza scambiata richiesta [kW]	Potenza scambiata concessa [kW]	Distanza dalla rete esistente [m]	Stima della domanda di calore annuale [kWh/a]	Densità di calore lineare [kWh/m <sup>2</sup> a]
1	29	Umberto I	46	Arta	30	30	8,36	17.000	2023
2	64	Umberto I	69/B	Arta	30	30	11,2	17.000	1510
3	70	Umberto I	48	Arta	30	30	6,46	17.000	2618
4	89	Marconi	24	Piano d'Arta	30	30	13,67	17.000	1237
5	90	Marconi	17	Piano d'Arta	30	30	1,36	17.000	10234
6	108	Umberto I	13	Arta	30	30	2,41	17.000	7017
7	116	Marconi	13 - 15	Piano d'Arta	30+30	30+30	1,03	34.000	38237
8	117	Marconi	16	Piano d'Arta	30	30	13,67	17.000	1237
9	121	Marconi	10	Piano d'Arta	50	50	9,55	40.000	4124
10	19	Comelli	20	Piano d'Arta	30	30	5,63	17.000	3004
11	21	Comelli	2	Piano d'Arta	30	30	2,04	17.000	14314
12	32	Comelli	21	Piano d'Arta	30	30	4,68	17.000	3613
13	107	Comelli	16	Piano d'Arta	30	30	1,6	17.000	10569
14	34	Fontana	61	Arta	30	30	2,04	17.000	8230
15	35	Fontana	63	Arta	30	30	2,04	17.000	8230
16	37	Fontana	65	Arta	30	30	2,04	17.000	8230
17	39	Fontana	69	Arta	30	30	9,26	17.000	1826
18	40	Fontana	60	Arta	30	30	5,82	17.000	288
19	41	Fontana	25	Arta	30	30	3,81	17.000	4438
20	43	Fontana	29	Arta	80	100	29,98	88.000	2668
21	45	Fontana	49/A	Arta	50	50	16,35	40.000	5382
22	46	Fontana	46	Arta	30	30	1,32	17.000	22121
23	48	Fontana	68	Arta	30	30	2,04	17.000	8230
24	10	Umberto I	65	Arta	30	30	11,77	17.000	1437
25	12	Umberto I	68	Arta	30	30	6,72	17.000	251
26	66	Umberto I	64	Arta	30	30	9,45	17.000	581
27	58	Umberto I	69	Arta	30	30	5,95	17.000	288

Scenario S1



Scenario S3



Figura 38: analisi di fattibilità di allacciamento dei nuovi utenti

La seconda parte della misura in oggetto è il revamping completo della centrale termica. Senza incentivo sull'energia elettrica, la produzione via ORC alimentato da calore a biomassa è un business con un basso margine di profitto e che non consente flessibilità operativa per la caldaia a biomassa, pertanto la centrale dovrà reggersi economicamente sulla vendita di calore. In quest'ottica, la caldaia da 5 MW è ampiamente sovradimensionata e l'assenza di un accumulo termico non consente alcuna flessibilità operativa. APE FVG, nell'ambito del progetto europeo Interreg CE ENTRAIN, ha contattato lo studio di ingegneria austriaco di BIOS per un'analisi tecno-economica e studio di pre-fattibilità di vari scenari per il revamping. Tra i vari scenari di revamping, quello che è apparso più sicuro dal punto di vista tecno-economico è il revamping della centrale con rimozione del gruppo ORC e la sostituzione della caldaia con due caldaie modulari più piccole per una potenza totale di circa 3 MW, oltre all'installazione di un accumulo termico di dimensioni notevoli per la gestione dei picchi

Al fine di garantire una modulazione minima del sistema è stato progettato un impianto composto da 2 caldaie a biomassa aventi cadauno una potenza pari a 1.500 kW. Sono stati analizzati due scenari che soddisfino tali caratteristiche:

- Simulazione 1 – Impianto con doppia caldaia 1.500+1.500 kW con carico attuale
- Simulazione 2 – Impianto con doppia caldaia 1.500+1.500 kW con carico attuale+ampliamento Terme+20% Piano+Arta Città

Inserendo i dati sulla produzione attuale e la produzione futura, considerando naturalmente le perdite di rete e il rendimento della caldaia, dalla simulazione risulta che l'impianto garantirà anche in fase estiva il funzionamento del sistema con un carico minimo superiore alla modulazione minima del generatore.

Il progetto prevede due lotti funzionali:

- Il lotto 1 comprende le opere di installazione del sistema di generazione termica e degli impianti ad esso connessi
- Il lotto 2 comprende tutte le opere di allacciamento elettrico e meccanico dei sistemi installati nel Lotto 1, comprensivo di opere edili, meccaniche, elettriche e strutturali al servizio del nuovo impianto di distribuzione, e come prima operazione prevede la rimozione del cogeneratore ORC.

VOCE	Anno 2019	Opzione B	Opzione C	Opzione D
<b>RICAVI - COSTI</b>	<b>-115.272,84 €</b>	<b>359.157,21 €</b>	<b>-46.408,52 €</b>	<b>-26.096,28 €</b>
<b>TOTALE RICAVI</b>	<b>1.133.900,56 €</b>	<b>1.220.966,25 €</b>	<b>661.058,30 €</b>	<b>661.058,30 €</b>
Vendita di energia termica	596.631,87 €	596.631,87 €	596.631,87 €	596.631,87 €
[MWh/a]	9.039	9.039	9.039	9.039
Vendita di energia elettrica	472.842,26 €	559.907,95 €	0,00 €	0,00 €
[MWh/a]	1.689	2.000	-	-
<b>TOTALE COSTI</b>	<b>1.249.173,40 €</b>	<b>861.809,04 €</b>	<b>707.466,82 €</b>	<b>687.154,58 €</b>
Utilizzi cippato/stangame	563.908,34 €	295.820,77 €	254.220,97 €	244.976,57 €
[t/a]	12.200	6.400	5.500	5.300
Utilizzi metano/azoto	99.385,42 €	18.000,15 €	18.000,15 €	15.000,12 €
Metano [Smc/a]	165.641	30.000	30.000	25.000
Materiale di consumo	50.808,83 €	30.000,00 €	20.000,00 €	15.000,00 €
Manut./riparaz. Beni di terzi	71.715,49 €	71.715,49 €	57.372,00 €	35.857,00 €
Trasporto ceneri	19.014,08 €	9.897,74 €	8.595,41 €	8.334,94 €
[t]	73	38	33	32
Prestazioni di terzi	28.784,82 €	15.000,00 €	12.000,00 €	8.250,00 €
Luce e forza motrice	101.282,89 €	63.063,00 €	57.330,00 €	43.953,00 €
[MWh/a]	530	330	300	230
Dipendenti	169.739,02 €	120.007,79 €	105.606,86 €	96.006,23 €
[ore/anno]	5.304	3.750	3.300	3.000
Manutenzioni e riparazioni	11.282,10 €	11.282,10 €	11.282,10 €	9.026,00 €
Cellulari	6.761,98 €	6.761,98	6.761,98	5.071,49
Assicurazioni	39.893,31 €	39.893,31 €	25.930,65 €	7.500,00 €
Prestazioni amministrative	14.319,13 €	10.000,00 €	10.000,00 €	7.500,00 €
<b>Ammortamenti</b>	<b>1.911,28 €</b>	<b>100.000,00 €</b>	<b>50.000,00 €</b>	<b>125.000,00 €</b>

Figura 39: Analisi economica degli scenari di revamping della centrale

### STIMA DEI COSTI E DELL'IMPATTO DELLA MISURA

Essendo un intervento di revamping di una centrale a biomassa, non si possono effettivamente calcolare riduzioni di emissioni di CO<sub>2</sub>, sebbene la diminuzione di consumo di biomassa comporti una diminuzione delle emissioni effettive di anidride carbonica come pure di particolato e NOx. In termini di biomassa risparmiata, BIOS ha stimato una riduzione di circa 7.000 tonnellate di cippato all'anno, un risparmio del 60% rispetto al consumo attuale, che potrebbe quindi tornare disponibile per altre centrali e progetti sul territorio come ad esempio quello di Tolmezzo (vedi scheda dedicata).

Un impianto così riconfigurato, oltre a semplificare le operazioni e la manutenzione al gestore, ha un orizzonte temporale di attività di 30 anni, durante il quale può continuare a fornire calore in modo economicamente ed ambientalmente sostenibile e senza subire le fluttuazioni di prezzo del mercato energetico. Il revamping della centrale consiste quindi nella sostituzione della caldaia, nella costruzione dell'accumulo termico e in alcune modifiche del circuito idraulico, per un costo preventivato che si aggira intorno alla cifra di 1.500.000 Euro.

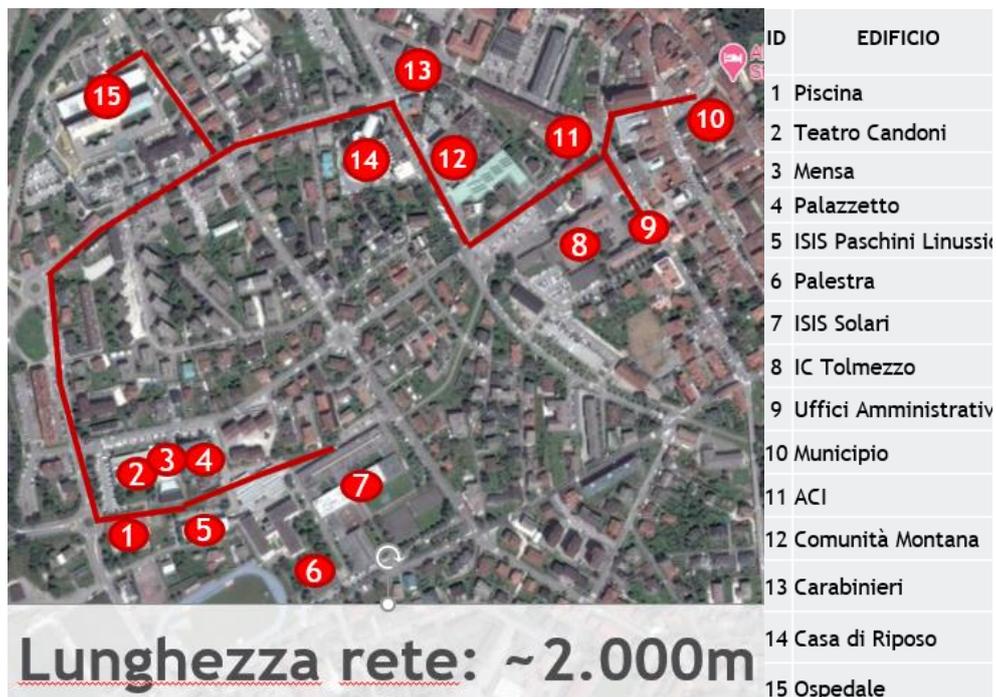
	VALORE
ANNO ORIZZONTE DI IMPLEMENTAZIONE	2023
COSTO TOTALE DELLA MISURA [EUR]	1 500 000
RICADUTA ECONOMICA LOCALE [EUR]	-
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI TOTALI [t CO2]	-
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI % [% 2013]	-
INVESTIMENTO SPECIFICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI [EUR/tCO2]	-

## RETE DI TELERISCALDAMENTO DI TOLMEZZO

### **ANALISI SITUAZIONE CORRENTE**

Il teleriscaldamento è una tecnologia capace di ridurre notevolmente le emissioni di CO<sub>2</sub>, particolato e NOx e ben si adatta alle aree più densamente urbanizzate. In quest'ottica è essenziale implementare questa tecnologia nel centro urbano di Tolmezzo, dove risiede quasi un terzo della popolazione della Carnia e dove hanno sede molte attività economiche e amministrative.

Una prima analisi di prefattibilità dell'opera è già stata eseguita con l'appoggio della Comunità di Montagna della Carnia che ha ricevuto un finanziamento dalla Regione Friuli Venezia Giulia proprio con la finalità di realizzare una rete di teleriscaldamento a biomasse nel territorio comunale di Tolmezzo ad esclusivo servizio delle utenze pubbliche. Partendo dall'individuazione e dall'analisi dei consumi degli edifici pubblici presenti in città si possono eseguire alcune analisi: in Figura 40 si possono vedere alcuni edifici individuati, tra cui ospedale, distretto scolastico e piscina sarebbero le utenze trainanti. Importante è il fatto che questi edifici siano collocati a poca distanza gli uni dagli altri, in modo da minimizzare le perdite di calore tanto quanto i costi di scavo. Inoltre è molto interessante la possibilità di connettere il complesso delle carceri, un'altra utenza importante e con una domanda di calore costante, situata nella zona industriale/commerciale nord.



*Figura 40: Edifici pubblici che potrebbero essere connessi alla rete di teleriscaldamento*

### **FASI DI SVILUPPO DELLA MISURA**

Parlando dell'ubicazione della centrale, vi sono due interessanti possibilità di riutilizzo e riqualificazione di edifici industriali in disuso, che sollevano dall'onere di dover individuare un'area verde da impiegare a questo fine: in Figura 41 sono illustrate le due possibilità, evidenziate su un'immagine satellitare. L'opzione rossa andrebbe a riutilizzare un vecchio stabilimento di trattamento dei rifiuti, ha una logistica del sito ideale per

trasportare il cippato e accumularlo in loco, ha già presente una cabina elettrica di allacciamento a media tensione ed è situato in un terreno nel quale ha un bassissimo impatto visivo e senza abitazioni nei dintorni. La posa delle tubature attraverserebbe un terreno inutilizzato dal basso valore economico, con l'unica difficoltà nell'attraversamento del letto del fiume But. L'aspetto negativo di questa soluzione è la distanza non indifferente dal centro urbano, fatto che comporterebbe perdite di calore rilevanti in assenza di una coibentazione elevata delle tubature, oltre che costi di investimento più elevati. La soluzione in blu riutilizzerebbe anch'essa uno stabilimento abbandonato adiacente alla statale, ma è da valutare il grado di adeguatezza della struttura ad accogliere la centrale senza grosse modifiche strutturali. Di contro, la distanza dal centro urbano sarebbe ridotta, non ci sarebbe alcun letto di fiume da attraversare e lungo tale percorso sarebbe possibile allacciare le carceri ed in futuro altre attività commerciali.

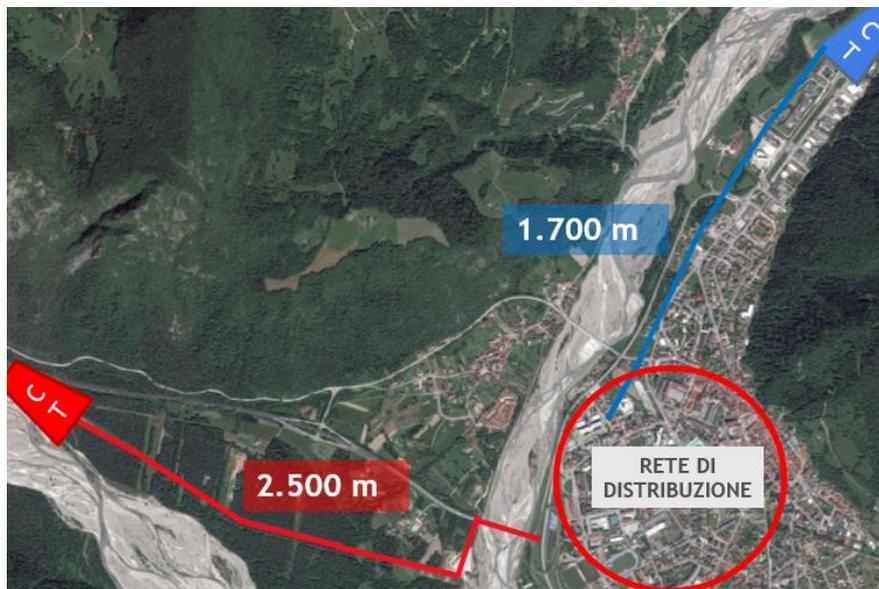


Figura 41: possibili ubicazioni della centrale e condotte principali all'area urbana

Entrambi gli scenari possono prevedere poi soluzioni ibride per fornire calore per ACS durante la stagione estiva, come per esempio l'installazione di solare termico in combinazione alle caldaie a gas recentemente sostituite nell'ospedale, che fungerebbero anche da copertura dei picchi di domanda invernale in aggiunta alle caldaie a biomassa. Da ultimo, al fine di ridurre il più possibile le perdite di trasporto lungo i rami principali dalla centrale alla rete di distribuzione urbana, queste tubature possono essere ridotte di diametro, a patto di installare un accumulo termico di dimensioni adeguate nell'area urbana, ad esempio nei pressi dell'ospedale.

In questo progetto potrà avere un ruolo fondamentale la cartiera di Tolmezzo, di Mosaico S.p.A. (facente parte di Burgo Group S.p.A.): in tale realtà industriale, la più importante dell'intero comprensorio carnico, c'è il progetto di installare una centrale a biomassa in parziale sostituzione del gas metano utilizzato in post-combustione per il fabbisogno dello stabilimento. L'installazione di tale centrale, di cogenerazione ad alto

rendimento, potrebbe integrarsi col progetto di realizzazione della rete di teleriscaldamento, diventando così la terza possibile ubicazione della centrale, oltre alle due descritte in precedenza.

Mosaico S.p.A. sarebbe disponibile a fornire alla Comunità di Montagna della Carnia 12.000 MWh/anno di energia termica da destinare alla rete di teleriscaldamento.

Il progetto rappresenterebbe un valore aggiunto per la realtà carnica in diversi ambiti:

- ✓ Incremento dei posti di lavoro (sia nella filiera del cippato, sia nello stabilimento della Burgo)
- ✓ Salvaguardia del territorio legata all'approvvigionamento della biomassa
- ✓ Riduzione di consumi energetici ed emissioni di gas climalteranti

Altri vantaggi della sinergia con la cartiera sarebbero legati ad una maggiore efficienza complessiva dell'impianto, una flessibilità di modulazione della domanda termica, un monitoraggio continuo e una gestione più sicura dell'impianto.

Il fabbisogno di biomassa, che da una prima elaborazione dei dati ammonterebbe a 70-90 kton di biomassa legnosa, sarebbe coperta fino a circa 70 kton dal Consorzio dei Boschi Carnici, da fornitori della cartiera e da altri privati, restando all'interno di una filiera corta di 70 km di raggio.

L'accordo di fornitura da sottoscrivere con il Consorzio Boschi Carnici e gli altri fornitori garantirebbe la tutela e la valorizzazione delle biomassa locale, il cui utilizzo comporterebbe la diminuzione delle emissioni rispetto ad approvvigionamenti in altri luoghi, che prevederebbero non trascurabili emissioni dovute al trasporto della biomassa.

#### **STIMA DEI COSTI E DELL'IMPATTO DELLA MISURA**

Facendo una stima dei consumi annuali degli edifici più energivori tra quelli considerati (13 sui 15 totali, escludendo ACI e Stazione dei Carabinieri) si può stimare che la realizzazione della rete di teleriscaldamento consenta la sostituzione di circa 1.500.000 di m<sup>3</sup> di gas metano l'anno (pari a circa 14.500 MWh termici) e un conseguente risparmio di circa 2.900 tonnellate di CO<sub>2</sub> emesse. Si può pertanto ipotizzare che sia necessaria la produzione di circa 16.000 MWh di energia termica all'anno, stima che tiene conto anche della dispersione di energia dovuta a perdite della rete.

A livello di tempi, la centrale come anche la rete dovrebbero essere pienamente operative entro il 2030, con i primi edifici già allacciati entro il 2026.

Infine, per ipotizzare un costo di investimento si possono eseguire due stime separate per rete e centrale. La centrale, ipotizzando lavori minimi di adeguamento degli edifici, potrebbe richiedere intorno ai 2 milioni di euro di investimento, mentre la rete, utilizzando un costo medio di posa di 300 €/m per circa 4 km di rete si ottiene un ulteriore investimento di 1,2 milioni di euro.

A livello di impatto sull'economia locale, si può stimare come la centrale possa aiutare innanzitutto a sviluppare ulteriormente una filiera del legno, utilizzando cippato derivato dall'uso a cascata del legno, e generi un'economia circolare sul territorio invece di dover acquistare gas metano importato dall'estero. Assumendo un cippato misto abete-faggio con un contenuto idrico del 35% (pochi mesi di stagionatura all'aperto), con un contenuto energetico di circa 3 kWh/kg, il fabbisogno della centrale per produrre 16.000 MWh è di circa 5.500 tonnellate. Al costo di 60 euro alla tonnellata, ciò si traduce in 330.000 euro immessi

nell'economia locale, che per i 30 anni di operazioni dell'impianto sale a 9,9 milioni di euro. Per fare una stima della sostenibilità ambientale di tale consumo, le 5.500 tonnellate di cippato equivalgono a circa 16.000 metri cubi di cippato, mentre le foreste regionali hanno una crescita annua (e quindi una quantità retrainabile senza intaccare l'ecosistema) di 1.000.000 (un milione) di metri cubi. Questa centrale, nonostante le dimensioni medio-grandi, richiederebbe perciò meno del 2% del potenziale regionale estraibile dalle foreste annualmente.

Per selezionare la soluzione più adeguata è necessario reperire i dati aggiornati e precisi riguardo a consumi e profili degli edifici interessati, i costi di posa delle tubature ed eseguire un'analisi di profittabilità e sostenibilità economica dei vari scenari. In ogni caso, un intervento di queste dimensioni, con la prospettiva per gli anni a venire di allacciare anche edifici residenziali e commerciali privati, è sicuramente fondamentale nel processo di decarbonizzazione della Carnia, oltre a poter fungere da buon esempio pilota per essere adattato e replicato su scala adeguata in altre realtà del territorio.

FASE 1	VALORE
ANNO ORIZZONTE DI IMPLEMENTAZIONE	2030
COSTO TOTALE DELLA MISURA [EUR]	3 200 000
RICADUTA ECONOMICA LOCALE [EUR]	9 900 000
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI TOTALI [t CO <sub>2</sub> ]	2 900
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI % [% 2013]	1,1%
INVESTIMENTO SPECIFICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI [EUR/tCO <sub>2</sub> ]	38

Considerando invece la seconda fase del progetto, quella dell'allacciamento delle carceri, delle eventuali utenze private e delle PMI nel centro urbano o nelle immediate vicinanze ad esso, si può ipotizzare di aumentare la domanda di calore fornita dalla rete di teleriscaldamento di almeno due volte rispetto a quella fornita nella prima fase. Ipotizzando quindi di installare un'ulteriore caldaia a cippato, l'investimento maggiore riguarderebbe la rete di distribuzione, più lunga e capillare, per cui si possono ipotizzare altri 4 km. Inoltre la filiera del cippato locale, dopo aver giovato dell'esperienza della fase 1 e degli altri progetti sul territorio carnico, dovrebbe essersi strutturata per poter fornire la quantità di cippato necessaria. Si ipotizza inoltre l'integrazione di calore di scarto da alcune industrie locali come del solare termico per ridurre, almeno marginalmente, la domanda di cippato.

Come nella prima scheda relativa al teleriscaldamento, si può apprezzare come l'investimento in una rete di teleriscaldamento diventi tanto più efficace e conveniente in termini di riduzione delle emissioni quanto più la rete è densa e il calore fornito maggiore. L'ipotesi qui presentata mostra infatti un costo per la rimozione di una tonnellata di CO<sub>2</sub> che, nella seconda fase, diminuisce di quasi il 50% rispetto al primo stadio del progetto.

FASE 1+2	VALORE
ANNO ORIZZONTE DI IMPLEMENTAZIONE	2040
COSTO TOTALE DELLA MISURA [EUR]	5 200 000
RICADUTA ECONOMICA LOCALE [EUR]	25 000 000
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI TOTALI [t CO <sub>2</sub> ]	8 700
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI % [% 2013]	3,4%
INVESTIMENTO SPECIFICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI [EUR/tCO <sub>2</sub> ]	20

## **CONCESSIONI IDROELETTRICHE IN CARNIA**

### **ANALISI DELLA SITUAZIONE CORRENTE**

Partendo dal fatto che non esiste un catasto regionale con dati precisi e completi degli impianti idroelettrici e che quindi l'autorità regionale stessa non è a conoscenza delle caratteristiche degli impianti sul suolo regionale, questa scheda si basa su un lavoro di interpolazione di dati da diverse fonti e ipotesi per completare le informazioni necessarie. Idealmente, per ogni impianto presente servirebbe essere a conoscenza di:

- Potenza installata
- Anno inizio e scadenza concessione
- Produzione annua (registrata ogni anno)

Utilizzando e integrando i dati forniti dal consorzio BIM Tagliamento, attualmente sul territorio carnico si trovano 32 impianti Idroelettrici di dimensioni superiori ai 200 kW, per una potenza totale installata di circa 264 MW. Di questi 32 impianti solo due, cioè Somplago e Lumiei, superano i 4 MW di potenza. Con 172,8 MW e 62,1 MW questi impianti infatti rappresentano quasi il 90% della potenza idroelettrica installata sul territorio carnico.

Dei 32 impianti sopra citati, 6 sono in concessione alla Comunità di Montagna della Carnia, 6 sono gestite dalla cooperativa SECAB, 12 sono gestite da aziende private locali, e 5 da multinazionali del settore dell'energia. Le due centrali di Ampezzo e Somplago in particolare fanno parte dell'ultima categoria e sono gestite da A2A.

### **IMPLEMENTAZIONE DELLA MISURA**

In questa scheda si esplora lo scenario dell'acquisizione, da parte della neofondata società regionale per l'energia, degli impianti idroelettrici attualmente gestiti da enti privati e con sede fuori regione alla naturale scadenza dei contratti di derivazione. L'attenzione in particolare è rivolta verso i due impianti di Somplago e Ampezzo, che come anticipato rappresentano quasi il 90% della potenza installata in Carnia.

Le concessioni di entrambi gli impianti, attualmente gestiti da A2A, secondo il database del BIM Tagliamento andranno in scadenza il 30/12/2026. Questa data perciò delinea le tempistiche necessarie per istituire e strutturare la società regionale per l'energia, definire i meccanismi di ripartizione dei profitti derivati dalla vendita di elettricità tra Comuni, enti politici e società regionale e preparare i contratti.

Al termine delle concessioni, verrà avviato un processo di valutazione degli investimenti che le società concessionarie hanno effettuato negli anni di gestione e se le stesse siano riuscite a rientrare di tale investimento. Le opere in questo caso si dividono in due categorie: opere asciutte, cioè non a contatto con l'acqua (opere elettriche e degli edifici della centrale), e opere bagnate, cioè a diretto contatto con l'acqua. Tra le due, solo le opere cosiddette "bagnate" hanno diritto ad un indennizzo per gli investimenti di cui le società concessionarie non sono riuscite a rientrare prima del naturale decorso della concessione.

Considerato che l'indennizzo per le opere bagnate può raggiungere, in alcuni casi, svariati milioni di euro per interventi strutturali della centrale, la compartecipazione delle società private nella neofondata società

regionale, come già successo in Trentino e in Alto Adige, evita l'esborso diretto della cifra oltre a portare esperienza diretta nella gestione di tali impianti. In ogni caso la quota di partecipazione concessa alle società private non dovrebbe superare il 40%, lasciando il controllo della società in mano alla regione.

#### **STIMA DEI COSTI E DELL'IMPATTO DELLA MISURA**

Nello scenario che i contratti attuali giungano al loro naturale termine e le indennità vengano coperte tramite la compartecipazione delle società concessionarie alla neofondata società regionale dell'energia, non esistono costi collegati all'acquisizione delle concessioni da parte della neo istituita società regionale per l'energia. Pertanto in questo paragrafo si effettuerà una stima della produzione rinnovabile che il territorio carnico potrebbe aggiungere a quella attuale, con connessi benefici economici e ambientali.

A parte per le centrali gestite da SECAB e i due impianti A2A, non sono note le produzioni annue medie degli impianti presi in considerazione. Somplago e Ampezzo sono impianti idroelettrici con bacino di accumulo a monte, presentano dei fattori di capacità rispettivamente del 20% e 28%. Considerando che la maggior parte degli impianti di piccola dimensione sono invece impianti ad acqua fluente, si può supporre che abbiano tutti dei fattori di capacità in linea con gli impianti SECAB, che si aggirano intorno al 50%. Seguendo queste ipotesi, la produzione di due impianti A2A, equivalente a circa 542 GWh annui, vale circa l'80% della produzione totale delle 32 centrali considerate. Si considera qui una quota del 60% dell'energia (325 GWh) di proprietà della Comunità di Montagna della Carnia, in accordo con la società regionale dell'energia che gestisce l'impianto.

Considerando che il consumo elettrico dell'intero territorio carnico (prelievo dalla rete nazionale) è di circa 225 GWh (più ulteriori 130 GWh consumati dalle due stazioni di pompaggio dell'oleodotto SIOT), questa acquisizione potrebbe in teoria coprire l'intera domanda elettrica del territorio con energia 100% rinnovabile. Assumendo il beneficio medio di un kWh di energia pari a 0,20 Euro/kWh (a Marzo 2022 il PUN nazionale supera i 0,30 Euro/kWh), la rendita annua è pari a 4,5 milioni di euro, con la prospettiva di rimanere similmente consistente per i 20 anni successivi.

Prendendo in considerazione il fattore di emissione per un kWh elettrico del mix energetico nazionale (pari a 360 gCO<sub>2</sub>/kWh), l'acquisizione del 60% della produzione delle due centrali da parte del "sistema Carnia" porta ad un risparmio annuo di 81 mila tonnellate di CO<sub>2</sub>, che equivale a quasi un terzo delle emissioni del territorio carnico (sempre escludendo le cartiere e le stazioni di pompaggio). In un'ottica futura, dove le emissioni del settore residenziale e terziario diminuiranno, questa produzione rinnovabile potrà servire da "offset" per bilanciare le emissioni delle cartiere e del SIOT, in modo da puntare ad una Carnia a bilancio ambientale neutro.

	VALORE
<b>ANNO ORIZZONTE DI IMPLEMENTAZIONE</b>	2026
<b>COSTO TOTALE DELLA MISURA [EUR]</b>	-
<b>RICADUTA ECONOMICA LOCALE [EUR]</b>	90 000 000
<b>RIDUZIONE DELLE EMISSIONI TOTALI [t CO<sub>2</sub>]</b>	81 000
<b>RIDUZIONE DELLE EMISSIONI % [% 2013]</b>	31,9%
<b>INVESTIMENTO SPECIFICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI [EUR/tCO<sub>2</sub>]</b>	-

## **COMUNITA' ENERGETICHE RINNOVABILI IN CARNIA**

### **ANALISI SITUAZIONE CORRENTE**

Una Comunità Energetica Rinnovabile è un soggetto giuridico non profit a cui possono aderire volontariamente persone fisiche, PMI, imprese, pubbliche amministrazioni con l'obiettivo di produrre, consumare e gestire localmente energia elettrica da fonte rinnovabile

La Comunità Energetica si dota di impianti di produzione di energia (fotovoltaico, eolico, biomassa, ecc.) per fornire energia elettrica ai suoi aderenti a prezzi migliori di quelli di mercato.

La Comunità Energetica, in quanto soggetto di diritto privato, può regolare autonomamente le modalità di investimento e la ripartizione di costi e benefici tra i suoi membri e i soggetti esterni.

Una Comunità di Energia Rinnovabile è un soggetto giuridico che ha le seguenti caratteristiche:

- si basa sulla partecipazione aperta e volontaria, è autonomo ed è controllato da azionisti o membri che sono situati nelle vicinanze degli impianti di produzione detenuti dalla comunità di energia rinnovabile;
- gli azionisti o membri sono persone fisiche, piccole e medie imprese (PMI), enti territoriali o autorità locali, comprese le amministrazioni comunali, a condizione che, per le imprese private, la partecipazione alla comunità di energia rinnovabile non costituisca l'attività commerciale e/o industriale principale;
- l'obiettivo principale è fornire benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità ai propri azionisti o membri o alle aree locali in cui opera, piuttosto che profitti finanziari.

I membri della CER sono clienti finali (intestatari di un POD) che producono e/o consumano energia elettrica rinnovabile, possono immagazzinarla (sistemi di accumulo, ricarica veicoli elettrici, ecc.) o venderla purché, con eccezione dei nuclei familiari, tali attività non costituiscano l'attività commerciale o professionale principale.

A febbraio 2022 il quadro normativo era ancora in fase transitoria, con i seguenti limiti per la costituzione di una CER:

- Tutti i punti di prelievo ed immissione in rete facenti parte della configurazione devono essere sotto la stessa cabina secondaria (MT/BT);
- La somma degli impianti di produzione facenti parte della configurazione può essere al massimo uguale a 200 kW di picco;
- Gli impianti facenti parte della configurazione devono essere entrati in servizio non prima di Marzo 2020.

Con il nuovo quadro normativo, questi tre limiti dovrebbero essere ampliati in modo da permettere configurazioni più ampie e più efficaci. In particolare il limite della cabina dovrebbe essere portato alla cabina primaria (AT/MT) e la potenza del singolo impianto a 1 MW. Infine dovrebbe essere ammessa alla configurazione una quota del 30% di impianti antecedenti a marzo 2020 (ma anche questa data potrebbe variare, ed essere spostata più avanti) , sempre nell'ottica di incentivare gli investimenti in nuovi impianti di produzione FER.

### **FASI DI SVILUPPO DELLA MISURA**

Attualmente non vi sono casi concreti di CER avviate sul territorio carnico, nonostante alcuni comuni abbiano avviato valutazioni e collaborazioni sul tema anche con enti da fuori regione. Lo sviluppo di questa tecnologia sul breve termine può portare ad una CER per ogni comune della Carnia, con l'amministrazione pubblica locale ad agire da catalizzatore e a mettere a disposizione della configurazione un impianto di produzione FER. Una volta che amministratori e tecnici avranno assunto una certa esperienza nella gestione delle CER e nelle analisi dei dati di produzione e consumo, si prospetta invece una fonte di crescita delle CER con l'ingresso di nuovi membri e la costruzione di ulteriori impianti. La fase finale del processo prevede invece la fusione tra CER confinanti fino ad arrivare allo scenario delle "CER di vallata", che riunirebbero i territori comunali siti sotto la stessa cabina primaria. In questo scenario le CER dovrebbero raggiungere alcune centinaia di membri, con una capacità rinnovabile installata che si avvicina al MW e ad alte percentuali di autoconsumo.

Una ricchezza del territorio carnico è senza dubbio la produzione idroelettrica; la grande opportunità che deriva dalla sinergia tra idroelettrico e fotovoltaico è quella di avere una produzione idroelettrica anche durante le ore serali e di prima mattina come anche nelle giornate poco soleggiate: questa produzione avrà un'altissima percentuale di autoconsumo. Se il potenziale per nuovi impianti è limitato e si potrà ottenere al massimo qualche concessione di piccola taglia, con la nuova normativa sarà possibile includere nella configurazione della CER anche impianti anteriori a marzo 2020 per una quota totale massimo del 30%. Su una capacità complessiva di 1 MW, ciò equivale a 300 kW di potenza idroelettrica integrata nella configurazione.

Riguardo ai tempi, l'avvio delle CER comunali è atteso durante il biennio 2023-2024, con il processo di ampliamento e densificazione previsto negli anni successivi: si può prospettare uno stato di maturità delle CER e la fusione nelle CER di vallata intorno al 2030.

Come anticipato nel paragrafo 10.1.4, il Consorzio BIM Tagliamento si è fatto promotore di un percorso per la costituzione di alcune Comunità Energetiche Rinnovabili sul territorio carnico. Questo percorso prevede le seguenti attività:

- Sviluppare "progetti pilota" come modello da replicare sul territorio di riferimento, individuando esigenze e potenzialità tecniche ed economico-finanziarie;
- Attivare investimenti diretti da parte di Enti e Istituzioni per lo sviluppo del territorio attraverso la condivisione di un piano di azione energetico per il territorio di riferimento;
- Creare una regia condivisa in capo al soggetto aggregatore tra le Comunità Energetiche Rinnovabili ("CER") che si costituiranno a partire dal recepimento della Direttiva europea RED II e della Direttiva EU 2019-944 sopra citate;
- Promuovere una rapida programmazione progettuale per intercettare fondi del PNRR, del QFP 2021-2027 o regionali a favore del territorio.

Il Piano di Azione prevede di mappare e caratterizzare i siti di produzione di energia da fonte rinnovabile (idroelettrico, solare, biomasse) ottimali nel territorio, esistenti o potenziali, coerenti con l'ottimizzazione dell'autoconsumo, nonché dimensionare il fabbisogno energetico del territorio e quindi le potenziali CER.

Sarà definito il modello di gestione e/o condivisione totale o parziale del valore generato tra i membri della/e CER, inclusa l'informazione a Enti Locali e stakeholder del territorio circa i modelli di sviluppo identificati e i possibili percorsi attuativi.

*Risultati attesi:*

- Attrarre risorse o sviluppare programmi con il PNRR e il QFP 2021-2027, fondi regionali, comunitari ecc.
- Modello di replicazione innovativo per favorire percorsi di aggregazione omogenei nel sistema montano e di gestione condivisa dell'asset energetico da fonte rinnovabile.
- Riduzione dei costi energetici a favore dei cittadini e delle Comunità.
- Coinvolgimento degli stakeholders territoriali in un innovativo processo di sviluppo della Montagna.

**STIMA DEI COSTI E DELL'IMPATTO DELLA MISURA**

Entro l'orizzonte del 2030 è prevista l'installazione di circa 3 MW di fotovoltaico ad opera dei comuni, PMI e privati cittadini nel contesto delle CER. Parlando di investimento economico ciò si traduce in almeno 6 milioni di euro per i singoli impianti, a cui vanno aggiunti i costi per i contatori e i software di gestione dell'energia condivisa. Inutile sottolineare che questi investimenti sono una grande opportunità di sviluppo e di occupazione per una filiera di montaggio e manutenzione locale.

In Carnia, la produzione prevista per 3 MWp di installazioni fotovoltaiche è di circa 3 GWh annui, per una riduzione di CO<sub>2</sub> equivalente stimata di 1.080 tonnellate di CO<sub>2</sub> (prendendo in considerazione il mix energetico nazionale 360 g CO<sub>2</sub>/kWh).

Senza dubbio il più grande impatto delle CER è quello economico diretto ai propri membri in primis tramite la riduzione netta in bolletta per l'autoconsumo istantaneo, e successivamente per la redistribuzione dell'incentivo corrisposto per l'autoconsumo virtuale collettivo. Considerando un autoconsumo istantaneo compreso tra il 30% e il 50%, mentre quello virtuale collettivo potrebbe spingersi fino al 90% nel caso di una CER con utenze eterogenee e ben bilanciate. Il consumo istantaneo ipotizzato si traduce in un risparmio netto di 260.000 Euro annui direttamente in bolletta (considerando un prezzo di 0,293 Euro/kWh). Per la quota di energia virtualmente condivisa, pari al 90% della produzione rimanente, è corrisposto un incentivo pari a 160 Euro/MWh, che si traduce in 300.000 Euro di incentivo erogato dal GSE alle CER per essere redistribuito tra i membri delle configurazioni.

Nei calcoli riportati in questa scheda non sono stati considerati eventuali investimenti in idroelettrico o biogas di piccola taglia per la difficoltà di eseguire una stima accurata, sia nelle potenze installate che nei parametri economici relativi. In ogni caso queste tecnologie, se integrate nelle CER, possono sviluppare grandi sinergie con il fotovoltaico e aumentare sia la quota di autoconsumo istantaneo che quella di autoconsumo virtuale, con grande beneficio per tutto il territorio.

	VALORE
ANNO ORIZZONTE DI IMPLEMENTAZIONE	2025-2030
COSTO TOTALE DELLA MISURA [EUR]	6 500 000
RICADUTA ECONOMICA LOCALE [EUR]	11 200 000
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI TOTALI [t CO <sub>2</sub> ]	1 080
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI % [% 2013]	0,4%
INVESTIMENTO SPECIFICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI [EUR/tCO <sub>2</sub> ]	301

## **FORMAZIONE DEI TECNICI COMUNALI**

### **ANALISI SITUAZIONE CORRENTE**

L'attuale preparazione dei tecnici comunali delle Amministrazioni Pubbliche della Carnia in merito ai temi dell'energia e più in generale dell'impatto ambientale delle attività comunali, considerati la versatilità richiesta a queste figure in piccoli Comuni come quelli carnici (fatta eccezione per Tolmezzo), non può essere di alto livello. Alcuni tecnici sono in possesso di qualche conoscenza in più se hanno seguito in prima persona alcuni interventi di efficientamento su edifici o impianti (come per esempio quelli della pubblica illuminazione) o se per interesse personale hanno seguito dei corsi di aggiornamento che trattavano questi temi.

Nel complesso manca per tutti una visione globale della tematica energetica ed ambientale che nemmeno i professionisti del settore privato che lavorano in questo ambito hanno, ma che sarà in futuro sempre più richiesta specie per le figure delle pubbliche amministrazioni.

Il presente piano può offrire a tutti i tecnici la possibilità di ampliare le proprie conoscenze su energia e impatti dei cambiamenti climatici tramite la proposta di un percorso che tocchi gli aspetti più importanti di tali tematiche.

### **FASI DI SVILUPPO DELL'AZIONE**

Il percorso di formazione verrà sviluppato nel corso di alcune sessioni che potranno venire proposte ai tecnici negli orari di lavoro per garantire una partecipazione più ampia e non solo legata a personale sensibilità e impegno da parte del singolo. Considerato che i notevoli carichi di lavoro che caratterizzano gli uffici tecnici lasciano poco spazio ad attività che esulano dalle quotidiane necessità, le proposte di formazione dovranno avere una durata di poche ore (due-tre), e prevedere modalità che vadano incontro alle esigenze dei tecnici: per esempio quelle per cui la presenza fisica non sia fondamentale potranno essere effettuati on-line per azzerare i tempi di spostamento, che in un territorio come la Carnia potrebbero essere ingenti.

Di seguito si illustrano gli aspetti importanti da trattare nel percorso.

### ***L'aspetto tecnico della formazione***

Nella parte introduttiva sono già stati menzionati tre dei punti fondamentali che riguardano la formazione nell'ambito della gestione energetica:

- ✓ La pianificazione energetica
- ✓ La contabilità energetica e gli indicatori di prestazione energetica
- ✓ Gli attori del mercato energetico: fornitori e distributori

### **La pianificazione energetica**

Le pubbliche amministrazioni, nell'ambito dell'energia e della riduzione delle emissioni, hanno molte esigenze, tra le quali le più importanti sono le seguenti:

- programmare gli investimenti nel tempo, individuando le priorità;
- scegliere gli investimenti più convenienti;
- diminuire la spesa corrente per l'energia: risparmio di consumi e costi;

- generare nuove entrate con la produzione di energia rinnovabile;
- sfruttare le opportunità offerte dagli incentivi/contributi disponibili;
- essere coerenti con gli obiettivi di riduzione dei gas climalteranti fissati a livello europeo

Per programmare gli investimenti energetici è importante avere informazioni complete sullo stato del proprio patrimonio e l'andamento dei consumi energetici relativi ad edifici ed impianti.

#### La contabilità energetica

La contabilità energetica è una componente essenziale delle attività di gestione energetica: non si tratta di una semplice contabilità dei costi energetici in quanto vengono considerate le quantità di energia consumata e anche quella eventualmente prodotta da impianti ad energia rinnovabile installati su edifici comunali. Il processo coinvolge diversi uffici comunali proprio perché nella raccolta dati si considerano sia i consumi energetici sia i relativi costi.

Attraverso la contabilità energetica è possibile ottenere informazioni utili a:

- monitorare e valutare il consumo energetico e la produzione di energia nell'ambito del patrimonio comunale;
- monitorare l'impatto ambientale delle strutture comunali;
- pianificare e valutare programmi ed investimenti per aumentare l'efficienza energetica;
- promuovere una maggior consapevolezza nelle figure amministrative e tecniche del Comune e, con un'opportuna divulgazione, anche nella cittadinanza.

Tuttavia la semplice misurazione e raccolta dei dati di consumo non è sufficiente per una gestione energetica efficiente di impianti ed edifici comunali.

#### Gli attori del mercato energetico: distributori e fornitori

Il distributore è la società che si occupa della gestione della rete di distribuzione, è proprietaria dei contatori e responsabile della loro manutenzione, mentre il fornitore è la società che si occupa della vendita della materia prima, stipula il contratto con i clienti e decide le tariffe di vendita (se parliamo di mercato libero).

Il mercato dell'energia elettrica e del gas è cambiato negli ultimi 15 anni: con la liberalizzazione dell'energia, a partire dal 2007 società che prima si occupavano sia di distribuzione sia di vendita hanno dovuto separare le loro competenze.

Per tutti gli utenti e in particolare per le pubbliche amministrazioni è fondamentale conoscere tutte le possibili opzioni riguardo ai fornitori, che possono fare riferimento al Servizio di maggior tutela (che offre tariffe legati all'andamento dei mercati) e mercato libero (che permette agli operatori di stabilire in modo autonomo prezzi e tariffe).

Per le Pubbliche Amministrazioni ci sono poi le Convenzioni CONSIP, società che fornisce alle P.A. strumenti e competenze per gestire i propri acquisti di beni e servizi: questo è un aspetto che solitamente i tecnici comunali conoscono piuttosto bene, ma si può valutare se dedicarvi uno spazio nel percorso di formazione proposto.

#### Indicatori di prestazione energetica

Per compiere un altro passo nella conoscenza della situazione del proprio patrimonio, dai dati di consumo è utile ricavare gli indicatori di prestazione energetica che servono a valutare l'efficienza energetica di un

edificio paragonandolo non solo con edifici simili, ma anche con standard di riferimento, allo scopo di valutarne i potenziali di miglioramento.

Questi parametri permetteranno di fissare delle priorità nell'implementazione degli interventi di efficientamento e di monitorare nel tempo l'effetto dei risultati di tali interventi.

Gli indicatori da preferire sono quelli che riescono, con uno sforzo minimo, a fornire un trend sulle performance energetiche di un edificio e valutare se sono in linea con gli obiettivi prefissati, oltre che comparare le performance con edifici simili e standard di riferimento.

### ***L'aspetto finanziario della formazione***

#### ***Il partenariato pubblico privato e il contratto EPC***

Nella realizzazione di misure di efficientamento energetico si possono utilizzare forme contrattuali alternative rispetto agli appalti tradizionali, quali ad esempio i contratti di partenariato pubblico privato (PPP) o l'EPC (*Energy Performance Contract*).

I contratti di PPP sono contratti aventi per oggetto una o più prestazioni quali la progettazione, la costruzione, la gestione o la manutenzione di un'opera pubblica o di pubblica utilità, oppure la fornitura di un servizio. Il finanziamento, totale o parziale, ed in forme diverse, è a carico di privati, con allocazione dei rischi (ai sensi delle prescrizioni e degli indirizzi comunitari vigenti).

La distribuzione dei rischi tra partner pubblico e privato, da effettuarsi caso per caso, è una delle caratteristiche principali dei PPP, e si basa sulla capacità delle parti di valutare, controllare e gestire i rischi stessi.

I settori di applicazione dei contratti di PPP sono, tra gli altri, l'energia (impianti di produzione da FER, efficientamento energetico, illuminazione pubblica), le strutture sportive e a valenza culturale ed altre opere pubbliche (scuole, ospedali, immobili ad uso della Pubblica Amministrazione).

Una delle tipologie dei PPP è la "finanza di progetto" (*"Project finance"*), il finanziamento di un progetto in grado di generare, nella fase di gestione, flussi di cassa sufficienti a rimborsare il debito contratto per la sua realizzazione e remunerare il capitale di rischio.

Il contratto EPC è definito dalla Direttiva 2012/27/CE come l'accordo contrattuale tra il beneficiario e il fornitore di una misura di miglioramento dell'efficienza energetica, verificata e monitorata durante l'intera durata del contratto, laddove siano erogati investimenti (lavori, forniture o servizi), in funzione del livello di miglioramento dell'efficienza energetica stabilito contrattualmente (o altri criteri di prestazione energetica concordati, quali i risparmi concordati).

### ***STIMA DEI COSTI E DELL'IMPATTO DELLA MISURA***

I corsi di formazione hanno un costo estremamente variabile e risulta difficile fare una previsione della spesa cui andrebbero incontro i Comuni.

La Comunità di Montagna della Carnia può venire incontro alle esigenze delle Amministrazioni Comunali tramite la ricerca di finanziamenti.

Gli impatti della presente misura non sono direttamente quantificabili in termini di riduzione delle emissioni, ma l'effetto della stessa avrebbe indubbi effetti positivi sulla gestione di edifici ed impianti comunali.

Il beneficio finale sarà un utilizzo più efficiente e consapevole delle risorse energetiche, e una sensibilizzazione capillare del personale pubblico delle amministrazioni carniche. L'ampliamento di conoscenze e la diffusione di buone pratiche, se condiviso da tutti i tecnici che lavorano sul territorio, favorirebbe una crescita collettiva, indispensabile per rendere i temi dell'efficienza e del risparmio energetici e della lotta ai cambiamenti climatici una priorità assoluta.

## **PRODUZIONE E UTILIZZO DELL'IDROGENO PER LA DECARBONIZZAZIONE DELLA CARNIA**

### **ANALISI SITUAZIONE CORRENTE**

Attualmente non vi è sul territorio carnico né un consumo né una produzione di idrogeno. Tuttavia, nell'ottica di una completa decarbonizzazione del sistema energetico della Carnia, questo vettore energetico può giocare un ruolo importante. L'idrogeno può essere una soluzione efficace soprattutto negli *hard-to-abate sectors*, cioè quei settori come il trasporto pesante e l'industria, dove attualmente non ci sono ancora valide alternative ai combustibili fossili e dove l'elettrificazione sembra non poter essere una soluzione efficace.

La Carnia ha le caratteristiche ideali per poter diventare un polo della produzione di idrogeno verde in regione, grazie alla consistente produzione idroelettrica, unita al previsto aumento di capacità fotovoltaica installato capillarmente sul territorio. Inoltre su territorio carnico esistono già delle realtà cooperative di produzione di energia rinnovabile (i.e. SECAB e Società Cooperativa Idroelettrica di Forni di Sopra) con una consistente produzione rinnovabile e la capacità di catalizzare le risorse del territorio. Queste realtà potrebbero anche cogliere l'occasione di diventare partner della strategia sull'idrogeno e contribuire a sviluppare l'intera filiera locale, fornendo l'energia rinnovabile e l'esperienza di gestione dei progetti energetici. In un contesto così strutturato, la produzione e stoccaggio in loco con impianti di piccola-media taglia è la più promettente, configurazione che permette la decarbonizzazione di molteplici attività sparse sul territorio. La tecnologia per tale soluzione esiste già e non richiede ingenti somme per l'investimento, cifra che è comunque destinata a scendere in modo inversamente proporzionale alla maturità della tecnologia.



*Figura 42: Visita dei tecnici APE ad una stazione di produzione e stoccaggio di Idrogeno verde a Ferrara nel dicembre 2021. Questo impianto è modulare e richiede superfici modeste, ideale per essere installato in diverse realtà della Carnia.*

### **IMPLEMENTAZIONE DELLA MISURA**

Il primo passo verso l'implementazione della misura è senza dubbio aumentare la produzione di energia rinnovabile. Considerato che le derivazioni idroelettriche sono state quasi completamente sfruttate, tra le FER con grande potenziale in Carnia restano disponibili le bioenergie e il fotovoltaico. Per la prima è più difficile fare una stima dell'impatto che può avere sul settore elettrico. A differenza del settore termico, dove sicuramente la biomassa legnosa giocherà un ruolo fondamentale, per il settore elettrico l'efficienza e i margini di guadagno sono relativamente bassi, relegando questa soluzione a situazioni specifiche. Per quando riguarda i gassificatori e la produzione di biogas da residui agricoli e zootecnici, il potenziale è sicuramente molto più alto ma comunque di difficile stima, oltre che totalmente in mano a iniziative private. Il potenziale fotovoltaico è invece scalabile in taglia e distribuito su tutto il territorio, accessibile a singoli cittadini, alle amministrazioni e alle PMI. Entro il 2030 è attesa, con la consolidazione delle CER e le giuste condizioni create dal mercato e dall'amministrazione della Comunità di Montagna, un'installazione di fotovoltaico di 2,5-3 MW sul territorio carnico.

Successivamente vanno individuate le attività target della decarbonizzazione. Queste possono essere ad esempio il trasporto pubblico, il trasporto pesante (stazioni di rifornimento), le stazioni sciistiche, alcune attività industriali. Gli impianti pilota vanno concordati coi i partner locali e avviati, almeno nelle fasi di studio, entro 1-2 anni. Questo potrebbe portare ad avere i primi impianti pilota attivi già al 2025 (4-5 al 2030), con la possibilità di monitorare le soluzioni per un paio d'anni prima di iniziare la produzione su più impianti e aumentarne l'impiego sull'intero territorio. Questa linea di sviluppo potrebbe portare a sviluppare una strategia operativa sull'idrogeno al 2030, installando diversi impianti di produzione e decarbonizzando molte attività e settori nel corso del decennio 2030-2040.

### **STIMA DEI COSTI E DELL'IMPATTO DELLA MISURA**

Esclusi gli interventi volti ad aumentare la produzione da energie rinnovabili (coperti già in altre schede), l'investimento economico qui considerato consiste solo delle centrali di produzione e stoccaggio di idrogeno. Sono inoltre esclusi, in quanto da valutare per ogni caso specifico, i costi relativi alle celle a combustibile necessarie al suo utilizzo, installate su autobus, camion, o all'interno di attività industriali.

Come impianto standard viene considerata una centrale di produzione e stoccaggio a 350 bar delle dimensioni di un container, capace di produrre e stoccare 21 kg di idrogeno al giorno (con un contenuto energetico di 33.6 kWh/kg). Il costo riscontrato per un impianto pilota delle suddette caratteristiche si aggira attualmente tra i 400.000 e i 500.000 euro, ma le previsioni sono di scendere in pochi anni fino a 250.000 euro. Ipotizzando la costruzione di 20 impianti entro il 2035, ciò comporta un investimento netto di 5 milioni di euro. A fronte di questo investimento, si può produrre oltre 150 tonnellate di idrogeno all'anno, per un valore di mercato di 450.000 euro (assumendo un prezzo di vendita 3 euro al kg). Per un impianto di questo tipo è prevista una vita operativa di 10 anni.

Assumendo che le 150 tonnellate di idrogeno (con un contenuto energetico di 5 GWh) convertiti in fuel cell (rendimento 80%) sostituiscano 4 GWh di diesel utilizzato nei trasporti pesanti, ciò equivale a 370.000 litri di diesel consumati in meno. Da un punto di vista ambientale ciò si traduce in 965 tonnellate di CO2 non emesse.

Dal punto di vista economico, assumendo un prezzo di 1,5 euro/l (stima cautelare), sono 550.000 euro risparmiati e che possono ricadere sull'economia locale invece che su idrocarburi importati dall'estero.

Oltre ai netti benefici economici del risparmio sugli idrocarburi e dell'incremento del valore della materia prima prodotta localmente, la creazione di posti di lavoro per la gestione e la manutenzione di tali centrali avrà una ricaduta occupazionale sul territorio.

	VALORE
ANNO ORIZZONTE DI IMPLEMENTAZIONE	2035
COSTO TOTALE DELLA MISURA [EUR]	5 000 000
RICADUTA ECONOMICA LOCALE [EUR]	9 000 000
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI TOTALI [t CO <sub>2</sub> ]	965
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI % [% 2013]	0,4%
INVESTIMENTO SPECIFICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI [EUR/tCO <sub>2</sub> ]	518

## **STRATEGIA DI DECARBONIZZAZIONE DEL TRASPORTO PUBBLICO E PRIVATO DELLA CARNIA**

### **ANALISI SITUAZIONE CORRENTE**

#### **Trasporto pubblico**

Attualmente il trasporto pubblico sul territorio carnico si limita al servizio autobus e corriere fornito dalla società regionale TPL FVG. Questo servizio punta soprattutto a collegare le varie vallate con il centro abitato di Tolmezzo, e successivamente Tolmezzo con le città della pianura friulana.

La stazione del treno più vicina si trova nella frazione di Carnia, in comune di Venzone, lungo la linea Udine-Tarvisio. In passato si è parlato a più riprese della riattivazione del tratto ferroviario Carnia-Tolmezzo, anche solo per il trasporto merci alle aree industriali del Carnia Industrial Park e quella di Tolmezzo. Sebbene non verrà presa in considerazione in questa scheda, l'eventuale riattivazione della linea ferroviaria avrebbe un ovvio beneficio sociale e ambientale sul territorio carnico. Rimuovere traffico pesante per il trasporto merci, ma anche veicoli privati per spostamenti pendolari verso Gemona o Udine garantirebbe una riduzione delle emissioni grazie alla mobilità elettrica dei treni, e ridurrebbe le spese ai privati incrementando il benessere economico dell'area.

Si segnala poi, nell'ambito del trasporto pubblico, un'interessante iniziativa recentemente avviata a livello regionale, con ricadute anche sul territorio carnico. TPL FVG (Trasporto Pubblico Locale del Friuli Venezia Giulia) ha realizzato la progettazione di un sistema di servizi di trasporto organizzati in forma flessibile in alcune aree della regione dove i percorsi o la frequenza delle corse non sono in grado di soddisfare adeguatamente il bisogno di mobilità, in particolare delle persone disabili. Nei territori dell'ex provincia di Udine il servizio a chiamata ha assunto il nome di *UDonDEMAND*, e in Carnia è stato attivato per i 5 Comuni della Val Degano (Comeglians, Forni Avoltri, Ovaro, Prato Carnico e Rigolato). Il servizio è rivolto all'intera cittadinanza, con particolare attenzione per le persone che non hanno la possibilità di muoversi in autonomia. A tutte le fermate esistenti nei Comuni sopracitati sono state aggiunte ulteriori aree di fermata, riconoscibili da un cartello segnaletico, per gli abitanti delle frazioni e delle aree più isolate, attualmente non raggiunte dai servizi di linea. Il servizio è attivo in alcuni giorni della settimana e in diverse fasce orarie, ed è prenotabile tramite telefonata o l'apposita App dedicata: l'utente deve comunicare punto d'interesse di partenza e d'arrivo, data e orario scelti per lo spostamento e numero di passeggeri.

#### **Trasporto privato**

Come nella maggior parte del territorio regionale, il trasporto privato è composto per la quasi totalità da spostamenti in autovetture private alimentate a benzina o diesel. Secondo uno studio dell'ARPA FVG sui consumi nel trasporto regionale (dati del 2013), il consumo di GPL per autotrazione vale circa il 10% dei consumi del settore, mentre il consumo di metano è trascurabile.

UTI CARNIA	TOTALE				
	TONN	LITRI	MWh	CO2	
benzina verde	11148,21	15050081	135451	33727	31,02%
diesel	19207,41	25930000	256707	63920	58,80%
GPL	450,59	608303	43798	10906	10,03%
metano	50,64	68360	656	163	0,15%
<b>TOTALE</b>	<b>30856,85</b>	<b>41656744</b>	<b>436612</b>	<b>108716</b>	<b>100,00%</b>

*Tabella riepilogativa della vendita di combustibili per il trasporto*

## **IMPLEMENTAZIONE DELLA MISURA**

### **Trasporto pubblico**

Per ridurre il traffico veicolare privato, il trasporto pubblico necessita di un potenziamento adeguato alle necessità dei cittadini, in particolare quelli pendolari. Inoltre un sistema web/app di prenotazione e informazione sulle corse chiaro e semplice da utilizzare, con informazioni aggiornate in tempo reale è senza dubbio un elemento fondamentale per migliorare la fruibilità del servizio.

Riguardo al servizio a chiamata illustrato in precedenza, per il futuro si può pensare di ampliare l'offerta in territori diversi dalla Val Degano, dopo aver naturalmente verificato l'effettiva fruizione da parte dei cittadini dell'innovativo servizio offerto.

Parallelamente al potenziamento del servizio pubblico, una decarbonizzazione della flotta veicolare è necessaria per raggiungere gli obiettivi di emissioni imposti. Gli autobus a idrogeno sono già impiegati in diverse realtà urbane, e sebbene attualmente utilizzino idrogeno "grigio" (prodotto cioè dal metano), rappresentano un investimento a lungo termine che prepara il terreno alla transizione completa del settore.



*Un autobus a idrogeno*

### **Trasporto privato**

La prima misura per ridurre le emissioni del trasporto privato è senza dubbio quella di cercare modalità di spostamento alternative. Siccome la maggior parte degli spostamenti quotidiani sono in realtà di pochi km, su tutte le modalità disponibili la bicicletta è senza dubbio quella più sostenibile dal punto di vista ambientale. La prima misura per aumentare il numero di spostamenti in bicicletta è senza dubbio quella di aumentare i percorsi ciclabili sul territorio. Percorsi dedicati e adeguati in dimensioni e regolarità (evitare continui cambi

di direzione o elevazione per aggirare ostacoli) permettono ai fruitori di sentirsi più sicuri ed essere perciò maggiormente inclini a percorrere tali tragitti, che permetterebbero di raggiungere più velocemente i punti d'interesse rispetto alla condizione in cui la carreggiata vada condivisa con le auto.

Esistono poi diversi incentivi per la popolazione, a partire da un contributo per l'acquisto di una bicicletta (anche elettrica), o iniziative che premiano coloro che utilizzano la bici, come ad esempio l'iniziativa "bike-to-work" di Cuneo, dove il tracciamento GPS dei km percorsi nel corso di un mese viene premiato con una cifra simbolica di 20 cent/km (con un tetto massimo di 20 euro al mese) <https://www.comune.cuneo.it/ambiente-mobilita-e-protezione-civile/biciclette/biciclette/linee-guida-per-ladesione-al-progetto-bike-to-work-cuneo.html> .

Quando invece l'utilizzo dell'auto privata è insostituibile, si può intervenire sul combustibile dell'auto stessa. In questo senso, sembra che a livello nazionale e internazionale il settore auto abbia trovato nell'elettrico la soluzione più promettente, fermo restando la necessità di diminuire innanzitutto la domanda di trasporto su ruota. Strutturando un piano territoriale coordinato, si può realizzare una rete di colonnine di ricarica omogeneo e capillare sul territorio, con almeno 1 stazione di ricarica al 2025 per ogni comune (2-3 stazioni al 2030), più altre stazioni nei punti cruciali di interesse del traffico pendolare, come le aree industriali più grosse e le aree commerciali che offrono più servizi. Considerando che per ogni singola stazione ci sarebbero diverse colonnine di ricarica, si possono ipotizzare al 2025 circa 80 stazioni di ricarica, per almeno 200 colonnine totali. Questo numero potrebbe idealmente raddoppiare al 2030.

## **STIMA DEI COSTI E DELL'IMPATTO DELLA MISURA**

### **Trasporto pubblico**

Escludendo la produzione di idrogeno e gli investimenti in FER, coperti in altre schede, i costi previsti da questa misura si riducono agli autobus a idrogeno, alle colonnine di ricarica e alla costruzione di piste ciclabili adeguate. Attualmente un autobus con fuel cell per alimentazione a idrogeno ha un costo di circa 600.000 euro, costo comunque destinato a scendere nei prossimi anni con il diffondersi della tecnologia. Assumendo un costo di 500.000 euro a bus al momento dell'acquisto ed una flotta di 10 bus operanti sul territorio carnico, l'investimento necessario è di 5 milioni di euro. Questo investimento è ovviamente destinato a salire con il passare degli anni e lo sviluppo della rete di trasporto pubblico a idrogeno.

### **Trasporto privato**

Per il trasporto privato, si ipotizza al 2045 una riduzione del 40% della domanda di trasporto con automezzi privati, a fronte di una riduzione della popolazione carnica, di un maggiore utilizzo e potenziamento dei trasporti pubblici e della mobilità lenta, e della riduzione della richiesta di spostamenti dovuta a nuove modalità di lavoro da remoto e filiere di produzione più corte.

La restante flotta di veicoli subirà una forte spinta verso l'elettrificazione, con l'obiettivo di raggiungere una flotta a emissioni quasi zero, dove vicino a veicoli elettrici e alimentati a biocombustibili saranno realisticamente presenti ancora veicoli a GPL e metano.

L'installazione delle colonnine di ricarica dipende dalla potenza di ricarica della colonnina stessa, ma assumendo una potenza di ricarica veloce a 50 kW, il costo della singola colonnina si aggira intorno ai 25.000. Moltiplicato per 200 colonnine ciò equivale ad ulteriori 5 milioni di euro in mobilità sostenibile. Un piano della mobilità coordinato tra le varie vallate che consenta di creare un volume rilevante di spostamenti in bicicletta dovrebbe sviluppare almeno 100km di piste dedicate. Assumendo un prezzo medio di 20.000 euro/km, l'investimento previsto ammonta a 2 milioni di euro.

Soprattutto per il trasporto privato, è difficile riuscire a ipotizzare dei costi e delle ricadute sull'economia locale, data la grande dipendenza del settore dalle politiche e incentivi nazionali, dagli sviluppi della tecnologia e dai prezzi di mercato nei prossimi decenni.

### **Emissioni**

Rimuovendo o sostituendo perciò l'intero consumo di benzina e diesel dal trasporto su ruota pubblica e privato, tramite elettrificazione, idrogeno e biocarburanti si ottiene una riduzione di 97.647 tonnellate di CO<sub>2</sub>. Ci sarebbe la produzione di 11.000 tonnellate di emissioni, ossia il 10% rispetto al 2013, che rappresentano un margine di sicurezza accettabile nella difficile operazione di decarbonizzazione dei trasporti.

	VALORE
ANNO ORIZZONTE DI IMPLEMENTAZIONE	2045
COSTO TOTALE DELLA MISURA [EUR]	-
RICADUTA ECONOMICA LOCALE ORIZZONTE MISURA [EUR]	-
RIDUZIONE ANNUA DELLE EMISSIONI TOTALI [t CO <sub>2</sub> ]	97 647
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI % [% 2013]	38,4%
INVESTIMENTO SPECIFICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI [EUR/tCO <sub>2</sub> ]	-

## ALLEGATO I

**TABELLA A. FATTORI DI EMISSIONE STANDARD DI CO<sub>2</sub>**

Tipo di combustibile	t CO <sub>2</sub> /MWh
Energia elettrica	0,4332
Metano	0,1998
GPL	0,2254
Gasolio	0,2642
Olio combustibile	0,2704
Biomasse	0,2
Energia termica da teleriscaldamento*	Valore dichiarato da fornitore

Fonte: 2012 UNI/TS 11300-4

\* Il valore medio nazionale per il teleriscaldamento, proposto da ENEA, è pari a 0,3 kgCO<sub>2</sub>/kWh. EEA (2018) EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 – Update Jul. 2018 – 1.A.3.b.i, 1.A.3.b.ii, 1.A.3.b.iii, 1.A.3.b.iv, Passenger cars, light commercial trucks, heavy-duty vehicles including buses and motor cycles. <https://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook>

**TABELLA B. MASSA VOLUMICA E POTERE CALORIFICO INFERIORE-P.C.I. DEI COMBUSTIBILI PER LA CONVERSIONE DELLA MASSA IN UNITÀ DI ENERGIA**

	Metano	GPL	Gasolio	Benzina
Massa Volumica	0,720 kg/Smc	0,565 kg/l	0,835 kg/l	0,74 kg/l
P.C.I.	8.250 kcal/Smc	11.000 kcal/kg	10.200 kcal/kg	10.500 kcal/kg
P.C.I.	9,6 kWh/Smc	7,2 kWh/l	9,9 kWh/l	9 kWh/l

Fonte: Ministero dello Sviluppo Economico – Statistiche dell'Energia

**TABELLA C. POTERE CALORIFICO INFERIORE (P.C.I.) MEDIO DELLE BIOMASSE PER LA CONVERSIONE DELLA MASSA IN UNITÀ DI ENERGIA**

	Legna	Pellet	Cippato
Contenuto idrico	20%	10%	30%
P.C.I. medio	4 kWh/kg	5 kWh/kg	3,4 kWh/kg

Fonte: AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali

**TABELLA D. FATTORI DI CONVERSIONE DELLE MATERIE PRIME ENERGETICHE**

	TJ	MWh	TEP
TJ	1	277,8	23,88
MWh	0,0036	1	0,086

Fonte: Guidebook, how to develop a Sustainable Energy Action Plan - SEAP, 2010.

**TABELLA E. FATTORI DI CONVERSIONE PER L'ENERGIA ELETTRICA**

MWh	TEP
1	0,187

Fonte: Delibera EEN 3/08 dell'Autorità Energia Elettrica e Gas