

SUPSI

Istituto sostenibilità applicata all'ambiente costruito

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

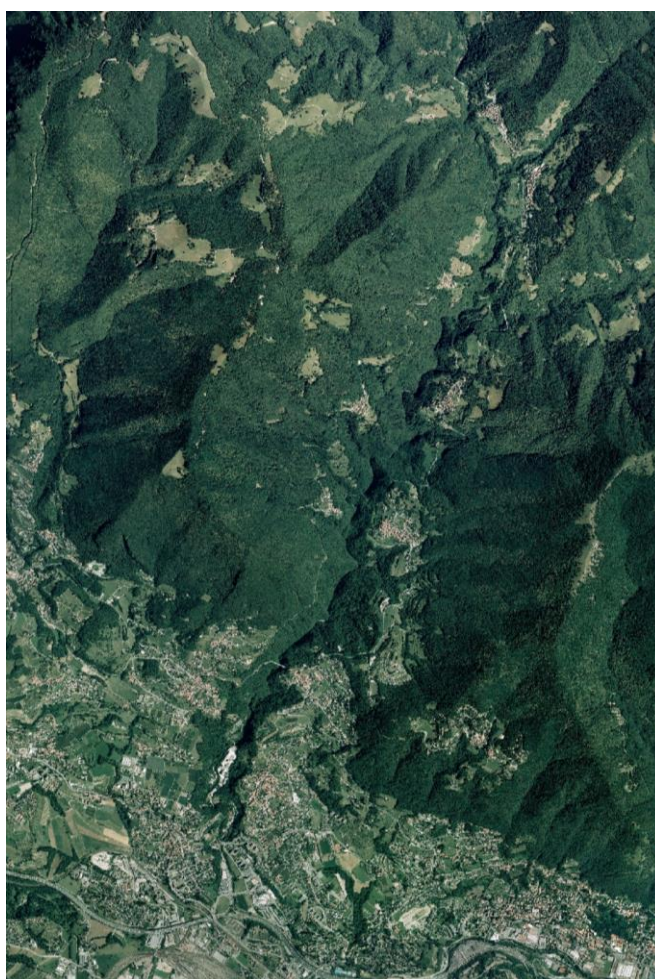
isaac@supsi.ch, www.supsi.ch/isaac
N. IVA CHE-108.955.570

OGGETTO

Piano energetico Generoso

TITOLO

Rapporto tecnico



COMMITTENTE

Comuni di Breggia, Castel San Pietro, Morbio Inferiore e Vacallo

ESTENSORI DEL
RAPPORTO

Francesca Cellina, Nerio Cereghetti, Giorgia Crivelli, Luca Pampuri

LUOGO E DATA

Trevano, 26.09.2014

Indice

1. La pianificazione energetica comunale: finalità e responsabilità	5
1.1 Approvazione e attuazione del piano energetico	6
2. Il quadro di riferimento normativo e programmatico	7
2.1 La politica energetica e climatica della Confederazione	7
2.1.1 Società a 2000 Watt e Società 1 ton CO ₂	8
2.2 La politica energetica cantonale	13
2.3 La pianificazione territoriale	15
2.4 Le iniziative di sostenibilità già attivate	17
3. Il bilancio energetico: situazione al 2012	18
3.1 Il contesto geografico	18
3.2 Il contesto socio-economico	19
3.3 Consumi di energia	20
3.3.1 Energia elettrica	24
3.3.2 Gas naturale	29
3.3.3 Olio combustibile	34
3.3.4 Legna	35
3.3.5 Calore ambiente	35
3.3.6 Carburanti	38
3.4 Produzione di energia da fonti rinnovabili	39
3.5 Il bilancio energetico del territorio del Generoso	43
4. Le emissioni di gas ad effetto serra	46
4.1.1 Confronto con le emissioni sul territorio cantonale	47
5. I consumi di energia primaria	51
5.1.1 Confronto con i consumi sull'intero territorio svizzero – analisi per settore	52
6. Confronto con la Società 2000 Watt e 1 ton CO₂	54
7. Orizzonte temporale di riferimento	56
8. Previsioni di evoluzione del fabbisogno energetico	57
9. Potenziale di produzione di energia da fonti rinnovabili	60

9.1	Potenziale di sfruttamento dell'energia solare	61
9.1.1	Potenziale fotovoltaico	61
9.1.2	Potenziale solare termico	63
9.2	Potenziale idroelettrico.....	66
9.3	Potenziale di sfruttamento della biomassa.....	69
9.3.1	Potenziale legname indigeno	69
9.3.2	Potenziale scarti organici	75
9.4	Potenziale di sfruttamento del calore ambientale	76
9.4.1	Potenziale acque sotterranee	76
9.4.2	Potenziale sottosuolo	79
9.4.3	Potenziale acque superficiali	82
9.4.4	Potenziale aria	83
10.	Potenziale di produzione di energia da infrastrutture	86
10.1	Energia dall'acquedotto	86
10.1.1	Calore da acqua potabile	86
10.1.2	Elettricità dal turbinaggio dell'acqua potabile	88
10.2	Calore dalle acque reflue	89
10.3	Impianto di depurazione delle acque (IDA)	91
10.3.1	Biogas prodotto dall'IDA	92
10.3.2	Calore dalle acque reflue in uscita dall'IDA	93
10.4	Processi produttivi: calore residuo	96
11.	Potenziale di efficienza energetica	99
11.1	Efficienza energia termica nelle abitazioni	99
11.2	Efficienza energia elettrica nelle abitazioni	102
11.3	Efficienza energia termica nel commercio e servizi	104
11.4	Efficienza energia elettrica nel commercio e nei servizi.....	106
11.5	Efficienza energia termica e elettrica nell'artigianato e nell'industria	108
11.6	Efficienza energia elettrica nell'illuminazione pubblica	108
12.	Visione d'insieme dei potenziali di produzione ed efficienza energetica	109
12.1	Copertura del fabbisogno energia termica	109
12.2	Copertura del fabbisogno di energia elettrica	113
12.3	Riduzione fabbisogno energia termica.....	115
12.4	Riduzione del fabbisogno di energia elettrica	121
12.5	Contestualizzazione spaziale: la carta delle risorse	125
12.5.1	Copertura del fabbisogno di energia termica	125

12.5.2	Copertura del fabbisogno di energia elettrica	128
13.	Potenziale di realizzazione di reti di teleriscaldamento	130
13.1	Analisi del fabbisogno di energia termica	130
13.2	Caneggio, Morbio Superiore e Castel San Pietro	135
13.3	Morbio Inferiore e Vacallo	137
13.4	Riduzione dei consumi dell’edificato e teleriscaldamento: alcune riflessioni	137
14.	Visione per il futuro e obiettivi	141
14.1	Visione di riferimento.....	141
14.2	Obiettivi generali	141
15.	Strategia d’intervento	146
16.	Piano d’azione	147
16.1	A. Coordinamento e attuazione del PECo	148
16.2	B. Informazione e sensibilizzazione	150
16.3	C. Edificato.....	153
16.4	D. Aziende.....	159
16.5	E. Comune	161
16.6	F. Infrastrutture per la produzione di energia	164
16.7	Gli indicatori per il monitoraggio dell’efficacia del PECo	166
Allegato 1		167
Allegato 2		174
Allegato 3		178
Allegato 4		184
Allegato 5		188
Allegato 6		206
Allegato 7		210

1. La pianificazione energetica comunale: finalità e responsabilità

Assieme ad altri Comuni ticinesi, i Comuni di Breggia, Castel San Pietro, Morbio Inferiore e Vacallo hanno aderito al progetto Interreg Italia-Svizzera “Innovazione energetica, strumenti e azioni per realizzare interventi di efficienza energetica e di valorizzazione delle energie rinnovabili”.

In questo contesto, i comuni hanno lanciato il piano energetico inter-comunale (in seguito indicato come PECo) della regione del Generoso.

Per l'elaborazione del PECo è stato istituito un gruppo di lavoro inter-comunale composto da rappresentanti politici e tecnici di ciascun comune. Le analisi di carattere tecnico sono svolte dall'Istituto Sostenibilità Applicata all'Ambiente Costruito (ISAAC) presso la Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana.

La pianificazione energetica a livello locale è una materia di grande urgenza, in relazione ai temi di livello internazionale, legati all'esaurimento delle risorse fossili e al cambiamento climatico indotto dalle attività antropiche.

Il PECo affronta in primo luogo l'analisi della regione Generoso dal punto di vista della produzione e dei consumi di energia, nonché delle emissioni di gas ad effetto serra, con riferimento all'anno 2012. Quindi prende in considerazione le potenzialità del territorio dal punto di vista dello sviluppo della riduzione dei consumi nell'edificato, delle fonti rinnovabili di energia e dello sviluppo di reti di teleriscaldamento. Emergono quindi le maggiori criticità ma anche le opportunità da perseguire: ciò consente di delineare una visione di riferimento per l'evoluzione del territorio dal punto di vista energetico e climatico. Sulla base di tale visione sono definiti obiettivi generali, accompagnati da target quantitativi atti a verificarne il raggiungimento e specifiche misure di attuazione.

Il PECo analizza in particolare i settori legati all'edificato, evidenziando le opportunità di integrazione con la pianificazione dello sviluppo territoriale (piani regolatori e piani particolareggiati) e con le scelte di gestione quotidiana del territorio, sia per la pubblica amministrazione sia per i settori dell'economia e i privati cittadini.

Il tema della mobilità e dei trasporti, pur elemento rilevante nella definizione dei consumi energetici di un territorio, è qui solo accennato, sia perché esistono appositi strumenti di pianificazione, anche a livello comunale (i Comuni possono adottare piani del traffico e piani di mobilità lenta), sia perché quelli relativi alla mobilità sono temi che travalicano i confini comunali, più adatti ad essere affrontati su scala cantonale.

È essenziale che il piano sia inteso come uno strumento a favore del territorio, e non quale ostacolo o vincolo pianificatorio: per questo è importante che le proposte del PECo siano illustrate, discusse e condivise con i privati cittadini (attività economiche e singoli cittadini): una *visione condivisa* per il futuro è uno stimolo all'attuazione concreta di nuovi stili di vita da parte dei cittadini, che sono i principali responsabili dell'attuazione del piano. I Comuni hanno infatti un ruolo di coordinamento e di verifica, ma il raggiungimento degli obiettivi dipende essenzialmente dalle scelte quotidianamente operate dai singoli individui. Proprio per questo motivo è importante che siano avviate tutte le misure necessarie a garantire un'adeguata informazione pubblica sulle scelte e sui contenuti del piano.

Si segnala infine che il territorio analizzato comprende realtà anche molto diverse tra loro. Le considerazioni contenute in questo documento sono tuttavia, salvo comunicazione esplicita, da considerarsi come relative a tutto il territorio analizzato.

1.1 Approvazione e attuazione del piano energetico

La Legge sull'energia non regola in modo specifico la procedura per l'adozione e l'approvazione dei piani energetici comunali. Si può tuttavia ritenere che l'elaborazione e l'aggiornamento del PECo siano di competenza dei Municipi, mentre l'adozione sia in capo ai Consigli Comunali, in analogia con le canoniche procedure di adozione dei piani territoriali. In caso sia necessario, vi è dunque la possibilità che i Comuni definiscano priorità di intervento diverse da quelle proposte in questo documento: l'adozione del piano è infatti un atto di natura politica; questo documento costituisce invece la base tecnico-scientifica che consente di costruire le decisioni politiche.

Proprio in ragione del fatto che il PECo è dinamico e vive nel tempo, è necessario adottare un piano di monitoraggio, che consenta di verificare lo stato di avanzamento delle misure proposte e valutarne l'efficacia in termini di consumi e produzione energetica. Si ritiene che per il PECo Generoso sia utile attuare un monitoraggio con cadenza quadriennale, con possibilità di ri-orientare il piano (target quantitativi degli obiettivi e misure di attuazione) con analoga cadenza temporale.

2. Il quadro di riferimento normativo e programmatico

Questo capitolo propone una sintesi dei principali riferimenti utili all'elaborazione e attuazione del PECO, offrendo una panoramica sui temi in discussione a livello sovraordinato (Confederazione e Cantone) nel settore energetico e climatico, per poi concentrarsi sull'identificazione delle principali iniziative in corso a livello comunale in grado di influenzare direttamente l'evoluzione dei consumi e delle emissioni del territorio.

2.1 La politica energetica e climatica della Confederazione

La Confederazione ha avviato sin dal 2001 uno specifico programma sul tema dell'energia, denominato SvizzeraEnergia. Tale programma, le cui attività si basano su una programmazione decennale, agisce in modo trasversale sui seguenti settori:

- edifici, in particolare per il risanamento energetico degli edifici esistenti;
- mobilità (innovazione tecnologica per veicoli efficienti e a basso impatto, gestione della mobilità aziendale, mobilità lenta);
- processi produttivi (programmi volontari);
- illuminazione privata e apparecchiature elettriche;
- promozione delle energie rinnovabili, per la produzione di calore e elettricità.

In questo quadro, negli anni 2004-2006 la Confederazione ha elaborato uno studio volto a definire la possibile evoluzione del sistema energetico svizzero, con riferimento sia alla produzione sia ai consumi di energia. Tale analisi è scaturita nell'elaborazione di quattro scenari alternativi, caratterizzati da un progressivo incremento di impiego delle risorse e da obiettivi di risparmio energetico e di promozione delle energie rinnovabili progressivamente più ambiziosi.

Sulla base di tale materiale, nel 2007 la Confederazione ha definito la propria politica energetica, basandola sui cosiddetti "quattro pilastri":

- efficienza energetica nel consumo;
- promozione delle energie rinnovabili;
- realizzazione di impianti di grande potenza per la produzione di energia elettrica (impianti nucleari o impianti a gas a ciclo combinato);
- maggiore collaborazione con l'Unione Europea, in particolare per quanto concerne il mercato delle emissioni di gas serra (*emissions trading*).

In attuazione di tali principi, nel 2008 la Confederazione si è dotata di un Piano d'azione per l'efficienza energetica e di un Piano d'azione per le energie rinnovabili. Essi hanno indicato una pluralità di misure, relative a tutti i settori d'intervento su cui opera SvizzeraEnergia, per le quali annualmente sono stanziati specifiche risorse finanziarie.

A seguito dell'incidente all'impianto nucleare di Fukushima, nel maggio 2011 il Consiglio federale ha tuttavia definito una nuova strategia (Strategia energetica 2050), con la quale ha deciso che le centrali nucleari esistenti dovranno essere disattivate alla fine del loro ciclo di vita (al più tardi nel 2034) e non potranno essere sostituite. Ciò imporrà dunque una massiccia riduzione della domanda di energia elettrica nei settori di consumo finale e un'ulteriore sviluppo delle fonti rinnovabili; non si esclude inoltre l'utilizzo del gas quale fonte per la produzione di energia elettrica, preferibilmente in impianti di cogenerazione, con produzione contestuale di calore.

La Strategia energetica 2050 è stata presentata nell'autunno 2012 e posta in consultazione fino al 31 gennaio 2013. Ora è in corso la discussione parlamentare per l'approvazione di un primo pacchetto di misure definite il 4 settembre 2013 nel corrispondente Messaggio del Consiglio Federale.

Si segnala che la Svizzera è impegnata a livello internazionale per quanto riguarda la politica climatica: alla ratifica del Protocollo di Kyoto del 1997, avvenuta nel 2003 con cui si è impegnata a ridurre le emissioni dell'8% rispetto ai livelli del 1990 sul periodo 2008-2012, ha fatto seguito la ratifica dell'Accordo di Copenhagen del 2009, per mettere in atto tutti gli sforzi necessari a contenere l'incremento medio mondiale della temperatura terrestre di soli 2°C.

In questo quadro, nel 2009 la Confederazione ha avviato la revisione della Legge sulla riduzione delle emissioni di CO₂, conclusasi con l'approvazione dell'assemblea federale il 23 dicembre 2011. La revisione, entrata in vigore il 1° gennaio 2013, formula un obiettivo di riduzione delle emissioni per l'anno 2020 (riduzione pari almeno di 20 per cento rispetto al 1990) e lo applica mediante diversi strumenti ai settori edifici, traffico e industria. La modifica di legge conferma e inasprisce la tassa d'incentivazione sui combustibili introdotta nel 2008, in relazione alle emissioni di gas ad effetto serra da essi prodotti (tassa sul CO₂). La revisione conferma inoltre l'attuale impostazione del sistema di scambio delle quote di emissione, in Svizzera limitato alle imprese che, ai sensi della Legge sul CO₂, hanno assunto l'impegno di ridurre le emissioni al fine di essere esentate dal pagamento della tassa sul CO₂. Da segnalare infine l'introduzione di due strumenti che mirano alla riduzione delle emissioni dovute al traffico: l'introduzione di prescrizioni sulle emissioni di CO₂ delle automobili e la compensazione, da parte degli importatori di benzina e diesel, di una parte delle emissioni prodotte dai carburanti.

A livello di misure e iniziative operative, si segnala che nel gennaio 2010 è stato lanciato il Programma di risanamento degli edifici (www.ilprogrammaedifici.ch): si tratta di un programma di sussidio ad ampio respiro, volto a incentivare il risanamento energetico degli edifici. Il programma subsidia interventi di sostituzione dei serramenti e di miglioramento dell'isolamento termico di pareti, pavimenti e soffitti. Esso è alimentato mediante i proventi della tassa sul CO₂, che garantiscono la continuità di afflusso finanziario.

È inoltre di particolare interesse l'attività di SvizzeraEnergia specificamente rivolta ai Comuni, legata al marchio Città dell'energia. Tale marchio è conferito ai Comuni che si distinguono per l'uso razionale dell'energia, promuovendo le energie rinnovabili, la mobilità sostenibile e l'uso efficiente delle risorse.

2.1.1 Società a 2000 Watt e Società 1 ton CO₂

Un ambizioso riferimento per il futuro è costituito dalle visioni sviluppate dal Politecnico di Zurigo, che delineano una società a "2000 Watt" e a "1 ton di CO₂".

La visione *Società a 2000 Watt* è stata proposta nel 1998: l'idea di fondo è che sia possibile ridurre i consumi energetici pro capite di circa un terzo rispetto a quelli attuali, senza ridurre il livello di benessere a tutt'oggi raggiunto. La visione punta a realizzare una società in cui i consumi energetici annui pro capite, espressi mediante la potenza continuativa complessivamente necessaria per soddisfarli, non superino i 2000 Watt. Tale valore coincide con l'attuale valore medio mondiale dei consumi procapite (cfr. Figura 1). Si noti che oggi il

cittadino svizzero medio utilizza una potenza di consumo superiore a 6'300 Watt, il cittadino ticinese medio necessita di una potenza pro capite di circa 4'831 Watt [fonte: Bilancio energetico Cantonale, 2012].

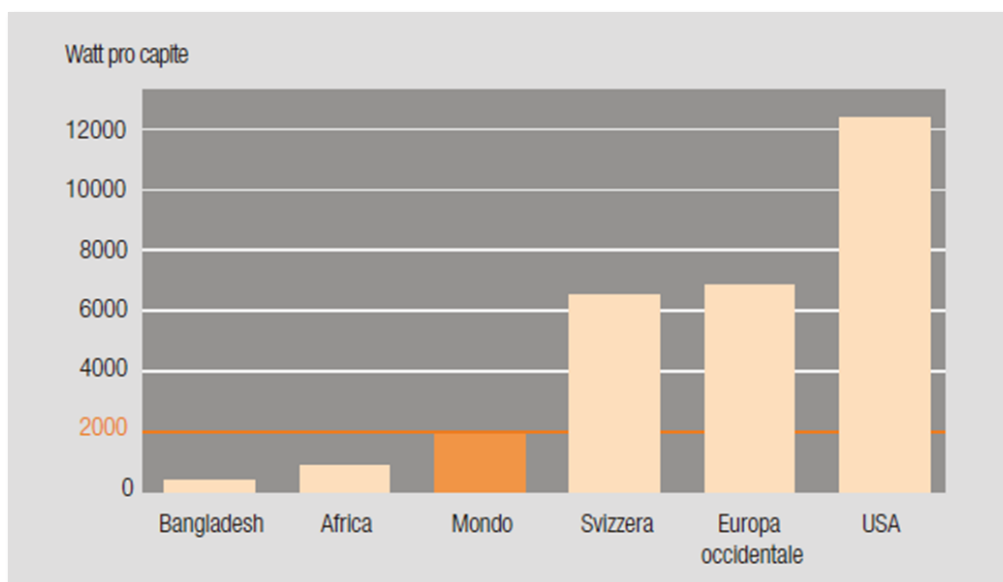


Figura 1 Consumi medi pro-capite in alcune nazioni significative e media a livello mondiale [fonte: “Società 2000 Watt”, SvizzeraEnergia per i Comuni, 2012].

Stime della società Novatlantis mostrano che la configurazione 2000 Watt potrebbe essere raggiunta entro la metà del prossimo secolo (anno 2150), in particolare, il consumo di combustibili fossili dovrebbe essere dimezzato entro il 2050, successivamente la riduzione potrebbe avvenire con un ritmo più lento, per stabilizzarsi sui 500 Watt sul periodo 2100-2150.

Come mostrano la Tabella 1 e la figura 2, in tale configurazione finale il consumo individuale sarebbe soddisfatto mediante:

- combustibili fossili per una potenza di 500 Watt pro capite;
- combustibili non fossili (energie rinnovabili, nucleare) per una potenza di 1'500 Watt pro capite.

• Anno		2005	2050	2100 - 2150
Potenza media dell'energia primaria totale	Watt pro capite	6'300	3'500	2'000
Potenza media dell'energia primaria non rinnovabile	Watt pro capite	5'800	2'000	500
Emissioni di gas serra all'anno	Tonnellate pro capite/anno	8.6	2.0	1.0

Tabella 1 Valori attuali e valori obiettivo della Società a 2000 Watt per la Svizzera [fonte: “Società 2000 Watt”, SvizzeraEnergia per i Comuni, 2012].

In queste condizioni, le emissioni di CO₂ si stabilizzerebbero a circa 1 ton annua pro capite.

I fautori di tale visione ritengono che il raggiungimento di questi standard di consumo non provochi impatti negativi sulla qualità di vita: sarebbero infatti già disponibili opzioni tecnologiche e nuovi modelli di comportamento tali da consentire di raggiungere tali obiettivi senza interferire con il livello di benessere di cui la società svizzera attualmente gode.

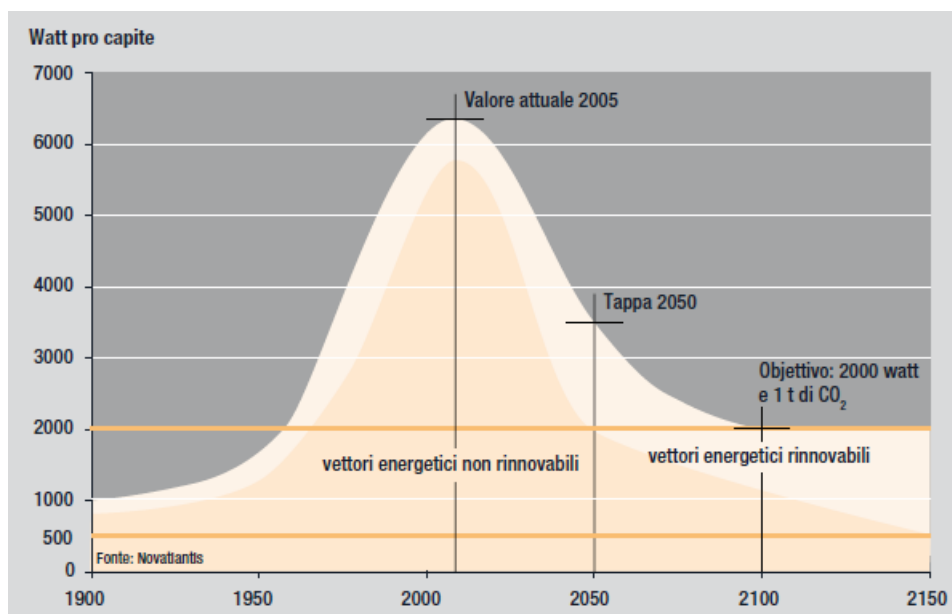


Figura 2 Il percorso verso la Società a 2000 Watt [fonte: “Società 2000 Watt”, SvizzeraEnergia per i Comuni, 2012].

In particolare Novatlantis ha sviluppato un modello che confronta il fabbisogno energetico attuale rispetto a quello della visione 2000 Watt per i seguenti cinque ambiti: abitare, mobilità, cibo, consumi e infrastrutture: nella Società a 2000 Watt i consumi pro capite sarebbero ripartiti come segue (cfr. Figura 3):

- 500 Watt per abitare;
- 450 Watt per la mobilità;
- 250 Watt per il cibo;
- 250 per i consumi;
- 550 Watt per le infrastrutture (incluso approvvigionamento energetico e idrico).






				
Alloggio	Mobilità	Alimentazione	Consumi	Infrastrutture
<p>Verso 2000 Watt: da 1800 Watt a 500 Watt (obiettivo)</p> <p>Situazione attuale: tre quarti del parco immobiliare (abitazioni e uffici) hanno più di 30 anni e sono energeticamente inefficienti (casa 20 litri). Nei nuovi edifici, la superficie abitativa pro capite è in aumento (attualmente: ca. 50 m²).</p> <p>Possibilità d'azione: edifici a basso consumo o case a energia zero (Minergie-P, Minergie-P-Eco) riducono il consumo per riscaldamento a 2 litri per m² (casa 2 litri); pure importante è l'adeguamento della superficie abitativa e l'uso di apparecchi efficienti.</p>	<p>Verso 2000 Watt: da 1700 Watt a 450 Watt (obiettivo)</p> <p>Situazione attuale: lunghi tragitti pendolari, intenso traffico per gli acquisti e il tempo libero, destinazioni lontane per le ferie sono tipici dello standard attuale di mobilità. I voli aerei richiedono ca. il doppio di energia rispetto ai viaggi in auto e cinque volte in più rispetto ai viaggi in treno.</p> <p>Possibilità d'azione: per i tragitti brevi e medi dare la priorità alla bici o ai mezzi pubblici; meno voli aerei e percorrere meno di 9000 chilometri all'anno, con un'auto efficiente.</p>	<p>Verso 2000 Watt: da 750 Watt a 250 Watt (obiettivo)</p> <p>Situazione attuale: negli alimenti si cela molta energia grigia; la produzione agricola e la lavorazione necessitano di sostanze nutritive e acqua. La produzione di carne genera forti consumi energetici: per preparare 1 kg di carne di manzo ci vuole 10 volte più energia che per 1 kg di tagliatelle.</p> <p>Possibilità d'azione: scegliere prodotti freschi, di stagione, della regione e biologici, consumare meno carne.</p>	<p>Verso 2000 Watt: da 750 Watt a 250 Watt (obiettivo)</p> <p>Situazione attuale: prodotti di breve durata (vestiti, mobili, ecc.), servizi e manifestazioni (concerti, pernottamenti ecc.) vengono consumati senza considerare l'energia grigia. Va osservato che gran parte delle complesse infrastrutture per il tempo libero ed i consumi vengono utilizzate solo temporaneamente.</p> <p>Possibilità d'azione: uno stile di consumo sobrio è auspicabile in vari ambiti: vestiario, accessori, salute, cultura, pernottamenti, ecc.</p>	<p>Verso 2000 Watt: da 1500 Watt a 550 Watt (obiettivo)</p> <p>Situazione attuale: fanno parte delle infrastrutture pubbliche, tra le altre cose, gli aeroporti, le stazioni, le strade, ecc., l'approvvigionamento idrico ed energetico, le strutture sanitarie, per la sicurezza e per la formazione.</p> <p>Possibilità d'azione: a livello di infrastrutture pubbliche l'influsso del singolo è limitato: il ruolo centrale nel realizzare infrastrutture coerenti con la società 2000 Watt è affidato agli enti pubblici.</p>

Figura 3 Modello di vita individuale della Società a 2000 Watt articolato in cinque settori [fonte: “Vivere più leggermente”, Novatlantis (2010)].

Dieci anni dopo aver lanciato la visione “Società a 2000 Watt”, nel 2008 il Politecnico di Zurigo ha avanzato una nuova visione di riferimento, quella della “Società a 1 ton di CO₂” [Energy strategy for ETH Zurich, 2008]. Tale visione attribuisce alla questione climatica importanza prioritaria: riconosciuto il ruolo antropico nell’influenzare il cambiamento climatico in atto, essa mira alla stabilizzazione della concentrazione di CO₂ in atmosfera al valore di 500 ppm entro l’anno 2100, cosa che consentirebbe di contenere l’incremento medio di temperatura a livello mondiale tra i 2°C e i 4°C.

Questa configurazione potrebbe essere raggiunta se le emissioni annue di CO₂ si limitassero a 1 ton CO₂ pro capite. A titolo di riferimento, si consideri che attualmente il cittadino medio svizzero è responsabile dell’emissione di 8.7 ton CO₂/anno, mentre quello ticinese di 7.84 ton CO₂/anno [fonte: PEC, Rapporto per la consultazione, 2010]. La visione 1 ton CO₂ attribuisce priorità agli investimenti per la conversione energetica (decarbonizzazione dell’economia): solo quando sarà raggiunto l’obiettivo di contenimento delle emissioni a 1 ton CO₂ pro capite, gli investimenti potranno concentrarsi sulla riduzione dei consumi nei settori finali. La visione propone infatti di raggiungere, entro la fine di questo secolo (anno 2100), la configurazione che segue:

- 400 Watt pro capite di energia primaria di origine fossile (per trasporti di lunga percorrenza): emissioni di circa 1 ton CO₂ pro capite;

- 1'100 Watt pro capite di energia primaria di origine rinnovabile per esigenze di calore;
- 2'500 - 4'500 Watt pro capite di energia primaria di energia elettrica (energia finale corrispondente: 1'000 - 1'200 Watt pro capite).

Nel complesso quindi la "Società 1 ton CO₂" accetta che il fabbisogno di energia primaria pro-capite si attesti su valori compresi tra 4'000 e 6'000 Watt. Valori così bassi di emissioni di CO₂ e fabbisogni di energia primaria pro-capite elevati sono compatibili solo nel caso in cui l'energia elettrica sia prevalentemente prodotta con fonti nucleari e rinnovabili.

Nel corso degli ultimi anni il concetto di "Società 1 ton CO₂" è stato gradualmente messo da parte, anche in ragione della decisione di abbandono del nucleare, in sostanza a favore dei concetti proposti dalla "Società 2000 Watt": si promuovono cioè l'utilizzo sostenibile delle risorse e dei vettori energetici e contemporaneamente si mira alla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra, così da permettere che il surriscaldamento climatico resti limitato a +2°C.

Di principio il nuovo concetto di "Società a 2000 Watt" combacia con gli obiettivi a lungo termine della strategia per la politica energetica svizzera. Da segnalare che tuttavia gli obiettivi a livello nazionale prendono in considerazione di regola un lasso di tempo sino al 2050, mentre la visione "Società a 2000 Watt" ha anche degli obiettivi a lungo termine (2100-2150).

2.2 La politica energetica cantonale

I principali strumenti che influenzano le scelte di politica energetica cantonale sono riportati in Figura 4.

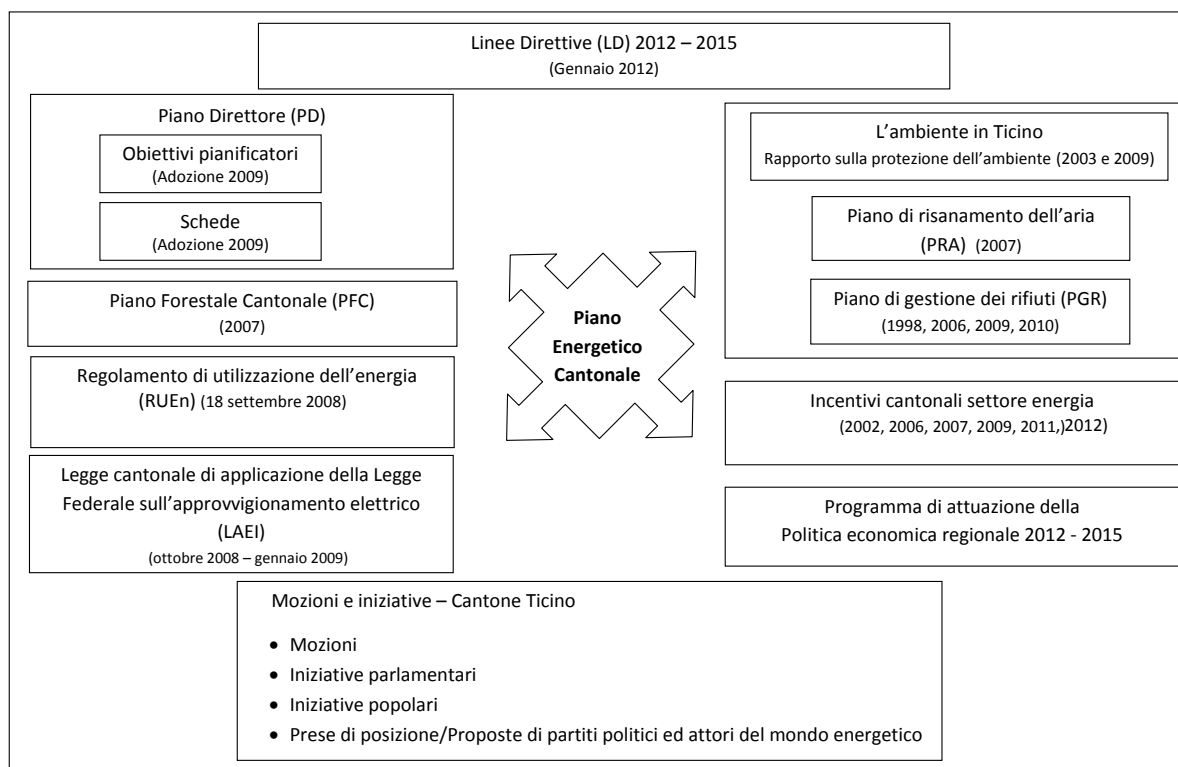


Figura 4 Gli atti di pianificazione e programmazione che influenzano la politica energetica cantonale.

Gli indirizzi generali della politica energetica cantonale sono delineati dalle Linee Direttive 2012-2015 e dalla scheda di Piano Direttore sul tema dell'energia (scheda V3 - Energia). Essi mirano a:

- determinare un uso più efficiente dell'energia, attraverso la diminuzione dei consumi, in particolare nel parco immobiliare;
- favorire una produzione efficiente e diversificata, sostenibile dal profilo ambientale ed economico, ricorrendo per quanto possibile a fonti di energia rinnovabile;
- promuovere la conversione dei vettori energetici di origine fossile in funzione della diminuzione delle emissioni di CO₂.

Tali indirizzi sono poi stati integralmente confermati dal Piano Energetico Cantonale (PEC), che anticipa quanto proposto dalla confederazione con la Strategia 2050, ed è attualmente in discussione presso il Gran Consiglio.

Il rapporto PEC presentato nella Primavera 2013, a seguito di quello posto in consultazione nel 2010, fissa infatti i seguenti principi di riferimento:

- efficienza energetica: riduzione dei consumi negli usi finali dell'energia, attraverso l'attivazione sistematica di misure di efficienza energetica: a lungo termine, consumi stabilizzati a 2000 Watt;

- conversione energetica: sostituzione dei vettori energetici, con progressivo abbandono dei combustibili fossili, in particolare olio combustibile e carburanti liquidi: a medio termine, emissioni stabilizzate a 1 ton CO₂ pro capite;
- produzione energetica ed approvvigionamento efficienti, sicuri e sostenibili: diversificazione dell'approvvigionamento, valorizzazione della risorsa acqua, confermando ed assicurando le riversioni e il ruolo dell'AET, e promozione delle altre fonti rinnovabili indigene, quali solare (termico e fotovoltaico), eolico, biomassa, calore ambiente e geotermia di profondità.

Lo stesso documento stabilisce inoltre che le misure di efficienza energetica nel consumo devono essere adottate da subito, senza una gerarchizzazione tra gli obiettivi di conversione energetica e quelli volti al contenimento dei consumi, per riuscire ad arrivare tra il 2100 e il 2150 alla configurazione "2000 watt e 1 Ton CO₂ pro capite" (cfr. Figura 5).

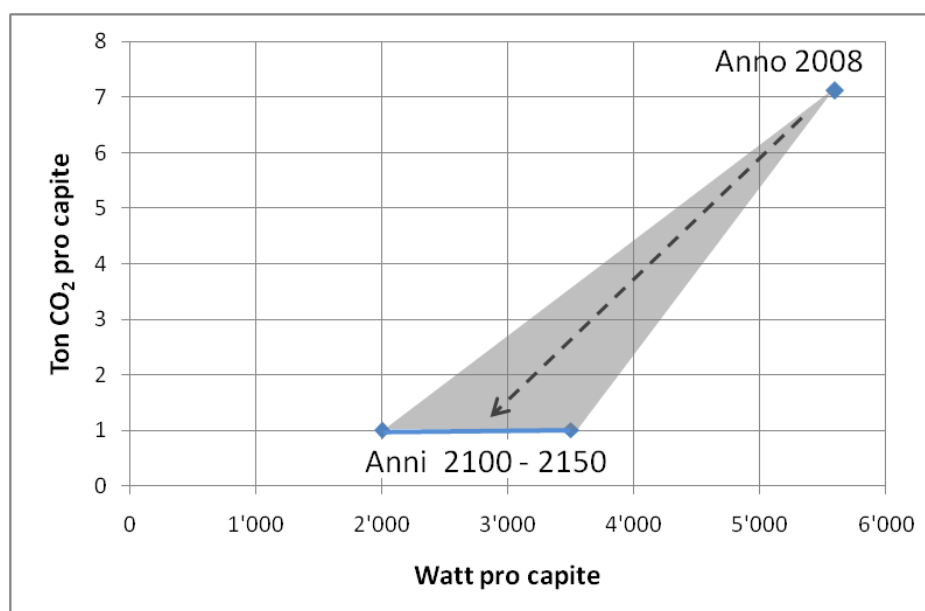


Figura 5 Indirizzi strategici per la politica energetica cantonale [fonte: PEC, Rapporto per la consultazione, agosto 2010 e PEC Piano d'azione 2013, 2013].

Il PEC ora in discussione riconosce inoltre che:

- la transizione verso il nuovo sistema energetico sarà sicuramente lunga (richiederà almeno 30 - 50 anni);
- pertanto è necessario dare avvio alla transizione da subito, senza indugio, perché la sua completa attuazione richiede tempi lunghi;
- nella fase di transizione assume un ruolo importante il gas naturale, in sostituzione dell'olio combustibile, in quanto più sostenibile sia dal punto di vista climatico sia ambientale. Poiché si stima che le risorse di gas siano disponibili per un periodo limitato (circa 60 anni, secondo l'International Energy Agency IEA), è importante che il gas abbia l'effettivo ruolo di supporto transitorio e che le misure che lo riguardano siano attuate al più tardi entro il 2050;
- il Cantone favorisce e sostiene la realizzazione delle reti di teleriscaldamento, con il fine ultimo di farle diventare elemento essenziale dell'urbanizzazione, così come oggi lo sono l'acquedotto e la fognatura.

Infine, il PEC delinea il ruolo per i Comuni, rimarcando:

- la necessità di dare l'esempio nella diffusione di nuovi stili di vita e nuovi approcci;
- la necessità di sensibilizzare la popolazione e di contribuire alla creazione di una nuova consapevolezza ambientale, anche attraverso l'organizzazione di momenti di partecipazione e incontro con la cittadinanza;
- l'importanza di dotarsi di una visione strategica e di elaborare piani energetici a livello comunale.

Oltre al PEC, si ritiene utile in questa sede citare il regolamento sull'utilizzazione dell'energia (RUEn) entrato in vigore nel settembre del 2008, che individua nuovi valori limite per il fabbisogno energetico degli edifici di nuova costruzione o sottoposti ad ampliamento o ristrutturazione, introduce prescrizioni per i sistemi di riscaldamento per gli edifici di nuova costruzione e gli ampliamenti (l'energia non rinnovabile deve coprire al massimo l'80% del fabbisogno ammissibile di calore per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria) e introduce il divieto di installazione di nuovi impianti di riscaldamento elettrici (impianti di riscaldamento fissi a resistenza elettrica).

Esso inoltre pone condizioni più rigide per gli edifici di proprietà pubblica, para-statale o sussidiata (nuovi edifici o ampliamenti e ristrutturazioni):

- obbligo di costruzione e risanamento secondo lo standard MINERGIE® (con obbligo di verificare la fattibilità di un successivo adeguamento allo standard MINERGIE-P® e valutazione dei provvedimenti necessari a raggiungere lo standard Minergie-ECO® o assimilabile - materiali e impianti con basso impatto sull'uomo e sul natura);
- possibilità di utilizzare i vettori energetici fossili per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria solo nel caso in cui l'edificio è conforme allo standard MINERGIE-P®;
- nel caso di interventi parziali, limitati a singoli elementi dell'involucro, questi devono rispettare i valori previsti per gli edifici nuovi e comunque non devono compromettere la possibilità di raggiungere lo standard MINERGIE® per l'intero edificio.

2.3 La pianificazione territoriale

La pianificazione territoriale dei Comuni del Generoso si basa su diversi piani regolatori, uno per ogni Comune, approvati in anni diversi e caratterizzati da visioni e principi di fondo non sempre allineati.

Nonostante ciò il PECo cerca di dare un'indicazione omogenea per tutto il territorio pur considerando le caratteristiche specifiche ad ogni comune. A questo proposito si segnala che, per alcuni ex-comuni, la digitalizzazione dei piani regolatori e delle mappe catastali, indispensabile allo svolgimento del PECo, non è ancora stata effettuata. Per poter elaborare le valutazioni necessarie al PECo, sono quindi stati digitalizzati gli edifici presenti nelle frazioni di Casima, Monte e Campora (comune di Castel San Pietro) così come di Bruzzella, Muggio, Cabbio e Caneggio (Comune di Breggia).

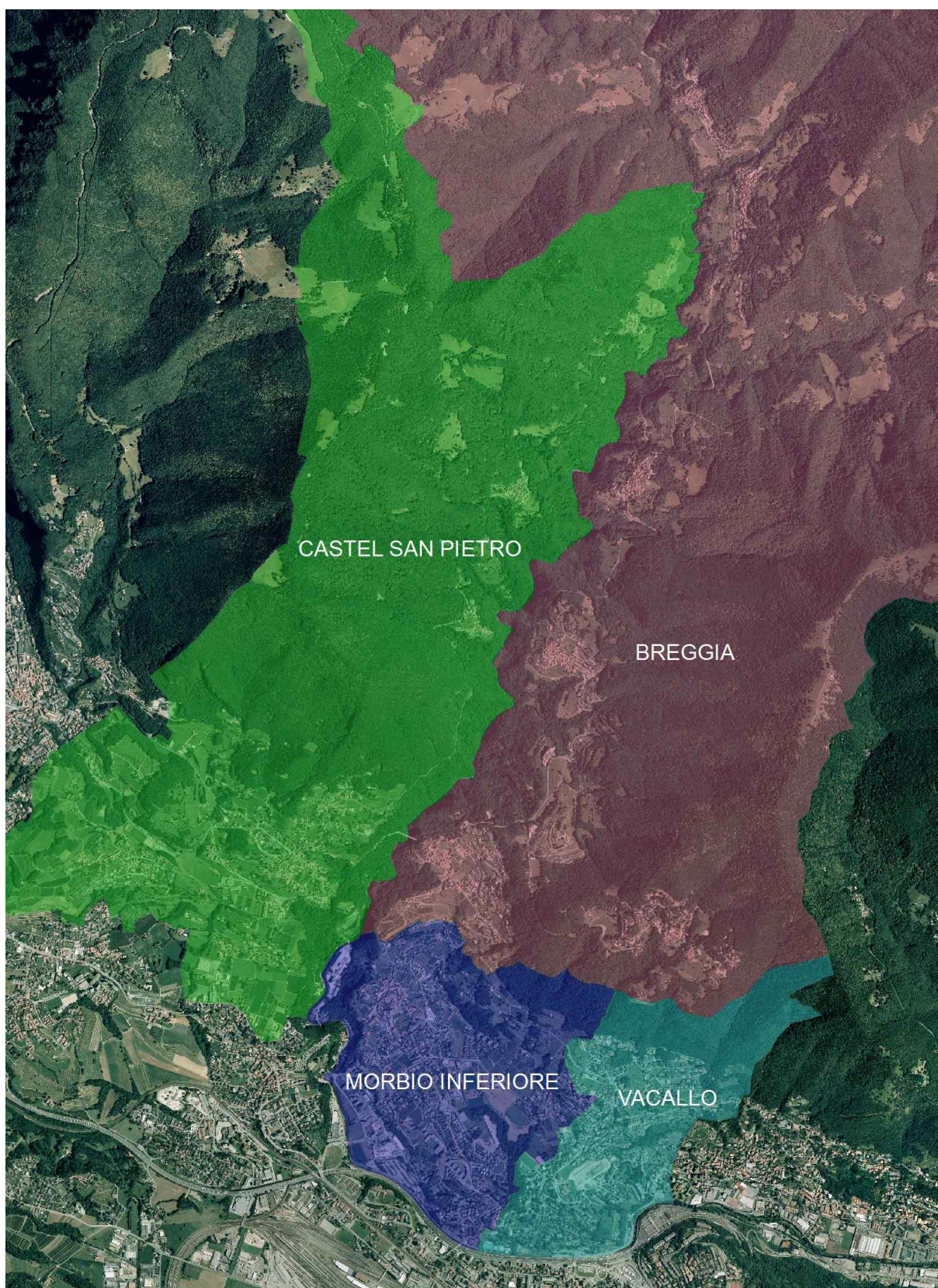


Figura 6 Gli ambiti territoriali considerati all'interno del PECo Generoso.

2.4 Le iniziative di sostenibilità già attivate

Nell'ambito del progetto Interreg Innovazione energetica e in parallelo all'elaborazione del Piano energetico comunale, nel 2013 i Comuni del Generoso hanno attivato un progetto intercomunale di acquisto collettivo di impianti solari termici per la produzione di acqua calda. Nel gennaio 2014, inoltre, hanno avviato anche un gruppo di acquisto collettivo di impianti solari fotovoltaici per la produzione di energia elettrica.

Oltre alle iniziative riconducibili al progetto Interreg, si rilevano le seguenti ulteriori attività in ambito di politica energetica attuate dai Comuni del Generoso:

- Promozione di una mobilità sostenibile tramite incentivi per l'acquisto di: abbonamenti trasporti pubblici, e-bike, carta giornaliera FFS per i Comuni (Flexicard);
- Avvio nel 2011 del progetto "Gruppo d'acquisto solare" a Castel San Pietro per promuovere la diffusione di impianti fotovoltaici sul territorio. L'iniziativa ha portato all'installazione di 14 impianti per un totale di 51.2 kWp di potenza installata;
- Incentivi per promuovere il risparmio energetico nell'edilizia e l'impiego di energie rinnovabili (Breggia e Castel san Pietro);
- Adozione di un'ordinanza contro l'inquinamento luminoso (Castel San Pietro e Morbio Inferiore);
- Organizzazione di diverse azioni e manifestazioni per la promozione delle energie rinnovabili e l'efficienza energetica: adesione alla Giornata del Sole, Roadshow e-bike, azione Pedibus con le scuole, organizzazione di serate informative;
- Contributo per l'acquisto di benzina alchilata per tosaerba, decespugliatori, soffiatori, motoseghe e affini (Breggia e Castel San Pietro);
- Membri dell'Associazione Città dell'energia (Castel San Pietro, Morbio Inferiore, Vacallo).

Si segnalano inoltre alcune attività promosse dalle aziende distributrici attive sul territorio:

- Iniziative dell'AGE:
 - Dal 2013 remunerazione a copertura dei costi di immissione di energia di origine fotovoltaica prodotta all'interno del comprensorio;
 - dal 2011 possibilità di acquistare elettricità certificata "naturemade basic" prodotta da fonte rinnovabile ticinese (prodotto tiacqua).
- Iniziative delle AIL:
 - Dal 2013 iniziativa "Sole per tutti" che dà la possibilità ai cittadini del comprensorio di acquistare delle quote di partecipazione in installazioni fotovoltaiche;
 - Possibilità di acquistare elettricità rinnovabile certificata "naturemade star" (dal 2005) e "naturemade basic" (dal 2011).

3. Il bilancio energetico: situazione al 2012

In questo capitolo si delinea lo stato del sistema energetico dei Comuni del Generoso: sono analizzate le caratteristiche essenziali del sistema socio-economico, i consumi di energia per i diversi vettori energetici e per i diversi settori di uso finale e la produzione di energia. Le emissioni di CO₂ e, in generale, di gas ad effetto serra, sono analizzate nel Capitolo 4.

Le stime presentate in questo capitolo costituiscono un riferimento essenziale sia per la definizione degli obiettivi del piano energetico sia per la verifica della sua efficacia, nel corso della sua attuazione. Fatta eccezione per il settore della mobilità, le stime sono basate sul principio di territorialità: si rilevano le emissioni prodotte sul territorio del Generoso, indipendentemente dal fatto che queste emissioni siano prodotte da cittadini dei Comuni del Generoso o di altri comuni. Ciò implica ad esempio che si conteggiano i consumi delle industrie o la produzione di energia da impianti solari termici localizzati sul territorio, indipendentemente dal domicilio dei proprietari.

In considerazione della difficoltà di applicare tale principio anche per il conteggio dei consumi per la mobilità su strada, per questo settore sono effettuate stime basate sui consumi medi cantonali, arrangiati in proporzione alla popolazione residente, e sul parco veicoli immatricolati.

L'anno di riferimento scelto per descrivere il sistema energetico è il 2012. Si rileva che per diversi vettori energetici non è stato possibile accedere a dati direttamente misurati ma si è dovuto fare ricorso a ipotesi e modelli di stima: per i vettori energetici la cui distribuzione non è effettuata da un unico soggetto, è stato necessario appoggiarsi a banche dati relative alla consistenza degli impianti che utilizzano tali vettori al fine di fruizione dell'energia.

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

3.1 Il contesto geografico

I comuni del PECo Generoso si situano a sud dell'omonimo Monte e confinano con Balerna, Chiasso, Coldrerio, Melano, Mendrisio e Rovio oltre che con la vicina Italia. Il territorio totale dei quattro comuni si estende per 4'123 ettari.

Il territorio è diviso in due dal fiume Breggia che vede la luce sul territorio di Breggia, nella Valle di Muggio e sfocia nel Lago di Como. Tutti i comuni sono principalmente a vocazione residenziale, anche se una certa componente turistica esiste su tutto il territorio.

3.2 Il contesto socio-economico

Il contesto socio-economico della regione Generoso è riassunto nella tabella seguente, dove sono riassunte le informazioni relative alla popolazione e agli addetti presenti sul territorio del Generoso alla fine del 2012.

	Popolazione 2012	Addetti ETP
Generoso	11'745	2'823
TI	341'652	181'212
Generoso/TI	3.44%	1.56%

Tabella 2 Consistenza della popolazione e degli addetti (addetti equivalenti al tempo pieno, ETP, al 2012 [fonti: Statistica dello stato annuale della popolazione (ESPOP), 2012 e Censimento federale delle aziende 2012, Ufficio federale di statistica, Neuchâtel].

La popolazione residente nei Comuni del Generoso rappresenta il 3.44% della popolazione ticinese e il numero degli addetti è l'1.56% della massa lavorativa presente a livello cantonale. Come mostra la Figura 7, la ripartizione degli addetti nei tre settori di attività (primario, secondario e terziario) non è omogenea: la maggior parte dell'attività economica è infatti riconducibile al settore terziario (66%) e in misura minore al secondario (29%). Il settore agricolo impiega invece solo una minima parte degli addetti attivi sul territorio (ca. il 5%).

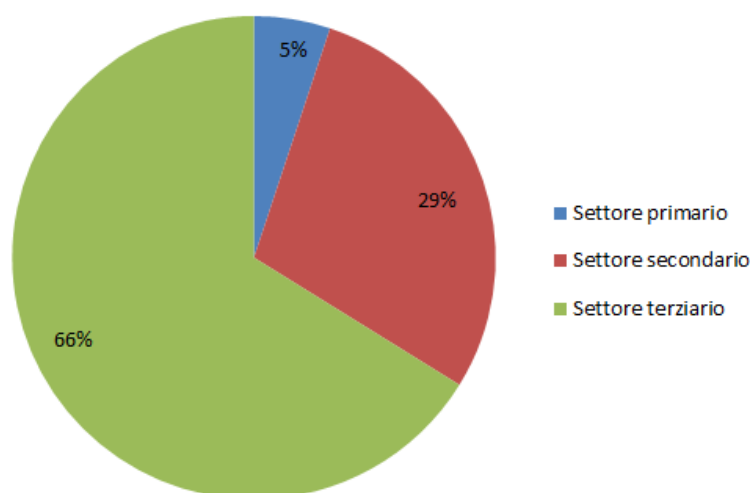


Figura 7 Addetti per settore di attività economica [fonte: Censimento federale delle aziende 2012, Ufficio federale di statistica, Neuchâtel].

3.3 Consumi di energia

Le stime di consumo di energia per il 2012 sul territorio dei Comuni del Generoso sono riportate in sintesi in Tabella 3.

Per l'energia elettrica è stato possibile ricostruire gli effettivi dati di consumo, poiché la distribuzione di tali vettori energetici è effettuata in termini centralizzati dalle AIL e dall'AGE. I quantitativi inerenti gli altri vettori energetici sono invece calcolati grazie ad un modello di stima. I paragrafi che seguono e gli Allegati 1 e 2 specificano in dettaglio le ipotesi effettuate per pervenire alle stime di consumo qui presentate.

[MWh/anno]	Energia elettrica	Gas naturale	Olio combustibile	Legna	Calore ambiente	Calore Biogas (IDA)	Solare termico	Carburanti	Totale
Generoso	64'909	34'770	98'981	3'399	4'115	679	147	81'553	288'554
TI	2'838'819	981'535	2'720'263	157'959	118'403	7'039	7'094	3'113'850	10'217'981
Generoso/TI	2.29%	3.54%	3.64%	2.15%	3.48%	9.57%	2.09%	2.62%	2.90%

Tabella 3 Consumi di energia nel 2012 per i Comuni del Generoso [fonti: per il gas naturale e l'energia elettrica: AIL e AGE; per gli altri vettori energetici: stime ISAAC a partire da Catasto impianti di combustione – SPAAS, Registro Edifici e Abitazioni REA – USTAT, banca dati impianti di riscaldamento a legna – Sezione Forestale, Bilancio energetico cantonale 2012].

L'utilizzo dei diversi vettori energetici, in termini percentuali, risulta in linea con i valori medi cantonali, seppure con alcune variazioni. Con riferimento ad un'immagine già utilizzata per il Piano energetico cantonale PEC, infatti, analogamente al cittadino medio cantonale, anche il cittadino del Generoso risulta "immerso nel petrolio fino alla vita" e, in generale, nei combustibili fossili fino a oltre metà del busto (cfr. Figura 8).

Se si tenesse esplicitamente conto della composizione dell'elettricità consumata in Ticino (cfr.

Vettore energetico	Consumo Generoso anno 2012 [MWh]	Consumo Generoso anno 2012 [%]
Forza idrica	53'469	82.4%
Fotovoltaico	287	0.4%
Eolico	54	0.1%
Biomassa	500	0.8%
Nucleare	7'493	11.5%
Rifiuti	2'648	4.1%
Biogas IDA	459	0.7%
TOTALE	64'909	100.0%

Tabella 21), in parte riconducibile al mix europeo fortemente legato al carbone e al gas naturale, la dipendenza dai combustibili fossili risulterebbe ancora più elevata.

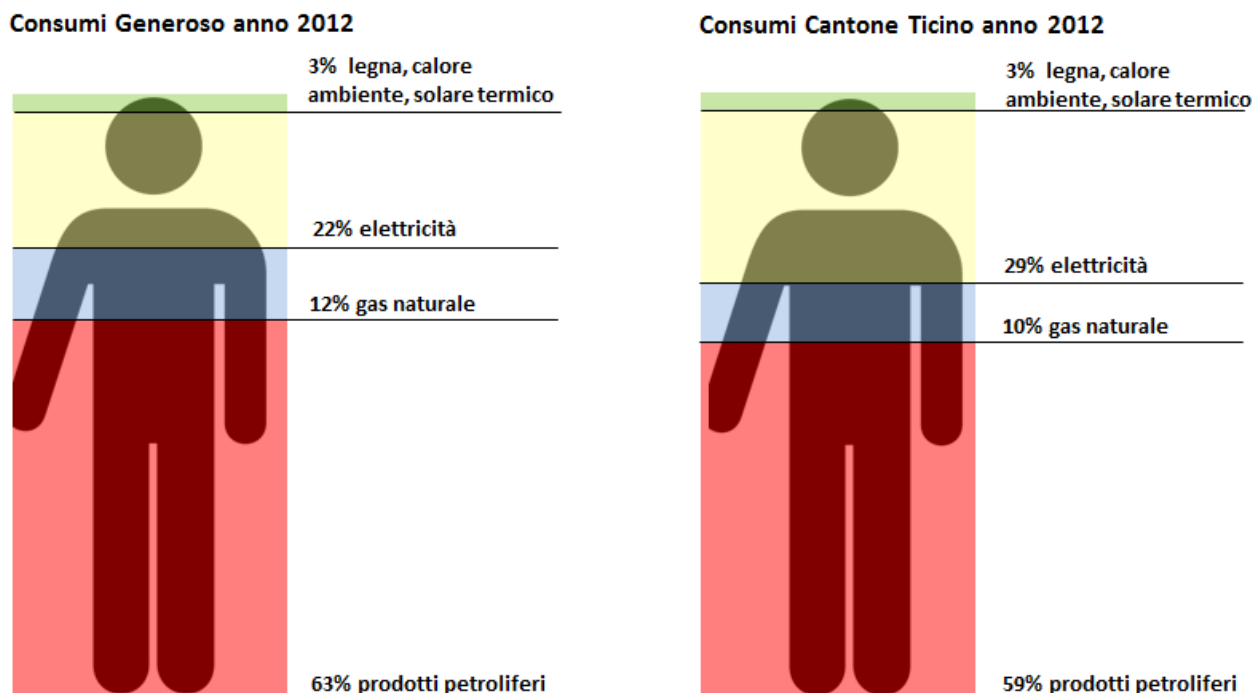


Figura 8 Consumi di energia nel 2012, per vettore energetico [per il Cantone Ticino, fonte dati: Bilancio energetico cantonale 2012].

La struttura dei consumi in relazione ai settori di uso finale e ai vettori energetici è sintetizzata nella Figura 9 e in Tabella 4.

A livello medio cantonale, i consumi ascrivibili:

- alle economie domestiche (riscaldamento abitazioni, illuminazione privata e elettrodomestici);
- alle attività industriali (industria e artigianato), commerciali e per servizi;
- alla mobilità,

sono pressoché equivalenti, pesando ciascuno per circa 1/3 sul totale dei consumi cantonali. Rispetto a questo schema, i Comuni del Generoso mostrano un significativo scostamento, a causa del loro carattere prevalentemente residenziale. Infatti la percentuale di energia utilizzata per il riscaldamento delle abitazioni è più elevata per il Generoso (50%) che per l'intero cantone (29%). In contrapposizione, i consumi percentuali per i settori dell'artigianato e dell'industria e del commercio e dei servizi risultano inferiori per il Generoso (16%) che per l'intero cantone (30%). La percentuale dei consumi dovuti alla mobilità (30%) è invece in linea con quella cantonale (33%).

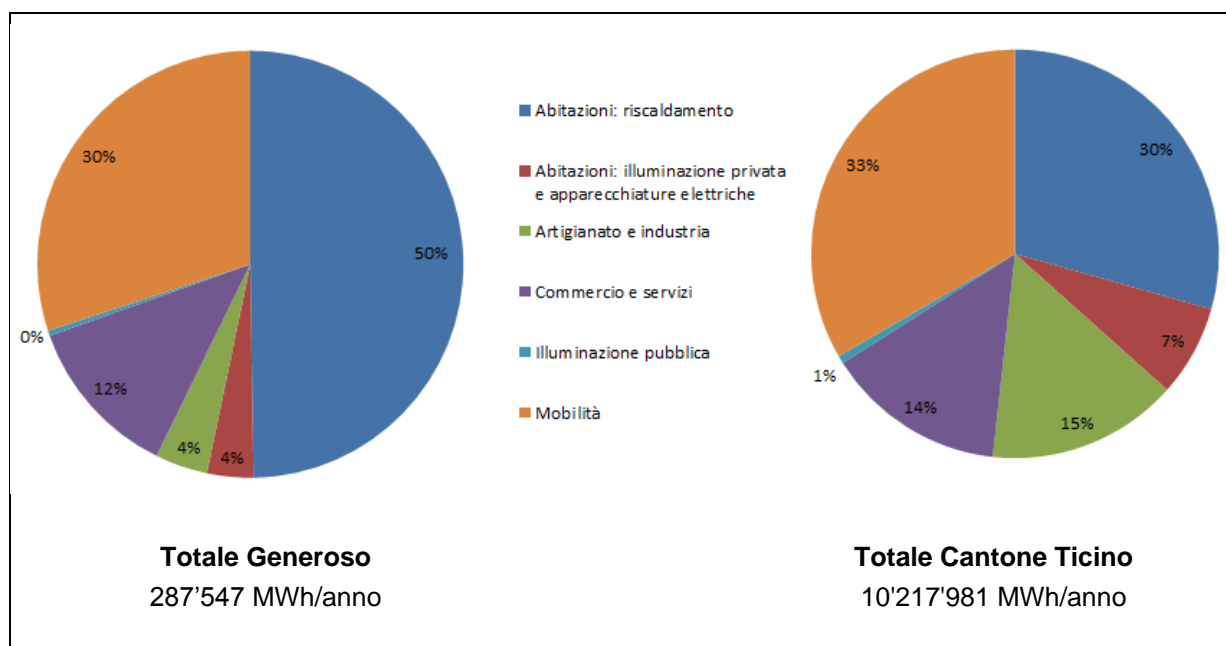


Figura 9 Consumi di energia nel 2012 per settore di uso finale [per il Cantone Ticino, fonte: bilancio energetico cantonale 2012].

[MWh/anno]	Energia elettrica	Gas naturale	Olio combustibile	Legna	Calore ambiente	Solare termico	Calore Biogas (IDA)	Carburanti	Totale	TICINO (2012)
Abitazioni: riscaldamento	22'374	30'052	83'878	3'319	3'852	147			143'622	2'921'251
Abitazioni: illuminazione privata e apparecchiature elettriche	10'105								10'105	718'624
Artigianato e industria	9'932	388	432		71		679		11'502	1'506'275
Commercio e servizi	16'211	4'330	14'671	80	192				35'485	1'420'052
Illuminazione pubblica	1'130								1'130	61'309
Mobilità	5'157							81'553	86'710	3'317'452
TOTALE	64'909	34'770	98'981	3'399	4'115	147	679	81'553	288'554	9'944'963
[%]	22.5	12.0	34.3	1.2	1.4	0.1	0.2	28.3	100.0	

Tabella 4 Struttura dei consumi energetici nei Comuni del Generoso [anno 2012].

3.3.1 Energia elettrica

I consumi di energia elettrica sul territorio del Generoso sono ricostruibili con un buon livello di approssimazione, in quanto tutta l'energia elettrica consumata è stata distribuita nel 2012 da AGE (per i comuni di Morbio Inferiore e Vacallo) e dalle AIL (per i comuni di Castel San Pietro e Breggia). Di conseguenza siamo in grado di produrre dati statistici circa l'entità dei consumi per settore di uso finale, come mostrato nelle tabelle seguenti.

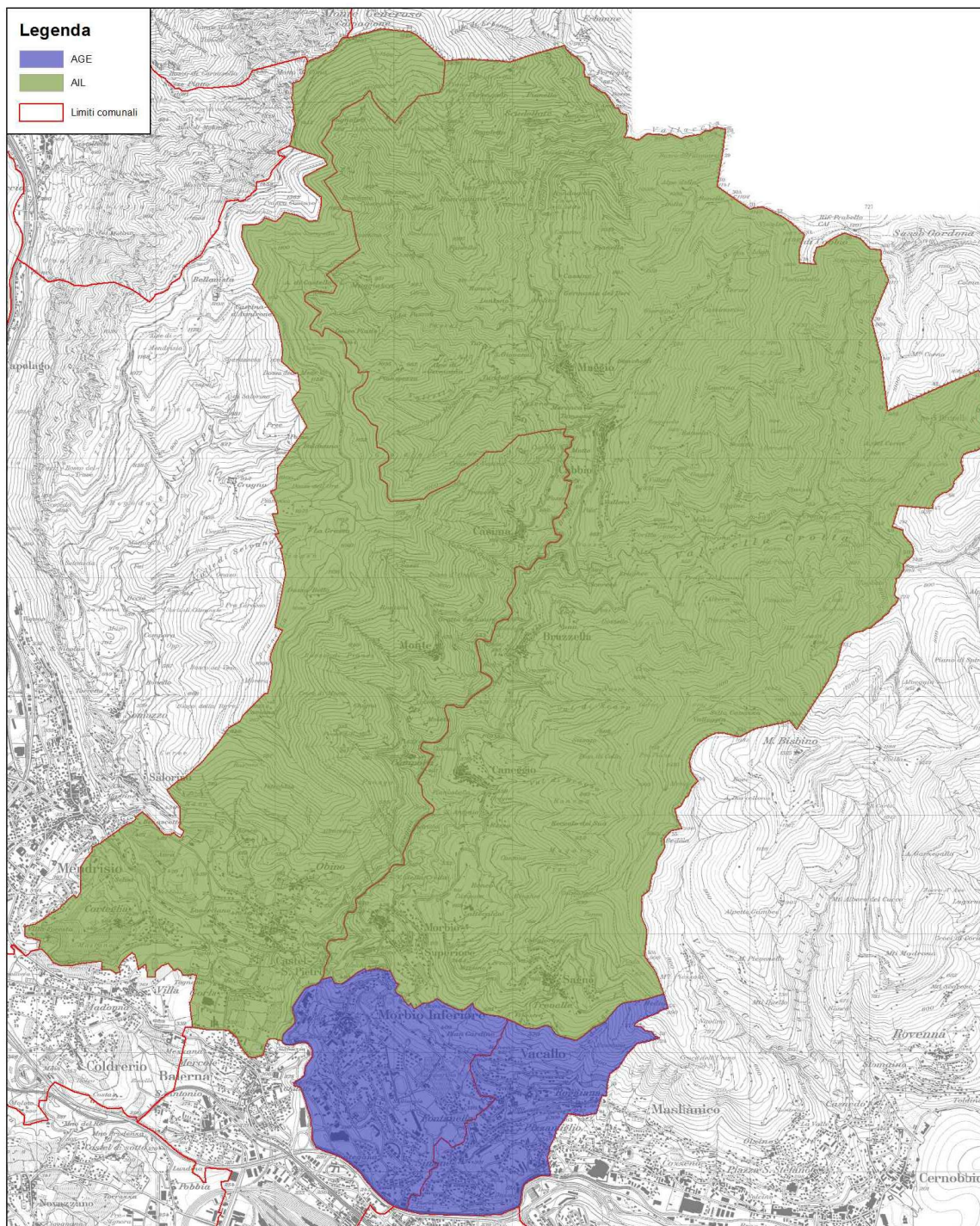


Figura 10 Ripartizione dei quartieri per azienda elettrica, al 2012 [fonte: AGE e AIL].

	Energia elettrica [MWh/anno]	Energia elettrica / Persona [MWh/abitante*anno]
Generoso	64'909	5.5
TI	2'838'819	8.3
Generoso/TI	2.3%	66.3%

Tabella 5 Consumi di energia elettrica nel 2012 [per il Canton Ticino: fonte Bilancio energetico cantonale 2012].

Analizzando nel dettaglio i consumi per settore finale, si ottiene quanto mostrato in

[MWh/anno]	Economie domestiche	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Illuminazione pubblica	Mobilità	Totale
Generoso	32'479	9'932	16'211	1'130	5'157	64'909
%	50.0	15.3	25.0	1.7	7.9	100.0

Tabella 6.

[MWh/anno]	Economie domestiche	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Illuminazione pubblica	Mobilità	Totale
Generoso	32'479	9'932	16'211	1'130	5'157	64'909
%	50.0	15.3	25.0	1.7	7.9	100.0

Tabella 6 Consumi di energia elettrica nel 2012, per settore di uso finale [fonte: AGE e AIL, stime ISAAC per "Mobilità"].

Si noti che i consumi stimati per il settore mobilità si riferiscono alla trazione ferroviaria. Questi ultimi sono stati stimati secondo un approccio indiretto: a partire dalla stima dei consumi di elettricità per trazione ferroviaria registrati a livello cantonale (150 GWh/anno, riferiti a una popolazione cantonale complessiva di 341'652 abitanti [fonte: Bilancio energetico cantonale 2012]), si è calcolato un indice di consumo medio pro-capite per abitante, pari a 439 kWh/anno. Quindi si è effettuata la stima del consumo di energia elettrica per trazione ferroviaria moltiplicando tale indice per la popolazione residente sul territorio del Generoso.

Il consumo medio di energia elettrica per persona (11'745 abitanti nel 2012, cfr. Capitolo 3.2) è pari a 5.5 MWh/anno. Esso è inferiore di quasi un terzo al livello medio ticinese, pari a circa 8 MWh/anno. Questa differenza è riconducibile al carattere prevalentemente residenziale dei

Comuni del Generoso; qui infatti il 50% del consumo di elettricità è da ricondurre alle economie domestiche, mentre in media in Ticino le economie domestiche sono responsabili solo del 33% dei consumi di energia elettrica, poiché sono molto più importanti i consumi di artigianato e industria e commercio e servizi.

Si noti che comunque i consumi medi pro-capite di energia elettrica delle economie domestiche localizzate sul territorio comunale (pari a 2.77 MWh/anno) risultano in linea con quelli riscontrati a livello cantonale, stimati pari a 2.82 MWh/anno pro capite¹.

La parte restante del consumo di elettricità deriva principalmente dalle attività di tipo commerciale e per servizi (25%). dalle attività produttive (15%) e dalla mobilità (8%) e solo marginalmente dall'illuminazione pubblica (2%). La

[MWh/anno]	Economie domestiche	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Illuminazione pubblica	Totale
Castel San Pietro	6'080	9'895	116	197	16'288
Morbio Inferiore	11'919	0	12'810	436	25'165
Breggia	8'170	0	677	223	9'070
Vacallo	6'310	37	2'608	274	9'229
Totale	32'479	9'932	16'211	1'130	59'753

Tabella 7 offre una panoramica sulla suddivisione dei consumi di elettricità per i vari Comuni del Generoso.

[MWh/anno]	Economie domestiche	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Illuminazione pubblica	Totale
Castel San Pietro	6'080	9'895	116	197	16'288
Morbio Inferiore	11'919	0	12'810	436	25'165
Breggia	8'170	0	677	223	9'070
Vacallo	6'310	37	2'608	274	9'229
Totale	32'479	9'932	16'211	1'130	59'753

Tabella 7 Consumi di energia elettrica nel 2012, per Comune e per settore di uso finale [fonte: AGE e AIL].

¹ Ricavati a partire dai seguenti dati: 246 GWh/anno: consumo di energia elettrica per riscaldamento abitazioni; 719 GWh/anno: consumo per apparecchiature elettriche e illuminazione privata da parte delle utenze domestiche [Fonte: Bilancio energetico cantonale 2012]; popolazione residente al 31 dicembre 2012: 341'652 abitanti.

In questo quadro, come evidenziato, il consumo di energia elettrica delle utenze residenziali gioca un ruolo centrale sul sistema energia dei Comuni del Generoso. Per questa ragione è di particolare interesse individuare la percentuale dei consumi di energia elettrica per il riscaldamento degli edifici di natura residenziale (riscaldamento elettrico, diretto o ad accumulo e pompe di calore). L'azienda di distribuzione dell'elettricità non è in grado di fornire tale valore. È tuttavia possibile effettuare una stima di tale consumo a partire dai dati riportati nel REA e nel Catasto dei piccoli impianti di combustione: i dati e le ipotesi quantitative utilizzate a questo scopo, nonché i risultati del modello di stima sono riportati nell'Allegato 1. Lo stesso modello è stato utilizzato per stimare i consumi di energia elettrica per riscaldamento degli stabili commerciali e per servizi. Per facilitare l'interpretazione dei dati, nella

[MWh/anno]	Riscaldamento elettrico (diretto o ad accumulo)	Riscaldamento con pompa di calore	Totale consumi elettricità per riscaldamento
Economie domestiche	20'448	1'926	22'374
Commercio e Servizi	667	96	763
Totale	21'115	2'022	23'137

Tabella 8 sono illustrate le stime di consumo di energia elettrica per il riscaldamento degli edifici residenziali e per i commerci ed i servizi.

[MWh/anno]	Riscaldamento elettrico (diretto o ad accumulo)	Riscaldamento con pompa di calore	Totale consumi elettricità per riscaldamento
Economie domestiche	20'448	1'926	22'374
Commercio e Servizi	667	96	763
Totale	21'115	2'022	23'137

Tabella 8 Consumi di energia elettrica nel 2012 per il riscaldamento degli edifici per categoria d'utenza [Fonte: stime ISAAC a partire da Catasto impianti di combustione – SPAAS, Registro Edifici e Abitazioni REA – USTAT].

A partire da questi valori, si può stimare anche la quantità di elettricità utilizzata per il funzionamento degli apparecchi elettrici e per l'illuminazione privata: essa si ottiene sottraendo al totale dell'elettricità erogata nei comuni del Generoso, per categoria d'utenza, il rispettivo consumo stimato di energia elettrica per il riscaldamento.

[MWh/anno]	Economie domestiche	Commercio e servizi	Totale
Elettricità per riscaldamento	22'374	763	23'137

Elettricità apparecchi e illuminazione	10'105	15'448	25'553
Elettricità totale	32'479	16'211	48'690

Tabella 9 Consumi di energia elettrica nel 2012 per gli apparecchi elettrici e l'illuminazione privata suddivisi per categoria d'utenza [Fonte: stime ISAAC a partire da Catasto impianti di combustione – SPAAS, Registro Edifici e Abitazioni REA – USTAT, consumi di energia elettrica indicati dalle aziende di distribuzione].

Nel settore commercio e servizi é impiegata per il riscaldamento degli edifici una quota di energia elettrica rispetto ai consumi totali settoriali (32'479 MWh/a) pari a circa il 4.7%. Nelle economie domestiche tale quota corrisponde al 68.9%.

Per valutare la plausibilità del risultato, si è proceduto a verificare il consumo di elettricità per economia domestica. Utilizzando il dato sul consumo di elettricità per apparecchi e illuminazione nelle economie domestiche (cfr.

[MWh/anno]	Economie domestiche	Commercio e servizi	Totale
Elettricità per riscaldamento	22'374	763	23'137
Elettricità apparecchi e illuminazione	10'105	15'448	25'553
Elettricità totale	32'479	16'211	48'690

Tabella 9) e considerando il numero delle economie domestiche (4'698 per il 2012), è possibile individuare un consumo per economia domestica pari a:

$$\frac{[\text{consumo annuo energia elettrica per illuminazione privata e elettrodomestici}]_{\text{utenze domestiche Generoso}}}{[\text{numero economie domestiche}^2]_{\text{Generoso}}} = 2'325 \text{ kWh/anno}$$

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

Ciò è probabilmente dovuto alla tipologia di edificato presente sul territorio. Infatti, specialmente nei comuni più popolosi (in primis Morbio Inferiore e Vacallo), sono innumerevoli i nuclei familiari che alloggiano in condomini. Questi alloggi, viste le superfici abitative relativamente basse, causano una diminuzione dei consumi annui medi per economia domestica, di energia per illuminazione privata ed elettrodomestici .

² Il numero delle economie domestiche è di 775 per Breggia, di 742 per Castel San Pietro, di 1'661 per Morbio Inferiore e di 1'169 per Vacallo. Ciò porta ad un totale di 4'347 economie domestiche per l'intera regione Generoso [fonti: Statistica dello stato annuale della popolazione (ESPOP), 2012].

3.3.2 Gas naturale

La rete di distribuzione del gas naturale ha raggiunto un discreto sviluppo sul territorio della regione del Generoso. In particolare, si rileva come Vacallo e Morbio Inferiore siano oggi dotati di una rete di estensione capillare; sul territorio di Castel San Pietro la rete serve unicamente una piccola parte del territorio mentre sul territorio di Breggia non vi è ancora.

La presenza della rete del gas non è tuttavia garanzia dell'effettivo allacciamento delle utenze: anche in presenza di rete capillare, molte sono le utenze che continuano a soddisfare le proprie esigenze di calore mediante olio combustibile.

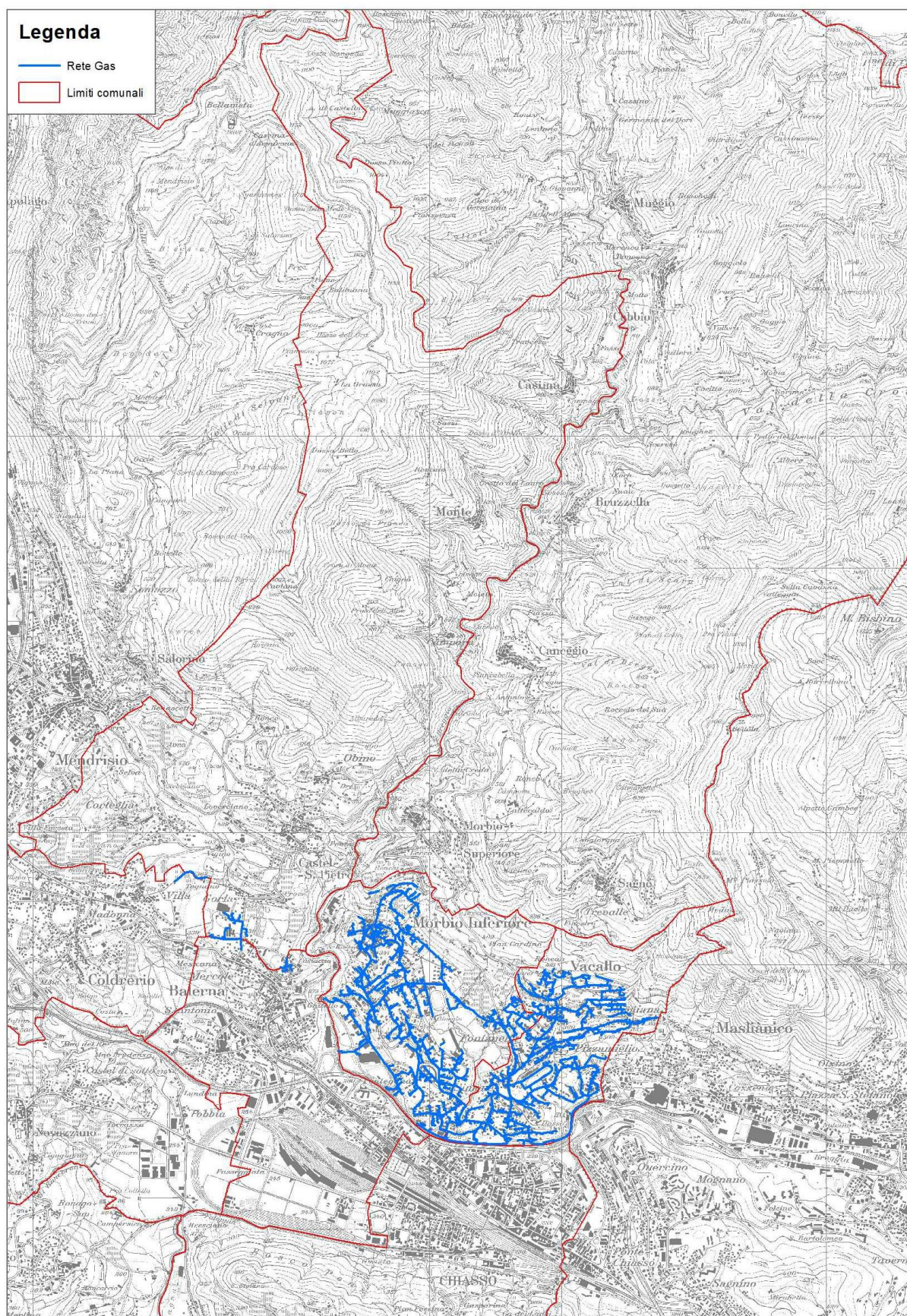


Figura 11 Estensione della rete del gas naturale regione Generoso (aggiornamento 21.06.2013) [fonte: AGE].

Le stime dei consumi di gas naturale sono state effettuate grazie all'integrazione delle informazioni contenute nel Catasto degli impianti di combustione e nel Registro Edifici e Abitazioni; queste stime sono state convalidate grazie al confronto con i dati forniti dalle aziende di distribuzione attive sul territorio comunale.

Grazie ai dati articolati per settore di consumo forniti dall'AGE si è riusciti ad attribuire i quantitativi alle differenti categorie d'utenza e ad avvalorare così le stime effettuate. I consumi per settore sono pertanto stati ricostruiti secondo le logiche riportate di seguito.

Per la definizione del fabbisogno di gas nelle economie domestiche è stato utilizzato il modello descritto nell'Allegato 1 che si basa sulle informazioni relative alla superficie e il numero di piani dell'edificio e all'anno di costruzione. Quest'ultima informazione è necessaria per la definizione dell'indice energetico dell'abitazione.

$$\begin{aligned} \text{Fabbisogno gas}_{\text{economie domestiche}} [\text{kWh}] = \\ \text{Indice energetico}_{\text{economie domestiche}} [\text{kWh/m}^2\text{a}] * \text{superficie di riferimento energetico} [\text{m}^2] \\ * 0.87 [\text{fattore di riduzione dei consumi}] \end{aligned}$$

Per il settore commercio e servizi e le attività artigianali e industriali, la procedura è analoga, seppur con due differenze:

- l'indice energetico applicato non dipende dall'epoca di costruzione dello stabile ma è fisso a 150 kWh/m²a per i commerci e i servizi, rispettivamente a 120 kWh/m²a per l'artigianato e l'industria;
- nessun fattore di riduzione dei consumi.

Per il settore artigianato e industria si segnala infine che questo approccio non consente di distinguere tra i consumi per il riscaldamento dei locali, inclusi magazzini e uffici, e i consumi legati ai processi produttivi veri e propri. Lo stesso problema si riscontra anche per il bilancio energetico cantonale elaborato nell'ambito del piano energetico cantonale (PEC): si tratta in effetti di una informazione di dettaglio, che può essere ricostruita solo mediante indagini puntuali sui singoli impianti. Per colmare tale lacuna, in futuro potrebbero essere condotte indagini e inchieste a campione, sia per stimare con maggiore precisione il consumo di olio del settore, sia soprattutto per articularlo nelle categorie "riscaldamento" e "processi produttivi" e individuare il potenziale di calore residuo da sfruttare.

La

[MWh/anno]	Economie domestiche	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Totale
Generoso	30'052	388	4'330	34'770
TI (2012)	430'000	208'000	341'000	979'000
Generoso/TI	7.0%	0.2%	1.3%	3.6%

Tabella 10 e la Figura 12 riportano le stime di consumo di gas naturale, articolandole per settore di consumo “economie domestiche”, “artigianato e industria” e “commercio e servizi”. Le economie domestiche utilizzano il gas quasi unicamente per riscaldamento, le utenze artigianali e industriali anche per limitati processi produttivi, le utenze commerciali e i servizi anche a scopo cottura, sebbene in quantità estremamente limitate. Il consumo di gas nel settore dei trasporti (auto alimentate a gas naturale) gioca infine un ruolo assolutamente trascurabile sul territorio del Generoso, al punto che si è ritenuto di non doverlo evidenziare in Tabella.

[MWh/anno]	Economie domestiche	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Totale
Generoso	30'052	388	4'330	34'770
TI (2012)	430'000	208'000	341'000	979'000
Generoso/TI	7.0%	0.2%	1.3%	3.6%

Tabella 10 Consumi di gas naturale nel 2012, per settore di uso finale [Fonte: stime ISAAC a partire da Catasto impianti di combustione – SPAAS, Registro Edifici e Abitazioni REA – USTAT].

Nel complesso, il consumo di gas nei Comuni del Generoso si attesta attorno al 4% dei consumi cantonali. Si tratta di una percentuale abbastanza importante. Questo è dovuto da una parte alla grande estensione di questo comune e dall'altra al fatto che la rete di distribuzione del gas è attualmente limitata al solo Sottoceneri.

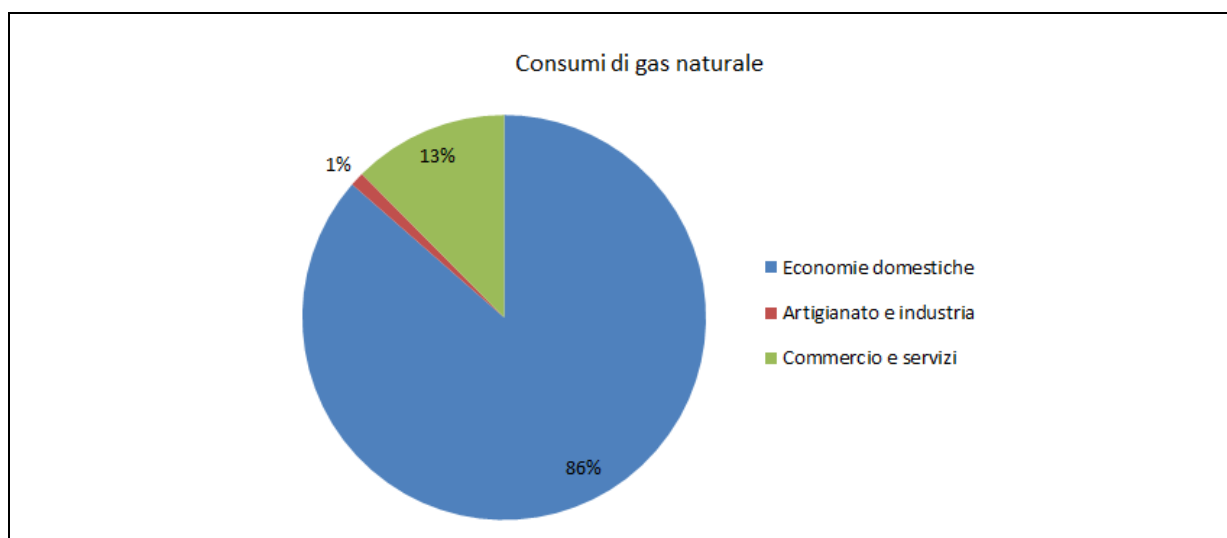


Figura 12 Ripartizione dei consumi di gas naturale per settore di uso finale al 2012 [stime ISAAC a partire da dati AIL e AGE].

3.3.3 Olio combustibile

L'olio combustibile costituisce il principale vettore energetico utilizzato sul territorio dei Comuni del Generoso. Determinare con precisione i quantitativi annualmente consumati costituisce un'operazione complessa, in quanto non esiste un unico ente che si occupi della distribuzione dell'olio combustibile: il singolo cittadino può approvvigionarsi al rivenditore di olio che, di volta in volta, gli offre le migliori condizioni di prezzo.

Il modello per il calcolo del fabbisogno di olio è lo stesso applicato per il gas ed è descritto nell'Allegato 1. Applicando tale modello si ottengono le stime riportate in

[MWh/anno]	Economie domestiche	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Totale
Generoso	83'878	432	14'671	98'981
TI (2012)	1'962'000	417'000	313'000	2'692'000
Generoso/TI	4.3%	0.1%	4.7%	3.7%

Tabella 11.

[MWh/anno]	Economie domestiche	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Totale
Generoso	83'878	432	14'671	98'981
TI (2012)	1'962'000	417'000	313'000	2'692'000
Generoso/TI	4.3%	0.1%	4.7%	3.7%

Tabella 11 Stima consumi di olio combustibile nel 2012, per settore di uso finale [Fonte: stime ISAAC a partire da Catasto impianti di combustione – SPAAS, Registro Edifici e Abitazioni REA – USTAT].

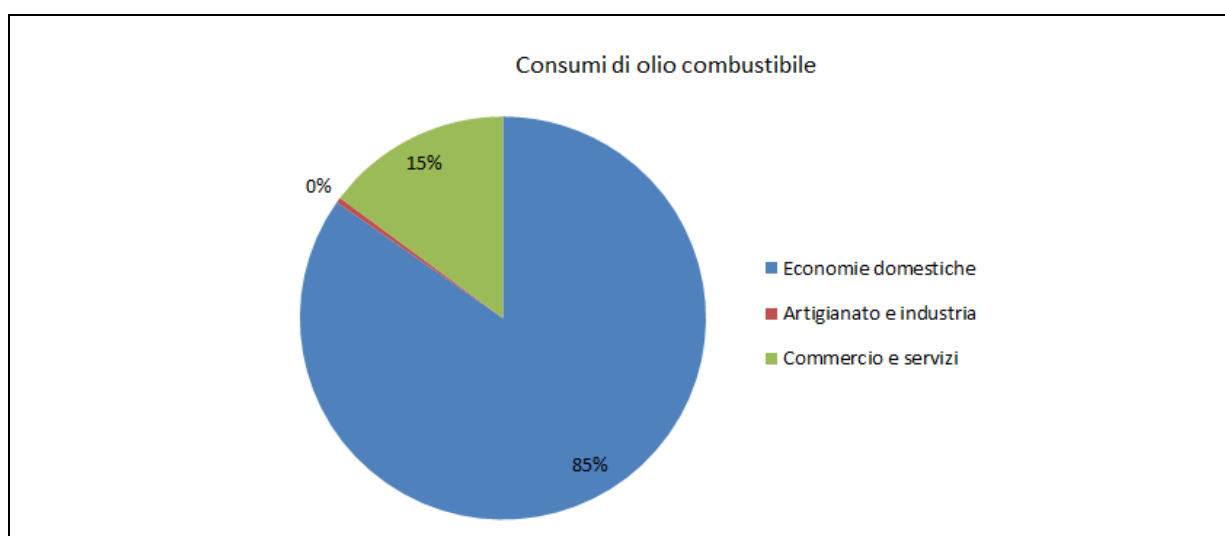


Figura 13 Stima della ripartizione dei consumi di olio combustibile per settore di uso finale al 2009.

3.3.4 Legna

Sul territorio dei comuni del Generoso il contributo della legna alla copertura del fabbisogno energetico riveste un ruolo marginale: essa è utilizzata principalmente per il riscaldamento di alcune abitazioni. Secondo le analisi svolte, basate sul modello descritto nell'Allegato 1, nel complesso si può stimare che il consumo della legna per il riscaldamento delle abitazioni ammonti a circa 3'319 MWh/anno, mentre quello per i commerci e dei servizi a circa 80 MWh/anno.

Questa stima conferma il fatto che la legna contribuisce in modo ridotto alla copertura del fabbisogno energetico complessivo per il riscaldamento delle abitazioni (3'319 su 143'622 MWh, pari al 2.31%). La legna risulta inoltre sotto-utilizzata anche rispetto all'utilizzo a livello cantonale: i Comuni del Generoso consumano infatti solo il 2.20% dell'energia dal legno consumata dall'intero Cantone, a fronte di una popolazione che è poco meno del 3.5% del totale cantonale.

[MWh/anno]	Economie domestiche	Commercio e servizi
Generoso	3'319	80
TI (2012)	158'000	
Generoso/TI	2.2%	

Tabella 12 Stima dei consumi di energia prodotta dal vettore legna [Fonte: stime ISAAC a partire da Catasto impianti di combustione - SPAAS, Registro Edifici e Abitazioni REA - USTAT].

3.3.5 Calore ambiente

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

Non sono disponibili dati puntuali circa le caratteristiche delle pompe di calore attive sul territorio. Sono tuttavia noti i dati relativi alle pompe di calore la cui installazione richiede il rilascio di una autorizzazione o concessione a livello cantonale, cioè le pompe di calore alimentate mediante sonda geotermica o mediante il prelievo di acqua superficiale o di falda. Per informazioni sulla consistenza numerica di questi impianti, si rimanda al paragrafo 3.4. Si può comunque affermare che sul territorio del Generoso le pompe di calore siano utilizzate per edifici di natura residenziale e, in proporzioni minori, per il riscaldamento di edifici commerciali e per servizi. Non sono invece utilizzate per edifici di natura produttiva o artigianale.

I consumi di energia elettrica necessari all'alimentazione delle pompe di calore negli edifici residenziali e per commercio e servizi sono già stati presentati (cfr.

[MWh/anno]	Riscaldamento elettrico (diretto o ad accumulo)	Riscaldamento con pompa di calore	Totale consumi elettricità per riscaldamento
Economie domestiche	20'448	1'926	22'374
Commercio e Servizi	667	96	763
Totale	21'115	2'022	23'137

Tabella 8); tenendo conto che il coefficiente di prestazione medio delle pompe di calore³ può essere considerato pari a 3 (approccio cautelativo), si può ritenere che il fabbisogno termico dell'edificio sia soddisfatto per 2/3 mediante calore prelevato dall'ambiente e per 1/3 mediante energia elettrica. Le

[MWh/anno]	Calore prelevato dall'ambiente	Energia elettrica	Totale fabbisogno termico abitazioni con pompa di calore
Generoso	3'852	1'926	5'778
TI (2012)	118'403	59'202	177'605
Generoso/TI	10.80%	10.80%	3.3%

Tabella 13,

[MWh/anno]	Calore prelevato dall'ambiente	Energia elettrica	Totale fabbisogno termico edifici con pompa di calore
Generoso	192	96	288

Tabella 14 e

[MWh/anno]	Calore prelevato dall'ambiente	Energia elettrica	Totale fabbisogno termico edifici con pompa di calore
Generoso	71	36	107

Tabella 15 mostrano il contributo del calore ambiente per il riscaldamento degli edifici residenziali e del commercio e servizi e dell'artigianato e industria.

[MWh/anno]	Calore prelevato dall'ambiente	Energia elettrica	Totale fabbisogno termico abitazioni con pompa di calore
Generoso	3'852	1'926	5'778
TI (2012)	118'403	59'202	177'605
Generoso/TI	10.80%	10.80%	3.3%

Tabella 13 Consumi di calore ambiente nel 2012, per il riscaldamento degli edifici residenziali [Fonte: stime ISAAC a partire da Catasto impianti di combustione – SPAAS, Registro Edifici e Abitazioni REA - USTAT].

³ Coefficiente di lavoro annuo (CLA), definisce il rapporto tra il calore o la potenza termica ceduti e l'energia elettrica necessaria alla pompa di calore.

[MWh/anno]	Calore prelevato dall'ambiente	Energia elettrica	Totale fabbisogno termico edifici con pompa di calore
Generoso	192	96	288

Tabella 14 Consumi di calore ambiente nel 2012, per il riscaldamento degli edifici per commercio e servizi (non sono disponibili dati per il confronto a livello cantonale).

[MWh/anno]	Calore prelevato dall'ambiente	Energia elettrica	Totale fabbisogno termico edifici con pompa di calore
Generoso	71	36	107

Tabella 15 Consumi di calore ambiente nel 2012, per il riscaldamento degli edifici artigianato e industria (non sono disponibili dati per il confronto a livello cantonale).

3.3.6 Carburanti

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

La stima dei consumi di carburante per aviazione e navigazione e per trazione elettrica può invece essere effettuata in base a indici di consumo pro-capite ricavati a partire dai consumi cantonali individuati dal PEC.

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

Si sottolinea che ciò implica un approccio differente da quello utilizzato sinora (principio di territorialità, cfr. Par. 3), che avrebbe richiesto di stimare i consumi indotti dagli spostamenti effettuati sul territorio del Generoso, indipendentemente da chi li effettua (incluso il traffico di transito e il traffico dei frontalieri). Per una valutazione di questo tipo sarebbe stato necessario disporre di indagini del traffico entrante e uscente sul territorio del Generoso.

In quest'ottica è anche possibile effettuare una stima dei consumi di carburante per aviazione e navigazione (cherosene), partendo dal dato di consumo totale cantonale e definendo un indice di consumo di carburante pro capite (secondo lo stesso approccio sono stati del resto stimati i consumi di elettricità dei cittadini dei Comuni del Generoso per la trazione ferroviaria mostrati in

[MWh/anno]	Economie domestiche	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Illuminazione pubblica	Mobilità	Totale
Generoso	32'479	9'932	16'211	1'130	5'157	64'909
%	50.0	15.3	25.0	1.7	7.9	100.0

Tabella 6.

I modelli di stima utilizzati sono descritti nell'Allegato 2. Essi consentono di ricavare le stime di consumo che seguono.

[MWh/anno]	Carburanti per autotrazione	Carburanti per aviazione	Carburanti per navigazione	Totale carburanti
Generoso	80'115	1'239	200	81'553
TI (2012)	3'072'000	36'030	5'810	3'113'840
Generoso/TI	2.61%	3.44%	3.44%	2.63%

Tabella 16 Consumi di carburante per la mobilità.

3.4 Produzione di energia da fonti rinnovabili

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

Inoltre bisogna considerare l'impianto di depurazione delle acque (IDA) sul territorio di Vacallo, che tratta 6 Mio m³/anno di acque luride e, grazie alla produzione di biogas (300'061 m³/anno), copre parte del fabbisogno energetico interno. Grazie all'impianto di co-generazione entrato in funzione recentemente, oltre alla produzione di energia termica si è resa possibile anche la generazione di energia elettrica a partire dal biogas.

Per quanto riguarda il solare termico, l'elenco completo degli impianti non è disponibile, poiché attualmente nessun ente raccoglie in modo sistematico tale informazione in una specifica banca-dati. Attualmente sono conosciuti solamente gli impianti la cui realizzazione è stata sovvenzionata dal Cantone, nell'ambito dei cicli di sussidio attivati in passato: sono attivi almeno 31 impianti, per una superficie di collettori pari a poco più di 250 m² (Cfr.

	Numero impianti	Superficie collettori solari installati [m ²]
Generoso	31	253.4

Tabella 17).

	Numero impianti	Superficie collettori solari installati [m ²]
Generoso	31	253.4

Tabella 17 Impianti solari termici riconosciuti sul territorio del Generoso [fonte: banca dati sussidi cantonali, SPAAS]

Sulla base di queste informazioni è possibile effettuare una stima del grado di autonomia del Comune rispetto alla copertura del fabbisogno di energia termica. A titolo di riferimento ci si è basati sulle indicazioni fornite da Swissolar, che mostrano che 1 m² di collettori solari installato sul territorio è in grado di produrre mediamente 580 kWh/anno di energia termica⁴. Sulla base di tale valore, si può stimare che 300.1 m² di superficie installata possano coprire un fabbisogno termico complessivo 147 MWh/anno, equivalente a meno dello 0.10% del fabbisogno termico per il riscaldamento delle abitazioni, complessivamente stimato in 143'622 MWh/anno.

Si tratta di una stima per difetto, poiché probabilmente gli impianti riportati in tabella non costituiscono la totalità degli impianti solari termici effettivamente attivi sul territorio comunale. Ciò non costituisce tuttavia una grave limitazione, in quanto il contributo complessivo del solare termico all'approvvigionamento energetico dei Comuni del Generoso è attualmente comunque trascurabile. Esso è infatti in linea con le condizioni medie del Cantone Ticino: le stime elaborate nell'ambito del Bilancio energetico cantonale mostrano

⁴ Valore medio per collettori piani vetrati utilizzati per la produzione di acqua calda sanitaria in una regione alpina [Fonte: www.swissolar.ch, 2014]

che nel 2012 lo 0.25% del consumo di energia termica per il riscaldamento delle abitazioni e l'acqua calda sanitaria, pari a 7 GWh/anno, è stato coperto mediante il solare termico.

Per quanto riguarda la produzione di energia termica da altre fonti rinnovabili, sono disponibili dati circa le sonde geotermiche e i punti di prelievo delle acque superficiali o di falda per l'utilizzo mediante pompa di calore [fonte: SPAAS/IST]: sul territorio della regione Generoso sono rilasciate autorizzazioni per 43 sonde geotermiche (20 a Morbio Inferiore, 15 a Castel San Pietro, 10 a Vacallo e nessuna nel comune di Breggia), per un totale di diciannove edifici riscaldati mediante pompa di calore a sonda geotermica.

È stato inoltre possibile ricostruire l'elenco degli impianti solari fotovoltaici attivi sul territorio del Generoso, accedendo ai dati rilevati da AGE, AIL e Swissgrid. Il loro elenco, inclusa una stima della produzione nell'anno 2012, è presentato in

	Potenza installata [kW]	Produzione 2012 [MWh]
Generoso	172.1	189.3

Tabella 18.

	Potenza installata [kW]	Produzione 2012 [MWh]
Generoso	172.1	189.3

Tabella 18 Impianti solari fotovoltaici attivi sul territorio del Generoso [fonte: AGE, AIL, Swissgrid]

Non avendo il dato relativo alla produzione puntuale di ogni impianto si è utilizzato a titolo indicativo il valore di produzione media dell'elettricità nei Comuni del Generoso riferita alla potenza installata, pari a 1'100 kWh/kW installato, per tutte le installazioni inventariate. Questi quantitativi possono essere attribuiti alle categorie di consumo finale in funzione del tipo di proprietario:

- economie domestiche (riscaldamento): 98'600 [kWh];
- commercio e servizi: 90'700 [kWh].

Come già detto precedentemente, parte del fabbisogno energetico dell'IDA di Chiasso (in territorio di Vacallo) (1'688 MWh/anno) è coperto grazie alla produzione di biogas rilasciato dai fanghi trattati dall'impianto. Il fabbisogno annuale (nel 2012) di energia termica (679 MWh) è totalmente coperto grazie all'utilizzo di 258'602 m³ di biogas. Nel 2012 il motore a gas ha inoltre permesso di produrre 459 MWh di energia elettrica la quale è stata interamente venduta alla rete elettrica.

Nel complesso risulta quindi che attualmente la produzione indigena di energia elettrica è pari a circa 648.3 MWh/anno (fotovoltaico e biogas IDA), una quantità pari a poco più dell'1.0% dei consumi di energia elettrica registrati sul territorio dei Comuni del Generoso.

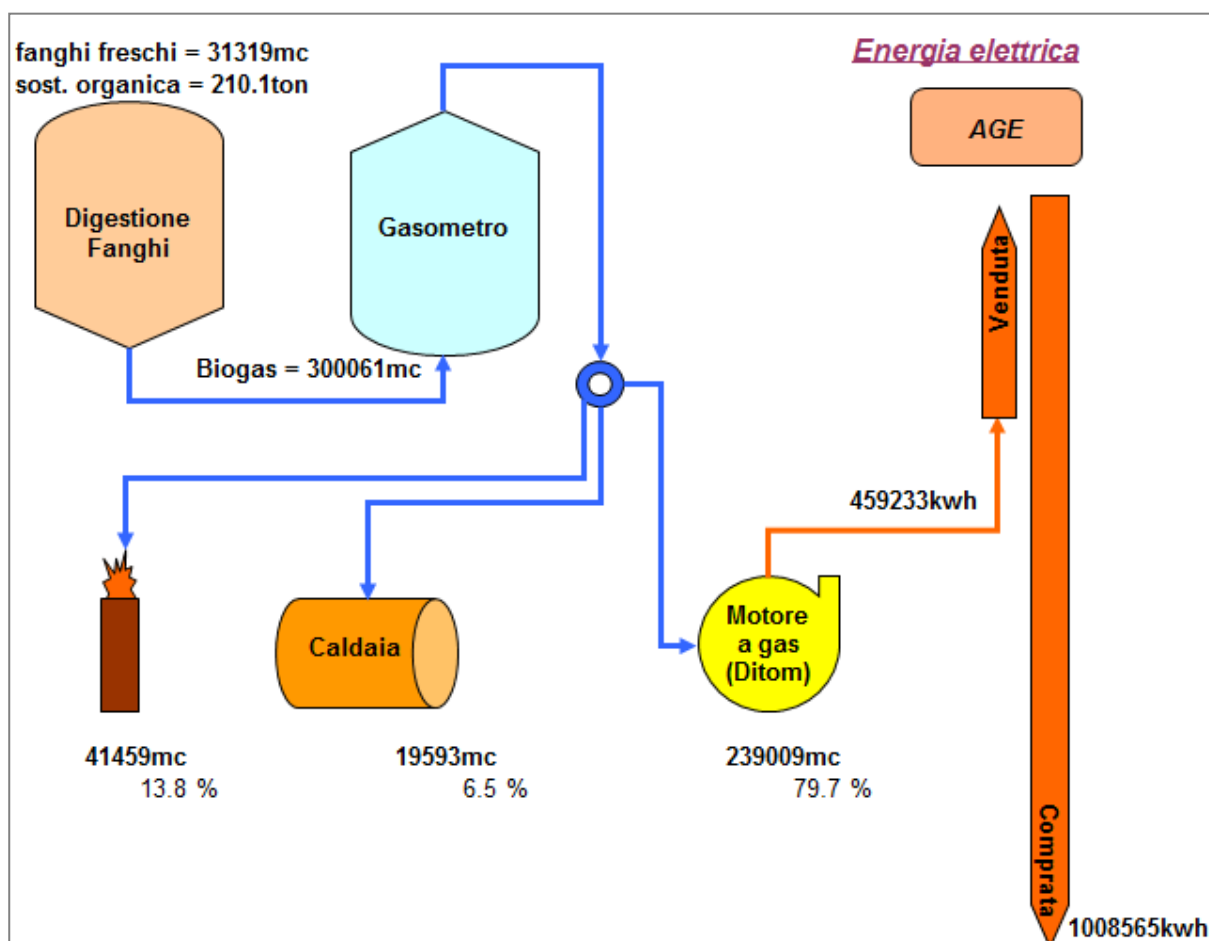


Figura 14 Il bilancio energetico dell'IDA di Chiasso per l'anno 2012 [fonte: Rapporto annuale IDA 2012].

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

L'energia prodotta utilizzando energia da fonti rinnovabili è dunque riassunta in

	Numero impianti	Produzione annua [MWh/anno]
Solare termico	31	147 termici
Solare fotovoltaico	27	189.3 elettrici
Biogas (IDA)	1	679 termici 459 elettrici
Totale		826 termici 648.3 elettrici

Tabella 19.

	Numero impianti	Produzione annua [MWh/anno]
Solare termico	31	147 termici

Solare fotovoltaico	27	189.3 elettrici
Biogas (IDA)	1	679 termici 459 elettrici
Totale		826 termici 648.3 elettrici

Tabella 19 Produzione di energia da fonti rinnovabili sul territorio del Generoso [fonte: AGE, AIL, stime ISAAC]

3.5 Il bilancio energetico del territorio del Generoso

Affiancando le informazioni relative al consumo di energia per vettore energetico e per settore a quelle relative alla produzione di energia sul territorio locale, è possibile costruire il bilancio energetico complessivo del territorio del Generoso, riportato nel diagramma di flusso di Figura 15.

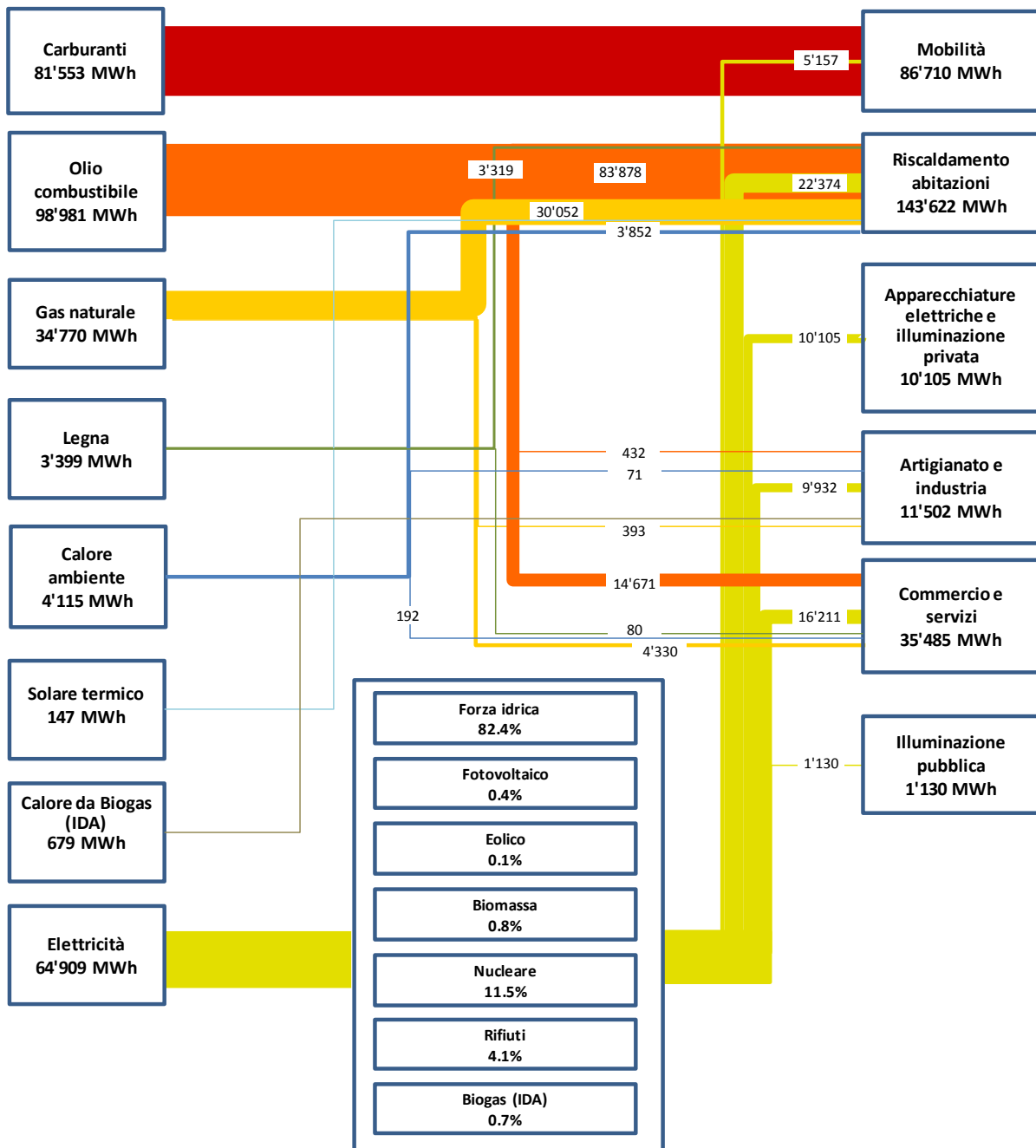


Figura 15 Il bilancio energetico per il territorio del Generoso (2012)

Per caratterizzare il mix di consumo di energia elettrica in base alle modalità di produzione, si è fatto riferimento alla composizione percentuale del mix elettrico consumato in Cantone Ticino nel 2012, opportunamente integrata per tenere conto della produzione indigena da fonte solare fotovoltaica e biogas IDA (cfr.

	Numero impianti	Produzione annua [MWh/anno]
Solare termico	31	147 termici
Solare fotovoltaico	27	189.3 elettrici
Biogas (IDA)	1	679 termici 459 elettrici
Totale		826 termici 648.3 elettrici

Tabella 19).

Fatta esclusione per la quota di elettricità da fonte fotovoltaica, stimata in 189 MWh, e la quota di energia elettrica prodotta con il biogas generato nell'IDA (459 MWh), la restante quantità di elettricità (64'261 MWh) è stata articolata secondo le percentuali del mix di produzione di elettricità AET per il 2012.

Vettore energetico	Composizione percentuale mix produzione AET 2012 [%]	Consumo Generoso anno 2012 [MWh]
Forza idrica	83.21%	53'469
Fotovoltaico	0.15%	98
Eolico	0.08%	54
Biomassa	0.78%	500
Nucleare	11.65%	7'493
Rifiuti	4.12%	2'648
TOTALE		64'261

Tabella 20 Composizione dell'energia elettrica consumata sul territorio del Generoso (2012), esclusa quella prodotta localmente (fotovoltaico e biogas IDA).

Considerando anche l'elettricità da fotovoltaico e da IDA, nel complesso la composizione dei consumi di energia elettrica nel 2012 sul territorio del Generoso è stimata come segue:

Vettore energetico	Consumo Generoso anno 2012 [MWh]	Consumo Generoso anno 2012 [%]
Forza idrica	53'469	82.4%
Fotovoltaico	287	0.4%
Eolico	54	0.1%
Biomassa	500	0.8%
Nucleare	7'493	11.5%
Rifiuti	2'648	4.1%

Biogas IDA	459	0.7%
TOTALE	64'909	100.0%

Tabella 21 Composizione dell'energia elettrica consumata sul territorio del Generoso nel 2012 [MWh].

4. Le emissioni di gas ad effetto serra

I gas ad effetto serra sono componenti dell'atmosfera in grado di assorbire e ri-emettere la radiazione terrestre a lunghezze d'onda specifiche. La loro presenza influenza l'assorbimento, la riflessione e la dissipazione della radiazione infrarossa terrestre verso l'esterno dell'atmosfera, favorendo l'accumulo di energia termica e l'innalzamento della temperatura superficiale terrestre.

I principali gas ad effetto serra contenuti naturalmente in atmosfera sono:

- il vapore acqueo (H₂O);
- il diossido di carbonio (CO₂);
- l'ossido di diazoto (N₂O);
- il metano (CH₄);
- l'ozono (O₃).

Le stesse proprietà caratterizzano anche gas di origine esclusivamente antropica, quali i clorofluorocarburi (CFC). Il CO₂ è considerato il gas serra di riferimento, in ragione del fatto che più dell'80% delle emissioni di gas serra sono emissioni di CO₂. L'insieme dei gas serra è pertanto frequentemente misurato in termini di CO₂ *equivalente*, un parametro che pondera i diversi gas in base al potenziale di riscaldamento climatico di ciascuno di essi rispetto a quello del CO₂.

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

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

- le emissioni di CO₂ complessivamente prodotte sul territorio del Generoso nel 2012 (emissioni dirette) sono pari a 58'705 ton CO₂/anno;
- le emissioni di gas ad effetto serra (CO₂ equivalente) complessivamente riconducibili ai consumi del territorio del Generoso (emissioni riferite al ciclo di vita) sono pari a 69'711 ton CO₂ equivalente/anno. Ciò equivale a 5.9 ton CO₂ equivalente/anno pro capite;

A titolo di riferimento, si consideri che:

- le emissioni dirette sull'intero territorio cantonale sono pari a 1'944'321 ton CO₂/anno [fonte: Bilancio energetico cantonale 2012]: le emissioni sul Generoso sono pari al 3.0% delle emissioni prodotte sull'intero Cantone;
- le emissioni pro capite secondo l'approccio del ciclo di vita applicato all'intero territorio cantonale sono pari a 6.58 ton CO₂ equivalente/anno pro capite (2012), mentre a livello nazionale esse ammontano a circa 9.0 ton CO₂ equivalenti/anno pro capite [Fonte: Fonte: "Vivere più leggermente", Novatlantis, 2010].

4.1.1 Confronto con le emissioni sul territorio cantonale

Per comprendere il motivo di emissioni pro-capite inferiori al valore Cantonale, occorre considerare che il territorio del Generoso è di carattere prevalentemente residenziale e quindi con poche attività produttive. Le stime di emissione per settore di consumo mostrano infatti percentuali di emissione differenti rispetto a quelle medie cantonali definite sulla base dei dati del Bilancio energetico cantonale per il 2012 (cfr.

[ton CO ₂ eq/anno]	Energia elettrica	Gas naturale	Olio combustibile	Legna	Calore ambiente	Calore da biogas (IDA)	Solare termico	Carburanti	Totale
Abitazioni: riscaldamento	540	8'054	26'341	72	302		124		35'432
Abitazioni: illuminazione privata e apparecchiature elettriche	244								244
Artigianato e industria	240	104	136		6	4			489
Commercio e servizi	391	1'161	4'607	2	15				6'176
Illuminazione pubblica	27								27
Mobilità	124							27'217	27'342
TOTALE	1'566	9'318	31'084	73	323	4	124	27'217	69'711

Tabella 22 e Figura 16). In particolare, il riscaldamento delle abitazioni risulta responsabile di una percentuale del 50.8% delle emissioni di gas ad effetto serra sul territorio del Generoso, mentre del 33.4% sull'intero territorio cantonale.

Coerentemente, una riduzione delle percentuali delle emissioni rispetto alla media cantonale è invece riscontrabile nei settori dell'artigianato e industria (0.7% a livello comunale, 9.3% a livello cantonale) e della mobilità (39.2% a livello comunale, 46.7% a livello cantonale), due settori responsabili di elevati quantitativi di emissioni, poiché in buona parte dipendenti dai combustibili fossili.

Generoso 2012	Cantone Ticino 2012
---------------	---------------------

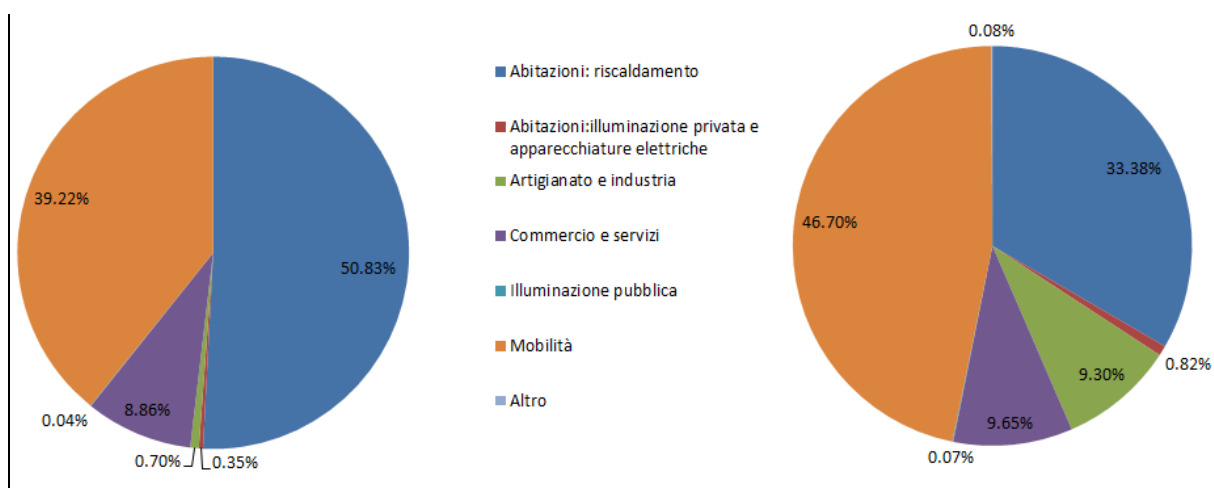


Figura 16 Composizione percentuale delle emissioni di gas ad effetto serra (ton CO₂ equivalente) calcolate secondo l'approccio del ciclo di vita, per settore di uso finale. [Le stime relative al Cantone Ticino si basano sui dati contenuti nel Bilancio energetico Cantonale 2012].

[ton CO ₂ eq/anno]	Energia elettrica	Gas naturale	Olio combustibile	Legna	Calore ambiente	Calore da biogas (IDA)	Solare termico	Carburanti	Totale
Abitazioni: riscaldamento	540	8'054	26'341	72	302		124		35'432
Abitazioni: illuminazione privata e apparecchiature elettriche	244								244
Artigianato e industria	240	104	136		6	4			489
Commercio e servizi	391	1'161	4'607	2	15				6'176
Illuminazione pubblica	27								27
Mobilità	124							27'217	27'342
TOTALE	1'566	9'318	31'084	73	323	4	124	27'217	69'711

Tabella 22 Struttura delle emissioni di gas ad effetto serra (ton CO₂ equivalente), calcolate secondo l'approccio del ciclo di vita.

Le considerazioni sopra proposte non sono tuttavia sufficienti a giustificare gli elevati valori di emissioni pro capite riconducibili ai settori dell'abitare (riscaldamento, elettrodomestici e illuminazione privata), per i quali si riscontra comunque una differenza con i dati medi rilevati a livello cantonale (cfr.



[ton CO ₂ eq./ab.]	Generoso 2012	Cantone Ticino 2012
 Abitare	3.04	2.25
 Mobilità	2.33	3.08

Tabella 23).



[ton CO ₂ eq./ab.]	Generoso 2012	Cantone Ticino 2012
 Abitare	3.04	2.25
 Mobilità	2.33	3.08

Tabella 23 Emissioni pro capite di gas ad effetto serra (approccio del ciclo di vita) rispetto ai settori di uso finale Abitazioni (riscaldamento + apparecchiature elettriche e illuminazione privata) e Mobilità [per le stime a livello cantonale: elaborazioni ISAAC su dati Bilancio energetico Cantonale 2012].

Le ragioni della marcata differenza esistente tra le emissioni cantonali e comunali del settore dell'Abitare sono probabilmente da ricondurre all'elevata dotazione pro capite di superficie abitabile registrata sul territorio del Generoso. Si è infatti constatato che la superficie di riferimento energetico⁵ media pro capite stimata per i comuni del Generoso (115 m²/abitante) è molto maggiore che a livello Svizzero (44 m²/abitante nel 2000 [fonte: Ufficio federale di statistica, Censimento Federale della Popolazione, 2000]) o rispetto ad altre realtà in Ticino (ad esempio, il Piano Energetico inter-comunale di Agno, Bioggio e Manno (ABM) stima sul territorio ABM una superficie di riferimento energetico media per abitante pari a 59 m² di superficie riscaldata).

Ciò implica quindi maggiori consumi pro capite per il riscaldamento delle abitazioni e di conseguenza maggiori emissioni di gas ad effetto serra.

⁵ Superficie di Riferimento Energetico (SRE): stima mediante la seguente relazione: $SRE = S * n$ dove S è la superficie coperta dell'edificio mentre n rappresenta il numero di piani dello stesso edificio.

5. I consumi di energia primaria

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

Le stime di consumo sin qui presentate si riferiscono al concetto di energia finale. Tutte le valutazioni relative al concetto di *Società a 2000 Watt* si riferiscono invece ai consumi di energia primaria di un dato territorio. Per poter confrontare la configurazione attuale dei Comuni del Generoso con il riferimento della Società a 2000 Watt è dunque necessario risalire ai consumi di energia primaria; si noti che ragionare in termini di Società a 2000 Watt impone inoltre di trasformare tali consumi nel valore di potenza continuativa necessaria a garantirli.

Applicando i fattori di conversione tra energia finale e energia primaria, come descritto nell’Allegato 4 “Modello di stima - Energia primaria”, è possibile stimare il consumo di energia primaria sul territorio del Generoso in 393'956 MWh/a, equivalenti a 3'829 W/ab anno.

5.1.1 Confronto con i consumi sull'intero territorio svizzero – analisi per settore

I consumi medi per abitante di energia primaria risultano decisamente inferiori nei Comuni del Generoso rispetto ai valori medi cantonali (circa 4'831 W/ab secondo le elaborazioni ISAAC su dati Bilancio energetico Cantonale 2012) e federali (6'500 W/ab, secondo le stime riportate in "Vivere più leggermente", Novatlantis 2010).

Come fatto per le emissioni di gas serra, è utile analizzare i consumi dei singoli settori. I consumi di energia primaria suddivisi per settore di utenza finale si presentano come indicato nella tabella sottostante.

Energia primaria [MWh/a]	Energia elettrica	Gas naturale	Olio combustibile	Legna	Calore ambientale	Calore da Biogas	Solare termico	Carburanti	Totale
Economie domestiche: riscaldamento	33'903	38'399	110'647	2'881	6'433		197		192'461
Economie domestiche: ill. privata e apparecchiature elettriche	15'312								15'312
Industria e artigianato	15'050	496	570		118	54			16'288
Commercio e servizi	24'564	5'533	19'354	69	321				49'841
Illuminazione pubblica	1'712								1'712
Mobilità	7'814							110'527	118'341
Totale	98'355	44'429	130'571	2'951	6'872	54	197	110'527	393'956

Tabella 24 Panoramica dei consumi di energia primaria suddivisi per settore di consumo finale e vettore energetico sul territorio del Generoso (2012).

Per l'analisi del settore "Abitare" si possono prendere in considerazione i consumi di energia primaria delle economie domestiche, che ammontano a 207'774 MWh/a. Il consumo di energia primaria pro capite per il settore "Abitare" si attesta quindi a una potenza continua equivalente pari a circa 2'019 W pro capite.

Per l'analisi del settore "Mobilità" si possono prendere in considerazione i consumi di energia primaria dei carburanti e quelli di elettricità per le FFS. In totale i consumi di energia primaria per la mobilità si attestano a 118'341 MWh/a. Il consumo di energia primaria pro capite per il settore "Mobilità" si attesta quindi su una potenza continua equivalente pari a circa 1'150 W pro capite.

A titolo di riferimento il consumo in energia primaria sull'intero territorio Svizzero si attesta intorno ai 1'800 W per il settore "Abitare" e attorno ai 1'700 W per quello della "Mobilità". I valori stimati per il territorio del Generoso per il settore "Mobilità" sono decisamente inferiori a

quelli stimati per l'intero territorio svizzero, mentre le stime per il settore "Abitare" sono invece più elevate per il territorio del Generoso che per quello Svizzero.

[Watt/capite]		Generoso 2012	Ticino 2012	Svizzera 2008	Visione Società 2000 Watt	Fattore di riduzione
	Abitare	2'019	1'719	1'800	500	3.6
	Mobilità	1'150	1'537	1'700	450	3.8

Tabella 25 Fabbisogno di energia in potenza continua pro capite per i settori "Abitare" e "Mobilità" a confronto con i valori medi federali attuali e gli obiettivi della Società a 2000 Watt.

Come già rilevato per le emissioni di CO₂, ciò può essere legato alle caratteristiche delle abitazioni presenti nel territorio comunale del Generoso, che presentano una superficie media di riferimento energetico molto più elevata (115 m²/abitante) di quella stimata a livello nazionale (44 m²/abitante). Le emissioni relativamente basse dovute al settore "mobilità" sono dovute al tasso di motorizzazione molto più basso per i comuni del Generoso (476.5 automobili/1000 abitanti) rispetto a quello calcolato a livello ticinese (628.3 automobili/1000 abitanti [Fonte: Parco dei veicoli stradali, USTAT, 2012]) nonché al numero relativamente contenuto di veicoli industriali e adibiti al trasporto di cose e persone immatricolati sul territorio.

6. Confronto con la Società 2000 Watt e 1 ton CO₂

Affiancando le stime relative alle emissioni pro capite di CO₂ e ai consumi pro capite di energia primaria (espressi attraverso la potenza continuativa necessaria a soddisfarli), si ottiene il grafico mostrato in Figura 17: in ragione della concentrazione di attività economico-produttive in proporzioni inferiori alla media, i consumi medi di energia primaria espressi in termini di potenza continuativa [3'829 Watt/ab] e le emissioni medie di CO₂ [5.9 ton CO₂ eq/ab] per abitante risultano inferiori ai valori medi cantonali e federali.

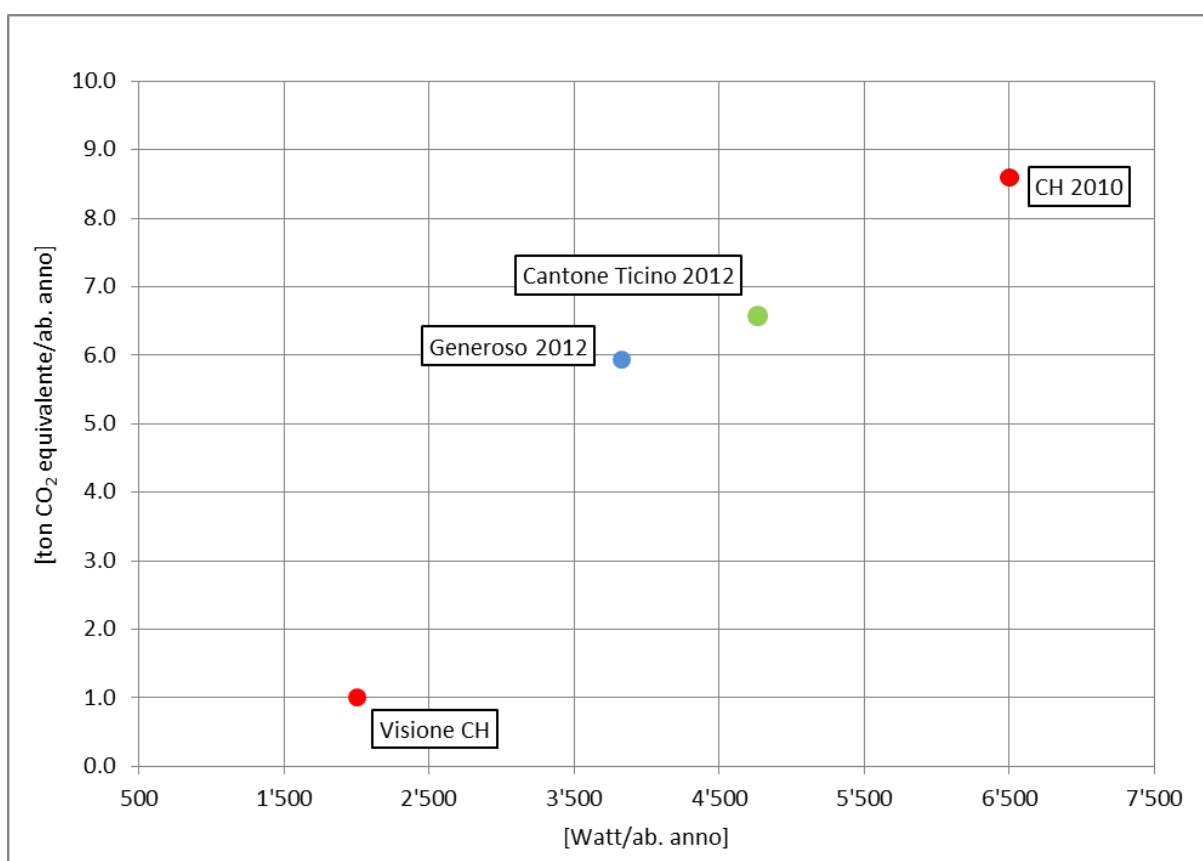


Figura 17 La posizione dei Comuni del Generoso (anno 2012) rispetto alla visione Società a 2000 Watt e Società a 1 ton CO₂, a confronto con quella del Cantone Ticino (anno 2012).

L'obiettivo di efficienza energetica di 2000 Watt di energia primaria pro capite e quello relativo al contenimento delle emissioni di CO₂ a 1 ton pro capite corrispondono ai valori mirati validi a livello nazionale. Più in dettaglio, è possibile analizzare le stime di consumo di energia primaria anche in base ai vettori energetici: energie fossili, energie rinnovabili e calore residuo, elettricità e carburanti, (cfr. Figura 18 e

[W/ab]	Energie fossili	Energie rinn. / Calore residuo	Elettricità	Carburanti	Totale
Generoso 2012	1'701	98	956	1'074	3'829
Media Svizzera 2010	2'450	250	1'900	1'700	6'300
Società a 2000 Watt	0	550	1'000	450	2'000

Tabella 26).

[W/ab]	Energie fossili	Energie rinn. / Calore residuo	Elettricità	Carburanti	Totale
Generoso 2012	1'701	98	956	1'074	3'829
Media Svizzera 2010	2'450	250	1'900	1'700	6'300
Società a 2000 Watt	0	550	1'000	450	2'000

Tabella 26 Confronto dei consumi di energia primaria espressa come potenza continuativa [W/ab anno] tra Generoso (2012) i valori medi a livello svizzero e quelli della Società a 2000 Watt.

Analizzando le stime dei consumi di energia primaria secondo questa logica, emerge che i Comuni del Generoso hanno un consumo pro capite di energie fossili, di energia elettrica e di carburanti al di sotto della media svizzera. Come già spiegato precedentemente questa differenza può essere ricondotta al carattere prevalentemente residenziale dei Comuni presenti sul territorio del Generoso così come al numero ridotto di veicoli immatricolati sul territorio.

L'utilizzo di energie rinnovabili sul territorio comunale è percentualmente inferiore di quello federale. Per questa ragione uno sforzo particolarmente importante deve essere svolto in questo campo al fine di soddisfare gli obiettivi proposti dalla Società a 2000 Watt.

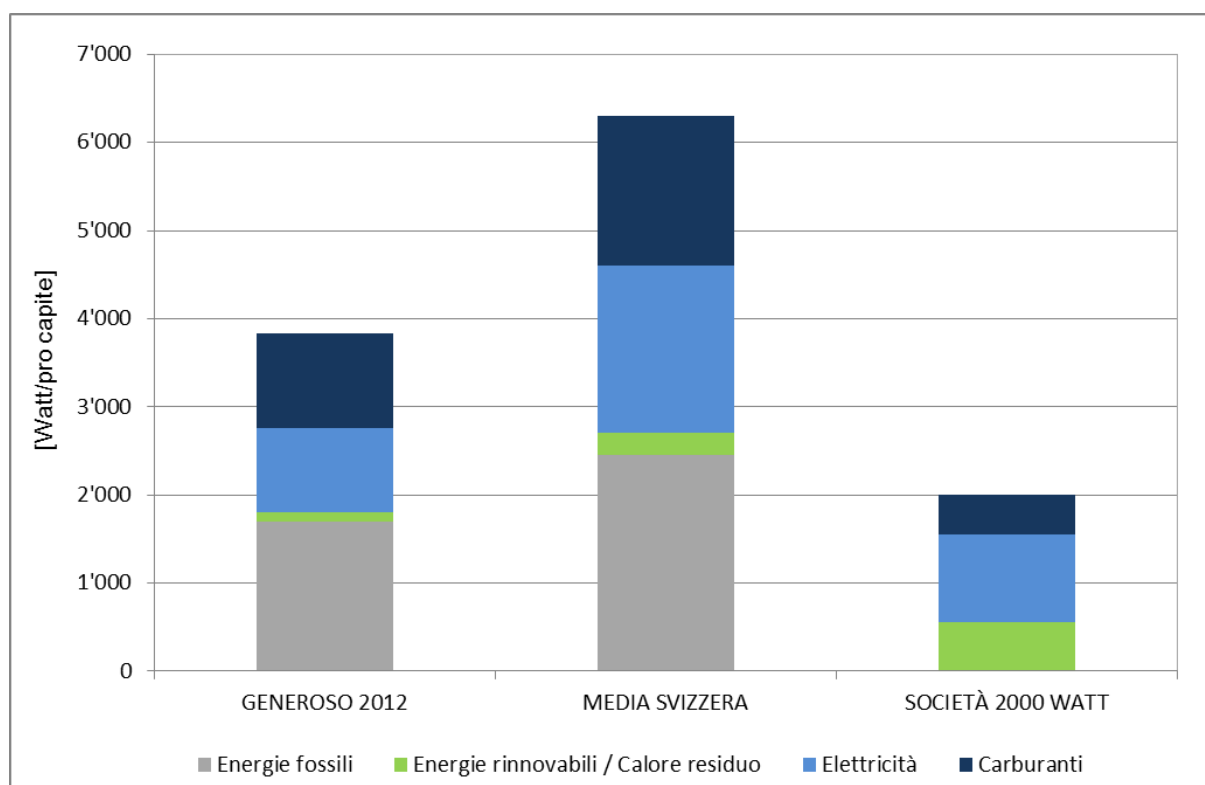


Figura 18 Confronto dei consumi di energia primaria espressa come potenza continuativa [W/ab anno] tra i Comuni del Generoso (2012), i valori medi a livello svizzero (2010) e quelli relativi alla visione della Società a 2000 Watt.

7. Orizzonte temporale di riferimento

Ai fini di sviluppare le analisi sui potenziali e definire gli obiettivi e le misure del piano energetico, è necessario definire un orizzonte temporale di riferimento. Ciò consente di:

- calibrare gli obiettivi e le misure del piano affinché siano realistici;
- monitorare con efficacia il grado di raggiungimento degli obiettivi, nel corso dell'attuazione del piano (fase di monitoraggio del PECo).

Per il PECo Generoso si è scelto di fare riferimento a *tre* orizzonti temporali:

- il 2020, quale orizzonte di breve-medio periodo (7 anni);
- il 2035, quale orizzonte di medio periodo (22 anni);
- il 2050, quale orizzonte di medio-lungo periodo (37 anni).

Il 2035 coincide tra l'altro con il più vicino dei due orizzonti temporali utilizzati dal Piano Energetico Cantonale (PEC), il 2035 e il 2050. Questa scelta consente di far dialogare il PEC e il PECo: è infatti possibile tenere conto in termini quantitativi degli obiettivi proposti dal PEC e di evidenziare in che termini il PECo Generoso contribuisce al loro raggiungimento.

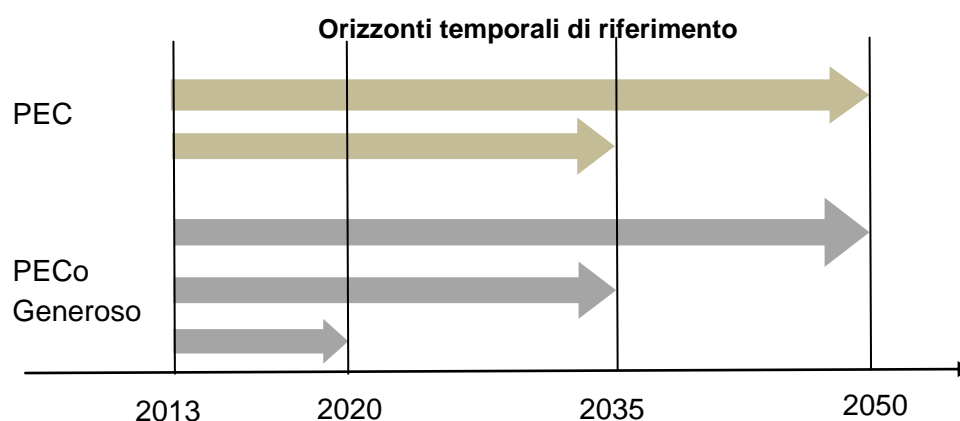


Figura 19 Gli orizzonti temporali di riferimento per il Piano energetico cantonale (PEC) e il Piano energetico del Generoso (PECo Generoso).

8. Previsioni di evoluzione del fabbisogno energetico

Il bilancio energetico del territorio del Generoso è stato stimato all'anno 2012, mentre il PECo definisce obiettivi e misure da raggiungersi agli orizzonti temporali di riferimento (2020 e 2035). Per poter definire correttamente tali obiettivi e misure è importante tenere conto dell'evoluzione "spontanea" del sistema dei Comuni del Generoso sull'orizzonte 2012-2020-2035-2050, stimando cioè una traiettoria di evoluzione del sistema, dal punto di vista del fabbisogno di energia termica ed elettrica, che funga da scenario di riferimento ("*baseline scenario*" o "*business as usual scenario*").

A questo scopo occorre considerare che il territorio è una realtà dinamica, la cui composizione muta nel tempo in funzione di una pluralità di fattori di ordine socio-economico. Indipendentemente dagli obiettivi e dalle misure attivate dal PECo, in particolare, l'andamento dei consumi di energia è influenzato dai seguenti fattori:

- popolazione residente;
- attività economiche;
- edificato: nuove costruzioni;
- edificato: risanamento dell'esistente;
- progresso tecnologico: aumento dell'efficienza degli impianti di combustione (caldaie) e in generale degli impianti di produzione di calore (pompe di calore);
- progresso tecnologico: aumento dell'efficienza degli apparecchi elettrodomestici, nonché degli apparecchi di illuminazione privata e pubblica;
- sensibilità ecologica dei singoli cittadini;
- politiche incentivanti attuate da parte degli enti e delle istituzioni sovra-ordinate (principalmente Confederazione e Cantone).

L'effetto di tali fattori è sintetizzato, a livello puramente qualitativo, in Tabella 27. A livello quantitativo, alcuni di tali effetti potrebbero essere stimati ricostruendo le linee di tendenza manifestatesi negli ultimi anni (ad esempio, l'andamento della popolazione residente) o le previsioni degli strumenti di pianificazione urbanistica vigenti o in corso di approvazione (piani regolatori e piani particolareggiati per i principali ambiti di trasformazione). Per altri, tuttavia, si rilevano significative difficoltà di stima. In particolare:

- l'andamento della congiuntura economica può influenzare fortemente l'evoluzione della domanda di energia, sia in termini di crescita (congiuntura positiva) sia in termini di diminuzione (congiuntura negativa): si tratta dunque di una tendenza difficile da prevedere per il futuro;
- il progresso tecnologico negli apparecchi alimentati ad energia elettrica porta a una maggiore efficienza energetica, con un effetto diretto di diminuzione dei consumi e dei costi per l'uso dell'energia per l'utente finale. Proprio in ragione della diminuzione dei costi, tuttavia, l'utente finale è indotto a prestare minore attenzione all'entità dei propri consumi: si pensi ad esempio al numero di televisori o personal computer disponibili in ogni abitazione, che è andato progressivamente crescendo in relazione al progresso tecnologico. Ne deriva che, complessivamente, l'effetto del progresso tecnologico tende a manifestarsi in termini di aumento dei consumi, invece che di diminuzione (fenomeno noto come "effetto rimbalzo");

- le politiche incentivanti federali e cantonali hanno efficacia diretta in termini di risparmio energetico, sia a livello di risanamento energetico degli edifici sia a livello di aumento dell'efficienza dei processi produttivi; il loro effettivo grado di efficacia dipende tuttavia dalle risorse che saranno rese disponibili in futuro, entità che non sono ad oggi definibili se non con un elevato livello di incertezza.

	Stima evoluzione futura	Effetto sul consumo di energia termica	Effetto sul consumo di energia elettrica
Popolazione residente	↑	↑	↑
Attività economiche	?	?	?
Edificato: nuove costruzioni	↑	↑↑	↑↑
Edificato: risanamento dell'esistente	↑	↓↓	↓
Progresso tecnologico: impianti	↑	↓	↓
Progresso tecnologico: apparecchiature elettriche	↑	---	↑
Sensibilità ecologica	↑	↓	↓
Politiche incentivanti	↑↑	↓↓	↓↓

Tabella 27 I fattori che condizionano l'andamento dei consumi energetici nel futuro.

Tenere conto in termini quantitativi di tutti questi fattori per effettuare una stima di evoluzione complessiva del fabbisogno energetico del territorio del Generoso, si rivela dunque un'operazione estremamente complessa e, soprattutto, soggetta a un elevato livello di incertezza. In termini qualitativi, tuttavia, la Tabella 27 mostra che una quota dei consumi è destinata a crescere "spontaneamente" e che altrettanto "spontaneamente" una quota è destinata a decrescere, compensando di fatto la crescita registrata.

Su queste basi, ai fini della costruzione del PECo, si effettua l'ipotesi che l'aumento spontaneo dei consumi registrato al 2020, al 2035 e al 2050 possa essere compensato dalla riduzione spontanea registrata nello stesso periodo (cfr. Figura 20): quale base per la definizione degli obiettivi e delle misure per gli anni 2020, 2035 e 2050 (scenario di riferimento), si userà dunque il bilancio per l'anno 2012.

Evoluzione del fabbisogno energetico in assenza del PECO (scenario di riferimento)

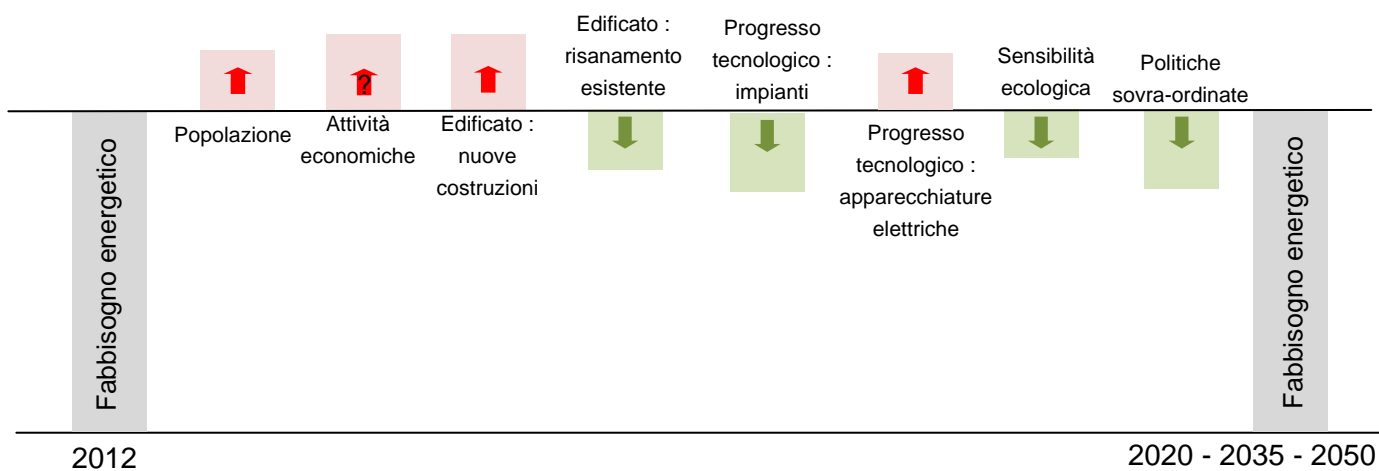


Figura 20 I consumi di riferimento per gli anni 2020, 2035 e 2050 e i fattori che li influenzano.

9. Potenziale di produzione di energia da fonti rinnovabili

I potenziali definiti nel presente capitolo si riferiscono ai potenziali massimi di sfruttamento delle energie rinnovabili sul territorio dei Comuni del Generoso. Tali potenziali, uniti ai risultati del bilancio energetico comunale, permetteranno di definire le misure concrete legate al piano energetico.

La trattazione è organizzata come segue:

- in questo capitolo sono riportate le stime finali del potenziale disponibile e le considerazioni qualitative atte a illustrare concretamente in che termini tale potenziale possa essere utilizzato per coprire il fabbisogno energetico dei Comuni del Generoso;
- in allegato sono descritti gli eventuali modelli di calcolo per la stima dei potenziali,
- il documento “Schede informative”, ove ritenuto necessario, descrive la fonte di energia rinnovabile, le modalità tecniche di sfruttamento e gli eventuali vincoli allo sfruttamento della risorsa definiti a livello federale e cantonale.

In ragione di una valutazione preliminare delle caratteristiche e potenzialità del territorio dei Comuni del Generoso, si è ritenuto opportuno considerare le seguenti fonti di energia rinnovabile:

- Potenziale di sfruttamento dall'energia solare: termico e fotovoltaico;
- Potenziale di sfruttamento idroelettrico;
- Potenziale di sfruttamento della biomassa: bosco e scarti organici;
- Potenziale di sfruttamento del calore ambientale:
 - geotermia: calore da sottosuolo e acque sotterranee;
 - acque superficiali;
 - aria.

Non è presa in considerazione la seguente fonte di energia rinnovabile:

- eolico: l'installazione di impianti eolici è ragionevole negli ambiti caratterizzati da campi di vento costanti e di elevata velocità, che non si ritrovano sul territorio dei comuni del Generoso né, salvo rare eccezioni, in altre località del territorio cantonale [Fonte: Piano Energetico Cantonale, Scheda P.2]. Si potrebbe eventualmente indagare l'opportunità di installare impianti di tipo micro-eolico, di dimensioni e caratteristiche tali da insediarsi nel costruito. Si tratta tuttavia di una tecnologia oggi non ancora matura, tale da non poter essere proposta alla vasta scala.

È importante ricordare che non tutti i potenziali possono essere soddisfatti contemporaneamente sul territorio: l'utilizzo del potenziale di un determinato vettore energetico può limitare o escludere la possibilità di sfruttarne un altro (ad esempio: solare termico e solare fotovoltaico, per i quali la stima del potenziale è effettuata in base alla disponibilità dei tetti).

9.1 Potenziale di sfruttamento dell'energia solare

I comuni della regione Generoso si trovano in parte in una posizione geografica caratterizzata da un orizzonte praticamente libero che non influenza l'irraggiamento solare e in parte (principalmente per quanto riguarda il comune di Breggia) in una zona con un orizzonte più chiuso e caratterizzato dalla presenza del massiccio del Generoso. Si considera il potenziale di sfruttamento dell'energia solare come uno dei potenziali più interessanti presenti sul territorio (sia per la produzione di energia elettrica che termica).

La procedura usata per la stima del potenziale di produzione di energia solare (elettrica e termica) è basata sulla mappatura solare del Cantone Ticino. Questa mappatura permette di quantificare il potenziale di produzione di energia solare di ogni singolo tetto del Canton Ticino. La suddivisione di tetti in classi di idoneità è stata impiegata all'interno della metodologia usata per la selezione delle superfici idonee per la produzione di energia elettrica. Le metodologie utilizzate sono differenti per il solare fotovoltaico (produzione di energia elettrica) e per il solare termico (produzione di energia termica). Se per il fotovoltaico la metodologia impiegata si è interamente basata sulla mappatura solare cantonale, ciò non è infatti il caso per il solare termico, dove si ritiene che essa non sia adatta alla stima del potenziale presente sul territorio.

Una considerazione comune e indipendente dal tipo di energia prodotta può in ogni caso essere effettuata. L'esperienza accumulata negli ultimi anni consiglia infatti di considerare separatamente la zona nucleo dal resto del territorio. Questo approccio è stato definito tenendo conto del fatto che malgrado il Cantone abbia pubblicato delle linee guida per l'installazione di impianti solari nei nuclei ("Pannelli solari nei nuclei storici - Criteri di posa e di valutazione paesaggistica", 2010), ogni committente è tenuto a chiarire l'opportunità di realizzare un impianto con le autorità competenti e ogni comune ad adottare le eventuali modifiche di Piano regolatore necessarie. A titolo informativo si sottolinea inoltre che i nuclei tradizionali dei quartieri di Castel San Pietro (Campora, Casima, Monte e Castel San Pietro) così come parte dei nuclei di Breggia (Cabbio, Muggio e Scudellate) sono inseriti nell'Inventario federale degli insediamenti svizzeri da proteggere d'importanza nazionale (ISOS). Allo stato attuale non esiste un documento che indichi comparti urbani o nuclei in cui la posa di un impianto solare sia assolutamente vietata, non è tuttavia escluso che in futuro sia elaborato in riferimento alla nuova legge sui beni culturali [Fonte: UNP]. In generale si può affermare che è sempre svolta una valutazione caso per caso, con una maggiore attenzione per gli insediamenti ISOS e sempre in riferimento ai criteri di posa definiti nelle direttive cantonali sopra citate [Fonte: UNP].

9.1.1 Potenziale fotovoltaico

Per valutare il potenziale di produzione di energia elettrica dal sole sono stati utilizzati i dati forniti dalla mappatura solare. I dati pubblicati forniscono indicazioni sull'estensione e sull'idoneità delle superfici dei tetti così come sulla loro ipotetica produzione energetica. Nell'analisi sono state considerate tutte le tipologie di edificio (residenziale, industriale, commerciale e per servizi) ma è stata effettuata una suddivisione tra due tipologie: edifici situati all'interno e all'esterno del nucleo.

Considerando tutti i tetti presenti sul territorio del Generoso, la superficie complessivamente a disposizione per l'installazione di impianti fotovoltaici ammonterebbe a 404'171 m² (

	Zona esterna al nucleo	Zona nucleo	Totale
Superficie tetti totale[m2]	373'491	30'680	404'171
Potenza di picco installabile [kWp]	56'048	4'605	60'652
Produzione energia elettrica [MWh/a]	51'759	4'173	55'931

Tabella 28).

	Zona esterna al nucleo	Zona nucleo	Totale
Superficie tetti totale[m²]	373'491	30'680	404'171
Potenza di picco installabile [kWp]	56'048	4'605	60'652
Produzione energia elettrica [MWh/a]	51'759	4'173	55'931

Tabella 28 Potenziale del fotovoltaico considerando tutti i tetti presenti sul territorio del Generoso.

Considerando unicamente le superfici dei tetti classificati come discreti, buoni e ottimi secondo la classe d'idoneità cantonale definita dal Catasto Solare Ticino la superficie sfruttabile è pari a:

- 14'711 m² per gli edifici all'interno del nucleo;
- 199'676 m² per gli edifici all'esterno del nucleo.

Nel complesso sono quindi disponibili 214'387 m². Grazie ai dati forniti dalla mappatura solare è inoltre possibile definire il potenziale di potenza installata: poco più di 2 MWp per gli edifici nei nuclei e poco meno di 30 MWp per quelli situati al loro esterno. Conseguentemente, sul territorio dei Comuni del Generoso sarebbe possibile produrre complessivamente 32'225 MWh/a di energia elettrica. Nella tabella qui di seguito sono riassunte le superfici dei tetti idonei considerate, le potenze installabili così come i potenziali di produzione suddivise secondo la loro localizzazione.

	Zona esterna al nucleo	Zona nucleo	Totale
Superficie tetti idonei [m²]	199'676	14'711	214'387
Potenza di picco installabile [kWp]	29'962	2'208	32'170
Produzione energia elettrica [MWh/a]	30'034	2'191	32'225

Tabella 29 Potenziale del fotovoltaico considerando i tetti idonei presenti sul territorio del Generoso (ossia tetti che hanno almeno una classe d'idoneità cantonale discreta).

Lo sfruttamento di tutto il potenziale fotovoltaico risultante dalla superficie dei tetti idonei - considerando un consumo di elettricità globale sul territorio pari a 64'909 MWh/a (cfr. Tabella 4) - consentirebbe di coprire circa il 50% del fabbisogno totale di elettricità a livello comunale. Escludendo il potenziale all'interno del nucleo, in quanto l'installazione di pannelli fotovoltaici risulta particolarmente problematica, la percentuale di copertura del fabbisogno è leggermente ridotta al 46%.

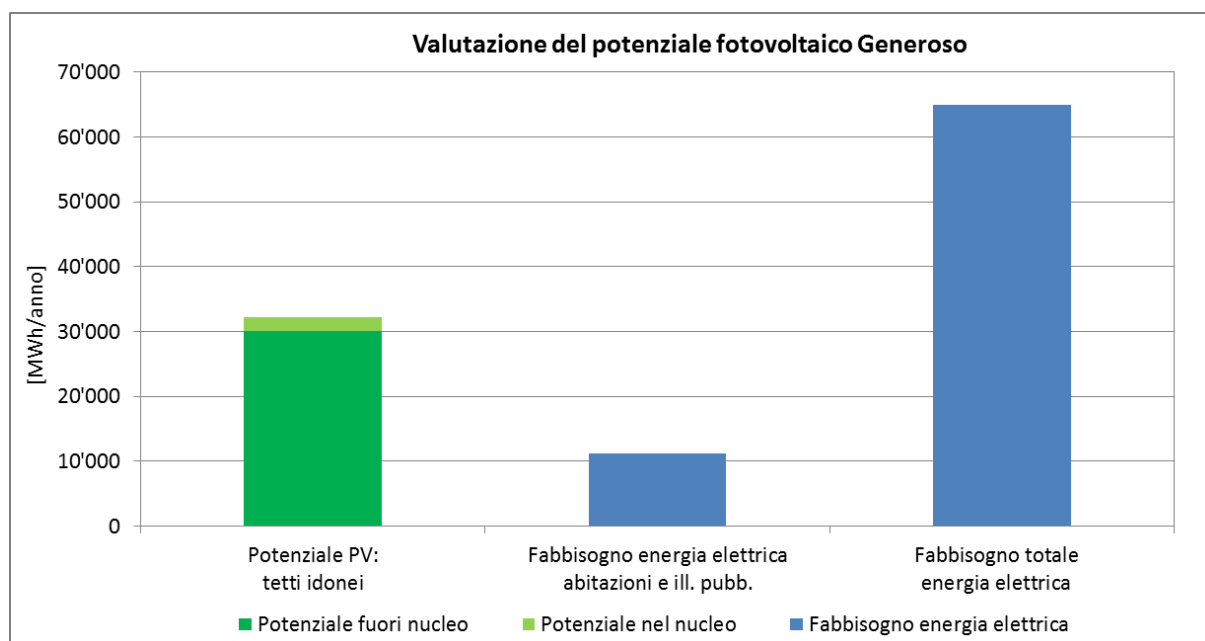


Figura 21 Confronto tra il fabbisogno di energia elettrica e il potenziale fotovoltaico.

9.1.2 Potenziale solare termico

Per valutare il potenziale per la produzione di calore grazie a collettori solari, sono state utilizzate le stime fornite da swissolar [Fonte: www.swissolar.ch, 2014]. Si ipotizza l'installazione di collettori vetrati impiegati unicamente per la produzione di acqua calda sanitaria per gli edifici di tipo residenziale.

Questa decisione scaturisce dal fatto che il contributo di un impianto solare al sistema di riscaldamento è fortemente influenzato dal grado di isolamento dell'edificio e dal sistema di distribuzione del calore (alta o bassa temperatura). La maggior parte degli edifici presenti sul territorio sono stati edificati prima che entrassero in vigore particolari prescrizioni energetiche. Non avendo la possibilità di ottenere informazioni certe sullo stato dei singoli edifici, si ritiene che una stima del potenziale di sfruttamento del solare termico quale supporto al riscaldamento sarebbe poco significativa e soggetta a un elevato margine di errore. Questa decisione non esclude tuttavia la possibilità per i singoli committenti, in particolare per nuove edificazioni, di valutare singolarmente la possibilità di installare un impianto solare con supporto al riscaldamento.

Per definire il potenziale di produzione di calore per l'acqua calda sanitaria, ad ogni tipologia di edificio è stata abbinata una determinata superficie di impianti solari, considerando che per un'economia domestica di quattro persone la superficie tipica di un impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria è di 5 m². Questa suddivisione è riportata nella tabella sottostante.

Categoria edificio	Superficie impianto [m ²]	Descrizione
Edificio a un'abitazione	5	Una economia domestica di 4 persone
Edificio a due abitazioni	10	Due economie domestiche di 4 persone
Edificio a tre o più abitazioni	20	In media, quattro econ. dom. di 4 persone

Tabella 30 Superficie media degli impianti solari termici in base alla categoria di edificio.

Utilizzando i valori standard di superficie riportati in Tabella 30, la superficie totale di impianti termici che potrebbe essere installata per coprire il fabbisogno degli edifici residenziali risulta pari a 22'945 m². Anche in questo caso, come per l'installazione di pannelli fotovoltaici, l'utilizzo delle superfici dei nuclei storici risulta problematica. Per questa ragione i potenziali di queste zone non sono stati considerati. La superficie totale di impianti solari termici installabile si riduce perciò a 20'485 m².

Per simulare la produzione di calore ottenibile da questa superficie è considerato un apporto medio energetico annuo definito di 580 kWh per metro quadrato installato. È stato utilizzato un valore medio dei valori proposti per le regioni alpine (da 440 kWh/m²*anno a 720 kWh/m²*anno).

Il potenziale della zona nucleo si attesta così a 1'427 MWh/a mentre quella della zona esterna a **11'881 MWh/a**.

	Zona esterna al nucleo	Zona nucleo	Totale
Nr. edifici a un'abitazione	1'895	270	2'165
Nr. edifici a due abitazioni	475	61	536
Nr. edifici a tre o più abitazioni	313	25	338
Superficie collettori [m²]	20'485	2'460	22'945
Produzione en. termica [MWh/a]	11'881	1'427	13'308

Tabella 31 Potenziale del solare termico sul territorio dei Comuni del Generoso.

L'attuale fabbisogno di energia per l'acqua calda sanitaria può essere stimato attraverso gli indici di consumo [kWh/m² anno] presentati nell'Allegato 1.

Sulla base di tali indici, il fabbisogno di energia termica per acqua calda sanitaria degli edifici residenziali è stimato in 17'106 MWh/anno.

La realizzazione di una superficie di collettori solari termici pari a 20'485 m² consentirebbe dunque di coprire più della metà del fabbisogno totale di energia per l'acqua calda sanitaria negli edifici residenziali dei Comuni del Generoso (cfr.

Categoria edificio	Fabbisogno energia termica per acqua calda sanitaria [kWh/m ² anno]	Numero di edifici	Superficie di riferimento energetico [m ²]	Totale fabbisogno energia termica per acqua calda sanitaria [MWh/anno]
Edificio a un'abitazione	13.89	2'165	498'338	6'922
Edificio a due o più abitazioni	20.83	874	488'881	10'184

Totale	-	3'039	987'219	17'106
---------------	---	-------	---------	--------

Tabella 32).

Categoria edificio	Fabbisogno energia termica per acqua calda sanitaria [kWh/m ² anno]	Numero di edifici	Superficie di riferimento energetico [m ²]	Totale fabbisogno energia termica per acqua calda sanitaria [MWh/anno]
Edificio a un'abitazione	13.89	2'165	498'338	6'922
Edificio a due o più abitazioni	20.83	874	488'881	10'184
Totale	-	3'039	987'219	17'106

Tabella 32 Fabbisogno di energia termica per l'acqua calda sanitaria per gli edifici residenziali.

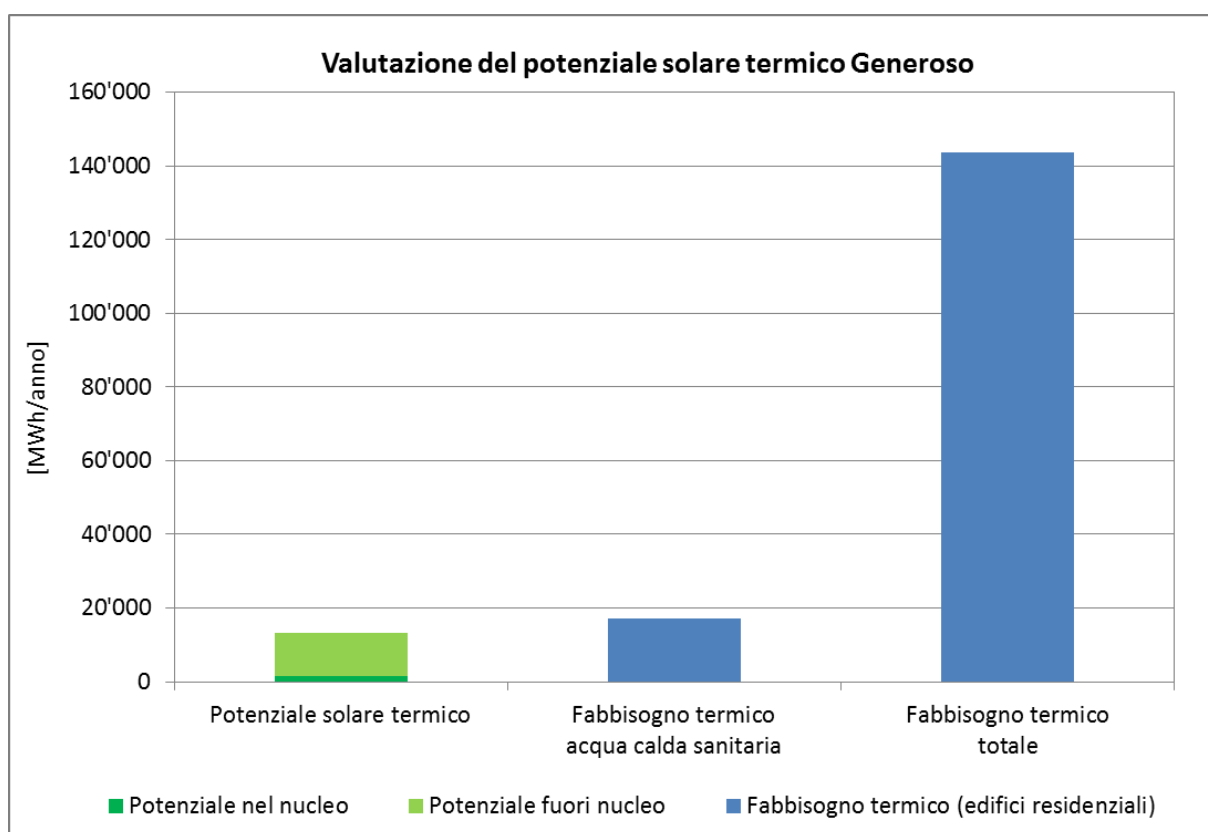


Figura 22 Confronto tra fabbisogno di energia termica per le abitazioni e potenziale solare termico.

9.2 Potenziale idroelettrico

Oltre a costituire una fonte di energia termica, le acque superficiali possono essere sfruttate per produrre energia elettrica in impianti idroelettrici ad acqua fluente.

Nel caso del fiume Breggia si è presa in considerazione la possibilità di installare una centrale idroelettrica: sono stati considerati i valori di portata e la presenza di eventuali salti idraulici, dovuti a conformazione naturale dell'alveo o a trasformazioni antropiche intercorse nel tempo.

L'analisi condotta ha mostrato che esiste attualmente un salto idraulico e una portata sufficiente alla realizzazione di impianti di tipo idroelettrico sul fiume Breggia. Si tratta tuttavia di valutazioni puramente teoriche. Infatti anche se l'investimento risulta economicamente sostenibile alcune importanti verifiche sono comunque necessarie. In particolare occorre:

- Verificare la portata assunta: le condizioni idrologiche relative al fiume Breggia sono particolarmente complesse. Vista le importanti infiltrazioni i quantitativi potrebbero infatti essere molto minori a Bruzella. A questo scopo si sottolinea l'importanza di effettuare misure in loco onde poter determinare l'ampiezza di questo fenomeno;
- Tracciato condotta: il tracciato della condotta deve essere verificato attentamente. La valle è molto impervia e le difficoltà tecniche potrebbe essere difficilmente superabili;
- Chiarire posizione e dimensioni della centrale;
- Sostenibilità ambientale: il fiume è ben frequentato da un punto di vista piscicolo. A causa delle infiltrazioni nel terreno il deflusso minimo presente a Bruzella potrebbe non essere sufficiente.

Eventuali potenzialità potrebbero eventualmente emergere nel caso si accettasse di modificare artificialmente il fondo del fiume, creando salti idraulici di maggiore altezza rispetto a quelli attuali. Poiché si tratterebbe di interventi più costosi e invasivi dal punto di vista ambientale, questa possibilità non è oggetto di approfondimento in questa sede ed è demandata ad eventuali approfondimenti futuri mediante appositi studi di fattibilità.

Una descrizione del concetto alla base della produzione di elettricità da acqua potabile e una panoramica delle tipologie di impianto e dei criteri sono indicati nella Guida pratica per la realizzazione di Piccole centrali idrauliche pubblicata⁶. La produzione annua di elettricità di una centrale di questo tipo può essere stimata applicando la seguente formula:

$$E \text{ [kWh/a]} = P_{el} \text{ [kW]} \times Ore_{funz.} \text{ [H]} = Q_m \text{ [l/s]} \times H_n \text{ [m]} \times 7/1000 \times Ore_{funz.} \text{ [H]}$$

dove:

- P_{el} = potenza elettrica turbina, espressa in kW;
- $Ore_{funz.}$ = ore di funzionamento dell'impianto durante un anno = 8'500 h;
- Q_m = portata media turbinabile, espressa in l/s;
- H_n = salto idraulico netto, espresso in m.

È stato inoltre considerato che:

$$Q_m \text{ [l/s]} = Q_{mt} \text{ [l/s]} \cdot (E_1 \text{ [km}^2\text{]} / E_2 \text{ [km}^2\text{]})$$

dove

- $Q_{mt} \text{ [l/s]} = \text{quota turbinabile teorica (591 l/s)}$;
- $E_1 \text{ [km}^2\text{]} = \text{superficie bacino imbrifero considerata (37.75 km}^2\text{)}$

⁶ Fonte: Guida pratica per la realizzazione di Piccole centrali idrauliche, BFE, 1993.

- $E_2 [km^2] = \text{superficie bacino imbrifero teorica } (47.4 km^2)$

Mentre il salto netto corrisponde a:

$$H_n [m] = H [m] - H_v [m]$$

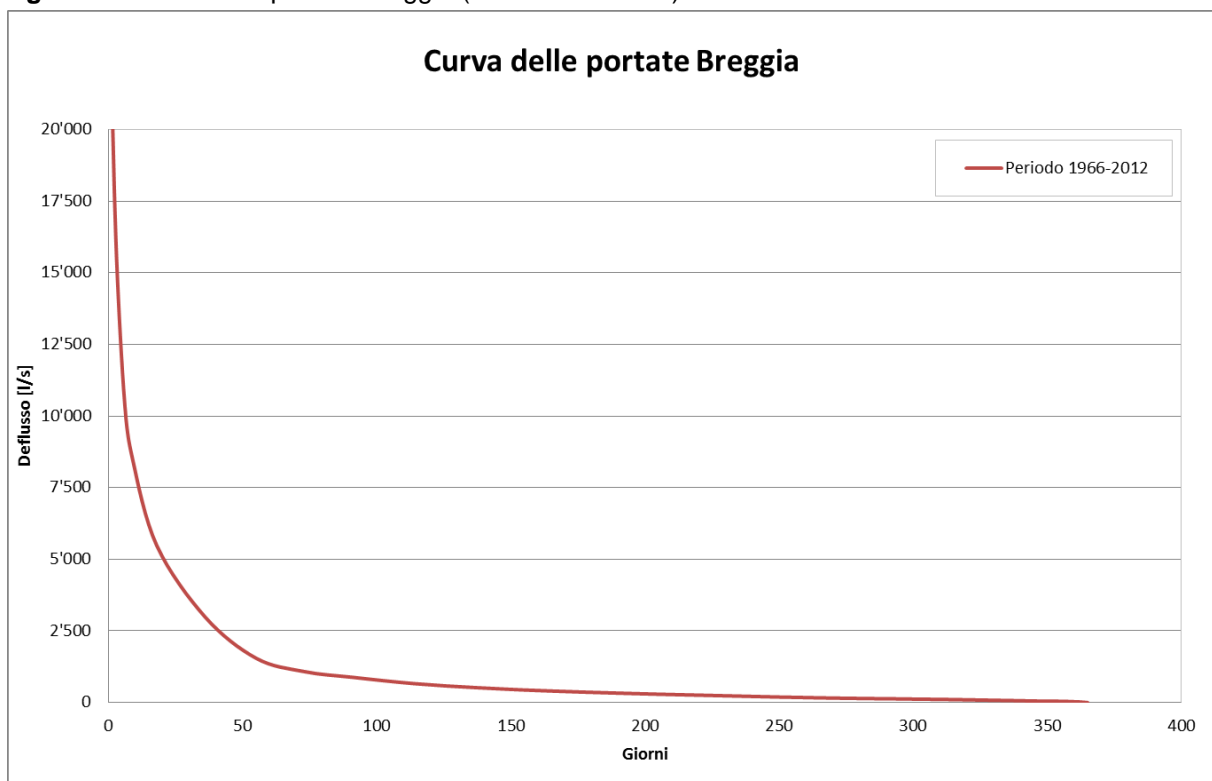
dove

- $H_n [m] = \text{salto netto};$
- $H [m] = \text{salto lordo (Bruzzella-Ponte polenta=450 m.s.l.m -255 m.s.l.m. =195 m)};$
- $H_v [m] = \text{perdite di carico (ca. 20\%).}$

Per la stima del potenziale idroelettrico annuo sono quindi stati considerati i seguenti valori:

- $H_n [m] = 156 [m];$
- $Q_m [l/s] = 471 [l/s];$ Questo quantitativo è stato stimato grazie alla curva delle portate raffigurata qui di seguito e all'estrazione dei valori caratteristici delle portate ($Q_{347} = 50 [l/s]$ e totale perdite = $52 [l/s]$).

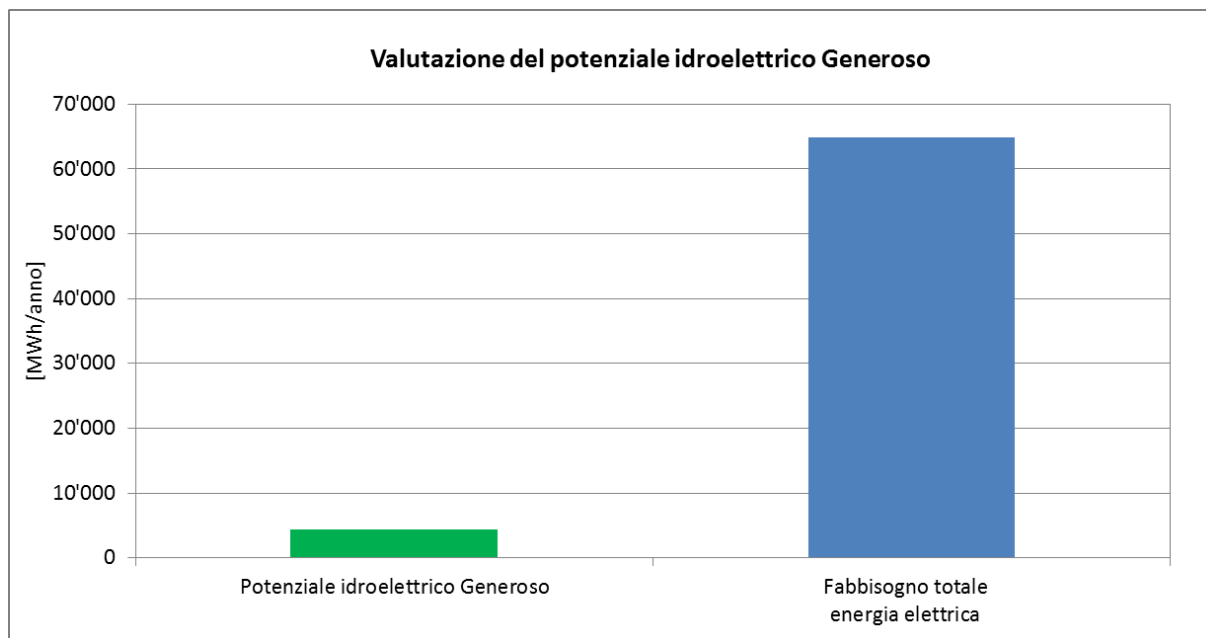
Figura 23 Curva delle portate Breggia (Stazione Polenta)



Applicando la formula sopra citata arriviamo a stimare un potenziale pari a 4'372 MWh/a. Queste ipotesi devono essere verificate mediante uno specifico studio di fattibilità, che indaghi in modo più dettagliato la produzione idroelettrica di questo tipo di impianti. Ciò permetterà pure di chiarire l'eventuale sostenibilità ambientale del progetto.

Il potenziale di produzione stimato potrebbe contribuire a coprire una frazione pari a 6.7% del fabbisogno della regione Generoso per quanto riguarda l'energia elettrica utilizzata sull'intero territorio.

Figura 24 Il potenziale di produzione di energia elettrica dall'idroelettrico dal Breggia a confronto con il fabbisogno di energia elettrica totale per la regione Generoso.



9.3 Potenziale di sfruttamento della biomassa

Lo sfruttamento della biomassa a fini energetici è da alcuni anni tornato di attualità, in quanto la sua combustione è neutrale dal punto di vista delle emissioni di gas ad effetto serra: è rilasciata in atmosfera una quantità di CO₂ equiparabile a quella assorbita dalla pianta nel corso della propria vita. Inoltre, per la legna, essa torna ad essere conveniente dal punto di vista economico, se comparata con le energie da fonte fossile.

Per facilità di trattazione, i potenziali di sfruttamento della biomassa sono descritti separatamente per i vettori energetici “legna” e “scarti organici”. Una sintetica descrizione delle rispettive caratteristiche è fornita nelle schede informative “Legname da energia” e “Scarti organici”.

9.3.1 Potenziale legname indigeno

L'utilizzo di legname a fini energetici è particolarmente sensato quando si fa ricorso a legna indigena, prodotta quindi da boschi situati a distanza contenuta dal luogo di utilizzo. Lo sfruttamento del legname indigeno ha molteplici vantaggi descritti nella scheda informativa “Legname da energia”) e proprio per questo è un'opzione da tempo promossa a livello cantonale.

Partendo da questi presupposti, la valutazione è stata concentrata sull'analisi delle potenzialità di sfruttamento energetico del legname disponibile localmente. In questo ambito è stato necessario definire il termine “localmente” in riferimento alle aree geografiche alle quali è ragionevole ipotizzare che la regione Generoso potrebbe riferirsi per l'approvvigionamento.

Si sono ritenute d'interesse le seguenti aree geografiche, rappresentate in Figura 25:

- il territorio dei Comuni del Generoso;
- i comuni appartenenti a un comprensorio locale intorno ai Comuni del Generoso (Balerna, Breggia, Castel San Pietro, Chiasso, Coldrerio, Morbio Inferiore, Novazzano, Vacallo);

I risultati dell'analisi non tengono dunque conto della possibilità di utilizzare legna proveniente dal nord del mendrisiotto o da regioni più a nord, opzione comunque sempre aperta.

Ai fini della stima del potenziale di produzione energetica, si è ipotizzato di poter sfruttare solamente l'*accrescimento annuo* dei boschi, senza intaccare lo *stock* esistente: questa è infatti la sola strategia che consenta, nel lungo periodo, di poter continuare a sfruttare con regolarità il legname indigeno.

Per la valutazione del legname da energia realisticamente sfruttabile dai boschi di queste aree geografiche, sono dunque stati presi in considerazione i seguenti elementi:

- tipologia di essenza (latifoglie, conifere, bosco misto, cfr.

	Latifoglie [ha]	Conifere [ha]	Bosco misto [ha]
Generoso	2'435	0	257
Generoso e dintorni	2'870	0	257
Ticino	83'122	37'521	5'241

- **Tabella 33** e Figura 25);
- accrescimento legnoso, per essenza;
- tasso di mortalità, per essenza;
- fattore di riduzione dovuto alla presenza di boschi di proprietà privata;
- fattore di riduzione dovuto all'utilizzo come legname d'opera;
- fattore di riduzione dovuto alle condizioni del terreno (pendenza, distanza d'esbosco, presenza di infrastrutture ecc.).

La metodologia di analisi è descritta in dettaglio nell'Allegato 5.

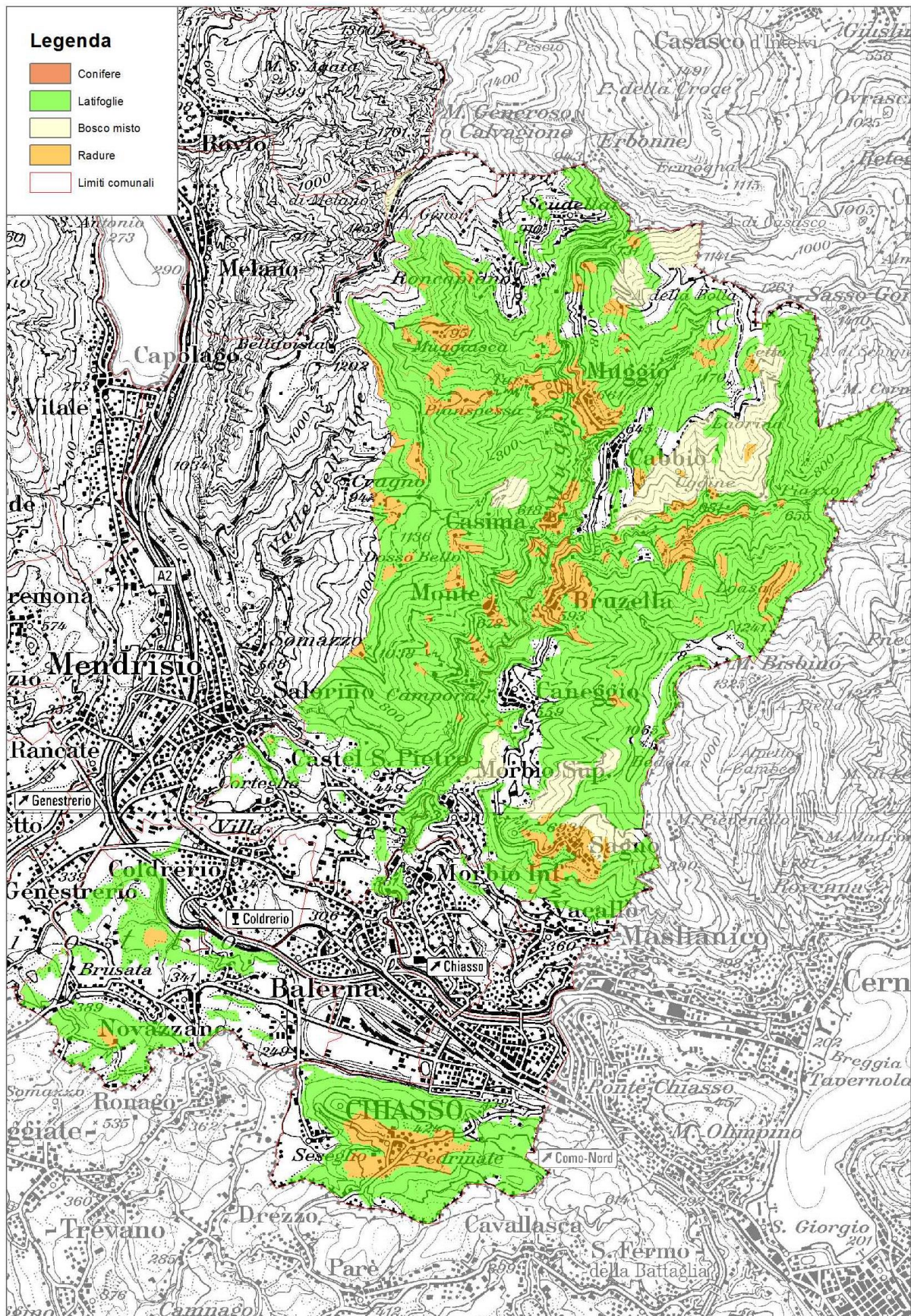


Figura 25 Zone boschive a situate nella regione Generoso e dintorni in riferimento alla categoria di bosco (conifere, latifoglie, bosco misto).

	Latifoglie [ha]	Conifere [ha]	Bosco misto [ha]
Generoso	2'435	0	257
Generoso e dintorni	2'870	0	257
Ticino	83'122	37'521	5'241

Tabella 33 Superfici boschive in riferimento alla categoria boschiva e alle aree geografiche analizzate.

I risultati dell'analisi del potenziale di sfruttamento energetico del legname indigeno sono riassunti in

	Accrescimento boschivo realisticamente sfruttabile [m³/a]	Energia ottenibile [MWh/a]	Quota risp. al fabb. termico abitazioni dei Comuni del Generoso 2012 [%]
Generoso	1'038	2'906	2
Generoso e dintorni	1'667	4'640	3
Ticino	62'831	166'966	116

Tabella 34 mentre le aree boschive risultanti quali più adeguate per l'approvvigionamento di legname da energia sono rappresentate in Figura 26.

	Accrescimento boschivo realisticamente sfruttabile [m³/a]	Energia ottenibile [MWh/a]	Quota risp. al fabb. termico abitazioni dei Comuni del Generoso 2012⁷ [%]
Generoso	1'038	2'906	2
Generoso e dintorni	1'667	4'640	3
Ticino	62'831	166'966	116

Tabella 34 Potenziale di sfruttamento energetico del legname indigeno in riferimento al fabbisogno di energia termica del parco edifici dei Comuni del Generoso (2012).

La Figura 26 evidenzia le aree boscate che emergono come più adeguate per l'approvvigionamento di legna: il colore verde è declinato con intensità proporzionale ai quantitativi di legname che si stima siano realisticamente estraibili.

In proposito si segnala che misure specifiche di incentivazione dell'utilizzo della legna indigena a fini di riscaldamento (ad esempio, attraverso contributi comunali all'acquisto di legname certificato proveniente dai boschi della regione del Generoso), potrebbe aumentare la domanda di legna a livello locale, contribuendo ad aumentare i potenziali, in particolare stimolando i proprietari di boschi privati a un loro maggiore sfruttamento.

⁷ 143'622 MWh/a; cfr. Tabella 4.

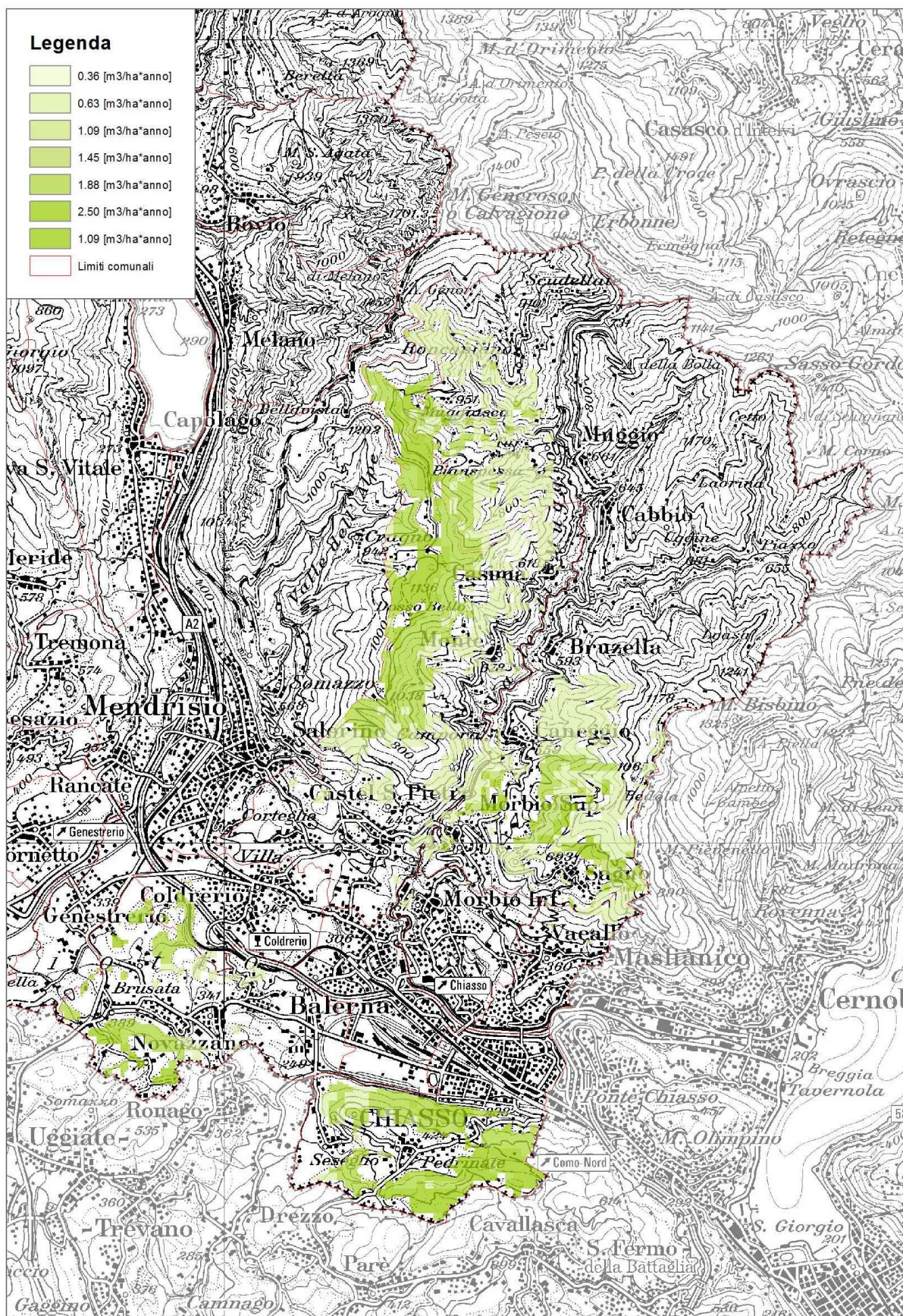


Figura 26 Caratterizzazione delle aree boscate nella regione Generoso e dintorni in relazione al potenziale di sfruttamento di legname da ardere.

Per rendersi conto dell'entità del potenziale energetico derivante dallo sfruttamento del bosco indigeno, è utile porlo a confronto con il fabbisogno energetico espresso dal territorio dei Comuni del Generoso. A titolo di riferimento, la Figura 27 confronta il consumo di energia per il riscaldamento delle abitazioni sull'intero territorio del Generoso (energia termica consumata dalle economie domestiche, stimata in 143'622 MWh/anno - cfr. Tabella 4). Più in dettaglio è interessante confrontare il potenziale di produzione di energia da legname indigeno con il fabbisogno termico delle abitazioni situate nel Comune di Breggia dove la rete del gas non è presente e questo tipo di risorsa potrebbe quindi rappresentare un'interessante alternativa.

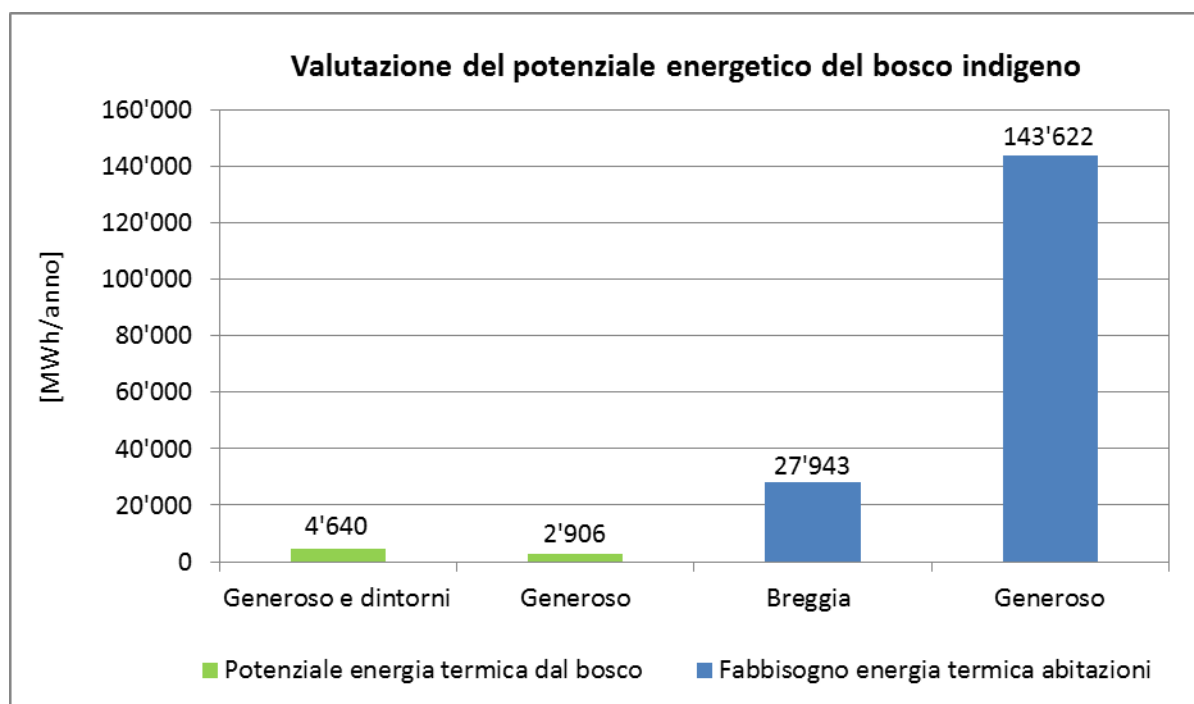


Figura 27 Confronto tra il fabbisogno di energia termica per le abitazioni e il potenziale di produzione di energia dal bosco indigeno.

La figura conferma quanto intuibile a priori, cioè che non è pensabile poter intervenire in termini incisivi sulla copertura del fabbisogno energetico dei Comuni del Generoso ricorrendo al legname realisticamente estraibile dal solo territorio del Generoso. Il potenziale presente sull'intero territorio comunale riesce infatti a soddisfare solo in parte (10%) il fabbisogno termico delle abitazioni ubicate nel Comune di Breggia. Più sensato è appoggiarsi al legname proveniente dal Generoso e dintorni che potrebbe soddisfare il 3% del fabbisogno energetico delle abitazioni presenti su tutto il territorio comunale.

Si ritiene che si potrebbe privilegiare l'utilizzo del legname nei comuni di Breggia e Castel San Pietro dove la rete del gas non è ancora sviluppata.

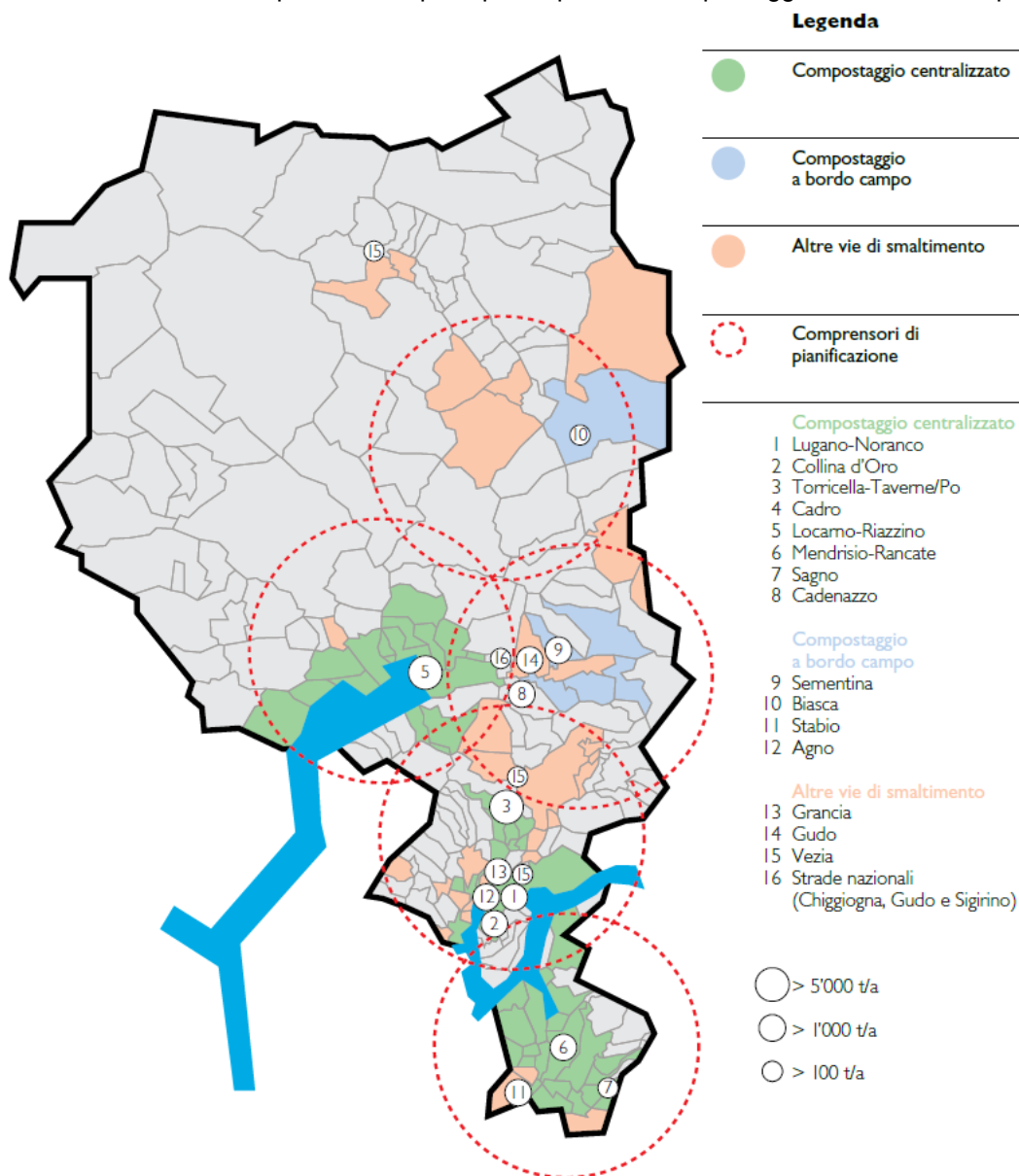
Di particolare interesse potrebbe essere uno sfruttamento del legname indigeno per la combustione in impianti termici centralizzati e la distribuzione del calore alle utenze mediante piccole reti di teleriscaldamento (cfr. capitolo 13). Sin dal 2002 il Cantone ha avviato una campagna di incentivazione a favore di impianti di teleriscaldamento alimentati a legna, in

particolare per stabili di proprietà pubblica, e nel 2011 ha rinnovato un importante credito a favore di centrali di teleriscaldamento con potenza installata pari ad almeno 200 kW.

9.3.2 Potenziale scarti organici

Con l'aggiornamento nel 2010 del Piano di gestione dei rifiuti del Cantone Ticino (PGR) si cerca di centralizzare in maniera sempre maggiore i centri di compostaggio. Per questa ragione nel nuovo PGR sono definite le ubicazioni idonee per la i centro di raccolta di importanza sovra comunale. Per il Mendrisiotto l'ubicazione definita dal PGR è quella nel quartiere di Rancate, sul comune di Mendrisio.

Figura 28 Ubicazione e compensori dei principali impianti di compostaggio esistenti e compensori di



pianificazione degli impianti di compostaggio d'interesse sovra comunale, situazione 2013.

Per questa ragione, e vista l'appartenenza di tutto il territorio della regione Generoso al comprensorio di pianificazione di Mendrisio-Rancate, il potenziale legato allo sfruttamento degli scarti organici è considerato come nullo.

9.4 Potenziale di sfruttamento del calore ambientale

Con il termine di calore ambientale si intende l'energia termica contenuta nell'aria, nell'acqua e nel sottosuolo. Lo sfruttamento del calore ambientale è possibile in combinazione con pompe di calore, come illustrato nella Scheda informativa "Calore ambientale", cui si rimanda per un inquadramento generale.

In questo paragrafo si analizzano le possibilità di sfruttamento dell'energia termica contenuta nei seguenti vettori energetici:

- acque sotterranee;
- sottosuolo;
- aria.

9.4.1 Potenziale acque sotterranee⁸

Le valutazioni effettuate per determinare il potenziale sono riportate nell'Allegato 6 "Modello di stima del potenziale del calore ambiente - acque sotterranee".

Per conoscere le potenzialità di sfruttamento delle acque sotterranee è necessario analizzare la composizione del sottosuolo dal punto di vista geologico ed idrogeologico, poiché essa influenza i regimi di circolazione delle acque e ne condiziona la disponibilità. Occorre inoltre tenere conto degli ambiti di protezione delle acque sotterranee (A_u) presentati nel par. 9.4.2.

Una prima analisi consente di effettuare una classificazione del territorio del Generoso in relazione all'idoneità a sfruttare le acque sotterranee a fini termici, in combinazione con pompe di calore.

Secondo le stime effettuate, sfruttando questa fonte energetica è complessivamente possibile soddisfare un fabbisogno termico pari a 807 MWh/anno di energia termica. Considerando che il fabbisogno di energia termica per il riscaldamento degli edifici residenziali, per il commercio e servizi è stato stimato a 163'466 MWh/anno (cfr. Tabella 4), utilizzando l'acqua di falda si potrebbe, secondo le stime effettuate, coprire una percentuale di tale fabbisogno termico pari solamente al 0,5%.

Si tratta di quantitativi complessivamente non elevati. Nonostante ciò, lo sfruttamento delle acque sotterranee è una opzione interessante, poiché la temperatura delle acque si mantiene per tutto l'anno su valori che si situano tra i 12 ed i 14 °C (cfr. Allegato 6): maggiore è l'energia termica prelevabile dalle acque sotterranee, maggiore è il coefficiente di prestazione della pompa di calore (coefficiente di lavoro annuo, CLA), cioè minori sono i consumi di energia elettrica necessari per il funzionamento delle pompe di calore. Trattandosi di valori puntuali si considera come valore cautelativo una temperatura di 11 °C.

⁸ Le valutazioni proposte in questo paragrafo sono state sviluppate con la collaborazione di SUPSI - DACD - IST (Istituto di Scienze della Terra, geol. Sebastian Pera).

Considerando un CLA della pompa di calore pari a 3 (si tratta di un valore prudenziale, in quanto oggi la maggior parte delle pompe di calore acqua-acqua ha un CLA vicino 4), il potenziale di sfruttamento termico risulta coperto per 1/3 da energia elettrica, per 2/3 dal calore recuperato dalle acque sotterranee.

Considerando dunque il potenziale prelevabile dalle acque sotterranee sopra stimato, pari a 807 MWh/anno di energia termica, si considera come una quantità pari a 269 MWh/anno dovrebbe essere fornita sotto forma di energia elettrica. La modalità qui considerata e anche quella più semplice per lo sfruttamento delle acque sotterranee avviene attraverso pozzi di piccole dimensioni presso le singole abitazioni (approccio distribuito).

Dal punto di vista tecnico non è comunque da scartare la possibilità di approvvigionamento idrico presso pochi punti, ciascuno dei quali sia collegato a una pompa di calore di grandi dimensioni, che svolga la funzione di centrale termica, e ad una rete di distribuzione del calore (approccio centralizzato). Questo approccio centralizzato consente infatti di semplificare la gestione e di godere complessivamente di rendimenti energetici più elevati.

Per decidere quale delle due configurazioni sia da preferire occorre effettuare uno studio di fattibilità, che basi le proprie valutazioni su un modello idrologico e tenga conto di criteri di natura economica ed ambientale.

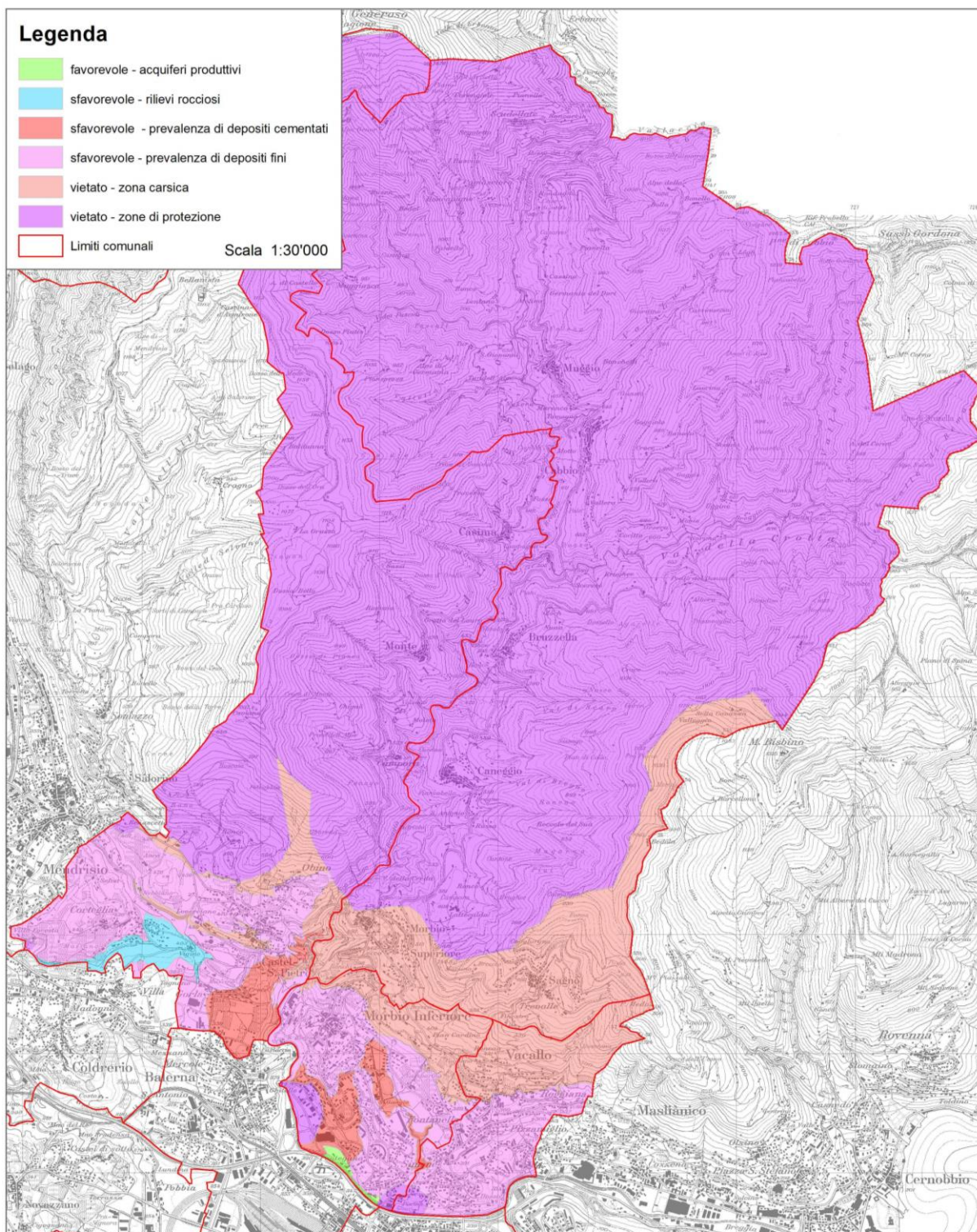


Figura 29 Classificazione del territorio della regione Generoso in relazione alle possibilità di sfruttamento termico delle acque sotterranee.

9.4.2 *Potenziale sottosuolo*

Come descritto nella Scheda informativa “Calore ambientale”, i fattori che limitano lo sfruttamento del calore geotermico attraverso sonde geotermiche in combinazione con pompe di calore sono legati a esigenze di tutela delle acque sotterranee, principalmente a scopo potabile. La protezione della risorsa “acqua sotterranea” ha infatti la precedenza sulla risorsa “energia geotermica”: per lo sfruttamento dell’energia geotermica è quindi necessario un permesso rilasciato dall’autorità competente (Cantone Ticino, SPAAS).

Anche le condizioni del sistema insediativo possono influenzare le possibilità di sfruttamento del calore geotermico: sonde troppo concentrate in piccole aree potrebbero a lungo andare ridurre la capacità termica del terreno, nel caso in cui non se ne effettui la ricarica, sfruttandolo in estate a fini di raffrescamento (cfr. Scheda informativa “Calore ambientale”, paragrafo Cooling). Inoltre, lo sfruttamento dell’energia geotermica è particolarmente adatto al riscaldamento degli edifici ad elevata efficienza energetica, che possono appoggiarsi ad un impianto di riscaldamento a bassa temperatura. Ciò rende meno conveniente dal punto di vista economico lo sfruttamento del calore geotermico per edifici esistenti non sottoposti a risanamento energetico.

Le prescrizioni di tutela delle acque sotterranee definite nella legislazione vigente (cfr. Scheda informativa “Calore ambientale”, paragrafo Criteri) consentono di individuare due tipologie di ambiti di protezione:

- *ambiti di protezione delle acque sotterranee (A_u)*: indicano la presenza di una falda freatica di acqua potabile. In linea di massima, l’installazione di sonde geotermiche è permessa solo in zone marginali agli ambiti stessi e già edificate. Pali energetici e serpentine devono invece essere costruiti sopra la falda. Il rilascio dell’autorizzazione all’impianto si basa comunque su valutazioni effettuate caso per caso;
- *ambiti di protezione dell’acqua potabile ($Area, S_1, S_2, S_3$)*: indicano l’esistenza di captazioni delle acque ad uso potabile o luoghi in cui tali captazioni sono pianificate. In questi ambiti è vietata l’installazione di sonde geotermiche.

All’esterno di tali ambiti, è consentita l’installazione di impianti geotermici (cfr. Scheda informativa “Calore ambientale”). La carta geotermica del Ticino, disponibile presso SUPSI-DACD-IST, mostra la localizzazione di tali ambiti sul territorio dei Comuni del Generoso: le zone di protezione delle acque potabili (colore rosso in figura), nelle quali l’installazione delle sonde geotermiche è vietata, non sembrano intaccare la zona più popolosa della regione Generoso anche se una buona parte dei nuclei di Breggia e Castel San Pietro sono localizzati all’interno di quest’area, situata principalmente lungo la valle di Muggio.

Un’area relativamente importante dei comuni di Morbio Inferiore, Vacallo e Breggia (Morbio Superiore) è invece inserita in zona di protezione delle acque sotterranee (A_u , colore arancione in figura), nella quale l’installazione di sonde geotermiche è autorizzata previa valutazione specifica.

Il Cantone Ticino non si è dotato di una procedura ufficiale e legalmente vincolante per il rilascio delle autorizzazioni negli ambiti A_u , effettuando valutazioni caso per caso, sulla base della documentazione geologico-tecnica presentata all’atto della richiesta di autorizzazione (verifica puntuali delle eventuali interazioni con la falda) e della presenza di altri impianti in zona (stima dell’effetto di cumulo sulla falda freatica). Il Cantone dispone tuttavia di una cartografia indicativa, alla quale si appoggia nel corso di queste valutazioni, che individua le aree interne agli ambiti A_u in cui, in base a considerazioni sui conflitti sull’uso delle acque

sotterranee, può essere concessa l'autorizzazione alla posa di sonde geotermiche. Tenendo conto di tale cartografia, risulta che le aree idonee all'installazione di sonde geotermiche sono quelle evidenziate in colore verde in Figura 31; a questo proposito si segnala come la maggior parte del territorio di Vacallo, Morbo Inferiore e Castel San Pietro è considerata idonea per l'installazione di sonde geotermiche. Negli altri ambiti l'autorizzazione cantonale è negata o comunque concessa con maggiore difficoltà.

Il "Modello di stima del potenziale del calore ambiente - sottosuolo" riportato nell'Allegato 7 illustra le logiche seguite per la stima del potenziale, che si basano sul fabbisogno termico degli edifici situati nelle zone idonee all'installazione di sonde geotermiche, tenendo conto dei vincoli di tutela delle acque vigenti.

Sfruttando le sonde geotermiche è realisticamente possibile sfruttare un fabbisogno termico di 28'687 MWh/anno, equivalenti al fabbisogno termico espresso

- dagli edifici residenziali, esclusi gli edifici ad una abitazione, e
- dagli edifici per commercio e per servizi

attualmente alimentati a olio combustibile e situati nelle aree idonee.

È possibile effettuare un confronto con il fabbisogno termico complessivamente espresso dagli edifici situati sul territorio dei Comuni del Generoso: sfruttare il calore del sottosuolo consentirebbe di coprire poco meno del 20% del fabbisogno di energia termica attualmente registrato dall'intero settore residenziale.

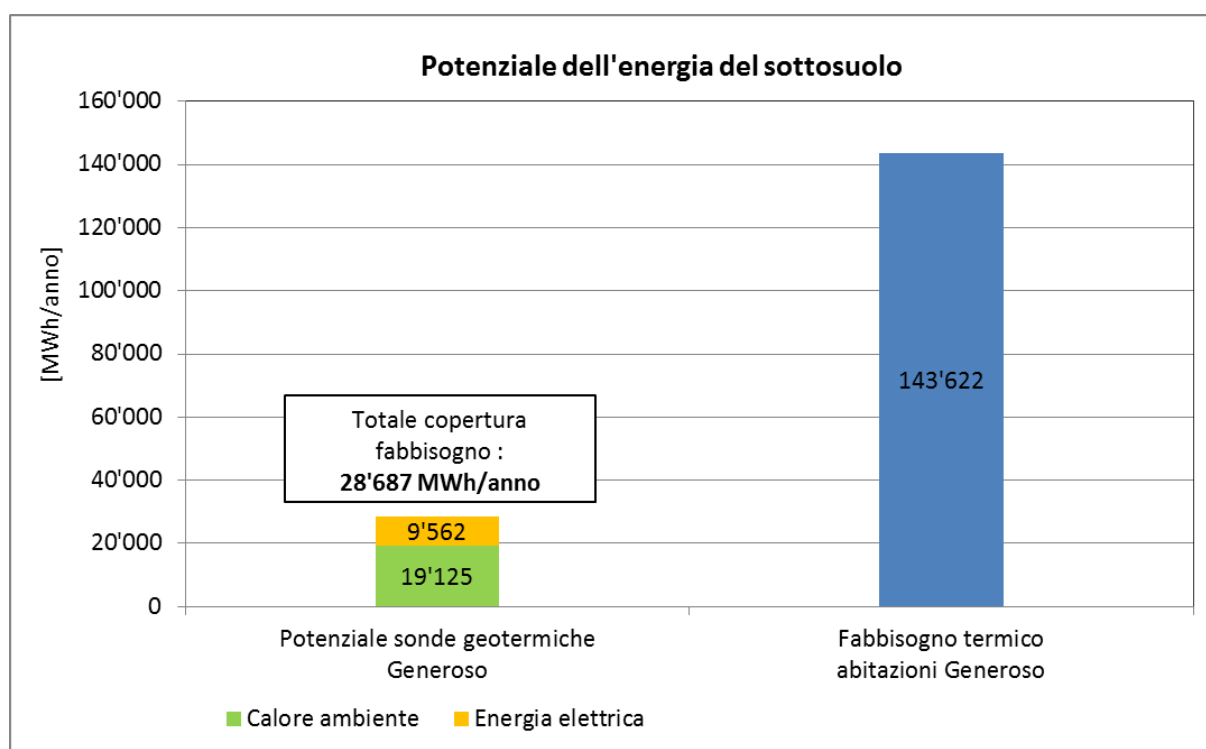


Figura 30 Il potenziale di sfruttamento dell'energia termica del sottosuolo per gli edifici di natura residenziale, a confronto con il fabbisogno di energia termica espresso dagli edifici residenziali.

In proposito occorre tuttavia considerare che le pompe di calore che sfruttano il calore del sottosuolo devono essere alimentate con energia elettrica. Considerando un coefficiente di lavoro annuo (CLA) della pompa di calore pari a 3 (valore cautelativo, in quanto oggi la

maggior parte delle pompe di calore combinate con sonda geotermica ha un COP che si aggira intorno a 4), il fabbisogno termico dell'edificio sia coperto per 1/3 da energia elettrica, per 2/3 dal calore recuperato dal sottosuolo. La Figura 30 mostra l'effettivo potenziale associato allo sfruttamento del sottosuolo, tenendo conto dei consumi di energia elettrica.

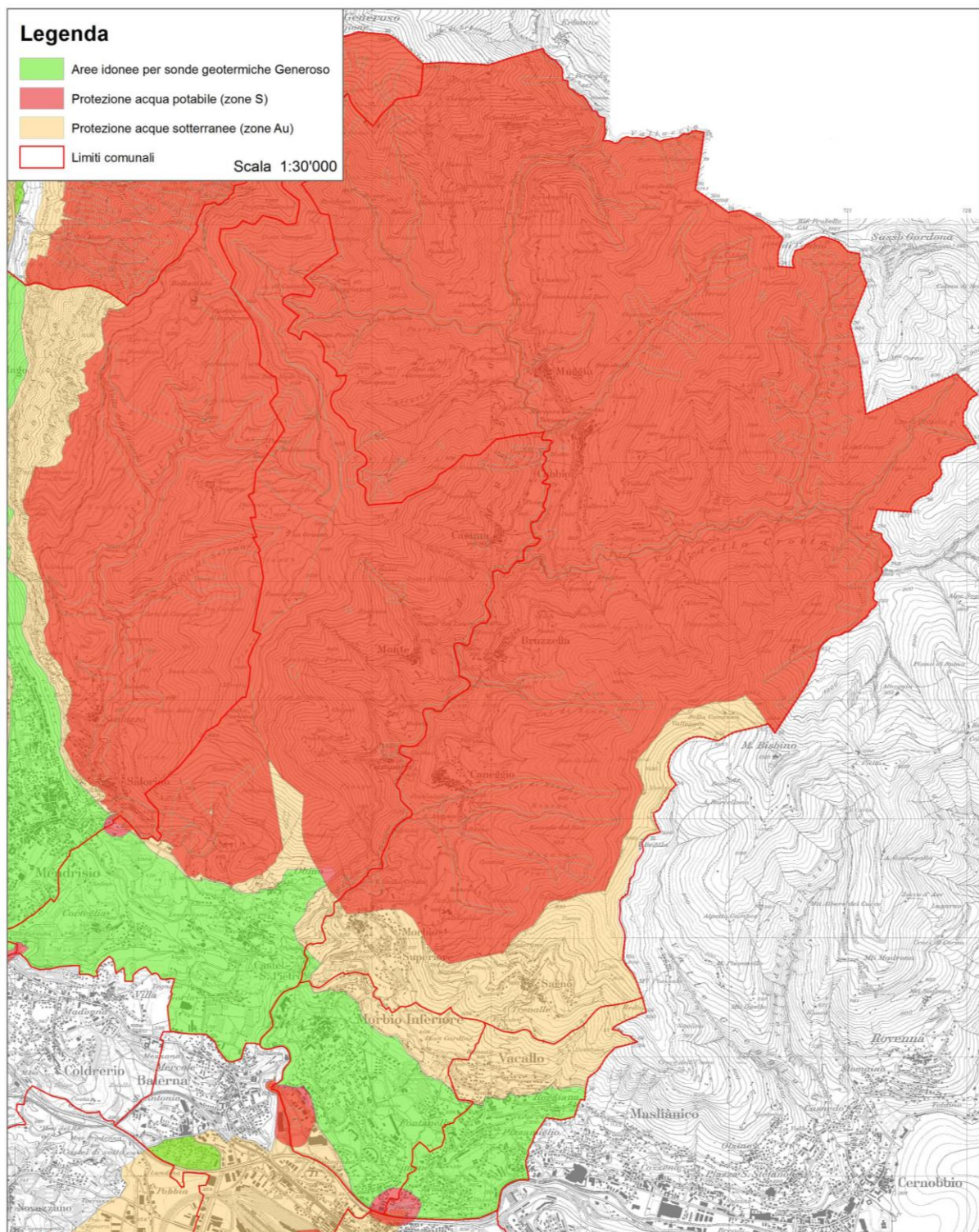


Figura 31 Le aree idonee all'installazione di sonde geotermiche, rappresentate in verde [fonte: SPAAS e SUPSI-DACD-IST, elaborazione SUPSI-DACD-ISAAC].

9.4.3 *Potenziale acque superficiali*

Lo sfruttamento delle acque superficiali a fini energetici è una tecnica di recupero del calore che sta viepiù prendendo piede alle nostre latitudini. L'utilizzo dei fiumi per la produzione di energia idroelettrica è inoltre ben presente sul panorama energetico ticinese.

Per facilità di trattazione, i potenziali di sfruttamento delle acque superficiali sono generalmente descritti separatamente per i vettori energetici "fiume" e "lago". Vista l'assenza il contesto geografico del vettore energetico "lago" è tratto unicamente il tema legato allo sfruttamento termico dell'acqua da lago.

Lo sfruttamento delle acque di fiumi a fini energetici può avvenire in due modi: per la produzione di energia elettrica, attraverso turbine di tipo idroelettrico in impianti ad acqua fluente (cfr. capitolo 9.2), e per la produzione di energia termica, grazie a pompe di calore che sfruttano il calore dell'acqua.

Per quanto riguarda i potenziali di sfruttamento dell'acqua di fiume a scopi termici ci si affida generalmente alla posa di uno scambiatore nel letto di un fiume. Il calore estratto dal fiume é in seguito valorizzato grazie all'utilizzo di una pompa di calore che permette di innalzare le temperature e renderle sufficienti al raggiungimento della temperatura di esercizio.

Alcune condizioni sono tuttavia essenziali per consentire lo sfruttamento di queste acque superficiali:

- In primo luogo deve essere sempre rispettato un deflusso minimo. Secondo l'ufficio per i rifiuti, l'acqua, l'energia e l'aria del Canton Zurigo⁹ può essere considerato sfruttabile ai fini termici unicamente se il Q_{347} ¹⁰ risulta essere superiore a 500 l/s¹¹. Inoltre è da segnalare che ai sensi della legge sulla protezione delle acque per i prelievi di scarsa entità non è prescritto un deflusso residuale da rispettare, bensì é limitata la quantità di prelievo consentita¹².
- Un'ulteriore fattore è quello relativo all'ubicazione del fabbisogno energetico attuale. Al crescere della distanza dal lago, crescono proporzionalmente i costi di investimento per la realizzazione delle tubature per la captazione dell'acqua e la distribuzione alle utenze aventi. In generale, al possibilità di sfruttamento diretto delle acque del fiume da parte dei singoli utenti finali perde di interesse tecnico-economico per distanze superiori a 50 metri dalla riva, in relazione agli elevati costi di infrastrutturazione. Per distanze superiori a 50 metri potrebbe essere ipotizzabile lo sfruttamento dell'acqua secondo un approccio centralizzato, con una centrale termica costituita da una pompa di calore di grandi dimensioni, affiancata da una rete per la distribuzione del calore alle singole utenze (rete di teleriscaldamento).

⁹ Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL).

¹⁰ Q_{347} : la portata, determinata su un periodo di dieci anni, che è raggiunta o superata in media durante 347 giorni all'anno.

¹¹ Planungshilfe Wärme- Kältenutzung aus Flüssen und Seen, AWEL, Zürich, http://www.awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/energie_radioaktive_abfaelle/waermenutzung_ausuntergrund_wasser/OG.html.

¹² <http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01284/01286/01288/index.html?lang=it>

Visti i deflussi minimi non particolarmente importanti del fiume Breggia (Q347 (periodo 1966-2012) = 50 l/s), si ritiene che questo potenziale non è sfruttabile¹³.

9.4.4 Potenziale aria

La possibilità di sfruttare il calore contenuto nell'aria non è teoricamente soggetta ad alcun vincolo fisico: la pompa di calore aria-acqua può essere installata ovunque, in quanto il fluido termovettore "aria" è disponibile ovunque, senza limitazioni.

L'efficienza della pompa di calore è direttamente proporzionale alla temperatura dell'aria: più elevato è il calore prelevabile dall'aria esterna, minore è la quantità di lavoro da fornire sotto forma di energia elettrica, a parità di energia termica da fornire a un edificio. Alle latitudini del Ticino, la temperatura dell'aria è mediamente superiore alla temperatura registrata sull'Altopiano svizzero, su tutto l'arco del periodo invernale di riscaldamento¹⁴: utilizzare le pompe di calore aria-acqua risulta pertanto più conveniente in Ticino (basse quote) che in altre parti della Svizzera.

Se confrontate con le altre possibilità di sfruttamento del calore ambiente, le pompe di calore che sfruttano il calore dall'aria risultano le meno efficienti. L'efficienza è generalmente misurata attraverso il coefficiente di lavoro annuo CLA, che misura il rapporto tra l'energia termica prodotta e l'energia elettrica consumata in ingresso, lungo l'arco di un anno di funzionamento dell'impianto. Premesso che l'efficienza dipende anche dalla temperatura del circuito di distribuzione del calore nell'edificio, a sua volta legata al grado di isolamento termico dell'edificio, in linea di massima è possibile caratterizzare le prestazioni delle pompe di calore come mostrato in

Coefficiente di lavoro annuo (CLA)	Edificio di nuova costruzione	Edificio risanato
Pompe di calore aria - acqua	2.8 – 3.5	2.5 – 3.0
Pompe di calore acqua - acqua	3.8 – 5.0	3.5 – 4.5
Pompe di calore sottosuolo - acqua	3.5 – 4.5	3.2 – 4.0

Tabella 35.

Coefficiente di lavoro annuo (CLA)	Edificio di nuova costruzione	Edificio risanato
Pompe di calore aria - acqua	2.8 – 3.5	2.5 – 3.0
Pompe di calore acqua - acqua	3.8 – 5.0	3.5 – 4.5
Pompe di calore sottosuolo - acqua	3.5 – 4.5	3.2 – 4.0

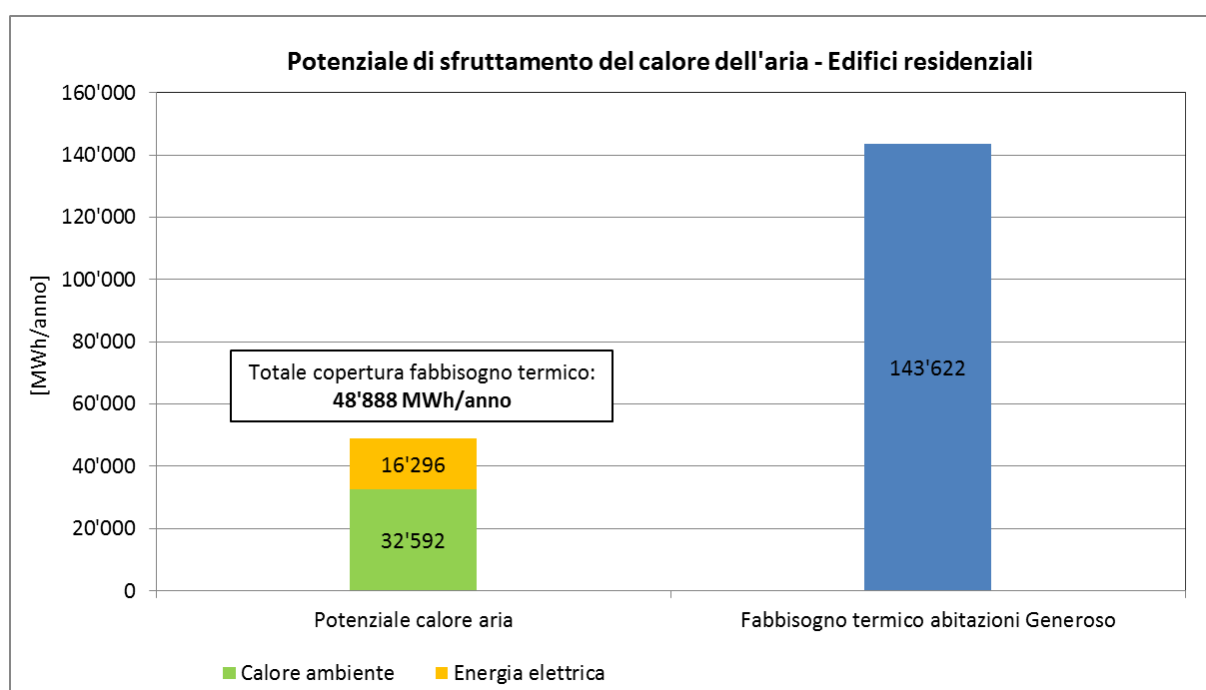
¹³ Secondo quanto stabilito dall'aiuto alla pianificazione "Planungshilfe Wärme-Kältenutzung aus Flüssen und Seen" sviluppato dall'AWEL del Canton Zurigo, la portata, determinata su un periodo di dieci anni, che è raggiunta o superata in media durante 347 giorni all'anno (Q347) che permetta uno sfruttamento del fiume a scopi termici (per riscaldamento o raffrescamento) deve essere più importante di 500 l/s.

¹⁴ A titolo di riferimento, si consideri che la temperatura di progetto per il dimensionamento delle pompe di calore indicata dalla norma SIA è di -8°C per gli impianti sull'Altopiano, di -4°C per gli impianti a sud delle Alpi [Fonte: "Le pompe di calore in dieci domande", UFE, 2007].

Tabella 35 Intervalli di prestazione per le tre tipologie di pompa di calore [fonte: “Pompes à chaleur – Questions et réponses”, UFE, febbraio 2010].

Le pompe di calore aria-acqua si caratterizzano dunque per prestazioni meno efficienti, a cui consegue un costo di esercizio maggiore (maggiore costo dell'energia necessaria per il riscaldamento nel corso della vita dell'impianto), tuttavia sono le più economiche dal punto di vista dell'investimento iniziale, poiché non necessitano di costosi impianti per la captazione del calore ambientale. Esse sono pertanto particolarmente adatte per i piccoli edifici, in particolare quelli ad una abitazione.

Sebbene il potenziale di sfruttamento del calore ambientale contenuto nell'aria possa considerarsi illimitato, sia per le nuove costruzioni che per quelle esistenti, è possibile stimarne un valore minimo da usarsi quale “riferimento inferiore”. Si ritiene che tale valore



possa coincidere con il fabbisogno termico espresso dagli “edifici ad una abitazione” che utilizzano l'olio combustibile o il gas quale vettore di riscaldamento principale, cioè quelli che hanno la maggiore propensione alla conversione a pompa di calore (possibilità di conversione dal fossile e abbandono dell'olio combustibile o del gas a fronte di costi di investimento contenuti). Sotto tale ipotesi, il fabbisogno termico degli edifici ad una abitazione riscaldati a olio o gas è pari a circa 48'888 MWh/anno (cfr. Tabella 36).

Tabella 36 Il fabbisogno termico [MWh/anno] espresso dagli edifici residenziali ad una abitazione, ritenuti quelli con maggiore propensione alla conversione a pompe di calore ad aria.

Nell'ipotesi di coprire tale fabbisogno termico mediante pompe di calore alimentate ad aria, è ragionevole ipotizzare un coefficiente medio di prestazione delle pompe di calore annuo (CLA) pari a 3, cioè ipotizzare che il fabbisogno termico degli edifici sia coperto per 1/3 da energia elettrica e per 2/3 dal calore recuperato dall'aria. Il contributo del calore ambientale-aria alla copertura del fabbisogno termico sarebbe dunque di 32'592 MWh/anno; 16'296

MWh/anno nella forma di energia elettrica sarebbero invece consumati al fine di poter usufruire di un quantitativo di energia termica complessivamente pari a 48'888 MWh/anno. Ponendo tali valori a confronto con il fabbisogno termico espresso dagli edifici residenziali situati sul territorio dei Comuni del Generoso emerge che questa fonte energetica potrebbe contribuire alla sua copertura per quasi il 34%).

10. Potenziale di produzione di energia da infrastrutture

Le infrastrutture esistenti sul territorio possono svolgere una duplice funzione: oltre a svolgere la funzione primaria per cui sono state progettate e realizzate, esse possono essere usate quale fonte di energia, termica o elettrica, con un doppio beneficio.

In questo capitolo sono solamente riportate le stime finali del potenziale disponibile. In allegato sono invece descritti gli eventuali modelli di calcolo cui ci si è appoggiati per la stima dei potenziali.

In ragione di una valutazione preliminare delle caratteristiche e potenzialità delle infrastrutture presenti sul territorio del Generoso, si è ritenuto opportuno considerare i seguenti potenziali energetici da infrastrutture:

- Potenziale di sfruttamento dall'energia dall'acquedotto: calore e turbinaggio da acqua potabile;
- Potenziale di sfruttamento delle acque luride: calore;
- Potenziale di sfruttamento dell'impianto di depurazione delle acque: biogas e acque di scarico;
- Potenziale di sfruttamento del calore residuo da processi produttivi.

10.1 Energia dall'acquedotto

La situazione idrica dei comuni della regione Generoso è brevemente descritta nei seguenti paragrafi.

L'approvvigionamento idrico in acqua potabile nel Comune di Breggia é garantito da proprie sorgenti e da apporti esterni. In particolare la Sezione di Sagno è approvvigionata dalle sorgenti Fontane e, tramite pompaggio, dal serbatoio Vacallo dell'omonimo Comune; le Sezioni di Bruzella, Caneggio e la frazione di Campora sono approvvigionate dalle sorgenti della Valle della Crotta mentre la Sezione di Cabbio è approvvigionata dalle sorgenti Seneggia, Fuett e dalle sorgenti della Sezione di Muggio.

L'approvvigionamento idrico del comune di Castel San Pietro si fa in parte dai Pozzi Vernora e Paolaccio (Mendrisio) così come dalle sorgenti della Valle della Crotta per la Frazione di Castel San Pietro mentre dalla sorgente Fontana e dal pozzo Paolaccio per la frazione di Monte. Le altre due frazioni di Castel San Pietro sono alimentate principalmente dalla sorgente della Valle della Crotta (Campora) così come anche dalla sorgente Fuet (1 e 2) e dal pozzo Paolaccio per quanto riguarda la frazione di Casima.

Entrambi i comuni di Vacallo e Morbio Inferiore sono principalmente alimentati grazie alla condotta che parte dalla sorgente della Valle della Crotta.

10.1.1 Calore da acqua potabile

Una descrizione del concetto alla base dello sfruttamento del calore contenuto nell'acqua potabile e una panoramica delle tecniche e dei criteri sono indicati Scheda informativa - Calore da acqua potabile. Riassumendo, il concetto è identico a quello formulato per l'estrazione del calore da acque sotterranee o superficiali. Anche in questo caso infatti le acque che scorrono nell'acquedotto hanno una temperatura mediamente più elevata della temperatura dell'aria esterna.

La possibilità di sfruttamento investigata contempla il prelievo dell'acqua potabile dalla rete dell'acquedotto esistente ed il suo sfruttamento termico prima della re-immissione in rete. Per questa ragione questa alternativa è potenzialmente applicabile anche all'edificio esistente. In questo caso bisogna tenere presente come gli investimenti per la pompa di calore, il nuovo allacciamento alla rete dell'acquedotto (nel caso sia necessario) e gli eventuali impianti per la re-immissione in rete siano più facilmente ammortizzabili su edifici di grandi dimensioni. Per questa ragione all'interno dell'analisi svolte sono considerati unicamente gli edifici aventi una potenza installata superiore a 150 kW. Si è inoltre ipotizzato che gli edifici attualmente riscaldati con il gas non sono interessanti, almeno a medio termine, allo sfruttamento di questo potenziale. Si sono pertanto unicamente considerati gli edifici alimentati ad olio combustibile. Bisogna infine tenere presente che l'acqua proveniente dalla rete dell'acquedotto ha quale scopo primario la soddisfazione del fabbisogno in acqua potabile della popolazione. Per questa ragione si considera che gli edifici industriali, viste le incertezze riguardo all'utilizzo della fonte energetica al loro interno (il calore prodotto può essere utilizzato per processi e ha requisiti maggiori a quelli soddisfatti attualmente da questa tecnologia), non debbano essere considerati nel calcolo di questo potenziale. Lo sfruttamento di questa risorsa quale fonte energetica non deve entrare in conflitto con il suo utilizzo primario. Al fine di ridurre in modo significativo questo problema si è considerato che dopo l'utilizzo, l'acqua sanitaria può essere re-immessa nella rete dell'acquedotto grazie ad accorgimenti tecnici che ne garantiscano la purezza. In questo caso il potenziale equivale al fabbisogno degli edifici considerati come adatti all'utilizzo di questa tecnologia.

I risultati della valutazione mostrano che nella regione Generoso vi sono 46 edifici residenziali e per commerciali aventi quale fonte energetica l'olio combustibile o gas naturale ed una potenza termica installata maggiore di 150 kW.

Tipo edificio	Numero edifici	Fabbisogno [MWh/a]
Edificio residenziale (tre e più abitazioni)	38	13'192
Edificio per commercio e servizi	8	7'711
Totale	46	20'903

Tabella 37 Potenziale acquedotto attualmente non sfruttato

Ipotizzando anche un coefficiente medio di prestazione delle pompe di calore (CLA) pari a 3, il fabbisogno termico stimato risulterebbe coperto per 1/3 da energia elettrica, per 2/3 dal calore recuperato dall'acquedotto. L'effettivo contributo alla copertura del fabbisogno termico da parte del calore residuo dall'acqua potabile risulterebbe dunque di 13'935 MWh/a. A questo devono essere aggiunti 6'968 MWh/a di energia elettrica. Un ulteriore criterio da considerare, vista l'opzione di re-immissione in rete adottata, riguarda il raffreddamento dell'acqua conseguente all'asportazione del calore da parte di un utente dell'acquedotto. Essa non deve essere tale da determinare un consumo energetico eccessivo per la produzione dell'acqua calda sanitaria da parte degli altri utenti dell'acquedotto. Questo implica che lo sfruttamento di questa risorsa sia omogeneamente distribuito sul territorio in quanto una vicinanza troppo elevata tra gli utilizzatori non permette all'acqua di riportarsi

rapidamente alla temperatura iniziale. Vista l'esistenza di tali conflitti consideriamo a titolo cautelativo che il potenziale utilizzo di energia termica da acqua potabile non potrà essere sfruttato appieno ed equivalga solamente al 50% di quello teorico vale a dire 6'968 MWh/a. A questo dovranno essere aggiunti 3'484 MWh/a di energia elettrica necessaria al funzionamento della pompa di calore.

10.1.2 **Elettricità dal turbinaggio dell'acqua potabile**

Una descrizione del concetto alla base della produzione di elettricità da acqua potabile e una panoramica delle tipologie di impianto e dei criteri sono indicati nella Scheda informativa - Elettricità da acqua potabile. La condizione minima per una gestione redditizia di una centrale idroelettrica alimentata da acqua potabile è una produzione pari a 25'000 kWh/a. La produzione annua di elettricità di una centrale di questo tipo può essere stimata applicando la seguente formula:

$$E \text{ [kWh/a]} = P_{el} \text{ [kW]} \times Ore_{funz.} \text{ [H]} = Q \text{ [l/s]} \times H_n \text{ [m]} \times 7/1000 \times Ore_{funz.} \text{ [H]}$$

dove

- P_{el} = potenza elettrica turbina, espressa in kW;
- $Ore_{funz.}$ = ore di funzionamento dell'impianto durante un anno, 97% di 8760 ore/anno;
- Q = portata media giornaliera, espressa in l/s;
- H_n = salto idraulico netto, espresso in m;

Per quanto riguarda la parte bassa della regione Generoso (Vacallo e Morbio inferiore) si può ipotizzare l'installazione di mini impianto da tra l'acquedotto del Piazzöo (520 m.s.l.m.) e il serbatoio Pezzola (418 m.s.l.m.). Ipotizzando:

- $Q = 320 \text{ l/min} / 60 \text{ s/min} = 5.33 \text{ l/s}$;
- $H_n = 0.95 * H_{lordo} = 0.95 * (520-418) = 96.9$;

Si ottiene una potenza elettrica netta installabile pari a 3.62 kW con una produzione annua di 31'256 kWh/anno.

Considerando un costo d'investimento pari a 141'680 CHF, si ottiene considerando un ammortamento di 25 anni ed un tasso d'interesse del 2% un costo dell'energia pari a 28,41 cts/kWh. Oltre ad una redditività al limite bisogna inoltre considerare che secondo il nuovo Piano Cantonale di Approvvigionamento Idrico della Valle di Muggio (PCAI-VM) l'acqua potabile del consorzio che attualmente é distribuita alle zone di Vacallo, Castel San Pietro e Morbio Inferiore rimarrà in valle. Il collegamento analizzato sarà quindi utilizzato unicamente per emergenza od esuberi. Ciò rende quest'opzione di sfruttamento non più interessante da un punto di vista economico.

Per quanto riguarda la parte alta della regione Generoso valgono invece le seguenti considerazioni:

Le sorgenti consortili Crotta hanno una portata di ca. 600 l/min. La tubazione conduce al serbatoio Bruzzella. Il salto idraulico sembra tuttavia limitato e per questa ragione la redditività economica risulta limitata nonostante le portate importanti.

Le sorgenti del consorzio Piazzöö sono a quota 700 m.s.l.m. e il serbatoio a circa 520 m.s.l.m. Viste le portate elevate (800 l/min) le premesse per una produzione idroelettrica sarebbero buone. Tuttavia vista la vetustà della condotta (ha più di 100 anni) le rotture sono abbastanza regolari e non è adatta ad un deflusso in pressione (> 16 bar). Se nei prossimi anni si prevedrà una sostituzione allora sarà possibile integrare un impianto idroelettrico di circa 15 kW con buone prospettive finanziarie. L'investimento è però redditizio solo nel caso in cui i costi della nuova condotta sono a carico dell'acquedotto. Purtroppo con il PCAI-VM solo una minima parte delle acque arriverà a Morbio Inferiore mentre un'altra parte sarà impiegata anche per la sponda destra della Valle. I potenziali in questo caso si riducono e non sembrano più economicamente interessanti.

Altre due situazioni interessanti, sulla carta, sarebbero le sorgenti Fuett sopra Casima e Genor sopra Roncapiano. Tuttavia, viste le portate molto basse in entrambi i casi (<10 l/min), le condizioni per l'installazione di un impianto idroelettrico non sono garantite.

Attualmente sembrano esserci potenziali sfruttabili abbastanza facilmente nella regione Generoso. L'imminente implementazione del nuovo Piano di Approvvigionamento azzera tuttavia buona parte dei potenziali presenti in loco. Nonostante ciò occorre prestare particolare attenzione alle prossime evoluzioni onde poter implementare eventuali impianti di produzione energetica.

10.2 Calore dalle acque reflue

Le acque reflue possono essere un'interessante fonte di calore residuo sfruttabile per il riscaldamento e il raffrescamento degli edifici. Ciò è possibile perché in inverno le acque di scarico sono notevolmente più calde rispetto all'aria esterna, mentre in estate risultano più fredde (le temperature delle acque dell'IDA di Chiasso si situano attorno ai 12°C (cfr. Capitolo 10.3.2)). In Svizzera sono in funzione oltre 100 impianti di produzione di energia dalle acque reflue. Secondo calcoli effettuati dall'Ufficio federale dell'energia questo sistema di produzione di calore potrebbe essere applicato a circa il 5 per cento di tutti gli edifici.

L'analisi si è concentrata sul sistema di canalizzazioni, prendendo in considerazione i criteri di idoneità legati al numero di utenti della regione e alla struttura dei canali (cfr. Scheda informativa - Recupero di calore e freddo dall'IDA e dalle acque).

Il primo approccio è stato, vista l'assenza di stazioni di misura della portata, quello di definire il bacino di utenza delle canalizzazioni presenti sul territorio di della regione Generoso.

La rete delle canalizzazioni locale serve buona parte dei 11'745 abitanti della regione Generoso (alcune frazioni di Castel San Pietro e Breggia hanno degli impianti di depurazione individuali) ai quali vanno aggiunti gli abitanti di alcuni comuni che si trovano nelle vicinanze (Balerna, Chiasso, Coldrerio e, anche se solo parzialmente, Novazzano) che immettono le loro acque reflue nella stessa rete di canalizzazione.

Il risultato di questa prima analisi è visibile in Figura 32. Come si può ben notare il bacino d'utenza non convoglia le acque luride in una sola canalizzazione consortile ma utilizza invece molteplici ramificazioni della rete per portare le acque luride all'impianto di depurazione. Per questa ragione i criteri di idoneità legati al numero di utenti (bacino d'utenza di almeno 5'000-10'000 abitanti) necessari a garantire un flusso di acque luride sufficiente per il recupero di calore a scopo di riscaldamento degli edifici non è sempre soddisfatto.

Un ulteriore criterio che deve essere soddisfatto riguarda il diametro minimo di una tubatura. Il diametro delle canalizzazioni dovrebbe infatti essere sufficientemente importante (almeno 80 cm) così da permettere la posa di scambiatori di calore al loro interno. Dall'analisi effettuata sul catasto delle canalizzazioni risulta che la maggior parte della rete consortile è formata da condotte con un diametro inferiore a 50 cm. Alcuni tratti con un diametro di almeno 80 cm potrebbero tuttavia risultare adatti allo sfruttamento del calore residuo da acque luride.

Le condotte consortili che soddisfano ambedue i criteri tecnici sono colorate in verde nella Figura 32.

Per definire il potenziale di sfruttamento del calore residuo da acque luride in riferimento all'attuale parco edifici un'ulteriore analisi è necessaria. Il criterio utilizzato per la selezione degli edifici che potrebbero sfruttare questa risorsa energetica è la vicinanza della risorsa. Sono infatti stati considerati unicamente gli edifici localizzati ad una distanza massima di 30m dalla canalizzazione.

Gli edifici riscaldati selezionati utilizzando questo criterio hanno un fabbisogno termico pari a circa 1'066 MWh/a. È tuttavia importante considerare come anche in questo caso l'implementazione di questa tecnologia necessita di una pompa di calore. Considerando un COP di 3 si ritiene che la produzione di calore ambientale sfruttato sia pari a 711 MWh/a mentre l'energia elettrica necessaria al funzionamento della pompa è di 355 MWh/a.

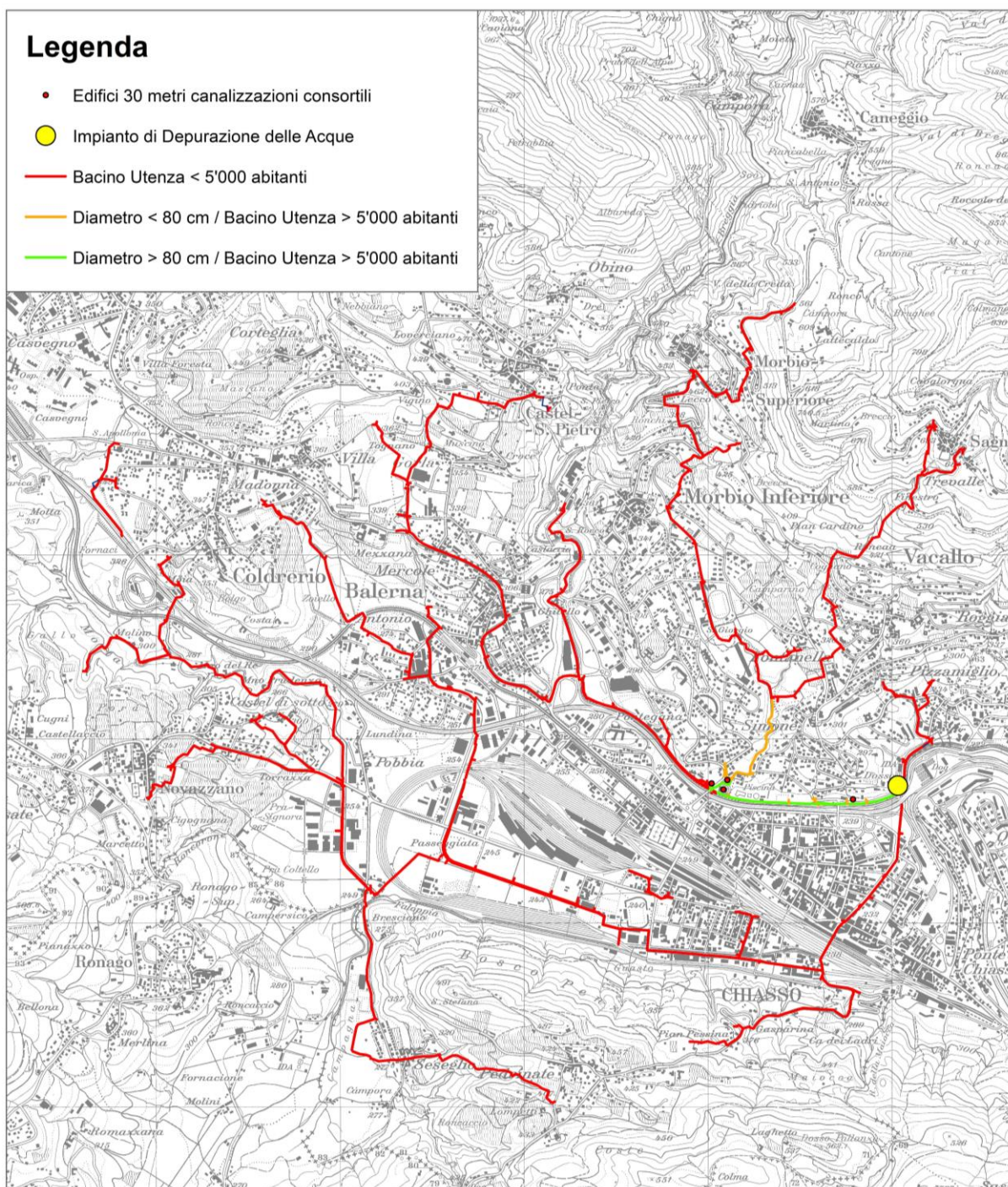


Figura 32 Piano canalizzazioni consortili e zone più idonee allo sfruttamento delle condotte fognarie.

10.3 Impianto di depurazione delle acque (IDA)

Consorzio depurazione acque di Chiasso e dintorni (CDC) è stato costituito con decisione del Consiglio di Stato del luglio 1959 tra i Comuni di Balerna, Chiasso, Castel S. Pietro, Coldrerio, Morbio Inferiore, Novazzano e Vacallo, con il compito di realizzare sia le opere di adduzione sia l'impianto di depurazione (IDA), che oggi trova la sua ubicazione in località Pizzamiglio nel Comune di Vacallo.

Con risoluzione governativa del 4 settembre 1973 nel Consorzio erano inclusi i Comuni di Morbio Superiore e Sagno mentre nel 2004, il consiglio consortile del CDC ha dato la sua adesione all'allargamento del comprensorio del consorzio ai Comuni della sponda sinistra della Valle di Muggio.

Attualmente all'IDA di Pizzamiglio sono allacciati 8 Comuni (Balerna, Castel San Pietro, Chiasso, Coldrerio, Morbio Inferiore, Novazzano (parz.), Vacallo, e Breggia (parz.)).

L'IDA di Pizzamiglio si trovava nel 2000 in uno stato che non offriva né a medio né a lungo termine sufficienti garanzie di buon funzionamento, a causa di una concezione parzialmente superata e di uno stato di conservazione delle apparecchiature precario. Con lo scopo di risolvere questa situazione sono state recentemente adottate delle misure urgenti nei campi dell'aerazione dei bacini, dell'impianto di dosaggio, e di varie revisioni di apparecchiature.

Si fa osservare che, oltre alle opere già eseguite, si prevedono ulteriori modifiche, riguardanti essenzialmente il potenziamento della biologia dell'IDA (conclusione dei lavori nel 2017).

Tutte le considerazioni effettuate sono tratte dalla richiesta di credito (fase 1 e 2) per il sussidio delle opere di migioria e ampliamento del CDC pubblicato il 7 marzo 2006.

10.3.1 Biogas prodotto dall'IDA

Il processo di depurazione delle acque svolto presso l'IDA di Vacallo ha quale sotto-prodotto i fanghi di depurazione. Il processo di degradazione della sostanza organica che li compone rilascia in atmosfera un gas, detto *biogas*, caratterizzato da una concentrazione di gas naturale (metano) compresa tra il 40% e il 60%. Questa risorsa è caratterizzata da buone proprietà combustibili e può essere utilizzata a fini di produzione di energia termica ed elettrica.

Quasi tutti gli IDA sono dotati degli impianti atti a raccogliere il biogas rilasciato dal processo di fermentazione dei fanghi di depurazione (digestori) nonché a favorire la fermentazione, attraverso il mantenimento della temperatura nei digestori su valori di circa 35°C (fermentazione mesofila) o di 55°C (fermentazione termofila).

L'energia prodotta è oggi utilizzata per coprire il fabbisogno termico ed elettrico dell'impianto. Attualmente il processo di digestione dei fanghi permette la produzione di 300'061 m³ di biogas all'anno.

Il fabbisogno annuale (nel 2012) di energia termica (679 MWh) è totalmente coperto grazie all'utilizzo di 300'061 m³ di biogas. Nel 2012 il motore a gas ha inoltre permesso di produrre 459 MWh di energia elettrica la quale è stata interamente venduta alla rete elettrica.

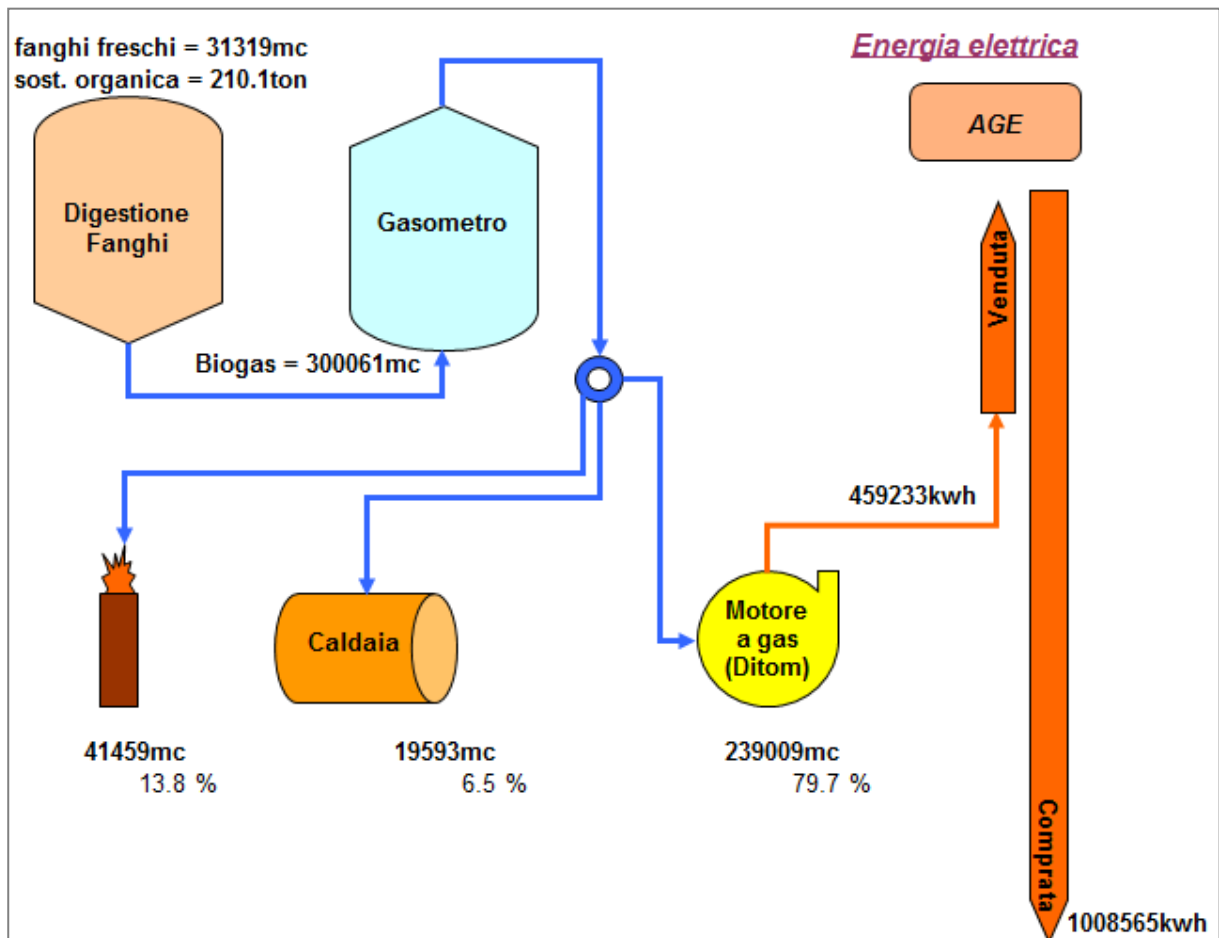


Figura 33 Produzione e utilizzo del biogas all'interno dell'impianto di depurazione delle acque di Vacallo

I potenziali sembrano già essere attualmente sfruttati e non presentano ulteriori migliorie possibili.

10.3.2 Calore dalle acque reflue in uscita dall'IDA

I reflui dell'IDA costituiscono una notevole fonte di energia termica sfruttabile mediante la tecnologia delle pompe di calore. Il recupero energetico a partire dall'effluente dell'IDA presenta i seguenti aspetti positivi:

- utilizzo di acqua praticamente priva di impurità, con minori problemi di usura degli scambiatori di calore dell'impianto di recupero energetico;
- ingenti flussi di acqua caratterizzati, grazie alla capacità tampone esercitata dall'IDA, da omogeneità a livello di portate e limitate fluttuazioni di temperatura;
- nessun influsso sui processi dell'IDA: la perdita in temperatura dell'effluente non agisce in alcun modo sul trattamento delle acque, come potrebbe invece avvenire nel caso di uno sfruttamento eccessivo dei reflui in canalizzazione.

Per poter effettuare l'analisi del potenziale sono stati considerati i dati d'esercizio 2010 e 2013 valutando le portate giornaliere relative al 50° e al 15° percentile (

Periodo	Portata [l/s]		
	Media	15° percentile	50° percentile
Anno 2010 <i>gennaio – dicembre</i>	204	170	200
Anno 2013 <i>gennaio – dicembre</i>	195	138	171
Periodo 2010-2013	200	149	189

Tabella 38):

- **50° percentile:** il 50% delle portate giornaliere è inferiore a questo valore: è dunque un valore rappresentativo delle condizioni medie di portata disponibile in uscita dall'IDA;
- **15° percentile:** il 15% delle portate giornaliere è inferiore a questo valore: è dunque un valore rappresentativo delle condizioni critiche di portata disponibile in uscita dall'IDA (bassi valori di portata disponibile).

È stato successivamente valutato l'andamento medio giornaliero delle portate istantanee (l/s) in corrispondenza dei sopracitati valori di portata giornaliera.

Si sottolinea che i valori minimi (15° percentile) non sono direttamente dipendenti dal tasso di piovosità istantaneo ma si verificano in corrispondenza di condizioni di tempo prolungatamente secco.

Periodo	Portata [l/s]		
	Media	15° percentile	50° percentile
Anno 2010 <i>gennaio – dicembre</i>	204	170	200
Anno 2013 <i>gennaio – dicembre</i>	195	138	171
Periodo 2010-2013	200	149	189

Tabella 38 Portate giornaliera e istantanea relative al 15° e 50° percentile [fonte: IDA CDC, elaborazione ISAAC].

Si sono quindi definiti i seguenti scenari, con portata istantanea di esercizio minima:

- Condizioni medie: 189 l/s (relativa al 50° percentile e all'anno solare)
- Condizioni critiche: 149 l/s (relativa al 15° percentile e all'anno solare)

Le temperature delle acque di rifiuto sono costanti tutto l'anno e si assestano su valori tra i 12 e i 20°C. Per quantificare la potenza termica prelevabile da questa fonte di calore è stata utilizzata la seguente formula:

$$W_A = c \cdot \rho \cdot Q \cdot \Delta T$$

dove:

- c: calore specifico (kJ/kg K)
 ρ: densità (kg/l)

Q: flusso (l/s)

ΔT : Differenza di temperatura (K)

Ipotizzando:

- una diminuzione di temperatura di 5K;
- dei valori medi per le caratteristiche dell'acqua (4.19 kJ/kgK quale calore specifico e 1 kg/l di densità);
- uno sfruttamento effettivo del 60%.

Si stima un valore di potenza termica prelevabile dalle acque pari a 2'378 kW (condizioni medie) rispettivamente 1'875 kW (condizioni critiche). Ai fini della stima del potenziale si è deciso di considerare il valore riferito alla condizioni medie in quanto si è ipotizzato uno sfruttamento effettivo già abbastanza prudente.

Per stimare la quantità di calore che può essere estratta grazie allo sfruttamento di questo potenziale è ora necessario moltiplicare la potenza trovata per il periodo di funzionamento della pompa di calore. Se si ipotizza un utilizzo medio delle pompe di calore di ca. 1'500 ore (riscaldamento invernale), l'energia termica prodotta grazie all'utilizzo delle acque di scarico in uscita dall'IDA può essere stimata come segue:

$$\begin{aligned} \text{Potenza termica prelevabile dalle acque [kW]} * \text{Ore di funzionamento pompa [ore/anno]} &= \\ &= 2'378 \text{ kW} * 1500 \text{ ore/anno} = 3'567 \text{ MWh/anno.} \end{aligned}$$

Bisogna inoltre considerare che la pompa di calore utilizzata per l'estrazione del calore necessita di energia elettrica per il suo funzionamento. Considerando un COP (*Coefficient of Performance*) pari a 3 si ritiene che per la produzione tre unità di calore sia necessaria un'unità di potenza elettrica e due unità di potenza termica prelevabile dall'acqua di scarico. Per questa ragione si considera che l'energia termica prodotta grazie all'utilizzo dell'elettricità necessaria al funzionamento delle pompe di calore può essere stimata come segue:

$$\begin{aligned} \text{Potenza termica prelevabile dalle acque [kW]} * \text{Ore di funzionamento pompa [ore/anno]} * \frac{1}{2} &= \\ &= 2'378 \text{ kW} * 1500 \text{ ore/anno} * \frac{1}{2} = 1'783 \text{ MWh/anno.} \end{aligned}$$

Ciò permette quindi di fornire energia per soddisfare un fabbisogno pari a 5'350 MWh/anno di energia termica.

Figura 34 Confronto fra il fabbisogno di energia termica e il potenziale di produzione di energia termica dalle acque all'uscita dell'IDA.

Si tratta quindi di una quantità di calore, pari a circa il 4% del fabbisogno termico espresso dagli edifici residenziali della regione Generoso, che per essere sfruttata al meglio dovrebbe essere fornita, tramite una rete di teleriscaldamento agli edifici localizzati nelle vicinanze.

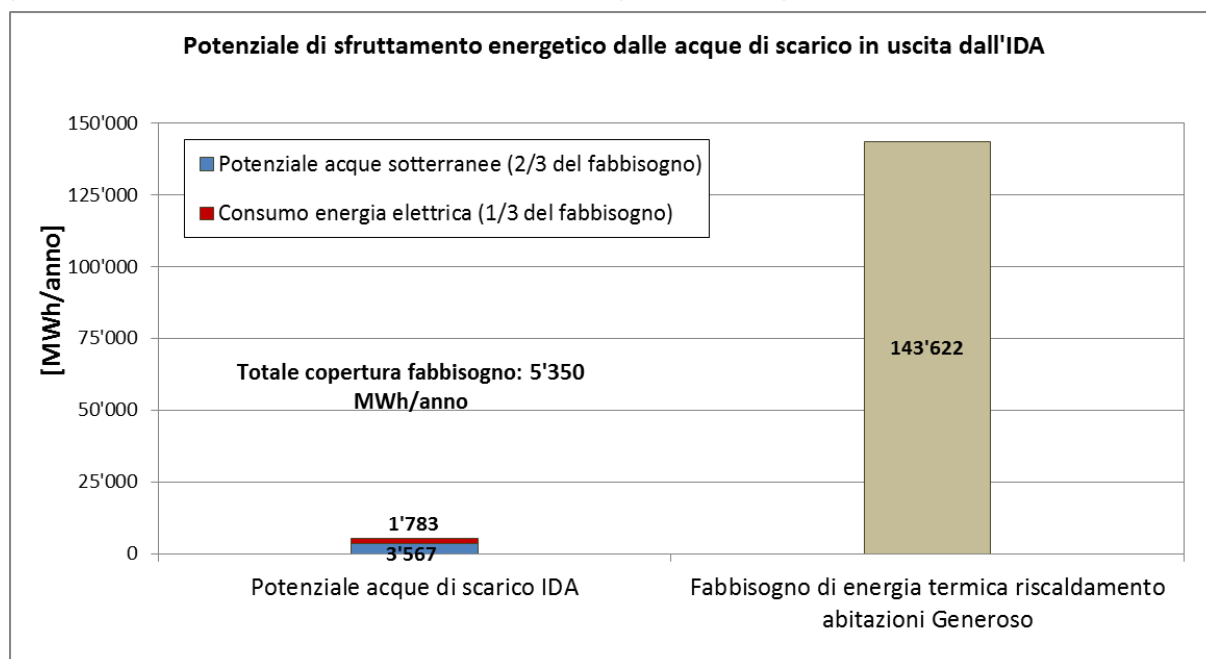
10.4 Processi produttivi: calore residuo

Come già indicato nell'ambito dell'analisi socio-economico svolta (cfr. cap. 3.2), la regione Generoso ha una composizione prevalentemente residenziale. Tuttavia sono comunque presenti sul territorio alcuni impianti di grande potenza.

Recuperare il calore residuo da processi produttivi è una opportunità ad oggi poco sfruttata. Il calore può essere recuperato:

- dal prodotto in uscita dai processi di trasformazione;
- dai fluidi di raffreddamento;
- dai fumi di combustione.

In tutti i casi, il calore residuo è trasferito a un fluido (generalmente aria o acqua), e poi dissipato nell'ambiente esterno. La forma più semplice consiste nel dissipare il calore residuo in atmosfera, ma è anche possibile trasferire il calore a corsi d'acqua, come ad esempio per le centrali termoelettriche o nucleari, o al lago, come ad esempio per il nuovo centro di calcolo CSCS a Lugano - Cornaredo o la rete di raffreddamento (rete industriale) di ALL a Lugano. In una certa misura, infatti, anche nel settore dei servizi si possono generare potenziali interessanti di calore residuo, come per il calore prodotto dai server informatici del



CSCS.

In presenza di calore residuo, l'industria sostiene un costo per dissiparlo, mentre potrebbe più efficacemente utilizzarlo per soddisfare altre esigenze di calore interne al processo, quindi con un doppio vantaggio: nessuna spesa per lo smaltimento del calore residuo e diminuzione delle spese per l'approvvigionamento di energia termica in altre fasi del processo produttivo.

La cosa più semplice consiste nel recuperare il calore trasferito all'aria, incanalandolo adeguatamente, e nell'utilizzarlo a scopo di riscaldamento dei locali. Oppure, in relazione alle esigenze termiche del processo, il calore può essere recuperato a favore di ulteriori esigenze del ciclo produttivo, o per preriscaldare i fluidi di processo: in ogni caso, occorre valutare prima di tutto le possibilità di riutilizzo del calore all'interno del processo produttivo o comunque dell'edificio in cui il processo si svolge.

Nel caso in cui, verificate le possibilità di sfruttamento in questo senso, risultasse presente ulteriore calore residuo, è da prendere in considerazione la possibilità di convogliarlo in una rete di teleriscaldamento al servizio degli edifici localizzati nei pressi dell'impianto, oppure verso reti di teleriscaldamento di maggiori dimensioni, quale integrazione del calore prodotto da una centrale principale. Spesso, infatti, per le reti di estensione maggiore è importante affiancare alla centrale principale più impianti di integrazione, localizzati in punti strategici del percorso, che consentano di coprire la domanda di punta.

Il principale fattore che limita questo tipo di utilizzo è legato al fatto che le aziende non possono garantire una disponibilità di calore regolare e costante nel tempo, essendo piuttosto legate alle esigenze di produzione e all'andamento dei mercati. Occorre dunque effettuare una verifica puntuale presso ciascuna azienda, per capire se vi è effettiva disponibilità di calore residuo, i quantitativi complessivi e l'andamento temporale nel corso dell'anno.

In assenza dei risultati di tale ricognizione, ai fini delle attuali valutazioni non è possibile stimare un valore quantitativo del potenziale di sfruttamento del calore residuo da processi produttivi (*potenziale non definibile dal punto di vista quantitativo*).

A titolo di prima ricognizione, è tuttavia possibile effettuare alcune considerazioni qualitative. Si può ritenere che gli impianti produttivi localizzati sul territorio che dispongono di calore residuo siano quelli che utilizzano impianti di combustione di potenza superiore a 500 kW.

Impresa²⁰	Comune	Combustibile	Potenza impianto [kW]
1	Castel San Pietro	Olio combustibile	697
2	Castel San Pietro	Olio combustibile	697
3	Castel San Pietro	Olio combustibile	535
4	Morbio inferiore	Olio combustibile	2'906
5	Morbio inferiore	Olio combustibile	2'906
6	Morbio inferiore	Olio combustibile	1'205
7	Morbio inferiore	Olio combustibile	756
8	Morbio inferiore	Gas	1'205
9	Morbio inferiore	Gas	529

Tabella 39 Gli impianti di combustione con potenza installata superiore a 500 kW attivi sul territorio di Mendrisio [fonte: Catasto dei grandi impianti di combustione e Catasto dei piccoli impianti di combustione, SPAAS, Cantone Ticino].

Più in generale, comunque, si potrebbe avviare una verifica puntuale circa la disponibilità di calore residuo da parte di tutte le aziende elencate in

Impresa2 0	Comune	Combustibile	Potenza impianto [kW]
1	Castel San Pietro	Olio combustibile	697
2	Castel San Pietro	Olio combustibile	697
3	Castel San Pietro	Olio combustibile	535
4	Morbio inferiore	Olio combustibile	2'906
5	Morbio inferiore	Olio combustibile	2'906
6	Morbio inferiore	Olio combustibile	1'205
7	Morbio inferiore	Olio combustibile	756
8	Morbio inferiore	Gas	1'205
9	Morbio inferiore	Gas	529

Tabella 39: i comuni di Castel San Pietro e Morbio Inferiore potrebbero avviare uno studio di fattibilità nell'ambito del quale prendere contatti con queste aziende, sottoponendo loro un questionario che consenta di:

- verificare se l'azienda ha mai effettuato una analisi energetica dei propri processi;
- verificare se gli impianti hanno disponibilità di calore residuo;
- verificare la disponibilità dell'azienda a immettere tale calore residuo in una rete di teleriscaldamento (dietro remunerazione).

11. Potenziale di efficienza energetica

Il potenziale di riduzione dei consumi nei settori di uso finale dell'energia è estremamente elevato. Ai fini di quantificare tale potenziale per il territorio del Generoso, in coerenza con quanto effettuato per il bilancio energetico (cfr. Capitolo 3) sono presi in considerazione i seguenti settori:

- Abitazioni: riscaldamento, illuminazione e apparecchiature elettriche;
- Commercio e servizi: riscaldamento, illuminazione e apparecchiature elettriche;
- Artigianato e industria: riscaldamento e processi produttivi;
- Illuminazione pubblica.

Sebbene esso abbia un ruolo rilevante nel contribuire ai consumi del territorio del Generoso, il settore Mobilità è affrontato dal PECo in modo marginale: non sono infatti definiti i potenziali di riduzione dei consumi, per i quali si rimanda alle analisi più adeguate svolte nell'ambito dei piani di settore, quali piani dei trasporti, piani urbani del traffico, piani della mobilità dolce, programmi di agglomerato e simili.

I prossimi paragrafi rendono conto delle analisi effettuate e dei potenziali individuati.

11.1 Efficienza energia termica nelle abitazioni

Secondo le stime effettuate all'interno del bilancio energetico, il fabbisogno di energia termica per il riscaldamento¹⁵ delle economie domestiche riferito all'anno 2012 è responsabile di un consumo pari a 143'622 MWh/a [cfr. Tabella 4].

Al fine di definire il potenziale massimo di risparmio energetico riferito agli edifici abitativi esistenti, si può considerare un ipotetico scenario di lungo periodo in cui tutti gli stabili attualmente esistenti siano risanati secondo standard di elevata efficienza energetica, quali MINERGIE® o MINERGIE-P®. Il potenziale si ricava dunque come differenza tra i consumi attuali e quelli che si realizzerebbero in futuro in base a questo scenario di risanamento.

A titolo di confronto, si può anche considerare uno scenario in cui tutti gli edifici esistenti siano risanati secondo i limiti di consumo oggi in vigore: l'attuale limite di consumo per gli edifici sottoposti a risanamento è stabilito dal Regolamento per l'Utilizzazione dell'Energia (RUEn), in vigore dal 2008 e basato sulla norma SIA 380/1. Si stima che, applicando i limiti previsti dal RUEn sui singoli componenti dell'edificio, per gli edifici residenziali si otterrebbe un indice energetico massimo pari a 89 kWh/m² anno.

Si stima che applicando le disposizioni di risanamento definite nel RUEn, il fabbisogno di energia termica dell'edificato esistente (abitazioni e commercio e servizi) sarebbe di circa 93'525 MWh/a, con una riduzione del 35% rispetto ai valori attuali (cfr.

Economie domestiche	Attuale	Dopo risanamento		
		RUEn	MINERGIE®	MINERGIE-P®
Indice Energetico [kWh/m ² *a]	-	89	59	30

¹⁵ Inclusa la produzione di acqua calda sanitaria.

Fabbisogno energia per riscaldamento [MWh/a]	143'622	93'525	62'000	31'525
Riduzione		50'098	81'623	112'097
Quota di riduzione	-	35%	57%	78%

Tabella 40).

In un scenario futuro in cui tutti gli edifici residenziali fossero risanati secondo lo standard MINERGIE[®], il limite di indice energetico da rispettare all'atto del risanamento sarebbero pari a 59 kWh/m² anno. Tale limite si attesterebbe a 30 kWh/m² anno nel caso di risanamenti conformi allo standard MINERGIE-P[®].

Simulando l'applicazione di questi valori limite alla totalità degli edifici abitativi esistenti si ottengono i seguenti valori del fabbisogno energetico per riscaldamento (cfr.

Economie domestiche	Attuale	Dopo risanamento		
		RUE _n	MINERGIE [®]	MINERGIE-P [®]
Indice Energetico [kWh/m ² *a]	-	89	59	30
Fabbisogno energia per riscaldamento [MWh/a]	143'622	93'525	62'000	31'525
Riduzione		50'098	81'623	112'097
Quota di riduzione	-	35%	57%	78%

Tabella 40):

- 62'000 MWh/a in caso di risanamenti MINERGIE[®];
- 31'525 MWh/a in caso di risanamenti MINERGIE-P[®].

Questi valori corrispondono a una riduzione del fabbisogno di energia per il riscaldamento del parco edifici esistente rispettivamente pari al 57% e all'78% del valore attuale.

Economie domestiche	Attuale	Dopo risanamento		
		RUE _n	MINERGIE [®]	MINERGIE-P [®]
Indice Energetico [kWh/m ² *a]	-	89	59	30
Fabbisogno energia per riscaldamento [MWh/a]	143'622	93'525	62'000	31'525
Riduzione		50'098	81'623	112'097
Quota di riduzione	-	35%	57%	78%

Tabella 40 Potenziali di riduzione del fabbisogno di energia per il riscaldamento degli edifici residenziali esistenti sul territorio del Generoso (2012), in base a tre scenari di risanamento.

Il concetto dell'analisi è rappresentato in Figura 35, dove sull'asse orizzontale è indicata la stima della superficie di riferimento energetico degli edifici esistenti (A_E) - articolata per

epoca di costruzione dell'edificato residenziale - e sull'asse verticale è riportato l'indice energetico caratteristico di ciascuna epoca di costruzione dell'edificato (IE)¹⁶.

Le aree del grafico (in blu e azzurro) sono direttamente proporzionali alla riduzione del fabbisogno energetico che si avrebbe risanando il parco edifici esistente secondo lo standard MINERGIE® rispettivamente MINERGIE-P®.

L'analisi effettuata evidenzia l'importanza di sensibilizzare i privati affinché provvedano al risanamento energetico degli edifici di loro proprietà utilizzando standard di efficienza energetica più severi rispetto a quelli imposti dal RUEn. L'ostacolo maggiore che si dovrà fronteggiare è la barriera determinata dai costi d'investimento che possono essere anche estremamente importanti nel caso di risanamenti energetici particolarmente ambiziosi, per esempio secondo lo standard Minergie-P®, con costi anche pari al nuovo (800 CHF/m³ per edifici residenziali, seguendo l'indice dei prezzi di costruzione¹⁷).

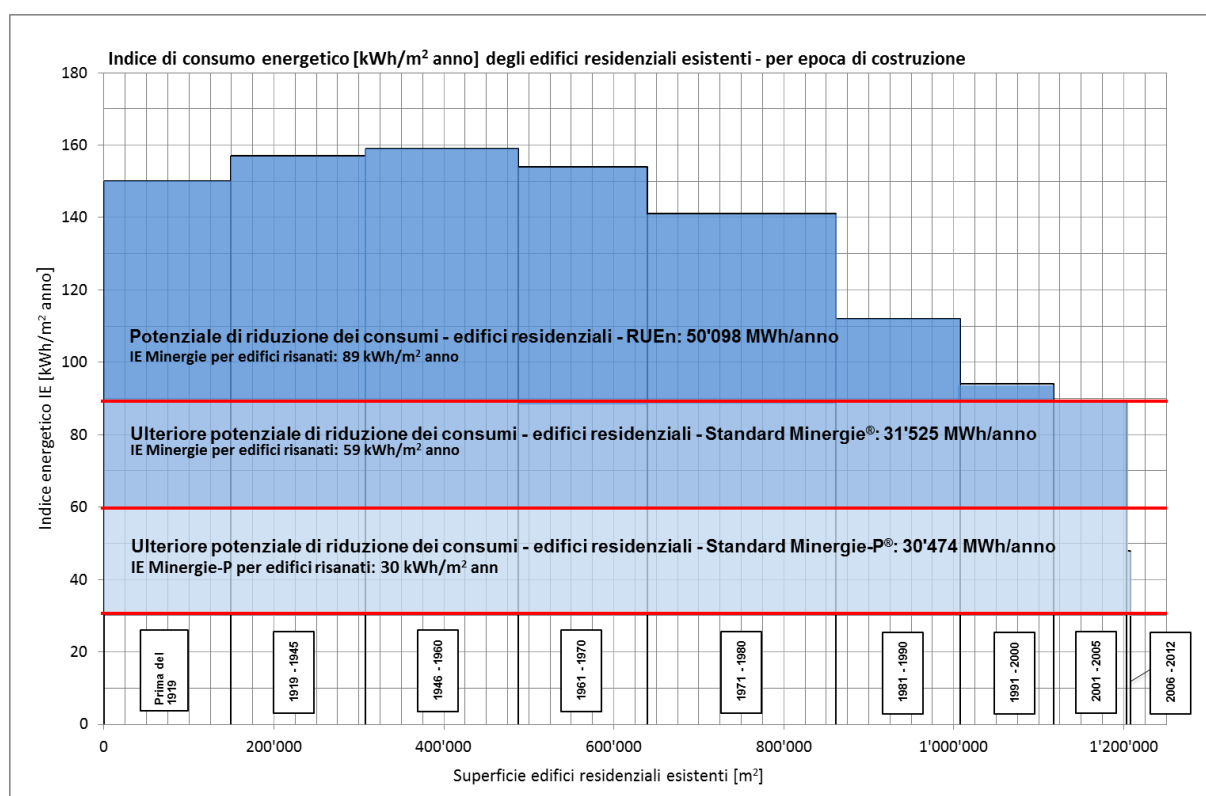


Figura 35 Potenziale di riduzione dei consumi energetici degli edifici residenziali presenti nei Comuni del Generoso (2012), nel caso di risanamento nel rispetto dei vincoli RUEn, dello standard MINERGIE® o dello standard MINERGIE-P®.

¹⁶ L'Indice Energetico I.E. indica il consumo medio annuo per riscaldamento e acqua calda sanitaria per ogni m² di superficie riscaldata dell'edificio [kWh/m² anno] (cfr. Modello 1).

¹⁷ I prezzi nel settore della costruzione seguono l'andamento descritto dall'indice di Neuchâtel, espresso in CHF/m³: attualmente esso è pari a 800 CHF/m³.

11.2 Efficienza energia elettrica nelle abitazioni

I consumi di elettricità riferiti alle economie domestiche possono essere ricondotti alle seguenti necessità principali:

- illuminazione;
- elettrodomestici (cucina e lavanderia);
- elettronica d'intrattenimento (televisione, computer, console di gioco ecc.).

Il potenziale di riduzione di queste tipologie di consumi può essere stimato con riferimento alle valutazioni di settore proposte dal Piano Energetico Cantonale (PEC, 2010). La scheda settoriale "C.3 Apparecchiature elettriche e illuminazione privata" individua i potenziali di risparmio massimo raggiungibili in riferimento all'attuale stato della tecnica (cfr.

Ambito	Potenziale di riduzione dei consumi	Motivazione
Illuminazione privata	60%	Utilizzo di lampadine classe A: consumo 5 volte inf. risp. a E.
Elettrodomestici da cucina	25%	Utilizzo di apparecchi di classe A, A+ e A++.
Elettrodomestici lavanderia	30%	Utilizzo di asciugatrici con pompa di calore.
Piccoli elettrodomestici	20%	Spegnimento totale degli apparecchi: riduzione standby.
Elettronica d'intrattenimento	40%	Spegnimento totale degli apparecchi: riduzione standby.
Valore medio	33%	

Tabella 41). I valori sono riferiti a un orizzonte temporale di medio periodo e sono espressi in termini di riduzione rispetto ai consumi attuali.

Ambito	Potenziale di riduzione dei consumi	Motivazione
Illuminazione privata	60%	Utilizzo di lampadine classe A: consumo 5 volte inf. risp. a E.
Elettrodomestici da cucina	25%	Utilizzo di apparecchi di classe A, A+ e A++.
Elettrodomestici lavanderia	30%	Utilizzo di asciugatrici con pompa di calore.
Piccoli elettrodomestici	20%	Spegnimento totale degli apparecchi: riduzione standby.
Elettronica d'intrattenimento	40%	Spegnimento totale degli apparecchi: riduzione standby.
Valore medio	33%	

Tabella 41 Potenziali di riduzione dei consumi di elettricità nelle economie domestiche rispetto ai valori attuali [Fonte: PEC – Scheda settoriale C.3, 2010].

Applicando il valore medio del 33% alla stima del consumo di elettricità delle economie domestiche nel 2012 sul territorio dei Comuni del Generoso (10'105 MWh/a, cfr. Tabella 4), il potenziale di riduzione risulta pari a **3'335 MWh/a**.

Si ipotizza quindi un consumo futuro relativo all'energia elettrica nelle abitazioni ridotta grazie al miglioramento dell'efficienza pari a 6'770 MWh/a.

11.3 Efficienza energia termica nel commercio e servizi

In base alle stime effettuate nell'ambito dell'elaborazione del bilancio energetico, il fabbisogno di energia termica per il riscaldamento¹⁸ degli edifici per il commercio e per i servizi riferito all'anno 2012 è pari a 20'037 MWh/a [cfr. elaborazione a partire da Tabella 4 e

[MWh/anno]	Economie domestiche	Commercio e servizi	Totale
Elettricità per riscaldamento	22'374	763	23'137
Elettricità apparecchi e illuminazione	10'105	15'448	25'553
Elettricità totale	32'479	16'211	48'690

Tabella 9].

L'approccio utilizzato per stimare i potenziali di riduzione di tale fabbisogno è analogo a quello presentato per gli edifici abitativi (cfr. capitolo 11.1). Applicando le disposizioni di risanamento definite nel RUE n (ossia un indice energetico pari a 83 kWh/m² anno¹⁹), il fabbisogno di energia termica degli edifici per il commercio e per i servizi sarebbe di circa 11'087 MWh/a, che corrisponde a una riduzione del 45% rispetto ai valori attuali (cfr.

Ambito	Riduzione consumo	
	Commercio	Uffici e servizi
Illuminazione	40%	40%
Climatizzazione	30%	30%
Apparecchi da ufficio	-	30%
Apparecchi refrigerazione	30%	-
Valore medio	35%	

Tabella 43).

Edifici commercio e servizi	Attuale	Dopo risanamento		
		RUE n	MINERGIE®	MINERGIE-P®
Indice Energetico [kWh/m ² *a]	-	83	55	25
Fabbisogno energia per	20'037 ²⁰	11'087	7'347	3'339

¹⁸ Inclusa la produzione di acqua calda sanitaria.

¹⁹ L'I.E. per gli edifici residenziali è calcolato sulla base di documenti elaborati dalla Conferenza cantonale dei direttori dell'energia. La stima dell'indice energetico I.E. per gli edifici per il commercio e servizi è effettuata utilizzando il rapporto tra I.E. RUE n e I.E. Minergie valido per gli edifici a destinazione residenziale, pari a 1.5 (89/59 kWh/m²anno = 1.5). Pertanto, I.E. RUE n per edifici commercio e servizi = 55 kWh/m²anno * 1.5 = 83 kWh/m²anno.

²⁰ Ciò corrisponde al fabbisogno totale degli edifici per il commercio e per i servizi (35'485 MWh/a) al quale è sottratto il quantitativo di energia elettrica necessario per il funzionamento degli apparecchi e dell'illuminazione (15'448 MWh/a cfr.

riscaldamento [MWh/a]				
Riduzione		8'950	12'690	16'697
Quota di riduzione	-	45%	63%	83%

Tabella 42 Potenziali di riduzione del fabbisogno di energia per il riscaldamento degli edifici per il commercio e i servizi esistenti sul territorio del Generoso (2012), in base a tre scenari di risanamento.

In un scenario futuro in cui tutti gli edifici per il commercio e i servizi fossero risanati secondo lo standard MINERGIE® rispettivamente MINERGIE-P® il limite di indice energetico da rispettare all'atto del risanamento sarebbe pari a 55 kWh/m² anno rispettivamente 25 kWh/m² anno.

Simulando l'applicazione di questi valori limite alla totalità degli edifici per servizi e commercio, si ottengono i seguenti valori del fabbisogno energetico per riscaldamento:

- 7'347 MWh/a in caso di risanamenti MINERGIE®;
- 3'339 MWh/a in caso di risanamenti MINERGIE-P®.

Questi valori corrispondono a una riduzione del fabbisogno di energia per il riscaldamento del parco edifici per servizi e commercio rispettivamente pari al 63% e all'83% del valore attuale.

[MWh/anno]	Economie domestiche	Commercio e servizi	Totale
Elettricità per riscaldamento	22'374	763	23'137
Elettricità apparecchi e illuminazione	10'105	15'448	25'553
Elettricità totale	32'479	16'211	48'690

Tabella 9).

11.4 Efficienza energia elettrica nel commercio e nei servizi

I consumi di elettricità riferiti al settore commercio e servizi possono essere in genere ricondotti alle seguenti necessità principali:

- illuminazione;
- climatizzazione (raffreddamento estivo);
- apparecchi da ufficio (computer, stampanti ecc.);
- apparecchi per la refrigerazione dei prodotti.

La scheda settoriale “C.2 Commercio e servizi” del PEC delinea i potenziali di risparmio raggiungibili in questo settore (cfr.

Ambito	Riduzione consumo	
	Commercio	Uffici e servizi
Illuminazione	40%	40%
Climatizzazione	30%	30%
Apparecchi da ufficio	-	30%
Apparecchi refrigerazione	30%	-
Valore medio	35%	

Tabella 43), differenziando tra i sotto-settori commercio e servizi. I valori sono riferiti a un orizzonte temporale di medio periodo e sono espressi in termini di riduzione rispetto ai consumi attuali.

Ambito	Riduzione consumo	
	Commercio	Uffici e servizi
Illuminazione	40%	40%
Climatizzazione	30%	30%
Apparecchi da ufficio	-	30%
Apparecchi refrigerazione	30%	-
Valore medio	35%	

Tabella 43 Potenziali di riduzione dei consumi di elettricità nel settore commercio e servizi [Fonte: PEC - Scheda settoriale C.2, 2010].

Poiché non è possibile differenziare tra i consumi dei due sotto-settori e neppure tra gli usi specifici effettuati all'interno di ciascuno di essi, ai nostri fini si è scelto di utilizzare un valore medio di riferimento sul medio periodo. Si stima un potenziale realistico di riduzione dei consumi di energia elettrica del settore Commercio e servizi pari al 35% rispetto ai valori del 2012²¹.

²¹ Il valore medio non è indicato nel Piano Energetico Cantonale ma è stato calcolato nell'ambito della presente analisi.

Applicando questo valore alla stima del consumo di elettricità per apparecchi ed illuminazione del settore commercio e servizi nel 2012 sul territorio del Generoso (15'448 MWh/a, cfr.

[MWh/anno]	Economie domestiche	Commercio e servizi	Totale
Elettricità per riscaldamento	22'374	763	23'137
Elettricità apparecchi e illuminazione	10'105	15'448	25'553
Elettricità totale	32'479	16'211	48'690

Tabella 9), il potenziale di riduzione risulta pari a **5'407 MWh/a**, portando il consumo futuro a 10'041 MWh/a.

11.5 Efficienza energia termica e elettrica nell'artigianato e nell'industria

Il potenziale di riduzione dei consumi nel settore “artigianato e industria” è difficile da definire in termini quantitativi, poiché le possibilità di intervento differiscono notevolmente a seconda del processo produttivo considerato. Generalmente si ritiene che risparmi fino al 10% dei consumi possano essere attuati in assenza di interventi fisici di sostituzione dei macchinari, ma con la sola revisione delle procedure e sull'organizzazione del lavoro; ulteriori possibilità di risparmio sono invece dipendenti dal tipo di processo.

Per una prima indicazione del potenziale è comunque possibile appoggiarsi alle stime indicate dal PEC, che si pone l'obiettivo di ridurre i consumi per il settore “Processi produttivi” del 20% rispetto ad oggi (scheda di settore C.4). Nell'impossibilità di effettuare considerazioni che tengano conto delle specificità dei singoli processi produttivi, a titolo cautelativo si riprende integralmente tale valore, considerando dunque per il settore “Artigianato e industria” un potenziale di riduzione dei consumi del 20% rispetto alla situazione attuale.

Poiché il consumo complessivo di energia del settore “Artigianato e industria” stimato sul territorio dei Comuni del Generoso è pari a 11'502 MWh/anno (9'932 MWh/anno di energia elettrica e 1'570 MWh/anno di energia termica, cfr. Tabella 4), il potenziale di riduzione ammonta a circa **2'300 MWh/a** (1'986 MWh/anno di energia elettrica e 314 MWh/anno di energia termica). Il fabbisogno sarebbe così ridotto a 9'202 MWh/a (7'946 MWh/anno di energia elettrica e 1'256 MWh/anno di energia termica).

11.6 Efficienza energia elettrica nell'illuminazione pubblica

Il potenziale massimo di riduzione dei consumi di energia elettrica per l'illuminazione pubblica può essere stimato in riferimento alle valutazioni di settore proposte dal Piano Energetico Cantonale (PEC, 2010). La scheda settoriale “C.5 Illuminazione pubblica” individua un potenziale di risparmio raggiungibile in questo settore pari al 40%. Tale riduzione dei consumi può essere conseguita attraverso:

- la sostituzione delle lampade ai vapori di mercurio con lampade ai vapori di sodio ad alta pressione o con lampade LED e schermatura della lampada per un orientamento ottimale del fascio di luce;
- una migliore gestione della regolazione, con spegnimento o riduzione dell'intensità luminosa durante la notte.

Applicando il valore medio del 40% alla stima del consumo di elettricità per l'illuminazione pubblica nel 2012 sul territorio del Generoso (1'130 MWh/a, cfr. Tabella 4), il potenziale di riduzione risulta pari a circa **452 MWh/a**, riducendone il consumo futuro fino a 678 MWh/a.

12. Visione d'insieme dei potenziali di produzione ed efficienza energetica

È qui riportata una panoramica dei potenziali presenti sul territorio della regione Generoso e analizzati nei capitoli precedenti. Tali potenziali sono suddivisi in riferimento al previsto impatto sui consumi di energia finale - calore ed elettricità.

12.1 Copertura del fabbisogno energia termica

Il fabbisogno totale di energia termica per edifici residenziali, commerciali e per servizi nonché per processi produttivi è stimato in 165'229 MWh/anno. (cfr. cap. 3.3). Questo valore è ottenuto come somma dei consumi dei seguenti settori di uso finale:

- edifici residenziali - riscaldamento: 143'622 MWh/anno;
- commercio e servizi - riscaldamento: 20'037 MWh/anno;
- artigianato e industria - riscaldamento e processi: 1'570 MWh/anno.

Si evidenzia che in queste stime sono inclusi i consumi di energia elettrica legati alle esigenze di riscaldamento degli edifici residenziali. Non è invece incluso il fabbisogno di energia termica espresso dal settore Mobilità, che non è oggetto di approfondimento nell'ambito del PECo.

La tabella successiva riporta una panoramica dei potenziali presenti sul territorio comunale in riferimento alla possibilità di sfruttare calore residuo rispettivamente proveniente da fonti energetiche rinnovabili.

La Figura 36 sintetizza i potenziali attuali e li pone a confronto con il fabbisogno energetico attualmente espresso dai settori di consumo finale.

Per i potenziali che necessitano di pompe di calore per lo sfruttamento dell'energia termica (calore ambientale, acquedotto, rete di smaltimento fognario e acque depurate IDA), la figura riporta sia il potenziale "netto", cioè l'energia termica direttamente estraibile dall'ambiente o dall'infrastruttura, sia l'energia elettrica da fornire mediante le pompe di calore: queste due quantità, sommate, forniscono il valore complessivo del potenziale di energia termica da fonte rinnovabile o infrastrutture (potenziale "lordo"). Si è scelto di rappresentarle anche separatamente per evidenziare che lo sfruttamento di alcune delle energie rinnovabili o delle infrastrutture impone comunque il consumo di energia elettrica.

Fonte energetica	Logica di stima	Potenziale	Copertura consumi
Energia solare Calore (cap. 9.1.2)	Posa collettori solari fuori nucleo in rif. al tipo di edificio: - 5 m ² abitazione unifamiliare - 10 m ² abitazione bifamiliare 20 m ² abitazione multifamiliare.	Produzione di calore: 11'881 MWh/a	Quota calore: 7.2%
Legname da energia (cap. 9.3.1)	Approvvigionamento con legname proveniente dai boschi della regione Generoso e dintorni	Produzione di calore: 4'640 MWh/a	Quota calore: 2.8%
Scarti organici (cap. 9.3.2)	Valorizzazione energetica degli scarti organici per la produzione di biogas.	Potenziale nullo	Quota calore: 0.0%
Biogas prodotto dall'IDA (cap.10.3.1)	Incremento produzione biogas tramite l'introduzione di substrati organici.	Potenziale nullo	Quota calore: 0.0%
Calore ambientale Aria (cap. 9.4.4)	Copertura fabbisogno edifici monofamiliari alimentati ad olio combustibile o gas naturale:	Produzione di calore: 32'592 MWh/a	Quota calore: 19.7%
Calore ambientale Sottosuolo (cap.9.4.2)	Copertura fabbisogno degli edifici plurifamiliari, per uffici e commerciali alimentati ad olio combustibile situati all'interno delle aree idonee	Produzione di calore: 19'125 MWh/a	Quota calore: 11.6%
Calore ambientale Acque sotterranee (cap. 9.4.1)	Copertura fabbisogno degli edifici plurifamiliari, per uffici e commerciali alimentati ad olio combustibile situati all'interno delle aree idonee	Produzione di calore: 538 MWh/a	Quota calore: 0.3%
Calore ambientale Acque superficiali (fiume Breggia) (cap. 9.4.3)	Valutazione deflussi minimi e fabbisogni situati nelle vicinanze.	Potenziale nullo	Quota calore: 0.0%
Calore residuo IDA (cap.10.3.2)	Sfruttamento mediante pompe di calore del calore residuo dalle acque di scarico in uscita dall'IDA.	Produzione di calore: 3'567 MWh/a	Quota calore: 2.2%
Calore residuo Acque reflue (cap. 0)	Copertura del fabbisogno termico degli edifici residenziali situati nei pressi di condotte aventi un deflusso minimo e un diametro sufficiente.	Produzione di calore: 711 MWh/a	Quota calore: 0.4%
Calore residuo Acqua potabile (cap. 10.1.1)	Copertura del fabbisogno termico degli edifici residenziali (tre e più abitazioni) per commerci e servizi attualmente alimentati a olio combustibile o gas naturale e dotati di impianti di riscaldamento di potenza superiore a 150 kW	Produzione di calore: 13'935 MWh/a	Quota calore: 8.4%
Calore residuo Processi (cap.10.4)	Utilizzo del calore residuo di processi rispettivamente grandi impianti per il riscaldamento degli edifici.	Potenziale non stimabile in termini quantitativi in assenza di un'analisi puntuale degli impianti aventi una potenza superiore ai 500 kW.	
Totale		Produzione di calore: 86'989 MWh/a	Quota calore: 47.4%

Tabella 44 Panoramica dei potenziali locali per la produzione di calore proveniente da energie rinnovabili, calore ambientale e calore residuo sul territorio della regione Generoso - potenziali attuali.

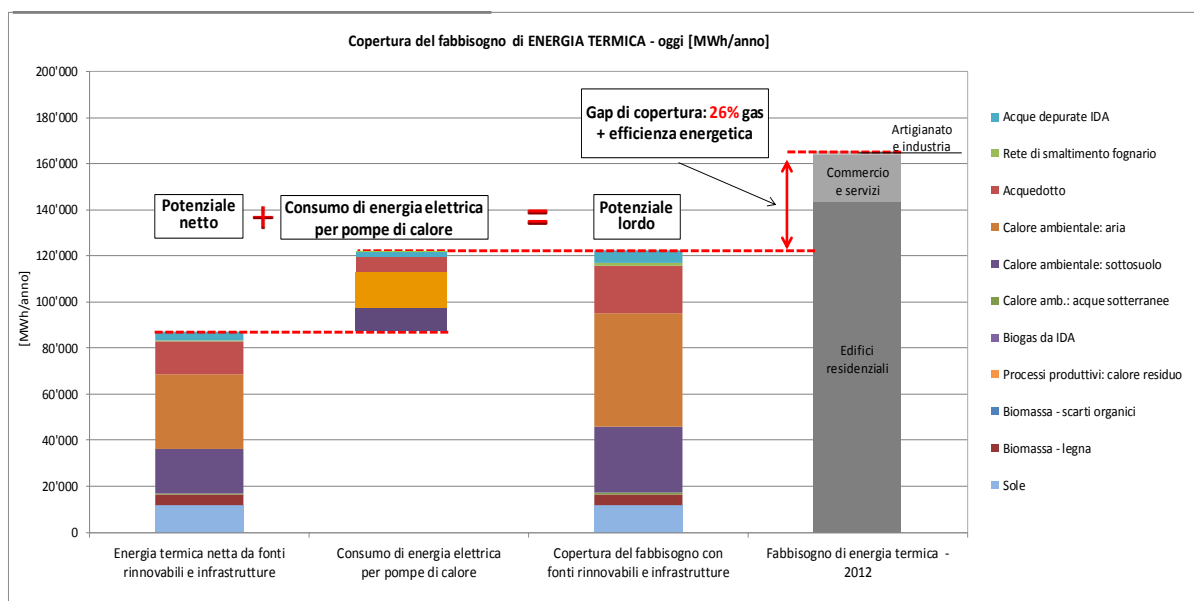


Figura 36 Ipotesi di copertura del fabbisogno di energia termica della regione Generoso - situazione attuale.

Per poter valutare in modo corretto i potenziali è sempre necessario tenere conto delle ipotesi di partenza sulla quale sono state fondate le analisi. I potenziali sono innanzitutto stati definiti in base al parco edifici esistente e sono pertanto riferiti ad esso.

I valori così ottenuti mostrano che, anche ipotizzando di poter sfruttare integralmente tutti i potenziali, non sarebbe possibile abbandonare l'energia fossile: rimane un *gap* da colmare, pari alla differenza tra la somma dei potenziali attuali e il fabbisogno termico attualmente espresso dai settori di consumo finale. Tale *gap* ammonta a circa il 26% dell'attuale fabbisogno termico e può essere colmato attraverso il gas e misure di efficienza energetica nei settori di consumo finale.

Sebbene non si tratti di una fonte rinnovabile o da infrastrutture, il gas è da tenere in considerazione quale vettore di transizione, come anche previsto dal Piano Energetico Cantonale PEC ora in consultazione. Questa fonte energetica costituisce infatti una alternativa più sostenibile dell'olio combustibile, sia dal punto di vista climatico che da quello ambientale (il gas produce meno emissioni atmosferiche e di CO₂). Inoltre, i processi di trasformazione del gas naturale per la produzione combinata di energia elettrica e calore (cogenerazione) sono oggi più efficienti di quelli di trasformazione dei combustibili fossili liquidi e solidi, pertanto a parità di energia finale consumata l'energia primaria effettivamente utilizzata è inferiore.

Il gas assumerebbe comunque un ruolo di transizione: se le misure di efficienza energetica fossero attivate in maniera sistematica, il fabbisogno termico espresso dai settori di consumo finale potrebbe diminuire fino a coincidere con quello individuato con le stime di efficienza energetica nei settori di consumo finale.

I valori riportati in

Fonte energetica	Logica di stima	Potenziale	Copertura consumi
Energia solare Calore (cap. 9.1.2)	Posa collettori solari fuori nucleo in rif. al tipo di edificio: - 5 m2 abitazione unifamiliare - 10 m2 abitazione bifamiliare 20 m2 abitazione multifamiliare.	Produzione di calore: 11'881 MWh/a	Quota calore: 7.2%
Legname da energia (cap. 9.3.1)	Approvvigionamento con legname proveniente dai boschi della regione Generoso e dintorni	Produzione di calore: 4'640 MWh/a	Quota calore: 2.8%
Scarti organici (cap. 9.3.2)	Valorizzazione energetica degli scarti organici per la produzione di biogas.	Potenziale nullo	Quota calore: 0.0%
Biogas prodotto dall'IDA (cap.10.3.1)	Incremento produzione biogas tramite l'introduzione di substrati organici.	Potenziale nullo	Quota calore: 0.0%
Calore ambientale Aria (cap. 9.4.4)	Copertura fabbisogno edifici monofamiliari alimentati ad olio combustibile o gas naturale:	Produzione di calore: 32'592 MWh/a	Quota calore: 19.7%
Calore ambientale Sottosuolo (cap.9.4.2)	Copertura fabbisogno degli edifici plurifamiliari, per uffici e commerciali alimentati ad olio combustibile situati all'interno delle aree idonee	Produzione di calore: 19'125 MWh/a	Quota calore: 11.6%
Calore ambientale Acque sotterranee (cap. 9.4.1)	Copertura fabbisogno degli edifici plurifamiliari, per uffici e commerciali alimentati ad olio combustibile situati all'interno delle aree idonee	Produzione di calore: 538 MWh/a	Quota calore: 0.3%
Calore ambientale Acque superficiali (fiume Breggia) (cap. 9.4.3)	Valutazione deflussi minimi e fabbisogni situati nelle vicinanze.	Potenziale nullo	Quota calore: 0.0%
Calore residuo IDA (cap.10.3.2)	Sfruttamento mediante pompe di calore del calore residuo dalle acque di scarico in uscita dall'IDA.	Produzione di calore: 3'567 MWh/a	Quota calore: 2.2%
Calore residuo Acque reflue (cap. 0)	Copertura del fabbisogno termico degli edifici residenziali situati nei pressi di condotte aventi un deflusso minimo e un diametro sufficiente.	Produzione di calore: 711 MWh/a	Quota calore: 0.4%
Calore residuo Acqua potabile (cap. 10.1.1)	Copertura del fabbisogno termico degli edifici residenziali (tre e più abitazioni) per commerci e servizi attualmente alimentati a olio combustibile o gas naturale e dotati di impianti di riscaldamento di potenza superiore a 150 kW	Produzione di calore: 13'935 MWh/a	Quota calore: 8.4%
Calore residuo Processi (cap.10.4)	Utilizzo del calore residuo di processi rispettivamente grandi impianti per il riscaldamento degli edifici.	Potenziale non stimabile in termini quantitativi in assenza di un'analisi puntuale degli impianti aventi una potenza superiore ai 500 kW.	
Totale		Produzione di calore: 86'989 MWh/a	Quota calore: 47.4%

Tabella 44 sono rappresentati anche in Figura 36. Se si considera la disponibilità di vettori energetici rinnovabili sul territorio, i *potenziali* maggiori per la produzione di energia termica risiedono nello sfruttamento del calore ambientale presente nelle acque di falda rispettivamente nell'aria.

12.2 Copertura del fabbisogno di energia elettrica

Il fabbisogno di energia elettrica sul territorio della regione Generoso attesta a 64'909 MWh/anno (cfr. cap. 3.3) Questo valore è ottenuto come somma dei consumi dei seguenti settori di uso finale (cfr. Tabella 4):

- edifici residenziali - illuminazione e apparecchi: 10'105 MWh/anno;
- commercio e servizi - illuminazione e apparecchi: 15'448 MWh/anno;
- artigianato e industria - illuminazione, apparecchi e processi: 9'932 MWh/anno;
- illuminazione pubblica: 1'130 MWh/anno.

Si evidenzia che il totale non tiene conto dei quantitativi di energia elettrica attualmente consumati a scopo di riscaldamento delle abitazioni, dei commerci e dei servizi, poiché tale quantitativo è già stato conteggiato nelle stime di copertura del fabbisogno termico. Non è inoltre incluso il fabbisogno di energia elettrica espresso dal settore Mobilità (5'157 MWh/anno, cfr. Tabella 4), che non è oggetto di approfondimento nell'ambito del PECo.

I potenziali di produzione di energia elettrica mediante fonti rinnovabili e infrastrutture esistenti sul territorio della regione Generoso sono sintetizzati in

Fonte energetica	Descrizione	Potenziale	Copertura consumi
Energia solare Fotovoltaico (cap. 9.1.1)	Posa di moduli fotovoltaici fuori nucleo.	Produzione di elettricità: 30'034 MWh/a	Quota elettricità: 82.0%
Biogas prodotto dall'IDA (cap.10.3.1)	Incremento produzione biogas tramite l'introduzione di substrati organici.	Potenziale nullo	Quota elettricità: 0.0%
Acqua potabile (cap. 10.1.2)	Turbinaggio dell'acqua potabile.	Potenziale nullo	Quota elettricità: 0.0%
Scarti organici (cap. 9.3.2)	Valorizzazione energetica degli scarti organici per la produzione di biogas.	Potenziale nullo	Quota elettricità: 0.0%
Acqua superficiale (cap.9.2)	Turbinaggio fiume Breggia	Produzione di elettricità: 4'919 MWh/a	Quota elettricità: 13.4%
Totale		Produzione di elettricità: 34'953 MWh/a	Quota elettricità: 95.5%

Tabella 45.

Fonte energetica	Descrizione	Potenziale	Copertura consumi
Energia solare Fotovoltaico (cap. 9.1.1)	Posa di moduli fotovoltaici fuori nucleo.	Produzione di elettricità: 30'034 MWh/a	Quota elettricità: 82.0%
Biogas prodotto dall'IDA (cap.10.3.1)	Incremento produzione biogas tramite l'introduzione di substrati organici.	Potenziale nullo	Quota elettricità: 0.0%
Acqua potabile (cap. 10.1.2)	Turbinaggio dell'acqua potabile.	Potenziale nullo	Quota elettricità: 0.0%
Scarti organici	Valorizzazione energetica	Potenziale nullo	Quota elettricità:

(cap. 9.3.2)	degli scarti organici per la produzione di biogas.		0.0%
Acqua superficiale (cap.9.2)	Turbinaggio fiume Breggia	Produzione di elettricità: 4'919 MWh/a	Quota elettricità: 13.4%
Totale		Produzione di elettricità: 34'953 MWh/a	Quota elettricità: 95.5%

Tabella 45 Panoramica dei potenziali locali per la produzione di elettricità proveniente da energie rinnovabili sul territorio della regione Generoso.

La copertura dell'attuale fabbisogno elettrico sfruttando le fonti rinnovabili e le infrastrutture è dunque rappresentata in Figura 37: le fonti rinnovabili e le infrastrutture potrebbero coprire al massimo il 95% dell'attuale fabbisogno elettrico del territorio. Il rimanente 5% deve essere coperto con il mix dell'energia elettrica offerto da AIL e AGE.

In questo contesto, i singoli consumatori della regione Generoso potranno comunque acquistare da energia elettrica certificata di origine rinnovabile o ecologica (Tiacqua, energia idroelettrica; EcoPower, energia in parte idroelettrica e in parte prodotta dall'energia solare certificata Naturemade Star), a un prezzo superiore a quello di base offerto da sfruttando così un meccanismo di mercato che consente di svincolarsi dal consumo di energia elettrica di origine fossile o comunque non rinnovabile.

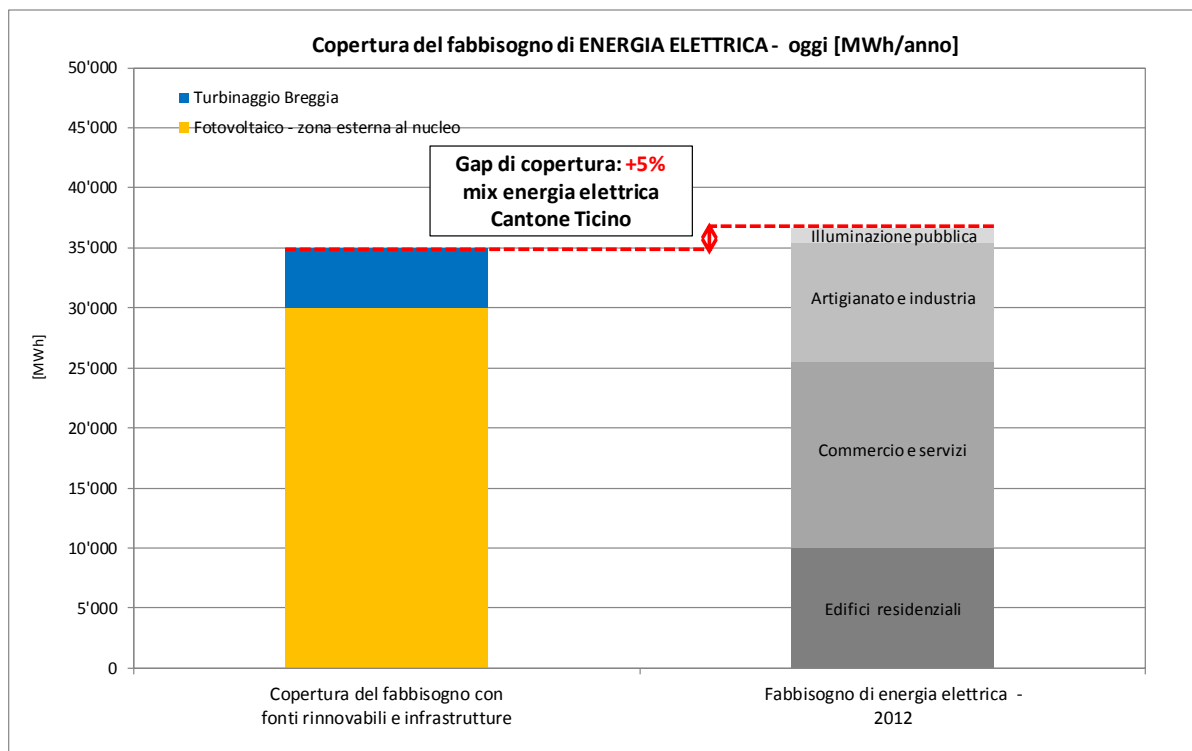
I valori riportati in

Fonte energetica	Descrizione	Potenziale	Copertura consumi
Energia solare Fotovoltaico (cap. 9.1.1)	Posa di moduli fotovoltaici fuori nucleo.	Produzione di elettricità: 30'034 MWh/a	Quota elettricità: 82.0%
Biogas prodotto dall'IDA (cap.10.3.1)	Incremento produzione biogas tramite l'introduzione di substrati organici.	Potenziale nullo	Quota elettricità: 0.0%
Acqua potabile (cap. 10.1.2)	Turbinaggio dell'acqua potabile.	Potenziale nullo	Quota elettricità: 0.0%
Scarti organici (cap. 9.3.2)	Valorizzazione energetica degli scarti organici per la produzione di biogas.	Potenziale nullo	Quota elettricità: 0.0%
Acqua superficiale (cap.9.2)	Turbinaggio fiume Breggia	Produzione di elettricità: 4'919 MWh/a	Quota elettricità: 13.4%
Totale		Produzione di elettricità: 34'953 MWh/a	Quota elettricità: 95.5%

Tabella 45 sono rappresentati in Figura 37. L'analisi sottolinea che in base all'attuale disponibilità di dati il potenziale maggiore per la produzione di elettricità da fonti energetiche rinnovabili è rappresentato dal fotovoltaico.

Figura 37 Ipotesi di copertura del fabbisogno di energia elettrica della regione Generoso – potenziali e fabbisogno stimati nella situazione attuale.

12.3 Riduzione fabbisogno energia termica



Il fabbisogno di energia termica del parco edifici stimato per i Comuni del Generoso al 2012 corrisponde a 165'229 MWh/anno. Il capitolo 11 stima gli attuali potenziali di riduzione dei consumi nei settori finali, sintetizzati in

Settore	Descrizione	Fabbisogno energetico attuale 2012 [MWh/a]	Potenziale di riduzione [MWh/a]	Fabbisogno energetico futuro [MWh/a]	Percentuale riduzione
Edifici residenziali	Risanamento MINERGIE®.	143'622	81'623	62'000	57%
Edifici per commercio e servizi	Risanamento MINERGIE®.	20'037	12'690	7'347	63%
Artigianato e industria	Riduzione 20%	1'570	314	1'256	20%
TOTALE		165'229	94'627	70'603	57%

Tabella 46 e Figura 38: se essi fossero raggiunti, il fabbisogno totale di energia termica espresso dal territorio del Generoso potrebbe scendere a 70'603 MWh/anno, un valore pari a circa il 43% dell'attuale fabbisogno.

Settore	Descrizione	Fabbisogno energetico attuale 2012 [MWh/a]	Potenziale di riduzione [MWh/a]	Fabbisogno energetico futuro [MWh/a]	Percentuale riduzione
Edifici residenziali	Risanamento MINERGIE®.	143'622	81'623	62'000	57%
Edifici per commercio e servizi	Risanamento MINERGIE®.	20'037	12'690	7'347	63%
Artigianato e industria	Riduzione 20%	1'570	314	1'256	20%
TOTALE		165'229	94'627	70'603	57%

Tabella 46 Panoramica dei potenziali di riduzione nei settori finali - energia termica.

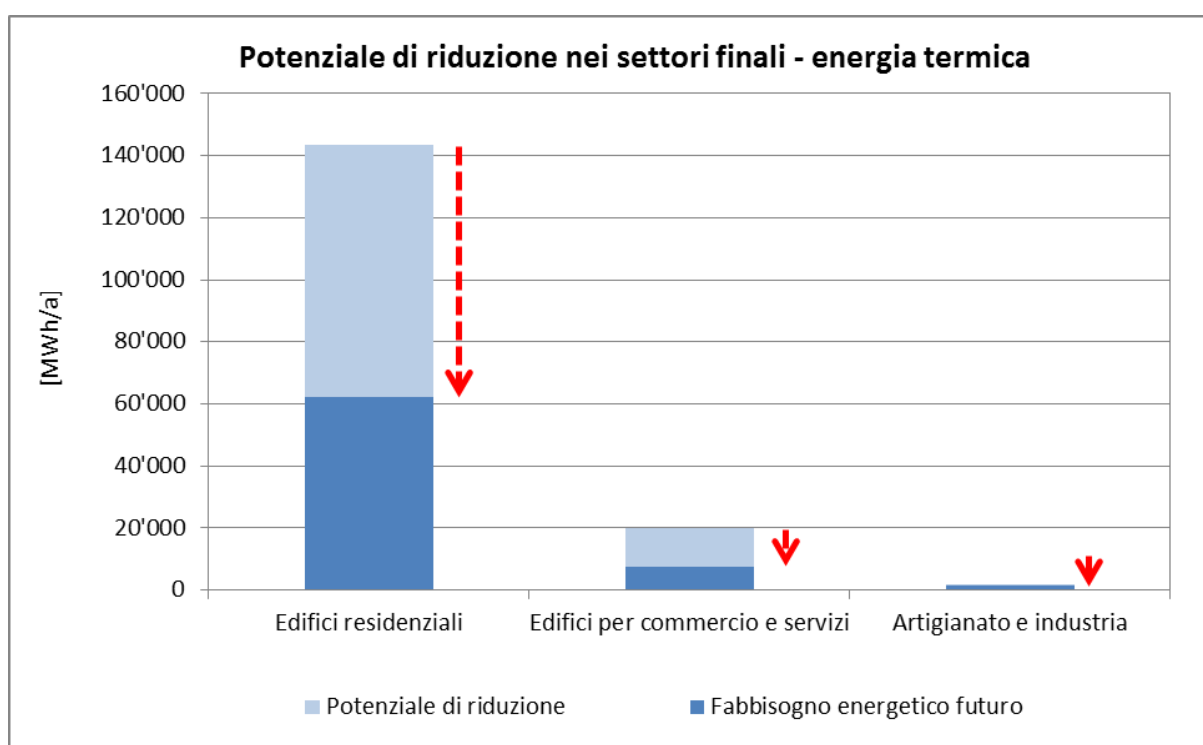


Figura 38 Panoramica dei potenziali di riduzione nei settori finali - energia termica.

È dunque interessante confrontare i potenziali di produzione di energia termica da fonti rinnovabili o infrastrutture con il fabbisogno energetico che i Comuni del Generoso potrebbero esprimere in futuro nel caso in cui il parco edifici sia risanato secondo gli standard energetici descritti nel paragrafo 11.1. A questo scopo è importante segnalare che alcune delle stime di potenziale qui effettuate si basano sul fabbisogno energetico attualmente espresso dal sotto-insieme di edifici idonei a sfruttare la fonte energetica rinnovabile/da infrastrutture: si tratta dei potenziali relativi al calore ambientale (sottosuolo,

acque superficiali, aria) e dell'acquedotto. Se in futuro si realizzasse una netta riduzione del fabbisogno termico degli edifici, le stime di potenziale per queste fonti energetiche risulterebbero anch'esse inferiori.

In particolare, ipotizzando l'attuazione sistematica dei risanamenti degli edifici esistenti secondo lo standard MINERIGE® (edifici residenziali, commerci e servizi), si avrebbe una riduzione media del fabbisogno termico degli edifici pari al 58% rispetto al fabbisogno attuale. Pertanto, i potenziali relativi al calore ambientale e all'acquedotto in futuro risulteranno inferiori del 43% rispetto al valore attualmente stimato. In tale configurazione i potenziali risulterebbero dunque come mostrato in Figura 39 e in

Fonte energetica	Logica di stima	Potenziale	Copertura consumi
Energia solare Calore (cap. 9.1.2)	Posa collettori solari fuori nucleo in rif. al tipo di edificio: - 5 m2 abitazione unifamiliare - 10 m2 abitazione bifamiliare - 20 m2 abitazione multifamiliare.	Produzione di calore: 11'881 MWh/a	Quota calore: 8.9%
Legname da energia (cap. 9.3.1)	Approvvigionamento con legname proveniente dai boschi della regione Generoso e dintorni	Produzione di calore: 4'640 MWh/a	Quota calore: 3.5%
Scarti organici (cap. 9.3.2)	Valorizzazione energetica degli scarti organici per la produzione di biogas.	Potenziale nullo	Quota calore: 0.0%
Biogas prodotto dall'IDA (cap.10.3.1)	Incremento produzione biogas tramite l'introduzione di substrati organici.	Potenziale nullo	Quota calore: 0.0%
Calore ambientale Aria (cap. 9.4.4)	Copertura fabbisogno edifici monofamiliari alimentati ad olio combustibile o gas naturale:	Produzione di calore: 16'233 MWh/a	Quota calore: 12.2%
Calore ambientale Sottosuolo (cap.9.4.2)	Copertura fabbisogno degli edifici plurifamiliari, per uffici e commerciali alimentati ad olio combustibile situati all'interno delle aree idonee	Produzione di calore: 8'913 MWh/a	Quota calore: 6.7%
Calore ambientale Acque sotterranee (cap. 9.4.1)	Copertura fabbisogno degli edifici plurifamiliari, per uffici e commerciali alimentati ad olio combustibile situati all'interno delle aree idonee	Produzione di calore: 225 MWh/a	Quota calore: 0.2%
Calore ambientale Acque superficiali (fiume Breggia) (cap. 9.4.3)	Valutazione deflussi minimi e fabbisogni situati nelle vicinanze.	Potenziale nullo	Quota calore: 0.0%
Calore residuo IDA (cap.10.3.2)	Sfruttamento mediante pompe di calore del calore residuo dalle acque di scarico in uscita dall'IDA.	Produzione di calore: 3'567 MWh/a	Quota calore: 2.7%
Calore residuo Acque reflue (cap. 0)	Copertura del fabbisogno termico degli edifici residenziali situati nei pressi di condotte aventi un deflusso minimo e un diametro sufficiente.	Produzione di calore: 291 MWh/a	Quota calore: 0.2%
Calore residuo Acqua potabile (cap. 10.1.1)	Copertura del fabbisogno termico degli edifici residenziali (tre e più abitazioni) per commerci e servizi attualmente alimentati a olio combustibile o gas naturale e dotati di impianti di riscaldamento di potenza superiore a 150 kW	Produzione di calore: 5'979 MWh/a	Quota calore: 4.5%
Calore residuo Processi	Utilizzo del calore residuo di processi rispettivamente grandi impianti per il riscaldamento degli edifici.	Potenziale non stimabile in termini quantitativi in assenza di un'analisi	

(cap.10.4)		puntuale degli impianti aventi una potenza superiore ai 500 kW.	
Totale		Produzione di calore: 51'881 MWh/a	Quota calore: 38.8%

Tabella 47.

Fonte energetica	Logica di stima	Potenziale	Copertura consumi
Energia solare Calore (cap. 9.1.2)	Posa collettori solari fuori nucleo in rif. al tipo di edificio: - 5 m ² abitazione unifamiliare - 10 m ² abitazione bifamiliare - 20 m ² abitazione multifamiliare.	Produzione di calore: 11'881 MWh/a	Quota calore: 8.9%
Legname da energia (cap. 9.3.1)	Approvvigionamento con legname proveniente dai boschi della regione Generoso e dintorni	Produzione di calore: 4'640 MWh/a	Quota calore: 3.5%
Scarti organici (cap. 9.3.2)	Valorizzazione energetica degli scarti organici per la produzione di biogas.	Potenziale nullo	Quota calore: 0.0%
Biogas prodotto dall'IDA (cap.10.3.1)	Incremento produzione biogas tramite l'introduzione di substrati organici.	Potenziale nullo	Quota calore: 0.0%
Calore ambientale Aria (cap. 9.4.4)	Copertura fabbisogno edifici monofamiliari alimentati ad olio combustibile o gas naturale:	Produzione di calore: 16'233 MWh/a	Quota calore: 12.2%
Calore ambientale Sottosuolo (cap.9.4.2)	Copertura fabbisogno degli edifici plurifamiliari, per uffici e commerciali alimentati ad olio combustibile situati all'interno delle aree idonee	Produzione di calore: 8'913 MWh/a	Quota calore: 6.7%
Calore ambientale Acque sotterranee (cap. 9.4.1)	Copertura fabbisogno degli edifici plurifamiliari, per uffici e commerciali alimentati ad olio combustibile situati all'interno delle aree idonee	Produzione di calore: 225 MWh/a	Quota calore: 0.2%
Calore ambientale Acque superficiali (fiume Breggia) (cap. 9.4.3)	Valutazione deflussi minimi e fabbisogni situati nelle vicinanze.	Potenziale nullo	Quota calore: 0.0%
Calore residuo IDA (cap.10.3.2)	Sfruttamento mediante pompe di calore del calore residuo dalle acque di scarico in uscita dall'IDA.	Produzione di calore: 3'567 MWh/a	Quota calore: 2.7%
Calore residuo Acque reflue (cap. 0)	Copertura del fabbisogno termico degli edifici residenziali situati nei pressi di condotte aventi un deflusso minimo e un diametro sufficiente.	Produzione di calore: 291 MWh/a	Quota calore: 0.2%
Calore residuo Acqua potabile (cap. 10.1.1)	Copertura del fabbisogno termico degli edifici residenziali (tre e più abitazioni) per commerci e servizi attualmente alimentati a olio combustibile o gas naturale e dotati di impianti di riscaldamento di potenza superiore a 150 kW	Produzione di calore: 5'979 MWh/a	Quota calore: 4.5%
Calore residuo Processi (cap.10.4)	Utilizzo del calore residuo di processi rispettivamente grandi impianti per il riscaldamento degli edifici.	Potenziale non stimabile in termini quantitativi in assenza di un'analisi puntuale degli impianti aventi una potenza superiore ai 500 kW.	
Totale		Produzione di calore: 51'881 MWh/a	Quota calore: 38.8%

Tabella 47 Panoramica dei potenziali locali per la produzione di calore proveniente da energie rinnovabili, calore ambientale e calore residuo sul territorio della regione Generoso – potenziali futuri.

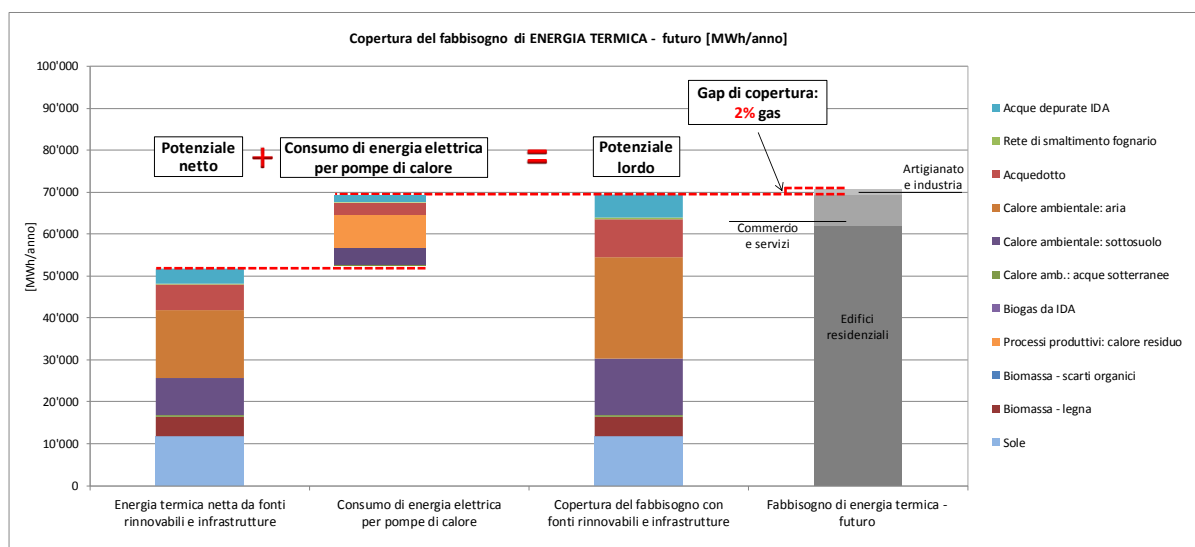


Figura 39 Ipotesi di copertura del fabbisogno futuro di energia termica della regione Generoso - fabbisogno di energia termica e potenziali di produzione stimati.

In questa configurazione, il confronto tra i potenziali di produzione di energia termica da fonti rinnovabili e infrastrutture e il fabbisogno futuro di energia termica mostra una differenza inferiore rispetto alla situazione attuale: il *gap* di copertura risulterebbe infatti pari al 2% invece che al 26%.

Se si considera che il progresso tecnologico consentirà di disporre di pompe di calore con prestazioni superiori a quelle attuali (il coefficiente di lavoro annuo CLA sarà certamente superiore al valore di 3, qui considerato a titolo prudenziale), si può ipotizzare che nel lungo periodo futuro l'energia termica ricavabile dalle fonti rinnovabili e dalle infrastrutture potrà permettere la copertura totale del fabbisogno termico.

È tuttavia importante considerare i valori relativi ai potenziali di efficienza termica come prettamente indicativi. Non è infatti realistico ritenere che l'intero parco edifici comunale sia risanato secondo lo scenario considerato, non solo per i fattori di influenza socio-economici (ad esempio costi di investimento) ma anche per fattori tecnici (architettura edifici, nucleo ecc.). L'analisi sottolinea tuttavia in modo chiaro l'enorme potenziale di efficienza che risiede nel parco edifici esistente.

12.4 Riduzione del fabbisogno di energia elettrica

Il fabbisogno di energia elettrica del parco edifici stimato per i Comuni del Generoso al 2012 corrisponde a 64'909 MWh/anno (cfr. cap. 3). Anche per l'energia elettrica è possibile stimare la copertura del fabbisogno una volta che saranno raggiunti i potenziali di risparmio energetico nei settori di consumo finale presentati al Capitolo 11. La tabella e il grafico seguente riporta una panoramica dei potenziali di efficienza presenti sul territorio comunale riferiti all'elettricità.

Settore	Descrizione	Fabbisogno energetico attuale 2012 [MWh/a]	Potenziale di riduzione [MWh/a]	Fabbisogno energetico futuro [MWh/a]	Percentuale riduzione
Economie domestiche	Riduzione consumi (illuminazione privata e apparecchi)	10'105	3'335	6'770	33%
Commercio e servizi	Riduzione consumi (illuminazione privata e apparecchi)	15'448	5'407	10'041	35%
Artigianato e industria	Riduzione consumi di (illuminazione privata, apparecchi e processi.	9'932	1'986	7'946	20%
Illuminazione pubblica	Riduzione consumi (illuminazione pubblica)	1'130	452	678	40%
TOTALE		36'615	11'181	25'435	31%

Tabella 48 Panoramica dei potenziali di efficienza elettrica sul territorio dei Comuni del Generoso, riferiti ai differenti settori di utenza.

L'analisi mostra che, se tutte le misure di risparmio energetico fossero implementate, il fabbisogno di energia elettrica espresso dal territorio dei Comuni del Generoso potrebbe scendere a 25'435 MWh/anno, un valore pari a circa il 69% dell'attuale fabbisogno.

Una stima accurata del fabbisogno energetico potenziale futuro dovrebbe tuttavia anche tenere in considerazione l'aumento dei consumi di energia elettrica che deriva dal progressivo abbandono delle energie fossili (decarbonizzazione dei consumi). In questa sede non è possibile delineare il trend di aumento dei consumi di energia elettrica nel settore artigianato e industria. È invece possibile ipotizzare l'aumento potenziale nel settore residenziale del commercio e dei servizi, a seguito dello sfruttamento del calore ambientale e dall'acquedotto, nel caso in cui le ipotesi di riduzione del fabbisogno di energia termica siano rispettate (cfr paragrafo 12.3).

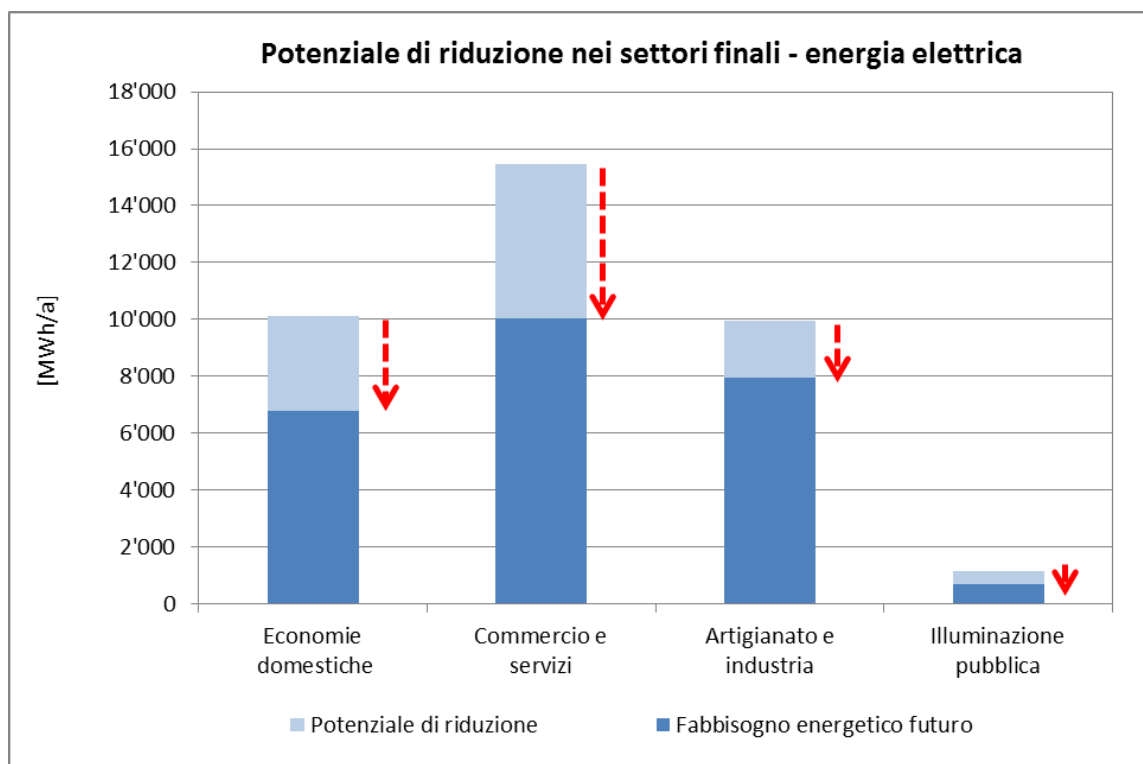


Figura 40 Panoramica dei potenziali di riduzione nei settori finali - energia elettrica.

A questo scopo si possono infatti considerare i consumi di energia elettrica legati all'alimentazione delle pompe di calore per lo sfruttamento dei potenziali sintetizzati nel paragrafo precedente. Ipotizzando un coefficiente di lavoro annuo CLA prudente, pari a 3, si può stimare che tale consumo di energia elettrica sia pari a 1/3 del potenziale lordo di produzione di energia termica. Così facendo si ottiene un consumo potenziale di energia elettrica per le pompe di calore per le abitazioni pari a 17'604 MWh/anno (cfr.

	Potenziale netto (energia termica prelevata)	Consumo di energia elettrica	Potenziale lordo (energia termica ottenuta)
Acque depurate in uscita da IDA	3'567 MWh/a	1'783 MWh/a	5'350 MWh/a
Calore ambientale: acque sotterranee	225 MWh/a	113 MWh/a	338 MWh/a
Calore ambientale: sottosuolo	8'913 MWh/a	4'457 MWh/a	13'370 MWh/a
Calore ambientale: aria	16'233 MWh/a	8'116 MWh/a	24'349 MWh/a
Acquedotto	5'979 MWh/a	2'990 MWh/a	8'969 MWh/a
Calore residuo Acque luride	291 MWh/a	145 MWh/a	436 MWh/a
TOTALE	35'208 MWh/a	17'604 MWh/a	52'812 MWh/a

Tabella 49).

	Potenziale netto (energia termica)	Consumo di energia elettrica	Potenziale lordo (energia termica)
--	---	-------------------------------------	---

	prelevata)		ottenuta)
Acque depurate in uscita da IDA	3'567 MWh/a	1'783 MWh/a	5'350 MWh/a
Calore ambientale: acque sotterranee	225 MWh/a	113 MWh/a	338 MWh/a
Calore ambientale: sottosuolo	8'913 MWh/a	4'457 MWh/a	13'370 MWh/a
Calore ambientale: aria	16'233 MWh/a	8'116 MWh/a	24'349 MWh/a
Acquedotto	5'979 MWh/a	2'990 MWh/a	8'969 MWh/a
Calore residuo Acque luride	291 MWh/a	145 MWh/a	436 MWh/a
TOTALE	35'208 MWh/a	17'604 MWh/a	52'812 MWh/a

Tabella 49 Panoramica del fabbisogno futuro di energia elettrica legato allo sfruttamento dei potenziali di produzione di energia termica (alimentazione delle pompe di calore).

Se fossero soddisfatti i potenziali di risparmio energetico e di progressivo abbandono delle fonti fossili nei settori di consumo finale, il fabbisogno complessivo di energia elettrica sarebbe dunque pari a 43'041 MWh/anno (25'437 MWh/anno ai quali si addiziona un consumo pari a 17'604 MWh/anno dovuto alle pompe di calore). La diminuzione dei consumi indotta dall'efficienza energetica sarebbe dunque in parte compensata dall'aumento dei consumi legato alla maggiore diffusione delle pompe di calore: il fabbisogno futuro di energia elettrica sarà dunque non trascurabile. Come mostra la Figura 41, il 19% del fabbisogno elettrico del territorio dovrà essere soddisfatto ricorrendo al mix elettrico ticinese.

Volendo coprire integralmente il proprio fabbisogno elettrico con fonti rinnovabili, i consumatori potranno comunque acquistare, pagando un sovrapprezzo, energia certificata rinnovabile o ecologica.

Si segnala tuttavia che il potenziale di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e infrastrutture (pari a 34'953 MWh/anno, cfr.

Fonte energetica	Descrizione	Potenziale	Copertura consumi
Energia solare Fotovoltaico (cap. 9.1.1)	Posa di moduli fotovoltaici fuori nucleo.	Produzione di elettricità: 30'034 MWh/a	Quota elettricità: 82.0%
Biogas prodotto dall'IDA (cap.10.3.1)	Incremento produzione biogas tramite l'introduzione di substrati organici.	Potenziale nullo	Quota elettricità: 0.0%
Acqua potabile (cap. 10.1.2)	Turbinaggio dell'acqua potabile.	Potenziale nullo	Quota elettricità: 0.0%
Scarti organici (cap. 9.3.2)	Valorizzazione energetica degli scarti organici per la produzione di biogas.	Potenziale nullo	Quota elettricità: 0.0%
Acqua superficiale (cap.9.2)	Turbinaggio fiume Breggia	Produzione di elettricità: 4'919 MWh/a	Quota elettricità: 13.4%
Totale		Produzione di elettricità: 34'953 MWh/a	Quota elettricità: 95.5%

Tabella 45) potrebbe consentire di coprire interamente il consumo di energia elettrica necessario per il funzionamento delle pompe di calore (17'604 MWh/anno, cfr. Tabella 49): così facendo l'approvvigionamento di energia termica di sarebbe completamente svincolato da fonti fossili e non rinnovabili.

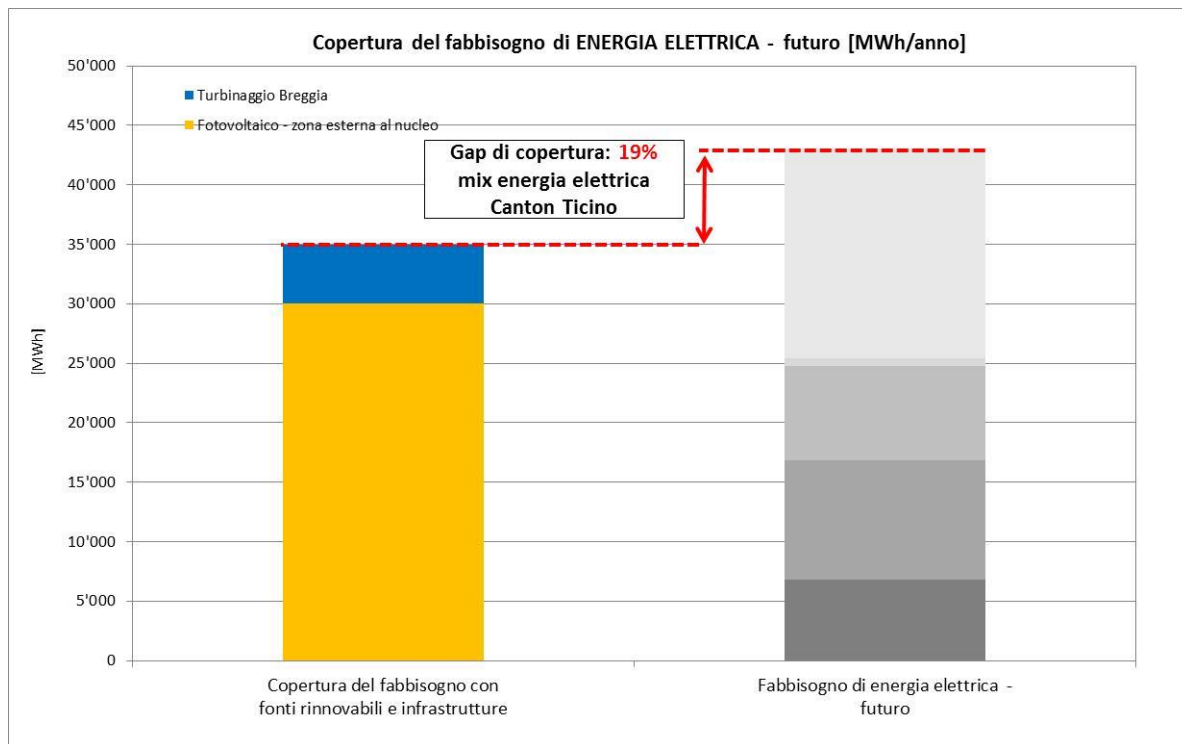


Figura 41 Ipotesi di copertura del fabbisogno futuro di energia elettrica della regione Generoso fabbisogno di energia elettrica e potenziali di produzione stimati.

12.5 Contestualizzazione spaziale: la carta delle risorse

A differenza dei potenziali di riduzione dei consumi nei settori finali, che possono essere ugualmente raggiunti dai diversi ambiti del territorio della regione Generoso, al fine di garantire uno sfruttamento efficace dei potenziali di produzione indigena di energia termica ed elettrica è opportuno favorirne lo sfruttamento sulle porzioni di territorio più adatte per ciascun vettore energetico. Lo sfruttamento delle energie rinnovabili e delle energie da infrastrutture è infatti fortemente condizionato dalle caratteristiche del territorio e del sistema insediativo.

A questo scopo è estremamente importante disporre di una cartografia tematica, che offra un quadro complessivo delle opportunità di sfruttamento delle energie rinnovabili per il territorio e delimiti gli ambiti più adatti a ciascun vettore energetico, sia per la copertura del fabbisogno termico sia per la copertura del fabbisogno elettrico: la chiameremo “carta delle risorse”.

12.5.1 Copertura del fabbisogno di energia termica

La Figura 42 riporta la *Carta delle risorse della regione Generoso* per la copertura del fabbisogno termico. Per ciascuna modalità di produzione di energia termica attraverso fonti rinnovabili o le infrastrutture, la cartografia mostra gli ambiti sui quali è possibile e/o opportuno sfruttarla:

- sull'intero territorio è possibile sfruttare la legna e il calore contenuto nell'aria. È inoltre possibile sfruttare il calore contenuto nell'acquedotto. Nella stima dei potenziali si è tuttavia considerato che questa tecnica sia conveniente solo per gli edifici che esprimono un fabbisogno termico equivalente a quello soddisfatto da impianti di 150 kW di potenza installata;
- si considera che il potenziale di energia solare termica è presente su tutto il territorio, anche se in alcuni punti, come evidenziano i dati forniti dalla mappatura solare, le condizioni sono meno favorevoli. Ciò è particolarmente vero nei fondovalle;
- in ragione della disponibilità in quantità limitate, lo sfruttamento della legna indigena è particolarmente adatto agli ambiti montani (comune di Breggia e parte del comune di Castel San Pietro);
- vincoli di natura geologica e di protezione dei pozzi delle acque potabili portano alla delimitazione degli ambiti in cui sfruttare il calore del sottosuolo e delle acque sotterranee: a questo scopo sono rispettivamente interessanti i seguenti ambiti:
 - sottosuolo: zona residenziale dei quartieri di Morbio Inferiore e Vacallo così come buona parte del comune di Castel San Pietro;
 - acque sotterranee: zona Pontegana, situata sul territorio di Morbio Inferiore;
- il calore residuo contenuto nelle acque depurate in uscita dall'IDA può essere sfruttato nei pressi dell'impianto di depurazione;
- il calore residuo della rete di smaltimento fognario può essere sfruttato nella zona antecedente l'IDA, dove si trova anche la piscina comunale;
- un'indagine più puntuale permetterà infine di determinare i grandi impianti che potrebbero fornire calore residuo.

Si ricorda infine che ai fini della copertura del fabbisogno termico è da prendere in considerazione il gas. Sebbene non si tratti di una fonte rinnovabile o da infrastrutture, esso

è da considerare quale vettore di transizione, come anche previsto dal Piano Energetico Cantonale PEC ora in consultazione. Questa fonte energetica costituisce infatti una alternativa più sostenibile dell'olio combustibile, sia dal punto di vista climatico che da quello ambientale (il gas produce meno emissioni atmosferiche e di CO₂). Inoltre, i processi di trasformazione del gas naturale per la produzione combinata di energia elettrica e calore sono oggi più efficienti di quelli di trasformazione dei combustibili fossili liquidi e solidi, pertanto a parità di energia finale consumata l'energia primaria effettivamente utilizzata è inferiore.

Il gas può essere sfruttato mediante distribuzione capillare e combustione in caldaie singole (questo è l'attuale approccio) oppure tramite una centrale termica (o una centrale di cogenerazione, per la produzione contestuale di energia termica ed elettrica) e la distribuzione del calore mediante una rete di teleriscaldamento.

La rete di distribuzione capillare del gas è estesa e ben sviluppata nei comuni di Vacallo e Morbio Inferiore, laddove è anche più elevata la densità di fabbisogno energetico [MWh/ha*anno], cioè è più conveniente realizzare una rete di teleriscaldamento. Il comune di Castel San Pietro, pur essendo allacciato alla rete del gas, non è coperto in modo così capillare. Le importanti pendenze della fascia montana e la bassa densità di fabbisogno termico non hanno invece portato l'allacciamento alla rete dei nuclei del comune di Breggia.

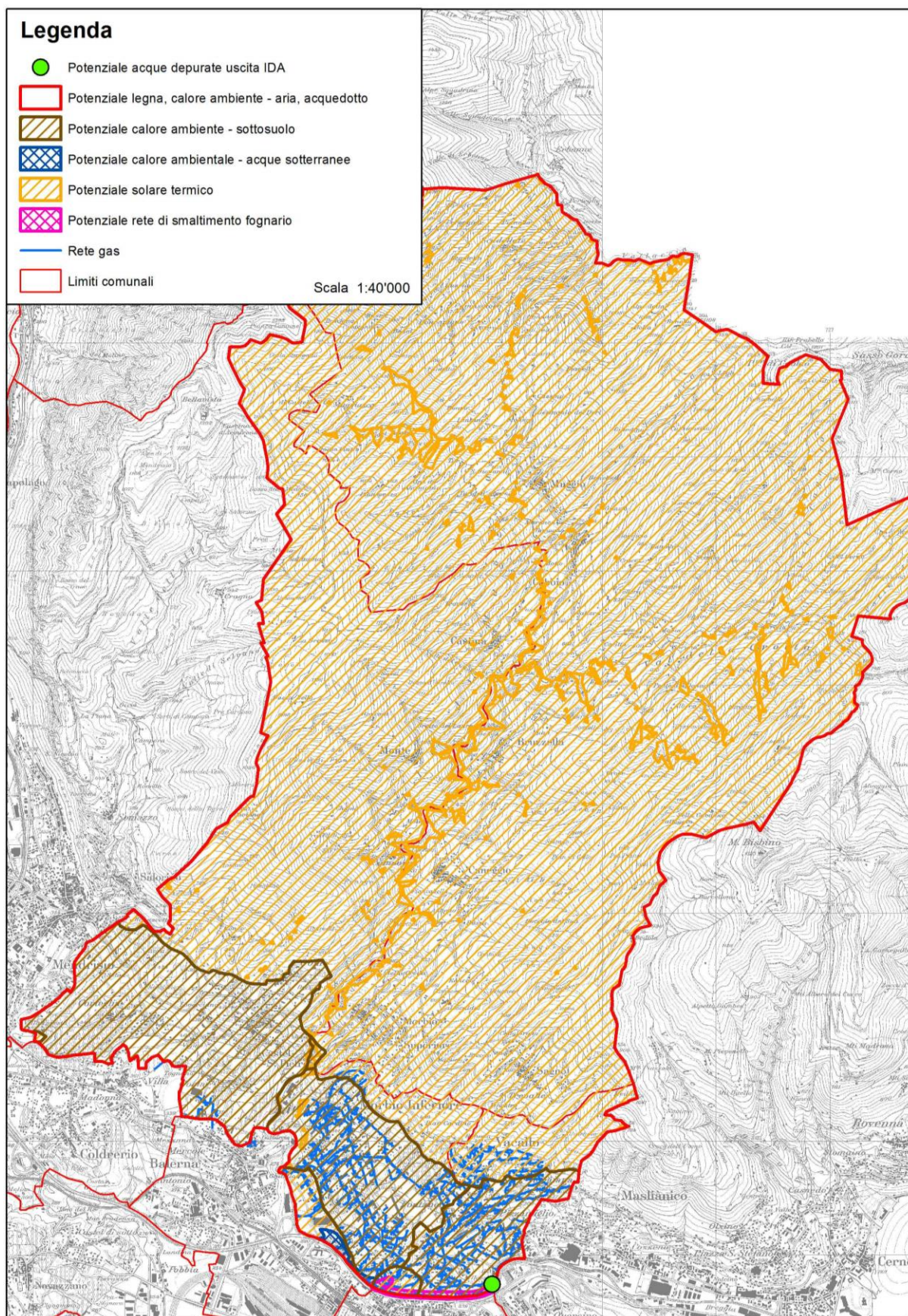


Figura 42 La carta delle risorse per la copertura del fabbisogno di energia termica sul territorio di della regione Generoso.

12.5.2 Copertura del fabbisogno di energia elettrica

La produzione di energia elettrica può essere effettuata in qualsiasi punto del territorio della regione Generoso e, a differenza dell'energia termica, non è vincolata alla presenza di un utente finale disposto ad assorbirla integralmente. L'energia elettrica prodotta può essere infatti immessa nella rete elettrica, che da questo punto di vista funge da "serbatoio di capacità illimitata".

Gli ambiti idonei alla produzione di energia elettrica attraverso lo sfruttamento delle risorse rinnovabili e delle infrastrutture sono mostrati nella "carta delle risorse della regione Generoso per la copertura del fabbisogno di energia elettrica" riportata in Figura 43:

- lo sfruttamento del solare fotovoltaico è possibile su gran parte del territorio della regione Generoso. Si segnala tuttavia la presenza di innumerevoli nuclei ISOS, dove l'installazione di moduli fotovoltaici risulta più problematica;
- l'eventuale punto di produzione di energia idroelettrica attraverso il turbinaggio delle acque del fiume Breggia è evidenziato in figura.

Infine, anche ai fini di produzione di energia elettrica è possibile ricorrere al gas naturale. Come già accennato nel paragrafo precedente, il gas è da prendere in considerazione quale vettore di transizione, come previsto dal Piano Energetico Cantonale PEC ora in consultazione. Gli ambiti idonei per questo genere di installazioni non sono stati investigati all'interno di questo documento ma dovranno essere oggetto di un'indagine specifica.

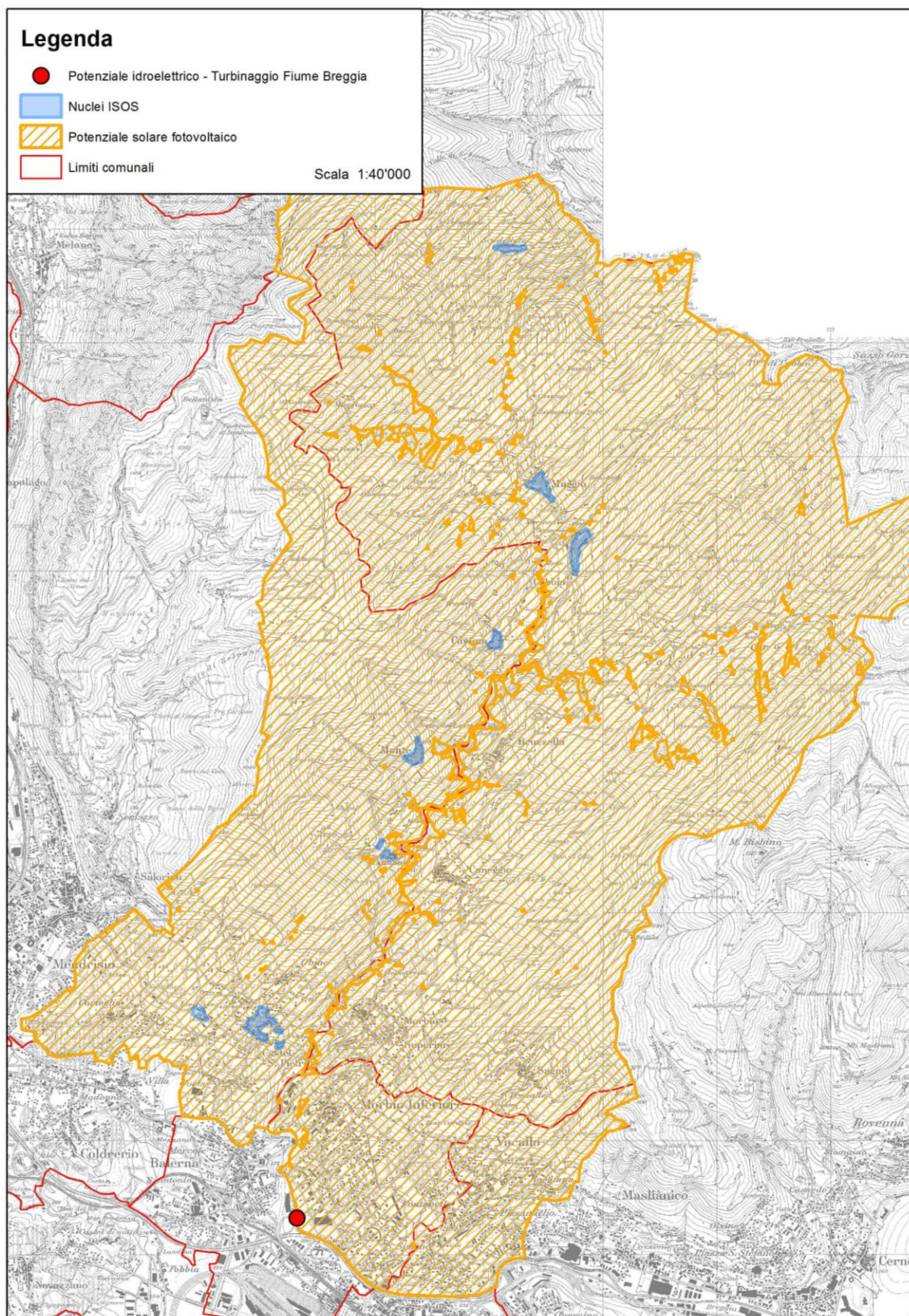


Figura 43 La carta delle risorse per la copertura del fabbisogno di energia elettrica sul territorio della regione Generoso.

13. Potenziale di realizzazione di reti di teleriscaldamento

Un sistema di teleriscaldamento è costituito da una rete di distribuzione del calore collegata ad una centrale termica al servizio di un determinato comparto urbano (residenziale, commerciale, ospedaliero ecc.). La produzione centralizzata del calore consente complessivamente maggiore efficienza energetica e quindi minori emissioni atmosferiche e di gas ad effetto serra. Per una introduzione al concetto si rimanda alla “Scheda informativa - Reti di teleriscaldamento”.

Per verificare l'esistenza di un potenziale di realizzazione di reti di teleriscaldamento, occorre valutare:

- l'entità del fabbisogno di energia termica espresso dal territorio;
- la presenza di fonti energetiche con cui alimentare la centrale termica; nel caso siano presenti più fonti, occorre confrontarle e individuare la più interessante, sulla base di considerazioni di tipo tecnico-economico, sociale e ambientale.

13.1 Analisi del fabbisogno di energia termica

Per poter valutare il potenziale di realizzazione di reti di teleriscaldamento sul territorio comunale della regione Generoso, si è fatto riferimento ai criteri di valutazione riguardanti la densità del fabbisogno termico e la densificazione edilizia (cfr. “Scheda informativa - Reti di teleriscaldamento”): ha senso realizzare una rete di teleriscaldamento solo laddove la densità di fabbisogno annuo di energia termica per ettaro sia almeno pari a 400 MWh/ha anno con un'estensione pari ad almeno 2 ettari.

Per verificare tale condizione, si è fatto riferimento al modello di stima utilizzato per la stima dei consumi per il riscaldamento e la preparazione dell'acqua calda sanitaria riferiti ai singoli edifici (cfr. Allegato1 “Modello di stima del fabbisogno di energia per il riscaldamento degli edifici residenziali, per commercio e servizi” e Cap. 3.3.2 e 3.3.3 per gli impianti di tipo produttivo/industriale). I dati forniti dal modello sono stati interpretati attraverso un sistema di informazione geografica (*Geographical Information System - GIS*), che ha permesso di individuare le zone del territorio della regione Generoso caratterizzate da una densità di fabbisogno termico annuo superiore a 400 MWh/ha.

La Figura 44 mostra la densità territoriale di fabbisogno termico espressa dagli edifici di natura residenziale, per commercio e per servizi nonché dagli impianti industriali presenti sul territorio²². Questo tipo di analisi mostra chiaramente che livelli elevati di densità di fabbisogno termico sono presenti nei nuclei storici di ciascun centro abitato. Un'ulteriore analisi basata sulle considerazioni espresse precedentemente permette di determinare gli ambiti più interessanti per la creazione di una rete di teleriscaldamento. Queste analisi sono presentate in Figura 45.

²² Le logiche per la stima di tale fabbisogno sono le seguenti: come indicato nell'Allegato 1, per ciascun edificio e impianto è stimato il fabbisogno energetico (consumo energetico per il riscaldamento e per l'acqua calda sanitaria, per l'anno 2012), quindi il territorio della Generoso è suddiviso in una griglia quadrata di 100 metri per lato (superficie di ogni elemento della griglia pari a 1 ettaro), ed è conteggiato il fabbisogno energetico espresso dall'insieme degli edifici contenuti in ciascun elemento della griglia.

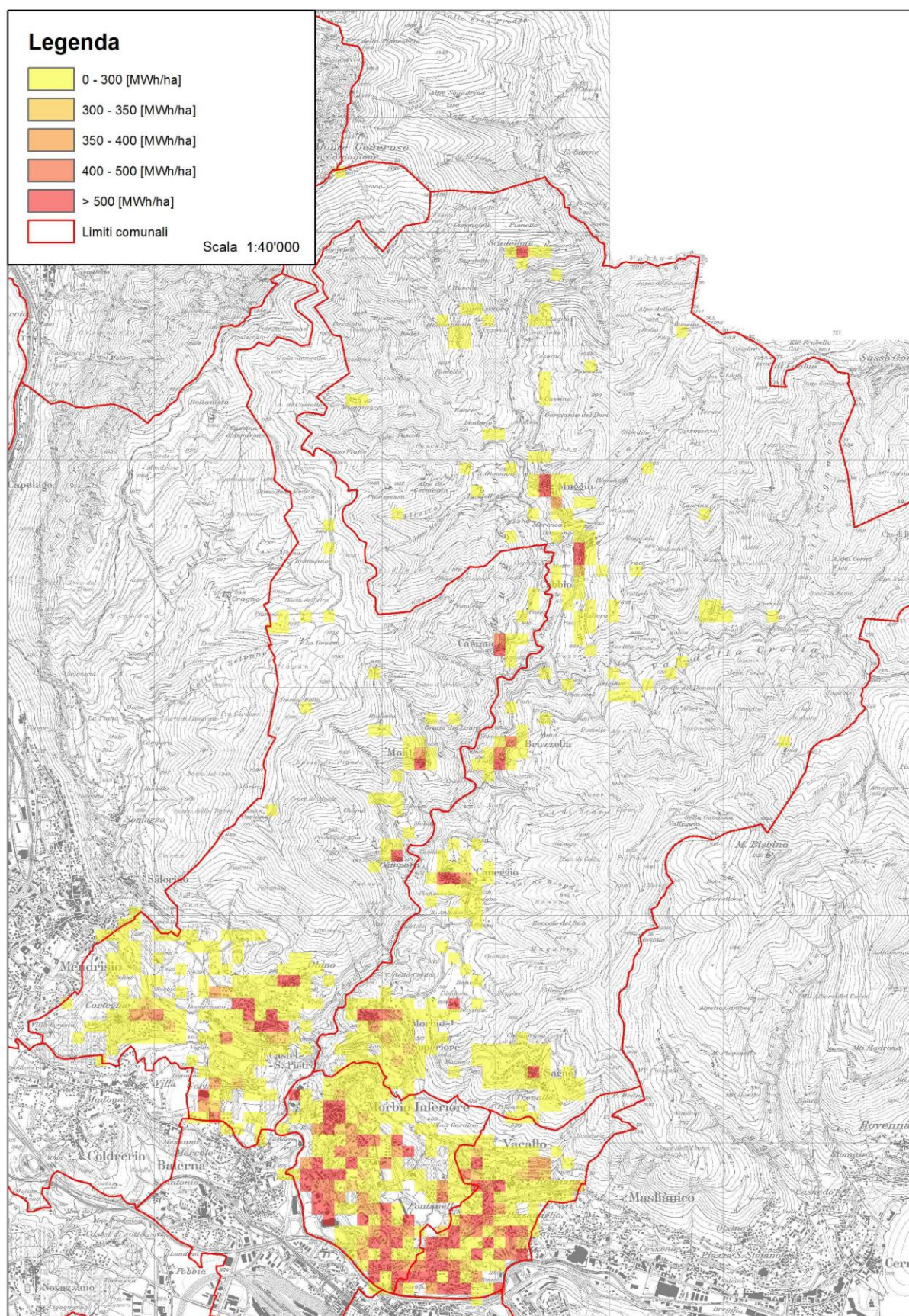


Figura 44 Densità territoriale di fabbisogno termico [MWh/anno ettaro] complessivamente espressa dal territorio investigato, anno di riferimento 2012.

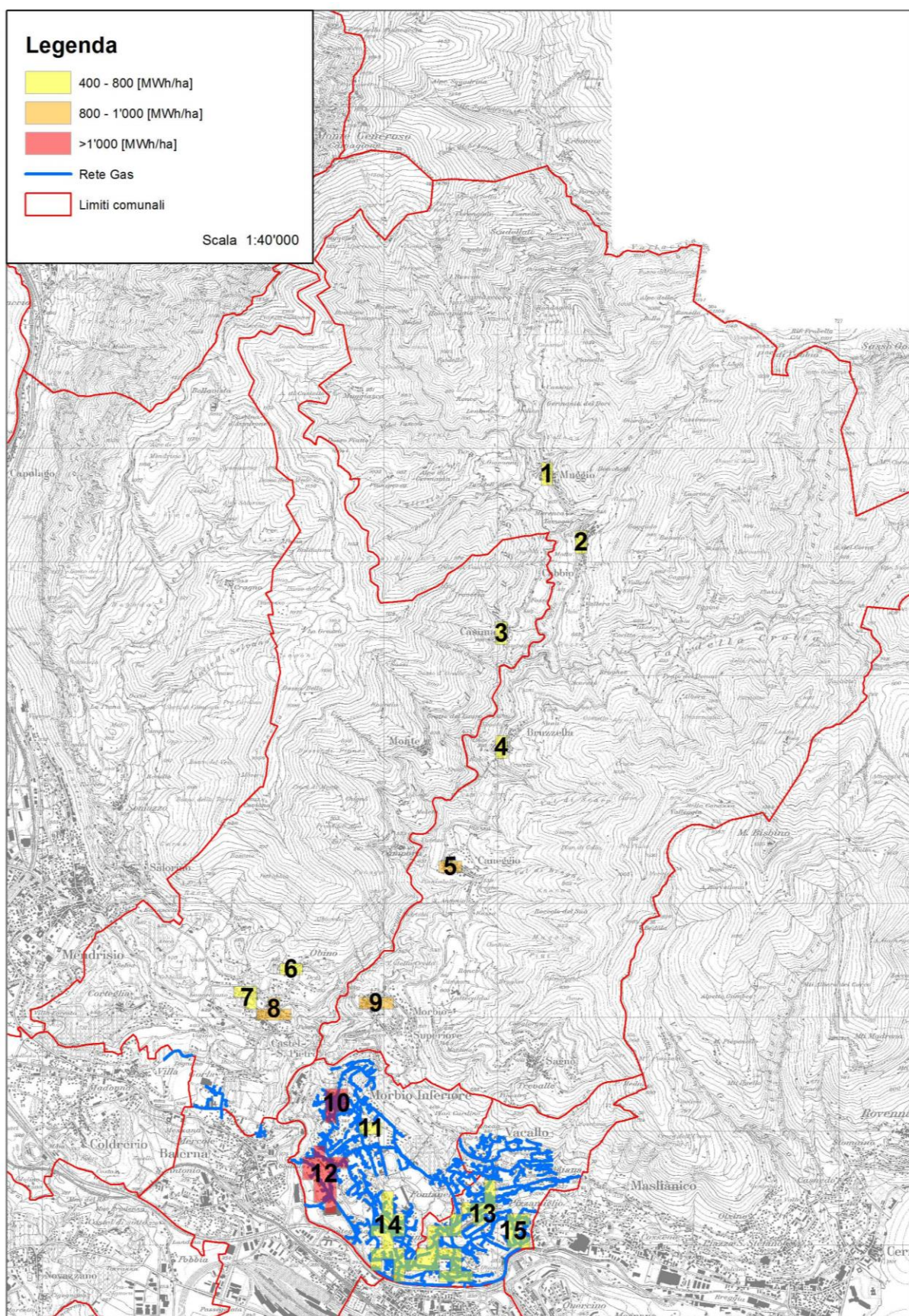


Figura 45 Aree idonee individuate per la posa di una rete di teleriscaldamento.

In particolare si evidenzia come proprio all'interno degli ambiti situati nel comune di Morbio Inferiore e di Vacallo sia presente in maniera capillare la rete del gas (cfr. Figura 36). Come già anticipato la presenza di una rete di distribuzione capillare del gas è da considerarsi quale fattore limitante per la realizzazione di una rete di teleriscaldamento: laddove in passato è già stato effettuato un investimento per la posa della rete di distribuzione del gas, la realizzazione di una rete di teleriscaldamento potrebbe non essere sostenibile dal punto di vista economico-finanziario.

Peraltro si rileva come gli ambiti caratterizzati da maggiore densità di fabbisogno termico coincidano con quelli caratterizzati da maggiore densità di edificazione: ciò implica dunque costi più elevati per la posa delle reti di teleriscaldamento. L'investimento per la posa delle condotte di teleriscaldamento è infatti molto minore in contesti di nuova edificazione piuttosto che in quelli già esistenti.

Tuttavia si rimarca che la realizzazione di una rete di teleriscaldamento nell'ambito di un nucleo costituisce certamente una opportunità interessante, in particolare perché:

- nei nuclei il margine di manovra sugli elementi costruttivi e sull'impiantistica è molto limitato (installazioni ingombranti come pompe di calore non sono perciò facilmente implementabili);
- una rete di teleriscaldamento potrebbe rivelarsi una valida alternativa rispetto agli attuali sistemi di riscaldamento ad olio o ad energia elettrica;
- vi è maggiore garanzia che il fabbisogno di energia termica resti costante a lungo termine rispetto ad altre zone edificate, nelle quali possono più facilmente essere effettuati risanamenti energetici.

Le considerazioni sopra avanzate portano decisamente a scartare l'opzione di realizzazione di un'unica rete di teleriscaldamento che copra tutti i nuclei della regione Generoso: considerate le distanze tra i diversi insediamenti, le ramificazioni verso gli ambiti residenziali più densamente abitati sarebbero decisamente troppo onerose.

Potrebbe invece essere interessante verificare l'opportunità di realizzare diverse reti di teleriscaldamento, una per ciascuno degli ambiti individuati nelle figure precedenti, oppure di realizzare reti che coinvolgano un sotto-insieme di tali ambiti.

ID	Bacino di utenza	Fabbisogno [MWh/a]	Area [ha]	Densità Fabbisogno [MWh/ha]
1	Breggia - Muggio	1'036	2	518
2	Breggia – Cabbio	1'458	2	729
3	Castel San Pietro – Casima	1'082	2	541
4	Breggia – Bruzzella	1'040	2	520
5	Breggia – Caneggio	1'968	2	989
6	Castel San Pietro – Obino	1'172	2	586
7	Castel San Pietro – Loverciano	1'578	3	526
8	Castel San Pietro	3'473	4	868
9	Breggia – Morbio Superiore	2'486	3	829

Tabella 50 Stima del fabbisogno di energia termica espresso dai bacini di utenza per le ipotesi di reti di teleriscaldamento individuate. La stima tiene conto di tutte le fonti energetiche e di tutte le classi di edifici e impianti presenti sul territorio comunale.

Per ciascuno di tali ambiti è importante verificare se esista la possibilità di alimentare la rete con fonti rinnovabili o comunque disponibili a livello locale. Poiché le opportunità di sfruttamento delle fonti rinnovabili e delle infrastrutture sono varie e diversificate sul territorio comunale (cfr. la carta delle risorse mostrata in fig. Figura 42), diventa necessario analizzare separatamente ciascuno degli ambiti sopra individuati.

Si sottolinea come tutte le considerazioni qui proposte debbano essere comunque intese quali prime valutazioni, da verificare mediante specifici approfondimenti della fattibilità tecnico-economica e ambientale. In particolare, attraverso uno o più sondaggi si dovrà chiarire la disponibilità all'allacciamento da parte dei potenziali utenti. Molti privati potrebbero infatti non essere interessati ad affrontare, a medio termine, una spesa di allacciamento alla rete, ad esempio perché hanno appena sostituito il generatore di calore principale. Il mancato allacciamento degli utenti andrebbe di conseguenza a ridurre il fabbisogno termico presente sul territorio, riducendo la redditività di questa soluzione, magari fino al punto di inficiarne la possibilità di realizzazione.

13.2 Caneggio, Morbio Superiore e Castel San Pietro

Questi tre ambiti comunali presentano caratteristiche molto simili; infatti essi mostrano le più elevate densità di fabbisogno termico all'interno dei nuclei storici. Contestualmente, non si rileva la presenza di grandi consumatori che manifestino un'elevata domanda termica nel corso di tutto l'anno.

In questi quartieri si ipotizza la realizzazione di piccole reti di teleriscaldamento, al servizio dei nuclei storici, alimentate con la legna indigena. Ciò consentirebbe di recuperare un sistema di approvvigionamento tradizionale (il bosco), valorizzando così la memoria storica della regione, favorendo la cura del territorio e al contempo creando opportunità di occupazione a livello locale/regionale.

Le stime effettuate circa il potenziale di produzione di energia sfruttando il bosco locale (cfr. paragrafo 9.3.1) mostrano che il potenziale di produzione di energia termica estraibile dal legname prodotto nella regione Generoso e nei suoi dintorni è pari a circa 4'640 MWh/anno. Il fabbisogno termico espresso dei bacini di utenza per le reti di Caneggio, Castel San Pietro e Morbio Superiore è invece pari a 8'294 MWh/anno (cfr.

ID	Bacino di utenza	Fabbisogno [MWh/a]	Area [ha]	Densità Fabbisogno [MWh/ha]
1	Breggia - Muggio	1'036	2	518
2	Breggia – Cabbio	1'458	2	729
3	Castel San Pietro – Casima	1'082	2	541
4	Breggia – Bruzzella	1'040	2	520
5	Breggia – Caneggio	1'968	2	989
6	Castel San Pietro – Obino	1'172	2	586
7	Castel San Pietro – Loverciano	1'578	3	526
8	Castel San Pietro	3'473	4	868
9	Breggia – Morbio Superiore	2'486	3	829

Tabella 50): le reti potrebbero dunque essere alimentate solo parzialmente (56%) con legname prodotto nell'area selezionata. Al fine di coprire questo gap sarà necessario importare la materia prima necessaria al funzionamento della rete.

A questo proposito è importante ricordare che l'utilizzo di legname prodotto all'esterno del territorio comunale può limitarne o precluderne la possibilità di sfruttamento da parte di utenze localizzate nei territori in cui è prodotto. Si ritiene comunque che, anche se gli impianti dovessero approvvigionarsi con legname proveniente più genericamente dai boschi ticinesi e non dal solo dalle regione Generoso e dai suoi dintorni, sarebbero comunque garantiti i benefici legati all'utilizzo della legna indigena, perché le distanze di trasporto sono comunque contenute.

[MWh/anno]	Edifici residenziali	Edifici per commercio e servizi	Totale
Olio da riscaldamento	1'155	0	1'155
Elettricità	754	44	798
Pompa di calore	15	0	15

Totale	1'925	44	1'969
---------------	-------	----	-------

Tabella 51 Il fabbisogno energetico per riscaldamento espresso dagli edifici residenziali e per commercio e servizi inclusi nel bacino d'utenza della rete di Caneggio.

[MWh/anno]	Edifici residenziali	Edifici per commercio e servizi	Totale
Olio da riscaldamento	1'840	71	1'911
Elettricità	429	70	499
Pompa di calore	61	0	61
Legna	16	0	16
Totale	2'483	741	2'623

Tabella 52 Il fabbisogno energetico per riscaldamento espresso dagli edifici residenziali e per commercio e servizi inclusi nel bacino d'utenza della rete di Morbio Superiore.

[MWh/anno]	Edifici residenziali	Edifici per commercio e servizi	Totale
Olio da riscaldamento	1'809	807	2'616
Elettricità	663	0	663
Pompa di calore	24	0	24
Legna	172	0	172
Totale	2'668	807	3'473

Tabella 53 Il fabbisogno energetico per riscaldamento espresso dagli edifici residenziali e per commercio e servizi inclusi nel bacino d'utenza della rete di Castel San Pietro.

13.3 Morbio Inferiore e Vacallo

Come già detto in precedenza all'interno dei questi due ambiti comunali l'importante ramificazione della rete del gas non favorisce la posa di una rete di teleriscaldamento. La prossima edificazione della scuola dell'infanzia (Morbio Inferiore) e della casa anziani (Vacallo) potrebbero tuttavia risultare interessanti per la posa di una rete di teleriscaldamento che allacci entrambi gli stabili così come alcuni edifici situati nelle vicinanze.

Vista la presenza capillare della rete del gas sembra evidente l'utilizzo di questo vettore energetico quale fonte principale. A questo scopo si rende attenti sulla possibilità di effettuare una cogenerazione (produzione simultanea di elettricità e calore) come quella effettuata a Viganello presso la casa anziani e le scuole elementari. Questa soluzione risponde alle esigenze della politica energetica cantonale (PEC) e federale (Strategia energetica 2050), secondo le quali gli impianti di cogenerazione forza-calore svolgono un importante ruolo per la stabilità della rete di distribuzione locale e per la sicurezza dell'approvvigionamento.

13.4 Riduzione dei consumi dell'edificato e teleriscaldamento: alcune riflessioni

In chiusura di questo capitolo, sono presentate alcune riflessioni sull'opportunità di realizzare reti di teleriscaldamento e contemporaneamente puntare alla riduzione dei consumi energetici dei singoli edifici. In particolare si vuole indagare se, nel caso in cui fossero raggiunti i potenziali di risparmio energetico nell'edificato mostrati nel Capitolo 11, le reti di teleriscaldamento avrebbero ancora senso.

A questo scopo occorre verificare la densità di fabbisogno termico del territorio nel momento in cui tutti gli edifici esistenti fossero risanati dal punto di vista energetico. È in particolare interessante verificare tale densità di fabbisogno termico sotto l'ipotesi che tutti gli edifici residenziali, per commercio e servizi esistenti raggiungano lo standard Minergie® (risanamento Minergie®, indice energetico pari a 59 kWh/m² anno per edifici residenziali e 55 kWh/m² anno per edifici per commercio e servizi) e che tutto il settore artigianato e industrie riduca il proprio fabbisogno termico del 20%, in linea con il potenziale presentato al paragrafo 11.5.

La Figura 46 mostra il risultato della simulazione del fabbisogno termico degli edifici nell'ipotesi che siano tutti risanati nel rispetto dello standard Minergie®.

In questo scenario futuro, la densità di fabbisogno energetico risulterebbe generalmente molto bassa, decisamente inferiore ai 400 MWh/ettaro anno minimi per rendere redditizia una rete di teleriscaldamento. In alcuni degli ambiti individuati (Castel San Pietro e Morbio Superiore) tuttavia le densità risultano ancora abbastanza elevate per ipotizzare la posa di una rete di teleriscaldamento.

In ogni caso poiché la decisione relativa alla realizzazione o meno di una rete di teleriscaldamento deve essere presa oggi, occorre capire quale possa essere il tempo necessario ad arrivare in tale configurazione futura.

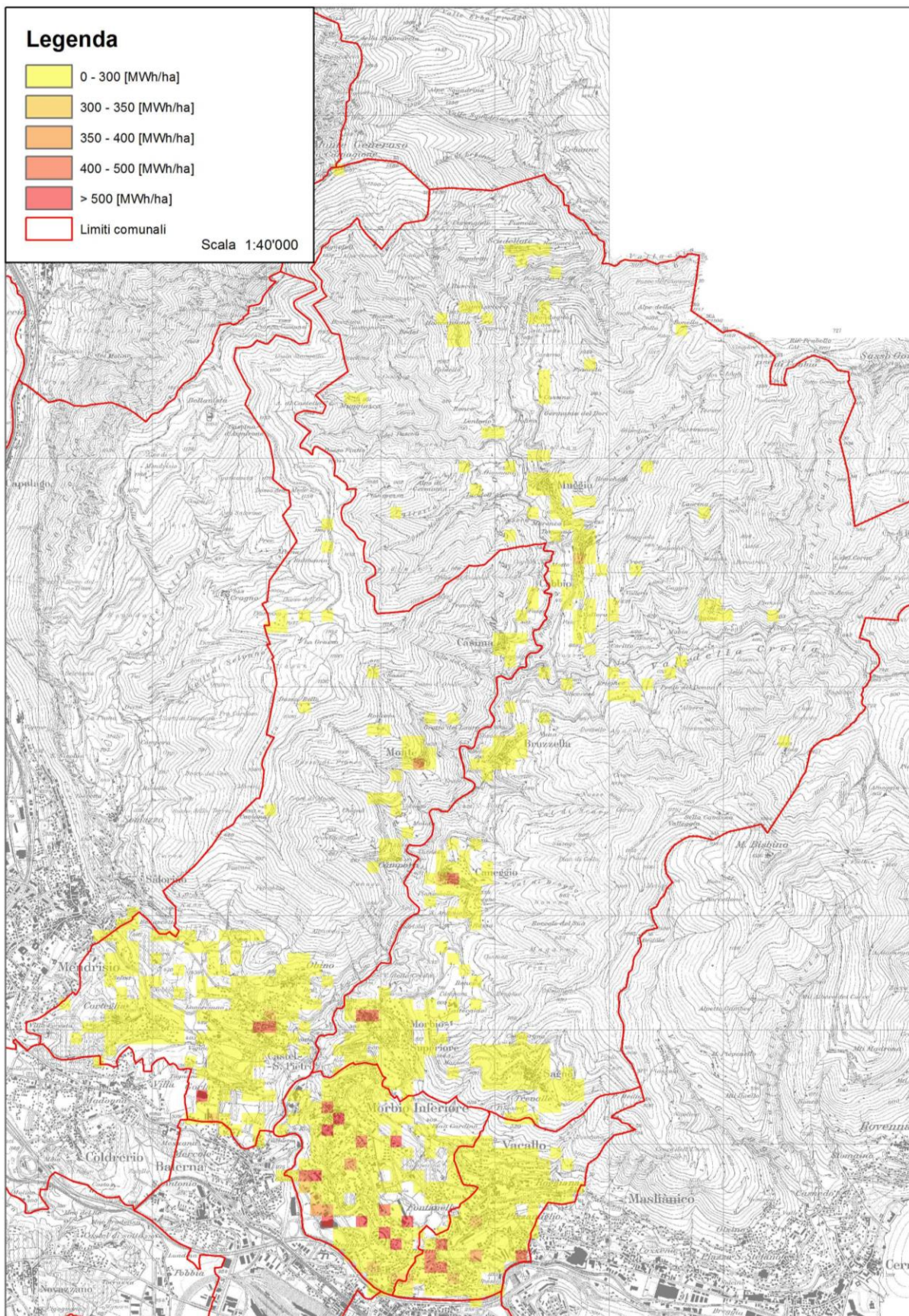


Figura 46 Simulazione del fabbisogno termico dell'edificato residenziale, per commercio e servizi, artigianale e industriale, nell'ipotesi che tutti gli edifici esistenti (residenze e commercio e servizi) siano risananti nel rispetto dello standard Minergie® e che il fabbisogno dell'artigianato e dell'industria sia ridotto del 20%.

A titolo di primo riferimento, si può ritenere che il tempo di ritorno dell'investimento per una centrale termica e una rete di teleriscaldamento di medie dimensioni sia non inferiore a 30/40 anni. Il tempo per la transizione verso il risanamento Minergie® dell'intero parco edilizio non è invece facilmente stimabile, poiché in parte legato alla forza con cui il risanamento energetico è promosso a livello federale, cantonale e comunale, attraverso incentivi e contributi, in particolare di natura finanziaria.

Secondo le stime proposte dal PEC (scheda settoriale C.1, sezione "Potenziali"), imponendo l'obbligo di risanamento secondo lo standard Minergie® per gli edifici esistenti, il dimezzamento dei consumi energetici richiederebbe non meno di cinquant'anni. In assenza di un incremento degli incentivi pubblici, quindi, si stima che la configurazione di Figura 46 possa verificarsi non prima del 2060. La trasformazione dei nuclei, in particolare, sarà quella che richiederà il maggior tempo, poiché per essi alcuni degli accorgimenti tecnici per la riduzione dei consumi sono più difficili da attuare in ragione della loro conformazione stessa. In particolare, la posa di un cappotto termico esterno che comporta l'aumento dello spessore delle pareti è spesso fisicamente preclusa dall'edificazione a confine verso le vie di passaggio.

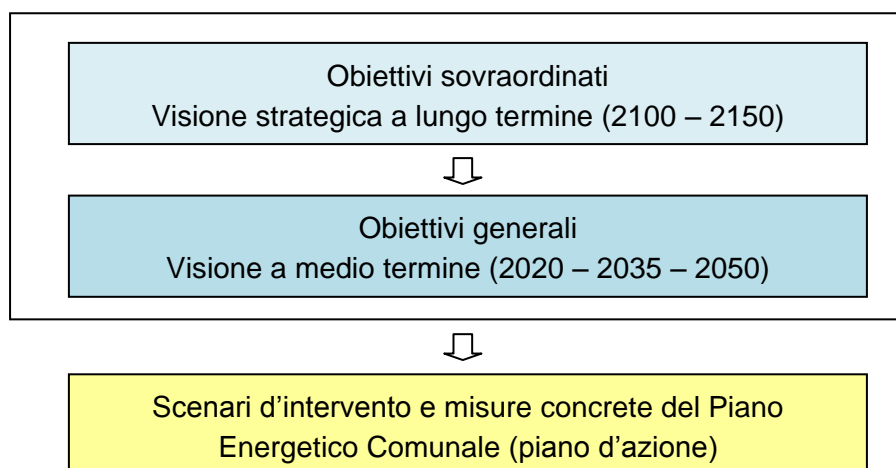
La conversione del parco immobiliare avviene dunque su un periodo tendenzialmente più lungo rispetto al tempo di ritorno degli investimenti per la rete di teleriscaldamento. Quanto più consistenti saranno i contributi per il risanamento energetico degli edifici esistenti, tuttavia, tanto più veloce sarà la conversione, e tanto meno interessante sarà la rete di teleriscaldamento.

In conclusione quindi si può ritenere che per il territorio della regione Generoso sia di particolare interesse promuovere la realizzazione di reti di teleriscaldamento mirate e relative ad alcuni ambiti ben delimitati.

14. Visione per il futuro e obiettivi

La base di conoscenza creata con la costruzione del bilancio energetico e la definizione dei potenziali di produzione di energia e di riduzione dei consumi consente di definire la visione cui tendere e gli obiettivi per il 2020, il 2035 e il 2050.

In ragione della complessità del tema energetico, si è ritenuto utile strutturare gli obiettivi di piano secondo la logica seguente:



14.1 Visione di riferimento

In analogia con quanto effettuato a livello cantonale dal PEC (cfr. Figura 5), quale visione di riferimento di lungo periodo per i Comuni del Generoso, da raggiungersi nel periodo 2100-2150, è stata presa in considerazione quella della Società 2000 Watt e a 1 ton CO₂.

Tale configurazione è sicuramente molto ambiziosa e richiede che si agisca sia sulla riduzione dei consumi (verso la Società 2000 Watt pro capite/anno) sia sulla conversione energetica e l'abbandono delle fonti fossili (1 ton CO₂ pro capite/anno).

14.2 Obiettivi generali

Allo scopo di guidare l'operato comunale nella direzione indicata da tale visione, si definiscono gli obiettivi generali, riferiti agli anni 2020, 2035 e 2050, con orizzonti temporali di breve, medio e medio-lungo periodo. Ai fini dell'identificazione di tali valori, sono stati considerati i seguenti riferimenti:

- Piano d'azione per l'efficienza energetica e Piano d'azione per le energie rinnovabili, definiti a livello federale: indicazioni per il 2020;
- Obiettivi di SvizzeraEnergia per i Comuni per la visione Società a 2000 Watt, come definiti nell'anno 2008: indicazioni per il 2020, il 2035 e il 2050²³;
- Piano energetico cantonale: indicazioni per il 2035 e il 2050. Si segnala che, nonostante al momento dell'elaborazione del PECo Generoso il PEC non è ancora

²³ Obiettivi di politica energetica in base ai piani di azione del DATEC, stato ottobre 2010, disponibili su http://www.energiestadt.ch/i/joomla/downloads/Societa2000W/2000-Watt- Gesellschaft_Nov_2010_ital_DEF.pdf.

stato approvato, nell'aprile del 2013 è stato pubblicato il piano d'azione che definisce la linea operativa del PEC. Il piano d'azione del PEC riprende di fatto i provvedimenti proposti nei due piani d'azione ALL e CLIMA (Vedi PEC - Rapporto per la consultazione 2010 e Schede settoriali), aggiornandoli e completandoli con nuovi provvedimenti, anche alla luce degli obiettivi settoriali nel frattempo pure aggiornati e modificati. I punti focali del piano sono sicuramente legati alla produzione di energia. In questo ambito le proposte sono sicuramente incisive: si pensi agli investimenti previsti per le stazioni di pompaggio/turbinaggio, agli incentivi per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili grazie alla costituzione di un fondo specifico alimentato tramite prelievi sulla produzione e sul consumo di elettricità in Ticino, agli incentivi per la produzione di energia termica. Inoltre sono sostenute le centrali cogenerative non solo da fonti energetiche rinnovabili ma pure alimentate a gas;

- Obiettivi Unione Europea: indicazioni per il 2020.

Gli obiettivi suggeriti da questi riferimenti possono essere sintetizzati come mostrato in

	Descrizione	2020	2035	2050
Società a 2000 Watt	Consumo energia primaria	- 15%	- 30%	- 45%
	Emissioni di CO ₂	- 25%	- 50%	- 75%
PEC- Piano d'azione	Consumo energia primaria	- 16%	- 33%	- 39%
	Impiego energie fossili	- 91%	- 41%	- 54%
CH - Piani d'azione	Impiego energie fossili	- 20%	-	-
	Impiego energie rinnovabili	+ 50%	-	-
UE	Impiego energie rinnovabili	+ 20%	-	-
	Efficienza negli usi finali	+ 20%	-	-
	Emissioni di CO ₂ (rispetto al 1990)	- 20%	-	-

Tabella 54.

	Descrizione	2020	2035	2050
Società a 2000 Watt	Consumo energia primaria	- 15%	- 30%	- 45%
	Emissioni di CO ₂	- 25%	- 50%	- 75%
PEC- Piano d'azione	Consumo energia primaria	- 16%	- 33%	- 39%
	Impiego energie fossili	- 91%	- 41%	- 54%
CH - Piani d'azione	Impiego energie fossili	- 20%	-	-
	Impiego energie rinnovabili	+ 50%	-	-
UE	Impiego energie rinnovabili	+ 20%	-	-

	Efficienza negli usi finali	+ 20%	-	-
	Emissioni di CO ₂ (rispetto al 1990)	- 20%	-	-

Tabella 54 I riferimenti considerati per la definizione degli obiettivi generali.

In considerazione del fatto che la Confederazione ha inserito la Società a 2000 Watt nella propria strategia politica energetica si propone di fare riferimento a questi obiettivi, i più ambiziosi tra quelli mostrati in

	Descrizione	2020	2035	2050
Società a 2000 Watt	Consumo energia primaria	- 15%	- 30%	- 45%
	Emissioni di CO ₂	- 25%	- 50%	- 75%
PEC- Piano d'azione	Consumo energia primaria	- 16%	- 33%	- 39%
	Impiego energie fossili	- 91%	- 41%	- 54%
CH - Piani d'azione	Impiego energie fossili	- 20%	-	-
	Impiego energie rinnovabili	+ 50%	-	-
UE	Impiego energie rinnovabili	+ 20%	-	-
	Efficienza negli usi finali	+ 20%	-	-
	Emissioni di CO ₂ (rispetto al 1990)	- 20%	-	-

Tabella 54. Quelli generali proposti per i Comuni del Generoso sono mostrati in

	2013	2020	2035	2050	Società a 2000 Watt
Watt pro capite (Riduzione %)	3'829 (100%)	3'255 (85%)	2'680 (70%)	2'106 (55%)	1'225 (32%)
Ton CO₂ eq. Pro capite (Riduzione %)	5.9 (100%)	4.5 (75%)	3.0 (50%)	1.5 (25%)	0.7 (12%)

Tabella 55.

	2013	2020	2035	2050	Società a 2000 Watt
Watt pro capite (Riduzione %)	3'829 (100%)	3'255 (85%)	2'680 (70%)	2'106 (55%)	1'225 (32%)
Ton CO₂ eq. Pro capite (Riduzione %)	5.9 (100%)	4.5 (75%)	3.0 (50%)	1.5 (25%)	0.7 (12%)

Tabella 55 Gli obiettivi generali agli orizzonti temporali del 2020, del 2035 e del 2050.

In termini grafici, ciò equivale a quanto mostrato in Figura 47.

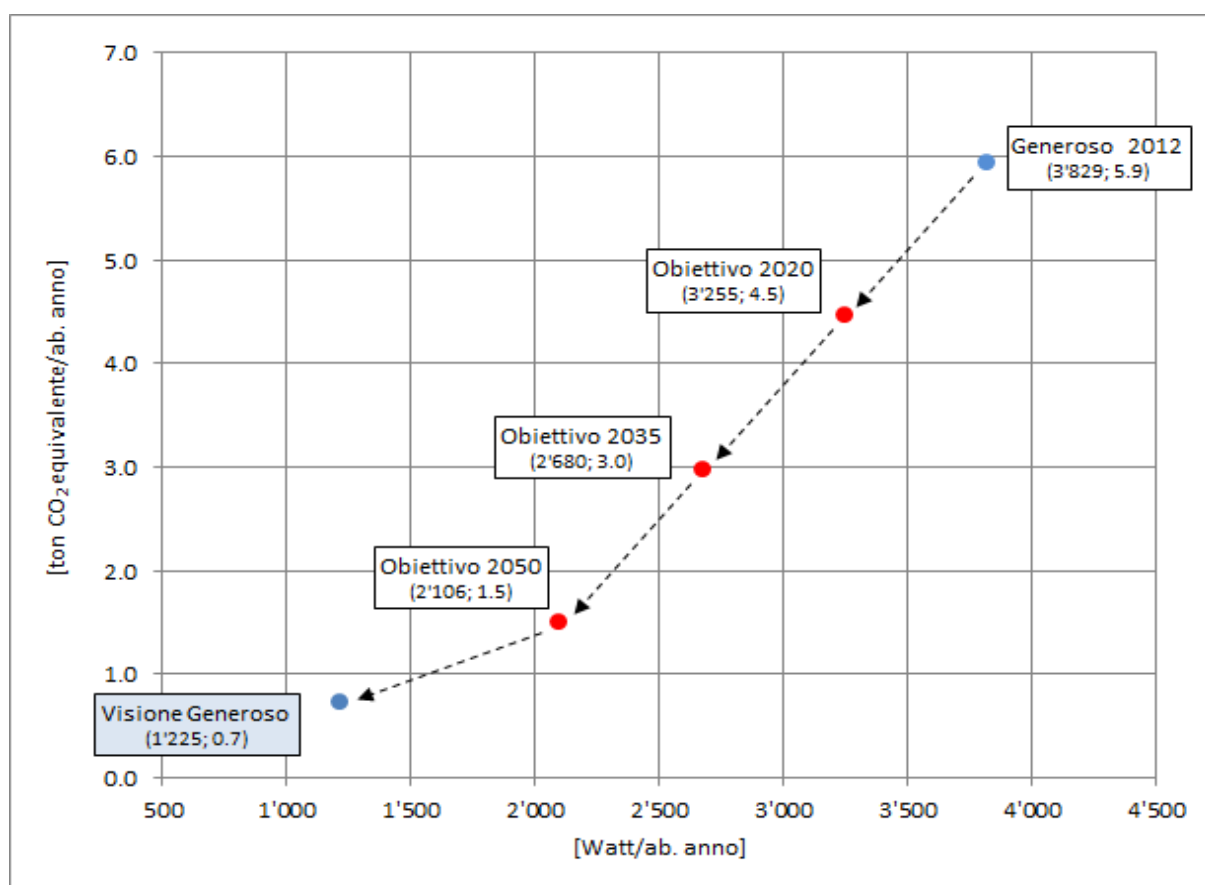


Figura 47 La visione futura e gli obiettivi generali per i Comuni del Generoso.

Come illustrato nel Capitolo 6, ogni Comune ha degli obiettivi specifici definiti come riduzione percentuale dei valori di partenza, i quali rispecchiano le caratteristiche strutturali del Comune. Ciò significa che se gli stessi obiettivi di riduzione percentuale di consumi ed emissioni fossili fossero adottati (e raggiunti) da tutti i comuni ticinesi, la strada verso un Ticino a 2000 Watt e 1 ton CO₂ sarebbe spianata.

In base a quanto espresso gli obiettivi di riduzione a lungo termine specifici per i Comuni del Generoso corrispondono a un consumo medio di energia primaria di **1'225 Watt pro capite** e a emissioni medie di **0.7 ton CO₂ pro capite**.

Più in dettaglio, è possibile analizzare le stime di consumo di energia primaria anche in base ai vettori energetici: energie fossili, energie rinnovabili e calore residuo, elettricità e carburanti, (cfr. Figura 18 e

[W/ab]	Energie fossili	Energie rinn. / Calore residuo	Elettricità	Carburanti	Totale
Generoso 2012	1'701	98	956	1'074	3'829
Media Svizzera 2010	2'450	250	1'900	1'700	6'300
Società a 2000 Watt	0	550	1'000	450	2'000

Tabella 26).

[W/ab]	Energie fossili	Energie rinn. / Calore residuo	Elettricità	Carburanti	Totale
Generoso 2012	1'701	98	956	1'074	3'829
Visione Generoso	0	337	613	276	1'225
Media Svizzera 2010	2'450	250	1'900	1'700	6'300
Società a 2000 Watt	0	550	1'000	450	2'000
Percentuali	0.0%	27.5%	50.0%	22.5%	100.0%

Tabella 56 Confronto dei consumi di energia primaria espressa come potenza continuativa [W/ab anno] tra Generoso (2012) i valori medi a livello svizzero e quelli della Società a 2000 Watt.

Analizzando le stime dei consumi di energia primaria secondo questa logica, emerge che i Comuni del Generoso hanno un consumo pro capite di energie fossili, di energia elettrica e di carburanti al di sotto della media svizzera. Questa differenza può essere ricondotta al carattere prevalentemente residenziale dei Comuni presenti sul territorio del Generoso. L'utilizzo di energie rinnovabili sul territorio comunale è percentualmente inferiore che a livello federale. Per questa ragione uno sforzo particolarmente importante deve essere svolto in questo campo al fine di soddisfare gli obiettivi proposti dalla Società a 2000 Watt.

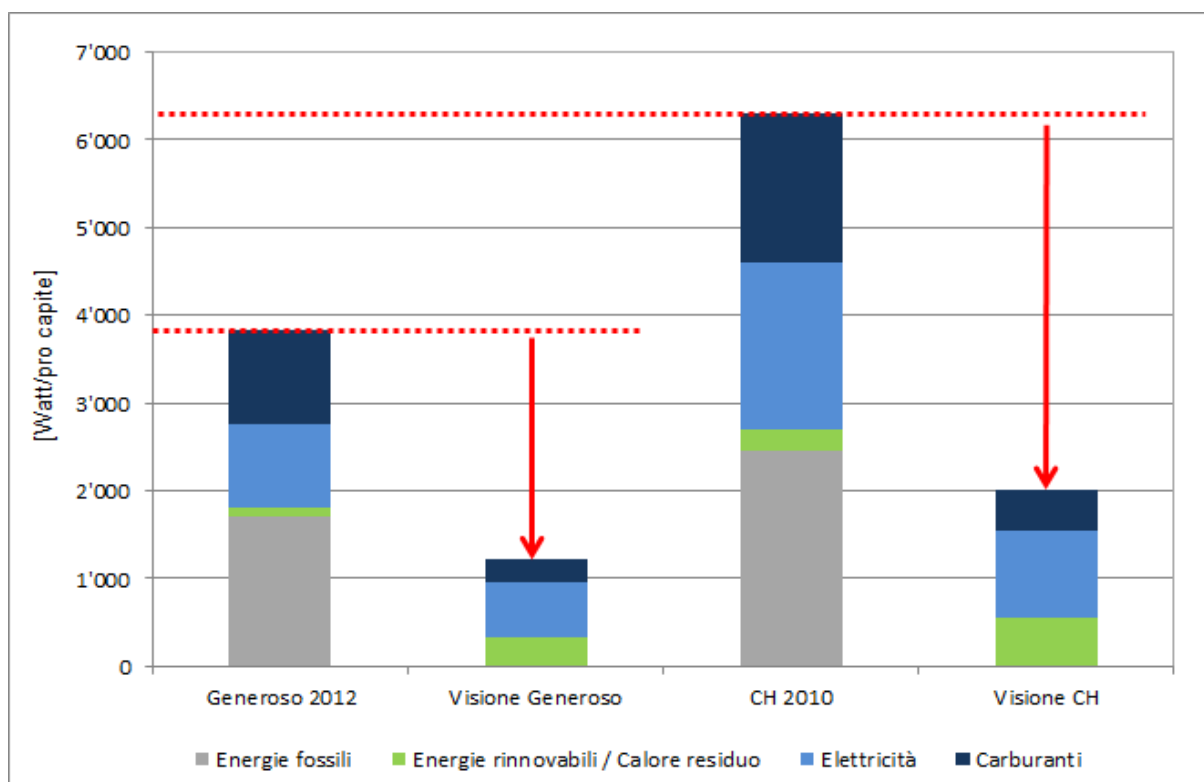


Figura 48 Confronto dei consumi di energia primaria espressa come potenza continuativa [W/ab anno] tra i Comuni del Generoso (2012), i valori medi a livello svizzero (2010) e quelli relativi agli obiettivi della Società a 2000 Watt per i Comuni del Generoso e per la Svizzera.

15. Strategia d'intervento

Per dare concretezza agli obiettivi presentati nel capitolo precedente, occorre dotarsi di una chiara strategia di intervento, che porti a delineare le misure più adeguate, settore per settore. Gli obiettivi costituiscono infatti il riferimento per il futuro ma non specificano in che direzione muoversi per raggiungerli.

Al fine di favorire interventi di efficienza energetica e di promozione delle energie rinnovabili (copertura del fabbisogno termico ed elettrico), si propone una logica di intervento che punti principalmente alla Società 2000 Watt: mirare alla riduzione massiccia dei consumi, accettando che una quota di essi sia ancora soddisfatta da fonti fossili.

Una siffatta strategia ruota intorno ai due punti seguenti, sintetizzati in

Figura 49:

- concentrarsi sull'edificato esistente, attivando misure di sensibilizzazione e incentivazione finanziaria per stimolare i proprietari ad effettuare risanamenti energetici;
- contestualmente, puntare sul ruolo d'esempio dei Comuni, adottando standard energetici più restrittivi di quelli in vigore, così da dare l'esempio alla cittadinanza e spronarla all'azione.

A integrazione di queste attività, la strategia prevede anche la realizzazione di studi di fattibilità per reti di teleriscaldamento, da svolgere negli ambiti che le analisi del Cap. 13 hanno mostrato come interessanti dal punto di vista tecnico-economico.



Figura 49 I punti chiave intorno a cui si articola la strategia per il PECo Generoso.

16. Piano d'azione

Il piano d'azione riunisce le misure con cui attuare la strategia e costituisce il cuore del PECO: esso è lo strumento di supporto operativo che guida i Comuni verso il raggiungimento degli obiettivi generali e l'attuazione della strategia scelta.

Le misure che lo compongono sono state definite secondo un processo interattivo e iterativo, con il coinvolgimento diretto del gruppo di lavoro del PECO, a partire da un insieme di misure proposte dalla SUPSI ritenute ragionevoli dal punto di vista tecnico-economico-ambientale: nella definizione del piano d'azione e nella scelta delle misure vi sono infatti diversi gradi di libertà che richiedono una scelta di tipo politico.

Il risultato del processo di discussione e condivisione ha portato alla definizione del piano d'azione presentato in queste pagine.

Si ricorda in proposito che questo piano d'azione non prende in considerazione la definizione di misure relative al settore della mobilità, rimandando a questo scopo ad altri piani di settore, quali piani dei trasporti, piani urbani del traffico e piani della mobilità dolce.

Per ciascuna delle misure che lo compongono, il piano d'azione definisce soggetti responsabili, tempistiche, investimenti e modalità di attuazione e soprattutto suggerisce le possibilità di finanziamento: ogni misura è presentata mediante una scheda operativa.

Le misure proposte sono articolate nei seguenti settori:

- A. Coordinamento e attuazione del PECO;
- B. Informazione e sensibilizzazione;
- C. Edificato;
- D. Aziende;
- E. Comune;
- F. Infrastrutture per la produzione di energia.

Le schede-misura sono raccolte in un apposito documento (Piano d'azione PECO). Qui si fornisce invece la visione d'insieme e la descrizione delle caratteristiche principali delle misure proposte.

16.1 A. Coordinamento e attuazione del PECo

L'approvazione formale del PECo costituisce solo l'inizio di un lungo percorso che i Comuni del Generoso intraprendono verso gli obiettivi di sostenibilità energetica.

Al fine di garantire l'attuazione sistematica del piano d'azione occorre dunque attivare un gruppo di lavoro inter-comunale responsabile di attuare le misure del PECo (misura A.1). Tale gruppo di lavoro ha il compito di selezionare, anno dopo anno, le misure da attuare e di stilare un budget PECo, che deve confluire nei bilanci preventivi comunali (e, successivamente, nei consuntivi).

Il braccio operativo di tale gruppo di lavoro è costituito dallo "Ufficio energia", che diventerà il punto di riferimento per l'attuazione di tutte le misure del PECo (misura A.2). L'ufficio è responsabile dell'organizzazione di eventi e della realizzazione di pubblicazioni divulgative. Esso inoltre fornisce informazioni, documentazione e, più in generale, offre prime consulenze attive ai cittadini. Infine, ogniqualvolta si renda necessario, collabora con gli Uffici tecnici comunali e con gli altri uffici dei Comuni per garantire l'attuazione delle misure del PECo.

L'ufficio energia dovrà anche essere supportato da un sito web, che illustri i provvedimenti previsti dal PECo.

Il budget PECo è coperto mediante un fondo/crediti per l'efficienza energetica e le energie rinnovabili" (misura A.3), vincolati all'utilizzo per le attività previste dal piano d'azione PECo, secondo quanto definito dal budget annuale PECo.

Per sgravare le casse comunali, i Municipi del Generoso e l'Ufficio energia possono anche prendere contatti con i privati (banche, istituti di credito o altre importanti realtà imprenditoriali attive sul territorio) per stimolarli a diventare sponsor delle iniziative del PECo del Generoso (misura A.4), così da acquisire finanziamenti aggiuntivi a quelli già messi a disposizione con la misura A.3.

Tabella 57 Le misure relative al settore “A. Coordinamento e attuazione del PECo”.

Misura	Note/descrizione	Strumento di attuazione	Modalità di finanziamento	Costi d'investimento INDICATIVI	Riduzione consumi energia	Produzione energia rinnovabile	Riduzione emissioni gas serra	Priorità	
A.1	Gruppo di lavoro PECo	Creazione di un gruppo di lavoro inter-comunale per l'attuazione del PECo che coordina e garantisce l'attuazione del PECo, definendo un programma di attuazione annuale e il relativo budget PECo, che confluisce nelle pianificazioni finanziarie comunali, nei piani delle opere prioritarie e quindi nei preventivi comunali. E' formato da rappresentanti delle amministrazioni comunali (Municipi, Consigli Comunali, funzionari tecnici, rappresentanti cittadinanza). Si segnala che tale gruppo di lavoro ha un ruolo consultivo: le decisioni finali in merito al PECo rimarrebbero comunque ai Municipi.	Risoluzione dei Municipi	Preventivi comunali - budget PECo	(gettone di presenza, in base ai Regolamenti comunale)	+++	+++	+++	1
A.2	Ufficio energia	Garantisce l'attuazione del PECo: - organizza eventi, pubblicazioni e momenti di formazione e sensibilizzazione; - fornisce informazioni e documentazione sui provvedimenti previsti dal PECo; - fornisce prime consulenze attive ai cittadini (sportello), - collabora con gli uffici tecnici es esperti esterni seguendo gli studi di fattibilità e le progettazioni di impianti energetici. Le attività dell'ufficio energia richiedono la presenza di una figura professionale di adeguate competenze, da assumere almeno quattro giorni alla settimana. L'ufficio assume sia la forma fisica sia la forma virtuale (pagine web apposite, collegate ai siti web dei Comuni).	Risoluzione dei Municipi, con approvazione dei Consigli comunali	Preventivi comunali - Budget PECo	120'000 CHF/anno	+++	+++	+++	1
A.3	Fondo/Crediti per l'efficienza energetica e le energie rinnovabili	Creazione di un fondo/stanziamiento di crediti per l'efficienza energetica e le energie rinnovabili, con i quali garantire l'attuazione regolare del PECo. Si ipotizzano le seguenti modalità operative, alternative l'una con l'altra: - creare un fondo comunale per l'efficienza energetica e le energie rinnovabili; - approvare un credito quadro comunale per un certo numero di anni, con successive decisioni Municipali per la concessione dei singoli crediti da esso contemplati. Tenere conto dei contributi che il Cantone erogherà ai Comuni nell'ambito del Fondo Energie Rinnovabili FER: la cifra stimata per il 2014 per i Comuni del PECo Generoso è pari a circa 600'000 CHF.	Messaggio dei Municipi, con approvazione dei Consigli comunali	---	minore capacità di spesa per altri settori nell'ambito del preventivo comunale)	+++	+++	+++	1
A.4	Acquisizione di finanziamenti da privati	I Municipi e l'ufficio energia prendono contatti con operatori economici privati (banche, istituti di credito o altre importanti realtà imprenditoriali attive sul territorio) per stimolarli a diventare sponsor delle iniziative del PEco del Generoso (possibilità di ottenere finanziamenti aggiuntivi a quelli già messi a disposizione mediante la misura A.3).	Incontri con banche o aziende	---	---	+	+	+	1

16.2 B. Informazione e sensibilizzazione

È essenziale che una quota significativa delle risorse annualmente messe a disposizione dal budget PECO sia dedicata a misure di informazione e sensibilizzazione. Tali misure devono essere tanto più diffuse e capillari quanto più ridotte sono le risorse finanziarie disponibili per incentivi monetari diretti.

In primo luogo è necessario che l'Ufficio energia predisponga un piano di comunicazione annuale (misura B.1), che definisca quali eventi/attività di comunicazione svolgere, quando e in quali comuni, con l'obiettivo ultimo di coprire in maniera uniforme i territori dei quattro comuni del Generoso. Inoltre, è essenziale che l'Ufficio energia coordini attività di informazione e sensibilizzazione rivolte alla cittadinanza vasta (misura B.2). A questo scopo può organizzare iniziative in collaborazione con gli enti e le associazioni che, a livello nazionale o cantonale, sono già attivi nel settore. Potrà ad esempio organizzare eventi quali la "giornata del piano energetico", la "giornata del sole", la "giornata del risparmio energetico" etc. Al fine di una più ampia ed efficace sensibilizzazione della cittadinanza, è importante che tali attività mirino anche al coinvolgimento delle scuole. In particolare, potranno essere organizzati eventi specifici di informazione e sensibilizzazione dei giovani delle scuole medie, ad esempio attuando il progetto "E-detective" messo a punto da SUPSI-ISAAC, con il supporto di SvizzeraEnergia (misura B.3).

L'Ufficio energia dovrà inoltre organizzare momenti di sensibilizzazione specificamente rivolti ai proprietari immobiliari (misura B.4), siano essi singoli privati o società fiduciarie. Queste ultime, in particolare, tendono a scaricare i costi di gestione degli edifici sugli affittuari: sono pertanto poco stimolate a investire in interventi di efficienza energetica per la riduzione dei consumi o per la conversione alle energie rinnovabili. Occorre dunque avviare specifiche campagne di informazione e sensibilizzazione al fine di incoraggiare i proprietari a realizzare massicci investimenti in questo settore.

In questo quadro, è importante che i professionisti del settore edile e impiantistico attivi sul territorio del Generoso siano informati delle opportunità e delle regolamentazioni introdotte dal PECO, al fine di supportare adeguatamente i privati nell'attuazione delle misure di risanamento energetico dell'edificato esistente (misura B.6)

In relazione alle intenzioni di sfruttamento del bosco sul territorio del Generoso e nelle regioni limitrofe, l'Ufficio energia dovrà anche organizzare eventi di informazione e sensibilizzazione rivolti ai proprietari di boschi nella regione Generoso (misura B.5): il potenziale di sfruttamento del legno indigeno è piuttosto importante, tuttavia occorre che i proprietari dei boschi siano stimolati ad un'attiva manutenzione dei loro possedimenti, attività che oggi può anche essere redditizia dal punto di vista economico.

Infine, un'importante misura di sensibilizzazione agisce sulle famiglie, responsabili di una quota rilevante dei consumi energetici del territorio della Regione Generoso. Attraverso il coordinamento di un percorso di sensibilizzazione e condivisione (misura B.7), l'Ufficio energia può aiutare le famiglie a seguire uno stile di vita più sostenibile, anche dal punto di vista energetico.

Tabella 58 Le misure relative al settore “B. Informazione e sensibilizzazione”.

Misura	Note/descrizione	Strumento di attuazione	Modalità di finanziamento	Costi d'investimento INDICATIVI	Riduzione consumi energia	Produzione energia rinnovabile	Riduzione emissioni gas serra	Priorità
B.1 Piano di comunicazione annuale	Il piano, di orizzonte temporale annuale, definisce le attività di informazione e comunicazione che i Comuni decidono di avviare e fissa le priorità d'azione. Esso garantisce che gli eventi del PECo Generoso siano equamente distribuiti sul territorio dei quattro comuni e consentano di raggiungere efficacemente il maggior numero possibile di destinatari.	Risoluzioni dei Municipi	---	---	++	++	++	1
B.2 Informazione e sensibilizzazione - cittadinanza	Giornate/eventi di informazione e sensibilizzazione rivolti alla cittadinanza vasta (giornata del piano energetico, giornata del sole, giornata del risparmio energetico, ...). Le attività sono coordinate e realizzate dall'Ufficio energia. È importante il coinvolgimento delle scuole.	Risoluzioni dei Municipi	Preventivi comunali - Budget PECo.	5'000 CHF/anno	+	+	+	1
B.3 Informazione e sensibilizzazione - scuole medie	Progetti di sensibilizzazione ed educazione energetica rivolti alle scuole medie (settimana dell'energia/progetto E-detective). Le attività sono coordinate e realizzate dall'Ufficio energia.	Decisioni degli Istituti scolastici	Istituti scolastici; possibilità di contributi comunali	6'000 CHF	+	+	+	1
B.4 Informazione e sensibilizzazione - proprietari immobiliari	Giornate/eventi di informazione e sensibilizzazione rivolte ai proprietari immobiliari (giornate specifiche). Le attività sono coordinate e realizzate dall'Ufficio energia. Presentazione di esempi di riferimento, con il coinvolgimento di soggetti che hanno adottato buone pratiche. Presentazione dei sussidi messi a disposizione mediante le misure C.6 e C.7.	Risoluzioni dei Municipi	Preventivi comunali - Budget PECo.	5'000 CHF/anno	++	++	++	1
B.5 Informazione e sensibilizzazione - proprietari di boschi	Giornate/eventi di informazione e sensibilizzazione rivolte ai proprietari di boschi nella Regione Generoso (giornate specifiche). Le attività sono coordinate e realizzate dall'Ufficio energia, in collaborazione con l'ente regionale del Mendrisiotto e la Sezione forestale del Cantone.	Risoluzioni dei Municipi	A carico dell'Ente regionale di Sviluppo	---	/	+	+	1
B.6 Informazione e sensibilizzazione - professionisti del settore edile e impiantistico	Organizzazione di incontri e seminari sull'efficienza energetica negli edifici, sull'utilizzo di energie rinnovabili e sui provvedimenti del PECo Generoso, rivolti a professionisti del settore edile e impiantistico attivi sul territorio comunale.	Risoluzioni dei Municipi	Preventivi comunali - Budget PECo.	1'000 CHF/anno	++	++	++	2

Misura	Note/descrizione	Strumento di attuazione	Modalità di finanziamento	Costi d'investimento INDICATIVI	Riduzione consumi energia	Produzione energia rinnovabile	Riduzione emissioni gas serra	Priorità	
B.7	Informazione e sensibilizzazione - stili di vita famiglie	Percorso di coinvolgimento, partecipazione e sensibilizzazione per le famiglie - cambiamento degli stili di vita. Esempi: progetto "Cambieresti?" a Venezia; progetto smart metering: AIL /AGE installano presso alcune utenze domestiche campione contatori per la tele-lettura dei consumi di elettricità (una installazione a tappeto a tutte le utenze di AIL/AGE è impossibile, in quanto il costo medio per la tele-lettura si aggira sui 250 CHF). Le attività sono coordinate e realizzate dall'Ufficio energia. Possibilità di sviluppare un progetto di ricerca che consenta di accedere a finanziamenti federali o cantonali (FER).	Risoluzioni dei Municipi. Incontri con AIL/AGE per favorire la posa dei contatori e costruire assieme il progetto	Preventivi comunali - Budget PECO	10'000 CHF/anno	++	+	++	3

16.3 C. Edificato

Quello dell'edificato è il settore chiave d'intervento del PECo. Proprio per questo motivo occorre che i Comuni del Generoso si dotino di un'affidabile base conoscitiva di partenza, supportando il Cantone (SPAAS) nell'elaborazione del catasto energetico degli edifici (misura C.1). Rilevando con precisione le caratteristiche degli edifici esistenti dal punto di vista energetico (impianti di produzione di energia termica ed elettrica, fonte energetica utilizzata, superficie riscaldata, etc.), il catasto energetico sarà un supporto importante per la fase di monitoraggio dell'efficacia del PECo. Esso potrà essere aggiornato con regolarità anche grazie ai controllori degli impianti di combustione che già oggi sono attivi sui territori comunali in accordo con la SPAAS.

Oltre al Catasto energetico, le misure principali per il sistema dell'edificato si articolano in:

- regolamentazioni, attuabili mediante revisione del piano regolatore, legate a nuovi impianti di produzione e distribuzione di energia;
- misure di orientamento, per la scelta della fonte rinnovabile più indicata in base alle caratteristiche specifiche del territorio in cui si trova l'edificio;
- incentivi finanziari per il risanamento dell'edificato esistente, l'allacciamento a reti di teleriscaldamento e lo svolgimento di *audit* energetici.

Misure di pianificazione

La misura C.2 impone la revisione del PR: la perimetrazione degli ambiti destinati a impianti tecnologici per la produzione di energia da fonti rinnovabili (centrali termiche delle reti di teleriscaldamento, centrale termica per recupero di calore dalle acque di scarico). Essa potrà essere attuata solo alla conclusione degli studi proposti dalle misure F.1, F.2 e F.3, nel caso in cui questi confermino la fattibilità tecnico-economico-ambientale degli impianti proposti.

La misura C.3 prevede la perimetrazione degli ambiti in cui introdurre l'obbligo di allacciamento a reti di teleriscaldamento, per gli edifici di nuova costruzione o quelli esistenti sottoposti a ristrutturazione o sostituzione dell'impianto di riscaldamento. Anch'essa potrà essere attuata solo in seguito agli studi delle misure F.1 e F.2, nel caso in cui questi ne confermino la fattibilità tecnico-economico-ambientale.

Misure di orientamento

La misura C.4 propone di adottare una procedura-guida per scegliere la fonte energetica con cui coprire il fabbisogno termico di un edificio: tenendo conto delle opportunità specifiche disponibili in ciascun punto del territorio comunale, la procedura-guida suggerisce la scelta tra le fonti energetiche disponibili, secondo l'ordine di priorità riportato in Figura 50.

Questa procedura-guida può essere utilizzata validamente sia per i nuovi edifici sia per gli edifici esistenti, all'atto della sostituzione dell'impianto di riscaldamento o di una ristrutturazione.

I Comuni suggeriscono di adottare tale procedura a titolo volontario e ne favoriscono la diffusione attraverso misure di sensibilizzazione. Poiché non si tratta di un provvedimento vincolante, esso dovrà avere elevata visibilità: dovrà pertanto essere oggetto di specifica sensibilizzazione e ricevere adeguato rilievo sul sito web creato per l'attuazione del PECo (cfr. misura A.2).

Incentivi finanziari

La filosofia di fondo è che per spronare il risanamento energetico dell'edificato esistente di proprietà privata è opportuno fornire un contributo finanziario diretto, a fondo perso.

Le misure del PECo propongono di erogare incentivi finanziari (contributi diretti a fondo perso) per favorire:

- il risanamento energetico degli edifici esistenti (efficienza energetica dell'involucro);
- l'allacciamento a reti di teleriscaldamento;
- la realizzazione di *audit* energetici degli edifici esistenti;

In prima ipotesi, si propone che per il risanamento energetico degli edifici esistenti siano messi a disposizione complessivamente 200'000 CHF/anno (misura C.5). Si tratta di una cifra decisamente rilevante, essenziale tuttavia per poter garantire l'attuazione della strategia del PECo, che punta sull'efficienza energetica. Concedendo un contributo finanziario pari a quello erogato dal Cantone con il Programma edifici, e al massimo pari a 5'000 CHF/edificio²⁴, ogni anno potrebbero essere sussidiati fino a 40 risanamenti energetici di edifici esistenti.

In linea con quanto richiesto dal Cantone, si propone di erogare i sussidi solo a fronte di un miglioramento considerevole della classe energetica dell'edificio, da dimostrare attraverso la procedura CECE di certificazione energetica degli edifici. In proposito, per favorire la realizzazione di *audit* energetici CECE Plus, si propone di mettere a disposizione un contributo a fondo perso pari a 300 CHF/analisi CECE Plus, in linea con quanto appena deciso dal Comune, con un budget totale di 10'000 CHF/anno, che consentirebbe di incentivare 33 *audit* energetici CECE Plus all'anno (misura C.7). L'analisi energetica di un edificio costituisce infatti il primo passo in vista del risanamento energetico: essa consente di delineare le condizioni attuali dell'edificio dal punto di vista energetico e fa emergere i punti "deboli", sui quali occorre agire in modo prioritario, al fine di migliorare le prestazioni energetiche complessive dell'edificio.

Per favorire l'allacciamento a reti di teleriscaldamento, nel caso in cui lo studio di fattibilità di misura F.1 ne confermi la fattibilità tecnico-economico-ambientale, si propone di concedere una riduzione sulle tasse di allacciamento alle reti (misura C.6). Tale riduzione potrà essere attribuita sia agli edifici di nuova costruzione sia a quelli soggetti a sostituzione dell'impianto di riscaldamento. L'entità delle riduzioni nonché la cifra complessiva messa a disposizione a questo scopo potranno essere definite solo in futuro, quando saranno note le caratteristiche delle reti di teleriscaldamento che saranno realizzate. Pertanto il budget PECo elaborato ora non indica alcun costo d'investimento per la misura C.6.

Infine, la misura C.8 punta all'emanazione di una ordinanza comunale sull'inquinamento luminoso, in attuazione delle linee guida cantonali sull'inquinamento luminoso, uno strumento per contenere le interferenze sulla biodiversità e gli ecosistemi provocate dall'illuminazione notturna.

²⁴ Per edifici residenziali fino a quattro unità abitative: al massimo 5'000 CHF/edificio; per edifici residenziali con più di quattro unità abitative oppure edifici non residenziali: al massimo 20'000 CHF/edificio.

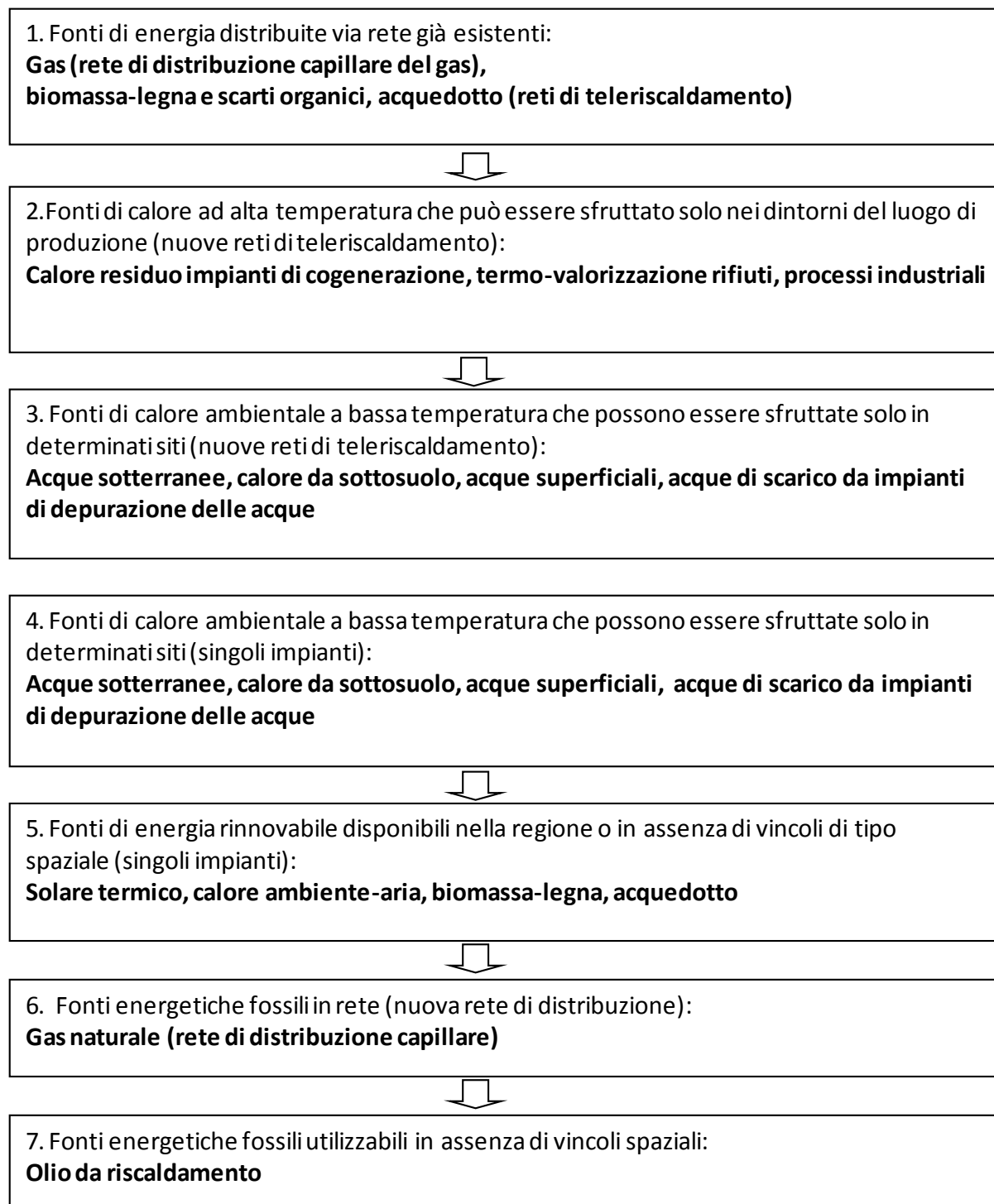


Figura 50 La lista delle priorità per la Regione Gereso per la scelta della fonte energetica per la copertura del fabbisogno termico.

Tabella 59 Le misure relative al settore "C. Edificato".

Misura	Note/descrizione	Strumento di attuazione	Modalità di finanziamento	Costi d'investimento INDICATIVI	Riduzione consumi energia	Produzione energia rinnovabile	Riduzione emissioni gas serra	Priorità	
C.1	Catasto energetico degli edifici (supporto)	Per ogni edificio, il catasto energetico indica: - il vettore energetico utilizzato per il riscaldamento - la presenza di impianti di sfruttamento delle energie rinnovabili, a fini termici o elettrici - la classe di efficienza energetica dell'edificio (se ottenuta la certificazione). Esso può essere costruito con il supporto dei soggetti incaricati dal Cantone per il controllo degli impianti di combustione. Progetto avviato dalla SPAAS, relativo alle sole zone edificabili; il primo ciclo di rilevamenti sarà concluso entro il 2016. Il Comune supporta la SPAAS al fine di accelerare la disponibilità di questo catasto per il territorio della regione Generoso.	Risoluzioni dei Municipi	---	---	/	/	/	3
C.2	Misure di pianificazione - impianti di produzione di energia	Sulla base degli studi di fattibilità avviati (cfr. misure settore F), effettuare la perimetrazione degli ambiti destinati a impianti tecnologici per la produzione di energia (centrali di teleriscaldamento, impianti per il recupero di calore dalle acque reflue).	Revisioni di PR	---	---	/	+	+	1
C.3	Misure di pianificazione - reti di teleriscaldamento	Varianti dei piani regolatori vigenti volte a perimetrare gli ambiti in cui introdurre l'obbligo di allacciamento a una rete di teleriscaldamento (cfr. misure F.1 e F.2). All'interno di tali ambiti, l'obbligo di allacciamento è introdotto per: - i nuovi edifici; - gli edifici esistenti, in caso di sostituzione integrale dell'impianto di riscaldamento dell'edificio. Gli studi di fattibilità consentiranno di perimetrare con precisione le aree in cui introdurre l'obbligo di allacciamento alla rete di teleriscaldamento. Questa misura sarà dunque attuata solo a valle degli studi previsti dalle misure F.1 e F.2, nel caso in cui essi confermino la fattibilità tecnico-economica-ambientale delle reti di teleriscaldamento.	Revisioni di PR	---	---	+	+	+	1

Misura	Note/descrizione	Strumento di attuazione	Modalità di finanziamento	Costi d'investimento INDICATIVI	Riduzione consumi energia	Produzione energia rinnovabile	Riduzione emissioni gas serra	Priorità
C.4	Procedura per la scelta della fonte energetica Zonizzazione energetica del territorio e lista di priorità per scelta della fonte energetica con cui coprire il fabbisogno termico: procedura-guida da adottare a titolo volontario. La procedura è illustrata, mediante informazione mirata, agli architetti e agli installatori attivi sul territorio comunale. Essa è inoltre illustrata ai proprietari immobiliari che hanno un obbligo di risanamento dell'impianto di riscaldamento e ai cittadini proprietari di mappali liberi, non costruiti. Per ogni punto del territorio, la zonizzazione energetica individua le fonti energetiche disponibili. In caso vi sia la possibilità di attingere a più fonti energetiche, la lista delle priorità suggerisce quali preferire, tenendo conto di considerazioni energetiche e climatiche alla scala globale. Una valutazione di fattibilità tecnico-economica, a livello di singolo edificio, porterà alla scelta della fonte energetica da utilizzare.	Risoluzioni dei Municipi (approvazione di scheda proposta nel Piano energetico PECO)	---	---	/	+	++	1
C.5	Incentivi finanziari - risanamento energetico L'incentivo è tarato in proporzione al contributo concesso dal Cantone (quota percentuale del contributo elargito mediante il Programma edifici). Come richiesto dal Cantone, il sussidio è erogato solo nel caso in cui si realizzi un passaggio di classe energetica, dimostrato mediante lo strumento CECE Plus (identificazione della classe energetica CECE prima e dopo l'intervento edilizio proposto) - questo vincolo è applicabile solo alle tipologie di edifici per le quali sono attualmente disponibili procedure di <i>audit</i> energetico (CECE plus: abitazioni mono- e pluri-famigliari, edifici amministrativi, edifici scolastici). Valutare la possibilità di concedere anche l'annullamento delle tasse/spese di cancelleria per la gestione della pratica edilizia. La realizzazione di analisi CECE Plus può godere di un ulteriore incentivo (Misura C. 7). Se l'edificio è inserito in un ambito di teleriscaldamento (Cfr. risultati studio di Misura F.1), l'incentivo non è concesso. È invece concesso l'incentivo all'allacciamento alla rete di teleriscaldamento - cfr. Misura C.6.	Messaggi dei Municipi, con approvazione dei Consigli comunali	Preventivi comunali - budget PECO	200'000 CHF/anno	+++	+	+++	1
C.6	Incentivi finanziari - allacciamento rete teleriscaldam. Incentivi finanziari per l'allacciamento alla rete di teleriscaldamento per gli edifici di nuova costruzione e gli edifici soggetti a sostituzione dell'impianto di riscaldamento (incentivo erogato solo negli ambiti individuati dallo studio di Misura F.1). I Comuni garantiscono una riduzione percentuale (valore da definirsi) della tassa di allacciamento alla rete di teleriscaldamento.	Messaggi dei Municipi, con approvazione dei Consigli comunali	Preventivi comunali - budget PECO (o a carico della società che realizzerà la rete)	---	/	++	++	1

Misura	Note/descrizione	Strumento di attuazione	Modalità di finanziamento	Costi d'investimento INDICATIVI	Riduzione consumi energia	Produzione energia rinnovabile	Riduzione emissioni gas serra	Priorità
C.7 Incentivi finanziari - audit energetici	Incentivi finanziari (contributi a fondo perso) per la realizzazione di <i>audit</i> energetici degli edifici esistenti (CECE Plus). Il Comune eroga già incentivi per la realizzazione di analisi CECE Plus, concedendo 300 CHF/analisi, con un budget complessivo annuale di 10'000 CHF. Il provvedimento è applicabile solo alle tipologie di edifici per le quali sono attualmente disponibili procedure di <i>audit</i> energetico (CECE Plus: abitazioni mono- e pluri-familiari, edifici amministrativi, edifici scolastici).	Messaggio dei Municipi, con approvazione dei Consigli comunali	Preventivi comunali - budget PECO	10'000 CHF/anno	+	+	+	2
C.8 Ordinanza sull'inquinamento luminoso	Attuazione delle linee guida cantonali sull'inquinamento luminoso – illuminazione notturna. Le linee guida sono già esistenti. Si tratta di tradurle in un regolamento/ordinanza.	Ordinanza comunale	---	---	+	+	+	1

16.4 D. Aziende

Le aziende artigianali, industriali e attive nei settori del commercio e dei servizi non hanno un ruolo rilevante sul territorio dei Comuni del Generoso. Esse possono contribuire tuttavia alla riduzione dei consumi energetici ottimizzando i processi produttivi/aziendali. Inoltre, possono contribuire attivamente alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, utilizzando le superfici dei tetti dei loro edifici: di grandi dimensioni e piatti in molti casi, essi sono in particolare ideali per ospitare impianti fotovoltaici.

Il PECo prevede dunque l'obbligo di installazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili per i edifici di nuova costruzione con destinazione industriale, artigianale, commerciale e per servizi. Tale obbligo può essere introdotto a livello dei regolamenti edilizi e/o mediante revisioni dei piani regolatori. Per gli edifici esistenti, invece, non viene introdotto alcun obbligo.

Tabella 60 Le misure relative al settore “D.Aziende”.

Misura	Note/descrizione	Strumento di attuazione	Modalità di finanziamento	Costi d'investimento INDICATIVI	Riduzione consumi energia	Produzione energia rinnovabile	Riduzione emissioni gas serra	Priorità	
D.1	<p>Misura di pianificazione - obbligo di impianti a fonti rinnovabili su nuovi edifici industriali, commerciali o per servizi</p>	<p>Obbligo di installazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile su nuovi edifici con destinazione d'uso industriale, per commercio e servizi. L'obbligo può essere assolto sia mediante impianti fotovoltaici sia mediante impianti eolici o micro idroelettrici. Possibilità di perimetrare le zone in cui far scattare tale obbligo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Per edifici di superficie coperta superiore a 200 m², obbligo di installare impianti di potenza non inferiore a 5 kW. • Per edifici di superficie coperta inferiore a 200 m², obbligo di installare impianti di potenza non inferiore a 1 kW. <p>Tali prescrizioni cadono nel caso in cui valutazioni tecnico-economiche dimostrino, caso per caso, che l'edificio è sistematicamente ombreggiato da edifici circostanti già esistenti o dall'orizzonte non libero.</p>	Regolamenti edilizi e revisioni di PR	---	---	//	++	++	1

16.5 E. Comune

I Comuni hanno un ruolo essenziale per la transizione energetica del territorio della Regione Generoso. Essi devono in particolare fare da stimolo affinché i cittadini adottino nuove pratiche e misure lungimiranti dal punto di vista energetico. Oltre a promuovere tali iniziative attraverso misure di sensibilizzazione e informazione (cfr. misure settore B), i Comuni danno l'esempio attraverso misure concrete.

In primo luogo, essi favoriscono l'aggiornamento professionale dei dipendenti e dei collaboratori comunali, garantendone la regolare partecipazione a corsi di formazione sul tema energetico (misura E.1). Inoltre, i Comuni effettuano l'analisi energetica dei principali edifici di proprietà comunale (consigliato l'approccio EPIQR⁺) (misura E.3). Sono da analizzare almeno tre edifici per Comune, da selezionare in base alle dimensioni, ai consumi energetici e alle condizioni di invecchiamento (priorità agli edifici più vecchi di maggiori dimensioni, con i consumi più elevati).

I Comuni si impegnano inoltre a fare in modo che tutti i futuri interventi edilizi su edifici di proprietà comunale (nuove realizzazioni e risanamenti o ampliamenti di edifici esistenti) rispettino standard di elevata efficienza energetica (Standard Minergie-P/P-ECO[®] o Minergie-A/A-ECO[®]), con uno sforzo in più rispetto a quanto previsto dalla legge per gli edifici pubblici (Standard Minergie[®]) (misura E.2).

In relazione ai consumi di energia elettrica registrati per gli edifici di proprietà comunale e l'illuminazione pubblica, i Comuni intervengono su due livelli:

- si impegnano all'acquisto di energia elettrica ecologica (certificazione *Naturemade – Star*, integralmente prodotta da fonti energetiche rinnovabili) per almeno il 10% dei consumi per l'illuminazione pubblica (misura E.4);
- mettono a disposizione i tetti degli edifici comunali per realizzare impianti fotovoltaici, con l'obiettivo di lungo termine di coprire il 50% del fabbisogno elettrico (edifici comunali e illuminazione pubblica) (misura E.5).

A livello di provvedimenti generali, i Comuni puntano all'ottenimento della Certificazione quale "Regione dell'Energia" (misura E.6), un titolo prestigioso che ad oggi è stato attribuito a poche regioni in Svizzera e in Ticino non è ancora stato ottenuto da nessun consorzio di comuni.

Tabella 61 Le misure relative al settore "E. Comune".

Misura	Note/descrizione	Strumento di attuazione	Modalità di finanziamento	Costi d'investimento INDICATIVI	Riduzione consumi energia	Produzione energia rinnovabile	Riduzione emissioni gas serra	Priorità
E.1	<p>Corsi di formazione in ambito energetico</p> <p>I corsi sono organizzati in coerenza con quanto previsto dai mansionari dei dipendenti comunali e dal Regolamento organico dipendenti (ROD) e sono diversificati in base alle funzioni svolte nell'ambito dei Comuni (politici, direttori, responsabili di servizi, impiegati, operai e custodi). Esempi: gestione energetica di edifici ed impianti, reti di teleriscaldamento, energy contracting, software specifici.</p>	Messaggi dei Municipi sulla base dei mansionari dei dipendenti comunali e dei Regolamenti Organici Dipendenti (ROD)	Preventivi comunali - Budget PECO	--- (già previsti dai mansionari comunali)	+	+	+	1
E.2	<p>Standard edilizi di elevata efficienza energetica</p> <p>Ai sensi del RUn: "<i>Gli edifici nuovi e le trasformazioni di proprietà pubblica, parastatale o sussidiati dall'ente pubblico devono essere certificati secondo gli standard MINERGIE®. Nel contempo va pure verificata e in linea di massima favorita la fattibilità di un futuro adeguamento agli standard MINERGIE-P®.</i> <i>Occorre verificare e documentare la fattibilità dei provvedimenti necessari per raggiungere lo standard MINERGIE-ECO® e/o il ricorso a materiali e impianti con un basso impatto sull'ambiente e sulla salute umana</i>". Il PECO propone dunque il rispetto di standard energetici più restrittivi (funzione di esempio dell'ente pubblico): introduzione dell'obbligo di rispetto dello Standard Minergie-P®/A®(-ECO®) per edifici comunali (nuova costruzione o trasformazione di edifici esistenti).</p>	Regolamenti edilizi - revisioni di PR Messaggi dei Municipi, con approvazione dei Consigli comunali	Preventivi comunali	Minergie: + 3-5% circa rispetto a standard di costruzione RUn; Minergie-P/A: +5-10% circa rispetto a standard di costruzione RUn	+	+	+	1
E.3	<p>Audit energetico EPIQR⁺ di tutti gli stabili di proprietà comunale</p> <p>Realizzazione di audit energetici EPIQR+ per gli stabili prioritari di proprietà comunale (almeno tre edifici per Comune). L'audit consente di individuare i punti più critici dal punto di vista energetico degli edifici e individua le priorità di intervento (ad esempio: sostituzione serramenti, rifacimento tetto, cappotto termico su facciate, sostituzione impianto di riscaldamento etc.), stimandone anche il costo di investimento. Se si effettuano 12 audit, essi costano 3'000 CHF/edificio.</p>	Messaggi dei Municipi, con approvazione dei Consigli comunali	Preventivi comunali - Budget PECO	36'000 CHF	+	/	+	1

	Misura	Note/descrizione	Strumento di attuazione	Modalità di finanziamento	Costi d'investimento INDICATIVI	Riduzione consumi energia	Produzione energia rinnovabile	Riduzione emissioni gas serra	Priorità
E.4	Acquisto di energia elettrica ecologica	<p>Acquisto di energia elettrica ecologica certificata per almeno il 10% del fabbisogno elettrico comunale (edifici di proprietà comunale e illuminazione pubblica).</p> <p>Energia elettrica ecologica certificata Naturemade-star: esempio prodotto commerciale Eco-power (Naturemade Star) offerto da AIM, con sovrapprezzo di 5 Cts CHF/kWh rispetto al costo dell'energia elettrica (IVA esclusa).</p> <p>Stima fabbisogno elettrico per l'illuminazione pubblica dei 4 comuni è di: 1'100 MWh/annui</p> <p>Aumento di costo dell'elettricità: 10'000 CHF/anno.</p>	Regolamenti comunali/Messaggi del Municipi, approvazione dei Consigli comunali	Preventivi comunali - Budget PECO	10'000 CHF/anno	/	+	+	2
E.5	Messa a disposizione di tetti per impianti fotovoltaici	<p>La promozione dei vettori energetici presenti sul territorio comunale è uno degli obiettivi principali del PECO. La produzione di energia rinnovabile non permette infatti solamente di diminuire le emissioni di CO₂ nell'atmosfera ma riduce anche la dipendenza da fonti energetiche esterne.</p> <p>In questo quadro, i Comuni si impegnano ciascuno a coprire a medio-lungo termine il 50% del proprio fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione pubblica (11, mettendo a disposizione delle Aziende tutti i tetti degli stabili comunali.</p> <p>Nel caso in cui i tetti degli edifici pubblici non fossero sufficienti a coprire i fabbisogni elettrici comunali, dovrà essere valutata la possibilità di utilizzare tetti di proprietà privata o di realizzare manufatti appositi (ad esempio, pensiline su aree a parcheggio) o terreni edificabili ma non sfruttabili (mappale 1568 a Vacallo)..</p>	Messaggi dei Municipi, approvazione dei Consigli comunali	---	---	//	++	++	1
E.6	Certificazione Città dell'energia "Regione Generoso"	<p>I quattro Comuni Generoso, tutti membri dell'Associazione Città dell'Energia, avviano una certificazione "Città dell'energia" inter-comunale, configurandosi come una "Regione dell'energia".</p> <p>Si tratta di un titolo prestigioso che ad oggi è stato attribuito a poche realtà territoriali in Svizzera e all'estero. In Ticino non vi sono ancora "Regioni dell'energia".</p> <p>L'ottenimento del titolo permetterà di sviluppare ulteriori sinergie tra i comuni e sarà un modo di mettere in evidenza e di attestare gli sforzi effettuati e, in ultima analisi, farà probabilmente aumentare l'accettabilità sociale delle misure proposte dal PECO.</p>	Messaggi dei Municipi, approvazione dei Consigli comunali	Preventivi comunali - Budget PECO	80'000 CHF/anno	+	+	+	2

16.6 F. Infrastrutture per la produzione di energia

Le analisi effettuate all'interno del piano energetico hanno permesso di individuare gli ambiti idonei all'installazione di reti di teleriscaldamento sul territorio della regione Generoso.

In sintesi, le analisi hanno mostrato l'opportunità di approfondire le valutazioni circa la fattibilità tecnico-economico-ambientale di tre piccole reti di teleriscaldamento nei nuclei storici di Caneggio, Morbio Superiore e Castel San Pietro (misura F.1). Si segnala che l'opportunità di realizzare una rete di teleriscaldamento a Castel San Pietro era già stata esaminata dal Comune, con alcuni studi che, pur evidenziando l'interesse tecnico-economico, avevano evidenziato perplessità all'adesione da parte dei privati. In questo caso specifico, la misura F.1 propone dunque di riaprire la tematica, aggiornando le valutazioni passate e favorendo la comunicazione con i privati al fine di una loro maggiore adesione al progetto.

La misura F.2 riguarda anch'essa la valutazione di fattibilità di reti di teleriscaldamento, ma di più piccole dimensioni, al servizio dei futuri edifici pubblici di Vacallo (casa anziani) e Morbio Inferiore (scuola dell'infanzia), la cui realizzazione è prevista su sedimi contigui. Nel caso in cui una valutazione preliminare di fattibilità dia esito positivo, si potranno effettuare approfondimenti volti ad identificare le possibilità di allacciamento di edifici privati situati nei pressi.

L'ultima misura (F.3) riguarda l'approfondimento delle valutazioni preliminari sulla possibilità di sfruttare il calore contenuto nei reflui fognari sia prima dell'ingresso all'impianto di depurazione delle acque (IDA) di Chiasso (condotta consortile vicino alla piscine di Chiasso) sia all'uscita del depuratore. A tale proposito si segnala che il consorzio del depuratore di Chiasso (CDACD) sta già approfondendo la questione, con un monitoraggio all'intero della condotta fognaria, per verificare la possibilità di riscaldare le piscine di Chiasso, che attualmente utilizzano il gas quale vettore energetico.

Tabella 62 Le misure relative al settore “F. Infrastrutture per la produzione di energia”.

Misura	Note/descrizione	Strumento di attuazione	Modalità di finanziamento	Costi d'investimento INDICATIVI	Riduzione consumi energia	Produzione energia rinnovabile	Riduzione emissioni gas serra	Priorità	
F.1	Studio di fattibilità - reti di telerisc. e relative centrali termiche – Caneggio, Morbio Superiore, Castel San Pietro	- Valutazione della fattibilità tecnico-economico-ambientale dei tre ambiti segnalati come interessanti per reti di teleriscaldamento; - definizione delle priorità d'intervento; - identificazione dei sedimi per la realizzazione delle centrali termiche (misura C.2); - perimetrazione degli ambiti idonei al teleriscaldamento (misura C.3). AIL/AGE potrebbero contribuire al finanziamento degli impianti e ai relativi studi di fattibilità.	Messaggi dei Municipi, con approvazione dei Consigli comunali	Preventivi comunali - Budget PECO	30'000 CHF	/	+++	+++	1
F.2	Studio di fattibilità - mini-reti di teleriscaldamento	Valutazione della fattibilità di piccole reti di teleriscaldamento al servizio dei nuovi edifici pubblici in fase di progettazione a Vacallo e Morbio Inferiore, siti a breve distanza l'uno dall'altro (Vacallo: nuova casa anziani; Morbio Inferiore: nuova scuola infanzia). Successivamente sarà possibile verificare la fattibilità dell'estensione ad edifici di proprietà siti nei pressi.	Messaggi dei Municipi, con approvazione dei Consigli comunali	---	10'000 CHF	/	+	++	1
F.3	Studio di fattibilità - recupero calore acque reflue (prima e dopo IDA)	Valutazione della fattibilità di impianti per il recupero del calore nelle acque fognarie, con successiva distribuzione mediante pompe di calore. Ambiti interessanti: - condotte consortili prima dell'impianto di depurazione delle acque (IDA) di Chiasso (condotta consortile vicino alla piscine di Chiasso); - acque di scarico all'uscita del depuratore. Approfondire le valutazioni ora in corso da parte del Consorzio del depuratore di Chiasso (CDACD) per verificare la possibilità di riscaldare le piscine di Chiasso.	Messaggi dei Municipi, con approvazione dei Consigli comunali	Preventivi comunali - budget PECO	20'000 CHF	/	+	+	2

16.7 Gli indicatori per il monitoraggio dell'efficacia del PECo

Il PECo è uno strumento dinamico e flessibile, che è aggiornato nel tempo.

Ogni anno è riconsiderato il piano d'azione, allo scopo di definire il budget PECo a disposizione per l'anno successivo. Ciò tuttavia non è sufficiente per valutare l'efficacia del PECo. È importante infatti effettuare una verifica sistematica dell'attuazione del PECo anche su periodi di tempo più lunghi, così da poterne individuare gli effetti in termini di bilancio energetico e da poter verificare il livello di raggiungimento degli obiettivi. Gli effetti infatti si manifestano solitamente con un certo ritardo temporale rispetto al momento di attuazione delle misure. Nel caso in cui la verifica mostrasse che gli obiettivi non sono stati raggiunti, o lasciasse intuire che si sta andando in una direzione non desiderata, è opportuno ri-orientare le decisioni del PECo.

A questo scopo, il PECo si dota di un piano di monitoraggio, che deve essere sufficientemente strutturato da consentire di captare per tempo eventuali scostamenti dell'evoluzione desiderata del sistema-energia dei comuni del Generoso. Per poter cogliere adeguatamente le dinamiche energetico-territoriali, si propone di effettuare ogni quattro anni un *rapporto di monitoraggio sull'attuazione del PECo del Generoso*. Questo strumento fornirà la base per l'aggiornamento del piano e l'eventuale modifica delle strategie o delle misure del piano d'azione.

Il rapporto di monitoraggio sull'attuazione del PECo dovrà analizzare tre tipologie di fattori: l'andamento del contesto, lo stato di attuazione delle misure del piano d'azione e i risultati conseguiti.

Gli indicatori di contesto rendono conto di elementi esogeni al piano energetico comunale, quali ad esempio andamento della congiuntura economica, crescita della popolazione, prezzo del petrolio sul mercato internazionale, attivazione di misure incentivanti a livello federale e cantonale. Essi consentono di individuare eventuali variazioni significative rispetto alla situazione attuale per i fattori chiave che influenzano l'evoluzione del sistema energetico.

Gli indicatori descrittivi delle misure attuate descrivono le misure che sono state effettivamente realizzate, specificando la tempistica e le risorse investite (personale, aspetti economico-finanziari). Il monitoraggio di questi elementi consente di individuare eventuali ritardi o lacune nell'attuazione del piano d'azione, nonché eventuali scostamenti rispetto alle priorità di attuazione da esso definite.

Gli indicatori di risultato rendono conto degli effetti delle misure attivate sul bilancio energetico del Generoso e sulla configurazione del sistema energetico. Essi quindi consentono di ricostruire integralmente il bilancio dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂ del territorio del Generoso, nonché il grado di raggiungimento degli obiettivi di settore (Società 2000 Watt e Società 1 ton CO₂). Nei limiti del possibile, inoltre, essi evidenziano gli effetti sul reddito e sull'occupazione.

Gli indicatori descrittivi delle misure e gli indicatori di risultato che si propone di monitorare sono riportati nelle schede-misura, alle quali si rimanda.

Per gli indicatori di contesto sarà invece necessario appoggiarsi a rapporti statistici o energetici elaborati a livelli sovra-ordinati rispetto a quello comunale (cantonale o federale).

Allegato 1

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

Il consumo di energia per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria per gli edifici residenziali, per commercio e per servizi é stimato a partire dall'individuazione di un fabbisogno *teorico* di energia, al quale é applicato un correttivo che riflette le effettive condizioni di utilizzo degli edifici. I paragrafi seguenti descrivono l'approccio seguito.

1. Costruzione di una banca dati dell'edificato dei Comuni del Generoso

Sono utilizzati i dati contenuti nel Registro Edifici e Abitazioni (REA) gestito, per il Cantone Ticino, dall'USTAT (aggiornamento luglio 2009).

Il REA fornisce indicazioni per tutti gli edifici sul territorio cantonale di tipo residenziale o assimilabile²⁵ in relazione alla superficie coperta (la proiezione dell'edificio sull'asse orizzontale), al numero di piani, all'epoca di costruzione e al tipo di fonte energetica per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria. Si tratta di una banca dati di notevole importanza, coordinata a livello federale, allestita per la prima volta con i dati del Censimento Federale dell'anno 2000 e sottoposta a continuo aggiornamento, revisione e integrazione.

Ogni edificio contenuto nel REA contiene le voci riportate nella tabella che segue.

	REA
Comune	X
Mappale	X
Coordinata X	X
Coordinata Y	X
Numero di appartamenti	X
Numero dei piani	X
Superficie coperta	X
Periodo di costruzione	X
Periodo di rinnovamento	X
Classe dell'edificio	X
Categoria dell'edificio	X
Fonte energetica per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria	X

Tabella 63 I campi della "Banca dati consumi dell'edificato del Generoso" e le relative fonti.

Per identificare il vettore energetico che alimenta ciascun edificio ("Fonte energetica per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria") si fa riferimento all'informazione contenuta nel campo "Fonte energetica per il riscaldamento" (GENHZ)²⁶;

²⁵ Esso include anche edifici a destinazione non abitativa, sebbene in termini parziali e non esaustivi, poiché a livello federale non sussiste l'obbligo per i Comuni di includere questa tipologia di edifici.

²⁶ Nell'ipotesi che la produzione di acqua calda sanitaria sia effettuata con la stessa fonte energetica.

Fonti energetiche	Codice REA [campo GENHZ]
Nessuna fonte energetica	7200
Olio da riscaldamento	7201
Carbone	7202
Gas	7203
Elettricità	7204
Legna	7205
Pompa di calore	7206
Collettore solare	7207
Calore a distanza	7208
Altre fonti energetiche	7209

Tabella 64 Le informazioni riportate nel REA circa la fonte energetica utilizzata per il riscaldamento degli edifici.

Per le analisi relative agli edifici residenziali, sono selezionati gli edifici di categoria “casa unifamiliare” e “casa plurifamiliare” individuati dal REA (campo “Categoria dell’edificio” GKAT, rispettivamente codice “1021” e “1025”). Sono stati inoltre in parte sottoposti a verifica puntuale gli edifici appartenenti alla categoria “edifici a destinazione accessoria”, “edifici a destinazione parzialmente abitativa” e “edifici a uso non abitativo”, al fine di individuarne la categoria di appartenenza rispetto ai settori “edifici residenziali”, “uffici e edifici per il commercio” e “edifici artigianali e industriali”. L’attività, estremamente onerosa in quanto ha richiesto una verifica puntuale edificio per edificio²⁷, ha fatto emergere ulteriori incongruenze nei dati del REA circa l’epoca di costruzione per gli edifici di tipo non residenziale, parametro che, nei limiti del possibile, è stato aggiornato in termini più realistici.

2. Stima del fabbisogno teorico di energia termica per il riscaldamento e l’acqua calda sanitaria degli edifici residenziali

Per stimare il fabbisogno termico teorico di energia termica F_t per il riscaldamento e l’acqua calda sanitaria degli edifici residenziali, espresso in [kWh/anno], per ogni oggetto contenuto nella “Banca dati consumi dell’edificato dei Comuni del Generoso” è necessario stimare i seguenti due elementi:

- superficie di riferimento energetico SRE [m²];
- indice di fabbisogno di energia termica per metro quadro dell’edificio IE [kWh/m² anno]²⁸.

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

$$F_t = SRE \cdot IE$$

²⁷ Non si sono effettuati sopralluoghi in loco ma analisi basate sull’incrocio di mappe, ortofoto e dati catastali, con l’ausilio di strumenti GIS e WebGIS.

²⁸ I parametri utilizzati corrispondono a quelli indicati dalla norma SIA 380/1 (2009):

- F_t = fabbisogno termico per il riscaldamento e l’acqua calda sanitaria Q_{hww} [MJ/m²];
- IE = fabbisogno energetico finale per il riscaldamento e l’acqua calda sanitaria $E_{F,hww}$ [MJ/m²];

La stima della superficie di riferimento energetico SRE^{29} è effettuata mediante la seguente relazione:

$$SRE = S \cdot n$$

dove

- S [m^2] rappresenta la superficie coperta dell'edificio, cioè la proiezione sul piano orizzontale della superficie dell'edificio [campo GAREA del REA]; nei casi in cui la superficie non è indicata nel REA, si localizza l'edificio su cartografia e, mediante GIS, se ne effettua una stima numerica;
- n rappresenta il numero di piani dell'edificio [campo GASTW del REA]; nei casi in cui il numero di piani non è indicato, si utilizza il valore medio tra quelli presenti nella banca dati REA per l'ambito territoriale oggetto di analisi, per gli edifici della stessa categoria.

L'indice di fabbisogno energetico IE dipende dalle tecniche costruttive e impiantistiche che caratterizzano ciascun edificio: per una valutazione puntuale e realistica di tale valore occorrerebbe analizzare uno per uno tutti gli edifici esistenti. Al fine di produrre analisi di tipo statistico si può tuttavia utilizzare una stima, ricavabile in base all'epoca di costruzione dell'edificio. Alle diverse epoche storiche possono infatti essere associate tecniche costruttive ed edilizie "medie", in base alle quali è possibile ricavare una stima del consumo per metro quadro di edificio. Il modo più efficace per effettuare queste stime consiste nell'estrapolarle da studi puntuali effettuati per singoli edifici, ad esempio secondo gli approcci EPIQR+ o check-up energetico ISAAC (software di calcolo ENER-CAD). Il numero tuttora limitato di studi di questa natura non consente di estrarre dati statisticamente significativi. Quale valida alternativa si sono sfruttate le informazioni emerse nell'ambito delle procedure di certificazione energetica degli edifici effettuate nel periodo agosto 2009 – luglio 2010, secondo l'approccio CECE (Certificato Energetico Cantonale degli Edifici). I dati principali contenuti in ogni certificato CECE, che rappresentano solo il fabbisogno energetico per riscaldamento e non quello per acqua calda sanitaria, sono infatti inseriti in una banca dati federale, per la produzione di dati statistici. Il numero di edifici certificati in Ticino, quasi tutti di tipo residenziale, ammonta a 863 edifici, pari a poco meno dell'1% degli edifici registrati in Ticino. Sebbene non si tratti di una percentuale elevata, si ritiene comunque che sia una base utile a produrre i primi dati di tipo statistico.

I dati CECE non sono tuttavia sufficientemente rappresentativi degli edifici costruiti tra il 1991 e il 2000, poiché si tratta di soli 14 edifici. Per colmare tale lacuna, per l'epoca 1991-2000 si sono presi in considerazione anche i dati di consumo sintetizzati nel lavoro di diploma "Studio casistica check-up energetici ISAAC e un caso concreto" (Pistore, 2009).

Per stimare il fabbisogno termico per acqua calda sanitaria si è invece fatto riferimento ai valori indicati dalla norma SIA 380/1 (aggiornamento anno 2009), che si basano sulla categoria d'uso dell'edificio (cfr. Tabella 65).

²⁹ SRE = superficie di riferimento energetico A_E [m^2].

Gli indici energetici per i periodi di costruzione fino all'anno 2000 risultano quindi dalla somma della media dell'indice energetico dell'involucro definito grazie all'analisi CECE e dell'indice del fabbisogno termico per l'acqua calda definito dalla norma SIA 380/1 (2009).

Categoria d'edificio	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
		abitazioni plurifamiliari	abitazioni monofamiliare	amministrazione	scuole	negozi	ristoranti	locali pubblici	ospedali	industrie	magazzini	impianti sportivi
Fabbisogno termico per l'acqua calda MJ/m ²	75	50	25	25	25	200	50	100	25	5	300	300

Tabella 65 Fabbisogno termico annuale per l'acqua calda sanitaria in riferimento alla categoria di edificio [MJ/m² di superficie di riferimento energetico] [fonte: Norma SIA 380/1, aggiornamento 2009].

Per i periodi di costruzione successivi al 2000 si sono invece utilizzati gli indici energetici definiti in base alle disposizioni legislative in materia. Queste sono:

- Decreto esecutivo sui provvedimenti di risparmio energetico nell'edilizia (DE, 2002);
- Regolamento sull'utilizzazione dell'energia (RUEn, 2008).

L'andamento dell'*IE* ricostruito secondo queste logiche è riportato in Figura 51. Si sottolinea che i valori così ottenuti riflettono l'attuale struttura dei consumi degli edifici in relazione all'epoca di costruzione, pertanto tengono già conto del fatto che nel corso degli anni gli edifici di più antica costruzione sono stati sottoposti ad interventi di ristrutturazione, quali sistemazione delle facciate, rifacimento tetto, sostituzione serramenti etc.

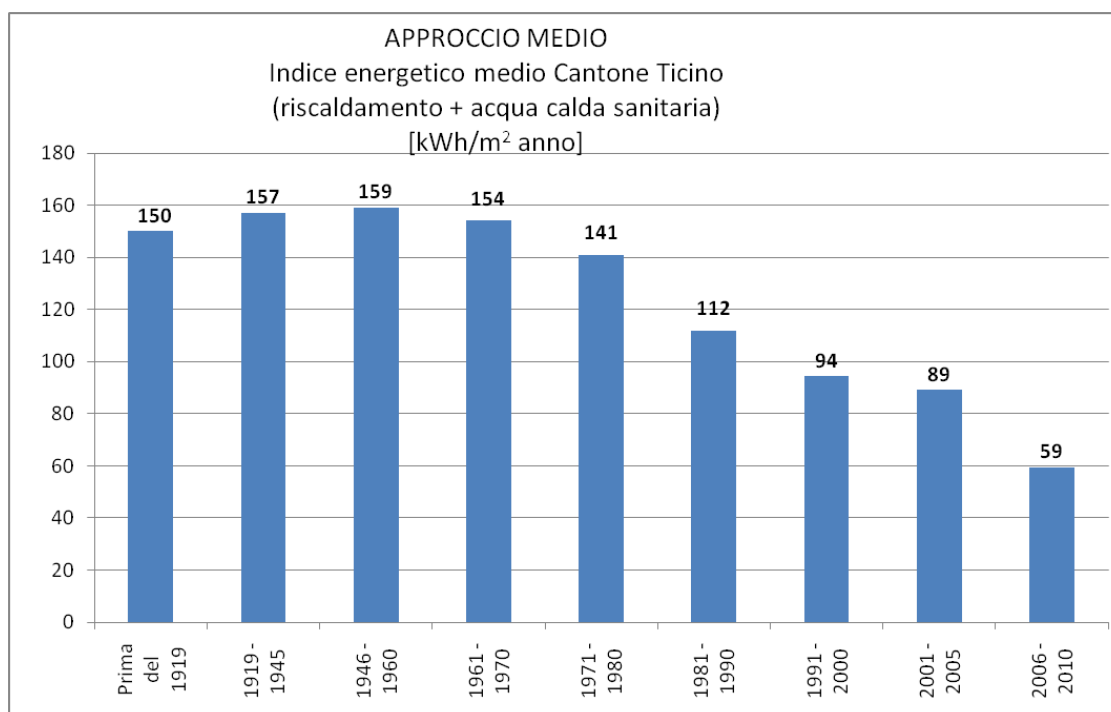


Figura 51 Andamento dell'indice di fabbisogno di energia termica *IE* (riscaldamento e acqua calda sanitaria) in base al periodo di costruzione degli edifici.

La determinazione dell'epoca di costruzione o ristrutturazione dell'edificio è effettuata in base ai dati contenuti nel REA, campi GBAUP o GRENP, in alcuni casi aggiornati sulla base della verifica puntuale condotta (cfr. nota 27). È disponibile una classificazione secondo le seguenti epoche:

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

3. Stima dei consumi effettivi per il riscaldamento degli edifici residenziali

Il consumo effettivo C , cioè quello effettivamente registrato in uno specifico anno, è sicuramente una quantità inferiore a F_t , per diversi motivi, i principali dei quali sono:

- non tutta la superficie coperta S è effettivamente rappresentativa di locali chiusi e riscaldati (ad esempio, può includere porticati, logge e terrazze non riscaldati);
- non tutti i locali di un edificio sono sempre riscaldati (ad esempio, abitazioni su più piani abitate da una sola persona) o riscaldati in modo omogeneo (ad esempio, edifici dotati di riscaldamento elettrico o a stufa);
- non tutti i locali sono riscaldati durante l'intera giornata (ad esempio nel caso in cui gli occupanti l'abitazione lavorano fuori casa tutto il giorno);
- influenza delle condizioni meteorologiche (anni caratterizzati da inverni meno rigidi della media);
- effetto del fattore di forma degli edifici: l'indice IE è stimato per un edificio medio; gli edifici con maggiore superficie disperdente (verso esterno, verso non riscaldato) hanno in realtà un indice IE superiore rispetto a quelli con minore superficie disperdente, a parità di volumetria e superficie di riferimento energetico: dieci villette di 100 m² consumano più di dieci appartamenti di 100 m² in palazzine a torre, poiché sono caratterizzate da una più estesa superficie disperdente.

In considerazione di questi aspetti, ai consumi rilevati per gli edifici di categoria residenziale è stata applicata una riduzione pari a circa il 13%. La corretta stima di questa riduzione è comprovata da un attento confronto tra i consumi di energia elettrica e di gas forniti dall'AGE, dalle AIL e i consumi di elettricità per il riscaldamento stimati attraverso gli indici energetici riportati in Figura 51. Tale riduzione consente infatti di ricavare un valore di consumo medio di elettricità (apparecchi e illuminazione) per economia domestica così come un consumo complessivo di gas plausibile.

$$C_{\text{edifici residenziali}} = F_t * 0.87$$

Una valutazione specifica deve essere effettuata per gli edifici riscaldati mediante pompa di calore. F_t esprime il fabbisogno termico degli edifici di questa tipologia. La pompa di calore copre questo fabbisogno termico ricorrendo in parte a calore prelevato dall'ambiente esterno (aria, acqua, sottosuolo etc.) e in parte a energia elettrica. Considerando le attuali tecnologie, secondo un approccio cautelativo, il coefficiente di prestazione medio delle pompe di calore in esercizio può essere stimato pari a 3: ciò significa che il fabbisogno termico è coperto ricorrendo per 2/3 a calore prelevato dall'ambiente esterno e per 1/3 a energia elettrica.

La Tabella 66 riporta la stima dei consumi effettivi per il riscaldamento delle abitazioni nel 2012.

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

[MWh/anno]	Energia elettrica (risc. diretto)	Energia elettrica (pompe di calore)	Gas naturale	Olio combustibile	Legna	Calore ambiente	Solare termico	Totale
Edifici residenziali	20'448	1'926	30'052	83'878	3'319	3'852	147	143'622

Tabel

la 66 Consumi per il riscaldamento degli edifici residenziali dei Comuni del Generoso (2012).

4. Stima dei consumi effettivi per il riscaldamento degli edifici dei settori “commercio e servizi” e “artigianato e industria”

La procedura per stimare il fabbisogno termico degli edifici dei settori “commercio e servizi” e “artigianato e industria” è analoga a quella applicata per gli edifici residenziali (riportata a pagina 168) fatta eccezione per i seguenti aspetti:

- L'indice di fabbisogno di energia termica IE non dipende dall'epoca di costruzione dello stabile ma è fisso a 150 kWh/m²a per gli edifici dei commerci e dei servizi, rispettivamente a 120 kWh/m²a per quelli dell'artigianato e dell'industria. Vista la carenza di dati relativa a queste tipologie di edifici sono stati considerati dei valori medi relativi alle analisi del parco immobiliare effettuata per altri Piani energetici comunali effettuati precedentemente dalla SUPSI (PECo ABM, PECO Melano, PECO Mendrisio).
- Nessuna applicazione del fattore di riduzione dei consumi.

Il fabbisogno teorico di energia termica è individuato dalla seguente relazione:

- Per gli edifici dei commerci e dei servizi: $F_t = \cdot 150 \cdot S \cdot n$
- Per gli edifici dell'industria e dell'artigianato: $F_t = \cdot 120 \cdot S \cdot n$

dove

- S [m²] rappresenta la superficie coperta dell'edificio, cioè la proiezione sul piano orizzontale della superficie dell'edificio [campo GAREA del REA]; nei casi in cui la superficie non è indicata nel REA, si localizza l'edificio su cartografia e, mediante GIS, se ne effettua una stima numerica;
- n rappresenta il numero di piani dell'edificio [campo GASTW del REA]; nei casi in cui il numero di piani non è indicato, si utilizza il valore medio tra quelli presenti nella banca dati REA per l'ambito territoriale oggetto di analisi, per gli edifici della stessa categoria.

Allegato 2

Modello di stima del fabbisogno di energia per la mobilità

1. Consumo di carburante per autotrazione

I consumi sono definiti facendo riferimento ai seguenti elementi:

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

La consistenza del parco veicoli immatricolato è stata indicata dalla Sezione della circolazione del Cantone, che ha fornito i dati riportati in Tabella 67³⁰.

Tipologia di veicolo	Generoso
Automobili a benzina	4'307
Automobili a diesel	1'289
Autoveicoli leggeri	35
Autoveicoli pesanti	3
Furgoni	13
Autofurgoni	280
Autocarri	29
Trattori agricoli	66
Carri agricoli con motore	19
Motoveicoli	1'484
Motoleggere	189
Totale	7'714

Tabella 67 Parco veicoli immatricolati sul territorio dei Comuni del Generoso [fonte: Sezione della circolazione, aggiornamento novembre 2012].

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

³⁰ La banca-dati della Sezione della circolazione non consente di estrarre serie storiche annuali di dati riferiti al livello comunale (sono invece disponibili le serie storiche di dati riferite all'intero territorio cantonale). I dati qui utilizzati sono aggiornati al mese di novembre 2012 per tutti i comuni considerati.

Tipologia di veicolo	Percorrenza media annua [km]	Consumo medio [l/km]
Automobili benzina	12'730	0.093
Automobili diesel	12'730	0.093
Autoveicoli leggeri	14'329	0.131
Autoveicoli pesanti	37'921	0.323
Furgoni	14'329	0.131
Autofurgoni	15'815	0.131
Autocarri	41'799	0.323
Trattori agricoli	1'981	0.400
Carri agricoli con motore	1'981	0.200
Motoveicoli	10'000	0.040
Motoleggere	5'000	0.018

Tabella 68.

Tipologia di veicolo	Percorrenza media annua ³¹ [km]	Consumo medio ³² [l/km]
Automobili benzina	12'730	0.093
Automobili diesel	12'730	0.093
Autoveicoli leggeri	14'329	0.131
Autoveicoli pesanti	37'921	0.323
Furgoni	14'329	0.131
Autofurgoni	15'815	0.131
Autocarri	41'799	0.323
Trattori agricoli	1'981	0.400
Carri agricoli con motore	1'981	0.200
Motoveicoli	10'000	0.040
Motoleggere	5'000	0.018

Tabella 68 Parametri di riferimento per definire il consumo di carburante.

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

- automobili
- autoveicoli leggeri

³¹ Fonte: TCS e "Abgasemissionen des Schweizerischen Nutzverkehr 1950 - 2000 VSAI

³² Fonte: Cahier dell'environnement No 255 - 1995 - Emissions polluantes du trafic routier 1950 – 2010 BUWAL

- motoveicoli
- motoleggere

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

Moltiplicando il numero di veicoli immatricolati sul territorio del Generoso per i rispettivi indici di percorrenza media annua e i valori di consumo medi riportati in

Tipologia di veicolo	Percorrenza media annua [km]	Consumo medio [l/km]
Automobili benzina	12'730	0.093
Automobili diesel	12'730	0.093
Autoveicoli leggeri	14'329	0.131
Autoveicoli pesanti	37'921	0.323
Furgoni	14'329	0.131
Autofurgoni	15'815	0.131
Autocarri	41'799	0.323
Trattori agricoli	1'981	0.400
Carri agricoli con motore	1'981	0.200
Motoveicoli	10'000	0.040
Motoleggere	5'000	0.018

Tabella 68, è possibile stimare il consumo di carburante dovuto al traffico motorizzato privato.

	Resa energetica [MWh/ton]	Densità [ton/1000 l]
Benzina	11.81	0.745
Diesel	11.89	0.830

Tabella 69 Resa energetica e densità media per i carburanti benzina e diesel [fonte: Ufficio Federale dell'ambiente e Ufficio federale dell'energia].

Considerando i parametri di resa energetica e densità riportati in Tabella 69, per il territorio del Generoso si ottengono le stime di consumo riportate in Tabella 70.

[MWh/anno]	Benzina traffico motorizzato	Diesel traffico motorizzato	Totale traffico motorizzato
Generoso	52'981	27'134	80'115

Tabella 70 Stima dei consumi di energia generati dalla mobilità veicolare (parco veicoli immatricolati).

2. Consumo di carburante per aviazione e navigazione

I consumi di carburante per aviazione e navigazione (cherosene) sono stimati a partire dai dati di consumo cantonali, ricavati dal Bilancio energetico cantonale del 2012, attraverso la definizione di indici di consumo pro capite [kWh/abitante anno]³³.

	Consumo Cantone Ticino (2012) [MWh/anno]	Indice pro capite [kWh/abitante anno]
Cherosene aviazione	36'031	107
Cherosene navigazione	5'810	17

Tabella 71 Indici di consumo pro capite di petrolio per aviazione e carburante per navigazione.

	Popolazione [abitanti]	Cherosene aviazione [MWh/anno]	Cherosene navigazione [MWh/anno]	Totale aviazione + navigazione [MWh/anno]
Generoso	11'626	1'243	200	1'444

Tabella 72 Stima dei consumi di carburante per aviazione e navigazione.

3. Consumo di energia elettrica per trazione ferroviaria

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

	Consumo Cantone Ticino (2012) [MWh/anno]	Indice pro capite [kWh/abitante anno]	Generoso Consumo elettricità per trazione ferroviaria [MWh/anno]
Trazione ferroviaria	120'100	356.4	4'144

Tabella 73 Indice di consumo pro capite per la trazione ferroviaria.

³³ Fonte : la popolazione residente in Cantone Ticino al 31 dicembre 2008 è pari a 332'736 abitanti [fonte: Statistica popolazione residente, USTAT].

Allegato 3

Modello di stima delle emissioni di gas ad effetto serra

L'effetto serra è un processo naturale, che funziona, come indicato dal nome stesso, similmente a una serra. La luce solare penetra nell'atmosfera terrestre e, raggiunta la superficie del pianeta, la riscalda. I principali gas serra naturalmente presenti nell'atmosfera sono vapore acqueo [H₂O], anidride carbonica [CO₂], metano [CH₄], ozono [O₃] e diossido di azoto [NO₂]. Essi trattengono una parte del calore formatosi grazie all'irraggiamento solare e la emettono nuovamente a lunghezze d'onda specifiche. Questo processo consente di avere un clima ideale per consentire la vita sul pianeta. Attraverso le attività antropiche sono emesse grandi quantità di anidride carbonica (CO₂) e clorofluorocarburi (CFC) nell'aria che rompono l'equilibrio naturale dell'effetto serra. La più elevata concentrazione di queste sostanze nell'atmosfera provoca l'ispessimento dello strato di gas serra e un conseguente aumento dell'effetto serra e della temperatura globale del pianeta, con gravi conseguenze negative per l'ambiente e gli insediamenti umani. Il CO₂ è considerato il gas serra di riferimento, in ragione del fatto che più dell'80% delle emissioni di gas serra sono emissioni di CO₂. L'insieme dei gas serra è pertanto frequentemente misurato in termini di CO₂ *equivalente* (CO₂ *eq*), un parametro che pondera i diversi gas in base al potenziale di riscaldamento climatico di ciascuno di essi rispetto a quello del CO₂.

Le emissioni di gas ad effetto serra possono essere stimate attraverso due differenti metodologie.

1. Stima della emissioni da combustione diretta

La prima metodologia considera le emissioni di CO₂ generate sul territorio attraverso la combustione diretta di combustibili e carburanti di origine fossile. Questo approccio è preso in considerazione poiché di frequente utilizzato anche a livello cantonale (PEC). Per la stima delle emissioni si considera quindi il consumo diretto di questi vettori energetici, ai quali si applicano i fattori di emissione di CO₂ da combustione proposti dall'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM).

Vettore energetico	Fattore di emissione [ton CO ₂ /MWh]
Carbone	0.3380
Olio combustibile	0.2650
Gas naturale	0.1980
Benzina e diesel ³⁴	0.2655
Cherosene	0.2630
Altre fonti	0.0000

Tabella 74 Fattori di emissione di CO₂ per vettore energetico (UFAM).

³⁴ Valore medio tra benzina (0.266 ton CO₂/MWh) e diesel (0.265 ton CO₂/MWh).

Inoltre, è opportuno applicare un fattore di correzione corrispondente al rapporto fra potere calorifico inferiore (Hu) e superiore (Ho) del vettore energetico considerato: le emissioni di CO₂ stimate in base ai fattori di emissione sono divise per il fattore di correzione (Hu/Ho)

Vettore energetico	Densità	Potere cal. inferiore (Hu)	Potere cal. sup. (Ho)	Hu/Ho
Prodotti petroliferi	[kg/l]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	
Olio comb. EL	0.84	42.6	45.5	0.94
Propano (liquido)	0.51	46.3	50.3	0.92
Butano (liquido)	0.58	45.7	49.5	0.92
Benzina	0.74	42.5	45.8	0.93
Diesel	0.84	42.8	45.7	0.94
Carburanti liquidi	0.82	43.0	45.7	0.94
Carbone	[kg/l]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	
Carbone fossile		27.1	29.3	0.96
Lignite		20.1	20.9	0.96
Legna	[kg/m3]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	
Legna in pezzi	540-780	15.0-15.7	16.3-17.0	0.92
Cippato	675-975	11.6-12.4	13.1-13.6	0.89-0.91
Carbone di legna	250	30.0	31.0	0.96
Pellet	1200	16.7	18.3	0.91
Rifiuti	[kg]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	
Incenerimento rifiuti		11.9		
Gas	[kg/m3]	[MJ/m3]	[MJ/m3]	
Gas naturale	0.76	36.3	40.3	0.90
Biogas	1.01-1.46	14.4-27.0	15.9-29.9	0.90
Metano	0.72	35.9	39.8	0.90
Propano (gassoso)	2.01	93.1	101.2	0.92
Butano (gassoso)	2.70	117.8	125.9	0.94

(cfr.

Tabella 75).

Vettore energetico	Densità	Potere cal. inferiore (Hu)	Potere cal. sup. (Ho)	Hu/Ho
Prodotti petroliferi	[kg/l]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	
Olio comb. EL	0.84	42.6	45.5	0.94
Propano (liquido)	0.51	46.3	50.3	0.92
Butano (liquido)	0.58	45.7	49.5	0.92
Benzina	0.74	42.5	45.8	0.93
Diesel	0.84	42.8	45.7	0.94
Carburanti liquidi	0.82	43.0	45.7	0.94
Carbone	[kg/l]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	
Carbone fossile		27.1	29.3	0.96
Lignite		20.1	20.9	0.96
Legna	[kg/m3]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	
Legna in pezzi	540-780	15.0-15.7	16.3-17.0	0.92
Cippato	675-975	11.6-12.4	13.1-13.6	0.89-0.91
Carbone di legna	250	30.0	31.0	0.96
Pellet	1200	16.7	18.3	0.91
Rifiuti	[kg]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	
Incenerimento rifiuti		11.9		
Gas	[kg/m3]	[MJ/m3]	[MJ/m3]	
Gas naturale	0.76	36.3	40.3	0.90
Biogas	1.01-1.46	14.4-27.0	15.9-29.9	0.90
Metano	0.72	35.9	39.8	0.90
Propano (gassoso)	2.01	93.1	101.2	0.92
Butano (gassoso)	2.70	117.8	125.9	0.94

Tabella 75 Fattore di correzione per i combustibili definito in base al potere calorifico inferiore e superiore.

Applicando questo approccio, si ricavano le stime proposte in

Vettore energetico	Consumo Generoso [MWh/anno]	Fattore di emissione CO2 [ton CO2/MWh]	Fattore di correzione (Hu/Ho)	Emissioni dirette CO2 Generoso [ton CO2/anno]
Benzina e diesel	80'115	0.2655	0.935	22'749
Cherosene aviazione e navigazione	1'438	0.263	0.940	402
Gas naturale	34'770	0.198	0.900	7'649
Olio combustibile	98'981	0.265	0.940	27'904
Totale	215'305	-	-	58'705

Tabella 76: sul territorio del Generoso sono direttamente rilasciate 58'705 ton CO₂/anno.

Vettore energetico	Consumo Generoso [MWh/anno]	Fattore di emissione CO ₂ [ton CO ₂ /MWh]	Fattore di correzione (Hu/Ho)	Emissioni dirette CO ₂ Generoso [ton CO ₂ /anno]
Benzina e diesel	80'115	0.2655	0.935	22'749
Cherosene aviazione e navigazione	1'438	0.263	0.940	402
Gas naturale	34'770	0.198	0.900	7'649
Olio combustibile	98'981	0.265	0.940	27'904
Totale	215'305	-	-	58'705

Tabella 76 Emissioni di gas ad effetto serra (CO₂) prodotte sul territorio del Generoso nel 2012 secondo i fattori di emissione in uso presso l'Ufficio Federale dell'ambiente.

Le emissioni stimate secondo questo approccio sull'intero territorio cantonale sono pari a 1'944'321 ton CO₂/anno: le emissioni dei Comuni del Generoso sono dunque pari al 3.1% delle emissioni prodotte sull'interno Cantone.

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

La seconda metodologia tiene conto delle emissioni di CO₂ equivalente complessivamente generate per poter consumare energia: essa tiene conto cioè dell'intero ciclo di vita dei vettori energetici (approccio LCA, *Life Cycle Assessment*), prendendo quindi in considerazione tutte le fasi di vita, da quella di estrazione e stoccaggio del combustibile, a quella di costruzione degli impianti, di smantellamento a fine esercizio e di eventuale gestione delle scorie.

In quest'ottica anche le energie rinnovabili e l'energia nucleare sono responsabili della produzione di gas a effetto serra. Per la stima delle emissioni generate durante l'intero ciclo di vita, si è fatto riferimento alla banca dati Ecoinvent v.2.01 (elaborata da un centro di competenza che convoglia ETH, EMPA, PSI e ART), già utilizzata per il PEC.

A differenza della valutazione delle emissioni dirette, questo tipo di approccio permette di tenere conto delle emissioni associate ai consumi di energia primaria, consentendo quindi un confronto con la Società 2000 Watt e la società 1 ton CO₂.

I fattori di emissione presi in considerazione sono riportati in Tabella 77. Si segnala che si tratta dei fattori di emissione dell'insieme dei gas ad effetto serra, espressi in termini di CO₂ equivalente, e non del solo CO₂.

Per stimare le emissioni legate al consumo di elettricità, occorre tenere conto della modalità di produzione dell'elettricità: è cioè necessario definire la composizione del mix elettrico consumato nel 2012 sul territorio del Generoso. A questo scopo si rimanda alle stime presentate in

Vettore energetico	Consumo Generoso anno 2012 [MWh]	Consumo Generoso anno 2012 [%]
Forza idrica	53'469	82.4%
Fotovoltaico	287	0.4%
Eolico	54	0.1%
Biomassa	500	0.8%
Nucleare	7'493	11.5%
Rifiuti	2'648	4.1%
Biogas IDA	459	0.7%
TOTALE	64'909	100.0%

Tabella 21.

Vettore energetico	Consumo Generoso [MWh/anno]	Fattore di emissione CO ₂ [ton CO ₂ eq/MWh]	Fattore di correzione (Hu/Ho)	Emissioni LCA CO ₂ eq Generoso [ton CO ₂ /anno]
Olio combustibile	98'981	0.2952	0.94	31'084
Gas naturale	34'770	0.2412	0.90	9'318
Benzina	52'981	0.3168	0.93	18'048
Diesel	27'134	0.3024	0.94	8'729
Cherosene	1'444	0.2880	0.94	442
Solare termico	147	0.0288	-	4
Legna	3'399	0.0196	0.91	73
Calore ambiente	4'115	0.0785	-	323
Calore da Biogas IDA	679	0.1638	0.90	124
Elettricità	64'909	-	-	1'566
Totale	288'555	-	-	69'711

Tabella 77 Emissioni di gas ad effetto serra (CO₂ equivalente) relative all'energia consumata sul territorio del Generoso nel 2012 (approccio del ciclo di vita).

Vettore energetico produzione di elettricità	Consumo Generoso [MWh/anno]	Fattore di emissione CO ₂ [ton CO ₂ eq /MWh]	Fattore di correzione (Hu/Ho)	Emissioni LCA CO ₂ eq Generoso [ton CO ₂ /anno]
Idroelettrico	52'469	0.0216	-	1'155
Fotovoltaico	287	0.0972	-	28
Eolico	54	0.0360	-	2
Biomassa	500	0.1152	-	58
Nucleare	7'493	0.0252	-	189
Rifiuti	2'648	0.0180	-	48
Biogas IDA	459	0.1908	-	88
Totale	63'896	-	-	1'566

Tabella 78 Dettaglio delle emissioni di gas ad effetto serra (CO₂ equivalente) relative al consumo di energia elettrica sul territorio del Generoso nel 2012 (approccio del ciclo di vita).

Nel 2012 le emissioni di CO₂ equivalente calcolate secondo l'approccio del ciclo di vita sul territorio del Generoso sono dunque state pari a 69'711 ton.

Considerando la popolazione residente sul territorio (11'745 abitanti al 2012), ciò equivale a 5.9 ton CO₂ equivalente/abitante anno.

Allegato 4

Modello di stima del consumo di energia primaria

In analogia con quanto effettuato per il PEC, per la stima del consumo di energia primaria è possibile appoggiarsi alla banca dati Ecoinvent v.2.01, che individua un fattore di conversione tra l'energia finale consumata e l'energia primaria ad essa corrispondente, tenendo conto dei processi necessari a rendere disponibile per l'utente finale l'energia nella forma adatta agli usi finali (approccio del ciclo di vita).

Vettore energetico	Consumo Generoso [MWh/anno]	Fattore di emissione [MWhprimaria /MWhfinale]	Fattore di correzione (Hu/Ho)	Consumo energia primaria Generoso [MWh/anno]
Olio combustibile	98'981	1.24	0.94	130'571
Gas naturale	34'770	1.15	0.90	44'429
Benzina	52'981	1.29	0.93	73'489
Diesel	27'134	1.22	0.94	35'217
Cherosene	1438	1.19	0.94	1'828
Solare termico	147	1.34	-	197
Legna	3'399	0.79	0.91	2'951
Calore ambiente	4'115	1.67	-	6'872
Calore da Biogas IDA	679	0.48	0.90	54
Elettricità	64'909	-	-	98'355
Totale	287'548	-	-	393'956

La

Tabella 79 riporta tale fattore di conversione, coerentemente con quanto effettuato per le stime di consumo di energia primaria proposte dal PEC. Essa esplicita anche il fattore di correzione Hu/Ho, utilizzato per tenere conto del rapporto fra potere calorifico inferiore (Hu) e superiore (Ho) del vettore energetico considerato: l'energia primaria stimata in base ai fattori di conversione è divisa per il fattore di correzione (Hu/Ho) (cfr.

Vettore energetico	Densità	Potere cal. inferiore (Hu)	Potere cal. sup. (Ho)	Hu/Ho
Prodotti petroliferi	[kg/l]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	
Olio comb. EL	0.84	42.6	45.5	0.94
Propano (liquido)	0.51	46.3	50.3	0.92
Butano (liquido)	0.58	45.7	49.5	0.92
Benzina	0.74	42.5	45.8	0.93
Diesel	0.84	42.8	45.7	0.94
Carburanti liquidi	0.82	43.0	45.7	0.94
Carbone	[kg/l]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	
Carbone fossile		27.1	29.3	0.96
Lignite		20.1	20.9	0.96
Legna	[kg/m3]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	
Legna in pezzi	540-780	15.0-15.7	16.3-17.0	0.92
Cippato	675-975	11.6-12.4	13.1-13.6	0.89-0.91
Carbone di legna	250	30.0	31.0	0.96
Pellet	1200	16.7	18.3	0.91
Rifiuti	[kg]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	
Incenerimento rifiuti		11.9		
Gas	[kg/m3]	[MJ/m3]	[MJ/m3]	
Gas naturale	0.76	36.3	40.3	0.90
Biogas	1.01-1.46	14.4-27.0	15.9-29.9	0.90
Metano	0.72	35.9	39.8	0.90
Propano (gassoso)	2.01	93.1	101.2	0.92
Butano (gassoso)	2.70	117.8	125.9	0.94

Tabella 75).

La caratterizzazione della composizione del mix di consumo di energia elettrica costituisce elemento essenziale per determinare la quantità di energia primaria effettivamente

Vettore energetico	Consumo Generoso [MWh/anno]	Fattore di emissione [MWhprimaria /MWhfinale]	Fattore di correzione (Hu/Ho)	Consumo energia primaria Generoso [MWh/anno]
Olio combustibile	98'981	1.24	0.94	130'571
Gas naturale	34'770	1.15	0.90	44'429
Benzina	52'981	1.29	0.93	73'489
Diesel	27'134	1.22	0.94	35'217
Cherosene	1438	1.19	0.94	1'828
Solare termico	147	1.34	-	197
Legna	3'399	0.79	0.91	2'951
Calore ambiente	4'115	1.67	-	6'872
Calore da Biogas IDA	679	0.48	0.90	54
Elettricità	64'909	-	-	98'355
Totale	287'548	-	-	393'956

consumata. Come mostra la

Tabella 79, il rapporto di conversione tra energia finale e energia primaria varia sensibilmente a seconda della modalità di produzione dell'energia elettrica: per il nucleare ad esempio il consumo di energia primaria è pari a 4 volte l'energia finale effettivamente consumata, mentre per l'idroelettrico l'energia primaria è solo 1.22 volte l'energia finale consumata.

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

Vettore energetico	Consumo Generoso anno 2012 [MWh]	Consumo Generoso anno 2012 [%]
Forza idrica	53'469	82.4%
Fotovoltaico	287	0.4%
Eolico	54	0.1%
Biomassa	500	0.8%
Nucleare	7'493	11.5%
Rifiuti	2'648	4.1%
Biogas IDA	459	0.7%
TOTALE	64'909	100.0%

Tabella 21.

Vettore energetico	Consumo Generoso [MWh/anno]	Fattore di emissione [MWh _{primaria} /MWh _{finale}]	Fattore di correzione (Hu/Ho)	Consumo energia primaria Generoso [MWh/anno]
Olio combustibile	98'981	1.24	0.94	130'571
Gas naturale	34'770	1.15	0.90	44'429
Benzina	52'981	1.29	0.93	73'489
Diesel	27'134	1.22	0.94	35'217
Cherosene	1438	1.19	0.94	1'828
Solare termico	147	1.34	-	197
Legna	3'399	0.79	0.91	2'951
Calore ambiente	4'115	1.67	-	6'872
Calore da Biogas IDA	679	0.48	0.90	54
Elettricità	64'909	-	-	98'355
Totale	287'548	-	-	393'956

Tabella 79 Consumo di energia primaria sul territorio dei Comuni del Generoso nel 2012 e fattori di conversione utilizzati [fonte fattori di conversione: banca dati Ecoinvent v.2.01].

Vettore energetico produzione di elettricità	Consumo Generoso [MWh/anno]	Fattore di emissione [MWh _{primaria} /MWh _{finale}]	Fattore di correzione (Hu/Ho)	Consumo energia primaria Generoso [MWh/anno]
Idroelettrico	53'469	1.22	-	65'232
Fotovoltaico	287	1.66	-	476
Eolico	54	1.33	-	72
Biomassa	500	3.80	-	1'900
Nucleare	7'493	4.08	-	30'571
Rifiuti	2'648	0.02	-	53
Biogas IDA	459	0.20	-	51
Totale	64'909	-	-	98'355

Tabella 80 Dettaglio del consumo di energia primaria sul territorio dei Comuni del Generoso nel 2012 relativo all'elettricità

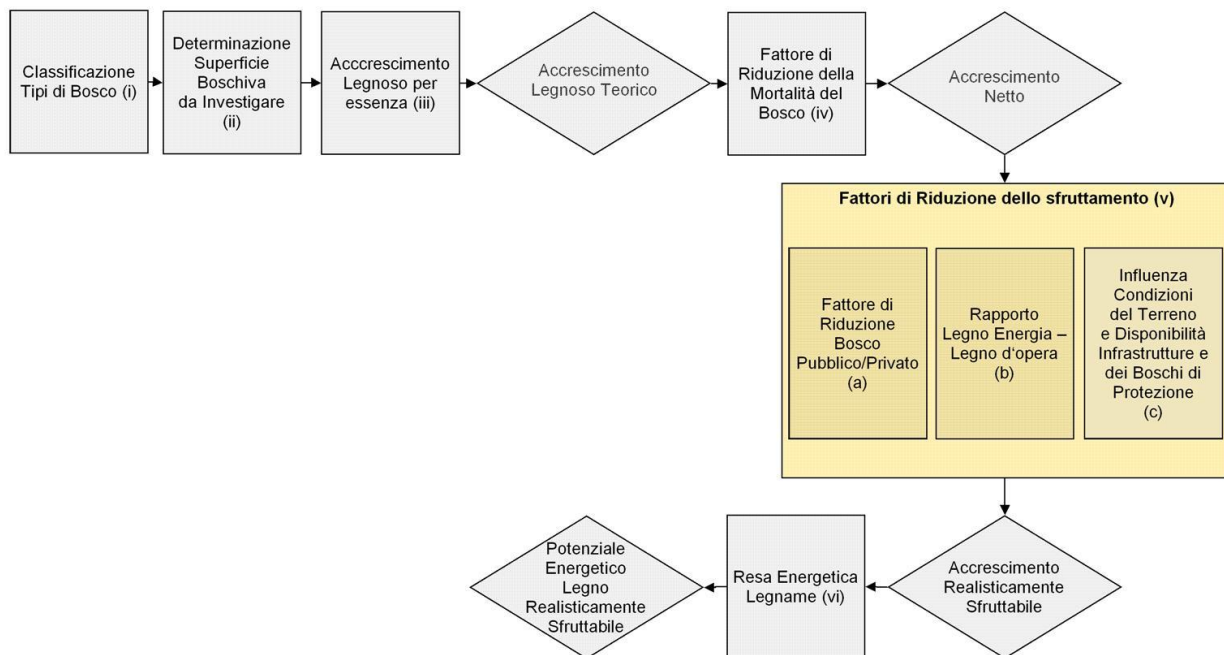
L'energia primaria complessivamente consumata sul territorio del Generoso risulta dunque pari a 393'956 MWh/anno, equivalenti a 33'542 kWh/anno pro capite.

Tale valore corrisponde a una potenza quantitativa installata pari a 3'829 W/abitante.

Allegato 5

Modello di stima del potenziale di produzione di energia dal bosco

In un cantone in cui le superfici boschive coprono circa il 50% della superficie cantonale si può facilmente intuire l'importanza del potenziale della biomassa presente sul territorio. Questo potenziale può tuttavia variare considerevolmente a dipendenza del territorio investigato. Parametri come la pendenza del bosco o l'essenza del bosco presente possono infatti influenzare in modo considerevole il potenziale effettivamente disponibile. Tenendo conto di questi fattori, l'approccio proposto consente di individuare un valore realistico del potenziale energetico legato allo sfruttamento del bosco.



L'intera procedura può essere riassunta nella seguente formula:

$$\begin{aligned}
 & \text{Potenziale Energetico Legname Netto} = \\
 & \sum_i^n [\text{Superficie essenza}_i * (\text{Accrescimento essenza}_i - \text{Mortalità essenza}_i) * \\
 & \text{Percentuale Bosco Pubblico/Privato} * \text{Percentuale Legno Energia} * \\
 & \text{Influenza Condizioni Terreno e Boschi di Protezione}] * \text{Resa Energetica}_i
 \end{aligned}$$

1. Classificazione dei Tipi di Bosco (i)

La classificazione effettuata qui di seguito è stata basata sulla cartografia GIS della vegetazione arborea [fonte: Piano Forestale Cantonale, 2007], pubblicata dal Dipartimento del territorio – Sezione forestale del Canton Ticino (cfr. Figura 53). La cartografia cantonale permette per ogni punto del bosco cantonale di definire a che essenza esso appartiene; è

inoltre possibile associare ogni essenza alle categorie “conifera” e “latifoglie”, come mostrato in

Classificazione secondo la carta della vegetazione arborea	Conifere/Latifoglie	Superficie Boschiva [m ²]	Superficie Boschiva [ha]	Percentuale superficie boschiva [%]
Abete bianco	Conifere	168'278'750	16'827.88	14.60
Abete rosso	Conifere	146'329'375	14'632.94	12.70
Boschi misti – Latifoglie	Latifoglie	257'165'625	25'716.56	22.32
Bosco golenale	Latifoglie	43'643'750	4'364.375	3.79
Bosco pioniere	Latifoglie	105'886'875	10'588.69	9.19
Carpinello (Carpino nero)	Latifoglie	20'742'500	2'074.25	1.80
Castagno	Latifoglie	16'957'500	1'695.75	1.47
Faggeta	Latifoglie	171'567'500	17'156.75	14.89
Larice	Conifere	10'141'250	1'014.125	0.88
Piantagioni	Bosco misto (latifoglie/conifere)	52'412'500	5'241.25	4.55
Pinete	Conifere	28'438'750	2'843.875	2.47
Rovere	Latifoglie	130'686'250	13'068.63	11.34
Totale Cantone Ticino	-	1'152'250'625	115'225.08	100.00

Tabella 81 e in Figura 54.

Classificazione secondo la carta della vegetazione arborea	Conifere/Latifoglie	Superficie Boschiva [m ²]	Superficie Boschiva [ha]	Percentuale superficie boschiva [%]
Abete bianco	Conifere	168'278'750	16'827.88	14.60
Abete rosso	Conifere	146'329'375	14'632.94	12.70
Boschi misti – Latifoglie	Latifoglie	257'165'625	25'716.56	22.32
Bosco golenale	Latifoglie	43'643'750	4'364.375	3.79
Bosco pioniere	Latifoglie	105'886'875	10'588.69	9.19
Carpinello (Carpino nero)	Latifoglie	20'742'500	2'074.25	1.80
Castagno	Latifoglie	16'957'500	1'695.75	1.47
Faggeta	Latifoglie	171'567'500	17'156.75	14.89
Larice	Conifere	10'141'250	1'014.125	0.88
Piantagioni	Bosco misto (latifoglie/conifere)	52'412'500	5'241.25	4.55
Pinete	Conifere	28'438'750	2'843.875	2.47
Rovere	Latifoglie	130'686'250	13'068.63	11.34
Totale Cantone Ticino	-	1'152'250'625	115'225.08	100.00

Tabella 81 Classificazione delle essenze del bosco, secondo quanto definito dalla cartografia GIS della vegetazione arborea elaborata a livello cantonale.

Il totale dei boschi sul territorio cantonale ammonta dunque a circa 115'000 ettari. Si segnala che l'inventario forestale nazionale pubblicato dal WSL stima una superficie totale di 122'100 ha di bosco [terzo inventario forestale NF13, 2004-2006, www.lfi.ch]. Per la determinazione di questo valore il WSL non utilizza la stessa metodologia utilizzata dal Cantone. L'allocatione delle diverse categorie di boschi alle categorie generalizzate (conifere/latifoglie) non è agevolato dalla presenza di categorie ambigue (Bosco golenale, bosco pioniere, piantagioni), che rappresentano una parte considerevole della superficie forestale ticinese (18%). Per questa ragione è stata creata la categoria "Bosco misto" che copre circa il 4% della superficie boschiva ticinese. La stessa statistica fornitaci dal WSL segnala che nel Canton Ticino circa il 35% dei boschi sono composti da conifere ed il 61% da latifoglie. Ciò rispecchia a grandi linee quanto calcolato a partire dai dati cantonali (cfr. anche

Tipo di Bosco	Superficie Boschiva [m2]	Superficie Boschiva [ha]	Percentuale superficie boschiva [%]
Canton Ticino			
Conifere	375'209'375	37'520	29.81
Latifoglie	831'221'250	83'122	66.03
Bosco misto	52'412'500	5'241	4.16
Totale	1'258'843'125	125'884	100.00
Generoso e dintorni			
Conifere	0	0	0.00
Latifoglie	28'704'375	2'870	91.79
Bosco misto	2'568'750	257	8.21
Totale	31'273'125	3'127	100.00
Generoso			
Conifere	0	0	0.00
Latifoglie	24'353'125	2'435	90.46
Bosco misto	2'568'750	257	9.54
Totale	26'921'875	2'692	100.00

Tabella 82) e consente di considerare corretto il raggruppamento (conifere/latifoglie) qui proposto.

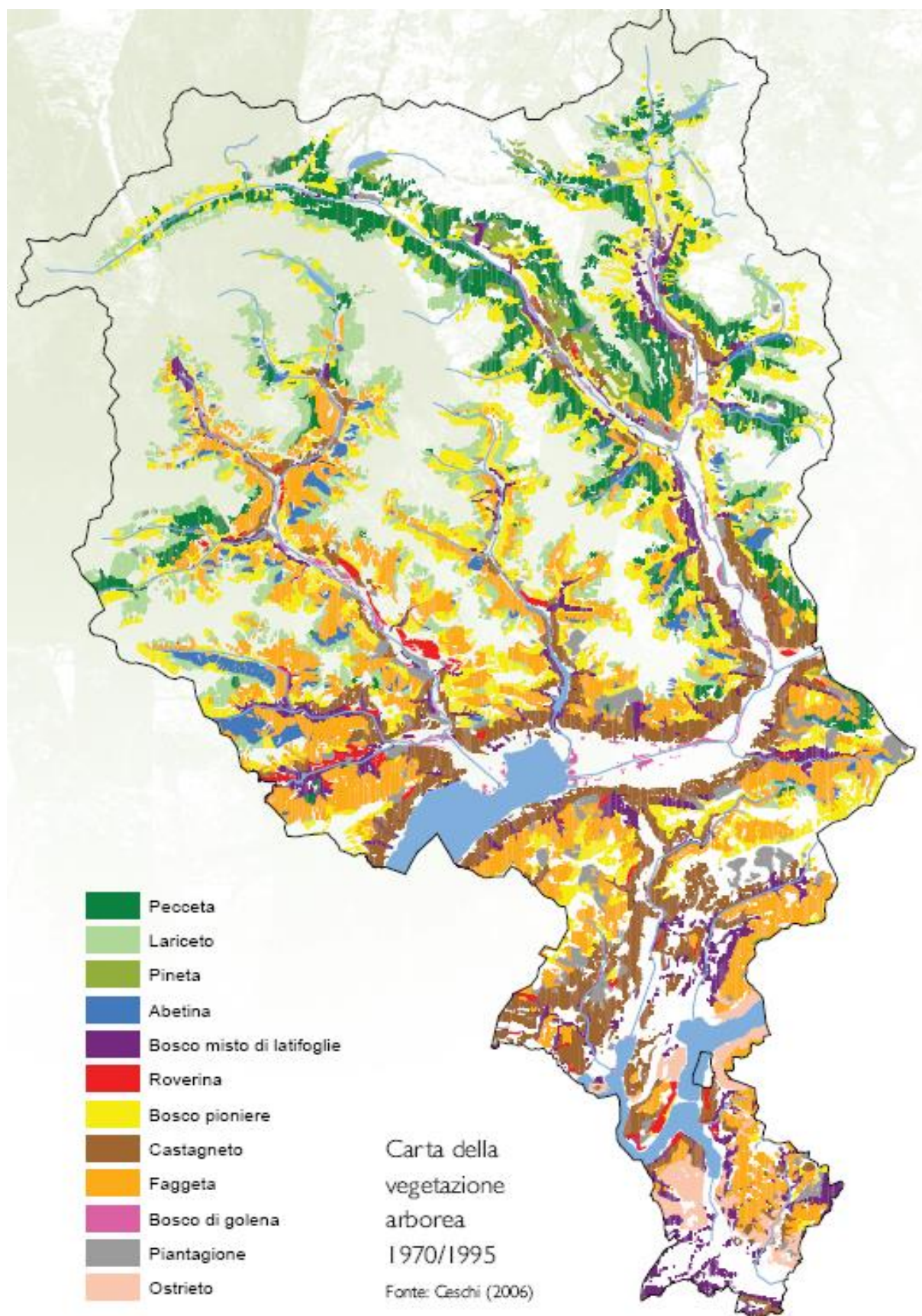


Figura 53 La carta della vegetazione arborea del Cantone Ticino [fonte: Piano forestale cantonale].

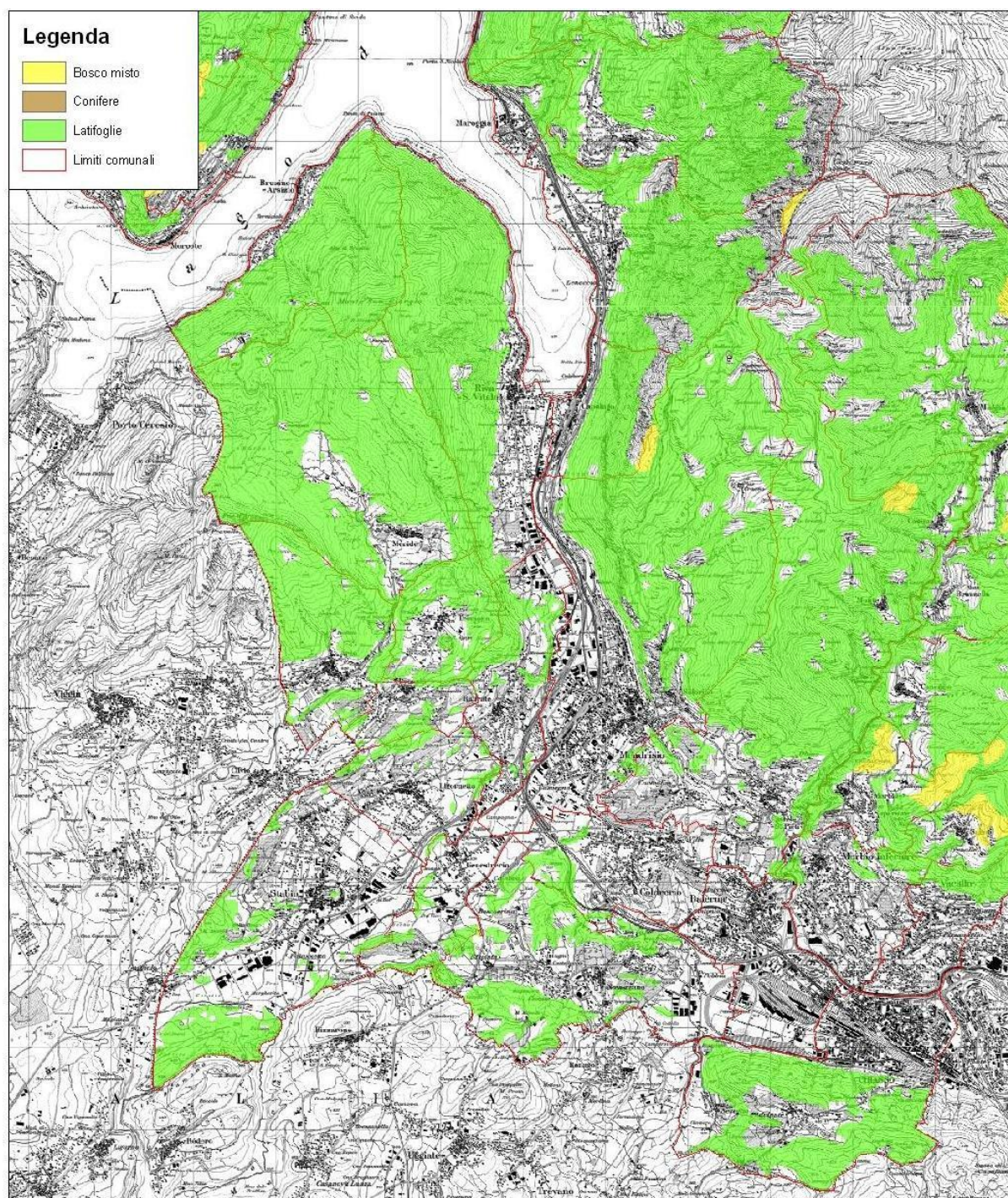


Figura 54 Classificazione del bosco del Mendrisiotto nelle categorie “conifere”, “latifoglie” e “bosco misto” [elaborazioni ISAAC basate sulla Carta della vegetazione arborea del Cantone Ticino].

2. Determinazione della superficie boschiva da investigare (ii)

Per il calcolo del potenziale energetico occorre definire gli ambiti spaziali ai quali è ragionevole ipotizzare che i Comuni del Generoso si rifornisca per l’approvvigionamento di legname. A questo scopo, si sono ritenuti d’interesse i seguenti ambiti spaziali:

- la regione Generoso e i suoi dintorni, costituita dai comuni appartenenti a un comprensorio locale intorno ai Comuni del Generoso (Balerna, Breggia, Castel San Pietro, Chiasso, Coldrerio, Morbio Inferiore, Novazzano, Vacallo);
- la sola regione Generoso

Quale termine di riferimento, utile per verificare l'attendibilità delle stime ottenute dal modello qui proposto a confronto con quelle fornite dal PEC e dal WSL, è stato considerato anche l'intero territorio cantonale.

Tipo di Bosco	Superficie Boschiva [m ²]	Superficie Boschiva [ha]	Percentuale superficie boschiva [%]
Canton Ticino			
Conifere	375'209'375	37'520	29.81
Latifoglie	831'221'250	83'122	66.03
Bosco misto	52'412'500	5'241	4.16
Totale	1'258'843'125	125'884	100.00
Generoso e dintorni			
Conifere	0	0	0.00
Latifoglie	28'704'375	2'870	91.79
Bosco misto	2'568'750	257	8.21
Totale	31'273'125	3'127	100.00
Generoso			
Conifere	0	0	0.00
Latifoglie	24'353'125	2'435	90.46
Bosco misto	2'568'750	257	9.54
Totale	26'921'875	2'692	100.00

Tabella 82 Determinazione della superficie boschiva, per categoria di essenza (conifere/latifoglie/bosco misto).

3. Calcolo dell'accrescimento legnoso per essenza (iii)

Una volta calcolata la superficie di bosco da attribuire a ogni categoria di bosco (conifere, latifoglie, bosco misto) si possono ricavare la quantità di legno prodotto a partire dall'accrescimento medio annuo corrispondente ad ogni essenza (accrescimento: l'incremento in legno del fusto totale, inclusa la corteccia). A questo scopo sono utilizzati i dati forniti dall'NFI3, che individua valori medi specifici ad ogni Cantone ed ad ogni categoria di essenza.

I valori forniti dall'NFI3 mostrano che, per ogni ettaro di superficie boscata, in Cantone Ticino si registra un accrescimento teorico pari a

- 1.3 m³/anno ha di conifere
- 3.3 m³/anno ha di latifoglie,

per un totale di 4.6 m³/anno per ettaro di superficie boscata.

Tali valori sono definiti con riferimento ad una superficie boschiva ipotetica di un ettaro, in cui conifere e latifoglie siano presenti nella stessa proporzione con cui sono presenti sul territorio cantonale. E' dunque necessario ri-scalare tali valori al fine di disporre di un indice di accrescimento relativo a ettari di bosco costituiti da sole conifere o da sole latifoglie. A questo scopo, si sono effettuate le considerazioni seguenti.

L'accrescimento complessivo sul territorio cantonale è stimabile a partire dalla superficie boscata totale, che, secondo l'NFI3, è pari a 122'100 ettari:

- $1.3 \text{ [m}^3\text{/anno ha]} * 122'100 \text{ [ha]} = 158'730 \text{ [m}^3\text{/anno]}$ di conifere;
- $3.3 \text{ [m}^3\text{/anno ha]} * 122'100 \text{ [ha]} = 402'930 \text{ [m}^3\text{/anno]}$ di latifoglie.

L'NFI3 stima anche che i 122'100 ettari di bosco siano articolati come segue:

- 44'850³⁵ ha di conifere;
- 77'250 ha di latifoglie.

Tenendo conto di tali valori, è possibile ricavare l'indice di accrescimento teorico per ettaro:

- conifere: $158'730 \text{ [m}^3\text{/anno]} / 44'850 \text{ [ha]} = 3.50 \text{ [m}^3\text{/anno ha]}$;
- latifoglie: $402'930 \text{ [m}^3\text{/anno]} / 77'250 \text{ [ha]} = 5.20 \text{ [m}^3\text{/anno ha]}$.

L'accrescimento teorico del bosco misto è stimato come valore medio dell'accrescimento teorico stimato per conifere e latifoglie, pertanto pari a $4.40 \text{ m}^3\text{/anno ha}$.

Tipo di Bosco	Superficie Boschiva [ha]	Accrescimento teorico [m ³ /anno ha]	Accrescimento teorico [m ³ /anno]
Canton Ticino			
Conifere	37'520	3.50	131'323
Latifoglie	83'122	5.20	432'235
Bosco misto	5'241	4.40	23'062
Totale	125'884	4.70	586'620
Generoso e dintorni			
Conifere	0	3.50	0
Latifoglie	2'870	5.20	14'926
Bosco misto	257	4.40	1'130
Totale	3'127	4.70	16'057
Generoso			
Conifere	0	3.50	0
Latifoglie	2'435	5.20	12'664
Bosco misto	257	4.40	1'130
Totale	2'692	4.70	13'794

Tabella 83 Stima dell'accrescimento annuo legnoso teorico [m³/anno].

³⁵ L'NFI3 stima anche la ripartizione tra boschi di conifere e di latifoglie come segue: 42'600 ha di conifere; 75'000 ha di latifoglie; 4'500 ettari di essenza non nota. Si è ipotizzato che questi 4'500 ettari siano costituiti per metà da conifere (2'250 ettari) e per metà da latifoglie (2'250 ettari).

4. Fattore di riduzione della mortalità del bosco (iv)

Una corretta stima dell'accrescimento, volta a non intaccare la provvigione esistente, in una ottica di sfruttamento sostenibile del bosco, impone di tenere conto anche dei quantitativi di legname perso a causa del naturale tasso di mortalità. L'NF13 indica una mortalità media di 1.01 m³/anno per ettaro, indistintamente dal tipo di bosco.

Si ritiene che circa il 50% dei volumi di bosco morto possano essere sfruttati per la produzione di legname, mentre l'altro 50% debba rimanere *in situ*, per garantire le funzionalità dell'ecosistema. Se dunque si considera un fattore di mortalità pari al 50% di quello individuato dall'NF13, si ottengono i seguenti valori di *accrescimento netto* per categoria di essenza:

- conifere: 3.00 m³/anno ha,
- latifoglie: 4.70 m³/anno ha,
- bosco misto: 3.90 m³/anno ha.

Tipo di Bosco	Superficie Boschiva [ha]	Perdita di legname a causa di mortalità [m ³ /anno ha]	Accrescimento netto [m ³ /anno]
Canton Ticino			
Conifere	37'520	0.50	112'375
Latifoglie	83'122	0.50	390'258
Bosco misto	5'241	0.50	20'415
Totale	125'884	0.50	523'048
Generoso e dintorni			
Conifere	0	0.50	0
Latifoglie	2'870	0.50	13'477
Bosco misto	257	0.50	1'001
Totale	3'127	0.50	14'477
Generoso			
Conifere	0	0.50	0
Latifoglie	2'435	0.50	11'434
Bosco misto	257	0.50	1'001
Totale	2'692	0.50	12'434

Tabella 84 Stima dell'accrescimento netto [m³/anno] considerando solo 50% della mortalità.

5. Fattori di riduzione dello sfruttamento (v)

I tre principali fattori di riduzione dello sfruttamento dell'accrescimento legno considerati sono da ricondurre all'influenza:

- del bosco privato,
- del legname da opera,
- delle condizioni del terreno e della presenza o meno di boschi di protezione.

Le metodologie utilizzate per la stima finale dell'accrescimento realisticamente sfruttabile sono esplicitate qui di seguito.

a. Fattore di Riduzione Bosco Pubblico-Privato

Anche se in Ticino la maggior parte del bosco è pubblico (Patriziati, Comuni e Cantone), un'importante superficie boschiva (21.2%) è di proprietà privata [fonte: WSL, NFI3]. Vista la frammentazione di queste superfici sul territorio e l'interesse relativamente basso che i proprietari privati sembrano avere per la produzione di legname, adottando un approccio cautelativo, i quantitativi prodotti da superfici boschive di proprietà privata sono stati considerati come solo parzialmente (50%) sfruttabili.

A causa della mancanza di un'informazione puntuale per quanto concerne questo fenomeno, una sua generalizzazione su grandi porzioni del territorio ticinese è stata necessaria. La sola informazione che ci permette di stabilire la percentuale di bosco pubblico e rispettivamente privato sul territorio è quella fornita dalla Carta Forestale del Canton Ticino [Fonte: Carta Forestale del Canton Ticino, Sezione forestale cantonale, 1985]. L'informazione contenuta in questo documento permette di stimare le varie percentuali sui sette circondari forestali presenti sul territorio cantonale nel 1985 (cfr. Figura 55). Per questa ragione l'accrescimento legnoso stimato nel paragrafo precedente è stato omogeneamente ridotto per tutte le essenze considerate (latifoglie, conifere e bosco misto) secondo le percentuali mostrate nella Tabella 85.

Tabella 85 Percentuale di riduzione dell'accrescimento legnoso dovuto alla presenza di bosco privato (il bosco privato è considerato come sfruttabile solo per il 50%).

Circondario	Bosco Totale [ha]	Bosco Pubblico [%]	Bosco Privato [%]	Percentuale di riduzione dell'accrescimento legnoso [%]
1	12'295	92.20%	7.80%	3.90%
2	26'597	93.70%	6.30%	3.15%
3	20'149	67.57%	32.43%	16.21%
4	28'183	83.09%	16.91%	8.46%
5	11'548	57.80%	42.20%	21.10%
6	14'584	41.96%	58.04%	29.02%
7	28'767	89.99%	10.01%	5.00%

Come si può notare dalla Figura 55 tre comuni investigati così come tutta la regione investigata fa parte del circondario 6. Di conseguenza è stata introdotta una riduzione dell'accrescimento legnoso del 29,02%, dovuta alla presenza di 8'464 ha di bosco privato [58,04% della superficie boscata].

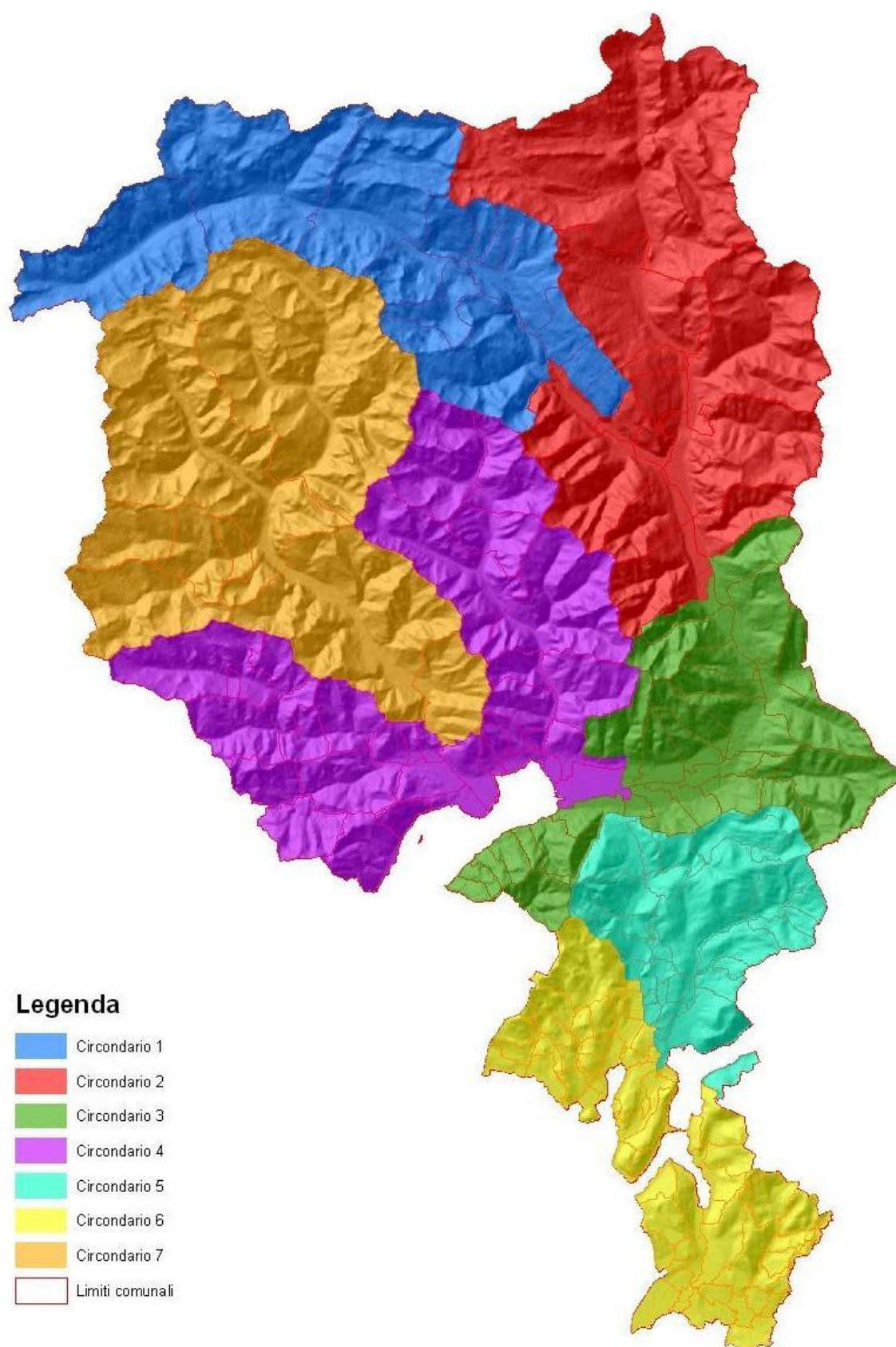


Figura 55 Distribuzione dei circondari forestali del Canton Ticino nel 1985.

b. Rapporto Legno energia-Legno d'opera

Attualmente si considera che la legna utilizzata nel Canton Ticino sia pari a 65'000 m³/anno (il che rappresenta 12% dell'accrescimento annuale calcolato), di cui circa 55'000 m³ sono latifoglie e 10'000 m³ sono conifere [Fonte: Relazione annuale 2009, Sezione forestale Cantone Ticino e PEC]. Vi è tuttavia da considerare come non tutta la legna sia utilizzata come legna da ardere. Una parte è infatti utilizzata per la produzione di legname d'opera. Secondo la Sezione forestale [comunicazione orale]:

- per le latifoglie circa il 25% (14'000 m³) delle attuali utilizzazioni legnose annue è usato quale legname da opera e il restante 75% (41'000 m³) è usato come legno energia;
- per le conifere, circa il 70% (7'000 m³) delle attuali utilizzazioni legnose annue è usato come legname da opera e il restante 30% (3'000 m³) è utilizzato come legno energia.

Si può ipotizzare che per il futuro queste proporzioni possano rimanere costanti, poiché un aumento dell'utilizzazione legnosa troverebbe comunque sbocco sui mercati esteri, che già oggi costituiscono il principale sbocco per il legname ticinese.

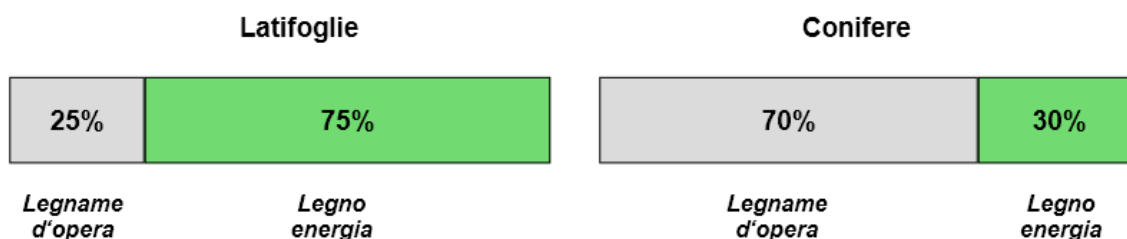


Figura 56 Proporzione tra legname d'opera e legno energia.

c. Influenza delle condizioni del terreno, della disponibilità di infrastrutture e dei boschi di protezione

Il solo calcolo del potenziale di legno energia presente sul territorio non dà un'immagine realistica della situazione. A causa della situazione morfologica del terreno o della mancanza di accessibilità è infatti possibile che un'importante fonte di legno energia non possa essere sfruttata. Al fine di considerare questo parametro si è utilizzata la "Carta delle condizioni di raccolta del legname" pubblicata dal Dipartimento del territorio del Canton Ticino [Piano Forestale Cantonale, 2007] e riportata in Figura 57.

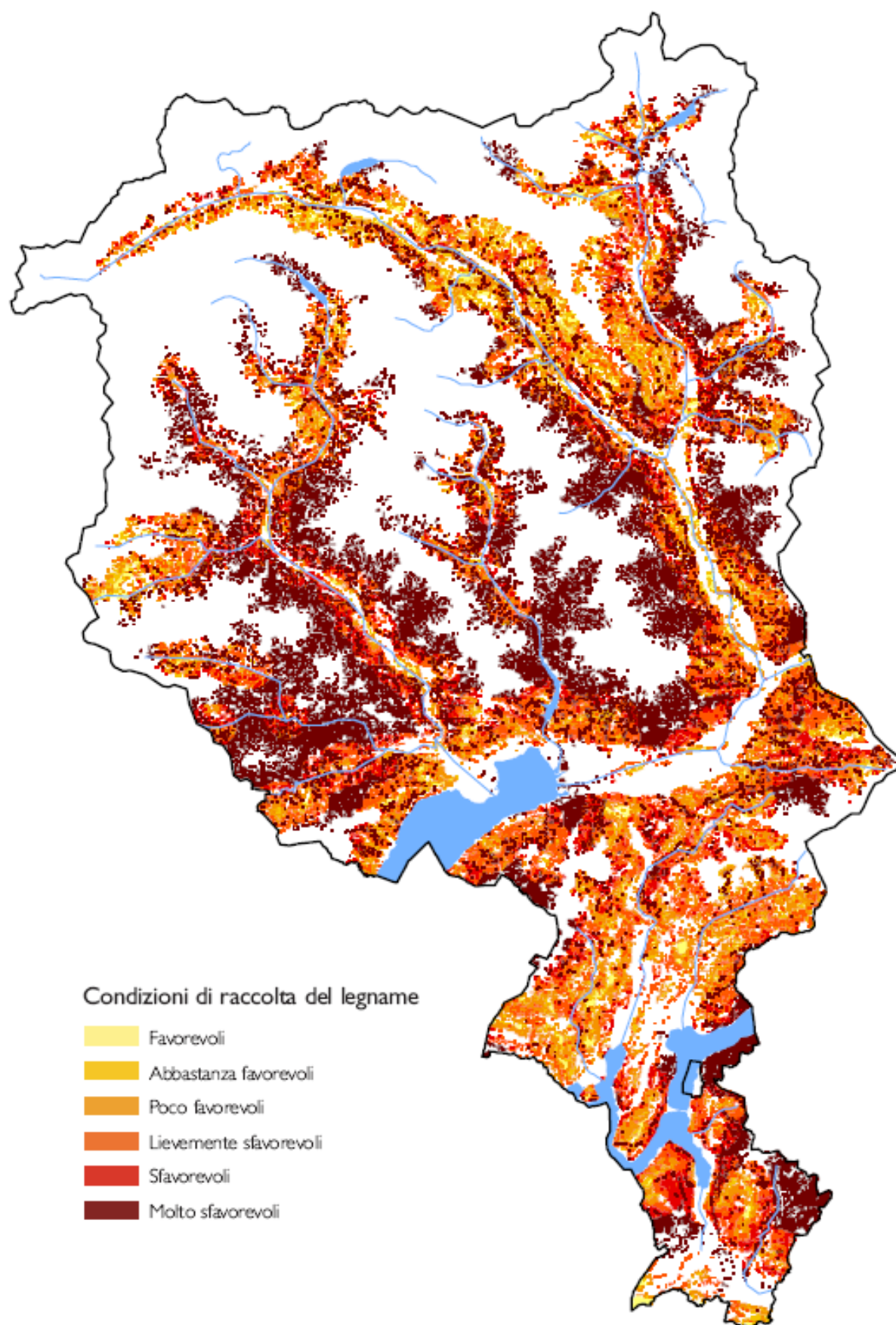


Figura 57 Carta delle condizioni di raccolta del legname [fonte: Piano Forestale Cantonale, 2007].

Questa carta caratterizza le condizioni di raccolta del legname utilizzando tre diversi parametri (pendenza, volume medio, distanza d'esbosco) e associa ad ogni categoria un costo per l'estrazione della legna. Abbiamo considerato che i boschi appartenenti alle prime due categorie ("Favorevole" e "Abbastanza favorevole", fino ad un costo di 110 CHF/m³) possano essere interamente sfruttati e che la loro localizzazione non comporti alcun ostacolo per il loro sfruttamento. Per quanto concerne la categoria "Poco favorevole" (110 – 126.5 CHF/m³), l'utilizzo della legna è parzialmente condizionato dalla morfologia del terreno, che ne rende più costoso lo sfruttamento e quindi poco appetibile dal punto di vista economico. Questo risulta in una diminuzione della percentuale di utilizzo dell'accrescimento, che stimiamo pari al 50%. Le categorie aventi un costo di estrazione più elevato di 126.5 CHF/m³ ("Lievemente sfavorevole", "Sfavorevole" e "Molto sfavorevole") non sono infine ritenute economicamente interessanti per uno sfruttamento: la percentuale di accrescimento realisticamente estraibile è stata considerata nulla.

Tuttavia questo non è il solo parametro che influenza lo sfruttamento del bosco ticinese. La situazione geomorfologica del territorio sud alpino comporta parecchi rischi dovuti a catastrofi naturali come slavine e frane. Al fine di ridurre questi rischi, anche i boschi sono utilizzati per proteggere la popolazione e le relative infrastrutture. Per raggiungere questo scopo i boschi devono essere costantemente mantenuti, anche nel caso in cui ciò non sia economicamente vantaggioso. Per questa ragione consideriamo che le zone boschive appartenenti alle zone di protezione possano essere interamente sfruttate per la produzione di legno energia e legname d'opera, indipendentemente dal costo di sfruttamento.

L'integrazione di quest'ultimo parametro è stata possibile grazie alla mappa dei boschi con particolare funzione protettiva (boschi di protezione) fornita dal Cantone [Piano Forestale Cantonale, 2007], che ci permette per ogni punto di definirne l'appartenenza o meno ad una zona di protezione (cfr. Figura 58).

Categoria	Costo d'estrazione [CHF/m³]	Percentuale accrescimento realisticamente estraibile [%]
Favorevole	36.90-95.50	100
Abbastanza Favorevole	95.50-110.00	100
Poco Favorevole	110.00-126.50	50
Lievemente Favorevole	126.50-152.00	0
Sfavorevole	152.00-200.00	0
Molto Sfavorevole	> 200.00	0
Bosco di protezione	---	100

Tabella 86 Percentuale dell'accrescimento realisticamente estraibile in base al costo d'estrazione e alla tipologia di bosco.

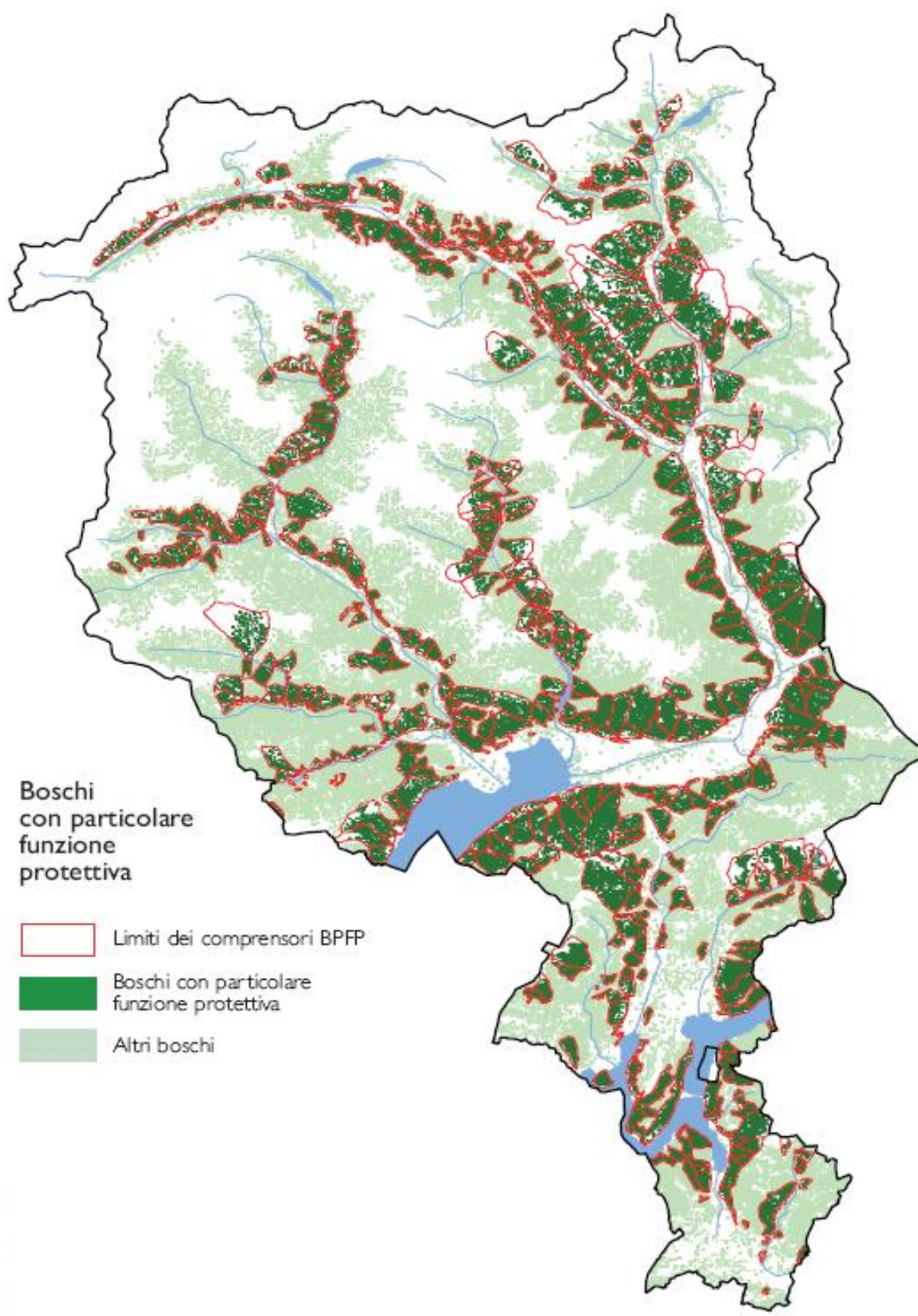


Figura 58 Boschi con particolare funzione protettiva [fonte : Piano Forestale Cantonale, 2007].

Applicando le percentuali descritte in questo paragrafo agli accrescimenti netti riportati in

Tipo di Bosco	Superficie Boschiva [ha]	Perdita di legname a causa di mortalità [m ³ /anno ha]	Accrescimento netto [m ³ /anno]
Canton Ticino			
Conifere	37'520	0.50	112'375
Latifoglie	83'122	0.50	390'258
Bosco misto	5'241	0.50	20'415
Totale	125'884	0.50	523'048
Generoso e dintorni			
Conifere	0	0.50	0
Latifoglie	2'870	0.50	13'477
Bosco misto	257	0.50	1'001
Totale	3'127	0.50	14'477
Generoso			
Conifere	0	0.50	0
Latifoglie	2'435	0.50	11'434
Bosco misto	257	0.50	1'001
Totale	2'692	0.50	12'434

Tabella 84, si può estrarre un quantitativo di accrescimento realisticamente sfruttabile.

Tipo di Bosco	Accrescimento realisticamente sfruttabile [m ³ /anno]
Canton Ticino	
Conifere	9'768
Latifoglie	50'197
Bosco misto	2'867
Totale	62'831
Generoso e dintorni	
Conifere	0
Latifoglie	1'600
Bosco misto	67
Totale	1'667
Generoso	
Conifere	0
Latifoglie	1'038
Bosco misto	0
Totale	1'038

Tabella 87 Accrescimento realisticamente estraibile [m³/anno].

6. Resa energetica del legname(vi)

Una volta calcolato il volume di legname realisticamente disponibile, si può definire il potenziale energetico che questi volumi possono fornire. Per questo scopo sono utilizzati gli indici utilizzati nel Piano Energetico Cantonale (PEC), secondo i quali

- il legname delle conifere ha una resa energetica di 2 MWh/m³
- Il legname delle latifoglie ha una resa energetica superiore, pari a 2.8 MWh/m³.

Al bosco misto é infine attribuita una resa energetica media di 2.4 MWh/m³.

Tipo di Bosco	Resa Energetica [MWh/m³]	Potenziale Energetico [MWh/anno]
Canton Ticino		
Conifere	2.0	19'536
Latifoglie	2.8	140'550
Bosco misto	2.4	6'880
Totale	-	166'966
Generoso e dintorni		
Conifere	2.0	0
Latifoglie	2.8	4'479
Bosco misto	2.4	161
Totale	-	4'640
Generoso		
Conifere	2.0	0
Latifoglie	2.8	2'906
Bosco misto	2.4	0
Totale	-	2'906

Tabella 88 Potenziale energetico del legno realisticamente sfruttabile [m³/anno].

Allegato 6

Modello di stima del potenziale del calore ambiente – acque sotterranee

Il potenziale di sfruttamento delle acque sotterranee a fini termici é stimato secondo i seguenti passaggi:

- prima classificazione del territorio in relazione all'idoneità a sfruttare le acque sotterranee a fini termici;
- stima del fabbisogno energetico espresso dagli edifici esistenti situati in tali aree;
- stima dei potenziali di sfruttamento ai fini termici in relazione al sistema insediativo adeguato allo sfruttamento di questo vettore energetico.

Le valutazioni proposte in questo documento sono state sviluppate con la collaborazione di SUPSI – DACD – IST (Istituto di Scienze della Terra, geol. Sebastian Pera), che si è appoggiato a cartografia geologica ed idrogeologica e a specifica documentazione stratigrafica disponibile presso IST relativa ai pozzi e ai sondaggi geologici effettuati nell'area (banca dati GESPOS).

1. Prima delimitazione delle zone idonee

La possibilità di sfruttare le acque sotterranee a scopo termico dipende dalla presenza di acquiferi produttivi, vicini alla superficie e alle zone in cui si concentra la domanda energetica. Da questo punto di vista, l'area analizzata può essere suddivisa secondo criteri morfologici – idrogeologici, in relazione alla loro idoneità allo sfruttamento termico. Sul territorio della regione Generoso sono state identificate le seguenti zone (cfr. Figura 59):

- *Zona di protezione delle acque:*
In queste zone è vietato lo sfruttamento termico delle acque sotterranee come anche la posa delle sonde geotermiche anche se queste aree sarebbero idonee per la captazione dell'acqua. Ciò è valido per un'ampia porzione del territorio investigato in modo particolare per i comuni di Castel San Pietro e Breggia. In prossimità delle sorgenti del Monte Generoso, così come per le zone situate in prossimità dei pozzi presenti sul territorio di Vacallo e Morbio Inferiore.
- *Zona carsica:*
Anche in questo caso su territori situati in zone carsiche lo sfruttamento delle acque sotterranee è generalmente vietato. Di conseguenza anche la posa di sonde geotermiche è generalmente vietata su questo genere di zone geologiche. Come nel caso delle zone di protezione delle acque anche questa azione vuole garantire la qualità delle acque di falda: nel caso di inquinamento, vista la particolarità delle rocce calcaree, sarebbe infatti molto difficile circoscrivere il danno. Bisogna tuttavia considerare come queste zone si situano generalmente al di fuori delle zone abitate (in questo caso si situano nella zona pede-montana del Monte Generoso). Pertanto

esse non dovrebbero generalmente costituire un effettivo limite al potenziale di sfruttamento del calore delle acque sotterranee.

- *Rilievi rocciosi:*
Queste aree hanno generalmente un potenziale per lo sfruttamento delle acque sotterranee molto basso, in quanto non ci sono importanti acquiferi presenti.
- *Presenza di depositi cementati:*
Questo genere di depositi, oltre ad essere situati su un terreno coperto da bosco sono generalmente considerati come sfavorevoli allo sfruttamento delle acque sotterranee. Il potenziale da un punto di vista dello sfruttamento termico è generalmente scarso in quanto la presenza di materiale compatto, residuo di una morena di una precedente era glaciale, riduce la permeabilità del materiale e potrebbe di conseguenza rendere difficile lo stabilimento di una captazione efficiente e la re-immissione nell'acquifero dell'acqua prelevata.
- *Acquiferi produttivi:*
Queste aree presentano acquiferi di buona permeabilità, vicini alla superficie, pertanto sia la captazione che la re-immissione nell'acquifero dell'acqua prelevata non presentano difficoltà particolari. L'unica zona che presenta queste caratteristiche è stata individuata nei pressi dei centri commerciali situati sul comune di Morbio Inferiore

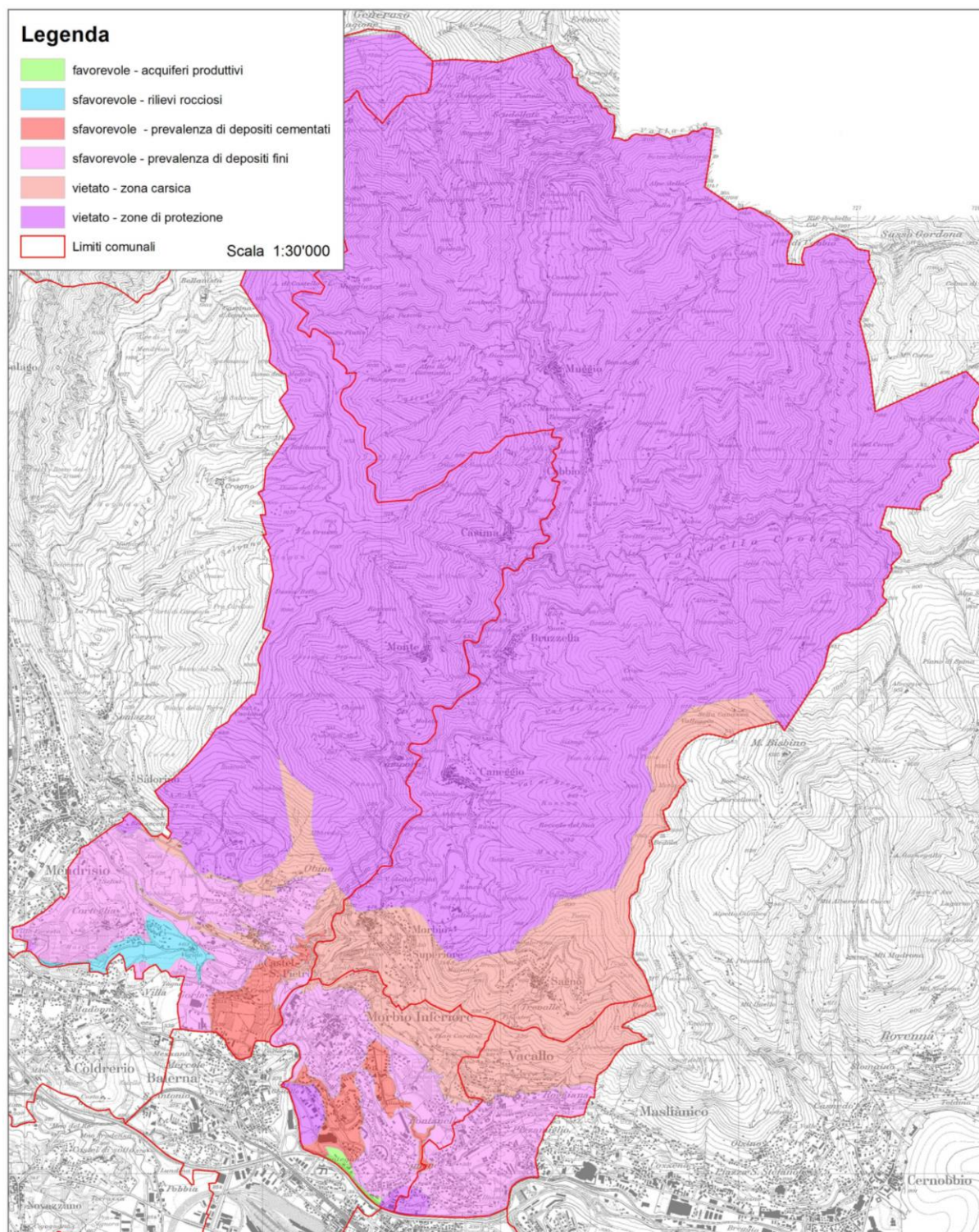


Figura 59 Classificazione della regione Generoso in relazione alle possibilità di sfruttamento termico delle acque sotterranee.

2. Confronto con le caratteristiche del sistema insediativo

Al fine di poter determinare il potenziale di sfruttamento dell'acqua di falda ai fini termici si è calcolato il fabbisogno di energia termica relativo agli edifici plurifamiliari e commerciali

presenti all'interno delle zone classificate in Figura 59 come favorevoli al prelievo di acqua di falda. Sono stati tralasciati da questa stima, a titolo cautelativo, gli edifici industriali, in quanto si ritiene che generalmente questo tipo di edifici utilizzi acqua ad alte temperature, per la quale le pompe di calore (utilizzate nello sfruttamento dell'acqua di falda) non sono idonee. È inoltre plausibile considerare che le abitazioni mono - familiari esistenti siano poco propense a sostituire il proprio impianto di riscaldamento con un impianto alimentato con acqua di falda, a causa degli elevati costi di conversione.

Considerando gli edifici localizzati all'interno delle aree favorevoli all'utilizzo delle acque di falda, appartenenti alle categorie:

- edifici residenziali (esclusi gli edifici ad una abitazione) riscaldati ad olio combustibile,
- edifici per uffici o per il commercio riscaldati ad olio combustibile,

si ottiene un fabbisogno termico complessivo pari a 807 MWh/a.

Allegato 7

Modello di stima del potenziale del calore ambiente – sottosuolo

L'individuazione del potenziale di sfruttamento dell'energia contenuta nel sottosuolo è effettuata secondo i seguenti passaggi:

- delimitazione delle aree in cui l'installazione di sonde geotermiche non è preclusa per motivi di tutela delle acque sotterranee;
- stima del fabbisogno energetico espresso dagli edifici esistenti situati in tali aree;
- individuazione delle categorie di edificio che hanno maggiori probabilità di convertire il proprio sistema di riscaldamento alla geotermia (sonde geotermiche).

1. Delimitazione delle aree idonee alla posa di sonde geotermiche

Le prescrizioni di tutela delle acque sotterranee definite nella legislazione vigente (cfr. Scheda informativa 5 Calore ambientale, paragrafo "Criteri") consentono di individuare due tipologie di ambiti di protezione, rappresentati in Figura 60:

- *ambiti di protezione delle acque sotterranee (A_u)*: indicano la presenza di una falda freatica di acqua potabile. In linea di massima, l'installazione di sonde geotermiche è permessa solo in zone marginali agli ambiti stessi e già edificate. Pali energetici e serpentine devono invece essere costruiti sopra la falda. Il rilascio dell'autorizzazione all'impianto si basa comunque su valutazioni effettuate caso per caso;
- *ambiti di protezione dell'acqua potabile ($Area, S_1, S_2, S_3$)*: indicano l'esistenza di captazioni delle acque ad uso potabile o luoghi in cui tali captazioni sono pianificate. In questi ambiti è vietata l'installazione di sonde geotermiche.

All'esterno di tali ambiti, è consentita l'installazione di sonde geotermiche.

Il Cantone Ticino non si è dotato di una procedura ufficiale e legalmente vincolante per il rilascio delle autorizzazioni negli ambiti A_u , effettuando valutazioni caso per caso, sulla base della documentazione geologico-tecnica presentata all'atto della richiesta di autorizzazione (verifica puntuale delle eventuali interazioni con la falda) e della presenza di altri impianti in zona (stima dell'effetto di cumulo sulla falda freatica). Il Cantone dispone tuttavia di una cartografia indicativa, alla quale si appoggia nel corso di queste valutazioni: le zone interne agli ambiti A_u in cui è più probabile che sia concessa l'autorizzazione alla posa di sonde geotermiche sono quelle evidenziate in colore verde semitrasparente in Figura 60. Si può quindi ritenere che negli altri ambiti inclusi in zona di protezione delle acque sotterranee l'autorizzazione sia negata o comunque concessa con maggiore difficoltà.

Nel complesso la Figura 60 evidenzia in colore verde le aree idonee all'installazione di sonde geotermiche.

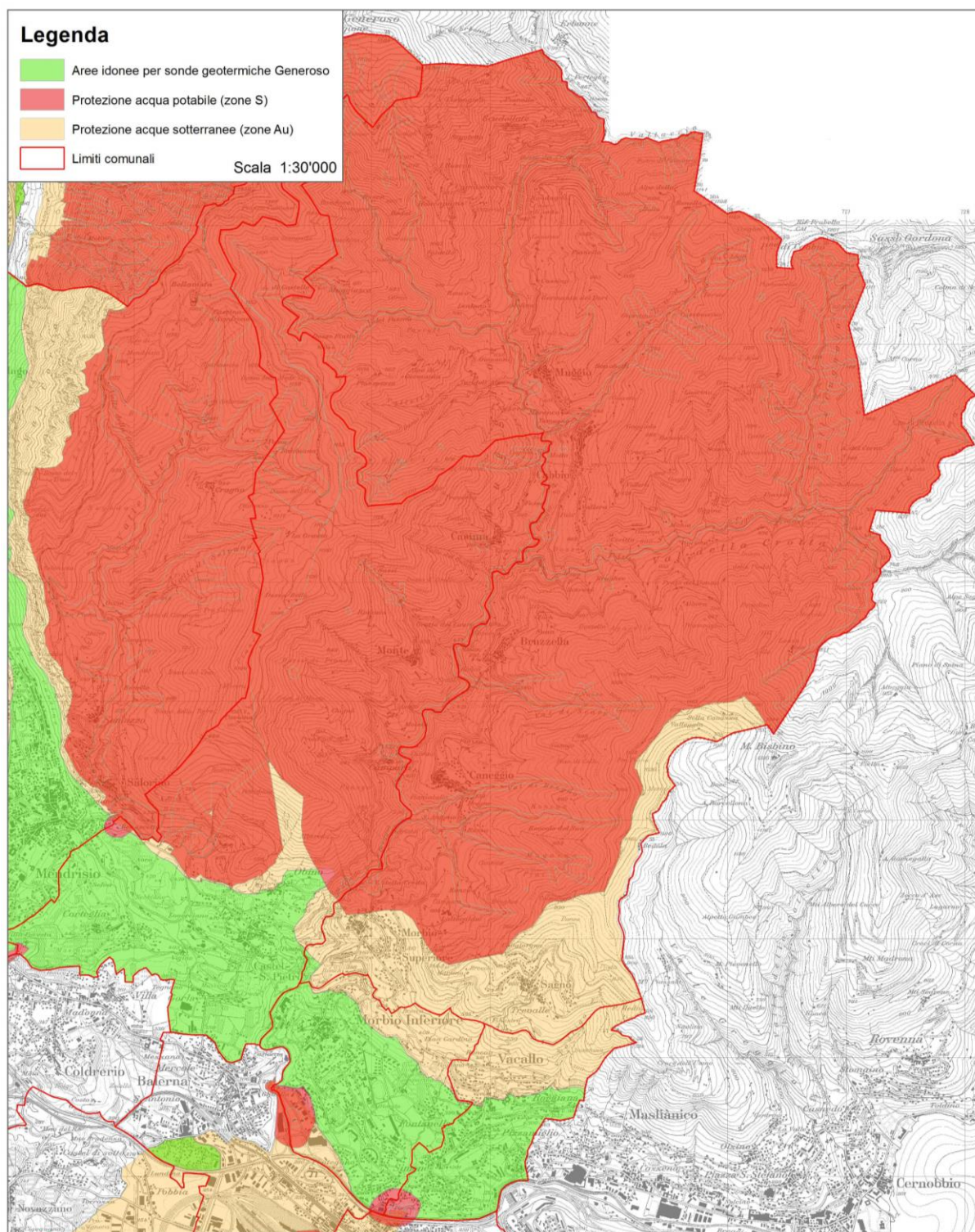


Figura 60 Gli ambiti di protezione delle acque sotterranee e delle acque potabili e le aree idonee all'installazione di sonde geotermiche, rappresentate in verde [fonte: SPAAS e SUPSI-DACD-IST, elaborazione SUPSI-DACD-ISAAC].

2. Stima del fabbisogno termico degli edifici ubicati nelle aree idonee

La determinazione quantitativa del potenziale di sfruttamento dell'energia dal sottosuolo é effettuata con riferimento agli edifici esistenti: non é infatti possibile in questa sede definire il

fabbisogno termico che caratterizzerà gli edifici che in futuro saranno realizzati sul territorio dei Comuni del Generoso, poiché esso dipende sia dai piani regolatori vigenti sia dalle scelte relative alla pianificazione. Si effettua pertanto una valutazione quantitativa del “potenziale di conversione degli edifici esistenti alle sonde geotermiche”.

A questo scopo si considerano gli edifici esistenti localizzati nelle aree idonee all'installazione di sonde geotermiche. A titolo cautelativo, non sono considerati gli edifici di natura artigianale e industriale, in quanto frequentemente necessitano di calore ad alta temperatura, per la produzione del quale le sonde geotermiche con pompa di calore non sono idonee.

3. Analisi delle caratteristiche del sistema insediativo e stima del potenziale

Per individuare in termini quantitativi il potenziale di utilizzo del calore del sottosuolo a fini di riscaldamento, si può fare l'ipotesi che gli edifici di tipo residenziale, per commercio o per servizi oggi riscaldati con olio combustibile situati nelle aree idonee, si convertano all'utilizzo di sonde geotermiche. Per gli edifici riscaldati con altri vettori energetici, in particolare il gas e l'energia elettrica, si ritiene invece che la conversione alle sonde geotermiche, anche nel medio-periodo, sia poco realistica: per quanto riguarda il gas, poiché è comunque visto come un vettore di transizione, sul quale si può fare affidamento per alcuni decenni; per quanto riguarda l'energia elettrica, perché gli investimenti necessari per realizzare gli impianti di distribuzione del calore all'interno degli edifici sono onerosi, risulta più probabile che gli edifici che convertono il proprio impianto di riscaldamento sfruttino il calore ambientale contenuto nell'aria, attraverso pompe di calore aria-acqua, poiché questo consente di evitare i costi di installazione della sonda geotermica.

E' inoltre plausibile ritenere che le abitazioni mono-famigliari esistenti siano poco propense a sostituire il proprio impianto di riscaldamento a legna o ad elettricità con un impianto a sonda geotermica, a causa degli elevati costi di conversione³⁶: pertanto, a titolo cautelativo il fabbisogno energetico espresso dagli edifici esistenti ad una abitazione non è considerato ai fini della stima del potenziale. Considerando dunque le seguenti categorie di edifici:

- edifici residenziali (esclusi gli edifici ad una abitazione) riscaldati a olio combustibile,
- edifici per uffici o per il commercio riscaldati a olio combustibile,

il potenziale realistico di conversione alle sonde geotermiche degli edifici esistenti è stimato pari a 28'687 MWh/anno, articolati come mostrato in Tabella 89.

Edifici	Olio combustibile [MWh/anno]
Edifici residenziali (esclusi edifici ad una abitazione)	27'343
Edifici per uffici o per il commercio	1'344
Totale	28'687

Tabella 89 Il potenziale di sfruttamento dell'energia dal sottosuolo (installazione di sonde geotermiche), in relazione all'edificato esistente.

³⁶ Si specifica che tali difficoltà non riguardano l'installazione di sonde geotermiche in abitazioni mono-famigliari di nuova costruzione ma sono unicamente legate al costo di conversione degli impianti di riscaldamento nelle abitazioni mono-famigliari esistenti.

Il valore di potenziale così individuato costituisce un potenziale “per difetto”, in quanto è riferito unicamente agli edifici esistenti e non tiene conto del fabbisogno termico dei nuovi edifici che saranno costruiti in futuro.

Nel caso in cui l'installazione di sonde geotermiche per l'edificio esistente dovesse diffondersi in termini significativi, non è da trascurare il pericolo che il sottosuolo si impoverisca, con una graduale diminuzione del calore che è in grado di rilasciare. Al fine di evitare questo effetto, che a lungo andare potrebbe ripercuotersi sulle caratteristiche chimico-batteriologiche del sottosuolo e della falda, occorre garantire che durante i mesi estivi il terreno possa ricaricarsi del calore prelevato nei mesi invernali. A questo scopo, potrebbe essere sfruttate tecniche di geo-cooling (cfr. Scheda informativa 5), che consentono contemporaneamente la ricarica del calore nel sottosuolo e il raffrescamento dell'edificio nei mesi estivi. Si tratta di tecniche che, allo stato attuale, sono di particolare interesse per gli edifici di grandi dimensioni, di tipo amministrativo e commerciale, poiché consentono un più rapido ritorno dell'investimento.