

Milano, 29/07/2025

# Studio sulle prospettive per il Teleriscaldamento in Alto Adige – *Executive Summary*

## **Responsabile scientifico**

Prof. Paola Caputo

Politecnico di Milano

DABC - Dept. of Architecture, Built Environment and Construction Engineering

## **Gruppo di lavoro**

Paola Caputo, Giulio Ferla, Benedetta Mura

Politecnico di Milano

DABC - Dept. of Architecture, Built Environment and Construction Engineering

## **Committente**

Provincia Autonoma di Bolzano

Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima

## Executive summary

### 1. Introduzione e obiettivi

Lo **Studio sulle prospettive per il Teleriscaldamento in Alto Adige** è finalizzato all'analisi dello stato dell'arte e delle possibili misure per un'ulteriore decarbonizzazione del settore nella Provincia Autonoma di Bolzano, ponendosi come obiettivo che, **entro il 2030, il 95% del calore sia prodotto da fonti rinnovabili e calore di scarto**. In tale ottica, il teleriscaldamento in Alto Adige, che già rappresenta un contributo alla decarbonizzazione degli usi termici, potrà essere ulteriormente supportato e rinnovato mediante strategie coordinate di lungo periodo.

Lo studio comprende l'inquadramento normativo, la descrizione della domanda termica, l'analisi dello stato dell'arte dei sistemi di teleriscaldamento, la valutazione delle risorse locali (rinnovabili termiche e calore di scarto) e delle tecnologie appropriate per il loro utilizzo. Vengono inoltre descritti esempi di successo italiani ed europei come spunto per innovazioni e strumenti di supporto futuri.

I risultati, ottenuti applicando un metodo descritto nel dettaglio, riportano i possibili interventi attuabili e le conseguenti ricadute economiche, ambientali ed energetiche nel quadro delle politiche energetiche correnti.

### 2. Stato dell'arte del teleriscaldamento

I sistemi di teleriscaldamento sono molto diffusi in Alto Adige, dove, a partire dagli anni '90, politiche energetiche supportive, hanno favorito lo sviluppo di un parco pari oggi a circa 80 impianti. Attualmente, i meccanismi di supporto sono orientati alla densificazione delle reti e all'ampliamento delle centrali termiche di impianti esistenti. Questi sono alimentati principalmente a biomassa legnosa, a parte due impianti alimentati principalmente a metano in assetto cogenerativo, e uno alimentato con il recupero del calore dal trattamento termico dei rifiuti urbani.

Il teleriscaldamento altoatesino è quindi alimentato principalmente con cippato in impianti di taglia medio-piccola, in assetto cogenerativo o per la sola produzione del calore. In generale, nonostante la zona climatica, la densità lineare delle reti (calore erogato per metro lineare di rete) è piuttosto contenuta, a causa della morfologia del paesaggio montano e delle particolari circostanze in cui i tracciati di rete si sono originati ed espansi, nel corso del tempo.

Se confrontato con la generazione termica basata su fonte fossile, l'esercizio di questi impianti consente un risparmio di circa 300.000 tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno, a meno di oscillazioni legate all'andamento delle temperature invernali e ad altre condizioni al contorno.

**I dati principali relativi all'anno 2023** costituiscono lo scenario attuale considerato nel presente studio e possono essere così riassunti:

- Calore prodotto: 1408 GWh, di cui:
  - 663 GWh prodotto in impianti alimentati almeno per il 95% con fonti rinnovabili, circa 65 impianti di piccola taglia
  - 745 GWh prodotto in impianti alimentati con meno del 95% di fonti rinnovabili, 14 impianti di dimensioni maggiori
  - da fonti rinnovabili: 1047 GWh (di cui biomassa legnosa 959 GWh);
  - da fonti fossili: 361 GWh;
- Calore immesso in rete: 1326 GWh (dissipazioni circa 6%);

- Calore venduto: 1072 GWh (perdite circa 19%);
- Sottostazioni allacciate: 22546;
- Lunghezza delle reti: 1176 km;
- Densità lineare 1128 kWh/m, se riferita al calore immesso in rete.

### 3. Obiettivo di decarbonizzazione al 95%

In accordo con le informazioni disponibili, il calore del teleriscaldamento altoatesino è prodotto per quasi  $\frac{3}{4}$  da fonti rinnovabili (74% nel 2023, ultimo dato analizzato). Tale tecnologia è pertanto utile alla decarbonizzazione degli usi termici, se si considera che il settore termico provinciale presenta complessivamente una quota rinnovabile intorno al 40%.

I dati analizzati permettono di individuare un campione di **14 impianti** che producono meno del 95% del calore mediante fonti non fossili. Raggiungere l'obiettivo 95% al 2030 in ciascuno dei 14 impianti significherebbe produrre circa 318 GWh/anno di calore in più mediante fonti rinnovabili e calore di scarto. In realtà, considerando tutti gli impianti provinciali nel loro complesso e non solo i 14 da decarbonizzare, tale valore scenderebbe a circa 290 GWh/anno, corrispondente a un'ulteriore riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> pari a circa 70.000 tonnellate/anno.

A tal fine dovranno essere pianificate e introdotte varie misure sinergiche finalizzate:

- A un esercizio più efficiente attraverso l'integrazione di sistemi di stoccaggio termico, l'adozione di sistemi di gestione ottimizzata e digitale, l'uso del calore in cascata con conseguente riduzione delle temperature di ritorno sulle reti, la riduzione delle dissipazioni termiche e, ove possibile, delle perdite lungo la rete;
- Alla sostituzione delle fonti fossili (per la maggior parte gas naturale) con fonti rinnovabili locali e calore di scarto, prevedendo l'installazione di pompe di calore di grande taglia alimentate con elettricità rinnovabile.

### 4. Rinnovabili termiche e calore di scarto: potenziale ulteriore per la decarbonizzazione 95%

La ricognizione del potenziale disponibile per le fonti rinnovabili locali e il calore di scarto è stata effettuata combinando differenti fonti ufficiali al fine di garantire una restituzione il più possibile completa e attendibile. Come confine territoriale di riferimento è stato assunto generalmente quello della Provincia Autonoma di Bolzano<sup>1</sup>, con particolare attenzione ai territori in cui insistono gli impianti di teleriscaldamento esistenti, e soprattutto i 14 casi individuati come prioritari per i processi di decarbonizzazione.

La disponibilità di biomassa è stata analizzata nel dettaglio, confrontando differenti basi di dati disponibili. Come principali fonti termiche alternative sono state inoltre analizzate: calore ambientale (aria, acque superficiali e sotterranee e sottosuolo poco profondo), geotermia, solare termico e calore di scarto.

---

<sup>1</sup> Per la biomassa, fonte rinnovabile programmabile, trasportabile e stoccabile, si è fatto riferimento anche a un bacino territoriale più ampio, definito con un raggio di 80 chilometri rispetto a una posizione baricentrica del territorio provinciale dove sono localizzati gli impianti di teleriscaldamento. Questo approccio, fondato su un criterio di sostenibilità e ragionevolezza, ha consentito di estendere l'analisi anche ad aree limitrofe fuori provincia (i.e. province di Trento e Belluno) e fuori nazione (i.e. Austria meridionale), cercando di garantire, al contempo, un uso equilibrato dei sottoprodotti forestali e costi di trasporto e impatti ambientali limitati.

La valutazione del calore ambientale è stata svolta in modo qualitativo, con l'obiettivo di verificare la presenza di condizioni favorevoli all'utilizzo di pompe di calore, tenendo conto dei principali vincoli e opportunità.

Per la geotermia è stato ricavato un valore di potenziale termico incrociando dati disponibili a livello nazionale ed europeo.

Per il solare termico è stato considerato il GeoBrowser della Provincia di Bolzano e, applicando un'efficienza media di conversione, è stato calcolato un potenziale teorico utile, che è stato poi utilizzato per stimare l'area necessaria per i collettori, con l'obiettivo di indicare in quali casi tale tecnologia potrebbe essere compatibile con la configurazione urbana e gli spazi tecnicamente disponibili.

Infine, per il calore di scarto si è fatto riferimento al recente studio di *Eurac Research*, da cui sono stati tratti dati utili relativi alla localizzazione dei potenziali siti produttivi e alla disponibilità di calore residuo.

Per tutte le risorse indicate, i dati raccolti e analizzati rappresentano il potenziale teorico disponibile: si tratta quindi di valori massimi ottenibili in condizioni ideali, che non tengono ancora conto di vincoli pratici, ambientali, tecnici, autorizzativi o economici che dovranno essere valutati in successive fasi di analisi.

## 5. Principali risultati sul potenziale disponibile per la decarbonizzazione

La **Tabella 1** fornisce una sintesi complessiva della disponibilità di biomassa sulla base delle diverse fonti utilizzate e un confronto con la domanda termica.

*Tabella 1. Biomassa: sintesi e confronto dei risultati ottenuti con i diversi strumenti utilizzati*

| Stima<br>m <sup>3</sup> tondo<br>eq./anno | Stima<br>kt/anno | Stima<br>GWh/anno | Territorio di<br>riferimento      | Fonti/note                                                                      |
|-------------------------------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 809.880                                   | 327              | 1080              | Alto Adige                        | Attuale prelievo - Relazione agraria & forestale 2023 (40% di prelievo)         |
| 1.300.448<br>(+490.568)                   | 525              | 1733              | Alto Adige                        | Stima disponibilità (ipotesi con 65% di prelievo su accrescimento) <sup>2</sup> |
| 1.151.211                                 | 465              | 1534              | Alto Adige                        | Stima disponibilità- Bioraise                                                   |
| 1.248.050<br>(+ 96.840)                   | 504              | 1663              | Area con raggio<br>80 km          | Stima disponibilità- Bioraise                                                   |
| 961.212                                   | 388              | 1281              | Regioni limitrofe<br>non italiane | Stima disponibilità - Peta 4.3                                                  |

A livello teorico, a un aumento del tasso di prelievo fino al **65%**<sup>3</sup> dell'accrescimento naturale corrisponderebbe una disponibilità di circa 1.300.000 metri cubi annui, i.e. circa 525.000 tonnellate e 1.733 GWh di Energia Primaria. Secondo una stima più prudente e realistica, la ripresa totale nei prossimi anni potrebbe assestarsi a circa 700.000 – 800.000 metri cubi annui.

<sup>2</sup> Secondo una stima più prudente e realistica, la ripresa totale nei prossimi anni potrebbe assestarsi a circa 700.000 – 800.000 metri cubi annui.

<sup>3</sup> Valore in linea con la media europea secondo il report Forest Europe, State of Europe's Forests 2020.

Il potenziale aggiuntivo necessario, qualora l'obiettivo di decarbonizzazione 95% del 2030 fosse perseguito solo con un incremento dell'uso di cippato boschivo locale, sarebbe pari a circa 280.626 m<sup>3</sup> di tondame. Considerando un PCI pari a 3,3 kWh/kg, una densità pari a circa 404 kg/m<sup>3</sup> di tondame e un rendimento di conversione termica medio pari all'85% ciò corrisponde a circa 374 GWh/anno di energia primaria in più. In definitiva, bisognerebbe portare il prelievo locale dal 40% al 55% circa, per un totale di 1.090.506 m<sup>3</sup> di tondame.

Rispetto alle altre fonti, può essere segnalato quanto segue:

- presenza di fiumi, torrenti e laghi naturali o artificiali;
- centrali idroelettriche che rilasciano acqua a valle che, in uscita dalle turbine, potrebbe fornire calore residuale sfruttabile con scambiatori;
- abbondanza d'acqua sotterranea potrebbe teoricamente essere sfruttata con pozzi filtranti per alimentare pompe di calore centralizzate;
- aree di captazione solare necessarie per l'ulteriore decarbonizzazione compatibili con le superfici disponibili in 10 dei 14 casi selezionati (tutti tranne Brunico-Gais-Perca e, soprattutto, Bolzano, Bressanone e Merano); sono necessarie ulteriori verifiche di fattibilità tecnico-economica, includendo i sistemi di stoccaggio stagionale;
- disponibilità concreta del 30% del totale del calore di scarto (274 GWh/anno, di cui 64 GWh/anno con temperatura sufficiente per un recupero diretto e 210 GWh/anno con recupero tramite pompa di calore), come indicato nel recente studio di Eurac Research.

## **6. Caratteristiche dei 14 impianti da sottoporre a ulteriore decarbonizzazione e possibili interventi**

Nella Tabella 3 si riportano le caratteristiche dei 14 impianti rispetto ai quali ci si aspetta la pianificazione di soluzioni coordinate per l'efficientamento e l'integrazione di rinnovabili e calore di scarto, con combinazioni da valutare localmente, caso per caso.

A livello generale, le strategie al 2030 potrebbero essere così orientate:

- **Riduzione del 25% del calore da produrre**, a parità di domanda termica soddisfatta, grazie a interventi di ottimizzazione delle condizioni operative correnti (ottimizzazione della gestione e controllo, inserimento o ampliamento dei sistemi di stoccaggio termico, massimizzazione del calore prodotto dalla combustione della biomassa).
- **Sostituzione del 50% della generazione termica fossile con generazione mediante fonti rinnovabili** localmente disponibili, i.e. biomassa legnosa (40%) e al solare termico (10%). Ciò significherebbe impiegare circa 45.000 t/anno di legna in più rispetto a quella attualmente utilizzata e prevedere circa 41.000 m<sup>2</sup> di per i sistemi solari termici.
- **Sostituzione del 25% della generazione termica fossile con calore di scarto** ad alta temperatura e altra energia termica prodotta mediante pompe di calore alimentate con calore di scarto a bassa temperatura e/o calore ambientale<sup>4</sup>.

Tali ipotesi sono da considerarsi del tutto indicative e **dovranno essere sostenute da valutazioni puntali, da effettuarsi caso per caso**<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Tale opzione potrebbe essere valutata, in particolare, per il caso di Bolzano, la cui area risulterebbe, sulla base dello studio condotto da *Eurac Research*, la più ricca di calore di scarto, e comporterebbe l'impiego di circa 20-30 GWh/anno di energia elettrica rinnovabile prodotto in Alto Adige.

<sup>5</sup> Possibili sinergie con impianti di trattamento termico dei rifiuti, di trattamento delle acque reflue e di produzione di biogas e biometano potrebbero essere oggetto di ulteriori approfondimenti.

Tabella 3. Principali caratteristiche degli impianti di teleriscaldamento oggetto di approfondimento perché caratterizzati da quota di calore prodotto da fonte rinnovabile < 95%

| #  | Impianti            | Lunghezza della rete | Perdite di rete | Calore prodotto | Calore venduto | Densità lineare (su calore venduto) | Calore prodotto da rinnovabili | Quota CHP fossile | Quota calore di scarto | Quota calore prodotto da rinnovabili | Quota di calore prodotto da decarbonizzare | Quota di calore prodotto da decarbonizzare (95% FER) |
|----|---------------------|----------------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|    |                     | km                   | %               | MWh             | MWh            | kWh/m                               | MWh                            | %                 | %                      | %                                    | %                                          | MWh                                                  |
| 1  | Chiusa              | 13,60                | 21%             | 16.582          | 12.939         | 951                                 | 11.857                         | 26%               | 0%                     | 72%                                  | 23%                                        | 3.896                                                |
| 2  | Naturno             | 1,00                 | 18%             | 3.483           | 2.864          | 2.864                               | 210                            | 0%                | 0%                     | 6%                                   | 89%                                        | 3.099                                                |
| 3  | Terlano             | 2,90                 | 21%             | 3.462           | 2.727          | 940                                 | 2.691                          | 18%               | 0%                     | 78%                                  | 17%                                        | 598                                                  |
| 4  | Sarentino           | 17,77                | 29%             | 15.380          | 10.609         | 597                                 | 7.592                          | 0%                | 51%                    | 49%                                  | 46%                                        | 7.019                                                |
| 5  | Brunico             | 142,50               | 17%             | 172.025         | 141.817        | 995                                 | 136.508                        | 14%               | 0%                     | 79%                                  | 16%                                        | 26.916                                               |
| 6  | Silandro            | 30,70                | 22%             | 34.086          | 26.444         | 861                                 | 22.613                         | 21%               | 0%                     | 66%                                  | 29%                                        | 9.769                                                |
| 7  | Varna               | 28,48                | 25%             | 51.592          | 18.734         | 658                                 | 45.366                         | 7%                | 0%                     | 88%                                  | 7%                                         | 3.646                                                |
| 8  | Brennero            | 1,40                 | 10%             | 7.057           | 6.357          | 4.541                               | 6.260                          | 0%                | 0%                     | 89%                                  | 6%                                         | 444                                                  |
| 9  | Bolzano             | 56,84                | 14%             | 130.466         | 109.172        | 1.921                               | 52.746                         | 55%               | 0%                     | 40%                                  | 55%                                        | 71.197                                               |
| 10 | Merano              | 57,85                | 10%             | 118.489         | 100.222        | 1.732                               | 9.043                          | 64%               | 0%                     | 8%                                   | 87%                                        | 103.521                                              |
| 11 | Bressanone          | 117,89               | 18%             | 104.074         | 107.162        | 909                                 | 14.253                         | 44%               | 0%                     | 14%                                  | 81%                                        | 84.617                                               |
| 12 | Cardano             | 2,00                 | 20%             | 1.571           | 1.259          | 630                                 | 0                              | 0%                | 0%                     | 0%                                   | 95%                                        | 1.492                                                |
| 13 | Lajon               | 7,10                 | 25%             | 6.145           | 4.623          | 651                                 | 5.789                          | 0%                | 0%                     | 94%                                  | 1%                                         | 49                                                   |
| 14 | Vipiteno            | 58,88                | 17%             | 80.597          | 60.714         | 1.031                               | 74.940                         | 0%                | 0%                     | 93%                                  | 2%                                         | 1.627                                                |
|    | <b>Totale/Media</b> | <b>538,9</b>         | <b>19%</b>      | <b>745.009</b>  | <b>605.643</b> | <b>1.124</b>                        | <b>389.868</b>                 | <b>36%</b>        | <b>1%</b>              | <b>52%</b>                           | <b>43%</b>                                 | <b>317.890</b>                                       |

## 7. Stima degli impatti economici, energetici e ambientali

Le **ricadute economiche** sono state stimate approssimativamente, senza considerare i costi di gestione e altri parametri economico-finanziari di riferimento. Gli investimenti ipotizzati corrispondono a circa 145 milioni di euro; ipotizzando un tempo di ritorno semplice dell'investimento complessivo pari a 15 anni, si avrebbe una rata annuale pari a circa 10 milioni di euro. Sulla base delle condizioni al contorno e dell'andamento del mercato, tali misure potrebbero comportare risparmi nei costi operativi compresi tra -4 (scenario più svantaggioso possibile e basato solo su biomassa aggiuntiva) e 29 milioni di euro all'anno (scenario più realistico e basato su più fonti rinnovabili e calore di scarto), confrontando le condizioni attuali con quelle ipotizzate per il 2030.

Analogamente, la valutazione dei potenziali **benefici energetico-ambientali** dovuti alla decarbonizzazione dei 14 impianti potrebbe comportare un risparmio di circa 60.000-80.000 tCO<sub>2</sub>/anno di emissioni climalteranti e di circa 300 – 400 GWh/anno di energia primaria fossile (a seconda delle assunzioni).

Tali risultati assicurano anche la verifica della **conformità rispetto alla normativa**, poiché la quota non fossile e il fattore di emissione della CO<sub>2</sub> attuali e al 2030 consentirebbero il totale rispetto dei limiti previsti dalla Direttiva 2023/1791.

A ciò si aggiungerebbero **altri effetti**, da valutare mediante elaborazioni dedicate, connessi a:

- emissioni di macro e microinquinanti gassosi derivanti dalla combustione (polveri, NOx ecc.);
- modifica del paesaggio urbano e non urbano legato agli interventi proposti;
- promozione di innovazione tecnologica, sviluppo e consolidamento di economie locali;
- salute, sulla qualità della vita e sul senso di comunità della popolazione locale.

## 8. Considerazioni finali

L'Alto Adige si contraddistingue da sempre per politiche energetiche sostenibili e in tale ambito si è sviluppato il teleriscaldamento. La biomassa è stata posta al centro del sistema energetico del territorio, comportando interessanti e positive sinergie con i rispettivi sistemi economici e sociali, oltre che un'importante occasione per l'incremento dell'uso delle fonti rinnovabili termiche. La predominanza di impianti di teleriscaldamento di piccola taglia è un segnale di compatibilità con l'approccio della valorizzazione sostenibile delle risorse localmente presenti e del consolidamento del senso di comunità locale.

L'evoluzione tecnologica potrebbe supportare l'efficientamento delle reti di distribuzione e dei sistemi di accumulo, l'apertura verso nuovi paradigmi energetici capaci di integrare tutte le risorse energetiche localmente disponibili e di proporre, eventualmente, nelle aree urbane, anche sistemi di tipo DHC (*district heating and cooling*) per far fronte a un'eventuale richiesta di climatizzazione estiva. In questo contesto assume particolare importanza la capacità di interagire con l'utenza, cercando di ottimizzare la gestione della domanda, con particolare riferimento al controllo dei profili di temperatura all'interno degli edifici.

È preferibile che l'obiettivo del 95% al 2030 possa essere perseguito implementando dapprima un set di misure di densificazione ed efficientamento e individuando un mix equilibrato dell'uso delle rinnovabili e del calore di scarto disponibile, onde evitare di aumentare eccessivamente la quota di prelievo di biomassa dai boschi altoatesini.

Nel definire i meccanismi di supporto da declinare in funzione delle peculiarità locali andranno considerate non solo le evidenti sfide tecniche ed economiche, ma anche la definizione del potenziale concretamente disponibile, le condizioni di mercato, la disponibilità dei dati, il quadro normativo e la creazione di reti di attori strategici.