



Ministero delle Attività Produttive - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio:
Campagna di informazione e comunicazione a sostegno delle fonti rinnovabili e dell'efficienza
negli usi finali dell'energia, in attuazione dell'articolo 15 del decreto legislativo 29 dicembre 2003,
n. 387, e dell'articolo 1, comma 119, lettera a), della legge 23 agosto 2004, n. 239.

TELERISCALDAMENTO

Tecnologie, vantaggi e aspetti normativi

BOZZA Versione 2 - 18 marzo 2006

RENAEL - REte Nazionale delle Agenzia Energetiche Locali

Il testo è stato curato da:

AESS – Agenzia per l’Energia e lo Sviluppo Sostenibile di Modena

Autori:

Mariagrazia Mazza - AESS

Marcello Antinucci – AESS

Con la collaborazione di:

Mauro Brolis - Reti di Punti Energia (Milano)

Revisione del testo a cura di:

Prof. Ing. Paolo Tartarini, Ordinario di Fisica Tecnica Industriale presso l’Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia



INDICE

A CHI È INDIRIZZATO QUESTO OPUSCOLO	4
1. COSA È IL TELERISCALDAMENTO E QUALI SONO I SUOI VANTAGGI	4
LA COGENERAZIONE	5
QUANTO È DIFFUSO.....	6
I VANTAGGI DEL TELERISCALDAMENTO.....	8
<i>Aspetti energetici ed ambientali</i>	8
<i>Benefici per gli utenti</i>	10
PERCHÉ È OPPORTUNA UNA POLITICA DI PROMOZIONE DEL TELERISCALDAMENTO?.....	11
2. COME SI PROGETTA E COME SI REALIZZA UNA RETE DI TELERISCALDAMENTO.....	12
COME SI PROGETTA UNA RETE DI TELERISCALDAMENTO	12
<i>Individuazione dell'area</i>	12
<i>Analisi dell'utenza e stima della domanda termica teleriscaldabile</i>	12
<i>Dimensionamento del cogeneratore</i>	14
<i>Localizzazione della centrale di produzione</i>	14
<i>Tracciato e dimensionamento della rete</i>	14
<i>Scelta della tipologia impiantistica</i>	15
<i>Simulazione del funzionamento</i>	16
<i>Bilancio energetico ed ambientale</i>	16
<i>Analisi finanziaria ed economica</i>	16
<i>Qualche cifra</i>	17
COME SI REALIZZA UNA RETE DI TELERISCALDAMENTO	18
<i>Come si autorizza</i>	18
<i>Come si finanzia</i>	19
<i>Marketing</i>	20
<i>Come e cosa paga l'utente</i>	21
ALLEGATO I - LE TECNOLOGIE	21
COMBUSTIBILI	21
<i>Carbone</i>	21
<i>Prodotti petroliferi</i>	21
<i>Gas naturale</i>	21
<i>Combustibile derivato da rifiuti solidi urbani</i>	22
<i>Calore refluo industriale</i>	22
<i>Biomassa</i>	22
<i>Geotermia</i>	22
GENERATORI	23
<i>Impianti semplici</i>	23
<i>Impianti combinati</i>	23
LA RETE DI DISTRIBUZIONE.....	24
SOTTOSTAZIONI DI POMPAGGIO	25
UNITÀ DI SCAMBIO, MODALITÀ E REGOLAZIONE.....	25
CONTABILIZZAZIONE	25
RAFFRESCAMENTO	26
ALLEGATO II – APPLICAZIONI, QUADRO DI SINTESI ED ESEMPI PRATICI.....	26
APPLICAZIONI.....	26
<i>Il sistema di teleriscaldamento urbano</i>	26
<i>Sistemi locali</i>	26
<i>La micro-cogenerazione</i>	27
<i>Il sistema ad isola</i>	27
ALLEGATO III NORME ED INCENTIVI.....	27
LE NORME.....	27
GLI INCENTIVI.....	28
<i>Allegato IV</i>	31
<i>Esempi pratici - il teleriscaldamento nei grandi centri urbani: La rete di teleriscaldamento di Brescia</i>	31
<i>Esempi pratici - il teleriscaldamento nei centri minori: La rete di teleriscaldamento di San Martino di Castrozza</i>	32

TELERISCALDAMENTO

A chi è indirizzato questo opuscolo

Obiettivo di questo lavoro è soprattutto quello di fornire a funzionari e tecnici della Pubblica Amministrazione, impegnati in attività di pianificazione, controllo, regolamentazione e sviluppo nei settori della pianificazione urbanistica e dell'energia, un quadro informativo, piuttosto completo ma non eccessivamente tecnico, sulle caratteristiche fondamentali del teleriscaldamento quale tassello importante della politica energetica locale.

L'attuale normativa prevede, infatti, che l'amministrazione sia a livello regionale sia a livello locale debba assumere un ruolo trainante di regolamentazione, pianificazione e definizione di progetti di sviluppo in sintonia con gli obiettivi del risparmio di energia primaria e di riduzione dell'impatto ambientale.

Per questo motivo appare particolarmente importante affrontare il tema del riscaldamento urbano tramite rete (teleriscaldamento), che, proprio per le sue caratteristiche specifiche, rappresenta una tecnologia a ridotto impatto ambientale e ad alto risparmio di energia primaria. Il teleriscaldamento, inoltre, permette di regolare l'utilizzo delle fonti energetiche e le fonti di approvvigionamento a seconda delle necessità e della disponibilità locali e di fornire all'utente finale un servizio ad alta sicurezza e semplice gestione.

1. Cosa è il teleriscaldamento e quali sono i suoi vantaggi

Nel glossario dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas si trova la seguente definizione:

Teleriscaldamento: *sistema di riscaldamento a distanza di un quartiere o di una città che utilizza il calore prodotto da una centrale termica, da un impianto di cogenerazione o da una sorgente geotermica. In un sistema di teleriscaldamento il calore viene distribuito agli edifici tramite una rete di tubazioni in cui fluisce l'acqua calda o il vapore.*

Il teleriscaldamento è una soluzione alternativa, rispettosa dell'ambiente, sicura ed economica per la produzione di acqua igienico-sanitaria e il riscaldamento degli edifici residenziali, terziari e commerciali.

Il termine "teleriscaldamento" evidenzia una specifica caratteristica del servizio, ossia la distanza esistente tra il punto di produzione e i punti di utilizzo del calore: il cuore del sistema è composto da una o più centrali che possono servire edifici situati anche ad alcuni chilometri di distanza collegati tramite una rete (sistema a rete).

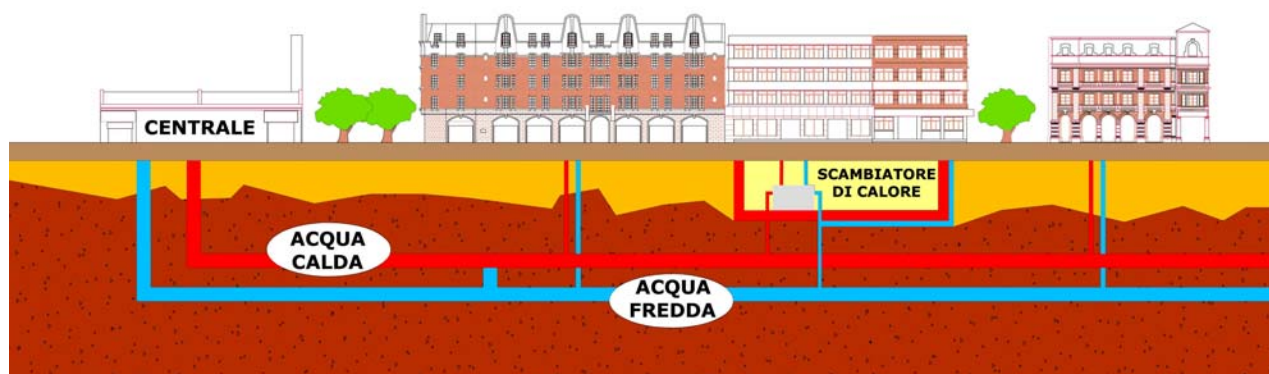


Figura 1 – Rappresentazione di un sistema di teleriscaldamento

Come evidenziato in Figura 1, le componenti principali di un sistema di teleriscaldamento sono: una **centrale termica**, ove viene prodotto il calore, una **rete di trasporto e distribuzione**, costituita da speciali condotte sotterranee, e un insieme di **sottocentrali**. Queste ultime, situate nei singoli edifici

da servire, sono costituite da scambiatori di calore, che permettono di realizzare lo scambio termico tra l'acqua della rete di teleriscaldamento (circuito primario) e l'acqua del circuito del cliente (circuito secondario), senza che vi sia miscelazione tra i due fluidi.

La centrale termica riscalda l'acqua, che viene distribuita ai diversi edifici attraverso la rete di distribuzione. Giunta allo scambiatore, l'acqua della rete trasferisce all'acqua dell'impianto di distribuzione interna dell'edificio il calore necessario per riscaldare gli ambienti e per la produzione di acqua calda sanitaria. Alla fine di questo processo, l'acqua, ormai raffreddata, ritorna in Centrale per essere nuovamente riscaldata.

L'impianto di distribuzione interno agli edifici allacciati alla rete resta inalterato e lo scambiatore di calore sostituisce la caldaia convenzionale. Nel caso in cui allo scambiatore siano allacciate più utenze, presso ciascuna di esse è installata una apposita apparecchiatura che consente di gestire autonomamente le temperature dei locali e di registrare i relativi consumi.

L'affidabilità del servizio è elevatissima, ed è possibile applicare il sistema ad intere aree urbane, rendendolo un vero e proprio servizio pubblico, come l'acquedotto o la rete elettrica cittadina.

Perché il teleriscaldamento abbia efficacia, è necessario tuttavia individuare un'utenza concentrata in un'area ben definita, come un quartiere, un'area commerciale o industriale, un insieme di utenze pubbliche prossime tra loro (prevalentemente scuole o impianti sportivi), o loro combinazioni. La definizione in inglese del teleriscaldamento ("district heating") richiama proprio questa caratteristica di riscaldamento "distrettuale". Non è perciò consigliabile una rete di teleriscaldamento che colleghi utenze isolate e sparse, lontane tra loro.

La cogenerazione

Affinché il teleriscaldamento sviluppi pienamente i suoi vantaggi energetici, è necessario che, per la generazione del calore, si utilizzi un sistema combinato, che produca contemporaneamente elettricità e calore. Alla produzione combinata di elettricità e calore si dà il nome di cogenerazione, e si dice sistema cogenerativo un impianto che sfrutti tale criterio. I sistemi di teleriscaldamento che utilizzano centrali a cogenerazione consentono il raggiungimento di una maggior efficienza energetica globale. Con questa tecnologia, infatti, la centrale è in grado di produrre energia elettrica e recuperare contemporaneamente l'energia termica che si sprigiona durante il processo termodinamico, che nelle centrali elettriche convenzionali viene disperso in atmosfera come "scarto". Pertanto, a parità di energia utile prodotta, la produzione combinata di energia elettrica e termica (cogenerazione) consente un minor consumo di combustibile, massimizzando lo sfruttamento delle risorse immesse, come illustrato nella figura 2. La figura indica come per ottenere la stessa quantità di energia utile finale (35 unità di energia elettrica e 50 di calore) sia necessaria una quantità di energia primaria pari quasi a 150 nel caso di produzione separata (con rendimento elettrico medio delle centrali termoelettriche pari al 38% e rendimento medio di generazione di calore con una caldaia pari all'87%), e sia invece sufficiente una quantità di energia primaria pari a 100 nel caso della cogenerazione (rendimento totale 85%, di cui 31% come rendimento elettrico e 59% come rendimento termico).

Un possibile ulteriore sviluppo del servizio di teleriscaldamento è costituito dal servizio di raffrescamento estivo; un sistema di questo tipo, che produce contemporaneamente energia elettrica e calore in inverno, ed energia elettrica e freddo in estate, viene chiamato "**sistema a trigenerazione**".

Per un approfondimento sulle tecnologie disponibili e sul funzionamento dei sistemi di teleriscaldamento e teleraffrescamento estivo si rimanda all'allegato I ed allo specifico libretto sulla produzione decentrata, pubblicato in questa serie.

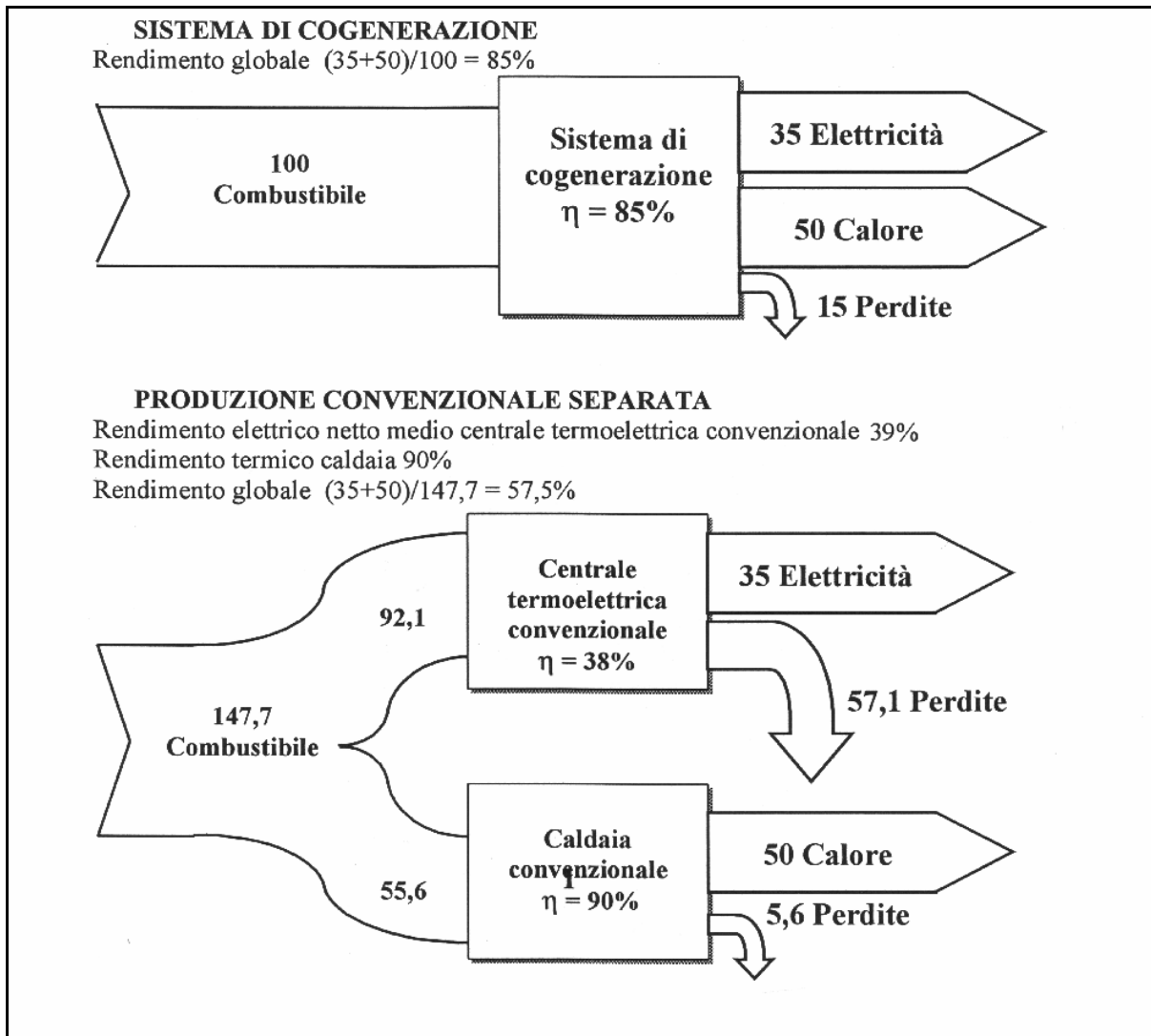


Figura n. 2 Vantaggi della cogenerazione rispetto alla produzione separata.

Quanto è diffuso

Il teleriscaldamento è molto diffuso nell'Europa del centro e del nord, nel Nord America e in Giappone, ed ha rappresentato per molti anni il sistema più diffuso in Cina e nei Paesi dell'Est (l'intero complesso del Cremlino è teleriscaldato). Il primo impianto di riscaldamento urbano nel mondo è stato quello di New York, risalente al 1876 (oggi la quasi totalità di Manhattan è teleriscaldata), mentre il primo impianto europeo è stato installato nel 1893 ad Amburgo. In Italia una tra le prime città ad introdurre il servizio di teleriscaldamento è stata Brescia, nel 1971, con un progetto di successo internazionale.

Attualmente, i centri italiani grandi e piccoli che vantano questo servizio sono più di cinquanta, e le due città che sono da considerare come vero e proprio punto di riferimento del settore sono Brescia, dove circa il 60% degli edifici cittadini utilizza il teleriscaldamento, e Reggio Emilia, dove circa un terzo della città è teleriscaldata (per approfondimenti su esempi di installazioni in Italia si rimanda all'allegato II).

Dagli ultimi dati disponibili, raccolti ed elaborati dalla Associazione Italiana Riscaldamento Urbano (AIRU), risulta che nel 2003 in Italia 53 città erano dotate di impianti di teleriscaldamento e la distribuzione geografica delle reti (Figura 3) mostra una concentrazione in quattro Regioni: Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna e Veneto.

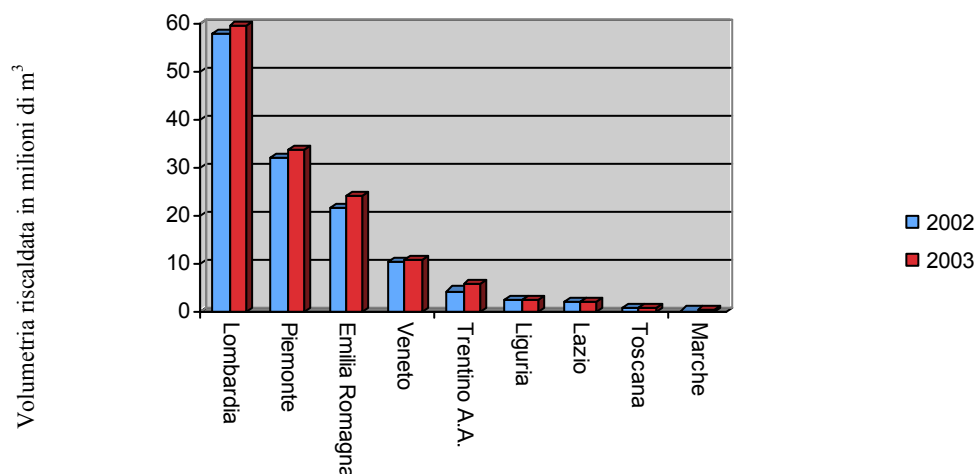


Figura 3 Volumetria riscaldata per Regione; anni 2002-2003- Fonte dati AIRU

Analizzando il trend evolutivo della situazione a livello nazionale, si evince un tasso di crescita del 58,7% dal 1997 al 2003 (Figura 4), ma se guardiamo i valori assoluti, gli oltre 140 milioni di metri cubi teleriscaldati nel 2003 sono ben lontani dai valori che si riscontrano in altri paesi europei.

Anno	Potenza impegnata MW	Volumetria riscaldata Milioni di m ³	Sottocentrali d'utenza N°
1997	2.656	88,3	13.020
1998	3.037	100,7	14.957
1999	3.351	109,38	17.062
2000	3.623	117,3	18.594
2001	3.916	125,9	22.529
2002	4.123	132,4	24.288
2003	4.487	140,2	26.332

Figura 4 – Il trend evolutivo (1997-2003) del Teleriscaldamento in Italia – Fonte dati AIRU

Dal confronto tra la situazione italiana e quella degli altri paesi del nord Europa emerge che, nonostante i significativi sviluppi degli ultimi anni, il teleriscaldamento in Italia ha ancora enormi potenziali di diffusione, pur considerando il fatto che nelle regioni centrali e meridionali del nostro paese, a causa di più miti condizioni climatiche, l'installazione di impianti di teleriscaldamento non sempre risulta economicamente conveniente.

Da uno studio effettuato sulla potenzialità del teleriscaldamento in Italia, risulta che, ipotizzando di applicare il teleriscaldamento a tutti i centri urbani con più di 25.000 abitanti, la volumetria potenzialmente teleriscaldabile è pari a 450 milioni di m³ (Figura 5).

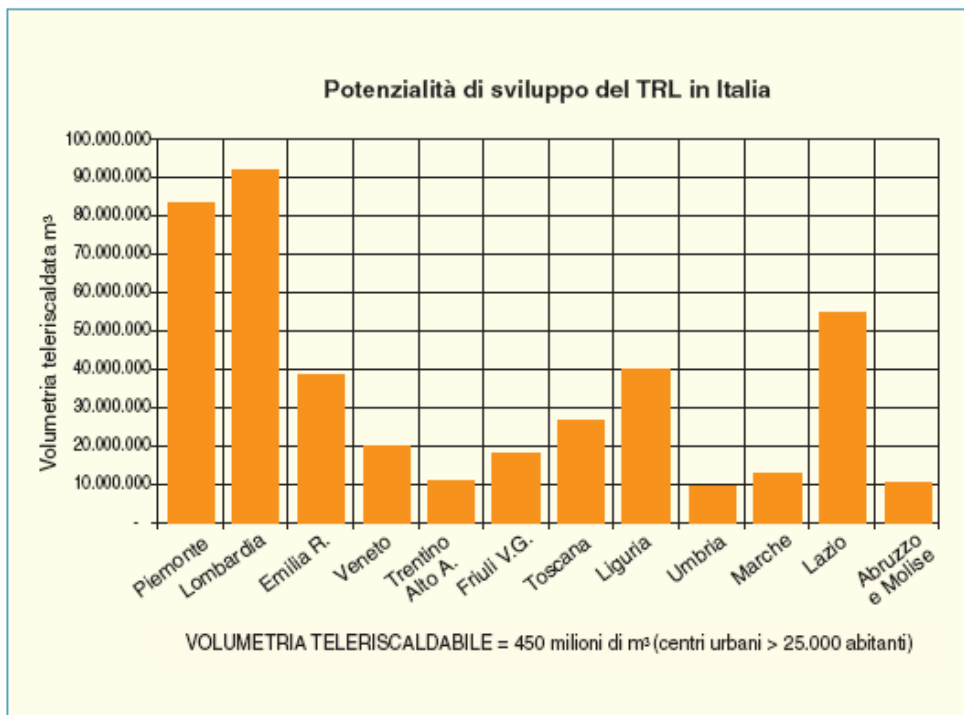


Figura 5- potenzialità di sviluppo del teleriscaldamento in Italia- Studio AIRU 2004

I vantaggi del teleriscaldamento

Lo scopo di questo capitolo è quello di evidenziare nel dettaglio come i sistemi di teleriscaldamento rappresentino un'importante opportunità di utilizzo razionale delle risorse energetiche e di controllo dell'inquinamento locale, nonché un sistema di contenimento della spesa energetica sia per la collettività che per i singoli utenti.

I vantaggi che il teleriscaldamento può offrire, rispetto alle forme tradizionali di produzione di energia termica, essenzialmente possono essere ricondotti a:

- Risparmio energetico e benefici ambientali (**benefici collettivi**)
- Vantaggi economici e semplicità d'uso per gli utenti (**benefici individuali**)

Aspetti energetici ed ambientali

A livello nazionale i consumi complessivi di energia nei settori residenziale e terziario costituiscono circa il 22% del totale¹ e la loro razionalizzazione, anche tramite maggior utilizzo del teleriscaldamento, costituisce un passo fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi strategici che il nostro Paese si è fissato in termini di riduzione del consumo di fonti fossili.

Il teleriscaldamento urbano consente di utilizzare tutte le fonti energetiche disponibili, integrandole efficacemente; infatti nella centrale è possibile bruciare combustibili diversi a seconda della maggiore convenienza economica del momento e della disponibilità sul mercato. È anche possibile utilizzare il calore di recupero da vari processi industriali, da forni inceneritori di rifiuti, o da altre fonti energetiche rinnovabili, come le biomasse (sottoprodotti agricoli, scarti dell'industria, ecc.) o le falde geotermiche.

Anche nel caso in cui l'input energetico sia una fonte fossile, il teleriscaldamento, utilizzando centrali a cogenerazione, produce energia elettrica e calore, consentendo di utilizzare una frazione cospicua dell'energia primaria contenuta nel combustibile, ben superiore a quella consentita dalle produzioni separate, come si è già visto in precedenza (Figura 2).

¹ ENEA Rapporto Energia e Ambiente 2005.

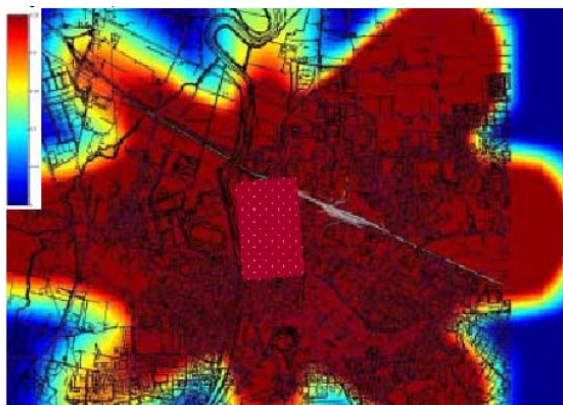
Il teleriscaldamento, quindi, permette di ridurre i consumi e utilizzare al meglio il combustibile: un solo impianto, ad elevato rendimento, sostituisce un grande numero di singole caldaie relativamente poco efficienti dal punto di vista energetico e ad alto impatto ambientale.

In un impianto ben progettato, il camino della centrale di teleriscaldamento ha un impatto inferiore a quello prodotto dai camini delle singole case nella città.

Nel caso di centrali di teleriscaldamento il D.P.R. 1391/1970 richiede l'adozione obbligatoria di apparecchiature di controllo e monitoraggio continuo della composizione dei fumi, ed il D.P.R. 412/1993 impone ogni 6 mesi l'analisi dei fumi e del rendimento. Il recente D.Lgs. 192/2005 prevede invece che gli impianti condominiali centralizzati siano soggetti a verifica mediamente ogni anno e quelli autonomi solo ogni due anni o addirittura ogni 4 anni. Inoltre, una sola fonte di emissioni è meglio monitorabile dal personale interno e dalle agenzie preposte (Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente, ARPA).

Infine, nei sistemi di teleriscaldamento alimentati con centrale a cogenerazione, la contemporanea produzione di energia elettrica in prossimità dei centri di utilizzo influisce positivamente sul sistema di trasporto e distribuzione, diminuendo la necessità di costruire nuovi elettrodotti ad alta e altissima tensione, particolarmente impattanti sull'ambiente.

Per dare una idea più concreta sul vantaggio ambientale del teleriscaldamento rispetto al riscaldamento con impianti autonomi, si riportano in Figura 6 i risultati di uno studio condotto per la Valutazione di Impatto Ambientale effettuata per un impianto realizzato nel comune di Cesena (FC). Le immagini, ottenute con un modello di simulazione, comparano la concentrazione delle emissioni in atmosfera, nei due casi: impianti autonomi e teleriscaldamento con centrale a cogenerazione. Nel caso delle caldaie (figura a sinistra) si può vedere come le emissioni di inquinanti si allarghino su tutta l'area abitata e siano caratterizzate da valori elevati (colore più scuro). La centrale di cogenerazione mostra al contrario un'emissione concentrata nei pressi della centrale, ma di entità decisamente inferiore (colore più chiaro) grazie all'altezza del camino ed ai migliori sistemi filtranti.



Impatto ambientale con caldaie

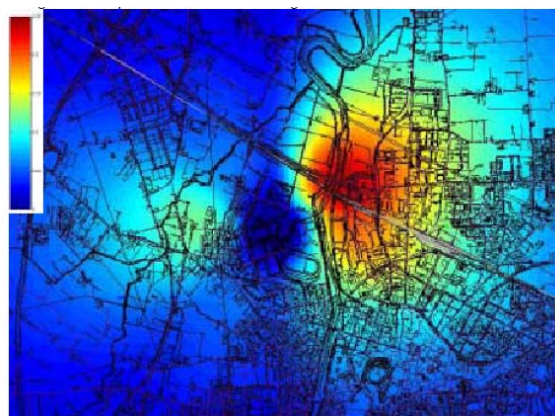


Figura 6

*Impatto ambientale con teleriscaldamento*²

Nel 2003 i sistemi di teleriscaldamento operanti in Italia, hanno consentito un risparmio³ in termini di energia primaria pari a 367.000 tep e benefici ambientali pari a 1.185.000 t di CO₂ evitate (valori calcolati rispetto ai sistemi convenzionali sostituiti).

² Fonte OPET SEED (Italia) - Caso studio "Impianto di teleriscaldamento a cogenerazione realizzato nel Comune di Cesena"

³ Fonte AIRU

Benefici per gli utenti

Il servizio di teleriscaldamento per l'utente finale è **semplice da utilizzare, sicuro ed economico**.

La semplicità d'uso e la sicurezza sono garantite dal fatto che si distribuisce acqua calda, per cui non è più necessario installare presso l'abitazione o il condominio la centrale termica e tutte le infrastrutture connesse al suo funzionamento, come canne fumarie, locali appositi, scarichi di sicurezza o cisterne.

Venendo meno la centrale termica presso l'utenza, vengono eliminati anche i rischi di esplosione ed intossicazione da fumi, eventi che durante i periodi invernali continuano purtroppo a ripetersi, dal momento che le prescrizioni di legge sulle verifiche di sicurezza e di efficienza energetica delle caldaie non sempre vengono osservate, ed è impossibile effettuare controlli a tappeto su un numero così elevato di impianti.

Il teleriscaldamento, per questi motivi, consente inoltre all'utente finale di evitare i costi relativi alla manutenzione e sostituzione degli impianti; le apparecchiature della sottocentrale, infatti, sono semplici e gli oneri di manutenzione minimi. L'utente paga solamente il calore già pronto all'uso, e lo paga a consumo effettuato, ad una tariffa normalmente inferiore a quella del calore prodotto tramite combustione in una caldaia individuale alimentata a gas naturale (Figura 7).

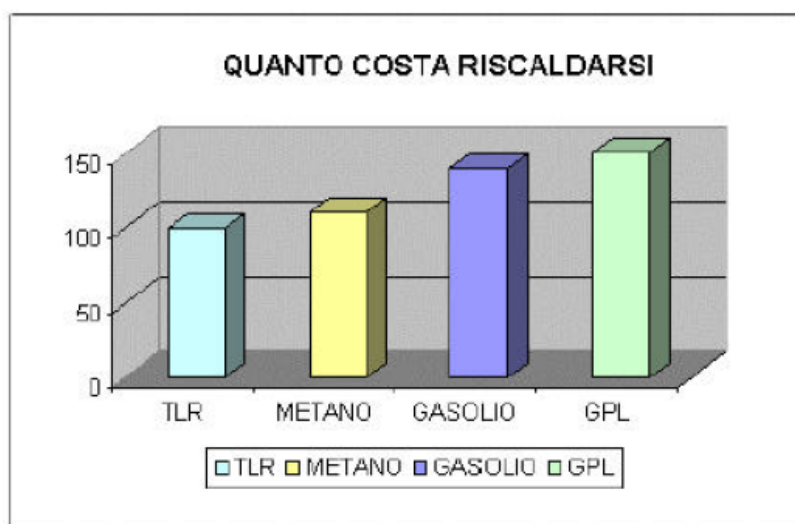


Figura 7 - Confronto del costo tra i vari vettori termici, indice Metano=100⁴

Dal punto di vista della gestione energetica, non si può non considerare che gli impianti “autonomi” hanno indotto gli utenti a ridurre gli sprechi, dal momento che si paga solo quello che realmente si consuma. Proprio per questo, tutti i moderni impianti di teleriscaldamento prevedono sistemi di contabilizzazione per ogni singolo alloggio, abbinati a sistemi di controllo dei tempi di funzionamento e delle temperature. In questo modo l'impianto di teleriscaldamento può essere gestito, in termini di temperature, periodi di funzionamento e consumi, esattamente come un impianto autonomo, assicurando in più rendimenti energetici globali superiori e maggiore sicurezza. La diffusione del teleriscaldamento, per questi motivi, garantisce all'utente:

- più convenienza rispetto al gasolio o al GPL, perché il costo del teleriscaldamento è ancorato a quello del gas naturale, definito secondo i parametri stabiliti dall'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas;
- maggiore convenienza anche per coloro che già utilizzano il gas naturale: l'assenza della caldaia e il fatto di non necessitare della canna fumaria si traducono in minori costi di gestione e di manutenzione della centrale termica;

⁴ Fonte OPET SEED (Italia) - Caso studio “Impianto di teleriscaldamento a cogenerazione realizzato nel Comune di Cesena”

- nessun costo di sostituzione di caldaia e bruciatore;
- abbattimento dei costi per la manutenzione ed il controllo periodico obbligatorio della caldaia e del bruciatore, inclusa la pulizia e la verifica dei condotti dei fumi, previste dal D.P.R. 412/93 per gli impianti di riscaldamento tradizionali, sia a metano che a gasolio;
- risparmio dello spazio solitamente dedicato al locale caldaia negli edifici di nuova costruzione;
- realizzazione e/o riconversione di alcune delle superfici calpestabili presenti sul tetto degli edifici grazie all'eliminazione delle canne fumarie;
- eliminazione della necessità del "terzo responsabile"⁵ per le attività direttamente connesse a caldaia e bruciatore.

Perché è opportuna una politica di promozione del teleriscaldamento?

L'ostacolo principale alla diffusione dei sistemi di teleriscaldamento non è certo legato agli aspetti tecnologici, semplici e collaudati, o ambientali, ma agli aspetti finanziari, normativi e culturali. Da un punto di vista "culturale", il teleriscaldamento è piuttosto sconosciuto ed è spesso confuso con i vecchi sistemi centralizzati di riscaldamento, che, a causa della mancanza dei sistemi di contabilizzazione separata del calore, non godono certo di buona fama. Inoltre, il mercato immobiliare ha promosso negli ultimi decenni unicamente i vantaggi del riscaldamento autonomo, e pertanto oggi è ancora difficile sensibilizzare gli utenti a forme di riscaldamento che si discostano dalla cosiddetta "caldaietta singola".

Da un punto di vista finanziario, invece, l'unico ostacolo è presentato dai costi iniziali per la realizzazione della rete di distribuzione, che garantiscono un ritorno economico dell'investimento solo nel medio-lungo periodo e pertanto non sempre sono considerati vantaggiosi dagli investitori privati.

Le Amministrazioni locali hanno la possibilità di fare da promotori nei confronti degli operatori privati per la realizzazione del sistema di teleriscaldamento, all'interno delle iniziative di carattere immobiliare. Il coinvolgimento di questi operatori privati non ha ancora un percorso metodologico istituzionalizzato, e perciò dipende dalla sensibilità della singola Amministrazione e dalla capacità dei suoi "decision makers" di dialogare con il mondo imprenditoriale.

Da un punto di vista normativo, invece, da un lato esiste un'attenzione della legislazione fiscale, che consente di utilizzare l'accisa industriale (più bassa) anziché quella civile nei teleriscaldamenti alimentati da cogenerazione; dall'altro lato, la legislazione civile non consente alle Amministrazioni di obbligare i cittadini, residenti in edifici già esistenti, a collegarsi al servizio, anche se esso arriva davanti alla loro utenza.

E' indubbiamente utile un intervento della pianificazione regionale o provinciale che dia chiare indicazioni ai Comuni su come comportarsi rispetto all'opzione di pianificare urbanisticamente reti di teleriscaldamento.

Talora viene messo in discussione, riguardo al sistema di teleriscaldamento, il vantaggio in termini di sostenibilità ambientale. Se infatti è indubbia la riduzione globale di emissioni di CO₂, si obietta che l'impatto dovuto alla produzione combinata anche di energia elettrica, aumentando il consumo di gas, determina un peggioramento della qualità dell'aria locale. Per evitare queste obiezioni (sollevate soprattutto da chi abita nelle aree più vicine alla centrale), è necessario che nella progettazione siano osservate alcune importanti condizioni:

- l'altezza del camino deve essere superiore a quella degli edifici circostanti;
- il sistema di filtrazione deve comprendere catalizzatori o sistemi SCR;
- deve essere effettuato lo studio della ricaduta dei gas inquinanti mediante modelli di simulazione del pennacchio dei fumi nelle diverse condizioni locali di vento;

⁵ Il terzo responsabile è il soggetto al quale è possibile delegare la responsabilità relativa all'esercizio e alla manutenzione dell'impianto termico.

- deve essere effettuata la valutazione dei livelli di inquinanti nell'aria a diverse distanze dalla centrale, che devono restare abbondantemente al di sotto dei limiti di legge
- deve essere garantito il rispetto di rigide norme sulle emissioni, quali le TA Luft tedesche (tipicamente un livello pari a 1/2 TA Luft o inferiore)

Quando tutte queste condizioni sono soddisfatte, si può raggiungere un livello di emissioni locali di inquinanti (NO_x, CO) sicuramente inferiore a quello della somma delle caldaie convenzionali che il sistema di teleriscaldamento va a sostituire.

L'impatto sonoro, infine, non rappresenta più un problema, con l'adozione dei moderni sistemi insonorizzanti.

2. Come si progetta e come si realizza una rete di teleriscaldamento

Come si progetta una rete di teleriscaldamento

Per progettare una rete di teleriscaldamento il primo passo è quello di definire l'area teleriscaldabile che sarà l'oggetto dello studio di fattibilità, che è articolato in più fasi tra loro interagenti, come esemplificato nella figura 8.

La fase principale dello studio è rappresentata dalla "analisi dell'utenza" il cui fine è quello di stimare la domanda termica teleriscaldabile. In base a questa si prosegue a definire la "localizzazione della centrale", il "tracciato della rete", la "tecnologia e il dimensionamento della centrale". In base ai risultati ottenuti dalle fasi precedenti si simula il funzionamento della centrale ed infine si produce il "bilancio energetico ambientale" e l' "analisi Economica e Finanziaria".

Individuazione dell'area

In linea generale, è possibile identificare delle caratteristiche che l'area, che si intende teleriscaldare, deve possedere affinché il progetto possa essere vincente.

Queste caratteristiche sono

- una buona densità edilizia, con edifici multipiano di volumetria superiore a 2-3.000 m³;
- la presenza di impianti di riscaldamento centralizzati;
- un utilizzo significativo di combustibili liquidi.

Le aree di nuova edificazione o di recupero urbano rappresentano di per sé un'area ottimale per la realizzazione di una rete di teleriscaldamento.

In fase di urbanizzazione di nuove aree, la posa delle condutture è facilitata e l'andamento temporale degli allacciamenti è meno soggetto ad incertezze perché l'acquisizione dell'utenza può essere definita in maniera aggregata con le imprese di costruzione. In questo caso si può definire, inoltre, una progettazione integrata teleriscaldamento / impiantistica lato utenza.

Analisi dell'utenza e stima della domanda termica teleriscaldabile

Il fine di questa fase è quello di stimare nel modo più preciso possibile la domanda termica globale nell'area considerata e la domanda termica teleriscaldabile.

Una volta individuata l'area, il primo passo è la **raccolta dei dati** relativi agli edifici, che sono:

- età, tipologia edilizia, volumetria e destinazione d'uso (residenziale, terziario, ecc.);
- numero di impianti di riscaldamento esistenti, suddivisi per tipologia (centralizzato o autonomo) e combustibile;
- consumi di combustibile per almeno i tre anni precedenti;
- regime di proprietà.



Figura 8 Le fasi dello studio di fattibilità - Schema esemplificativo

Si procede poi alla **stima della domanda termica nell'area**, che può essere effettuata attraverso due modalità:

- desunta in base a dati di consumo di combustibile
- ricostruita in base a caratteristiche dell'edificio (rapporto superficie disperdente / volume, area superfici vetrate, tipo di isolamento, ecc.), tipologia d'uso e condizioni climatiche della località (gradi giorno), standard normativi (classe energetica dell'edificio).

Utenti particolari, quali ospedali, grandi edifici pubblici, centri sportivi, centri commerciali, o industrie che richiedano calore di processo, necessitano di uno studio specifico più approfondito. In molti casi le piccole reti di teleriscaldamento in una prima fase vengono asservite a impianti sportivi pubblici (in particolare le piscine, che hanno un carico termico esteso anche oltre la stagione del riscaldamento) ed in seguito sono gradualmente estese ad aree residenziali di nuova espansione, ed anche ad aree già costruite.

A questo punto si procede alla **stima della penetrazione del teleriscaldamento**, scorporando la domanda termica in base alle seguenti caratteristiche dell'utenza:

- regime proprietario (privato o pubblico; in quest'ultimo caso l'allacciamento alla rete di teleriscaldamento discende da decisioni amministrative concertate);
- età degli impianti esistenti (maggiori possibilità di allacciamento per gli impianti che dovranno comunque essere sostituiti perché stanno raggiungendo la fine della loro vita utile);
- tipologia di impianto (maggiori possibilità di allacciamento per gli impianti centralizzati);
- combustibile utilizzato.

Essendo questa la fase più importante per la valutazione del progetto di teleriscaldamento, occorre procedere in essa con un approccio per scenari, definendo uno scenario principale e almeno altri due scenari (situazione minima / massima). I risultati di questa analisi sono:

- il totale dell'energia termica che sarà richiesto in rete;
- le potenze massime delle utenze particolari.

Dimensionamento del cogeneratore

Anche il dimensionamento del cogeneratore in un sistema di teleriscaldamento rappresenta una fase molto delicata, perché unisce considerazioni tecniche, economico-finanziarie e commerciali (vendita dell'energia elettrica alle migliori condizioni). Altro fattore rilevante è la strategia che si pensa di seguire per il funzionamento, al variare delle condizioni del carico termico e delle fasce tariffarie imposte dall'Autorità per l'Energia Elettrica al variare del giorno e dell'ora.

Un metodo utile per la scelta della taglia del cogeneratore è quello di compilare un diagramma che mostri la potenza termica richiesta dall'impianto durante l'anno, in funzione del numero di ore in cui tale potenza si presenta, ordinata dalla potenza massima alla minima. Nei casi più comuni si può semplificare la costruzione del diagramma facendo ipotesi semplificative sull'andamento durante il giorno e la settimana, e limitarsi ad un valore medio di potenza per mese. La taglia del cogeneratore può essere individuata in corrispondenza di un numero di ore sufficiente a garantire la remuneratività dell'investimento (in genere almeno 4000 ore/anno).

Localizzazione della centrale di produzione

Il primo passo da compiere in questa fase è la verifica della possibilità di allacciamento a centrali preesistenti, ovvero della possibilità di recupero di calore da industrie, inceneritori o centrali elettriche. La scelta successiva della localizzazione della centrale di produzione deve essere effettuata basandosi sul raggiungimento di questi obiettivi:

- minimizzazione dell'impatto ambientale (emissioni, rumore) per gli abitanti;
- minimizzazione del percorso medio del calore trasportato mediante il fluido termovettore dalla centrale alle utenze (posizione il più possibile baricentrica rispetto all'area considerata);
- minimizzazione dei costi di approvvigionamento dell'input energetico (questo si verifica solo nel caso di fonti quali la biomassa o la geotermia).

Ovviamente le centrali di produzione possono essere anche più di una.

Tracciato e dimensionamento della rete

Il tracciato dalla rete è divisibile in:

- rete primaria (la dorsale, posata in suolo pubblico sotto la sede stradale);
- rete secondaria (allacciamenti alle singole utenze e tratti correnti in proprietà private).

I diversi scenari di acquisizione dell'utenza, definiti in fase di stima della domanda termica teleriscaldabile, si ripercuotono sull'estensione della rete secondaria (ad esempio, l'offerta di condizioni agevolate per l'allacciamento può far crescere la rete secondaria).

Il corretto dimensionamento della **rete primaria** (diametro delle tubazioni) è molto importante perché incide in maniera significativa sul costo totale dell'impianto.

Il dimensionamento della rete dipende dai seguenti parametri:

- la potenza termica, derivante dal dimensionamento dei carichi termici esistenti e dalle previsioni di futura espansione;
- la differenza di temperatura tra mandata e ritorno del fluido termovettore (che può essere acqua calda, acqua surriscaldata, vapore, liquidi diatermici);

La portata di fluido termovettore (Q), anch'essa fondamentale per il dimensionamento delle tubazioni, si determina come rapporto fra la potenza termica che occorre fornire alle utenze (P) ed il prodotto del calore specifico del fluido (c) per la differenza di temperatura mandata-ritorno (ΔT):

$$Q = \frac{P}{c \cdot \Delta T}$$

Nel caso più comune, in cui il fluido termovettore è acqua calda, la sua velocità nelle reti di teleriscaldamento viene scelta nel range 1-2,5 m/s (velocità troppo basse implicano l'adozione di tubazioni di grosso diametro con conseguente aumento delle dispersioni termiche mentre velocità troppo alte producono maggiori perdite di carico). Normalmente come velocità di primo tentativo si sceglie quella più bassa del range, 1 m/s, e poi si prende un diametro commerciale della tubazione che si avvicina per difetto a quello calcolato: così la velocità effettiva nella tubazione sarà sicuramente contenuta nel range stabilito. Impostando come costante la velocità del fluido termovettore, la sezione dei tubi diviene via via decrescente man mano che si distribuisce la portata lungo i rami della rete, dai tronchi principali alle diramazioni più periferiche. Si rende poi necessaria la posa di sistemi di compensazione delle dilatazioni termiche, che aumentano all'aumentare della temperatura.

Tutte le variabili indicate influiscono sul diametro delle tubazioni (una maggiore potenza o una minor differenza di temperatura comportano una maggior portata e quindi maggior diametro), e ciò si ripercuote sui costi del sistema. Infatti, i costi di impianto aumentano all'aumentare del diametro delle tubazioni, mentre i costi di esercizio aumentano all'aumentare delle perdite di carico, cioè con il diminuire del diametro delle tubazioni a parità di portata termica.

Le perdite di calore lungo la rete sono estremamente ridotte, utilizzando i moderni tubi preisolati, pari tipicamente al 3% della potenza trasportata dalla rete (0,1°C al chilometro, se la differenza di temperatura tra mandata e ritorno è di 15°C in una rete da 5 km).

Influiscono, inoltre, sulla scelta del dimensionamento ottimale, ipotesi su eventuali estensioni future della rete e la scelta della tecnologia nella centrale di produzione, che definisce il livello entalpico massimo (prodotto del calore specifico per la differenza di temperatura) del calore recuperabile.

Per quanto riguarda la costruzione della rete secondaria questa, invece, può anche avere un orizzonte temporale più lungo, sincronizzato con i piani di acquisizione delle utenze.

Scelta della tipologia impiantistica

Prima di procedere alla definizione della tipologia di impianto, bisogna effettuare una scelta preliminare sull'input energetico che si utilizzerà. Effettuata la scelta sulla fonte, le tecnologie disponibili per le centrali sono svariate (per una panoramica più ampia si rimanda all'allegato I), ma sicuramente la tipologia più adatta, e per questo anche la più diffusa, è la cogenerazione a gas.

Nel caso della cogenerazione i fattori che influenzano la scelta sono:

- la taglia del sistema di teleriscaldamento,
- il livello di temperatura richiesto nella distribuzione del calore,
- il livello di priorità economica che si vuole attribuire alla vendita di energia elettrica.

La **taglia** del sistema è determinata in base al diagramma orario della domanda di calore e alle dispersioni della rete che vanno sommate per ottenere la domanda termica in centrale.

In maniera del tutto approssimativa, si può dire che la potenza termica dell'impianto cogenerativo viene posizionata al 50% del picco di domanda di riscaldamento.

Ottenuto il valore di potenza termica, si ottiene il valore di potenza elettrica in base al rapporto termico/elettrico della tecnologie disponibili.

In base al valore della potenza elettrica (P_e), è possibile definire quali sono le scelte tecnologiche disponibili, che, sempre in modo puramente indicativo, sono :

- $Pe < 5$ MW - motori alternativi
- $5 \text{ MW} < Pe < 10$ MW - motori alternativi o turbine a gas;
- $10 \text{ MW} < Pe < 20$ MW - turbine a gas o cicli combinati gas/vapore;
- $Pe > 20$ MW - cicli combinati gas/vapore.

Va tenuto presente che la situazione tecnologica è in continuo miglioramento soprattutto per quanto riguarda le potenze medie e piccole, grazie all'utilizzo di microturbine, celle a combustibile e turbine a gas derivate dai motori aerei.

Anche la scelta del livello di temperatura influisce sulla scelta della tecnologia cogenerativa, dal momento che un alto livello porta ad escludere i motori alternativi e nei cicli combinati vi è una diminuzione del rendimento elettrico all'aumentare della temperatura di recupero del calore.

Questi problemi non si hanno, invece, per le turbine a gas, che infatti rappresentano la scelta più diffusa in questi casi.

Una volta effettuata la scelta tecnologica, si passa al dimensionamento dei componenti della centrale e alla eventuale suddivisione del modulo cogenerativo in più unità. Un sistema modulare consente, infatti, di dilazionare nel tempo gli investimenti in base agli allacciamenti effettivi e di migliorare la capacità di adattamento alle variazioni del carico.

La centrale di produzione può essere poi integrata con l'apporto di energia termica proveniente da pozzi geotermici, caldaie alimentate da scarti di legname o biomassa agricola/forestale, altre centrali termoelettriche, ecc.

Simulazione del funzionamento

A questo punto, definiti tutti gli input necessari, si passa alla simulazione del funzionamento del sistema ipotizzato, attraverso l'utilizzo di un software specifico o di modelli predisposti su fogli di calcolo.

La simulazione del funzionamento per un anno tipo produce i seguenti output:

- Consumi di combustibile
- Elettricità prodotta
- Elettricità ceduta alla rete
- Calore prodotto (da cogenerazione e da integrazione)
- Calore erogato alle utenze
- Emissioni.

Bilancio energetico ed ambientale

Il fine della redazione del bilancio energetico ed ambientale è quello di quantificare il risparmio energetico ottenibile e le emissioni evitate con il sistema di teleriscaldamento rispetto alla produzione decentralizzata convenzionale. Anche se non sempre risulta facile effettuare queste valutazioni in termini quantitativi esatti, il primo passo da effettuare è quello di studiare i sistemi convenzionali che si vanno a sostituire sia in termini di consumo di combustibili sia in termini di emissioni prodotte. Si confrontano poi questi risultati con quelli ottenuti dalla simulazione del funzionamento dell'impianto di teleriscaldamento.

Analisi finanziaria ed economica

L'analisi finanziaria ed economica conclude lo studio di fattibilità ed è una fase di verifica decisiva ai fini della effettiva realizzazione del progetto.

Le principali voci di **costo** di un progetto per un sistema di teleriscaldamento sono:

- la rete di distribuzione;
- la centrale di produzione;
- il combustibile;
- la manutenzione e gestione della centrale;
- la manutenzione e gestione della rete di trasmissione del calore.

I costi hanno una componente fissa ed una variabile con la produzione, e dipendono quindi anche dai piani di acquisizione dell'utenza.

I **ricavi** dell'iniziativa sono rappresentati dalla vendita di calore e di elettricità (nel caso cogenerativo).

L'analisi della convenienza economica di un impianto di cogenerazione presenta una elevata sensibilità alle condizioni di interfaccia con il sistema elettrico e con quello del gas naturale (tariffe, prezzi, tipologie di contratto, etc.). Occorre sempre considerare che i prezzi e le tariffe del settore energetico in Italia dipendono fortemente dagli andamenti dei mercati internazionali sottoposti a cicliche turbolenze.

Le tariffe del teleriscaldamento praticate agli utenti finali sono solitamente composte da una quota fissa annuale, calcolata in base alla potenza impegnata, e da una quota variabile, legata al consumo, che viene aggiornata trimestralmente in base ai prezzi del gas naturale approvati dall'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas. Le tariffe sono calcolate in modo da generare una convenienza economica per l'utenza rispetto ai sistemi convenzionali.

Una volta quantificati i costi ed i ricavi, si calcola il flusso di cassa anno per anno come la differenza tra i ricavi e la somma delle uscite (costi di esercizio e spese in conto capitale).

L'andamento del flusso di cassa nel tempo determina gli indici economici di convenienza dell'investimento.

Qualche cifra

Per avere una idea di quelli che sono i costi di realizzazione ed i ricavi di un sistema di teleriscaldamento, in via assolutamente generale e a titolo puramente indicativo, si riportano i costi parametrici globali degli impianti di cogenerazione e delle reti, nonché un esempio di tariffa applicata agli utenti finali.

Costi parametrici globali degli impianti di cogenerazione:

Motore a combustione interna (1-10 MWe)	730 ÷ 930 €/kWe
Turbine a gas (5-30 MWe)	930 ÷ 1040 €/kWe
Ciclo combiando (30 – 50 MWe)	930 – 1040 €/kWe

Costi della rete:

Diametro mm 25	114 €/m
Diametro mm 50	145 €/m
Diametro mm 100	415 €/m
Diametro mm 150	517 €/m
Diametro mm 200	620 €/m
Diametro mm 250	700 €/m
Diametro mm 300	775 €/m
Diametro mm 350	930 €/m

In Figura 9 sono presentati degli esempi di schemi tariffari, che distinguono tra utenti con riscaldamento individuale e con riscaldamento centralizzato, tra una tariffa unica basata sul consumo (tariffa monomia) e una tariffa composta da una parte fissa (legata alla portata impegnata contrattualmente) e da una parte variabile legata al consumo (tariffa binomia, suddivisa in due schemi alternativi, caratterizzati da un diverso peso della quota fissa).

UTENZE AD USO PREVALENTEMENTE ABITATIVO

RISCALDAMENTO INDIVIDUALE	Quota fissa (€/anno per m ³ /h)	Quota relativa ai consumi (€/kWh)
Formula monomia		0,070749
Formula binomia	2.995,00	0,042450
Formula binomia alternativa	1.198,00	0,048817

RISCALDAMENTO CENTRALIZZATO	Quota fissa (€/anno per m ³ /h)	Quota relativa ai consumi (€/kWh)
Formula monomia		0,076892
Formula binomia	3.092,00	0,043828

All'importo delle tariffe sopra indicate deve essere applicata l'IVA prevista dalla vigente normativa pari al 10%

Figura 9: esempio di schema tariffario, applicato da ASMEA – Gruppo ASM – Brescia in vigore il 1 ottobre 2005

Come si realizza una rete di teleriscaldamento

Come si autorizza

Come si è visto in precedenza, la condizione più favorevole per la costruzione di una rete di teleriscaldamento è quella di inserirla in aree di nuova edificazione. Inserendola in questo contesto, infatti, si possono posare le tubazioni insieme a quelle delle altre reti di servizi, evitando i costi di scavo e ripristino del manto stradale e problemi alla circolazione veicolare e pedonale. Inoltre, non essendo già presenti le centrali termiche negli edifici, è più facile persuadere i proprietari della convenienza ad allacciarsi alla rete. Il recente D.Lgs.192/05 impone ai costruttori la predisposizione delle opere civili che favoriscano l'allacciamento alla rete.

Tutto questo non significa che le reti di teleriscaldamento non possano essere inserite anche in ambienti urbani già consolidati, e molte realizzazioni nel nostro Paese ne sono un esempio. In questo caso, per abbassare i costi si può posare la rete in contemporanea a lavori di manutenzione sulle reti già esistenti.

Nel procedere alla realizzazione di una rete di teleriscaldamento, si valuta, in base alla potenza della centrale, se sia necessario o meno assoggettarsi alle procedure di legge, che hanno come fine la valutazione dell'impatto ambientale (V.I.A.).

Dal momento che la V.I.A. delle centrali termiche ed elettriche è materia che coinvolge la legislazione regionale, per un approfondimento sulle tipologie di impianti che necessitano di essere sottoposti a V.I.A. e sulle procedure da seguire si rimanda al DPR 12/4/96 - "Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della Legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione d'impatto ambientale"- e alla conseguente legislazione regionale.

Come si finanzia

Ad oggi, quasi tutti gli impianti di teleriscaldamento sono di proprietà delle società energetiche, risultate dai processi di privatizzazione, comunemente chiamate “ex municipalizzate”. Nonostante gli indubbi vantaggi ambientali ed economici offerti dal teleriscaldamento, l’elevato costo complessivo, in gran parte imputabile alla realizzazione della rete, e la profittabilità, proiettata nel medio-lungo periodo, fanno spesso da deterrente alla loro diffusione, soprattutto se essa è lasciata solamente all’iniziativa privata.

Uno dei sistemi a disposizione per poter realizzare l’investimento è quello offerto dalle Energy Service Company (ESCO), alle quali qui si accenna solamente, mentre per approfondimenti si rimanda allo specifico libretto pubblicato in questa stessa serie.

Le ESCo sono società nate con lo scopo di fornire servizi ad alta efficienza energetica. Se con la costruzione di un sistema di teleriscaldamento si può ottenere un risparmio per esempio del 30%, la ESCo realizza l’impianto e per un certo numero di anni (generalmente 8-20) ne è proprietaria e ne cura la gestione. Durante il periodo di gestione la ESCo recupera tramite il risparmio generato il costo dell’investimento. Scaduto il periodo prefissato, l’investimento è stato ammortizzato e il costo dell’energia può ulteriormente ridursi.

Esistono poi, nel nostro ordinamento, degli strumenti che sono stati creati appositamente per consentire alla Pubblica Amministrazione di perseguire e raggiungere l’interesse pubblico, concordandolo però con i privati interessati. Tra questi, ad esempio, gli accordi procedurali o sostitutivi permettono alla Pubblica Amministrazione di negoziare con i privati sul come raggiungere l’interesse pubblico, in maniera soddisfacente per entrambi. Purtroppo questi strumenti sono ancora oggi poco utilizzati, nonostante la loro enorme potenzialità soprattutto nel campo di nostro interesse.

A questo proposito, si vuole qui riportare l’esempio di come una Amministrazione comunale sia riuscita, attraverso questi strumenti, a far diffondere sul suo territorio l’utilizzo di sistemi di teleriscaldamento, senza l’impiego di risorse economiche proprie.

L’esempio del Comune di Casalecchio di Reno

L’Amministrazione del Comune di Casalecchio di Reno (BO), comune limitrofo alla grande area urbana di Bologna, già alla fine degli anni ’80, con la realizzazione di nuove aree di espansione, si è posta il problema di come coniugare la sua necessità di crescita con gli obiettivi ambientali di contenimento delle emissioni e di uso più efficiente delle risorse.

Nell’attuazione di un nuovo grande comparto (comparto Meridiana) ad uso residenziale e commerciale, fu siglato, per questo, un Protocollo d’Intesa con i soggetti privati attuatori, in cui fu prevista la costruzione di una centrale a cogenerazione e di una rete per il riscaldamento e la fornitura di acqua calda sanitaria a tutte le nuove utenze del comparto. La centrale entrò in funzione nel 1987, e la realizzazione ha avuto un successo tale che negli anni successivi è stata ampliata per servire una ulteriore grande zona, nella quale sono insediati due centri commerciali ed il palazzo dello sport PalaMalaguti.

Dall’ottimo risultato ottenuto con questa prima esperienza, quasi sperimentale, è stata prevista la realizzazione di nuove centrali e reti di teleriscaldamento anche nell’attuazione di altri comparti residenziali (edilizia pubblica, privata, convenzionata), sempre attraverso l’utilizzo di strumenti di accordo pubblico/privato.

Concretamente, l’Amministrazione Comunale, tramite gli accordi, concorda con i privati attuatori le modalità con cui verrà effettivamente realizzato il comparto, e insieme si perviene alla scelta delle soluzioni più convenienti per entrambe le parti. In caso di accordo sulla realizzazione dell’impianto di teleriscaldamento il costo è a carico dei soggetti attuatori privati, che ne sono proprietari e che eventualmente affidano la gestione ad un’azienda specializzata.

Sempre dai dati forniti direttamente dal Comune, un recente studio effettuato per l’attuazione di un nuovo comparto ha stimato che l’extra costo sugli oneri di urbanizzazione per l’installazione della centrale e la posatura della rete è pari ad 800 € per alloggio. Questo extra costo è confrontabile con

il costo che dovrebbe essere sostenuto per l'installazione di una caldaia autonoma; infatti, per contenere al massimo i costi della rete e i costi per gli utenti, è stata prevista l'installazione di una sottocentrale d'utenza per ogni gruppo di edifici, poi per ogni singolo alloggio è installato un contacalorie. In questo modo, l'utente finale paga solo quello che consuma realmente e può regolare autonomamente il proprio consumo, agendo sul termostato ambiente posto all'interno dell'appartamento.

L'esempio del Comune di Casalecchio di Reno, che vogliamo sperare non sia l'unico nel panorama nazionale, è stato citato qui perché possa fornire lo spunto per la realizzazione di tante altre simili iniziative.

Le aree industriali verso la sostenibilità ambientale: le aree ecologicamente attrezzate.

Non solo le aree residenziali, ma anche quelle industriali sono un potenziale sito per l'avvio di politiche integrate di gestione energetica volta alla ottimizzazione e alla riduzione dei consumi.

L'art. 26 del D.Lgs. 112/98 introduce il concetto delle aree industriali ecologicamente attrezzate e delle loro modalità di gestione, demandando alle Regioni e alle Province autonome la disciplina delle dotazioni infrastrutturali e dei sistemi necessari, nelle aree industriali, a garantire la tutela della salute, della sicurezza e dell'ambiente. L'art. 26 prevede, inoltre, che le medesime leggi disciplinino anche le forme di gestione unitaria delle infrastrutture e dei servizi delle aree ecologicamente attrezzate da parte di soggetti pubblici o privati.

Le attività produttive esercitano, infatti, una significativa pressione ambientale sia come utilizzo di risorse (territoriali, energetiche ed idriche) sia come emissioni. L'introduzione di questo nuovo concetto di area industriale "eco-efficiente", dotata di requisiti tecnici ed organizzativi finalizzati a minimizzare ed a gestire le pressioni sull'ambiente, rappresenta sicuramente una nuova metodologia di approccio per agevolare le singole imprese insediate a migliorare le loro performances ambientali.

La produzione di energia elettrica e termica direttamente all'interno di queste aree, valutando le possibili sinergie tra produzioni di diverse aziende (recupero di calore, combustione di scarti legnosi, ecc) è ovviamente solo una delle tappe di questo processo di sostenibilità, ma è comunque un traguardo importante, al quale sistemi come le reti di teleriscaldamento con centrale a cogenerazione possono contribuire in maniera significativa.

Tra le Regioni che già hanno provveduto ad emanare apposita normativa, e nelle quali sono già state realizzate o sono in corso di realizzazione le prime esperienze, troviamo la Regione Marche, la Regione Toscana e la Regione Emilia Romagna.

Marketing

L'enorme diffusione dei sistemi autonomi di riscaldamento domestico, avvenuta tra gli anni '80 e '90, si è avuta perché tali sistemi all'epoca rappresentavano l'unica soluzione tecnologica per consentire ai singoli utenti di gestire in maniera autonoma il proprio comfort ed i propri consumi. Gli impianti centralizzati erano allora sinonimo di locali troppo caldi o troppo freddi, di locali riscaldati anche nelle ore in cui non erano abitati e di conseguenza di costi per il riscaldamento molto elevati. Le "caldaiette" sono entrate perciò nel nostro "immaginario collettivo" come sinonimo di risparmio energetico.

Oggi questa tecnologia non risponde più alle stesse esigenze, e determinati tipi di caldaie centralizzate (ad esempio le caldaie a condensazione), affiancate a sistemi di contabilizzazione separata del calore per ogni utenza, risultano di gran lunga più convenienti in termini di risparmio energetico ed economico. Ma perché allora continuiamo a vedere negli annunci immobiliari l'indicazione "riscaldamento autonomo" come se fosse un elemento di pregio dell'immobile e mai la scritta "teleriscaldamento" o "caldaia centralizzata a condensazione"?

Gli esperti di marketing sanno bene che variare le abitudini del consumatore non è certo una cosa facile, ma sanno anche che uno dei pochi mezzi in grado di potere fare questo è la pubblicità.

Le campagne di informazione su questi temi sono state e sono tuttora molto numerose, ma appare sorprendente che il consumatore, a cui sono proposte più volte al giorno le caratteristiche vantaggiose di tanti nuovi prodotti, non riceva lo stesso tipo di messaggio per il teleriscaldamento. In sintesi, quanti dei non addetti ai lavori sanno che cos'è il teleriscaldamento?

Senza voler effettuare alcun giudizio di valore, sembra di potere constatare che, per accelerare cambiamenti rivolti al maggiore utilizzo del teleriscaldamento, sono probabilmente necessarie campagne informative più incisive.

Come e cosa paga l'utente

Oggi in tutti i nuovi sistemi di teleriscaldamento sono inseriti sistemi di contabilizzazione separata (per approfondimenti si rimanda all'allegato I, nonché al libretto di questa serie destinato alla contabilizzazione e regolazione del calore), che consentono all'utente finale di pagare solo quanto effettivamente consumato in termini di energia termica prelevata dalla rete (chilowattora termico, o kWh_t). In questo modo, il cliente può gestire in assoluta autonomia le ore di funzionamento ed i consumi, al pari di un impianto autonomo convenzionale. Le tariffe applicate dai gestori vengono di solito determinate secondo un principio di equiparazione del prezzo finale dell'energia termica al costo del metano e ricalcano pertanto l'articolazione tariffaria di quest'ultimo. Può essere previsto, inoltre, un canone annuale fisso, indipendente dai consumi, che copra la manutenzione e la gestione dell'impianto.

Allegato I - Le Tecnologie

L'obiettivo del presente capitolo è quello di fornire una panoramica sulle tecnologie oggi disponibili per la realizzazione di sistemi di teleriscaldamento, sia a livello di centrale, sia di rete, sia di sottocentrale d'utenza.

Combustibili

Qualsiasi tipo di combustibile è teoricamente adatto per alimentare una centrale a cogenerazione, ed è possibile, inoltre, utilizzare anche i recuperi energetici provenienti da altri processi industriali. La scelta della fonte energetica dipende, quindi, esclusivamente dal suo costo, dalla sua disponibilità in loco e dal suo impatto ambientale.

Carbone

Il carbone presenta sicuramente grosse problematiche a livello ambientale, data le alte emissioni di CO₂ prodotte in fase di combustione, ma nonostante le penalizzazioni introdotte dalla L. 448/98, istitutiva della "carbon tax", è ancora oggi molto usato, principalmente per il fatto che il suo prezzo sul mercato internazionale è piuttosto stabile.

L'utilizzo del carbone nel teleriscaldamento è particolarmente diffuso in alcuni Paesi Europei, tra cui Danimarca, Germania e Finlandia, e in Italia il 12% dell'energia primaria totale utilizzata nei sistemi di teleriscaldamento viene da questo combustibile.

Prodotti petroliferi

Nei sistemi di teleriscaldamento in funzione nel nostro paese, tra i prodotti petroliferi più usati troviamo l'olio combustibile, che rappresenta il 6% dell'energia primaria utilizzata.

Gas naturale

Il gas naturale è, tra i combustibili fossili, quello che garantisce i maggiori vantaggi, sia in termini di approvvigionamento, sia in termini di impatto ambientale, sia in termini di accettabilità sociale.

Proprio per questo è in assoluto il combustibile più utilizzato nei sistemi di teleriscaldamento in Italia, con una quota del 59% sul totale dell'energia primaria utilizzata.

Combustibile derivato da rifiuti solidi urbani

I maggiori problemi connessi all'utilizzo di questo combustibile derivano non solo dalla gestione dei rifiuti e delle discariche, ma dalla sua scarsa accettabilità da parte della popolazione, che lo ritiene un combustibile ad alto rischio ambientale. Proprio da questo punto di vista, invece, l'esperienza portata avanti da molti Paesi Europei dimostra che lo sviluppo tecnologico ed una corretta gestione sono in grado di fornire adeguate garanzie di sicurezza ambientale nell'utilizzo di questo combustibile (fermi restando gli obiettivi di riduzione dei rifiuti e la priorità a riciclaggio e riutilizzo). Infatti, la Direttiva Europea 2000/76/CE ha definito i limiti di emissione ed i sistemi di controllo per i cosiddetti "co-inceneritori", il cui scopo principale non è l'eliminazione dei rifiuti ma la generazione di energia, ed il Dlgs 387/2003 ha incluso i rifiuti tra le fonti energetiche ammesse a beneficiare del trattamento riservato alle fonti rinnovabili. In Italia, nei sistemi di teleriscaldamento i rifiuti urbani rappresentano il combustibile più utilizzato dopo il gas naturale, con una quota pari al 20% sull'energia totale utilizzata.

Calore refluo industriale

Molte attività industriali (chimica, ceramica, raffinazione, ecc.) producono calore come scarto di processo, che in alcuni casi potrebbe essere idoneo per alimentare un sistema di teleriscaldamento. La convenienza economica di questo recupero dipende da vari elementi (ubicazione degli stabilimenti, andamento nel tempo della produzione, ecc.), e se in linea di massima può non essere la fonte adatta per alimentare in maniera esclusiva una rete di teleriscaldamento, può, invece, offrire buone possibilità di impiego per alimentare centrali di integrazione.

Biomassa

La biomassa utilizzabile a fini energetici è principalmente costituita da fusti e ramaglie forestali, residui o prodotti agricoli, e residui legnosi non trattati da lavorazioni agricole o industriali.

L'approvvigionamento di questo combustibile non è però sempre facile ed economicamente conveniente, dal momento che i costi di raccolta e trasporto possono essere piuttosto elevati. Per questi motivi, la biomassa ha trovato uso in alcuni impianti di teleriscaldamento ubicati in zone montane, dove la disponibilità di biomassa sul territorio è più elevata (scarti delle segherie e residui della pulitura dei boschi).

La biomassa contribuisce con una quota del 2% sul totale dell'energia primaria immessa nei sistemi di teleriscaldamento in Italia. Gli esempi più noti sono in Alto Adige (Val Pusteria) ed in Piemonte (Biella).

Geotermia

La fonte geotermica in Italia trova ancora scarso utilizzo, nonostante la natura in gran parte vulcanica del nostro paese. Lo sfruttamento delle fonti geotermiche presenta, però, non pochi problemi, tra cui soprattutto la distanza tra la fonte e le zone d'utilizzo.

La geotermia contribuisce con una quota del 1% sul totale dell'energia primaria immessa nei sistemi di teleriscaldamento in Italia (l'esempio più noto riguarda il Comune di Ferrara)

Fonte di energia primaria	TEP	%
Gas naturale	661.120	59 %
RSU	220.946	20 %
Carbone	128.983	12 %
Olio Combustibile	71.390	6 %
Recuperi industriali	6.032	1 %
Geotermia	10.967	1 %

Biomasse	17.622	2 %
Totale fossili	861.493	77 %
Totale rinnovabili	255.567	23 %
Totale generale	1.117.060	100 %

Tabella 1 - Le fonti di energia primaria utilizzate nei sistemi di teleriscaldamento in Italia – Anno 2003 – fonte AIRU

Generatori

Un impianto di teleriscaldamento può essere definito *semplice* o *combinato* a seconda del tipo di centrale che lo alimenta.

Impianti semplici

Un impianto di teleriscaldamento si definisce semplice quando è alimentato da una centrale costituita da caldaie che producono esclusivamente calore, trasportabile da un fluido termovettore che può essere acqua calda, acqua surriscaldata o vapore.

In un impianto di teleriscaldamento solitamente questo tipo di centrale non trova utilizzo come generatore principale, ma ha una funzione transitoria ed integrativa, cioè viene utilizzata solo nei primi anni di avviamento, quando l'utenza è in fase di acquisizione, e una volta a regime integra un generatore cogenerativo per coprire i picchi di richiesta termica.

Impianti combinati

Un impianto di teleriscaldamento si definisce combinato quando è alimentato da una centrale costituita da gruppi che consentono la produzione contemporanea di energia elettrica e calore (cogenerazione). Tra le tecnologie a cogenerazione più utilizzate nel teleriscaldamento troviamo le seguenti:

Motori a combustione interna.

I motori a combustione interna comprendono i grandi motori diesel a gasolio o olio combustibile di tecnologia navale e i motori a ciclo Otto a gas naturale. Nelle applicazioni per teleriscaldamento si recupera il calore dai gas di scarico e dai processi di raffreddamento dell'olio e dell'acqua.

I valori del rapporto tra potenza elettrica e termica variano da 1,0-1,2 per i motori diesel a 1,5-1,6 per quelli a ciclo Otto.

I principali vantaggi offerti dai motori a combustione interna sono:

- disponibilità per taglie a partire già da soli 15 kW;
- facile modularità;
- elevati rendimenti anche a carichi ridotti;
- elevata flessibilità rispetto alle variazioni di domanda di calore e di energia elettrica.

Necessitano però di manutenzione piuttosto complessa e le unità di taglia elevata possono presentare problemi di trasmissione delle vibrazioni.

Cicli a vapore

Sono sistemi caldaia-turbina a vapore che possono operare a condensazione, a spillamento oppure a contropressione. Con questi sistemi il calore è prodotto prelevando dalla turbina una parte del vapore prima che abbia completato l'espansione, oppure utilizzando il vapore prodotto dal recupero del calore dei gas di scarico della turbina.

La turbina a spillamento consente una maggiore flessibilità operativa in funzione delle variazioni del carico elettrico e termico, mentre quella a contropressione ha una resa complessiva maggiore.

I principali vantaggi di questi sistemi sono:

- rendimenti elevati;
- possibilità di utilizzare combustibili meno pregiati;
- alta affidabilità di esercizio.

Gli aspetti più critici, invece, sono:

- mancanza di taglie disponibili per piccole installazioni;
- limitata flessibilità rispetto alle variazioni di domanda di calore ed energia elettrica.

Turbine a gas

Sono tecnologie di derivazione aeronautica o industriale e presentano il vantaggio di rapida messa in produzione, ridotti costi di investimento e possibilità di esercizio completamente automatico. Nel teleriscaldamento si sfrutta l'elevata temperatura dei gas di scarico per la produzione di vapore o più raramente di acqua calda.

Presentano un basso rendimento elettrico e problemi di rumorosità, ma hanno l'enorme vantaggio di poter essere regolate, in fase di funzionamento, per inseguire le esigenze di carico, semplicemente agendo sulla quantità di gas immesso, esattamente come avviene per il motore di un aereo.

Cicli combinati

Questi sistemi abbinano le turbine a gas con il ciclo a vapore, cioè il gas di scarico dalla turbina fornisce calore ad una caldaia a recupero in cui si produce vapore ad alta pressione, utilizzato per azionare una turbina a vapore. Entrambe le turbine sono associate a generatori elettrici e si raggiungono rendimenti molto elevati. Per il teleriscaldamento si utilizza il calore refluo della turbina a vapore, riducendo però il rendimento elettrico.

Questo tipo di impianto oltre ad un alto rendimento consente anche una grande flessibilità operativa che permette di bilanciare la produzione termica o elettrica in base alle esigenze. I cicli combinati rappresentano oggi la tecnologia termoelettrica più avanzata a disposizione.

Celle a combustibile

Una tecnologia che potrebbe avere un grande interesse nel futuro è quella delle celle a combustibile, che, producendo principalmente energia elettrica e secondariamente calore, per definizione si prestano a funzionare come sistemi a cogenerazione, con rendimenti elettrici elevati ma soprattutto con ottimi rendimenti combinati (elettrico più termico).

Microturbine

Sono sistemi costituiti da turbine a gas a singolo stadio per potenze elettriche da 30 a 100 kW. Sono sistemi adatti per la cogenerazione diffusa sul territorio, in alternativa ai piccoli motori a combustione interna. Presentano un buon rendimento rispetto alla taglia, bassi costi di manutenzione, flessibilità per quanto riguarda il combustibile utilizzabile (gas naturale, benzina, kerosene gasolio) e basse emissioni inquinanti.

La rete di distribuzione

Il sistema di distribuzione può utilizzare diversi tipi di fluidi: vapore, acqua calda, acqua surriscaldata o olii diatermici. Il sistema può essere diretto o indiretto. Nel primo caso un unico circuito idraulico collega la centrale di produzione con le unità terminali, ossia i corpi scaldanti (termosifoni, radiatori, pannelli radianti, etc.) dell'utente; nel secondo caso sono presenti due circuiti separati, in contatto tra loro attraverso uno scambiatore di calore collocato nei pressi dell'utenza.

In Italia si utilizza prevalentemente il sistema indiretto ad acqua calda (80-95°C di mandata) e, sempre meno frequentemente, quello ad acqua surriscaldata (110-120°C di mandata).

Il sistema indiretto, a fronte di maggiori costi di investimento, consente di utilizzare componenti a bassa pressione per l'impianto dell'utente, semplifica la manutenzione e l'individuazione delle perdite e rende più efficiente la regolazione e la contabilizzazione del calore.

Le tubazioni da cui è costituita la rete possono essere in acciaio, ghisa, vetroresina o materiale plastico, coibentate con lana di roccia o di vetro o schiuma di poliuretano espanso, ed esternamente sono protette con una guaina bituminata o con resine termoindurenti. Le più utilizzate ora sono le tubazioni pre-coibentate, specifiche per reti di teleriscaldamento, con un sistema integrato di localizzazione delle perdite.

Le tubazioni possono essere posate in cunicolo (anche comune ad altre utenze), in guaina, direttamente nel terreno o fuori terra, ma quest'ultima metodologia è adottata solo per situazioni particolari come attraversamenti di ferrovie, canali, etc.

Gli scavi per la posa delle tubazioni generalmente sono effettuati a cielo aperto, ma nelle situazioni in cui non si può rompere il piano di calpestio si possono effettuare a foro cieco.

Nella posatura della rete vanno attentamente considerati i problemi che possono derivare dalla corrosione, dalle dilatazioni termiche e dalle perdite. Una rete equilibrata dovrebbe presentare la stessa resistenza idraulica per ogni percorso a partire dalla centrale fino ad ogni sottocentrale di utenza.

La configurazione della rete può essere a forma di pettine ovvero ad anello o ad anelli multipli (maglie). In genere, per sistemi di teleriscaldamento di limitate dimensioni, e che si sviluppano gradualmente, risulta più conveniente la prima forma, che è meno costosa sia per la lunghezza totale di tubazioni sia perché più facile da espandere in nuove aree (estensione dei rami principali o creazione di nuovi rami secondari). Per consentire queste espansioni, va posta ovviamente cura nel dimensionare con una certa ridondanza i tronchi di partenza dalla centrale.

Sottostazioni di pompaggio

Le stazioni di pompaggio sono composte dall'elettropompa di circolazione, dai filtri, dal vaso di espansione, dall'impianto di trattamento acqua e da un serbatoio di riserva. Il sistema funziona in controllo automatico, in maniera tale da essere in grado di compensare le perdite di pressione della rete. Sono stati spesso adottati con successo sistemi di regolazione della velocità delle pompe basati su inverter (VSD), per ridurre i notevoli consumi elettrici del pompaggio.

Unità di scambio, modalità e regolazione

La sottocentrale d'utenza, utilizzata nei sistemi di distribuzione indiretta, è essenzialmente costituita da uno scambiatore di calore, che separa fisicamente il circuito della rete di teleriscaldamento (circuito primario) dal circuito dell'utenza. Sono poi presenti una valvola di regolazione, un regolatore elettronico della temperatura di mandata ed un contatore di calore per contabilizzare l'energia ceduta all'impianto.

Esistono in commercio sottocentrali, anche prefabbricate in officina, per tutte le esigenze, da quelle per uso industriale a quelle per uso monofamiliare, da quelle adatte per il solo riscaldamento a quelle adatte anche per la produzione di acqua calda sanitaria. Esteticamente possono essere assimilate alle caldaie convenzionali.

Lo scopo della sottocentrale installata presso ciascuna **utenza** è quello di:

- fornire il calore per il riscaldamento ambienti,
- produrre acqua calda per usi igienico sanitari (ove necessario),
- garantire la separazione fisica del circuito di rete dai circuiti interni degli utenti.

Le sottocentrali per le utenze civili sono dotate di meccanismi che permettono di regolarne il funzionamento nei mesi invernali (acqua calda sanitaria e riscaldamento) e nei mesi estivi (solo produzione di acqua calda sanitaria).

Contabilizzazione

Nel caso in cui le sottocentrali d'utenza siano di tipo plurifamiliare, all'interno di ogni singola unità abitativa si inseriscono sistemi di contabilizzazione dell'energia termica, abbinati a sistemi di controllo e gestione dei tempi di funzionamento e delle temperature di riscaldamento. In questo modo, l'impianto viene del tutto assimilato ad un impianto autonomo, garantendo la gestione diretta dei periodi di funzionamento, delle temperature ambiente e soprattutto la contabilizzazione individuale dei consumi.

I sistemi di contabilizzazione possono essere a misura diretta (misura di portata e differenza di temperatura tramite contatore di calore) se la distribuzione del sistema di riscaldamento è fatta per appartamento, ovvero indiretta (misura della temperatura dei radiatori) se l'impianto è a colonne montanti.

In edifici dotati di caldaiette singole, è possibile fornire un'unità satellite ad ogni appartamento, eliminando la sottocentrale di edificio. L'unità satellite assolverà così alle funzioni di scambio di calore, regolazione della potenza erogata, contabilizzazione e produzione di acqua sanitaria.

Raffrescamento

Il calore prodotto dagli impianti di cogenerazione può essere utilizzato, oltre che per la produzione di acqua calda, anche per la produzione di acqua refrigerata, attraverso l'utilizzo di gruppi frigoriferi ad assorbimento, alimentati sia da acqua calda, sia da acqua surriscaldata, sia da vapore). Questo sistema, nell'ambito di una rete di teleriscaldamento, può essere utilizzato sia direttamente a livello di centrale, con distribuzione di acqua refrigerata direttamente presso le utenze (mediante ad una temperatura di 6°C), oppure con l'installazione di un gruppo frigorifero presso l'utenza. Nel primo caso si parla di sistemi di teleraffrescamento propriamente detti, dove l'acqua refrigerata, prodotta in centrale dai gruppi frigoriferi, viene distribuita alle utenze tramite una rete appositamente dedicata. Questa tipologia di servizio incontra però ancora non pochi problemi tecnico-economici, dovuti alla posa di una ulteriore rete (se la rete ad acqua calda deve fornire calore anche in estate, per esempio per l'acqua sanitaria), ovvero all'adattamento della rete calore ad una rete per freddo, e per questo motivo si preferisce l'installazione del gruppo frigorifero ad assorbimento direttamente presso l'utenza finale. In questo modo la rete di teleriscaldamento provvede normalmente al trasporto del calore presso l'utenza e l'acqua refrigerata è prodotta localmente.

La potenza frigorifera installata in Italia⁶, relativa a sistemi di teleraffrescamento è pari a 37,2 MWf, mentre quella che utilizza assorbitori installati presso le utenze è pari 80 MWf.

Viste le ripercussioni dell'uso sempre più massiccio dei condizionatori estivi sul sistema elettrico nazionale, un maggiore sviluppo di questo servizio comporterebbe non solo maggiore sicurezza nella fornitura di elettricità in estate, ma soprattutto risparmi energetici davvero rilevanti, dal momento che l'utilizzo dell'energia elettrica per il raffrescamento degli edifici non rappresenta la soluzione termodinamicamente più efficiente.

Allegato II – Applicazioni, quadro di sintesi ed esempi pratici

Applicazioni

Il sistema di teleriscaldamento urbano

Come si è visto, un sistema di teleriscaldamento è un sistema a rete, alimentato da una o più centrali, per il riscaldamento a distanza di un'intera città o di un quartiere, e questo servizio può essere assimilato agli altri servizi pubblici di rete.

Bisogna però sottolineare che, affinché un sistema a rete di distribuzione dell'energia termica possa essere considerato come “teleriscaldamento” nella sua vera accezione, è necessario che si verificino determinate condizioni, che sono:

- Il calore prodotto viene trasportato attraverso le reti di teleriscaldamento e ceduto (kWh termici) agli utenti, contabilizzato e fatturato.
- La rete di distribuzione deve svilupparsi su terreni pubblici (strade) e/o su più terreni di privati (non si può considerare rete se la stessa si sviluppa su un terreno di un solo proprietario) e collegare almeno due utenti diversi.
- Il fornitore del calore deve essere soggetto diverso dall'utilizzatore dello stesso.

Sistemi locali

Per “sistemi locali” si intendono sistemi di teleriscaldamento con uno sviluppo della rete solitamente più ridotto rispetto ai sistemi a scala urbana e caratterizzati da almeno uno dei seguenti fattori:

⁶ Anno 2003 - fonte AIRU, associazione italiana riscaldamento urbano.

- Una o più utenze ha particolari esigenze energetiche (es. ospedali, centri sportivi, gallerie commerciali, etc.)
- Esiste, nei pressi del sistema, la disponibilità di una fonte energetica alternativa (biomassa, inceneritore di rifiuti urbani, fonte geotermica) che altrimenti verrebbe dispersa.

Nel nostro Paese, tra i sistemi locali più significativi troviamo la nuova centrale di cogenerazione, ormai in fase di completamento, che fornirà riscaldamento, raffrescamento e energia elettrica all'aeroporto di Milano Linate, ed alimenterà anche una rete di teleriscaldamento a servizio di un'area urbana limitrofa.

La micro-cogenerazione

Per microcogenerazione si intende l'utilizzo di impianti di generazione del tutto simili a quelli utilizzati per alimentare sistemi di teleriscaldamento, ma installati a livello di singolo edificio o piccoli gruppi di edifici limitrofi. Con questo sistema, la rete di distribuzione o è di dimensioni assolutamente ridotte oppure è completamente assente.

Questi sistemi non sono alternativi al teleriscaldamento, ma possono essere utilizzati là dove una rete tradizionale può non risultare economicamente o tecnicamente realizzabile, consentendo comunque il raggiungimento di elevate performances energetico-ambientali rispetto ai sistemi convenzionali.

Esistono nel nostro paese rari esempi di microcogenerazione, anche se il loro numero potrebbe in futuro fortemente aumentare se subentrassero semplificazioni amministrative nella gestione della produzione di energia elettrica.

Il sistema ad isola

In questa categoria rientrano sistemi a scala più o meno ampia, che autoproducono e consumano tutta o la maggior parte dell'energia elettrica e termica necessaria attraverso sistemi alimentati da impianti di cogenerazione. Questo modello consente significativi risparmi di energia primaria grazie all'utilizzo della cogenerazione, permette di usufruire delle accise agevolate riservate all'autoconsumo (cfr. allegato III), e consente anche di salvaguardarsi da eventuali interruzioni nel sistema di trasporto elettrico nazionale. Questi vantaggi possono essere molto allettanti soprattutto per quei settori industriali in cui vi sia un utilizzo intensivo di energia nel ciclo produttivo e/o dove interruzioni nell'approvvigionamento energetico possano avere grosse ripercussioni negative. Un esempio di applicazione di questo sistema è rappresentato dalla centrale in uso all'aeroporto di Milano Malpensa. All'interno della zona aeroportuale di Malpensa, infatti, è in funzione dal 1998 un impianto di trigenerazione che garantisce alla aerostazione la fornitura di energia elettrica, calore e raffrescamento, queste ultime distribuite a tutti gli edifici aeroportuali con una rete che si sviluppa per 15 km. Un grande aeroporto è infatti un'ottima utenza poiché presenta l'esigenza di elevati carichi con notevole continuità durante tutto l'anno, giorno e notte. Inoltre, l'autoproduzione di energia elettrica costituisce anche una maggiore sicurezza di continuità dell'alimentazione per un'utenza sensibile come quella di un aeroporto, ed infatti la centrale ha consentito allo scalo di funzionare regolarmente anche durante il black-out dell'estate 2003.

Allegato III Norme ed Incentivi

Le norme

Si riporta di seguito una breve panoramica sui principali riferimenti legislativi nazionali in tema di energia, che rappresentano le linee guida fondamentali per il settore del teleriscaldamento.

- D.Lgs. n.192 del 19/08/2005 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia", Allegati I, punto 13, e D, punto 2.

- DPR 412/1993-DPR 551/99-DM del 17/03/2003: Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia in attuazione dell'art. 4 comma 4 della L.10/91.
- D.lgs 79/1999: liberalizzazione del mercato energetico
- D.lgs 387/2003: Attuazione della Direttiva 2001/77 CE, relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
- DM del 20/07/2004: Individuazione obiettivi di efficienza energetica.
- DM del 20/07/2004: Risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili- D.lgs 164/2000.
- Credito di imposta per teleriscaldamento a biomassa: art. 8, c. 10, L. n. 448/1998; art. 4, D.L. n. 268/2000; art. 60, L. n. 342/2000; art. 29, L. n. 388/2000; art. 6, D.L. n. 56/2001; art. 21, c. 7, L. n. 289/2002; art.17, c. 1, D.L. n. 269/2003; circ. 31.10.2001, n. 95/E.
- DM del 24 aprile 2001, sostituiti dai DM del 24 agosto 2004, "Individuazione degli obiettivi quantitativi per l'incremento dell'efficienza energetica negli usi finali ai sensi dell'art. 9, comma 1, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79".
- Decreto Legge 273/2004: Disposizioni urgenti per l'applicazione della direttiva 2003/87/CE in materia di scambio di quote di emissione dei gas effetto serra nella Comunità Europea.
- DM del 24 /10/2005 Aggiornamento delle direttive per l'incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili ai sensi dell'articolo 11, comma 5, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.
- DM del 24 /10/2005 Direttive per la regolamentazione dell'emissione dei certificati verdi alle produzioni di energia di cui all'articolo 1, comma 71, della legge 23 agosto 2004, n. 239.
- L. Regionale 26/2004 Regione Emilia-Romagna: all'art.5 si richiede di valutare la possibilità di introdurre sistemi di teleriscaldamento e cogenerazione in tutte le aree di espansione superiori a 1000 mq.

Gli incentivi

Esistono nel nostro Paese vari strumenti di incentivazione, non solo fiscale, a vantaggio di quegli impianti di teleriscaldamento, che meglio garantiscono il raggiungimento degli obiettivi di risparmio energetico ed utilizzo efficiente delle risorse.

I certificati verdi

Questo meccanismo di incentivazione è stato stabilito dal D.lgs 79/1999 (liberalizzazione del mercato energetico), che all'art. 11, commi 1, 2 e 3, nell'ottica di promozione dello sfruttamento delle fonti rinnovabili, dispone:

“Al fine di incentivare l'uso delle energie rinnovabili, il risparmio energetico, la riduzione delle emissioni di anidride carbonica e l'utilizzo delle risorse energetiche nazionali, a decorrere dall'anno 2001, gli importatori e i soggetti responsabili degli impianti che, in ciascun anno, importano o producono energia elettrica da fonti non rinnovabili hanno l'obbligo di immettere nel sistema elettrico nazionale, nell'anno successivo, una quota prodotta da impianti da fonti rinnovabili, entrati in esercizio o ripotenziati, limitatamente alla producibilità aggiuntiva, in data successiva a quella di entrata in vigore del presente decreto. (...) Gli stessi soggetti possono adempiere al suddetto obbligo anche acquistando, in tutto o in parte, l'equivalente quota o i relativi diritti da altri produttori, purché immettano l'energia da fonti rinnovabili nel sistema elettrico nazionale, o dal gestore della rete di trasmissione nazionale...”

Il decreto ha così istituito un mercato di “certificati verdi” al quale devono rapportarsi i produttori e gli importatori di energia da fonti convenzionali per rispettare quella quota del 2% (aumentata gradualmente fino al 3% nel 2006), imposta dal decreto. A questo decreto hanno poi fatto seguito

ulteriori decreti di attuazione e modifiche, culminate nella L. 239/2004 che riordina sostanzialmente tutto il settore energetico.

La cogenerazione era di fatto esclusa dalla possibilità di registrare certificati verdi, con l'unica eccezione della produzione di energia elettrica da impianti di cogenerazione alimentati a biomassa.

Il recente DM del 24 /10/2005 ha voluto invece far rientrare la possibilità di godere dei certificati verdi per gli impianti di teleriscaldamento alimentati da sistemi a cogenerazione (nonché quelli alimentati da rifiuti). L'allegato A al decreto prevede infatti un meccanismo per calcolare, a partire dall'energia termica effettivamente fatturata agli utenti finali, la quantità corrispondente di energia elettrica alla quale si può riconoscere il certificato. La formula utilizzata è:

$$E_{cv} = H * C * T,$$

dove:

E_{cv} è la quantità di MWe riconosciuta come certificato verde

H è l'energia termica in MWh distribuita e fatturata ad utenti (nuovi) del teleriscaldamento proveniente dal cogeneratore

C è pari a 0,75 per motori, 0,55 per turbine.

T è uguale a 1 per nuovi impianti e reti, 0,70 per nuove reti su impianti esistenti, 0,30 per rifacimento parziale.

Esempio

Cogeneratore costituito da un motore endotermico alimentato a gas da 1 MWe e 1,3 MWt, operante in trigenerazione, collegato ad una nuova rete di teleriscaldamento, per un totale di 3900 ore annue. H = 4817 MWh (riscaldamento e condizionamento), C = 0,75 per motori. T è uguale a 1 per nuovi impianti e reti, per cui:

$$E_{cv} = 3612 \text{ MWe}$$

Valorizzati a 6 eurocent/kWh: 216.743 €.

L'investimento totale, usando le tabelle del punto 2, porta ad un costo del cogeneratore di 0,830 M€, e, considerando 1 km di rete da 150 cm, ad altri 0,517 M€ per la rete; l'incentivo totale risulta perciò pari al 16%.

I certificati bianchi

Introdotta una prima volta da due DM nel 2001, poi re-introdotta con modifiche nei DM del 24 agosto 2004, il sistema dei certificati bianchi si propone di istituire un meccanismo di mercato, analogo a quello dei certificati verdi, per l'incentivazione del risparmio di energia elettrica e di gas. Le principali differenze rispetto ai sistemi tradizionali di incentivazione in conto capitale degli investimenti sono:

- l'attribuzione dell'obbligo ai distributori di energia elettrica e di gas (ma solo per ora a quelli con più di 100.000 utenti);
- La possibilità di far certificare i risparmi non solo ai distributori ma anche alle cosiddette ESCo inserite nell'albo dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas;
- La possibilità per i distributori di ottenere un riconoscimento finanziario per i certificati bianchi, proveniente dalle tariffe.

Il sistema è stato avviato a partire dal 2005, accettando le richieste di certificazione per risparmi ottenuti nel periodo intercorso tra il 2001 ed il 2004.

Per quanto riguarda il teleriscaldamento alimentato a cogenerazione, l'Autorità ha prodotto una scheda tecnica, che descrive la metodologia per calcolare i risparmi certificabili (scheda n. 22), con un approccio di tipo "analitico", ove cioè è necessario misurare alcuni parametri, ma poi la quantificazione dei risparmi è legata ad un calcolo univocamente determinato, che non richiede ulteriori approvazioni.

La scheda n. 22 consente di individuare tre tipi di Titoli di Efficienza Energetica (TEE).

Il Tipo I consiste nel risparmio di energia elettrica, e per un sistema di teleriscaldamento a trigenerazione è rappresentato dall'equivalente in tep dell'energia elettrica prodotta, al netto degli

ausiliari, sommata all'energia elettrica che sarebbe stata necessaria per produrre la stessa quantità di freddo per il condizionamento estivo.

Il Tipo II invece rappresenta il risparmio di gas, che viene determinato confrontando l'energia primaria richiesta dal cogeneratore (aggiungendovi gli ausiliari) con quella necessaria per la produzione separata della stessa quantità di calore, energia elettrica e freddo.

Il Tipo III riguarda i risparmi su altre forme di energia, qualora ad esempio la situazione precedente o di confronto fosse stata a gasolio o a biomassa.

Il riconoscimento tariffario, in misura di 100 euro/tep, è attribuito solo al Tipo I e II.

Esempio

Nel caso di una sostituzione di caldaie a gas con cogeneratore a gas da 1 MWe e 1,3 MWt, operante in trigenerazione per un totale di 3900 ore annue, si ottiene una quota totale di TEE di 360 tep, pari a 36000 euro, per cinque anni, pari ad un totale di 180.000 euro. Paragonato all'investimento considerato al paragrafo precedente, si tratta di un incentivo pari al 13%.

Incentivazioni fiscali:

Gli impianti di teleriscaldamento, sempre in dipendenza dalla fonte utilizzata, godono delle seguenti ulteriori incentivazioni:

- Sono stati previsti distinti crediti d'imposta per i gestori di reti di teleriscaldamento alimentato con biomassa ed energia geotermica (commisurato ai kWh prodotti) e per il collegamento da parte di questi alle reti di teleriscaldamento. L'incentivo è stato confermato dalla legge finanziaria 2006.

- Incentivi sull'acquisto del gas naturale.

Per quanto riguarda il funzionamento di un impianto in cogenerazione, la fiscalità sul combustibile tiene conto di due distinte situazioni. In un'applicazione in ambito civile con cogeneratore alimentato a gas naturale (ma non collegato a teleriscaldamento), passano da accisa civile ad accisa di generazione 0,25 m³ di gas naturale ogni kWh prodotto. Il restante consumo del cogeneratore pagherà l'accisa civile. In caso di autoconsumo dell'energia elettrica prodotta, l'accisa di generazione viene ulteriormente ridotta del 70%. La riduzione può sembrare molto elevata, ma l'accisa di generazione è già molto più bassa di quella civile (meno dello 0,3%). L'addizionale Regionale inoltre non si applica al gas naturale per uso elettrico. Se il cogeneratore alimenta un impianto di teleriscaldamento, ferma restando la quota di 0,25 m³ di gas naturale ogni kWh prodotto che passano all'accisa elettrica, il restante consumo del cogeneratore viene compreso negli usi industriali, quindi sparisce l'accisa civile. Inoltre si ha il grande beneficio del passaggio da accisa civile ad accisa industriale di tutto il gas naturale delle caldaie di integrazione (rispettando il limite imposto dall'art. 11 comma 2 lettera b) della L 10/91⁷).

- Vendita dell'elettricità prodotta.

Si presentano varie possibilità per l'energia elettrica prodotta:

⇒ Autoconsumo in loco o altrove, in utenza civile o Pubblica Illuminazione: il soggetto giuridico che produce è lo stesso che consuma (autoconsumo). Non c'è vendita, quindi non si paga l'iva (importante per un soggetto pubblico che non può recuperarla). Se l'autoconsumo avviene nel luogo di produzione o con un collegamento privato, non si deve pagare la tariffa di trasporto al distributore elettrico.

⇒ Consumo in loco o altrove, in utenza civile o Pubblica Illuminazione: il soggetto giuridico che produce è diverso da quello che consuma. In questo caso si deve pagare l'iva. Se il consumo avviene nel luogo di produzione o con un collegamento privato, non si deve pagare la tariffa di trasporto al distributore elettrico.

⁷ “potenza elettrica installata per la cogenerazione, ed energia elettrica prodotta annualmente, pari ad almeno il 10% rispettivamente della potenza termica e dell'energia termica erogate all'utenza”.

- ⇒ Vendita ad un grossista con diverse possibilità di valorizzazione a seconda delle fasce orarie coperte.
- ⇒ Cessione come eccedenza, senza alcun impegno, alla Rete Nazionale.

Allegato IV

Esempi pratici - il teleriscaldamento nei grandi centri urbani: La rete di teleriscaldamento di Brescia

Caratteristiche tecniche	
<i>Gestore</i>	ASM S.p.A
<i>Comuni serviti</i>	Brescia, Bovezzo
<i>Utenze</i>	13.998 edifici
<i>Volumetria allacciata</i>	35.200.000 m ³
<i>Potenza termica</i>	724 MWt
<i>Energia termica erogata</i>	1.116 GWht/anno
<i>Cogenerazione</i>	Sì
<i>Potenza elettrica</i>	244 MWe
<i>Energia elettrica immessa in rete</i>	416 GWh/anno
<i>Raffrescamento</i>	Sì
<i>Alimentazione</i>	Gas naturale (4,1 mln m ³ /a), OCD (47.200 t/a), carbone (155.900 t/a), rifiuti (463.700 t/a), biomasse (257.400 t/a)
<i>Lunghezza rete</i>	400 km
<i>Dati al 31/12/2004</i>	
Caratteristiche dell'utenza	
<p>Il teleriscaldamento nella città di Brescia è stato avviato nel 1972. Benché sia la rete più estesa in Italia, è un sistema ancora "in crescita": nel corso del 2003 si è registrato un incremento della volumetria servita di 633.000 m³, l'incremento maggiore registrato fra tutti i sistemi italiani. A fine 2004 risultano allacciati 14.000 edifici, per una volumetria servita di oltre 35 milioni m³, circa i 2/3 delle utenze cittadine. Una buona percentuale dell'utenza (il 43% della volumetria servita) è di tipo terziario, circa il 5% è industriale e oltre il 50% residenziale. Il 73% delle sottostazioni è dotata di servizio di riscaldamento ed acqua calda sanitaria.</p> <p>La rete di Brescia convoglia acqua surriscaldata a 120°C; la rete di Bovezzo, alimentata attraverso un gruppo di scambio termico dalla Rete Brescia, ha invece una temperatura di mandata dell'acqua di 90°C.</p>	
Descrizione sistema di produzione di calore	
<p>Il calore è prodotto in 3 impianti: la Centrale Lamarmora, la Centrale Diesel Sud ed il Termoutilizzatore. La centrale Lamarmora (potenza termica di oltre 350 MWt) è costituita da 3 gruppi di cogenerazione e 2 caldaie ausiliarie/di emergenza, la centrale diesel Nord è costituita da 2 linee diesel di cogenerazione e 6 caldaie (di cui 2 installate presso l'Ospedale civile) per la sola produzione termica.</p> <p>Il termoutilizzatore è in funzione dal 1998, ed è in grado, da solo, di soddisfare circa un terzo del fabbisogno di calore della città attraverso la combustione di rifiuti e biomasse. Due linee sono dedicate alla combustione dei rifiuti (58 MWe e 102 MWt), mentre la terza linea, di più recente realizzazione, è dedicata alla combustione di biomasse (23 MWe e 51 MWt).</p>	
Benefici energetici e ambientali	
<p>Oltre ai benefici energetici e ambientali connessi con il teleriscaldamento (maggior efficienza rispetto ai sistemi di riscaldamento individuali/condominiali, controllo delle emissioni), l'impianto di termoutilizzazione in particolare garantisce un sistema di utilizzo come risorsa energetica delle biomasse e dei rifiuti, che comunque andrebbero smaltiti. Da segnalare che la raccolta differenziata nella città di Brescia è al 40% (2004) e non è quindi posta in secondo piano a causa della presenza del termoutilizzatore. Rispetto al conferimento in discarica dei rifiuti, alla produzione di energia elettrica con olio combustibile e alla produzione di calore con metano in impianti individuali, il termoutilizzatore permette di evitare il 94% delle emissioni di polveri, il 93% di ossidi di zolfo, il 47% di ossidi di azoto e il 43% di CO₂.</p>	
Punti di forza	

- rete di TLR più estesa in Italia
- alta % della popolazione servita dal TLR
- cogenerazione (produzione di calore ed energia elettrica)
- termoutilizzazione dei rifiuti (fonte assimilabile alle rinnovabili)

Esempi pratici - il teleriscaldamento nei centri minori: La rete di teleriscaldamento di San Martino di Castrozza

Caratteristiche tecniche	
<i>Gestore</i>	Ecotermica S.r.l.
<i>Comuni serviti</i>	San Martino di Castrozza (TN)
<i>Utenze</i>	134 utenze
<i>Volumetria allacciata</i>	400.000 m ³
<i>Potenza termica</i>	15 MWt
<i>Energia termica erogata</i>	11 GWht/anno
<i>Cogenerazione</i>	Sì
<i>Potenza elettrica</i>	0,44 MWe
<i>Energia elettrica immessa in rete</i>	2 GWh/anno
<i>Raffrescamento</i>	No
<i>Alimentazione</i>	biomasse
<i>Lunghezza rete</i>	16 km
Dati al 31/12/2004	
Caratteristiche della rete e dell'utenza allacciata	
<p>Il sistema di riscaldamento urbano di San Martino di Castrozza è uno fra i tanti sistemi realizzati in Trentino (Provincia Autonoma di Trento) e nel vicino Alto Adige (Provincia Autonoma di Bolzano). Complessivamente risultano teleriscaldate con impianti a biomassa oltre 2,5 milioni di m³. Nella Provincia di Bolzano sono 25 le reti già operative, per una potenza totale di 107 MWt, e altre 3 sono in corso di realizzazione. Il dato è particolarmente significativo anche perché il teleriscaldamento a biomasse unisce la disponibilità locale di residui legnosi con l'elevato fabbisogno termico della zona (oltre 4.000 gradi giorno). La rete di San Martino di Castrozza è stata realizzata nel 2002. Si tratta di un sistema di distribuzione ad acqua calda (T mandata 90°C, ritorno 60°C), che serve 134 sottocentrali per una lunghezza di 16 km (3,3 sottocentrali a km contro i 204 allacciamenti a km della rete di Brescia) e raggiunge il 60% della popolazione (rappresentanti più del 95% in energia). Il 72% delle sottocentrali fornisce alle utenze sia riscaldamento sia acqua calda sanitaria. Il servizio di teleriscaldamento è rivolto prevalentemente ad utenze ricettive (65% della volumetria allacciata).</p>	
Descrizione sistema di produzione di calore	
<p>L'impianto è costituito da 2 caldaie a biomassa legnosa di potenza rispettivamente di 6 e 2 MWt, alimentate a cippato, e da un motore cogenerativo diesel da 0,44 MWe e 0,51 MWt. La caldaia di riserva, alimentata a olio combustibile, ha una potenza di 6,5 MWt.</p>	
Benefici energetici e ambientali	
<p>I benefici ambientali derivanti dallo sviluppo del teleriscaldamento a biomassa sono legati all'utilizzo di una fonte rinnovabile a emissione di gas serra pari a zero: nel corso del suo ciclo di vita, la biomassa assorbe tanta anidride carbonica quanta ne emette nel processo di combustione. Rispetto alla combustione negli impianti a legna individuali, inoltre il ricorso ad un'unica centrale permette un maggior controllo delle altre emissioni inquinanti (PM10, ossidi di azoto), grazie anche ad un elettrofiltro.</p>	
Punti di forza	
<ul style="list-style-type: none"> - utilizzo di una fonte rinnovabile (biomassa) disponibile a livello locale - valorizzazione delle risorse e delle capacità imprenditoriali locali - appartenenza ad un comprensorio nel quale il teleriscaldamento alimentato a biomassa è ampiamente diffuso. 	