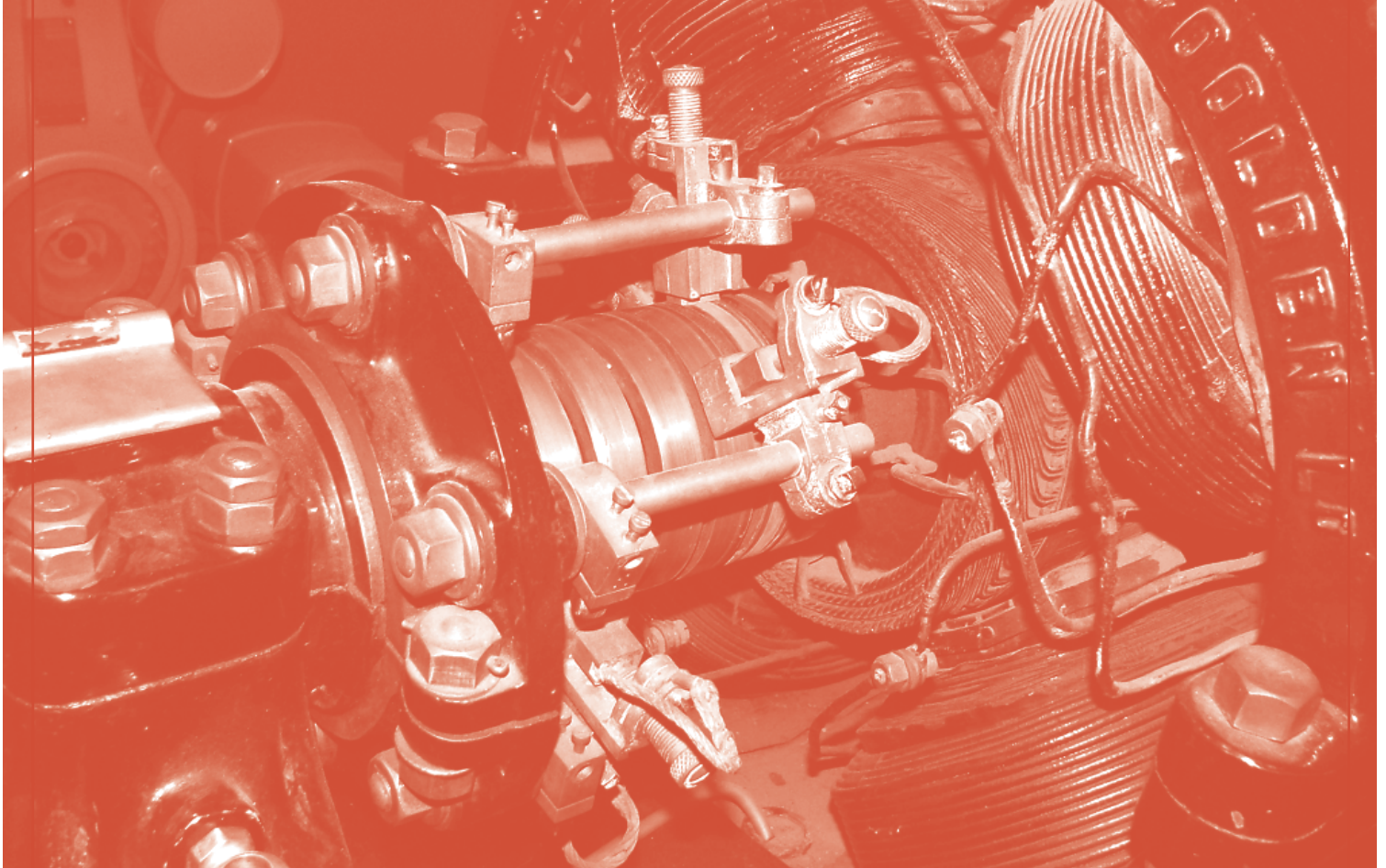




EnergicaMente



# PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE EFFICIENTE DI CALORE ED ELETTRICITÀ

*Cogenerazione,  
teleriscaldamento  
e pompe di calore*

# Introduzione

La crisi del modello energetico basato sullo sfruttamento delle fonti fossili (petrolio, metano, carbone) offre ai sostenitori dello “sviluppo sostenibile” un’importante opportunità per mettere in atto su larga scala i principi e le metodologie fino ad ora realizzate solo sperimentalmente.

Il fallimento del modello energetico “fossile” è evidente sia da un punto di vista economico che ambientale. Il costo delle fonti energetiche fossili è stato in costante e rapido aumento negli ultimi anni a causa del contemporaneo verificarsi dei due fattori cardine delle leggi economiche: l’aumento della domanda e la diminuzione degli stock disponibili.

L’aumento della domanda energetica è dovuta sia alla recente trasformazione di nazioni molto popolate (es. Cina e India) verso modelli di economia di consumo, sia alla difficoltà che questo modello di società consumistica ha nel favorire l’efficienza e contrastare gli sprechi, soprattutto laddove sono particolarmente radicati ormai da decenni (es. Usa e Europa).

Da tempo poi si assiste ad una diminuzione degli stock energetici disponibili: le fonti fossili non sono risorse rinnovabili e il loro consumo quotidiano ne porta inevitabilmente all’esaurimento.

Da un punto di vista ambientale l’utilizzo delle risorse fossili è inoltre il primo imputato dell’effetto serra e delle conseguenze che esso sta provocando in termini di cambiamenti climatici (es. desertificazione, fenomeni meteorologici estremi, innalzamento delle temperature ecc.). L’anidride carbonica che i derivati del petrolio, carbone e metano producono durante la combustione, è infatti il principale tra i gas che creano nell’atmosfera una sorta di “barriera” che trattiene il calore che il sole invia sulla terra, aumentandone così la temperatura proprio come accade attraverso i vetri di una serra.

Per affrontare il problema del mutamento climatico della Terra e trovare una convivenza armonica tra le esigenze dello sviluppo e quelle della natura, la maggior parte dei principali governi del mondo (ad eccezione di Stati Uniti e Australia) hanno ratificato il Protocollo di Kyoto impegnandosi a ridurre le proprie emissioni di gas serra di almeno il 5,2% entro il periodo 2008-2012, sulla base delle emissioni rilevate nel 1990. Ad oggi, la situazione circa gli adempimenti del Trattato da parte dei maggiori paesi aderenti sembra lontana dal raggiungimento dell’obiettivo, in particolare per l’Italia che ha addirittura aumentato le proprie emissioni anziché ridurle.

L’impegno in questa direzione non può essere imputabile però solo ai governi centrali, ma deve saper coinvolgere gli Enti Locali, le categorie sociali e la popolazione tutta. Un cambiamento di rotta nel settore energetico non può inoltre prescindere da una riduzione complessiva della domanda, poiché le fonti energetiche rinnovabili non appaiono, ad oggi, in grado di sostituire completamente la domanda energetica da fonti fossili. Dovrà quindi inevitabilmente compiersi un complessivo mutamento culturale che sostenga l’efficienza energetica di ogni comparto (residenziale, industriale, agricolo, trasporti ecc.) promuovendo le innovazioni tecnologiche capaci di eliminare gli sprechi e valorizzando le risorse locali, giungendo così ad una riduzione della domanda energetica che non limiti le esigenze e le aspettative sociali, ma anzi “liberi” risorse che potranno essere investite in altri settori dello sviluppo sostenibile.

Questi concetti sono alla base del Piano Energetico Ambientale della Regione Marche (PEAR) approvato il 16/02/2005, che costituisce il quadro di riferimento per i soggetti pubblici e privati che assumono iniziative in campo energetico sul territorio regionale.

Il presente manuale è stato realizzato nell’ambito della campagna di comunicazione **Energicamente** promossa dalla Regione Marche e fa parte di una collana composta da sette manuali: **Risparmio energetico; Energia dal sole; Energia pulita dal vento e dall’acqua; Energia da biomasse; Produzione e distribuzione efficiente di calore ed elettricità; Edilizia sostenibile; Energia e Turismo**. **Energicamente** identifica il tema dell’iniziativa, che è appunto il risparmio energetico. Ciascuno di noi infatti può “energicamente” operare per ridurre gli sprechi di energia ed “energicamente” deve divenire dunque l’impegno e la linea di azione di tutti i cittadini.

# Gli orientamenti normativi in materia di Cogenerazione e Trigenerazione

## Normativa comunitaria

La Comunità Europea promuove attivamente lo sviluppo della produzione di energia elettrica e termica attraverso l'installazione di impianti di cogenerazione volti al risparmio energetico. La **DIRETTIVA 2003/87/CE**<sup>1</sup> del Parlamento europeo e del Consiglio, indica la cogenerazione come una delle soluzioni ideali per un uso intelligente dell'energia e una tecnologia efficace per soddisfare il raggiungimento degli obiettivi fissati dal Protocollo di Kyoto.

Secondo il **LIBRO VERDE DELLA COMMISSIONE EUROPEA**<sup>2</sup> **SULLA SICUREZZA D'APPROVVIGIONAMENTO ENERGETICO**, se la produzione totale elettrica con cogenerazione in Europa passasse dall'11% del 2000 (anno di pubblicazione del Libro Verde) al 18%, si avrebbe un risparmio di circa il 4% del consumo lordo totale di energia nella Unione Europea. Un tale sviluppo consentirebbe di evitare l'immissione in atmosfera, a livello comunitario, di circa 127 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> nel 2010 e di 258 milioni di tonnellate nel 2020.

Nel 2004, la **DIRETTIVA 2004/8/CE**<sup>3</sup> individua gli orientamenti per la promozione e lo sviluppo della cogenerazione ad alto rendimento di calore ed energia, basata sulla domanda di calore utile e sul risparmio di energia primaria nel mercato interno, tenendo conto delle specifiche situazioni nazionali, in particolare riguardo alle condizioni climatiche e alle condizioni economiche.

## Normativa italiana

Il recepimento della Direttiva 2004/8/CE è avvenuto con l'approvazione del **D.LGS. 20 DEL 8/2/2007**<sup>4</sup> che disciplina la diffusione della cogenerazione ad alto rendimento in Italia.

Il provvedimento conferma il regime di sostegno previsto dal **D.LGS. N.79 DEL 99 (DECRETO BERSANI)**<sup>5</sup> che prevedeva, per la cogenerazione, la priorità di dispacciamento e l'esenzione dall'obbligo (previsto invece per i produttori e importatori di energia elettrica) di immettere in rete una determinata percentuale di energia da fonti rinnovabili o di acquistare in ugual proporzione certificati verdi sul mercato.

Il D.Lgs. del 2007 riorganizza invece i criteri per l'assegnazione dei **certificati bianchi** così da incentivare la diffusione della cogenerazione ad alto rendimento. Tra le possibili modalità, che saranno definite con apposito decreto ministeriale, si pensa di aumentare la durata/quantità dei certificati relativi agli impianti di cogenerazione, consentendogli in tal modo di ottenere maggiori ricavi dalla vendita di energia, tali da recuperare più velocemente i costi di investimento.

*Il PEAR definisce la produzione di energia elettrica da impianti di generazione distribuita e cogenerazione come una tecnologia prioritaria per raggiungere il pareggio tendenziale tra la domanda e l'offerta energetica entro il 2015.*

*Le azioni prioritarie che la Regione Marche prevede per il raggiungimento di tale pareggio sono:*

- *realizzazione di impianti di piccola taglia (ospedali, centri commerciali, centri direzionali) per le installazioni vocate alla trigenerazione di energia elettrica, caldo e freddo;*
- *realizzazione di impianti di taglia media per le centrali di cogenerazione di area industriale omogenea.*

*Con questo sistema la regione Marche intende creare un "modello marchigiano per l'energia" nel quale gli imprenditori, le istituzioni e gli Enti Locali siano produttori e consumatori di energia.*

<sup>1</sup> [http://www.dnv.it/Binaries/Direttiva\\_200387CE\\_tcm19-82672.pdf#search=%22direttiva%20cogenerazione%20kyoto%20europa%20%22](http://www.dnv.it/Binaries/Direttiva_200387CE_tcm19-82672.pdf#search=%22direttiva%20cogenerazione%20kyoto%20europa%20%22)

<sup>2</sup> [http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52001AKo807\(01\):IT:HTML](http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52001AKo807(01):IT:HTML)

<sup>3</sup> [http://europa.eu.int/eur-lex/pril/obj/dat/2004/L\\_052/L\\_05220040221it00500060.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/pril/obj/dat/2004/L_052/L_05220040221it00500060.pdf)

<sup>4</sup> [http://www.ambientediritto.it/legislazione/Energia/2007/dlgs\\_2007\\_n.20.htm](http://www.ambientediritto.it/legislazione/Energia/2007/dlgs_2007_n.20.htm)

<sup>5</sup> <http://www.parlamento.it/leggi/deleghe/99079dl.htm>

# La cogenerazione

## Che cos'è e come funziona?

Tra i sistemi innovativi per la produzione di calore, un ruolo di primo piano spetta alla cogenerazione, ovvero a quel processo che consente di **produrre in modo combinato energia elettrica e calore**. Concettualmente si tratta di una tecnologia molto semplice: qualunque processo di produzione termoelettrica è in grado di trasformare solo in parte l'energia chimica dei combustibili in energia elettrica; gran parte dell'energia primaria viene infatti dispersa sotto forma di calore, per lo più tramite i fumi evacuati dal camino. Negli impianti con cogenerazione il calore residuo viene invece recuperato in una forma sfruttabile da utilizzatori civili o industriali. In questo modo l'energia utilizzabile (elettricità più calore) è sensibilmente più elevata, a parità di combustibile consumato, rispetto a un impianto senza cogenerazione (il risparmio può arrivare fino al 40%).

Il calore di scarico recuperato può essere utilizzato per varie finalità:

- per la produzione di acqua calda;
- per la produzione di vapore per il teleriscaldamento o per i processi industriali;
- per processi di essiccamento;
- per produrre un'ulteriore quota di energia (ciclo combinato).

Come evidente dal disegno nella pagina successiva, il funzionamento dell'impianto avviene attraverso un motore alimentato con combustibili fossili che, fornendo energia meccanica ad un alternatore, produce energia elettrica. Il calore rilasciato dal processo di combustione viene recuperato attraverso un sistema di scambiatori (uno aria-acqua per i fumi di scarico, uno acqua-acqua per il liquido di raffreddamento del motore ed uno olio-acqua per l'olio del motore) e viene quindi usato per soddisfare un'utenza termica a bassa temperatura.

È importante distinguere in questa sede che **differenza esiste tra la tecnologia del teleriscaldamento e quella della cogenerazione**. Il primo sistema consiste nel produrre, ad esempio presso una centrale, una grande quantità di energia elettrica, successivamente immessa nella rete di distribuzione, mentre il calore in eccesso viene trasportato a grande distanza, verso un'utenza privilegiata, spesso civile.

Nella cogenerazione invece si parla di produzione di **energia diffusa** in quanto il calore prodotto viene utilizzato direttamente presso l'utenza o comunque a brevi distanze da essa. La stessa utenza è inoltre il bacino di consumo dell'energia elettrica prodotta.

## L'esperienza di Vicenza

*Una delle più valide esperienze di cogenerazione diffusa è stata quella della Azienda Municipalizzata di Vicenza (AIM) realizzata negli anni 80. Avendo individuato alcune utenze (piscine, collegi, comunità) che utilizzavano acqua calda per un periodo superiore alle 4.500 ore/anno, l'AIM ha installato presso le stesse dei piccoli moduli di cogenerazione, tuttora in esercizio ed in continuo rinnovamento. Già nel 1995 si poteva dire che, grazie alla piccola cogenerazione, la città di Vicenza possedeva una centrale virtuale da oltre 1 MW, costituita però da tanti piccoli impianti distribuiti.*

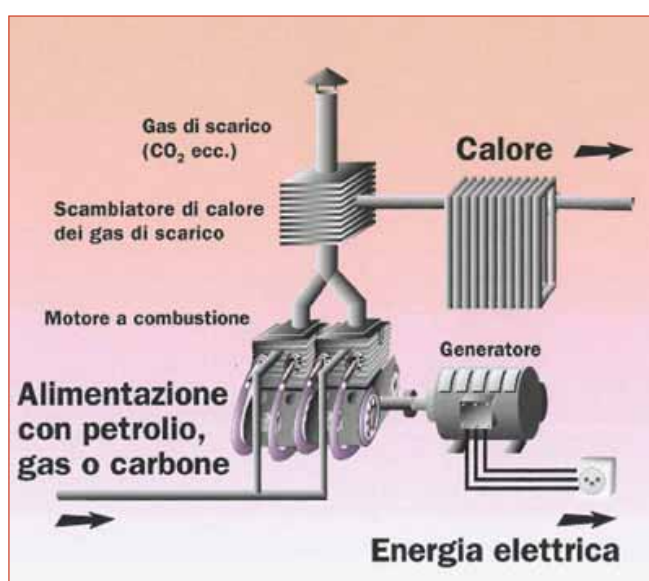
## Vantaggi della cogenerazione

I **benefici ambientali** della cogenerazione sono principalmente dovuti ad una minore emissione in atmosfera di gas serra e di altri inquinanti grazie al ridotto consumo di carburante rispetto ai sistemi tradizionali (tra il 20% ed il 30% di emissioni in meno, a seconda dell'impianto e del combustibile utilizzato). Per avere un'idea dell'entità delle emissioni evitabili, si pensi che per produrre un kWh di energia elettrica con un impianto di cogenerazione alimentato a metano, si risparmiano circa 450 grammi di CO<sub>2</sub> rispetto a un sistema tradizionale per la produzione separata.

Ad un minor consumo di combustibili corrisponde ovviamente anche una riduzione delle spese che consente di ammortizzare l'impianto in pochi anni (il tempo è variabile a seconda delle dimensioni e delle caratteristiche del sistema installato). Affinché però l'investimento sostenuto per la sua realizzazione sia effettivamente conveniente, si devono garantire due importanti requisiti:

- la **domanda di calore** soddisfatta dall'impianto deve essere a **bassa temperatura**. La convenienza si riduce con l'aumentare della temperatura richiesta, a meno che non si tratti di esigenze specifiche industriali sullo stesso sito della produzione combinata;
- dal momento che l'energia elettrica non è accumulabile e il calore lo è relativamente, ma a costi elevati, la cogenerazione è proponibile soprattutto quando le due **domande sono contemporanee e si manifestano nello stesso luogo** (trasmettere il calore a grande distanza è tecnicamente ed economicamente oneroso, a causa dell'elevata dissipazione che si avrebbe durante la trasmissione).

Oltre al fattore ambientale ed economico non si può trascurare la componente strategica: i sistemi di cogenerazione consentono di risparmiare energia primaria e in un paese come l'Italia, fortemente dipendente dall'approvvigionamento estero di combustibili fossili, la riduzione dei consumi di energia primaria è la prima strada verso la sostenibilità del sistema energetico nazionale e come tale deve essere valorizzata e incentivata.



<http://www.poweron.ch/it/stromprod/content---1--1071.html>

## La cogenerazione per gli utilizzi su piccola scala

Esistono oggi sul mercato impianti di cogenerazione di “piccola taglia” capaci di servire varie tipologie di utenze. Di seguito sono riportati alcuni esempi di applicazione di questi impianti, con stime sul loro dimensionamento e sul tempo necessario per l’ammortamento del costo di investimento.

### Ospedali – cliniche – case di riposo

Queste tipologie di strutture possono essere servite da impianti di **piccola cogenerazione** (genericamente si includono in questa classe i sistemi con potenza tra i 35 e i 200 kW) o di **media cogenerazione** (genericamente si includono gli impianti con potenza tra i 200 kW e i 1000 kW). Il risparmio ottenuto, a seguito dell’investimento sostenuto per l’acquisto e l’installazione del sistema, può arrivare fino a 16.000 Euro l’anno per una struttura comunitaria di circa 100 posti letto e può anche superare i 100.000 Euro l’anno per una con più di 300 posti letto. Il rilevante risparmio sulla bolletta energetica ripagherà l’impianto in circa tre anni, a fronte di una vita utile media di dodici anni.

### Piccola industria

Nel settore artigianale e della piccola industria, la cogenerazione permette di gestire in modo ottimale la produzione dell’energia necessaria per il processo produttivo. Ai risparmi energetici si associano spesso i benefici derivanti dalla copertura diretta dei carichi di punta, senza dover quindi sottoscrivere con il fornitore di energia elettrica un oneroso contratto di servizio per una potenza impegnata che sarebbe altrimenti ben superiore. Tra le attività che potrebbero usufruire di questo sistema si citano ad esempio le industrie agroalimentari, i caseifici, i pastifici, le concerie, le industrie chimico farmaceutiche, le industrie tessili, le tintorie, le aziende vinicole e le distillerie ecc.



Per avere un ordine di grandezza del risparmio ottenibile, si pensi che una piccola attività con 200 kW di potenza impegnata e un consumo di gas metano di 250.000 mc/anno, con cicli produttivi che impiegano annualmente circa 3.500 ore di calore all’anno, possono ottenere più di 20.000 Euro di risparmio annuo, con un ammortamento dell’impianto in circa 4 anni a fronte di una vita media utile di 15 anni.

### Piscine – centri fitness

Sistemi di piccola cogenerazione possono essere utilizzati anche per questa tipologia di utenza che tra l’altro, avendo un carico termico ed elettrico facilmente stimabile, consente alla cogenerazione di avere elevati coefficienti di utilizzo, associando ottimi risultati economici e risparmi energetici interessanti. Supponendo di avere un centro che ospita una vasca da 500 mc, si stima un risparmio che può arrivare fino a 16.000 Euro/anno; se alla piscina è abbinata un’area fitness, il risparmio annuo medio può superare i 20.000 Euro. Con una vasca olimpionica, una vasca corta ed una o più vasche per bambini e area fitness, l’installazione di opportuni sistemi di cogenerazione può garantire un risparmio variabile tra i 60.000 e i 100.000 Euro all’anno. Nel caso di centri fitness senza piscina occorre verificare l’affluenza giornaliera con particolare attenzione a quella del periodo estivo: il risparmio ottenibile può comunque raggiungere i 10.000 Euro annui.

## Industria medio-grande

Impianti di media cogenerazione possono essere utilizzati per servire attività industriali di media grandezza: con 700 kW di potenza impegnata e un consumo medio annuo di gas metano di 800.000 mc/anno con cicli produttivi che impiegano calore per almeno 3.500 ore/anno, si possono ottenere oltre 100.000 Euro di risparmio annuo con un tempo di ammortamento di circa 4 anni a fronte di una vita media di 15.

## Alberghi

I sistemi di piccola e media cogenerazione possono essere utilizzati anche nelle strutture alberghiere. Una struttura con 100 camere può risparmiare circa 10.000 euro all'anno grazie all'installazione di un cogeneratore. Per strutture più grandi il beneficio può raggiungere anche i 30.000 euro annui. Il rilevante risparmio sulla bolletta energetica ripaga mediamente l'impianto in quattro anni, a fronte di una vita utile di quindici.

## Condomini

Oltre a impianti di media e piccola cogenerazione esistono sul mercato anche sistemi utilizzabili per abitazioni civili o condomini. In quest'ultimo caso un condominio potrebbe installare un impianto di micro-cogenerazione (35 - 200 kW), dotandosi di un unico contatore e ripartendo i propri consumi sui condomini. Questa modalità può assumere convenienza grazie alla possibilità, introdotta dal Dlgs 20 del 8/2/07, di adottare la formula di "scambio sul posto". Con questo sistema, i possessori di impianti di potenza inferiore ai 200 kW, possono scegliere di immettere in rete l'energia prodotta e non consumata ricevendo così, nel caso in cui la quota distribuita sia maggiore rispetto a quella consumata, un equivalente di credito di energia elettrica da utilizzare successivamente.



<sup>8</sup> [http://www.aster.it/opet/doc/ceramica\\_modena.pdf](http://www.aster.it/opet/doc/ceramica_modena.pdf)

## Cogenerazione nel settore ceramico

*Un esempio di impianto di cogenerazione ottimale è stato realizzato in un'azienda modenese del settore ceramico<sup>8</sup>. L'energia elettrica prodotta dalla cogenerazione (pari a 700 kW al netto degli ausiliari) viene interamente assorbita all'interno dello stabilimento ceramico.*

*L'energia termica recuperata è utilizzata a servizio dei processi produttivi e dei seguenti reparti:*

- mulini di macinazione a secco;
- deposito materiale "lapillo";
- forno cottura piastrelle;
- riscaldamento edifici/ambienti di lavoro nella zona di "scelta".

*Il risparmio economico annuo avuto con l'installazione dell'impianto è stato di circa 160.000 Euro, considerando una condizione di esercizio giornaliero di 24 ore, per 365 giorni. L'impianto è costato oltre 500.000 Euro ma il risparmio ottenuto ha consentito di ammortizzare l'investimento in circa 4 anni.*

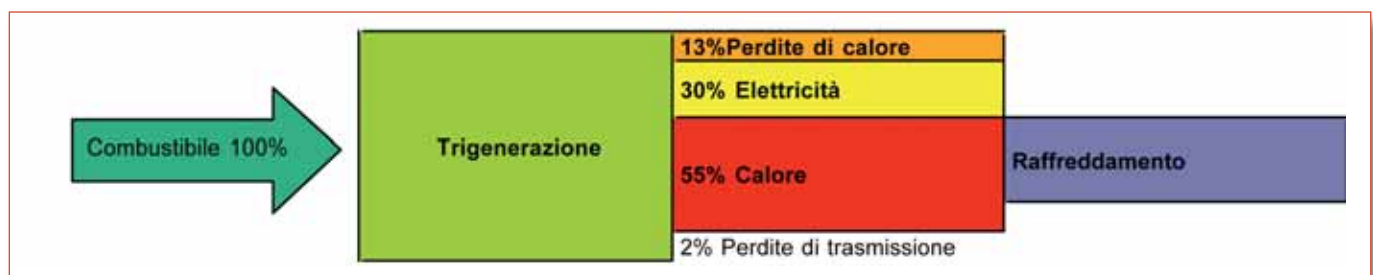
*Anche le emissioni di gas inquinanti risultano essere notevolmente ridotte grazie all'utilizzo di metano, la cui combustione produce fumi privi di particolato. Le emissioni di NO<sub>x</sub> sono inferiori a 500 mg/Nm<sup>3</sup>, le emissioni di CO sono inferiori a 300 mg/Nm<sup>3</sup>.*

# La trigenerazione

## Che cos'è e come funziona?

Se attraverso la cogenerazione si produce contemporaneamente calore ed elettricità, attraverso la trigenerazione si produce, utilizzando sempre un solo combustibile, anche freddo.

Nel settore terziario dei paesi a clima temperato, la richiesta di calore è limitata a pochi mesi invernali, mentre esiste un significativo fabbisogno di freddo (condizionamento dell'aria) durante i mesi estivi. In questo caso, con un impianto di trigenerazione, il calore viene impiegato per produrre freddo attraverso cicli di assorbimento (CHCP = Cogeneration of Heat, Cooling and Power).



Il raffrescamento è prodotto tramite l'impiego di un normale ciclo frigorifero che trasforma l'energia termica rilasciata dal motore in energia frigorifera, realizzando la trasformazione di stato del fluido refrigerante (acqua) in combinazione con la sostanza (in genere bromuro di litio). L'acqua refrigerata così ottenuta può essere utilizzata per il condizionamento degli ambienti industriali, degli uffici o delle abitazioni adiacenti ecc.

## Vantaggi della trigenerazione

Come per i sistemi di cogenerazione anche la trigenerazione offre grandi risparmi energetici dovuti alla produzione congiunta di energia elettrica, calore e raffrescamento.

Si stima un **risparmio di energia del 60%** e pertanto anche un grande risparmio nella bolletta energetica delle utenze e delle imprese. Nel caso delle industrie il vantaggio può essere anche superiore qualora la combustione prodotta nelle caldaie e il calore siano già presenti nel normale ciclo produttivo sotto forma di scarti. In questo caso, l'applicazione del sistema di trigenerazione consente di riutilizzare il calore e i fumi, altrimenti persi nell'atmosfera, per produrre "in casa" energia elettrica e raffrescamento.

## Alcuni utilizzi per la trigenerazione

Come già detto, la trigenerazione trova ampio impiego nel settore terziario qualora occorra consumare molta energia per gli usi legati al condizionamento dei locali. Ospedali, edifici pubblici, università, centri commerciali, centri fitness e altre strutture che presentano una domanda costante di energia elettrica, termica e frigorifera, diventano quindi i principali destinatari di questa tecnologia. Anche il settore agro-alimentare, che riunisce in uno stesso ciclo la produzione diretta di materie prime agricole e la loro successiva lavorazione industriale, potrebbe impiegare la trigenerazione nella cosiddetta "catena del freddo": per le operazioni di surgelamento dei prodotti, poi commercializzati nella catena di distribuzione.

Per quanto attiene i tempi di ammortamento dell'investimento sostenuto per la realizzazione dell'impianto, si veda indicativamente quanto riportato per la cogenerazione; i costi di installazione un po' superiori (ma sullo stesso ordine di grandezza) sono compensati dal maggior risparmio ottenibile.

# Gli orientamenti normativi in materia di teleriscaldamento

## Normativa Comunitaria

Il “**LIBRO BIANCO SULLE FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI**”<sup>1</sup> ribadisce l’esigenza di favorire la promozione delle fonti rinnovabili e l’impegno a ridurre le emissioni di gas serra da parte degli Stati Membri. Relativamente agli impianti di teleriscaldamento viene sottolineata la loro importanza nel contribuire a soddisfare le esigenze energetiche sia domestiche che industriali. Il documento annovera la cogenerazione tra le tecnologie energetiche a basso impatto ambientale e ad alta efficienza energetica, ne promuove lo sviluppo, specie se associato a reti di teleriscaldamento. La **DIRETTIVA 2004/8/CE**<sup>2</sup> promuove la cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell’energia e sollecita gli Stati Membri ad adottare adeguati sistemi di finanziamento che dovranno anche contribuire alla diffusione degli impianti di teleriscaldamento.

Sul tema della cogenerazione interviene anche la **DIRETTIVA 2006/32/CE**<sup>3</sup> sull’efficienza degli usi finali dell’energia, che sollecita gli stati a conseguire un obiettivo nazionale indicativo globale di risparmio energetico pari al 9%<sup>4</sup> entro il nono anno di applicazione della stessa. Per ottenere tale risparmio individua, tra le misure di miglioramento dell’efficienza energetica per i settori abitativo e terziario, anche i sistemi di teleriscaldamento.

## Normativa Italiana

Riferimenti al teleriscaldamento nella normativa italiana si individuano nel D.lgs. 20 del 8/2/2007 in cui si promuove la cogenerazione ad alto rendimento in particolare se abbinata a sistemi di teleriscaldamento.

Il decreto fa inoltre chiarezza sulle disposizioni della legge Finanziaria 2007 che abolisce la possibilità di ottenere certificati verdi per gli impianti di cogenerazione abbinati a teleriscaldamento<sup>5</sup>, salvaguardando comunque i diritti acquisiti da quelli entrati in esercizio prima del 2007.

## Indirizzi del PEAR

*Il PEAR promuove la realizzazione di impianti di cogenerazione di potenza elevata (tra i 20 e i 100 MWe) non solo per soddisfare le esigenze dei cittadini ma anche quelle di interi comparti produttivi e industriali. Il documento cita come possibile esempio di applicazione la centrale cogenerativa di Jesi (Sadam, 130 MWe) che attualmente viene utilizzata in cogenerazione solo nel breve periodo della campagna saccarifera. Il calore prodotto potrebbe invece avere un utilizzo più ampio se la centrale fosse adeguatamente collegata a una rete di teleriscaldamento.*

*Per quanto riguarda i futuri scenari di sviluppo del teleriscaldamento nella Regione Marche, a San Benedetto del Tronto è in programma di realizzazione un impianto di teleriscaldamento a biomasse con cogenerazione. Oltre alla biomassa vegetale verrà utilizzato a scopo energetico il biogas prodotto dai rifiuti stoccati nella locale discarica. L’impianto di “piccola taglia” (3 MW termici) che coprirà i consumi di una vasta porzione della città e gli utenti che ne potranno usufruire saranno famiglie, aziende, commercianti ed gli enti pubblici. L’utilizzo della biomassa vegetale proveniente da zone collinari e montane per scopi energetici, potrebbe promuoverne la domanda, dando maggior impulso alla filiera bosco-energia con possibilità di ripresa economica per quelle zone del territorio, preservandone comunque l’ambiente.*



<sup>1</sup> [http://ec.europa.eu/energy/library/599fi\\_it.pdf](http://ec.europa.eu/energy/library/599fi_it.pdf)

<sup>2</sup> [http://europa.eu.int/eur-lex/pri/it/obj/dat/2004/L\\_052/L\\_05220040221it00500060.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/pri/it/obj/dat/2004/L_052/L_05220040221it00500060.pdf)

<sup>3</sup> [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/it/obj/2006/L\\_114/L\\_11420060427it00640085.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/it/obj/2006/L_114/L_11420060427it00640085.pdf)

<sup>4</sup> Obiettivo aumentato al 20% con il Piano d’Azione del Consiglio Europeo (2007-2009) relativamente alla Politica Energetica per l’Europa.

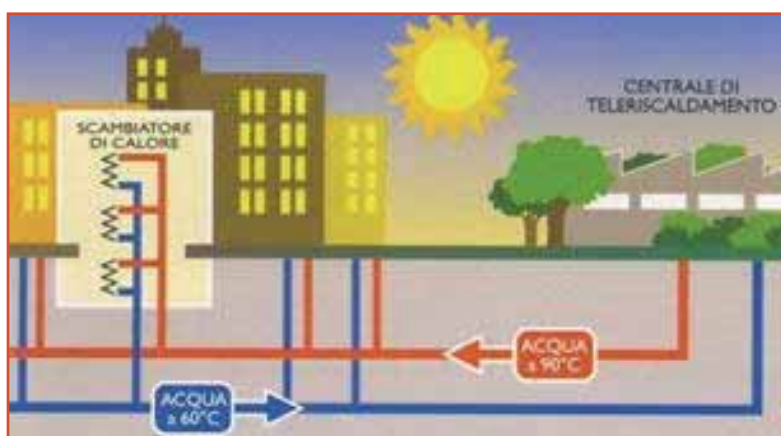
<sup>5</sup> Certificati verdi erano stati attribuiti alla cogenerazione abbinata a teleriscaldamento attraverso la Legge Marzano n.239 del 23/8/2004 (<http://www.parlamento.it/leggi/04239l.htm>)

# I teleriscaldamento

Le grandi centrali normalmente utilizzate per la produzione di calore sono dotate di sistemi cogenerativi in grado di rilasciare in rete non solo calore, ma anche energia elettrica. Così come l'elettricità viene normalmente convogliata alla rete elettrica, il calore prodotto può essere distribuito alle utenze attraverso una **rete di teleriscaldamento**.

Un sistema di teleriscaldamento è costituito essenzialmente da una **centrale** in cui si produce calore poi distribuito contemporaneamente a più edifici attraverso **tubature** sotterranee. Gli edifici serviti dal servizio di teleriscaldamento invece delle caldaie tradizionali possiedono degli **"scambiatori di calore"** che ne permettono l'utilizzo in ambito domestico e la contabilizzazione dei singoli consumi.

La centrale di produzione del calore porta ad elevate temperature (esempio  $90^{\circ}\text{C}$ ) l'acqua che raggiunge gli edifici attraverso la rete di distribuzione. Giunta allo scambiatore di calore, l'acqua della rete trasferisce all'acqua dell'impianto domestico il calore necessario per riscaldare l'edificio. Al termine di questo processo, l'acqua ormai raffreddata (es.  $60^{\circ}\text{C}$ ), ritorna in Centrale per essere nuovamente riscaldata.



La fitta rete di tubazioni di un impianto di teleriscaldamento necessita di importanti opere di allacciamento interrato. Al fine di contenere i costi, conviene quindi realizzare tali opere in concomitanza con la costruzione o manutenzione di reti fognarie e del gas. Le utenze più idonee ad essere servite con questo sistema possono essere molto eterogenee: da poche utenze (es. pochi condomini, quartieri) fino ad intere città.

Le centrali collegate a reti di teleriscaldamento possono produrre calore attraverso la combustione di carburanti fossili, biomassa vegetale o rifiuti. Esistono anche impianti di teleriscaldamento completamente alimentati da energia pulita proveniente da sottosuolo (energia geotermica): queste ultime, così come quelle che impiegano biomasse vegetali, sono sicuramente quelle caratterizzate dal minor impatto ambientale e sulla salute umana. Spesso tra l'altro si assiste alla realizzazione di impianti di teleriscaldamento integrati cioè alimentati, in sinergia, da più fonti energetiche.

In qualsiasi caso i sistemi di teleriscaldamento rappresentano un'importante soluzione tecnologica per garantire un **uso razionale** delle risorse energetiche e per contribuire alla riduzione delle emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera. Questo perché, nonostante nella maggior parte degli impianti si utilizzino combustibili fossili per il funzionamento delle caldaie centrali, l'efficienza di una sola grande caldaia è molto superiore rispetto a tanti piccoli impianti dislocati nelle abitazioni. Ad una maggior efficienza corrispondono consumi minori con una conseguente riduzione di gas inquinanti in atmosfera. Inoltre si aggiunga a ciò che concentrare in pochi camini di emissione, gestiti e controllati da sofisticati sistemi e da personale qualificato, offre maggiori garanzie di sicurezza rispetto ad avere tanti piccoli camini a bassa quota nel territorio cittadino.

## Vantaggi ambientali del teleriscaldamento

Scegliendo in modo opportuno la taglia dell'impianto di cogenerazione che opera il teleriscaldamento si realizza una importante ottimizzazione: si evitano i grossi impianti di produzione di energia elettrica e al tempo stesso si eliminano tanti impianti distribuiti di riscaldamento domestico.

In questa maniera si ottiene una riduzione e una razionalizzazione del consumo di fonti energetiche fossili che comporta chiari vantaggi ambientali in termini di riduzione delle emissioni di gas climalteranti e sostanze inquinanti e pericolose per la salute umana tra cui:

- anidride carbonica, gas dannoso per l'ambiente in quanto principale responsabile dell'effetto serra;
- ossidi di zolfo e ossidi di azoto, gas dannosi sia per la salute umana che per l'ambiente in quanto principali responsabili delle piogge acide;
- ossido di carbonio, gas altamente dannoso per la salute umana.

Infine, la produzione di energia elettrica in prossimità dei centri di utilizzo, influisce positivamente sul sistema di trasporto e distribuzione dell'energia in quanto riduce la necessità di costruire nuovi elettrodotti con conseguente riduzione dell'elettrosmog.

## L'esperienza di Reggio Emilia: dal teleriscaldamento al teleraffrescamento

*A Reggio Emilia il servizio di teleriscaldamento è stato trasformato in un servizio globale di climatizzazione degli ambienti: esso è infatti in grado di fornire calore per il riscaldamento nei mesi invernali e freddo nei mesi estivi, garantendo così le migliori condizioni di benessere per abitazioni, uffici, centri commerciali, ospedali.*

*Se i vantaggi diretti che si possono conseguire con questi impianti sono economici (minori costi di manutenzione, riduzione dei consumi di energia elettrica, minore rumorosità), di fondamentale importanza sono quelli di natura ambientale, dovuti alla totale assenza nel teleraffrescamento di gas refrigeranti di tipo HFC normalmente presenti nei condizionatori (gli HFC sono una serie di composti chimici contenenti carbonio e fluoro, normalmente usati nell'industria del freddo e tra i responsabili dell'effetto serra).*

*Attraverso un sistema abbastanza complesso che sfrutta il funzionamento di un generatore all'interno di un ciclo frigorifero, nella rete di teleriscaldamento viene immessa acqua alla temperatura di circa 6 °C garantendo in questo modo l'utilizzo anche in estate del calore prodotto dalla centrale o prelevato dal sottosuolo.*

*Oggi Reggio Emilia è la prima realtà nazionale in tema di teleraffrescamento: ad oggi utilizzano il teleraffrescamento tutti i centri commerciali cittadini, il Tribunale, il Centro Poste Ferrovia, la Questura, alcuni Centri Direzionali e il servizio dell'Arcispedale Santa Maria Nuova.*

## Vantaggi del teleriscaldamento per il cittadino

Con il teleriscaldamento il calore arriva direttamente all'utente, eliminando la necessità di installare caldaie, canne fumarie, serbatoi per il combustibile, cancellandone così tutte le spese connesse: con questo sistema infatti, l'utente non deve più pensare alla manutenzione della caldaia, né preoccuparsi dell'efficienza del bruciatore e della regolarità della combustione. Il cittadino pagherà quindi solamente la bolletta del riscaldamento in proporzione a quanto consumato.

Non avendo più caldaie interne alle abitazioni, si garantisce inoltre al cittadino una maggior sicurezza in quanto vengono eliminati i pericoli di fughe di gas, incendi o improvvise esplosioni e non è da trascurare il fatto che nell'abitazione si guadagna spazio, in quanto lo scambiatore di calore ha dimensioni di ingombro più ridotte delle tradizionali caldaie centralizzate.

Gli scambiatori di calore sono inoltre caratterizzati da un livello di affidabilità maggiore rispetto a quello delle tradizionali caldaie, ciò consente di diminuire sensibilmente i rischi di guasti e di interruzioni nel riscaldamento.

## Impianti di teleriscaldamento a biomassa

In un paese ricco di foreste e terreni agricoli come l'Italia, la biomassa di origine vegetale può rappresentare una importante risorsa energetica, in grado di diminuire l'utilizzo di combustibili fossili e di contenere le emissioni di atmosfera di CO<sub>2</sub> (il gas maggiormente responsabile dell'effetto serra).

La biomassa vegetale viene infatti definita **a bilancio nullo di gas serra**. Ciò perché l'anidride carbonica emessa durante la combustione è controbilanciata da quella che la pianta ha assorbito durante la sua vita e non va pertanto ad influire sull'effetto serra globale del pianeta. Inoltre la sua combustione non provoca la formazione di ossidi di zolfo, importanti inquinanti atmosferici e tra i principali agenti responsabili delle piogge acide<sup>6</sup>.

Se sfruttata in maniera sostenibile, garantendo cioè che il tasso di ricrescita della vegetazione sia superiore alla velocità con cui viene tagliata, essa può essere considerata un'importante risorsa rinnovabile. La soluzione ottimale per il suo utilizzo, oltre al riscaldamento individuale in stufe a pellet, a cippato o a legna, è attualmente il teleriscaldamento a biomasse in impianti di piccole dimensioni (non superiori ai 10 MW).

Garantendo l'approvvigionamento locale della materia prima (molto vicino cioè al sito di combustione della stessa), vengono ridotti sensibilmente gli impatti ambientali (emissioni in atmosfera) e i costi economici connessi al suo trasporto. Inoltre la biomassa locale permette la valorizzazione della filiera del legno e tutto ciò è molto importante se si ragiona in termini di sviluppo di zone rurali e decentrate come sono molte aree montane d'Italia.

In Paesi del Nord Europa come l'Austria, i piccoli impianti di teleriscaldamento a biomasse sono oltre 300 mentre in Italia sono solo alcune decine, anche se il settore sembra in rapidissima crescita. Uno dei motivi di questa significativa diffusione va ricercato nel fatto che negli ultimi anni si è assistito ad una diminuzione nella domanda di legno con un conseguente calo dei prezzi che ha reso necessario individuare nuove forme di utilizzo della materia prima forestale tra cui lo sfruttamento della stessa a scopo energetico.

Da notare inoltre che tra le zone in cui si stanno diffondendo questi impianti vi sono le località turistiche di montagna che utilizzano gli stessi come elemento promozionale del territorio, pubblicizzando così un'offerta turistica maggiormente sensibile all'ambiente e allo sfruttamento delle fonti di energia rinnovabili.

Le pre-condizioni necessarie alla realizzazione di un impianto di teleriscaldamento a biomassa sono:

- presenza di un aggregato di case e/o attività produttive che necessitano di energia;
- disponibilità locale della materia prima (residui pulitura dei boschi, residui colture, colture appositamente realizzate per utilizzi energetici, scarti delle segherie ecc);

## Teleriscaldamento a Sondalo

L'impianto di teleriscaldamento di Sondalo (Sondrio) è costituito da una centrale a biomassa vergine della potenza complessiva di 10 MW. Il calore viene prodotto dalla combustione degli scarti della lavorazione della legna all'interno di due caldaie della potenza di 5 MW ciascuna, ognuna delle quali caratterizzata dalla presenza di un "condensatore" in grado di garantire il recupero energetico del calore dei fumi di combustione.

Il calore così prodotto viene quindi distribuito alle utenze sotto forma di acqua calda a 90°C attraverso una rete di distribuzione lunga circa 16 Km a 230 utenze domestiche, ciascuna delle quali dotata di uno scambiatore di calore.

<sup>6</sup> per ulteriori informazioni, consultare il manuale specifico sulle Biomasse.

## Impianti di teleriscaldamento geotermici

La temperatura del suolo e del sottosuolo aumenta man mano che si scende in profondità, in media ogni 100 metri, la temperatura aumenta di +3° C.

In alcune zone della crosta terrestre, per effetto di particolari condizioni geologiche o dell'acqua in essa intrappolata, questa caratteristica tende ad accentuarsi e la temperatura del sottosuolo può raggiungere valori molto più alti rispetto alla media. Questa energia, detta energia geotermica, può essere facilmente recuperata per la produzione di energia elettrica o per il riscaldamento degli edifici. In quest'ultimo caso l'unico svantaggio consiste nel fatto che i fluidi che provengono dal sottosuolo (generalmente acqua o vapore) possono essere usati solo localmente, perché non possono essere trasportati facilmente troppo lontano dalle zone di estrazione

Nel teleriscaldamento, l'utilizzo della fonte geotermica in Italia è ancora piuttosto limitato in quanto contribuisce per appena l'1% al fabbisogno energetico complessivo, nonostante il grosso potenziale conseguente alla natura in gran parte vulcanica del territorio italiano. La spiegazione di ciò potrebbe essere ricercata negli elevati costi di investimento di un impianto geotermico rispetto uno alimentato a biomassa vegetale.



## Geotermia a Ferrara

*L'impianto di teleriscaldamento a geotermia della città di Ferrara è caratterizzato da una rete di distribuzione di oltre 50 km (e in costante aumento) alimentata da un "Sistema Energetico Integrato" in grado di utilizzare fonti rinnovabili di energia (appunto la geotermia), fonti di recupero termico (il calore prodotto da un impianto di incenerimento dei rifiuti urbani) uniti ad un sistema tradizionale di produzione di calore che utilizza combustibili fossili (gas metano) per coprire, quando necessario, particolari "punte" di consumi termici.*

*Attraverso l'impianto di teleriscaldamento a geotermia, viene fornito calore ad oltre il 10% degli utenti del Comune di Ferrara (oltre 14.500 alloggi).*

*La fonte geotermica di Ferrara (acqua salata a una temperatura di 100/105°C) fu scoperta attorno agli anni Sessanta.*

*L'acqua viene pompata in superficie e, dopo aver ceduto calore alla rete di teleriscaldamento mediante uno scambiatore, viene reintrodotta in profondità per garantire la stabilità geotecnica del sottosuolo.*

*Con una portata d'acqua di circa 400 mc/h, contribuisce in modo significativo (con 14 MW) al calore erogato alla rete.*

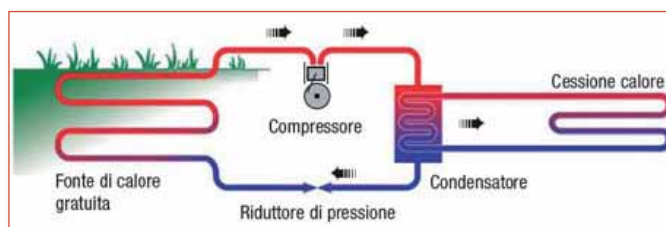
# La pompa di calore

## Cos'è e come funziona?

I sistemi a pompa di calore rappresentano un'efficiente alternativa ai normali sistemi di riscaldamento con caldaia ad olio e a gas. La pompa di calore è infatti una macchina in grado di trasferire calore da un corpo a temperatura più bassa ad uno a temperatura più alta utilizzando il principio di funzionamento del frigorifero, capace di invertire il flusso naturale del calore che in natura, come noto, fluisce da un livello (temperatura) più alto ad uno più basso.

Il principio di funzionamento è lo stesso del frigorifero: al suo interno scorre, in un circuito chiuso, uno speciale fluido frigogeno che, al variare delle condizioni di temperatura e di pressione, assume lo stato di liquido o di vapore determinando l'assorbimento del calore (anche laddove apparentemente sembrerebbe assente) e la sua successiva cessione.

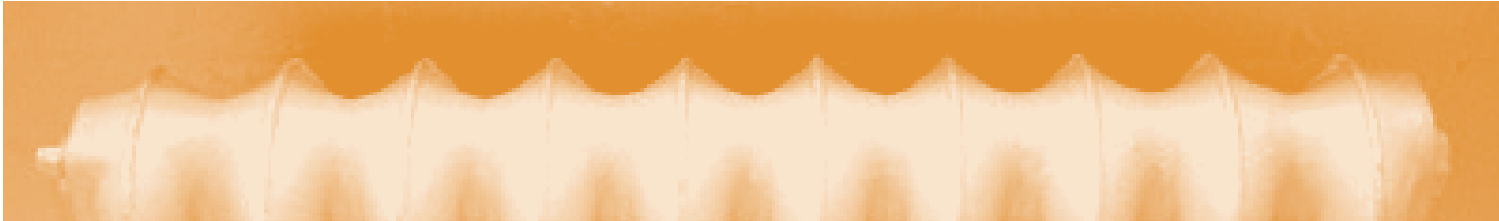
<b>Evaporazione</b>	Il fluido viene fatto evaporare in una serpentina posta nella sorgente fredda (sottosuolo, falda acquifera, aria) dalla quale assorbe il calore necessario all'evaporazione
<b>Compressione</b>	Fornendo energia alla macchina il fluido viene compresso e ciò fa aumentare la sua temperatura che raggiunge così un valore più alto di quello dell'ambiente che si deve andare a riscaldare (pozzo caldo)
<b>Condensazione</b>	Nella serpentina posta nel pozzo caldo (abitazione) il fluido viene fatto condensare da gas a liquido e così facendo si libera calore che viene rilasciato nell'ambiente
<b>Espansione</b>	Il fluido passando attraverso una valvola di espansione si trasforma parzialmente in vapore, si raffredda, raggiungendo una temperatura più bassa di quella della sorgente fredda (sottosuolo, falda acquifera, aria) da cui ricomincerà il ciclo



Per consentire al fluido i passaggi di stato descritti in tabella, il sistema consuma sì energia, ma in proporzione molto inferiore a quella restituita all'ambiente.

A seconda del tipo di alimentazione, i modelli di funzionamento delle pompe di calore sono due:

- **ad assorbimento a gas** - per il suo funzionamento viene consumato gas metano o GPL. La sua efficienza viene misurata con il valore di efficienza di utilizzazione del Gas "GUE", dato dal rapporto tra l'energia fornita e quella resa. Questo valore è variabile in funzione del tipo di pompa di calore e delle condizioni di funzionamento ma ha, in genere, valori intorno a 1,5. Ciò significa che per 1 kWh di gas consumato verranno restituiti 1,5 kWh di calore al mezzo da riscaldare. Questo tipo di sistema può funzionare fino a temperature di -20°C con un'efficienza ancora paragonabile a quella di una caldaia a condensazione.
- **elettrica** - per il suo funzionamento viene consumata energia elettrica. L'efficienza del sistema è misurata da un coefficiente di prestazione definito "COP", dato dal rapporto tra l'energia resa e l'energia elettrica consumata. Il valore del COP è molto diverso a seconda del modello, ma in generale ha valore attorno a 3: ciò significa che per ogni kWh di energia elettrica consumata per il suo funzionamento, la pompa renderà 3 kWh di energia termica all'ambiente che si deve riscaldare (uno di questi fornito dall'energia elettrica consumata e gli altri due prelevati dall'ambiente esterno).



Le sorgenti fredde da cui la pompa è in grado di prelevare calore possono essere l'aria (esterna o interna al locale), l'acqua (di falda, fiume, lago oppure accumulata in appositi serbatoi e riscaldata da collettori solari e infine il terreno. A seconda delle combinazioni delle sorgenti fredde disponibili e del fluido (acqua o aria) usato per la distribuzione del calore negli ambienti, si possono avere pompe aria-aria, aria-acqua, acqua-aria, acqua-acqua, terra-aria e terra-acqua.

L'**aria** come sorgente fredda ha il vantaggio di essere disponibile ovunque; tuttavia la potenza resa dalla pompa diminuisce con la temperatura del mezzo stesso: sotto i 4-5 °C infatti, la pompa necessita di un sistema di sbrinamento che comporti un ulteriore consumo di energia elettrica. Questo inconveniente è risolto nel caso in cui l'aria non sia quella esterna ma quella interna al locale, spesso tiepida che necessita comunque di essere rinnovata.

L'**acqua** come sorgente fredda garantisce ottime prestazioni senza risentire delle condizioni climatiche esterne; la sua utilizzazione può richiedere un leggero costo addizionale dovuto al sistema di adduzione.

Anche il **terreno**, utilizzato come sorgente fredda, ha il vantaggio di subire minori sbalzi di temperatura: le tubazioni vanno interrate ad una profondità minima di 1-1,5 m per non risentire troppo delle variazioni dell'aria esterna.

Le moderne pompe di calore consentono inoltre di utilizzare lo stesso pozzo come sorgente calda in inverno e come sorgente fredda in estate, permettendo così di invertire il loro funzionamento per **condizionare gli ambienti**. Le pompe di calore geotermiche sono particolarmente vantaggiose per questo scopo in quanto, durante l'inverno il terreno si trova a temperature relativamente più calde dell'aria esterna e facilmente può essere prelevato calore; durante l'estate invece la temperatura è più bassa di quella dell'aria e l'energia necessaria per il condizionamento sarà minore rispetto una pompa che utilizza come mezzo di prelievo l'aria. Una volta entrata in funzione la pompa di calore, i sistemi di riscaldamento/raffreddamento interni possono essere di qualsiasi genere (ma preferibilmente a bassa temperatura): pavimento, parete, soffitto radianti, radiatori, battiscopa, ventilconvettori o unità ad aria.

## I vantaggi e le applicazioni della pompa di calore

Come già detto in precedenza, il grosso vantaggio di questi sistemi sta nel fatto che essi restituiscono molta più energia di quella effettivamente necessaria per il loro funzionamento. Ad un minor consumo di energia corrispondono ovviamente minori emissioni in atmosfera imputabili all'impiego di combustibili fossili e soprattutto minori spese di carburante o elettricità. I risparmi maggiori si hanno ovviamente sulle grandi utenze commerciali, ma anche a livello domestico, nel tempo, si osservano notevoli risparmi economici. Di seguito sono riportate alcune cifre indicative che rendono l'idea del risparmio sulle spese di riscaldamento sostenute in un anno in un'abitazione medio-grande poco coibentata, con l'acquisto di una generica pompa di calore rispetto a un sistema di riscaldamento convenzionale.

	Pompa di calore	Caldaia condensazione	Caldaia standard
<b>Euro/1000 kW</b>	0,053 Euro	0,068 Euro	0,074 Euro
<b>Costo del riscaldamento</b>	795 Euro	1.020 Euro	1.110 Euro

Da questi dati si osserva come con un sistema a pompa di calore garantisca un risparmio di spesa di circa il 22% rispetto una caldaia a condensazione e del 29% rispetto una tradizionale. Si consideri inoltre che le cifre non contemplano le spese obbligatorie necessarie per la manutenzione della caldaia e che sono invece minori per i sistemi a pompa di calore. Il rendimento della macchina è inoltre fortemente influenzato dal tipo di sorgente fredda e di conseguenza dalla temperatura del mezzo esterno: per pompe ad aria ad esempio, con temperature medie invernali di 10°C invece di 6°C, la resa aumenta di media del 15%, ciò rende questi sistemi convenienti laddove il clima invernale non si presenta particolarmente rigido.

Oltre all'utilizzo nel settore domestico e terziario per il riscaldamento/climatizzazione degli ambienti, altre possibili applicazioni di queste macchine possono essere: l'essiccazione di cereali, il riscaldamento di serre, caseifici, la produzione di acqua calda per campeggi ecc.

# Bibliografia

## Publicazioni/Articoli

- Programma di azioni a supporto dell'iniziativa delle amministrazioni locali in attuazione della convenzione quadro sui cambiamenti climatici - AMBIENTE ITALIA (2002)
- Elementi di linee guida per la promozione dei sistemi di teleriscaldamento; documento sviluppato dall'Enea in ambito del contratto per la redazione del Piano Regionale di Sviluppo del Teleriscaldamento - ENEA-Regione Lombardia (2001)
- Studio sull'uso razionale dell'energia nel settore del riscaldamento urbano in aree metropolitane con particolare riferimento all'area di Torino - ENEA – Politecnico di Torino (1993)
- L'energia geotermica. Una fonte di energia dall'interno della Terra - Enrico Barbier e Giancarlo Santoprete(1993)
- Combined Heat & Power A Federal manager's Resources Guide - U.S. Department of Energy (2000)
- Il riscaldamento nei condomini, collana la guida del consumatore - Manuale Adiconsum
- Vademcum sulla cogenerazione - ing. Tommasini Adriano
- TriGeMed, Trigenerazione nei Paesi del Mediterraneo. Gestione Energia, Periodico di informazione tecnica per gli energy manager. Numero 2/2003
- La pompa di calore - Pubblicazione ENEA.

## Linkografia

- [www.aster.it](http://www.aster.it)
- [www.agac.it](http://www.agac.it)
- [www.ecoage.com](http://www.ecoage.com)
- [www.enel.it](http://www.enel.it)
- [www.fabbricadelsole.com](http://www.fabbricadelsole.com)
- [www.fire-italia.it](http://www.fire-italia.it)
- [www.geotermia.org/](http://www.geotermia.org/)
- [www.gruppohera.it](http://www.gruppohera.it)
- [www.nrel.gov](http://www.nrel.gov)
- [www.ilsolea360gradi.it](http://www.ilsolea360gradi.it)
- [www.gastechnology.org](http://www.gastechnology.org)
- [www.fiper.it/](http://www.fiper.it/)
- [www.fire-italia.it/](http://www.fire-italia.it/)
- [www.isesitalia.it/](http://www.isesitalia.it/)
- [www.la22oazzurra.it](http://www.la22oazzurra.it)
- [www.poweron.ch](http://www.poweron.ch)
- [www.risanamentoenergetico.com](http://www.risanamentoenergetico.com)
- [www.robur.it](http://www.robur.it)
- [www.trigemed.com](http://www.trigemed.com)

Stesura: aprile 2007

Questo manuale è stato realizzato nell'ambito della campagna di comunicazione **ENERGICAMENTE** promossa dalla Regione Marche.

Il manuale fa riferimento ai contenuti del Piano Energetico Ambientale Regionale (approvato il 16 febbraio 2005), che costituisce il quadro di riferimento per i soggetti pubblici e privati che assumono iniziative in campo energetico sul territorio regionale.

**Ricerca dati e stesura testi:** Punto 3 - Progetti per lo Sviluppo Sostenibile - [www.punto3.info](http://www.punto3.info)

**Concept grafico:** Achabgroup - Rete Nazionale di Comunicazione Ambientale - [www.achabgroup.it](http://www.achabgroup.it)

## Regione Marche – Servizio Ambiente e Pasesaggio

Via Tiziano, 44 – 60125 Ancona.

Tel. 071.806.3521 – Fax 071.806.3012

[www.ambiente.marche.it](http://www.ambiente.marche.it) – [servizio.ambiente@regione.marche.it](mailto:servizio.ambiente@regione.marche.it)