

**Interreg - IPA CBC**  
Italy - Albania - Montenegro



LEC

**SMIESI**  
INGEGNERIA E SERVIZI INTEGRATI

**tera**

**PROJECT CIVIC ENERGY FUTURE:  
SUSTAINABLE LOCAL ENERGY COMMUNITIES - LEC**

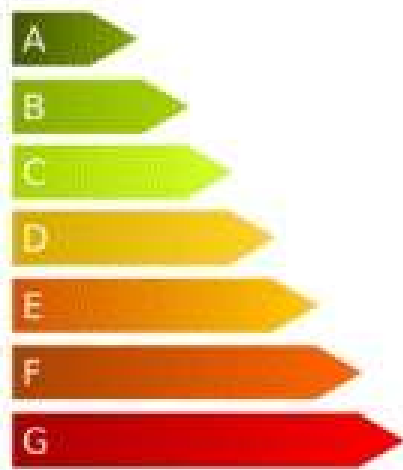
**DEMO LAB\_2**

**Oggetto degli obiettivi principali di riqualificazione energetica**

**Confindustria Bari e BAT**

**26 novembre 2021**





*Oggetto degli obiettivi  
principali di riqualificazione  
energetica:*

*Efficienza energetica e  
Risparmio energetico  
nell'edificio*



In un *progetto di efficientamento energetico* di un edificio deve essere preso in considerazione la sostituzione degli impianti termici esistenti

Questi sono vocati al riscaldamento/ raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria, con apparecchi e sistemi a più alta efficienza energetica, come: caldaia a condensazione, pompa di calore, sistemi ibridi, impianti a biomassa, collettori solari termici, microcogenerazione, teleriscaldamento.

## COME SI SCEGLIE UN GENERATORE DI CALORE?

Quando si vuole sostituire un generatore di calore tradizionale con uno di nuova generazione è necessario conoscere le peculiari caratteristiche delle differenti alternative presenti sul mercato.

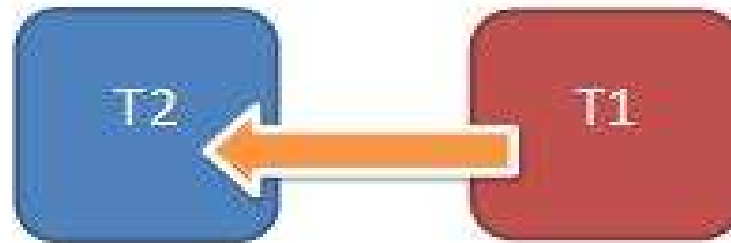
Non esiste, infatti, una scelta che risulterà sempre migliore di un'altra, ma in funzione dei differenti principi di funzionamento di ogni generatore, si hanno dei vantaggi specifici in termini di comfort termico, termoigrometrico e di consumi energetici (ridotti di almeno il 30-40% rispetto alle tradizionali caldaie, ormai obsolete).

Vediamo, di seguito, quali sono le variabili in gioco e criteri di scelta da seguire.

## Come si genera il calore per riscaldare un ambiente

Parlare di “generazione” o “produzione” di calore può essere termodinamicamente equivocabile: il **calore** non è altro che **energia termica**, per cui non viene generata ma può essere **scambiata tra due fluidi** a temperatura diversa tra loro.

Il **flusso di calore** va sempre dal fluido a temperatura maggiore a quello con temperatura minore, nel rispetto dei due **principi della termodinamica**.



*Schema esemplificativo di flusso scambiato tra corpi/fluido a temperatura differente ( $T1 > T2$ )*

Esistono dunque **tre meccanismi di scambio di energia termica**:

1. **Conduzione**: scambio di calore tra due corpi a temperatura differente, senza spostamento di molecole, **l'energia si trasmette per contatto diretto**;
2. **Convezione**: scambio di calore tra fluidi, **maggiormente sfruttato nei generatori di calore** e nei terminali di emissione con ambiente di scaldare; avviene con spostamento di molecole dei fluidi di interesse;
3. **Irraggiamento**: il **calore viene irradiato** da un corpo radiante verso l'ambiente circostante più freddo.

Da quanto detto emerge che, qualsiasi sia il meccanismo di scambio di energia termica, **la discriminante** è sempre un parametro fondamentale: **la temperatura**.

È bene, dunque, **non confondere mai l'alta temperatura con un maggior flusso scambiato tra corpi o fluidi**: infatti, non è il valore assoluto della temperatura di un corpo a fare la differenza, bensì la differenza di temperatura tra lato caldo e lato freddo; questo implica che il medesimo flusso di potenza può essere scambiato sia a basse (35-45 °C) che ad alte temperature (75-85 °C).

Considerando che è fisicamente più difficile raggiungere alte temperature massimizzare il risparmio energetico, **è più conveniente lavorare a basse temperature**, ove possibile.

Vediamo allora quali sono i principali generatori di calore utilizzati per scaldare un ambiente e quali sono i criteri per scegliere una tipologia piuttosto che un'altra.

## Classificazione dei generatori di calore

I generatori di calore per la climatizzazione invernale o per la produzione di acqua calda sanitaria possono essere classificati in base a differenti caratteristiche:

- per **tipo di combustibile**,
- per **temperature di esercizio**,
- per **principio di funzionamento**.



## Generatori a combustibili fossili: generalità

Tra i generatori a combustibile fossile esistono tecnologie ormai obsolete come le caldaie tradizionali ed altre molto più efficienti, come le caldaie a condensazione.

Una caldaia standard sfrutta l'energia scaturita dalla combustione di un combustibile (liquido o gassoso in genere) per scaldare l'acqua all'interno di uno scambiatore, tale fluido termovettore servirà i terminali di emissione (radiatori, pannelli radianti, ventilconvettori, ecc.), mentre i fumi saranno emessi in atmosfera ad alta temperatura (circa 150°C).

Una caldaia a condensazione, invece, preriscalda l'acqua attraverso un primo scambiatore che permette la cessione di calore dai fumi umidi al fluido termovettore. Tale sottrazione di energia termica dai fumi fa condensare il vapore presente negli stessi. Il resto del processo rimane identico, ma il risultato è un aumento del rendimento della macchina e una diminuzione drastica della temperatura di uscita dei fumi (60°C circa).

Il **risparmio energetico** è evidente e notevole (anche fino al 40%), grazie ad un semplice procedimento che prevede lo **sfruttamento ottimale dell'energia termica ancora disponibile nei fumi** derivanti dalla combustione; tale energia sarebbe invece sprecata con una caldaia tradizionale.

Va da sé che, ad oggi, qualora si volesse installare una caldaia in casa o in centrale termica, la scelta deve ricadere su una tipologia a condensazione ad alto rendimento al fine di rispettare i requisiti richiesti da DM requisiti minimi 26 Giugno 2015; dunque, non sono più ammesse caldaie tradizionali.

## Caldiaie a condensazione

Tra i generatori a combustibile fossile, la **caldaia a condensazione** è certamente quello che merita un'attenta **analisi in termini prestazionali ed economici**.

È bene notare che il suo **principio di funzionamento** lo esclude intrinsecamente dai generatori a fonte rinnovabile: il semplice fatto di aver necessità di combustibile fossile, infatti, la rende vincolata ad una sorgente non sostenibile.

Il dubbio sorge spontaneo: questa tipologia di generatore di calore è davvero valida? La risposta alla domanda è sì.

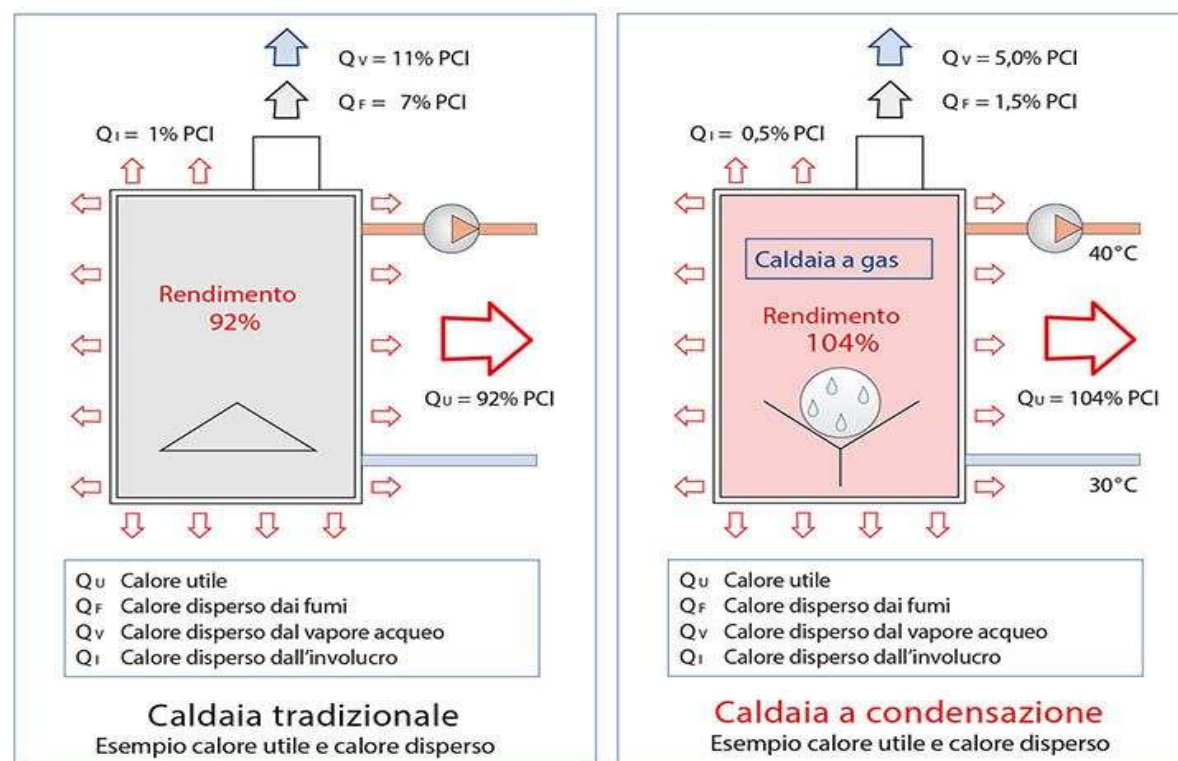
In un momento di transizione ecologica come quello che l'intera umanità sta attraversando, non è ipotizzabile uno scenario che elimini istantaneamente tutto ciò che non funzioni con fonti rinnovabili e di conseguenza una possibile strada da perseguire è quella di sviluppare tutti gli interessanti progetti basati sulla sostenibilità del rinnovabile, staccandosi gradualmente dalla necessità del fossile.

Dunque, in questa ipotesi di scenario, la caldaia a condensazione, con i suoi vantaggi in termini di rendimento e temperature dei fumi in uscita molto più basse rispetto alle caldaie tradizionali, diventa fondamentale.

Essa permette, con costi molto contenuti, di ridurre i consumi energetici e le emissioni di NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> e CO<sub>2</sub> che sono tra le principali fonti di inquinamento diretto e indiretto dell'atmosfera terrestre.

Tali riduzioni sono ancora più evidenti se l'installazione del generatore viene associato ad un intervento di coibentazione dell'involucro opaco o trasparente, grazie ai quali si abbattano i fabbisogni energetici.

La **caldaia a condensazione**, oltre al calore direttamente prodotto dalla combustione, permette di sfruttare anche la considerevole quantità di calore **“nascosta”** nel vapore acqueo disperso nei fumi, a tutto vantaggio del rendimento.



L'impianto di climatizzazione invernale con uno dotato di generatore a condensazione è così rappresentato:

- alimentazione ad **acqua** o **aria** calda;
- **efficienza energetica stagionale** per il riscaldamento d'ambiente ( $\eta_s$ )  $\geq 90\%$ , pari al valore minimo della **classe A** di prodotto, prevista dal regolamento (UE) n. 811/2013;
- contestuale installazione di **sistemi di termoregolazione evoluti** (valvole termostatiche a bassa inerzia termica, o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente), appartenenti alle classi, VI oppure VIII della comunicazione della Commissione 2014/C 207/02.

Nel caso il **generatore a condensazione** sia alimentato ad **aria calda**, il **rendimento termico utile** riferito al potere calorifico inferiore a carico pari al 100% della potenza termica utile deve essere  $\geq 93 + 2 \log P_n$  (logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del singolo generatore di calore).

Per tutti gli interventi, nel caso di impianto **con potenza nominale maggiore di 100 kW**, oltre ai precedenti requisiti:

- deve essere adottato un bruciatore di tipo modulante;
- la regolazione climatica deve agire direttamente sul bruciatore;
- deve essere installata una pompa elettronica a giri variabili o sistemi assimilabili.

Per i generatori a condensazione **ad acqua di potenza superiore a 400 kW**, è richiesto un rendimento termico utile maggiore o uguale a 98,2%, misurato secondo le norme **UNI 15502**.

Per l'incremento di potenza sia motivato con la verifica dimensionale dell'impianto di riscaldamento eseguita ai sensi della norma **UNI 12831**.

Nel caso di **generatori di calore unifamiliari combinati** (climatizzazione invernale e produzione di ACS), sono ammesse potenze nominali **fino a 35 kW**.

## Come fa una caldaia a condensazione a ridurre i consumi energetici?

Come spiegato precedentemente, lo sfruttamento del calore di condensazione del vapore contenuto nei fumi umidi, non solo aumenta la quota di energia sfruttata dal generatore, ma consequenzialmente permette l'uso di fluidi di mandata a temperatura minore, a parità di potenza scambiata e di superficie dei corpi scaldanti all'interno della zona climatizzata. Ad esempio, se sto scaldando un locale con dei radiatori sfruttando una caldaia a condensazione posso inviare il fluido termovettore ad una temperatura di circa 65°C-70°C contro i tipici 80°C-85°C di una caldaia standard; tali temperature si abbassano ancora di più se si usano terminali idonei al funzionamento a bassa temperatura come ventilconvettori o pannelli radianti a pavimento, a parete o a soffitto.

Abbassare la temperatura del fluido, si traduce minore quantità di energia necessaria dalla combustione e quindi in un minore consumo di combustibile.



Ulteriore vantaggio assolutamente non trascurabile di una caldaia a condensazione è la **velocità del transitorio verso il funzionamento a regime** (non ha grosse inerzie termiche, riesce a fornire immediatamente il fluido termovettore alla temperatura necessaria per i terminali o per la produzione di acqua calda sanitaria).

Questa caratteristica la rende preferibile rispetto agli altri generatori di calore nei casi in cui l'impianto sia poco soggetto a funzionamento continuo e, allo stesso tempo, si desideri soddisfacimento istantaneo del fabbisogno di riscaldamento o acqua calda sanitaria: se ad esempio si vuole installare una caldaia a condensazione in una casa poco abitata (una seconda casa, magari in una zona montana), la scelta risulta certamente più azzeccata rispetto a una pompa di calore, che invece ha dei tempi più lunghi per il raggiungimento del funzionamento in regime.

Ulteriore e considerevole **vantaggio** è quello di **poter funzionare insieme ad una pompa di calore**: infatti, sono ormai tecnologie ben consolidate i sistemi ibridi costituiti da una pompa di calore, che sfruttano aria, acqua o il suolo come sorgenti fredde, associate a caldaie a condensazione che fungono da ausiliario solo nei momenti di avvio dell'impianto o quando le condizioni esterne non permettono il funzionamento della pompa di calore.

In ultimo luogo, ma non per importanza, l'ottimale campo di regolazione e modulazione dell'energia erogabile dalla caldaia, grazie agli ormai avanzati sistemi di connessione tra i cronotermostati GSM e la scheda madre elettronica installata direttamente sul generatore, che permette di erogare la potenza realmente necessaria in funzione delle condizioni lette da cronotermostato nell'ambiente riscaldato, senza sprecare combustibile, abbattendo quindi i consumi.

VANTAGGI	SVANTAGGI
Elevati rendimenti grazie allo sfruttamento del calore di condensazione	Emissioni non nulle
Elevata capacità di regolazione e modulazione della potenza ed inoltre disponibili praticamente in tutte le taglie di potenza	Nessuno sfruttamento di fonti rinnovabili, a meno di particolari casi (Biometano, Biocombustibili liquidi vari)
Facilità nell'andare a regime	
Possibilità di funzionamento con tutti i tipi di emissione	
Possibilità di accoppiamento con pompa di calore in un sistema ibrido	
Riduzione delle emissioni	
Riduzione dei consumi energetici	
Costi di installazione ridotti in relazione alle potenze installate	
Ingombri ridotti in relazione alle potenze installate	

*Vantaggi e svantaggi di una caldaia a condensazione*

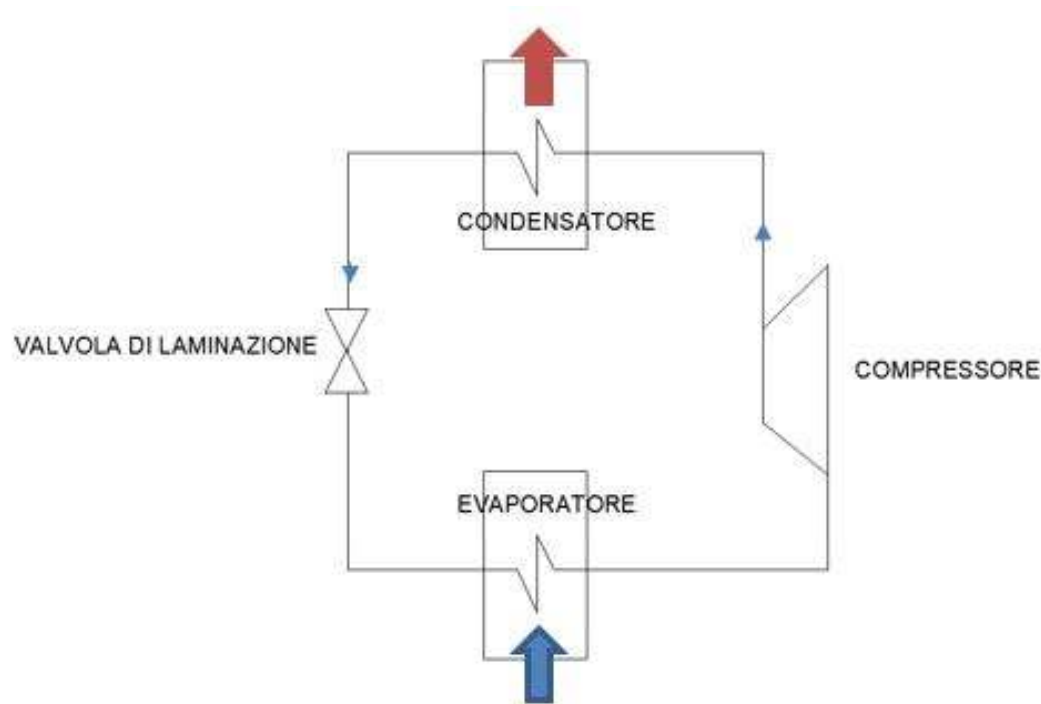
## Pompe di calore

Ulteriore opzione molto valida per la generazione del calore sia per condomini che per piccole monofamiliari e plurifamiliari è la pompa di calore: il suo principio di funzionamento è molto diverso rispetto a quello di una caldaia tradizionale o a condensazione; infatti, questo particolare generatore **non sfrutta combustibili fossili** e di conseguenza **non comporta emissioni dirette** derivanti da combustione.

### Come funziona, allora, una pompa di calore?

Precedentemente abbiamo definito come il calore non venga mai “prodotto” dal nulla, ma viene ottenuto scambiando energia in un procedimento (come ad es. la combustione); una pompa di calore si basa proprio sullo scambio di flussi termici tra fluidi attraverso uno scambiatore. In particolare, il fluido circolante in una pompa di calore è detto fluido refrigerante perché possiede delle caratteristiche fisiche tali da evaporare a temperature relativamente basse e condensare a temperature più alte rispetto a quelle dell’acqua.

Una **pompa di calore classica** è caratterizzata da un ciclo a **semplice compressione di vapore**, schematizzabile come segue:



*Schema del ciclo termodinamico di una pompa di calore a compressione di calore*

Il **fluido refrigerante** circola grazie ad un compressore (che rappresenta il consumo elettrico della pompa di calore e unica potenza in ingresso nel sistema) e **viene forzato in due scambiatori**: il condensatore e l'evaporatore; questo ciclo permette ad una pompa di calore di funzionare in modalità reversibile, ovvero sia in riscaldamento che in raffrescamento estivo.

In parole povere, quando la pompa di calore funziona in modalità di climatizzazione estiva, il refrigerante che circola all'interno dell'evaporatore, evapora grazie al calore sottratto da un fluido termovettore (acqua o aria, a seconda dell'impianto utilizzato), mentre in inverno il funzionamento avviene lato condensatore, in cui il refrigerante condensa cedendo energia termica al termovettore.

Il **punto di forza** della pompa di calore, come si può evincere dal principio di funzionamento, è dunque quella di **non avere nessuna emissione di inquinanti**, sfruttando esclusivamente energia elettrica senza combustione; tuttavia, ciò non vuol dire che una pompa di calore non abbia impatto sull'ambiente, perché questo lo si potrebbe garantire solo se l'energia elettrica in ingresso nel sistema fosse derivante da fonti completamente rinnovabili.

Esempio pratico può essere quello relativo a una villetta monofamiliare che, in fase di riqualificazione energetica, vede la sostituzione di una vecchia caldaia con una pompa di calore associata ad un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica rinnovabile, magari con un accumulo in grado di sfruttare quell'energia anche in assenza di irraggiamento solare.

## Funzionamento di una Pompa di calore

Andiamo a  
comprende perché  
tra i più gettonati  
generatori elettrici  
che possono  
alimentare impianti di  
riscaldamento e  
impianti di  
climatizzazione vi è  
senza dubbio la  
pompa di calore.





Non c'è da meravigliarsi.

L'energia termica prodotta dalla pompa di calore è **almeno 5 volte superiore** rispetto al dispendio di energia elettrica, ottenendo un **risparmio di almeno il 75% rispetto a scaldabagni elettrici o a gas.**

Oltretutto può essere utilizzata come **generatore unico sia per impianto di riscaldamento che di raffreddamento**, senza considerare il fatto che se integrata ad un impianto fotovoltaico con accumulo consente di **abbattere del 100% il costo del GAS** con un notevole risparmio annuale.

Ma adesso **vediamo come funziona una pompa di calore** in tutte le sue varianti.

## Funzionamento di una Pompa di calore

Rappresentiamo di seguito il funzionamento della pompa di calore.

Per **riscaldare l'ambiente**, la pompa di calore estrae il calore da una fonte naturale – come l'aria, l'acqua o il terreno – lo porta alla temperatura desiderata e lo trasporta all'interno dell'edificio dove verrà irradiato nell'ambiente per mezzo di impianti radianti a pavimento o terminali come **termosifoni** o **fan coil**.

Un **funzionamento simile ma opposto a quello del frigorifero**. Quest'ultimo, infatti, tende ad espellere il calore dall'interno verso l'esterno mentre la pompa di calore lo cattura dall'esterno e – dopo averlo portato a temperatura – lo immette all'interno.

Per **rinfrescare l'ambiente**, invece, il calore viene estratto dall'aria presente all'interno dell'edificio ed espulso, in modo del tutto analogo al frigorifero.

## Principio funzionamento

Il principio di funzionamento della pompa di calore si basa sul fenomeno dell'espansione Joule-Thomson di un fluido refrigerante molto freddo ma che vaporizza a basse temperature.

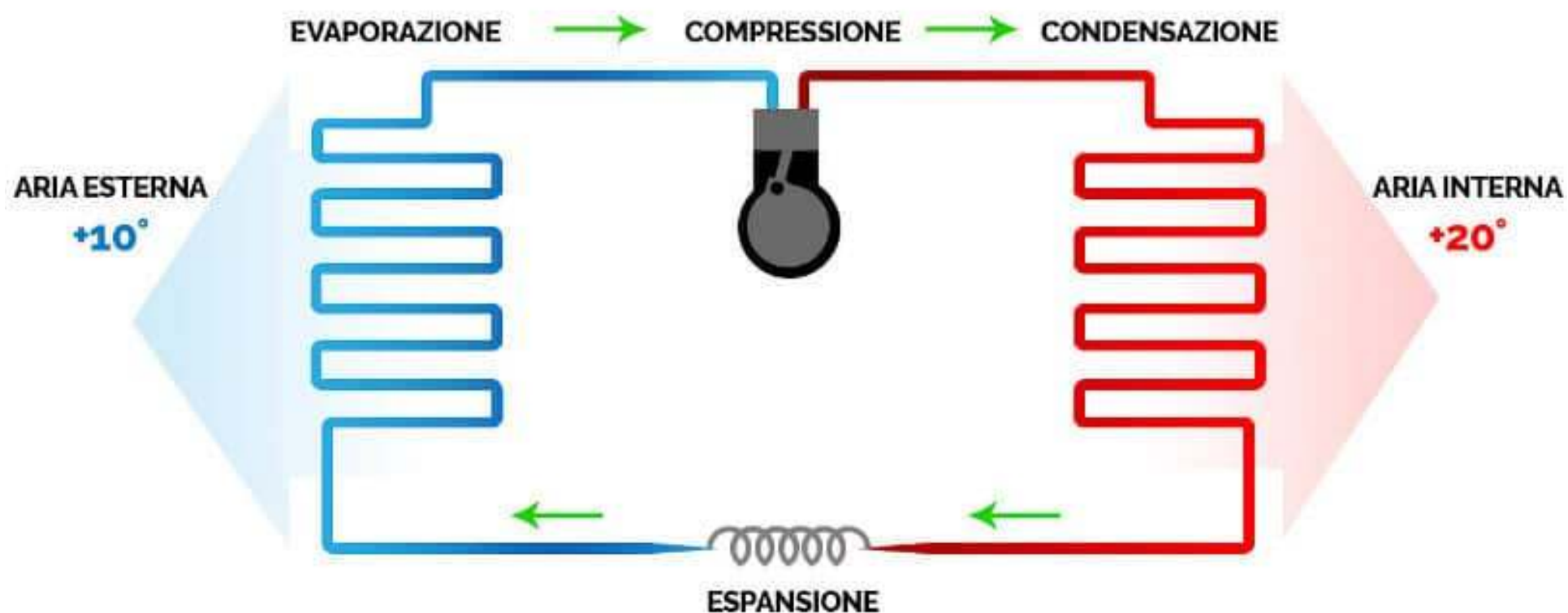
Tale fluido, compiendo dei **cicli di compressione ed espansione**, permette alla pompa di calore di trasferire calore all'acqua calda sanitaria.

Il **ciclo della pompa di calore** si compone di tre step:

1. Prelevamento del calore da una fonte naturale;
2. Incremento della temperatura;
3. Trasferimento del calore all'abitazione, ed in particolare all'acqua calda sanitaria.

Ad ogni ciclo il fluido refrigerante è soggetto a **continui cambiamenti di stato**, ossia passa dallo stato liquido a quello di vapore e viceversa.

Ad ogni ciclo il fluido refrigerante è soggetto a continui cambiamenti di stato:



*Schema di funzionamento di una pompa di calore)*

Nel **primo step**, la fonte di calore viene convogliata in uno scambiatore attraverso il quale circola il fluido refrigerante.

Essendo più calda, al momento in cui entra a contatto con il liquido inizia a trasferirgli calore innalzandone la temperatura e innescando il cambiamento di stato **da liquido a vapore**.

A questo punto inizia il **secondo step**, dove il **compressore** della pompa di calore **comprime il vapore** provocando un **brusco innalzamento della pressione** che si traduce in un aumento esponenziale della temperatura.

La temperatura del vapore è adesso così elevata da poter essere utilizzata per il riscaldamento dell'acqua sanitaria e degli ambienti.

Via via che il vapore trasferisce il calore all'acqua, diminuisce la sua temperatura e **ritorna dallo stato di vapore a quello liquido**.

Infine, nel **terzo step**, il fluido – ancora troppo caldo – viene fatto passare attraverso una **valvola di espansione** grazie alla quale perde drasticamente pressione e di conseguenza la sua temperatura.

Il liquido è adesso tornato ad una temperatura così bassa da poter nuovamente assorbire calore e ricominciare il ciclo.

## Qual è la temperatura di mandata di una pompa di calore?

La pompa di calore ottiene il suo **massimo rendimento a bassa temperatura**.

La **temperatura di mandata** di una pompa di calore infatti varia intorno a **40-55 °C**, motivo per cui il suo impiego è ideale in un impianto di riscaldamento radiante a pavimento.

Ciononostante è possibile impiegare la pompa di calore anche in presenza di un tradizionale impianto con termosifoni (meglio se con radiatori in alluminio e con ampio interasse) o ventilconvettori.

## Tipologie di pompe di calore

Le pompe di calore si dividono in due categorie principali:

1. Pompe di calore **mono-valenti**: ossia indipendenti da altri generatori di calore;
2. Pompe di calore **bi-valenti**: che vanno ad integrarsi con altri generatori di calore, particolarmente adatte per quelle aree soggette ad un consistente abbassamento delle temperature.

Dopodiché sul mercato è possibile trovare diversi modelli di pompe di calore che sfruttano fonti di energia differenti.

I principali modelli sono i seguenti:

- Pompa di calore **aria acqua**: utilizza l'energia ricavata dall'aria presente all'esterno dell'edificio, la quale viene poi utilizzata per riscaldare l'acqua contenuta nei termosifoni o per alimentare la serpentina dell'impianto di riscaldamento a pavimento.
- Pompa di calore **acqua acqua**: utilizza l'energia termica proveniente dalle acque di falda, come laghi e fiumi.
- Pompa di calore **aria aria**: funziona in modo analogo ai tradizionali condizionatori, ossia utilizza l'energia ricavata dall'aria presente all'esterno dell'edificio e poi viene immessa all'interno sotto forma di aria calda;
- Pompa di calore **geotermica**: è una pompa che sfrutta il calore costante del sottosuolo che viene catturato e indirizzato all'impianto da particolari sonde posizionate ad una profondità di circa 1 metro e mezzo (se in orizzontale, quindi parallele alla superficie) o a diverse decine di metri (se in verticale).



APPROFONDIAMO LA POMPA DI CALORE:  
cos'è, quanto costa e quanto fa risparmiare?



## Vantaggi e Svantaggi delle Pompe di calore

Le pompe di calore possono portare **vantaggi** importanti per coloro che decidono di installare questo tipo di impianto.

Nello stesso tempo è evidente che i costi da sostenere sono molto elevati, anche se la spesa per l'investimento viene ripagata nel tempo con il conseguente **risparmio di energia**.

Secondo la normativa europea in tema di energia, se il calore (energia termica) catturato da una pompa di calore eccede in maniera significativa la quantità di energia necessaria al suo funzionamento, esso **è considerato rinnovabile**.

Ecco i pro e i contro di una pompa di calore:

Vantaggi	Svantaggi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produzione dello <b>stesso calore</b> di una caldaia tradizionale, ma <b>con la metà dell'energia iniziale</b></li> <li>• Il <b>risparmio aumenta</b> se l'impianto viene utilizzato anche per il <b>raffreddamento</b> degli ambienti</li> <li>• <b>Riduzione delle emissioni nocive</b> nell'ambiente</li> <li>• Possono essere abbinate ad impianto di <b>produzione da energia rinnovabile</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevati <b>costi di installazione</b></li> <li>• Costi di mantenimento medio-alti</li> <li>• <b>Bassa temperatura dell'acqua</b> prodotta</li> <li>• Necessario <b>aumento della potenza del contatore</b></li> <li>• <b>Rumore</b> prodotto delle macchine posizionate all'esterno dell'edificio</li> </ul>

## Tipologie di Pompa di calore elettrica

Abbiamo accennato innanzi che esistono diversi tipi di pompe di calore sul mercato, a seconda che prelevino calore dall'aria, dall'acqua o dal terreno: aria- aria, aria- acqua, acqua- acqua.

Un'altra distinzione è in base all'alimentazione: pompe di calore elettriche o a gas, anche se la maggior parte di questi apparecchi funzionano con l'energia elettrica.

Ma qual è la differenza tra le varie tipologie?  
Approfondiamo.

## *Pompe di Calore Aria-Aria e Aria-Acqua*

Quelle ad **aria-aria** e **aria-acqua** sono le tipologie più semplici da installare, però non sono le più efficienti perché dipendono dalla temperatura dell'aria esterna: infatti, se la temperatura scende sotto i 5-7 °C, le prestazioni dell'impianto calano notevolmente e i consumi sono molto maggiori. Un esempio di pompa di calore aria-aria è un classico condizionatore che consente anche di riscaldare l'aria e quindi l'ambiente.

Le pompe di calore aria-acqua invece, a differenza delle altre, scaldano l'acqua da utilizzare per il riscaldamento o per usi sanitari.

Il grande vantaggio di questa tipologia di pompe di calore è che l'aria è una sorgente disponibile ovunque e l'installazione di questi impianti è molto semplice e non richiede particolari modifiche alle strutture.

La nota negativa, come già detto precedentemente, sono le **variazioni repentine di temperatura**, che rendono queste due tipologie inadatte per le regioni fredde.

L'Allegato F, del DM Requisiti Minimi del 6 agosto 2020, definisce le caratteristiche e i requisiti che le pompe di calore devono possedere per poter accedere al superbonus. Innanzitutto, distingue le varie tipologie in base alla sorgente di energia ed alla tecnologia di funzionamento in:

1. pompe di calore elettriche
2. pompe di calore a gas
3. pompe di calore a gas ad assorbimento
4. pompe di calore a gas con motore a combustione interna
5. pompe di calore elettriche o a gas dotate di variatore di velocità

Per le pompe di calore elettriche il coefficiente di prestazione istantanei (COP) deve essere almeno pari ai valori indicati nella Tabella sottostante. La prestazione delle pompe deve essere dichiarata e garantita dal costruttore della pompa di calore sulla base di prove effettuate in conformità alla **UNI EN 14511**.

Al momento della prova, la pompa di calore deve funzionare a pieno regime, nelle condizioni indicate.

<b>Tipo di pompa di calore</b>	<b>Ambiente esterno [°C]</b>	<b>Ambiente interno [°C]</b>	<b>COP</b>	<b>EER</b>
Ambiente esterno/interno				
aria/aria	Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata: 6	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	3,9 <sup>6</sup>	3,4
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW	Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata: 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,1	3,8
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento >35 kW	Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata: 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	3,8	3,5
salamoia/aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	4,3	4,4
salamoia/ acqua	Temperatura entrata: 0	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,3	4,4
acqua/aria	Temperatura entrata: 10 Temperatura uscita: 7	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido entrata: 15	4,7	4,4
acqua/acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	5,1	5,1

<sup>6</sup> Per i soli sistemi di tipo rooftop il COP minimo è pari a 3,2.

Per le **pompe di calore a gas** il coefficiente di prestazione (GUE) deve essere almeno pari ai valori indicati nella seguente Tabella. Il valore minimo dell'indice di efficienza energetica (GUEc) per pompe di calore a gas è pari a 0,6 per tutte le tipologie.

<b>Tipo di pompa di calore</b>	<b>Ambiente esterno [°C]</b>	<b>Ambiente interno [°C]</b>	<b>GUEh</b>
<b>Ambiente esterno/interno</b>			
aria/aria	Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Bulbo secco all'entrata: 20	1,46 <sup>7</sup>
aria/acqua	Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 <sup>8</sup>	1,38
salamoia/aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20	1,59
salamoia/ acqua	Temperatura entrata: 0	Temperatura entrata: 30 <sup>7</sup>	1,47
acqua/aria	Temperatura entrata: 10	Bulbo secco all'entrata: 20	1,60
acqua/acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30 <sup>7</sup>	1,56

<sup>7</sup> Per i soli sistemi di tipo rooftop il GUEh minimo è pari a 1,2.

<sup>8</sup> Δt: pompe di calore ad assorbimento: temperatura di uscita di 40°C. Pompe di calore a motore endotermico: temperatura di uscita di 35°C



La **prestazione** deve essere **dichiarata** e **garantita** dal **costruttore** della pompa di calore sulla base di prove effettuate in conformità alle seguenti norme, restando fermo che al momento della prova le pompe di calore devono funzionare a pieno regime, nelle condizioni indicate nelle tabelle sopra riportate:

- **UNI EN 12309-2015**: per quanto riguarda le pompe di calore a gas ad assorbimento (valori di prova sul p.c.i.);
- **UNI EN 1605** per quanto riguarda le pompe di calore a gas a motore endotermico.

Nel caso di **pompe di calore a gas ad assorbimento**, le emissioni in atmosfera di ossidi di azoto (Nox espressi come NO<sub>2</sub>), dovute al sistema di combustione, devono essere calcolati in conformità alla vigente normativa europea e devono essere inferiori a 120 mg/kWh (valore riferito all'energia termica prodotta).

Nel caso di **pompe di calore a gas con motore a combustione interna**, le emissioni in atmosfera di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub> espressi come NO<sub>2</sub>), dovute al sistema di combustione, devono essere calcolate in conformità alla vigente normativa europea e devono essere inferiori a 240 mg/kWh (valore riferito all'energia termica prodotta).

Nel caso di pompe di calore elettriche o a gas dotate di **variatore di velocità** (inverter o altra tipologia), i pertinenti valori di cui alle tabelle 1 e 2 sono ridotti del 5%.

Nel caso di sostituzione di scaldacqua tradizionali con **scaldacqua a pompa di calore** dedicati alla **produzione di acqua calda sanitaria**, deve essere rispettata la condizione prevista dal punto 3, lettera c), dell'allegato 2 al D.Lgs. 28/2011 (COP>2,6).

## *Pompe di Calore Acqua-Acqua*

Gli impianti acqua-acqua sfruttano **l'acqua di falda** e hanno prestazioni migliori, perché prelevano calore da una sorgente a temperatura stabile.

Sono molto efficienti ma il costo per la loro installazione è molto alto: costano circa il 15-30% delle pompe ad aria, poiché per questo tipo di impianti è prevista la **costruzione di un pozzo** con un sistema di aspirazione.

Questi tipi di pompe prelevano il calore dalle falde acquifere, che si mantengono a temperatura costante per tutto l'anno: questo permette quindi di avere un sistema molto efficiente.

## *Pompe di Calore Geotermiche*

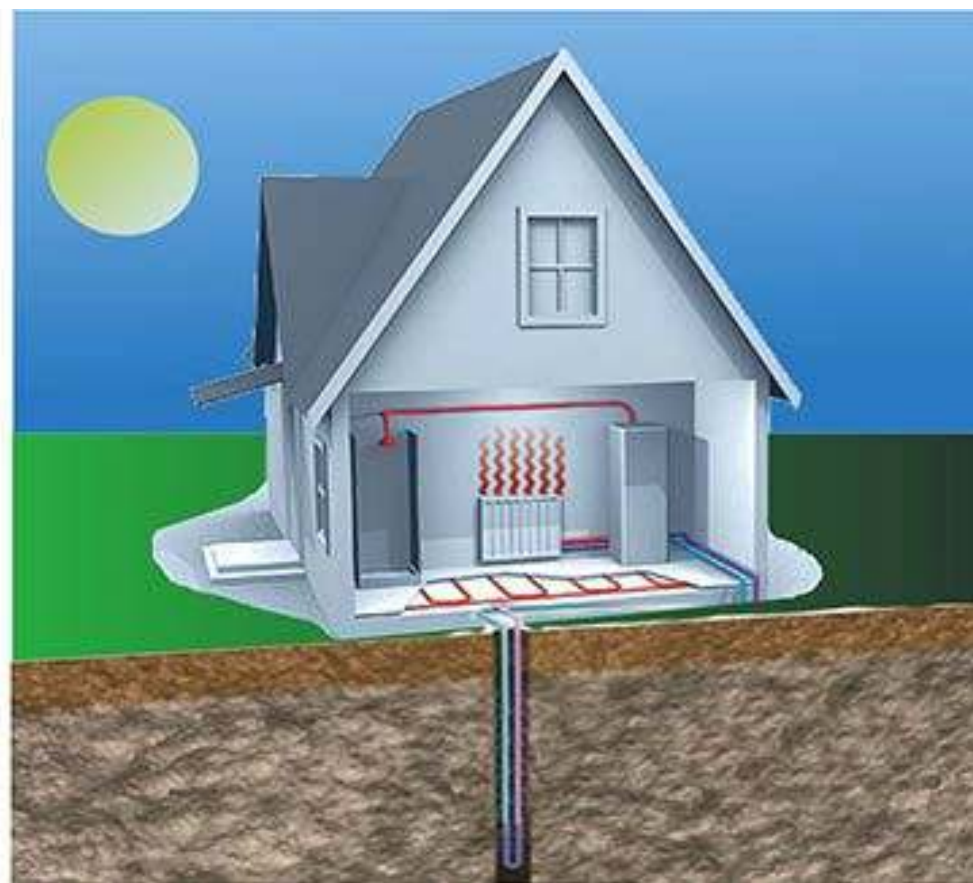
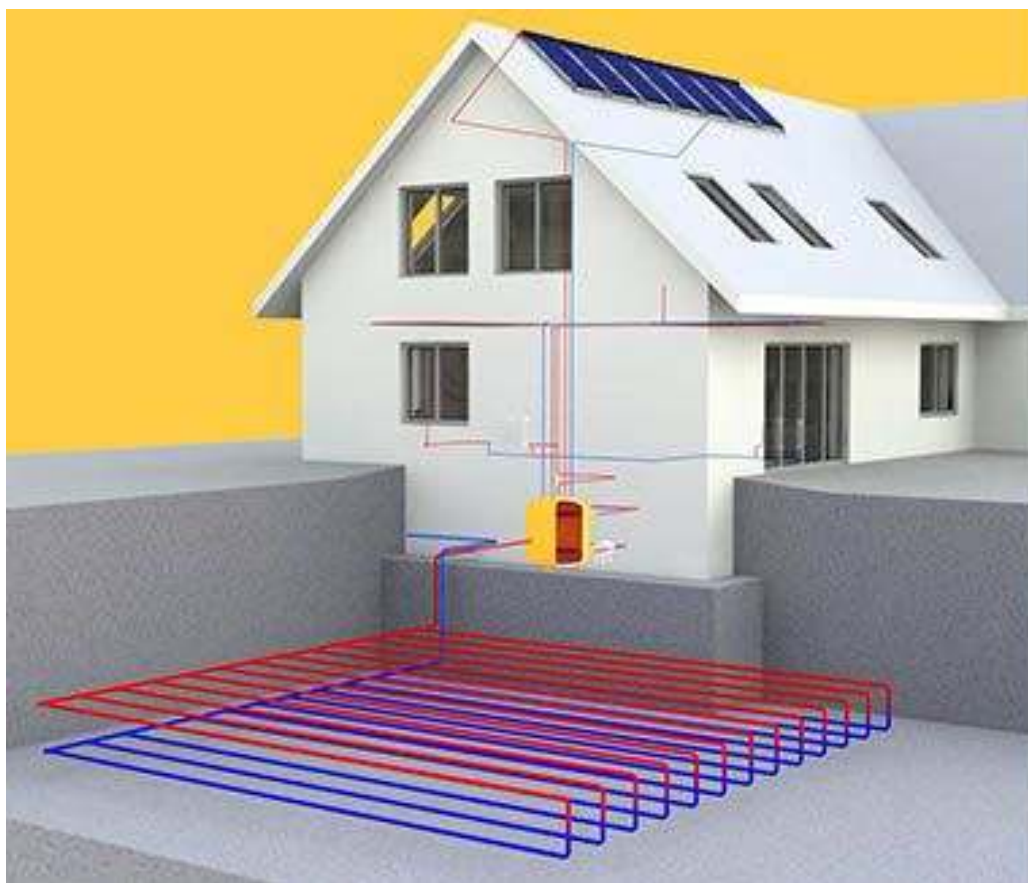
Le pompe geotermiche sfruttano il **calore** sempre presente nel **terreno**.

Ad una profondità di oltre 10 metri la temperatura è relativamente elevata e costante durante tutto l'anno, anche in inverno.

Per catturare il calore nel terreno si installa una **sonda geotermica verticale**, e man mano che si scende più in profondità, aumenta la temperatura disponibile.

Questa tecnologia è particolarmente conveniente quando è abbinata a sistemi di riscaldamento a bassa temperatura, come pannelli radianti o a pavimento.

Il costo di un impianto geotermico è superiore ad uno tradizionale e dipende dalla natura del terreno.



## *Pompe di Calore abbinate ad altri impianti*

### Sistema monovalente o bivalente?

Come anticipato, chi decide di installare un impianto di questo tipo, può sceglierne il funzionamento: è monovalente, se le pompe di calore sono l'unico generatore di calore utilizzato, bivalente se invece l'impianto è supportato da un generatore per il riscaldamento degli impianti.



Nel caso si scelga un sistema monovalente, questo deve garantire l'intero fabbisogno dell'edificio ed è molto consigliato per le abitazioni di nuova costruzione.

Se il sistema scelto invece è monoenergetico, la pompa di calore dovrà essere integrata da una resistenza elettrica, per poter alimentare correttamente tutto l'edificio. Questo sistema viene installato per evitare le dispersioni di calore, che la sola pompa non riesce a contenere: il tutto permette di avere un impianto efficiente durante tutto l'anno. Il sistema **monoenergetico** è consigliato per le nuove abitazioni e la spesa a cui il cliente deve far fronte è minore rispetto a quella di un sistema monovalente.

Nel caso di funzionamento bivalente, invece, la pompa di calore installata riesce a coprire il fabbisogno dell'abitazione, ma solo fino ad una certa temperatura esterna, il cosiddetto **punto di bivalenza**. A questo tipo di sistema deve essere abbinata una fonte alternativa (solitamente si tratta di una caldaia) che possa riscaldare l'ambiente nel momento in cui la pompa di calore smette di svolgere la propria funzione. Questo impianto è invece indicato per le abitazioni recentemente ristrutturate o le case di vecchia costruzione.

## Dove si installano le pompe di calore

### *Come installare l'impianto? Dove?*

Prima di richiedere l'installazione di questi macchinari, bisogna essere sicuri che si possano posizionare nel luogo che desideriamo.

Prima di tutto, bisogna valutare la **fascia climatica**, poiché la temperatura può influenzare negativamente il reale funzionamento delle macchine.

In secondo luogo, va tenuta presente la struttura dell'edificio poiché, molto spesso, le pompe di calore richiedono lo **svolgimento di lavori** anche all'esterno, se si tratta di un impianto ad aria, o la costruzione di un pozzo, se l'impianto è ad acqua o di una sonda geotermica. In caso di installazione di una pompa di calore acqua- acqua, bisogna verificare inoltre la disponibilità di una sorgente d'acqua nelle zone limitrofe a dove si vuole posizionare l'impianto.





## Quanto si Risparmia con le Pompe di Calore?

Le pompe di calore comportano numerosi vantaggi a coloro che decidono di installare questo tipo di apparecchiatura.

Prima di tutto, bisogna valutare se il titolare dell'impianto è eligibile per accedere a regimi di sostegno o incentivi.

L'efficienza energetica di questi dispositivi permette un **risparmio notevole**: il coefficiente di prestazione di una pompa di calore riesce a raggiungere un valore fino a 5, cioè riesce a produrre 5 kWh di energia termica, partendo da un solo kWh di energia elettrica.

Economicamente parlando, questo comporta un risparmio in **bolletta dal 40% al 70%**.

## Tariffa D1 e TD: cosa è cambiato?

La tariffa elettrica D1 per le Pompe di Calore non esiste più.

Con la recente riforma, la tariffa D1 è stata eliminata e ad oggi viene applicata a tutti i clienti la tariffa TD, non progressiva.

Nell'estate del 2014 l'**Autorità** aveva creato la tariffa **D1** in via sperimentale, rivolta ai clienti domestici che utilizzano pompe di calore elettriche come unico sistema di riscaldamento dell'abitazione di residenza.

Dal 2017 però è cambiata la differenziazione tariffaria: non esistono più le tariffe D1, D2 e D3 come le conoscevamo, ma sono state sostituite da una nuova tariffa chiamata TD.

Cos'è cambiato in termini pratici? Coloro che hanno aderito alla tariffa D1 per pompe di calore, **dal 1° gennaio 2017** pagano l'energia elettrica secondo la tariffa **TD**, non progressiva: la TD entrerà definitivamente in vigore per tutti i clienti dal 2018.

I clienti che non hanno aderito in tempo alla tariffa sperimentale rientrano nella seconda fase della riforma che prevede solamente un calo del 5% circa degli oneri di sistema.

## Installazione di una Pompa di Calore: Conviene? Quali sono i vantaggi?

Chiedersi se convenga o meno acquistare una pompa di calore è un interrogativo sicuramente valido.

Cerchiamo di dare risposta approfondendo i vantaggi di questa soluzione.

Le **opinioni sulle pompe di calore** sono varie e spesso discordanti. Questi impianti, infatti, presentano sicuramente molti vantaggi e possono sostituire sistemi più inquinanti e a volte meno efficienti come le **caldaie**.

D'altra parte, il loro acquisto può portare a un **sacrificio economico** anche piuttosto importante. Per questo motivo, è bene **valutare tutte le possibili opzioni** a propria disposizione.

## *Installare una pompa di calore conviene o no? I Vantaggi*

I vantaggi delle pompe di calore sono diversi e spesso derivano dal funzionamento stesso di questi impianti che sfruttano il potenziale di fonti di energia pulita e rinnovabile.

Tra i lati positivi più importanti, allora, spiccano:

- Sostenibilità ambientale;
- Performance efficienti;
- Possibilità di riscaldare e raffrescare gli ambienti;
- Risparmio in bolletta;
- Valorizzazione degli immobili.

Per una migliore comprensione, vediamo di analizzare queste voci una per una.

## *La sostenibilità ambientale delle pompe di calore*

Installare una pompa di calore significa senza dubbio operare una **scelta ecosostenibile**.

A differenza di altri sistemi per il riscaldamento non sfruttano combustibili fossili. Grazie alle **ridotte di emissioni di CO<sub>2</sub>**, quindi, il loro impatto sull'ambiente è minore.

Le **fonti utilizzate** per il funzionamento delle pompe di calore sono sostanzialmente tre:

- **Aria:** in questo tipo di pompe di calore, l'impianto preleva **l'aria posta all'esterno** dell'abitazione per riscaldare l'aria interna, oppure per produrre acqua calda per usi sanitari e tecnici;
- **Acqua:** l'utilizzo di **acqua di falda o superficiale** permette a questi sistemi di ottenere il calore necessario per riscaldare l'acqua all'interno dell'abitazione;
- **Terra:** le pompe di calore geotermiche sfruttano il calore naturalmente presente nel **terreno** per riscaldare gli ambienti.

## *Possibilità di riscaldare e raffrescare gli ambienti*

Le pompe di calore **possono garantire anche il raffrescamento** degli ambienti.

Questo risultato si ottiene invertendo il meccanismo di **funzionamento di base dell'impianto**.

Invece di portare calore all'interno dell'abitazione, il sistema lo estrae dagli ambienti interessati.

Si tratta dello stesso procedimento alla base del **funzionamento dei frigoriferi**.

I **vantaggi sono notevoli**, visto che con una sola pompa di calore è possibile ottenere sia ambienti caldi che freddi.

Questi sistemi **si interfacciano facilmente anche con i condizionatori**.

## *Risparmio in bolletta*

Come anticipato, l'**utilizzo delle pompe di calore** può portare a ottimizzare i consumi **in bolletta**, sia per quanto riguarda gli utilizzi di energia elettrica che gas.

Per ridurre ancora di più gli sprechi, potresti prendere in considerazione l'eventualità di **abbinare** alla pompa di calore **un impianto fotovoltaico**, incaricato di generare l'energia necessaria per il funzionamento.

## *Valorizzazione degli immobili*

L'installazione di una pompa di calore può portare a vantaggi anche dal punto di vista **puramente economico**.

Oltre al risparmio in bolletta, scegliere di investire in un impianto del genere potrebbe determinare un **aumento della classe energetica della tua casa**.

Dove trovo la classe energetica del mio immobile?

La classe energetica del tuo edificio viene espressa nell'Attestato di Prestazione Energetica (APE).

A un aumento di classe energetica, corrisponde anche un **aumento di valore** dell'intero immobile. In caso di compravendita, così, si potrà sperare di ottenere una cifra superiore.



## Fattori da considerare prima dell'installazione di una pompa di calore

Oltre agli **innegabili vantaggi** delle pompe di calore, sono presenti altri fattori da considerare prima di procedere con l'acquisto e l'installazione. Questi i parametri di cui dover **tenere necessariamente conto**:

- Disponibilità di **fonti naturali**;
- Presenza di **spazi appositi**;
- **Tipo** di impianto;
- **Costo** complessivo.

Di seguito una spiegazione di queste voci.

## *Disponibilità di fonti naturali*

Nonostante la **varietà di tipologie** di impianti, non è sempre detto che si possa installare una pompa di calore in qualsiasi abitazione.

In particolare, è necessario considerare la **disponibilità di sorgente di calore**, sia essa acqua, aria o terra. Le soluzioni di tipo acqua-acqua, ad esempio, necessitano di un pozzo di aspirazione, che può essere presente naturalmente oppure ricavato.

### **Attenzione alle autorizzazioni!**

Se si vuole installare una pompa di calore **acqua-acqua**, sono necessarie autorizzazioni per prelevare e utilizzare l'acqua del pozzo di aspirazione, sia esso di falda o di superficie.

Nel caso delle pompe di calore **geotermiche**, **andranno svolte verifiche sul tipo di terreno** coinvolto. Se opti per le alternative aria-acqua, infine, devi assicurarti di avere **abbastanza spazio esterno** all'abitazione, e soprattutto devi considerare le variazioni di temperatura esterna.

Per quest'ultimo parametro ci si può regolare con la visione dei **Gradi Giorno (GG)** del tuo comune, utilizzati anche per stabilire i periodi annuali in cui si stabilisce il periodo di accensione dei riscaldamenti centralizzati.

## *Presenza di spazi appositi*

Installare una pompa di calore può richiedere la presenza di **spazi piuttosto ampi**. Nonostante la proposizione di soluzioni sempre più compatte, è indubbio **che l'ingombro di questi impianti** sia da considerare.

A seconda del tipo di impianto, può essere **necessario ricavare spazio**, ad esempio, per l'unità esterna o il pozzo di aspirazione.

Queste attrezzature potrebbero anche **impattare negativamente sull'estetica** dell'abitazione, perciò è bene valutare con calma tutte le possibili conseguenze.

## *Tipo di pompa di calore scelta*

In generale, le pompe di calore operano all'interno di un **intervallo di temperature**.

La loro efficienza cambia a seconda della temperatura esterna, e anche i migliori modelli a volte potrebbero **presentare qualche intoppo se le condizioni ambientali sono particolarmente rigide**.

Questa dinamica comporta una fase di studio approfondita sulla scelta del tipo di impianto da installare.

Inoltre, va affrontato il tema del **dimensionamento dell'impianto**, ovvero della potenza necessaria a riscaldare correttamente gli ambienti.

Optare per un **sistema sottodimensionato** porterà sicuramente a conseguenze **negative**, con uno spreco di tempo e denaro.

## Le opinioni sulle pompe di calore: convengono o no?

Considerati i vantaggi e gli altri fattori da tenere in considerazione, rimane dunque da **rispondere alla domanda**: una pompa di calore conviene o no?

In primo luogo, è giusto considerare **tutte le possibili difficoltà** relative all'installazione e al costo iniziale elevato.

D'altra parte, se si intende ristrutturare a fondo un immobile si potrebbe certamente optare per questa soluzione, che ti consente di **ottenere acqua calda** per usi sanitari e tecnici, oltre al riscaldamento – e in alcuni casi il raffrescamento – degli ambienti.

## *Quando conviene installare una pompa di calore?*

L'installazione della pompa di calore va valutata caso per caso, ma **nelle seguenti situazioni la sua scelta quasi sempre si conferma l'ideale:**

- Disponi di un impianto fotovoltaico ben dimensionato da accoppiare o stai valutando di installarne uno;
- Hai un impianto di riscaldamento radiante a pavimento o stai pensando di installarne uno;
- La tua abitazione ha un buon isolamento termico;
- Hai ancora un vecchio impianto a GPL e vuoi sostituirlo con un sistema più efficiente.

## *Quando non conviene installare una pompa di calore?*

In alcuni contesti potrebbe diventare **sconveniente** installare una pompa di calore.

Eccone alcuni:

- Se non disponi di un impianto fotovoltaico e non puoi usufruire di agevolazioni che ti consentono di rientrare dell'investimento in tempi ragionevoli;
- Se non è presente una tubazione idonea, in quanto temperature di mandata più basse hanno bisogno di una maggiore portata;
- Se non è possibile adeguare l'impianto a radiatori eventualmente presente

## Quanto costa una pompa di calore?

I **costi** di una pompa di calore variano in base alla tipologia di pompa, alla tecnologia ed ai lavori necessari per la sua posa in opera.

Il costo complessivo di una pompa di calore è sicuramente un **argomento di cui tener conto**.

Se è vero che la grande efficienza energetica di questi apparecchi consente di **rientrare dall'investimento iniziale**, è anche giusto dire che la spesa da affrontare potrebbe rappresentare comunque un ostacolo piuttosto importante.

Le pompe di calore **aria-aria sono le più economiche** ed il prezzo si aggira dai **270 ai 700 euro al kW**.



Il prezzo di una pompa di calore **aria-acqua** varia dai **300 ai 900 euro al kW**, fino ad un massimo di **1.700 euro al kW**.

Il prezzo di una pompa di calore **acqua-acqua** si aggira dagli **800 ai 1.600 euro al kW**, ma può arrivare **anche oltre i 6.000 euro**, a causa della particolare conformazione di questi impianti.

La pompa di calore più costosa è quella **geotermica** che però è anche quella che nel tempo assicura un rendimento più stabile ed un taglio dei costi in bolletta fino al **75%**.

Il costo di una pompa di calore **geotermica** con sonde verticali si aggira **intorno ai 20.000 euro** a causa della particolare conformazione di questi impianti.

Poco meno costa quella **con sonde orizzontali** per la quale però è richiesta una superficie più ampia. In termini di **costo al kW** andiamo dagli **800 ai 1.600 euro**.

## Consumo pompa di calore: calcolo con esempi pratici

Il **consumo elettrico di una pompa di calore** è senz'altro un valore di cui tener conto prima di sostituire l'attuale generatore di calore.

Chiedersi **quanto consuma una pompa di calore** è più che lecito se quella che si sta cercando è una soluzione per ridurre i consumi energetici per il riscaldamento.

Il **consumo della pompa di calore** dipende fondamentalmente da:

- **pompa di circolazione:** la componente che si occupa di far circolare l'acqua all'interno del circuito di riscaldamento;
- **compressore:** il componente che si occupa di innalzare la temperatura;
- **elettronica di controllo:** la componente che mantiene attiva la pompa di calore anche quando in stand-by;
- **temperatura esterna;**
- **dimensione dell'edificio** da riscaldare;
- **qualità della pompa di calore:** una pompa di calore professionale ha un COP più elevato e quindi un minor dispendio di energia elettrica.

## Calcolo consumo elettrico pompa di calore

Effettuare un **calcolo del consumo elettrico** di una pompa di calore è **tutt'altro che facile**. Proprio perché sono molte le componenti che incidono sul consumo – alcune delle quali dipendenti dall'edificio – è pressoché impossibile dare una risposta precisa a priori.

Ciononostante è possibile effettuare dei **calcoli di consumo** di massima per avere un'idea **dell'assorbimento** di energia della pompa.

L'assorbimento di una **pompa di calore da 5 kW** è compreso **tra i 500 Watt e i 2.000 Watt** ma il consumo di elettricità è diverso nella fase di accensione e nelle ore successive.

Nella fase di accensione, infatti, la pompa di calore tenderà a consumare maggiore elettricità per raggiungere il più rapidamente possibile la temperatura di mandata. In questa fase la pompa può arrivare a consumare **anche 2 kWh nella prima ora**.

Nelle ore successive alla prima, il consumo di energia elettrica scende intorno a **0,5 kWh**.  
**Una pompa di calore da 5 kW accesa per 8 ore consumerà circa 5,5 kWh**.

Naturalmente per riscaldare un edificio più ampio occorrerà più tempo o più energia.

Per **calcolare il consumo** della pompa di calore in modo **preciso** occorrerà collegare all'impianto un **wattmetro**, ossia uno strumento in grado di misurare la potenza elettrica assorbita da un apparecchio.

Una volta ottenuto il valore dei kWh assorbiti dalla pompa, basterà moltiplicarlo per il **costo al kWh** per avere un'idea di quanto consuma la pompa anche **in termini economici**.

## Il COP o Coefficiente di Prestazione

Il COP, o Coefficiente di Prestazione, influenza di molto i consumi della pompa di calore. Scegliere una pompa di calore con un COP elevato significa **abbattere i consumi**.

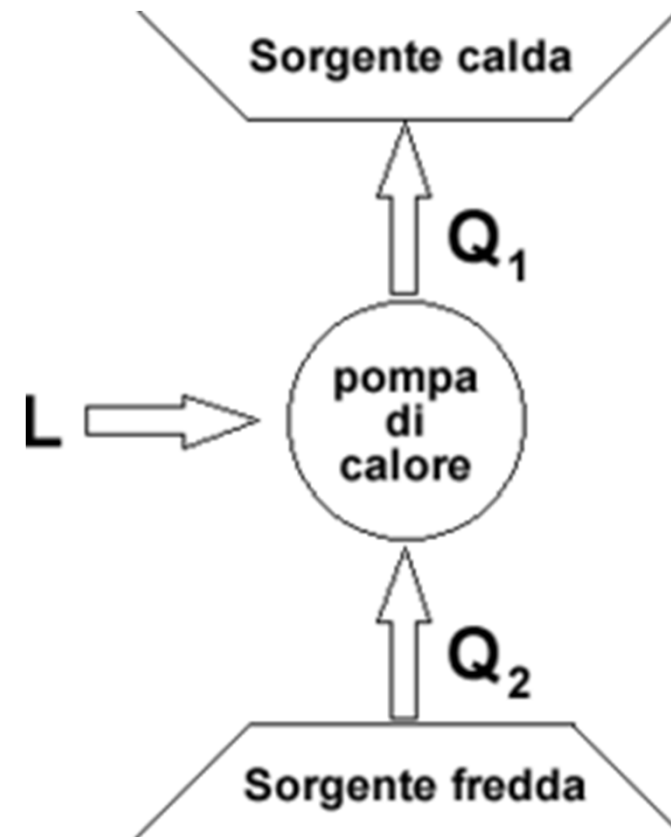
Il COP indica il rapporto tra i kWh di energia elettrica necessari per ottenere l'equivalente in energia termica.

O, per meglio dire, il Coefficiente di Prestazione **indica la quantità di calore immesso** (riscaldamento) **o asportato** (raffreddamento) in un sistema **rispetto al lavoro impiegato**.

Il COP di una pompa di calore è definito come il rapporto fra il calore somministrato alla sorgente a temperatura più alta e il lavoro speso per fare ciò.

Viceversa il di una macchina frigorifera è definito come il rapporto fra il calore sottratto alla sorgente a temperatura più bassa e il lavoro speso.

Il COP è quindi un parametro che rappresenta la bontà di funzionamento di una macchina ma, a differenza del rendimento termodinamico, e può essere maggiore dell'unità, poiché oltre ad avere la conversione del lavoro fornito in calore utile è presente in aggiunta anche un flusso di calore da una sorgente a dove questo calore è richiesto.



*Rappresentazione schematica della pompa di calore*

## L'EER, o Rapporto di Efficienza Energetica in raffrescamento

Il grado di efficienza energetica nominale di una pompa di calore, in realtà, viene espresso attraverso due indici, rispettivamente per il raffrescamento e il riscaldamento. Se infatti il COP (“Coefficiente di prestazione” o “Coefficient Of Performance”) è il rapporto tra la capacità in riscaldamento [kW] fornito dalla pompa di calore e l’energia elettrica [kW] consumata, vi è un altro indice che può essere preso in considerazione se essa raffresca:

- EER (“Indice di Efficienza Energetica” o “Energy Efficiency Ratio”): rapporto tra la capacità in raffrescamento [kW] fornito dalla pompa di calore e l’energia [kW] consumata. Più alto è il valore dell’EER/COP maggiore è l’efficienza termica nominale della pompa di calore in raffrescamento/riscaldamento.

Ad esempio, se il COP di una pompa di calore è 4, per ogni kW di energia elettrica usata vengono rilasciati 4 kW di energia sotto forma di calore. Analogamente, se l’EER è 4, per ogni kW di energia elettrica usata vengono rilasciati 4 kW di energia in raffrescamento.

## *L'efficienza prestazionale*

Un altro dei punti a favore delle pompe di calore risiede nella loro **efficienza prestazionale**. In questo ambito, **è inevitabile ritornare al concetto di COP**.

Come detto, si tratta del rapporto tra energia termica prodotta in kW e la potenza elettrica assorbita in kW.

**Un possibile esempio** è quello nel quale una pompa di calore fornisce 5 kW a fronte di un consumo di 1 kW, che restituisce un COP pari a 5.

I **vari valori** che può assumere il COP sono **divisi in classi**, che vanno dalla **G** (la peggiore) alla **A** (la migliore).

Le pompe di calore con COP **maggiore di 3,6** appartengono alla **classe A**.



## *Coefficiente di Prestazione Economica*

Prendiamo ad esempio una pompa di calore che ha un COP di circa 4,5.

Ciò significa che a condizioni standard di funzionamento, con un consumo di appena 1 kWh di energia elettrica la pompa di calore produce 4,5 kWh termici.

Un edificio da 150 mq che necessita di 18.000 kWh termici per il soddisfacimento del proprio fabbisogno energetico annuo, con un impianto a pompa di calore con COP di 4,5 raggiungerebbe l'obiettivo un consumo elettrico di soli 4.000 kWh/anno.

Viene invece definito **Coefficiente di Prestazione Economica**, espresso in €/kWh, il rapporto tra costo unitario dell'energia elettrica e costo unitario dell'energia termica.

## Consumo pompa di calore e isolamento termico

La **coibentazione dell'edificio** incide sui tempi necessari per ottenere una temperatura gradevole e quindi sui consumi.

Un edificio ben isolato termicamente, ad esempio mediante **insufflaggio delle pareti** o **cappotto termico**, avrà **meno dispersione termica** il che equivale a riscaldare prima l'edificio.

Una pompa di calore consumerà meno energia elettrica a riscaldare un edificio ben coibentato in quanto impiegherà molto meno tempo.

## Consumo pompa di calore e acqua calda

La pompa di calore viene utilizzata sia per la produzione di acqua calda per uso domestico che per la produzione di acqua calda ad uso riscaldamento.

**L'acqua calda ad uso sanitario** richiede una temperatura di mandata di circa **50 °C**.

**L'acqua calda ad uso riscaldamento** richiede temperature ben più basse a seconda della tipologia di impianto di riscaldamento. Ad esempio per un impianto radiante a pavimento – l'ideale per la pompa di calore – basta una temperatura di **30-40 °C**.

Se invece si utilizza la **pompa di calore con i termosifoni**, allora la temperatura richiesta sarà ben più alta.

**Più è alta la temperatura richiesta** e maggiore sarà il consumo della pompa di calore.

Di norma si può considerare che circa il 30% di energia elettrica venga utilizzato per il riscaldamento dell'acqua per uso sanitario e il 70% per l'acqua dell'impianto di riscaldamento.

Negli immobili ben coibentati invece il rapporto è di circa 40% per acqua ad uso sanitario e 60% per acqua ad uso riscaldamento.

## Esempio reale consumo pompa di calore

Prendiamo in considerazione un caso reale di utilizzo della pompa di calore e analizziamo i consumi.

Di seguito i dati rilevati a Dicembre:

- kWh termici prodotti: 3276
- kWh elettrici consumati: 584
- COP ricavato: 5,60

Di seguito i dati rilevati a Febbraio:

- kWh termici prodotti: 2665
- kWh elettrici consumati: 478
- COP ricavato: 5,57

Di seguito i dati rilevati a Gennaio:

- kWh termici prodotti: 4120
- kWh elettrici consumati: 783
- COP ricavato: 5,58

Di seguito i dati rilevati a Marzo:

- kWh termici prodotti: 1762
- kWh elettrici consumati: 329
- COP ricavato: 5,35

Quindi a fronte di 11.823 kWh termici la pompa di calore ha consumato appena 2.084 kWh di energia elettrica, vale a dire 477,23 € considerando 0,229 €/kWh.

## Consumo pompa di calore vs caldaia a condensazione

Prendendo in considerazione l'esempio reale precedente, andiamo a **calcolare il consumo della pompa di calore rispetto ad una caldaia a condensazione.**

Considerato che:

1. La tariffa del gas metano era di 0,85 €/mc;
  2. Il potere calorifico del gas metano era di 9,7 kWh/mc;
- la caldaia a condensazione avrebbe consumato 1.218,86 € di gas metano ( $11.823/9,7$ ) per produrre la stessa quantità di calore.

In relazione a questo, **il risparmio economico della pompa di calore rispetto alla caldaia è stato del 61,8%.**

## Considerazioni finali sui consumi di una pompa di calore

Il consumo di una pompa di calore dipende strettamente dalla qualità della stessa pompa, dalla temperatura e della coibentazione dell'edificio nel quale viene installata.

Il consumo **può essere ulteriormente ridotto** con una **pompa di calore abbinata ad un impianto fotovoltaico**.

Per effettuare un calcolo preciso è bene effettuare delle misurazioni usando un wattmetro.

Ovviamente **se si vuole ottenere una stima realistica dei consumi** calcolata sul caso specifico prima di installare la pompa, **occorre effettuare un accurato sopralluogo per rilevare tutte le misurazioni del caso**.

Project LEC  
**CIVIC ENERGY FUTURE:  
SUSTAINABLE LOCAL ENERGY COMMUNITIES**

Ing. Marco Manchisi – STUDIO MANCHISI -  
Ingegneria e Servizi Integrati

Ing. Pietro Rossetti – Tera S.r.l.

Dott. Franco Di Cillo – Confindustria Bari-BAT

Contatti:

tel. 080 5467712 - [dicillo@confindustria.babt.it](mailto:dicillo@confindustria.babt.it)

<https://lec.italy-albania-montenegro.eu>

<https://facebook.com/projectLEC>

