

## Capitolo 7 Sistemi a Pompa di calore

Durante i mesi estivi, la Terra si scalda ed è in grado di conservare il calore fino al successivo inverno grazie alla sua bassa conducibilità ed alla considerevole massa termica.

La Pompa di Calore è un sistema che permette di estrarre questo calore a bassa temperatura disperso nell'aria, nella terra o nell'acqua per concentrarlo ed usarlo per scaldare le case o l'acqua calda sanitaria. L'unica energia richiesta è quindi quella necessaria a concentrare questo calore e quindi il sistema può produrre energia termica (energia output) pari a quattro volte l'energia impiegata per produrla (energia input).

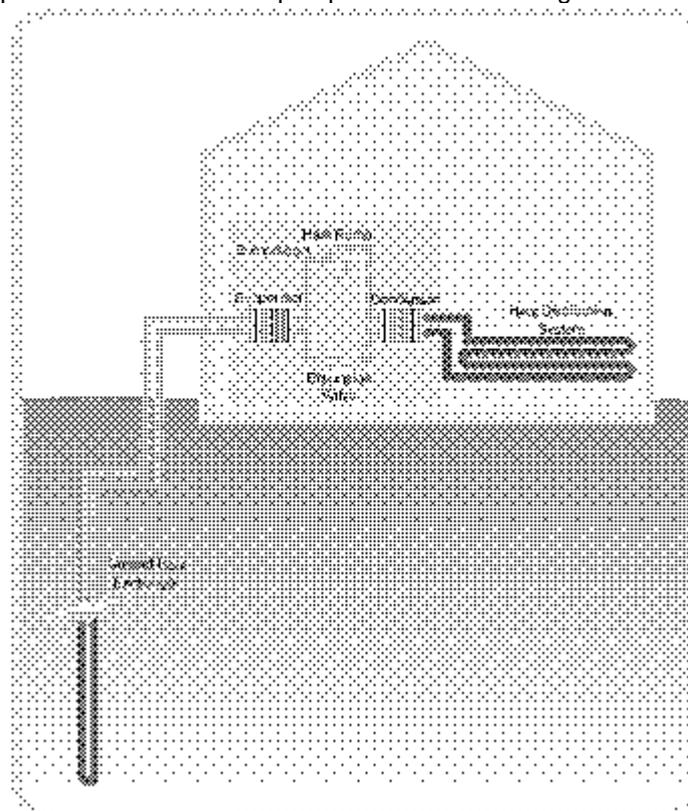
La Pompa di calore, a dispetto del suo nome, può anche essere usata per il raffrescamento in estate. In questo caso il calore è estratto da un edificio e convertito in calore ad una temperatura più bassa che viene quindi dissipato in atmosfera o al suolo

In questo modo, un unico sistema può fornire sia il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria ed il condizionamento

Considerando che il primo sistema a pompa di calore è stato installato nel 1862, per estrarre calore dal un lago austriaco, la tecnologia è ora matura anche se sono sempre in corso ricerche per aumentare la sua già alta efficienza attraverso l'applicazione di nuovi componenti e sviluppi tecnici.

Una Pompa di Calore è composta da due scambiatori di calore chiamati evaporatore e condensatore, una valvola di espansione, e un liquido refrigerante che è pompato all'interno del sistema. Per completare il sistema è richiesto un collettore per estrarre il calore a bassa densità dalla sorgente calda e un sistema di distribuzione per erogare ed immagazzinare il calore a maggior densità prodotto. (Figura 7.1). Di seguito è descritta la funzione di ciascun componente.

**Figure 7.1:** Componenti di un sistema a pompa di calore con sorgente sotterranea



## 7.1 Il collettore

La configurazione di un sistema a pompa di calore dipende dalla natura della fonte di calore. Durante l'estate l'aria, la terra e l'acqua nei laghi e nei fiumi si riscalda; questo calore è trattenuto ed immagazzinato. Poiché la temperatura ambiente diminuisce durante i mesi estivi, questo calore è gradualmente disperso:

- nell'aria per convezione,
- nell'acqua per conduzione
- nella terra per conduzione e per irradiazione dalla superficie terrestre. Il suolo si raffredda più lentamente alla profondità di un metro o più dalla superficie. Al contrario la temperatura dell'aria si raffredda all'aumentare della distanza dalla superficie terrestre, ovvero dell'altitudine, durante una notte limpida e nei mesi invernali più freddi.

La lunghezza della sonda collettore di calore dipende dalla capacità calorifera (o frigorifera) del sistema, la temperatura ambiente della sorgente e la capacità di trasferire calore al fluido collettore. La sonda può essere installata sia orizzontalmente che verticalmente a seconda della disponibilità di spazio, delle caratteristiche del sottosuolo e dell'impatto ambientale

Poiché il calore è estratto durante i mesi invernali, la sorgente di calore sarà progressivamente raffreddata e il terreno può anche arrivare a congelarsi. Durante l'estate seguente però il sole *rinnoverà* la sorgente di calore riscaldandola nuovamente e per questo possiamo dire che la fornitura di calore è rinnovabile.

Se la sorgente di calore è l'*aria* questa può essere immessa direttamente attraverso uno scambiatore di calore ad evaporazione, se è invece il *sottosuolo*, può essere trasferita al fluido all'interno della sonda geotermica – il fluido può essere un liquido speciale composto da sali ed acqua o un liquido refrigerante; se la sorgente di calore è l'*acqua* di un fiume o di un lago o anche del mare, questa può essere fatta circolare direttamente nello stesso circuito collettore o il suo calore può essere trasferito al liquido termovettore all'interno del collettore mediante uno scambiatore di calore

### Attività 7.1: Temperatura del suolo e dell'aria

Attività 7.1: Temperatura del suolo e dell'aria

Le fonti di energia rinnovabili utilizzano il calore irradiato dal sole. In questa attività confrontiamo la differenza nell'ottenere il calore direttamente o indirettamente dal sole

#### Azioni:

Identificare 4 diversi luoghi:

- un posto dove batte il sole tutto il giorno
- un'ombra all'esterno della tua classe
- una piccola buca nel suolo profondo circa 0,3 metri – inserisci un tubo di poca lunghezza nel suolo e di materiale isolante
- un secchio d'acqua

Usate un termometro per misurare la temperatura in questi 4 diversi luoghi tre volte al giorno e registra il valore in un quaderno di lavoro

Spiega la differenza fra i diversi valori di temperatura letti

Quale sorgente di calore (aria, suolo ed acqua) può essere più comoda da usare e fornire la maggiore quantità di calore utile durante l'inverno e perché?

Quale sorgente di calore è più accessibile per l'abitazione di ciascun componente il tuo gruppo?

#### Note per il docente:

**Background:** Questa attività è utile per studiare la differenza termica fra le diverse fonti rinnovabili di energia

#### Scopo di questa attività è:

- Riconoscere le diverse caratteristiche termiche dell'aria, del suolo e dell'acqua quando sono

scaldate dal sole

- Capire i vantaggi e gli svantaggi di ciascuna fonte di calore quando è usata come sorgente di calore per una pompa di calore
- Confrontare le differenti opzioni per le diverse tipologie di abitazioni

**Materiali:** 30 cm di tubo di materiale isolante (plastica, cartone spesso ecc); una pala, un secchio; un termometro

**Parole Chiave:** sorgenti di calore scaldate dal sole, differenza di temperatura, Accumulo calda sanitaria, riscaldamento, tipologia di abitazione, contributo potenziale per riscaldamento

**Capacità:** lavoro di gruppo, osservazione, discussione, interpretazione ed analisi

**Materie di insegnamento:** scienze naturali, fisica

**Età:** 8-11, **Key stage,** dalla terza elementare alla prima media

## 7.2 Trasferimento di calore al composto refrigerante

Il *refrigerante* è un composto. A temperatura ambiente si trova in forma gassosa mentre a temperature comprese tra i 5 e i 10 gradi sottozero diventa liquido.

Il calore, recuperato dalla sorgente termica, viene trasferito al refrigerante attraverso uno scambiatore di calore: l'*evaporatore*. Nei casi più semplici consistente in una serie di piatti disposti in parallelo. Sfruttando il principio per cui il calore si muove sempre dal caldo al freddo, il calore ceduto dalla sorgente termica esterna, quindi a T° ambiente, viene assorbito dal refrigerante, che si trova nella forma liquida e evapora assorbendo energia termica.

Nelle pompe di calore in grado di raffreddare viene invertito il ciclo. Il liquido refrigerante cede, nell'evaporatore, il suo calore al fluido di servizio (es. aria) che viene poi rilasciato nell'ambiente.

### Attività 7.2: Trasferimento di calore

#### Attività 7.2: Trasferimento di calore

Le caratteristiche di trattenere e emettere calore di terra, aria e acqua sono molto diverse e vengono descritte in base alla loro capacità di assorbire il calore del sole, diventando sorgente di energia termica, e trasferirlo a un altro composto, che lo assorbe.

Questo processo in inverno può essere invertito trasformando l'assorbitore nella sorgente di calore e formando un piccolo gradiente termico che può essere concentrato e sfruttato con una pompa di calore.

In questa attività compareremo le differenti capacità di alcuni materiali di assorbire e cedere calore.

#### Azioni

Predisporre la scatola/calorimetro sotto la lampada in modo che il calore prodotto dalla lampadina passi attraverso la pellicola trasparente e arrivi a colpire il termometro posto circa al centro e a metà altezza della scatola.

Accendere la lampada e registrare per un periodo di 5 minuti la temperatura. Spegnerla e segnare il calo della temperatura.

- Riempire la scatola di acqua e ripetere le misure come per l'aria.
- Riempire la scatola di terra e ripetere le misure come per l'aria.

Quali pensi siano le caratteristiche principali di aria, acqua e terra che ne influenzano la loro capacità di assorbire e liberare calore?

Analizza le tue osservazioni in funzione di queste caratteristiche.

Quali di queste tre pensi possa essere una migliore sorgente di calore da usare durante l'inverno e perchè?

**Note per l'insegnante:**

**Background:** questa attività è rivolta allo studio delle capacità di diverse sorgenti di energia di

formare bassi gradienti di calore da usare nelle pompe di calore.

**Lo scopo dell'attività è;**

- Identificare le caratteristiche termiche di aria, terra e acqua, quando scaldate dal sole (o la nostra lampada)
- Comprendere vantaggi e svantaggi nel caso siano usate come sorgente di calore in una pompa di calore

**Materiali:** lampada a incandescenza, un termometro, una scatola con un lato trasparente, terra e acqua sufficienti per riempire la scatola

**Parole chiave:** sorgente termica scaldata dal sole, traferimento di calore, acqua calda, riscaldamento di uno spazio, tipi di abitazioni, contributo potenziale al riscaldamento di una abitazione

**Strumenti:** lavoro di gruppo, osservazione, discussione, interpretazione e analisi

**Materie di insegnamento:** scienze naturali, fisica

**Età:** 8-11 anni

**Tempo necessario:** 2-3 ore

### 7.3 Aumento del calore

Dopo avere lasciato l'evaporatore, il refrigerante viene compresso, usando un *compressore*, e trasformato in liquido. Durante questo passaggio la temperatura aumenta perché la temperatura di un fluido aumenta con l'aumentare della pressione.

A questo punto, il refrigerante passa attraverso il *condensatore*, in cui l'alto gradiente di calore è trasferito al mezzo finale da scaldare e distribuito dal *sistema di distribuzione*. Se il mezzo è l'aria, questa può essere immessa subito nell'abitazione attraverso le condotte di ventilazione. Se fosse acqua verrebbe distribuita attraverso i tradizionali radiatori (caloriferi) o immagazzinata in una cisterna per l'accumulo di acqua calda sanitaria.

Dopo avere lasciato il condensatore, il refrigerante ormai freddo, avendo ceduto il suo calore al fluido di servizio, passa attraverso una *valvola di espansione* in cui si raffredda ulteriormente e ritorna così nella forma gassosa o liquida, dipende dai sistemi, e viene reinviato all'evaporatore per ricominciare il ciclo.

### 7.4 Raffrescamento degli ambienti

Il processo della pompa di calore è reversibile: può estrarre calore da una stanza e trasferirlo nell'ambiente esterno. L'aria calda (o l'acqua) viene prelevata da una stanza, fatta passare nel condensatore a cui trasferisce il suo calore che viene assorbito dal liquido refrigerante. Il gas a questo punto viene compresso a alte pressioni, per cui diventa liquido, e cede il suo calore all'evaporatore che lo passa al fluido collettore esterno. A questo punto il fluido collettore trasferisce il calore alla terra o all'acqua che si trova a una temperatura minore.

Il frigorifero impiega lo stesso identico principio della pompa di calore. In cui, ai cibi e alle bevande contenute all'interno del frigo, viene sottratto il loro basso gradiente termico e trasferito all'unità refrigerante. Nel cui interno è contenuto il fluido refrigerante che viene compresso ed espanso per aumentare il calore che viene poi espulso all'esterno dal retro del frigorifero. Questo è possibile perché l'interno del frigo rimane freddo mentre il retro si riscalda.

Per la pompa di calore che sfrutta il terreno come sorgente termica c'è la possibilità di raffrescare in estate senza utilizzare il compressore. In questo caso, il calore estratto passa dalla stanza al condensatore e attraverso il refrigerante poi all'evaporatore in modo che il calore possa essere trasferito alla superficie esterna attraverso le tubature sotterrate (dalle quali nei mesi invernali si estraeva il calore) del collettore producendo così un raffrescamento.

### 7.5 Installazione in casa

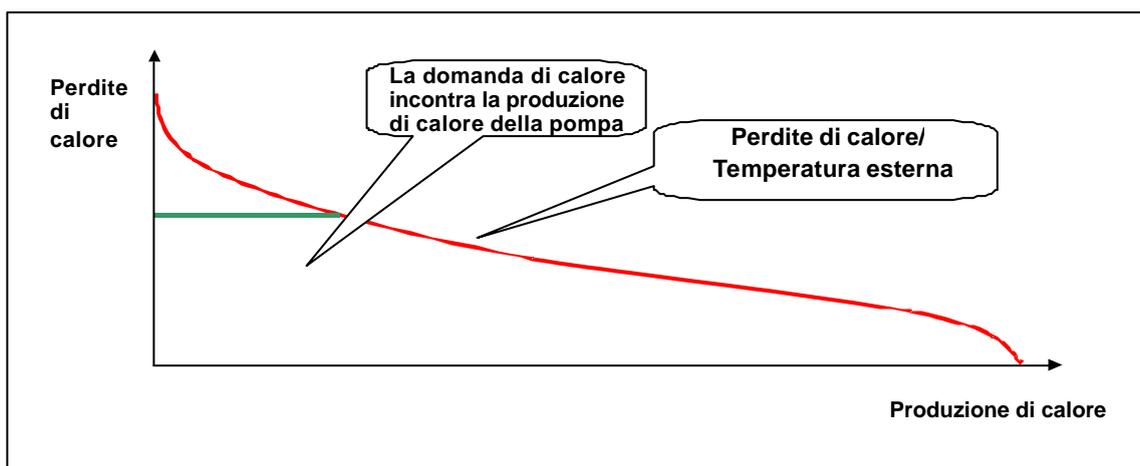
I sistemi a pompa di calore possono sostituire con facilità i boiler a combustibili fossili (metano, gasolio, etc) o elettrici. Nel caso in cui il calore è distribuito attraverso i radiatori, la

sostituzione è ancora più facile, in quanto l'acqua calda prodotta può essere immessa subito nei radiatori.

Come tutti i sistemi a alta efficienza energetica, così anche al pompa di calore, è caratterizzata da un costo iniziale un po' più sostenuto, legato in modo diretto al sistema di produzione del calore. In oltre non va dimenticata l'importanza della *dimensione* della pompa di calore da installare nel proprio appartamento rispetto a quelle che sono le sue *perdite di calore*. Nel caso in cui l'abitazione sia più vecchia di 20 anni è il caso di valutare, al momento della richiesta di un preventivo, i costi di un isolamento dei muri in modo da ridurre le dispersioni di calore (vedi capitolo 4). In questo modo la pompa di calore sarà dimensionata in funzione della riduzione delle perdite di calore ottenuta. Dato che l'acqua calda prodotta dalla pompa di calore sarà a una temperatura più bassa di quella ottenuta con il boiler è importante migliorare l'isolamento dell'appartamento per potere mantenere gli stessi radiatori e lo stesso confort termico con meno energia consumata.

La regola d'oro della pompa di calore è di installarla con delle dimensioni tali per cui copra il 90% del calore richiesto e usare per i mesi più freddi un'addizionale fonte di calore come una stufa elettrica o una caldaia a legna(Figura 7.2).

Figure 7.2: Dimensionamento di una pompa di calore



Le condizioni e le dimensioni tipiche per riscaldare un'abitazione di una famiglia media con una pompa di calore che sfrutta come sorgente termica il suolo variano dai 30 metri di tubo collettore per 3 kW di calore in uscita ai 100 m per 10 kW. Il tubo collettore può essere posizionato sia in orizzontale che verticale. Nel caso del posizionamento verticale è necessaria una specifica attrezzatura per la perforazione mentre per quello orizzontale di uno spazio aperto per la messa in posa del tubo.

Lo scavo, per la posa dei tubi collettori orizzontali, deve essere profondo a sufficienza per evitare che la temperatura della terra non subisca l'influenza dei cambiamenti climatici esterni. In media nell'Europa del sud o in quella centrale sono sufficienti 0,9 m, mentre in quella del nord possono essere richiesti da 1.2 m a 1.5 m.

Nel caso di pompa di calore, la cui sorgente termica sia l'aria, l'aspirazione è installata sul muro esterno dell'abitazione. Nel caso di pompe a suolo o a d'acqua, l'installazione può essere eseguita anch'essa su muri esterni.

## 7.6 Efficienza del sistema

La pompa di calore ha un'alta efficienza perché concentra bassi gradienti di calore invece che produrlo come nei casi di caldaie tradizionali ad esempio. Il rapporto tra il calore prodotto, rispetto all'elettricità consumata dalla pompa, viene chiamato *coefficiente di performance* e può variare da 3 a 5 in base:

- al tipo di pompa di calore
- la differenza di temperatura tra la sorgente termica e quella desiderata all'interno dell'abitazione (*innalzamento della temperatura*)

Questi dati sono in contrasto con quelli delle tradizionali caldaie, la cui efficienza varia tra valori dello 0,8 allo 0,9.

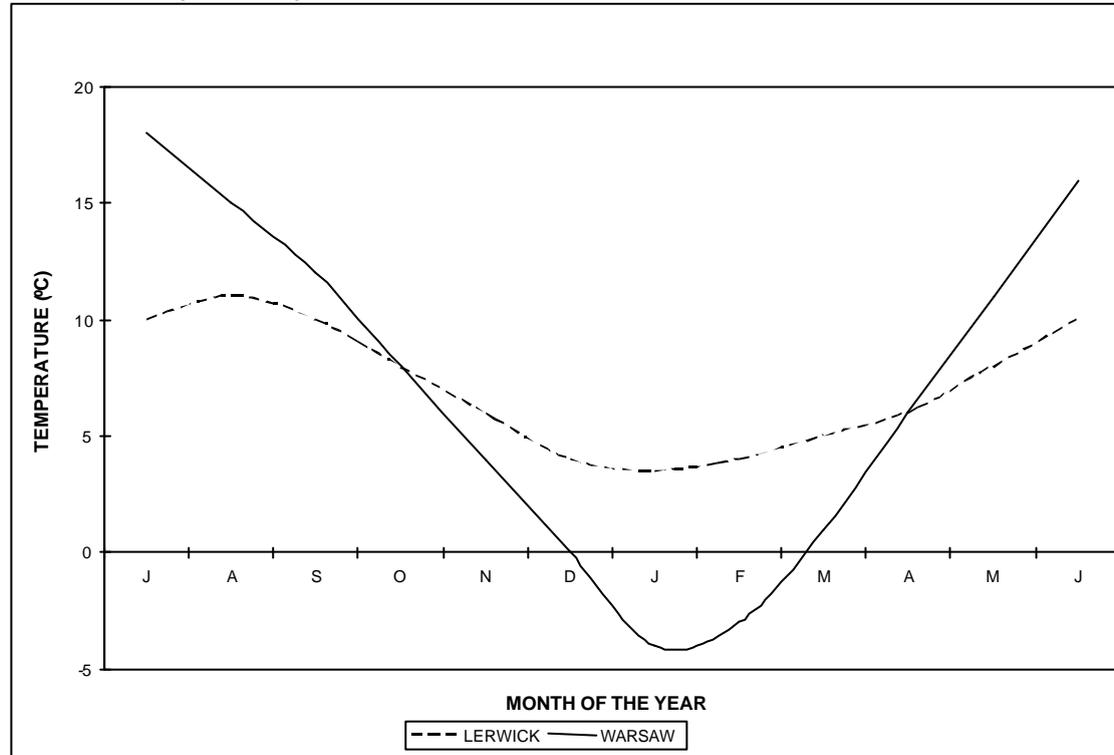
Sorgenti termiche come il suolo e l'acqua hanno temperature durante l'inverno che variano tra i 5° ed i 9° C a una profondità di 1 metro o più. Questa è una garanzia che a prescindere dal tipo di stagione, le condizioni di esercizio della pompa di calore sono garantite. Va comunque tenuto conto che la temperatura dell'aria esterna subisce variazioni sia giornaliere che annuali. Per questo si possono avere delle riduzioni di efficienza perché questi cambiamenti stagionali – ad esempio un inverno particolarmente rigido – inducono ad aumentare la temperatura di esercizio per raggiungere il riscaldamento desiderato.

Le migliori efficienze sono ottenute nelle condizioni in cui il fluido di distribuzione (acqua o aria), in uscita dalla pompa di calore, è a bassa temperatura (25 – 35° C) e se si impiega un sistema di riscaldamento radiante. Basse efficienze si verificano invece nel caso in cui si abbiano dei radiatori tradizionali dove l'acqua d'esercizio deve essere a alte temperature (45 – 55° C).

## 7.7 Influenza del clima

La quantità di calore rinnovabile che può essere fornita da un sistema di riscaldamento a pompa di calore dipende da diversi fattori: posizione geografica dell'abitazione e sue caratteristiche (isolamento termico). Ad esempio poichè l'Inghilterra è un'isola ed ha quindi un clima marino, le temperature invernali non sono mai così rigide come accade invece nelle città europee a clima continentale, come ad esempio a Praga o a Varsavia

**Figure 7.4: Confronto delle temperature medie mensili in clima marino (Lerwick) e continentale (Varsavia)**



Comunque temperature temperate non sono usuali nemmeno in Inghilterra e quindi la stagione termica è caratterizzata dalla necessità di poco calore ma per lungo tempo. Inoltre più il clima è temperato e più calda sarà la sorgente di calore e quindi più efficiente la pompa di calore.

L'impiego delle pompe di calore a scopo di riscaldamento risulta particolarmente adatto in tutte quelle zone in cui le temperature invernali scendono raramente al di sotto degli zero gradi. In quest'ottica tutte le zone limitrofe alle coste o verso il sud dell'Italia, hanno ottime potenzialità d'impiego di questa tecnologia. Non va in oltre dimenticato che la pompa di calore può essere impiegata anche per il rinfrescamento estivo, con consumi inferiori ai tradizionali condizionatori.

L'ammontare di calore necessario può essere ottenuto dalla tabella dei gradi giorno mensili. Se conosciamo poi le perdite di calore del nostro edifici possiamo calcolare o stimare il fabbisogno di calore annuale

**Attività 7.3: Calcolo della domanda di calore****Attività 7.3: Calcolo della domanda di calore**

Al contrario dei tradizionali boiler a combustibili fossili, che sono di solito sovradimensionati, le dimensioni delle pompe di calore vengono decise in base al tipo di riscaldamento che si vuole ottenere, alle perdite di calore e all'efficienza dell'impianto. Per fare questo è necessario quindi calcolare la domanda di calore dell'appartamento in relazione al suo isolamento e alle condizioni climatiche.

Per fare questo calcolo non ci si può dimenticare che ogni casa riceve diversi contributi termici: dall'esterno dal sole e dall'interno tutti gli "scarti termici" delle varie apparecchiature elettroniche come frigoriferi, lampadine e delle persone che ci vivono.

Per questo, si riscalda nel momento in cui la temperatura del proprio alloggio scende al di sotto dei 20 °C, temperatura usata come riferimento per calcolare i gradi giorno, definiti come la differenza tra la temperatura media giornaliera e i 20° C. Questi valori, reperibili da più fonti, sono necessari per il calcolo della domanda di calore.

**Azioni**

- cercare e mettere in forma di grafico le temperature medie mensili e i gradi giorno della propria zona geografica (asse ascisse: mesi – asse ordinate: gradi giorno o temperature medie mensili)
- tracciare una linea sul grafico a 20° C e valutare il periodo dell'anno che necessita di riscaldamento
- valutare l'età della casa di ogni membro del gruppo
- usando la tabella del foglio di lavoro e le formule indicate calcolare la domanda di calore
- calcolare la quantità di elettricità necessaria a una pompa di calore per produrre quella quantità di calore
- paragonare questa quantità all'energia indicata sulla bolletta del gas
- discutere i dati e le informazioni raccolte all'interno del gruppo

**Note per l'insegnante:**

**Background:** Questa esercitazione fornisce allo studente quelle conoscenze di base per calcolare la quantità di calore necessaria per riscaldare una casa media in funzione della sua età. Viene assunto che il livello di isolamento del palazzo è rimasto lo stesso del momento della costruzione. Nel caso siano stati fatti dei lavori successivi, bisognerà tenere conto che la domanda di calore sarà minore. Il paragone con la bolletta del gas dovrebbe indurre nei ragazzi alcune considerazioni rispetto alle potenzialità delle energie rinnovabili nella riduzione dell'impatto ambientale in genere e nello specifico nel caso del riscaldamento.

**Scopo dell'attività:** porre in relazione le condizioni climatiche di una zona geografica con le perdite di calore e l'importanza dell'isolamento di una casa per ridurre il fenomeno.

**Materiali:** temperature medie mensili e gradi giorno, carta e materiale da disegno o pc.

**Parole chiave:** calore, comfort, temperatura ambiente, inerzia termica.

**Strumenti:** acquisizione e ricerca di dati locali, organizzazione di dati mensili, analisi dei grafici.

**Materie di insegnamento:** geografia, tecnica, matematica

**Età:** 11-15.

**Tempo necessario:** 3-4

**Foglio di lavoro 7.3**

Contrassegnare i dati indicativi della propria regione geografica

	Temperature medie mensili (° C)												Media
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	anno
Temperature medie mensili e gradi giorno													

- metti i dati in grafico
- traccia una linea orizzontale a 15.5° C sul grafico e determina il periodo in cui si necessita di riscaldamento

Dati tipici dei livelli di isolamento delle case italiane

Anno di costruzione	Pre 1945	1960	1970	1980	1990	2000
Perdita di calore (W/C)	700	600	470	390	310	240

- segna questi dati
- in base all'età della casa di ogni membro del gruppo calcolare le perdite di calore
- calcolare la domanda di calore usando la seguente formula: domanda di calore = perdita di calore x gradi giorno x 24 (kWh)
- trovare la quantità di energia usata per riscaldare la casa dalla bolletta del gas
- completare la tabella sottostante

nome	Data di costruzione del palazzo	Domanda di calore (kWh)	Energia ricavata dalla bolletta del gas (kWh)
Giovanni	1960	12,000	25,000

### 7.8 Vantaggi e svantaggi

I vantaggi della pompa di calore sono:

- elettricità e bassi gradienti termici ottenibili da diverse fonti
- sistemi di tante misure, dal riscaldamento di una stanza a quello di più appartamenti
- alcuni sistemi reversibili che possono essere usati sia per il riscaldamento che per il raffrescamento
- che l'elettricità per il funzionamento può venire da fonti rinnovabili
- il sempre maggiore impiego di refrigeranti naturali che hanno un impatto ambientale nullo o molto basso
- sistemi a alta efficienza e a bassi costi di esercizio

Gli svantaggi sono:

- ampi spazi necessari nel caso la sorgente termica sia il suolo
- il calo di efficienza al diminuire della temperatura esterna nei sistemi che usano aria come sorgente di calore
- alti costi iniziali
- necessità di recuperare il refrigerante alla fine del ciclo di vita dell'impianto

### 7.9 Impatto ambientale

Il primo impatto ambientale è quello dovuto all'impiego di energia elettrica. Elimicabile nel momento in cui venga prodotta a partire da fonti rinnovabili invece che da combustibili fossili. Nel caso dell'Italia, ogni kWh prodotto di energia elettrica comporta l'emissione in atmosfera di ??? Kg/kWh di anidride carbonica. In oltre, dalla tabella sottostante, è possibile verificare come la pompa di calore, a parità di energia termica prodotta, produca meno CO<sub>2</sub> rispetto ai combustibili tradizionali.

Sorgente di calore	Kg CO <sub>2</sub> per kWh termico
Gasolio	0.27
Gas	0.19
Pompa di calore	0.12

Altri potenziali impatti si potrebbero verificare nel caso in cui si verificassero rotture o fuoriuscite del liquido refrigerante all'interno del tubo collettore, installato sottoterra.

#### Attività 7.4: Consigli per l'acquisto

##### Attività 7.4: Consigli per l'acquisto

Dare consigli per l'acquisto sulle pompe di calore è molto difficile. Infatti la variabilità di usi, di abitazioni e di zone geografiche in cui potrebbero essere utilizzate rende questo estremamente difficile. Comunque ci sono una serie di luoghi in cui raccogliere informazioni utili per le proprie necessità.

##### Azioni

- 1 Pensare dove è possibile ricavare informazioni sulle pompe di calore
- 2 Segnare, sul foglio di lavoro 7.4, con un SI o NO, le possibili fonti di informazione che si potrebbero usare, e con un PR, quali preferiremmo usare

**Background:** questa attività permette agli studenti di imparare dove e chi fornisce informazioni su questo tipo tecnologie e a quali di queste fonti viene data più fiducia.

**Lo scopo dell'attività è:** 1) mostrare agli studenti la molteplicità delle fonti di informazione, e 2) dare la possibilità agli insegnanti di comprendere quali sono le fonti preferite, e a cui viene data più fiducia, degli studenti.

**Materiali:** internet, elenco del telefono.

**Parole chiave:** consulenze energetiche, centri di informazione

**Strumenti:** porre domande corrette e ricercare a chi porle.

**Età:** 11-15.

**Tempo necessario:** 3-4

##### Foglio di lavoro 7.4

	Pr	S	N		Pr	S	N
Associazione di consumatori				genitori			
Centri di informazione sull'energia				Call center			
Settimana o giorno dell'energia				idraulici			
Fiere/esposizioni locali sull'energia				biblioteca			
Seminari/corsi sull'energia				familiari			
amici				Biblioteca della scuola			
installatori				Gruppo di scuola			
internet				Insegnanti della scuola			
gironali				Musei della scienza			
produttori				negozianti			
vicini				Programmi Tv			
NGOs				Compagnie energetiche			

Qualsiasi altra fonte ritenuta possibile:

## 7.10 Conclusioni

L'energia elettrica, utilizzata per concentrare il calore in una forma utilizzabile, è l'unica fonte di energia esterna richiesta. Il calore estratto dal suolo, dall'acqua o dall'aria è libero e non ha costi. In oltre le pompe di calore sono sistemi a alta efficienza che, di solito, usano il 70% di energia in meno per ottenere lo stesso livello di riscaldamento ottenuto da fonti tradizionali.

Di fronte al costante aumento delle bollette, dovuto all'aumento dei costi dei combustibili fossili, l'installazione delle pompe di calore sta diventando sempre più una possibilità vantaggiosa. In quanto non solo usano energie rinnovabili ma riducono di molto l'impatto ambientale dovuto al riscaldamento delle case.

In ultimo, le pompe di calore possono essere utilizzate per il raffrescamento estivo, evitando l'acquisto di un condizionatore con una parallela riduzione dei consumi.