



POMPE di CALORE

Cosa bisogna sapere prima di decidere



Appunti guida di
progettazione installazione
e manutenzione
delle pompe di calore
(aggiornato al 2025/26)

PREMESSA OBBLIGATORIA



Questo memorandum non vuole essere esaustivo in toto per un semplice motivo, giustificato in prima pagina con data di aggiornamento 2025/26, ogni giorno esce una novità o una revisione tecnica di qualsiasi prodotto che rende più efficiente il rendimento delle vecchie macchine, con una continua ricerca e sviluppo mirato all'efficientamento e al risparmio (solo) energetico (non di acquisto) o, prodotti nuovi più performanti, con soluzioni innovative che fanno invecchiare di colpo tutto quello realizzato negli ultimi anni. Le basi restano, ma le possibilità di realizzare nuovi impianti innovativi si moltiplicano rendendo tutto obsoleto nel giro di pochi anni se non addirittura mesi.

Quindi partendo da un periodo in cui tanta strada è stata fatta ma, ancora ne resta da fare, si analizzeranno le soluzioni applicate, non sempre appropriate, e cosa conviene fare anche in previsione del 2040, anno in cui si dovrà, per normativa europea ultima versione, smettere di produrre caldaie a combustibili fossili.

Altra premessa fondamentale è l'approccio base, cercando di essere comprensibile da tutti, sia per l'utente finale che deve investire del denaro, sia per chi deve realizzare un impianto "da ricordare negli anni" con la convinzione che meglio di così non lo si poteva fare per il risultato ottenuto in quel periodo tecnico/storico.

INTRODUZIONE OBBLIGATORIA



Se ragioniamo su nuovi impianti, esistono regole scritte a livello nazionale (legge 10) sul risparmio energetico che determinano tutti i fattori in gioco e pertanto il percorso da seguire per realizzare un buon impianto a risparmio energetico è, più o meno, tracciato e valutato da tecnici esperti che firmano quanto progettato.

Se parliamo di mera sostituzione della caldaia a gas con visioni future, in generale affidato alla "fantasia" dell'idraulico, dobbiamo accantonare subito l'idea di rimpiazzare il vecchio apparecchio a combustibile fossile con un semplice "togli e metti" o più comune copia/incolla, tra caldaia e pompa di calore.

C'è un percorso ben preciso da seguire, indipendentemente da marchi, prodotti o soluzioni innovative, che serve a valutare come meglio spendere il

proprio denaro al fine di non pentirsi già il giorno dopo aver pagato la fattura dei lavori svolti.

Infatti, un'attenta valutazione preliminare, fa la differenza nel tempo, ancor prima di decidere quale pompa di calore sarà installata.

Promemoria di domande da porsi necessariamente ante messa in opera:

- 1) Valutazione classe energetica dell'edificio
- 2) Dove acquisto l'energia
- 3) Quanta energia elettrica dispongo da utilizzare
- 4) Quale fonte di scambio ho a disposizione
- 5) La pompa di calore è di sostegno (ibrida)
- 6) La pompa di calore è unica senza supporti (no ibrida)
- 7) Vano tecnico interno per apparecchiature in ausilio
- 8) Devo produrre anche acqua calda sanitaria
- 9) Posso avere supporti esterni di altre energie rinnovabili
- 10) Devo fare solo caldo o caldo/freddo
- 11) Spazio esterno di installazione macchine
- 12) Spazio per eventuale supporto fotovoltaico
- 13) Valutazione sonora della posizione unità esterna
- 14) COP della PDC e VMC ventilazione meccanica controllata
- 15) Che tipo di impianto devo gestire con la pompa di calore
- 16) "business plan" di rientro costi/benefici al netto di incentivi

Ora analizziamo "la lista della spesa" elencata prima e alla fine, non prima, sarò pronto a valutare la mia pompa di calore perfetta, tecnicamente adatta, e decidere quale marca, prodotto o modello installare, per vedere, anche dopo anni, il cliente soddisfatto che mi ringrazia per quanto fatto e soprattutto, cosa molto importante, ha segnalato il nostro nome ad un amico o a un parente, potenziale nostro nuovo cliente.

Lo so, le domande sono tante, ma senza le valutazioni preliminari si rischia di sbagliare impianto lasciando il cliente al freddo e senza acqua calda o peggio ancora consumare il doppio di prima, bloccando di fatto quel passaparola a cui si accennava prima, indispensabile per lavorare nel tempo.

Preciso che passaparola può essere sostituito per i più giovani da feedback, la sostanza non cambia il valore dell'idraulico sì.

Il perché delle domande prima di impostare un lavoro è presto detto.

Le pompe di calore sono una tecnologia spesso incompresa, con molti luoghi comuni da sfatare, nel bene e nel male, riguardo alla loro efficienza, al costo e alla praticità di installazione. Nonostante alcune criticità come l'efficienza in climi molto freddi o l'esigenza di un buon isolamento, le pompe di calore sono una soluzione efficiente per il riscaldamento, con un risparmio energetico e costi di gestione ridotti rispetto alle caldaie tradizionali, ma vanno presi in considerazione i pro e i contro del problema e soprattutto l'aspetto economico che aumenta in proporzione alle problematiche da risolvere, sia impiantistico che strutturale.

Un esempio su tutti, poi entreremo meglio nel merito, più la casa è isolata, più sarà piccola la nostra pompa di calore con consumi elettrici inferiori o meno spazio per l'eventuale fotovoltaico, MA!!!, quanto mi costa....il cappotto, gli infissi con doppi vetri, isolare il sottotetto o lo scantinato, sostituire gli elettrodomestici o le lampadine per non alzare il limite del contatore elettrico, ecc...? Vedremo come fare ed eventualmente valutare alternative.

Questo perché bisogna sempre avere un piano B.....

PREFAZIONE OBBLIGATORIA



Non voglio essere noioso, ma visto che questi appunti sono rivolti anche ai ragazzi delle scuole, facciamo un piccolo excursus storico sulle pompe di calore, apprendimento didattico sempre utile, tanto per capire da dove vengono e dove possono arrivare.

Come nascono le Pompe di Calore:

Già nel secolo scorso, nel 1948 quando da poco era terminata la II Guerra Mondiale, James Gordon Cook, divulgatore scientifico e autore di numerosi articoli e libri a carattere tecnico, scriveva sulla rivista The Spectator:

«In questi tempi di progresso, in cui si parla così tanto della scienza come garanzia di prosperità, sembra incredibile che un dispositivo come la pompa di calore sia sfuggito all'attenzione che merita. Se non fosse stato per un gruppo di appassionati determinati a mettere in pratica le loro teorie, avremmo dovuto ancora aspettare prove concrete delle potenzialità della pompa di calore in Gran Bretagna.

Ora sappiamo che funziona ed è giunto il momento in cui occorre fare di tutto per sfruttare al massimo le conoscenze acquisite». Ripeto siamo nel 1948.

Oggi sono in molti ancora a credere che la tecnologia delle pompe di calore sia un'innovazione recente e, sulla base di questa convinzione, temono che queste apparecchiature possano essere in una fase iniziale della loro evoluzione e che ancora il loro funzionamento non sia stato ben testato o sia non del tutto noto. In realtà questa tecnologia risulta ormai consolidata da oltre 170 anni. Infatti è il 1852 quando il fisico, matematico e ingegnere nato a Belfast, Lord Kelvin, illustra la teoria relativa al funzionamento delle pompe di calore: secondo Kelvin se il ciclo a compressione di vapore può essere utilizzato per raffreddare l'aria eliminando il calore, allora sicuramente può essere utilizzato al contrario per riscaldare l'aria. Storicamente siamo circa un secolo dopo che William Cullen formulò la sua teoria relativa al funzionamento di un circuito frigorifero. Pochi anni dopo, nel 1857, Peter Von Rittinger, tecnico austriaco che si occupava di minerali, sviluppa e costruisce la prima pompa di calore. La sua scoperta avviene mentre stava conducendo alcuni esperimenti sull'utilizzo del calore latente del vapore acqueo. Proprio in Austria la pompa di calore trovò subito applicazione pratica per l'estrazione del sale dalle paludi salmastre.

Il concetto alla base dell'idea di Von Rittinger era di attingere calore dall'aria, dall'acqua o dal suolo e di trasferirlo all'interno di un locale per riscaldare uno spazio. E siamo nel 1857.....

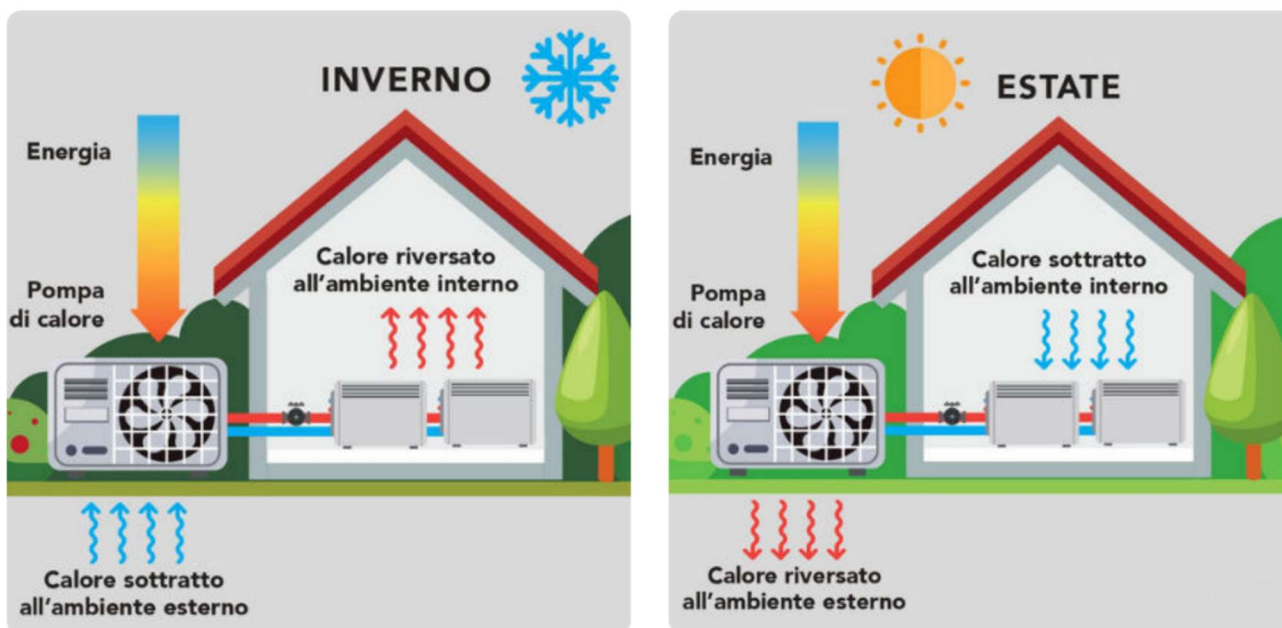


Concetto da focalizzare perché ci tornerà utile fra qualche pagina.

Nel 1928, la pompa di calore di Von Rittinger viene utilizzata in Svizzera, per la prima volta, per il riscaldamento degli ambienti tramite un circuito ad acqua. Sempre molto attenti alle innovazioni tecnologiche energetiche gli svizzeri hanno il merito di essere stati i primi a produrre pompe di calore in serie. La pompa di calore installata presso il municipio di Zurigo nel 1937 è stata utilizzata fino al 2001.

Nel 1945 negli Stati Uniti un inventore americano, Robert C. Webber, sperimentò il primo sistema funzionante di pompa di calore geotermica.

N.B: Più avanti entreremo nello specifico per vedere le differenze di funzionamento tra lo sfruttamento di aria, terra o acqua a cui sottrarre calore utilizzando le pompe di calore tenendo sempre presente un altro concetto base, in condizionamento sottraggo calore all'ambiente interno, rinfrescandolo e trasferendolo all'esterno. In riscaldamento sottraggo calore dall'esterno presente nell'aria, nel terreno o nell'acqua e lo trasferisco nell'ambiente interno riscaldandolo. È lo stesso concetto, ma, invertito in funzione delle esigenze impiantistiche. A riprova, mettendo una mano davanti all'unità esterna in estate si sentirà aria calda, contribuendo senza polemica, ad aumentare l'isola di calore urbana, mentre in inverno si sentirà il passaggio di aria fredda.



Concetto della pompa di calore estate/inverno

Riprendendo il discorso interrotto dalle note sopra, contemporaneamente John Sumner costruisce una pompa di calore ad acqua che si diffonde su larga scala a Norwich, in Inghilterra. Infatti, il dipartimento elettrico del Consiglio comunale di Norwich aveva costruito una nuova sede che doveva essere riscaldata da una pompa di calore. John Sumner, ingegnere elettrico, assemblò un circuito che utilizzava come refrigerante l'anidride solforosa (SO_2) e che fu in grado di raggiungere un valore di efficienza energetica stagionale di 3,42. Di fatto era in grado di fornire circa 150 kW termici con

una temperatura dell'acqua prodotta di 50-55°C. Nonostante questi buoni risultati, la pompa di calore non si diffuse in maniera estesa nel Regno Unito a scapito di sistemi di riscaldamento alternativi (avete letto bene, alternativi sono i combustibili fossili, terra, aria, vento, acqua sono rinnovabili) che impiegavano i meno costosi combustibili fossili, come il carbone e successivamente il petrolio e il gas del Mare del Nord. All'incirca nel 1950 John Sumner installò anche una pompa di calore geotermica a circuito chiuso per la sua casa. Il circuito di captazione utilizzava un tubo di rame interrato a circa 1 metro di profondità ed era riempito con una sostanza antigelo. Anche questa volta, nonostante la dimostrata efficacia del sistema, la tecnologia non si diffuse ampiamente nel Regno Unito, dove l'abbondanza di carbone sembrava fornire una fonte di energia economica e illimitata. Per tali ragioni fu solo in seguito alla crisi petrolifera dell'OPEC degli anni '70 che lo sviluppo e l'adozione delle pompe di calore iniziarono veramente a diffondersi, anche se piuttosto lentamente. Contrariamente ad ogni aspettativa le pompe di calore geotermiche presero piede nei Paesi europei del centro-nord, come la Germania, la Svizzera e la Finlandia. Si stima che nel 2008 la sola Svizzera avesse tra le 30.000 e le 44.000 unità geotermiche installate. Anche negli Stati Uniti la diffusione su larga scala fu abbastanza rapida: nel 2008 il mercato richiedeva l'installazione tra le 50.000 e le 60.000 unità all'anno, con circa 750.000 unità già in funzione in quel periodo. Avere a disposizione quantità illimitata di energia elettrica (nucleare) ha fatto la differenza.

Da noi negli anni si è mantenuto vivo il concetto, costo del combustibile, preferendo l'utilizzo diretto del fossile più economico, lo estraggo e lo brucio, (gas, carbone, petrolio) alla più costosa energia elettrica che non esiste in natura, ma bisogna produrla, magari bruciando energia fossile e abolendo il nucleare, senza risolvere il problema alla base.

Oggi per produrre energia elettrica, detta anche nobile, contrariamente alla termica, perché utilizzabile per qualsiasi impianto, sia domestico che industriale, ci vengono in aiuto le energie rinnovabili, vento, sole e acqua, con le pale eoliche, i pannelli fotovoltaici o le turbine idrauliche riducendo inquinamento e costi.



Resta però il problema paesaggistico o l'occupazione di terreno agricolo o peggio ancora creare bacini idroelettrici talmente grandi da incidere sulla rotazione terrestre, rallentandola, come la Diga delle tre Gole in Cina.

Come sempre bisognerebbe avere le mezze misure per bilanciare l'ecosistema e trovare soluzioni meno invasive come i tetti degli edifici industriali o pubblici come palestre, ospedali, cimiteri, magazzini comunali o edifici scolastici, e a tal proposito stanno nascendo le comunità solari locali per sviluppare tale progetto che poi vedremo, o impianti off-shore o comunque di dimensioni integrabili nel contesto del luogo, ecologisti docet, trovando soluzioni architettoniche ad hoc. Prendendo spunto da un vecchio architetto che mi disse: se una differenza, non puoi nasconderla, evidenziala, si noterà meno e sembrerà naturale così, vale la pena provarci. Mi vien da chiedere se tanti impianti, visivamente impattanti, si potevano pensare diversamente in fase progettuale e mi riferisco soprattutto al fotovoltaico o all'eolico,

Dopo le divagazioni storiche, comunque utili ad inquadrare la cronologia e il contesto delle pompe di calore, con i dovuti richiami al tipo di funzionamento e gli accenni alle problematiche di approvvigionamento energetico, cominciamo a sviluppare quanto ci siamo detti nell'introduzione e cioè rispondiamo alle domande.

1) Valutazione della classe energetica dell'edificio

Perché è così importante, anzi, direi fondamentale, per installare una pompa di calore avere l'edificio in classe energetica alta? La maggior parte degli edifici costruiti prima del 2000 è in classe G, il che vuole dire avere il consumo maggiore di energia in fase di riscaldamento o condizionamento degli ambienti. Per il passato si dava più importanza alla solidità che al risparmio energetico, infatti un muro bello pieno di mattoni o sassi trasmette più velocemente il calore all'esterno disperdendo quello che pago in bolletta. Al contrario un muro con intercapedini d'aria rallenta la dispersione del calore. Il cappotto o i doppi vetri sono "tecnologie" recenti, introdotte dopo le crisi petrolifere o le battaglie sul gas metano dove i costi dei combustibili hanno subito delle impennate.



Classe Energetica

Basso Consumo



Alto Consumo

Ci aiuta a comprendere meglio la tabella qui sopra, dove si evidenzia la differenza di consumo tra uno stabile in classe G, alto consumo, e una classe C, minimo sindacale per risparmiare energia, che tradotto in euro sono parecchi soldi in bolletta. Ad esempio, su un impianto funzionante a gas metano, perché non ho ancora installato la nuova PDC, la differenza di classe comporta un risparmio di €.10,00 al mq/anno, valore sottostimato di un appartamento di 70 mq, che diventano €. 700,00 all'anno.

Poi vedremo come si fa a stimare un valore economico passando dal potere calorifero del combustibile. (trasformando i kW in €,)

Chi determina la classe energetica?

È un documento denominato APE (attestato di prestazione energetica). redatto da uno studio tecnico che in base alle caratteristiche dell'edificio, determina la classe energetica, valutando l'isolamento termico di pareti, tetto e pavimenti, l'efficienza degli infissi, la tipologia dell'impianto di riscaldamento, l'eventuale uso di energie rinnovabili, ricambio aria meccanico controllato (VMC) anche di questo ne vedremo l'importanza, e se presente, la pompa di calore.



Va da sé che più è alta la classe energetica più alto sarà il valore dell'immobile a "discapito" dell'investimento economico immediato ma recuperabile nel tempo con il risparmio energetico ottenuto dalle migliorie apportate, senza sottovalutare il confort ambientale per chi lo utilizza. Non da ultimo le nuove normative europee "casa green" obbliga il salto di classe in vari step fino al 2050 anno in cui tutti dovranno essere autosufficienti sotto il punto di vista energetico pena la non vendibilità dell'immobile stesso.



NOTE: al netto di variazioni future

Le case in classe energetica G non potranno essere vendute o affittate dal 2030 in poi se non verranno riqualificate per raggiungere almeno la classe E. Le case in classe energetica F dovranno essere riqualificate per raggiungere almeno la classe E entro il 2030.

Entro il 2033: Gli edifici residenziali dovranno raggiungere la classe energetica D.

Eccezioni alla regola: Alcuni immobili sono esentati dagli obblighi di riqualificazione: Edifici storici e monumenti.

Edifici in zone vincolate o con particolare valore architettonico.

Luoghi di culto. Edifici a uso temporaneo (es. uffici di cantiere).

Seconde case utilizzate per meno di quattro mesi all'anno.

Abitazioni unifamiliari con una superficie inferiore ai 50 mq.

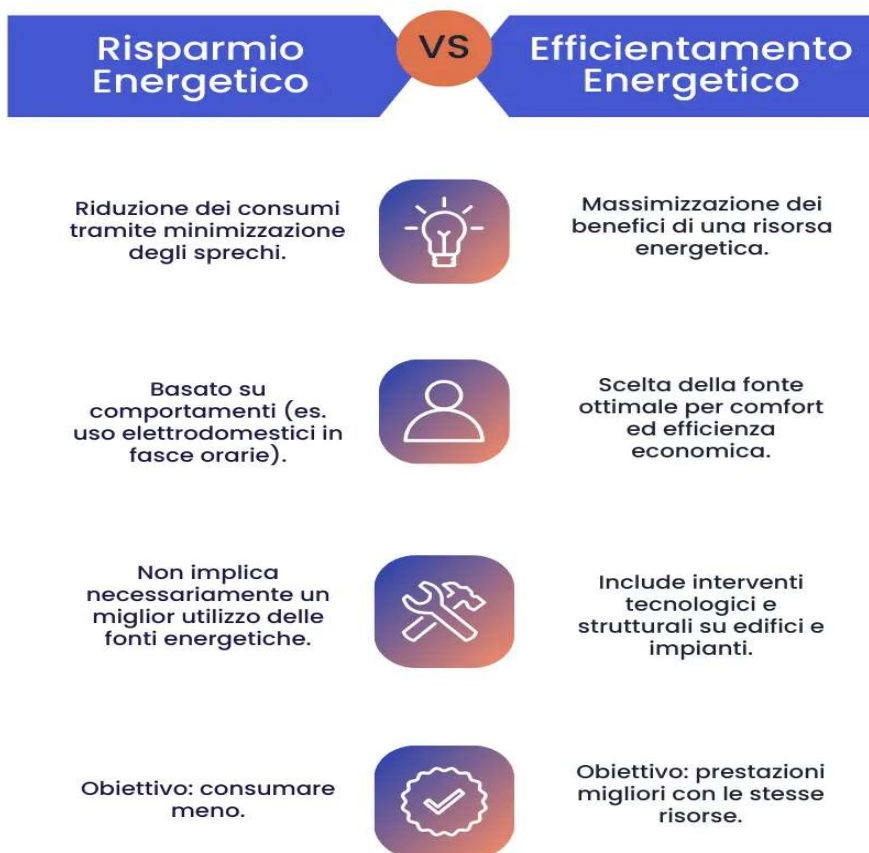
Come anticipato nell'introduzione, è fondamentale ai giorni nostri, quando si pensa di convertire l'impianto da combustibile fossile a energia elettrica con pompa di calore, pensare ad una drastica riduzione dei consumi.

Questo perché, anche se la pompa di calore “fa miracoli” l’energia elettrica ha un costo maggiore del gas a parità di resa tra caldaia a gas e pompa di calore, proprio per quel principio che si diceva prima, il gas lo estraggo e lo brucio, la corrente elettrica la devo produrre, magari bruciando gas.

La differenza c’è quando, in condizioni ottimali, la resa della pompa di calore si moltiplica X 3 o 4 o addirittura X 5 nel migliore dei casi rispetto al consumo elettrico. Della serie, 1kW elettrico lo consumo, 5 kW termici li cedo all’impianto, per cui il gioco comincia a diventare interessante, anche perché, se valuto il kW elettrico 0,20 cent, per avere i 5 kW termici, con il gas metano spendo 0,60 cent, sempre per avere 5 kW termici. Al netto dei costi sostenuti per l’efficientamento energetico. Tutto questo per merito del COP che si citava prima.

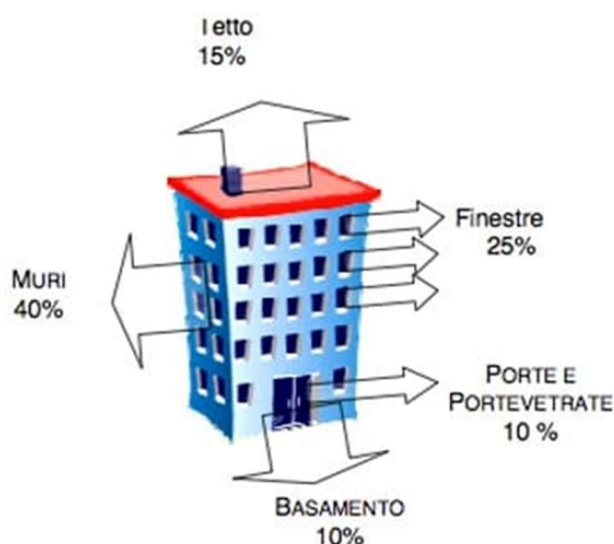
Importante è capire la differenza tra risparmio ed efficientamento che sembrano identici ma sono completamente diversi nel modo per ottenere il risultato. Nella sostanza il risparmio lo subisco, l’efficientamento me lo godo.

La differenza tra:



Come applico l’efficientamento energetico in generale?

Miglioramento delle prestazioni energetiche tramite l'installazione di coibentazioni, pavimentazioni e infissi appositamente progettati per ridurre dispersioni termiche e ottimizzare l'isolamento dell'edificio. (vedi percentuali dispersioni sotto)



Elemento	%
Tetto	15
Muri	40
Finestre	25
Pavimento	10
Altro	10

Acquisto e installazione di nuovi pannelli solari fotovoltaici per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, contribuendo così alla riduzione dell'impatto ambientale e dei consumi energetici.

Sostituzione dei vecchi climatizzatori con modelli più efficienti dal punto di vista energetico, che garantiscono un migliore controllo della temperatura interna con un minor consumo di energia (inverter).

Caldaie alimentate da biomasse per ridurre l'utilizzo di combustibili fossili, sistemi domotici e dispositivi per il controllo remoto del riscaldamento per ottimizzare l'uso delle risorse energetiche disponibili.

Sostituzione degli elettrodomestici con nuovi in classe A+++ e lampadine led a basso consumo elettrico.

Installando generatori di calore a condensazione e apparecchi ibridi che combinano pompe di calore e caldaie a condensazione per massimizzare l'efficienza energetica degli impianti di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria durante tutto il periodo dell'anno.



TOP sarebbe l'installazione di pompa di calore come unica fonte di calore se sono riuscito a portare l'edificio nei piani alti della classifica energetica. (classe A)

Va da sé che il business plan dei costi/benefici dopo tutti gli interventi, è da valutare con carta e penna alla mano, a prescindere da leggi impositive, incentivi statali o ideologie ecologiste. Un aiuto da parte dello studio tecnico che ha redatto l'APE risulterà fondamentale per le scelte.

Se ci credo agisco e basta, oppure, se seguo anche il portafoglio valuto alternative più convenienti, anche perché coinvolgere edilizia per cappotti e isolanti, elettricisti per lampadine e fotovoltaico, idraulico per caldaie, PDC e VMC, serramentista per le finestre e cassonetti, grande distribuzione per elettrodomestici e chi più ne ha più ne metta, la spesa si fa lunga, ma soprattutto quanti anni impiego ad ammortizzare la spesa al netto delle manutenzioni o sostituzione di componenti deteriorati nel tempo di utilizzo? E poi posso godere di detrazioni? E di che durata? Ho la capienza fiscale per accedere alle detrazioni? Penso di vendere prima di terminare gli sgravi fiscali? La tendenza oggi è quella del tutto e subito senza visioni future, anche perché ci cambiano continuamente le carte in tavola.

Dopo la sbornia del 110% dove si è visto di tutto e di più, vale la pena fermare le bocce e ragionare con il buon senso del padre di famiglia, dando priorità ad interventi utili alla causa.

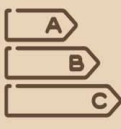
In questo senso ci torna utile il decalogo dell'ENEA che elenca i punti su cui intervenire per efficientare, abbiamo visto la differenza con risparmiare, infatti, efficientare vuole dire risparmiare sui consumi e ridurre le bollette, risparmiare vuole dire stare al freddo in inverno per consumare meno.

Il problema è che sia l'inverno che l'estate tutti gli anni si ripresentano e i costi in bolletta, non si sa perché, salgono sempre. Avere lungimiranza guardando al futuro sotto un'ottica diversa aiuta sicuramente. L'importante è non strafare perché oltre un certo limite non c'è convenienza.

Meditate gente, meditate.



Il decalogo dell'ENEA in venti punti.

01  Utilizzare lampadine a risparmio energetico	02  Migliorare la coibentazione dell'abitazione	03  Isolare tetto e soffitto	04  Utilizzare serramenti a doppi vetri	05  Ridurre l'utilizzo dell'acqua	06  Preferire apparecchi elettronici di classe superiore	07  Utilizzare le ciabatte multipresa	08  Non lasciare la luce accesa inutilmente	09  Realizzare impianti di generazione di energia rinnovabile	10  Effettuare la manutenzione degli impianti
11  Controllare la temperatura degli ambienti	12  Fare attenzione alle ore di accensione	13  Schermare le finestre durante la notte	14  Evitate ostacoli davanti e sopra i termosifoni e non lasciare le finestre aperte a lungo	15  Fare il check-up dell'immobile	16  Dotare il proprio impianto di una centralina di regolazione della temperatura	17  Utilizzare valvole termostatiche	18  Utilizzare un sistema di contabilizzazione del calore	19  Sostituire la caldaia esistente con una caldaia a condensazione	20  Sbrinare regolarmente frigoriferi e congelatori

Il buon senso costo/benefici dice:

sostituzione infissi per prendere due piccioni con una fava perché oltre a ridurre il passaggio del caldo/freddo riduco anche il rumore, installazione di VMC (ventilazione meccanica controllata) anche puntuale solo in certi locali, per evitare muffe che sorgono dopo la sostituzione degli infissi e le coibentazioni delle pareti per mancanza del ricambio aria naturale soprattutto verso nord, cappotto esterno o interno perlomeno sulle pareti più fredde, sostituzione caldaia con una a condensazione, volendo strafare ibrida, il condizionatore split con inverter in PDC classe A++, elettrodomestici e lampadine quanto basta.

A questo punto non avrò vinto lo scudetto della classifica energetica ma un ottimo risultato l'ho già ottenuto sicuramente spendendo il minimo sindacale. Inoltre, leggendo ogni tanto il decalogo ENEA, aggiungo quella virgola in più per quanto possibile, che mi farà sentire in pace con il mondo.



Ora direi che i punti chiave per decidere cosa fare in base alla classificazione energetica li abbiamo visti, adesso, abbassato i consumi, passiamo al capitolo 2).

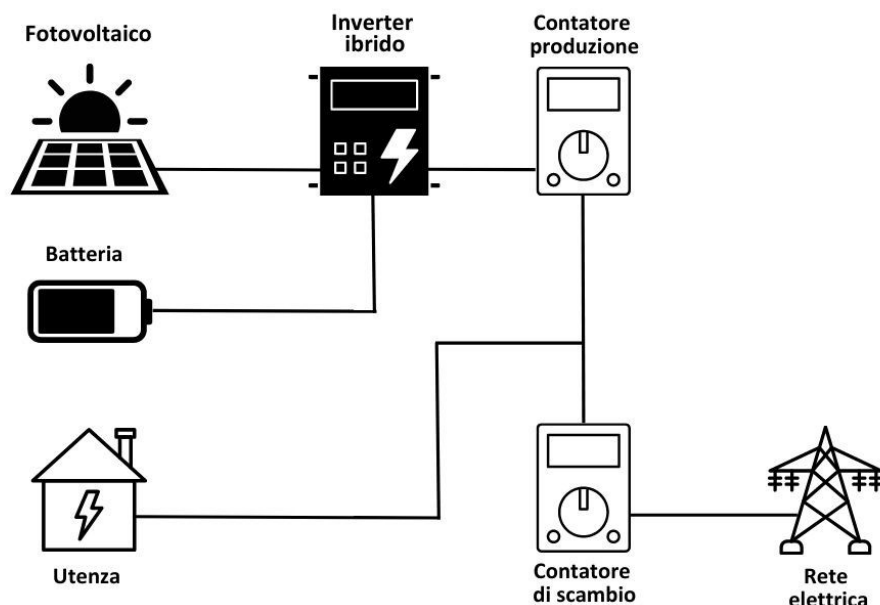
2) Dove acquisto l'energia

È fondamentale per installare una PDC, sapere dove acquisto l'energia elettrica, perché se ad una prima valutazione sembrano decimali di poco conto, alla lunga si trasformano in migliaia di euro. Oggi come oggi il costo dell'energia elettrica può variare da 0,10 a 0,30 centesimi per kW che detto così sembrano pochi cent. ma moltiplicato per ore, per mesi e per anni di utilizzo fanno cifre importanti.

Le proposte commerciali sono innumerevoli, dal "semplice" utilizzo dell'energia in rete di solito la più costosa, magari a prezzo calmierato, al far parte di comunità solari locali dove a fronte di un piccolo investimento iniziale si può utilizzare energia prodotta con pannelli fotovoltaici su tetti di edifici comuni o far parte di gruppi di acquisto con prezzo dedicato, oppure per chi ha spazio, auto produrre l'energia con sistemi vari come il fotovoltaico, il minieolico o l'idroelettrico, previa autorizzazione del demanio, per utilizzo di acque in caduta tipo ruscelli di montagna, tramite mini turbine.

Se non si è isolati in cima al mondo per un utilizzo detto ad isola, produco e consumo tutto, ma se esiste anche un collegamento in rete, c'è da tener conto che il contatore di fornitura elettrica deve avere la stessa potenza della produzione di energia rinnovabile installata. Della serie, se installo pannelli fotovoltaici per 6 kW il contratto del contatore sarà anche lui di 6 kW bidirezionale. Questo per poter cedere energia elettrica quando non la utilizzo. Il tutto da tenere presente prima di iniziare i lavori in quanto non sempre è possibile, per via del sottodimensionamento della rete elettrica locale. L'eventuale potenziamento della rete costa ed è, guarda a caso, a carico dell'utente.

Nota: se produco energia elettrica in autonomia, è utile immagazzinarla in batterie adeguate durante il giorno per essere poi utilizzata a necessità in qualsiasi ora del giorno o della notte, tornerà utile, anche se il costo delle batterie è importante, in funzione del fatto che l'energia che cedo alla rete costa sempre meno di quella che acquisto e pertanto conviene usarla tutta il più possibile.



Schema di funzionamento di un impianto fotovoltaico collegato alla rete con batterie di accumulo. Il collegamento alla rete torna comunque utile perché in caso di neve, cielo coperto, calo di rendimento dei pannelli, eventuale guasto all'inverter, ecc. si può sopperire appunto utilizzando energia di rete. Quello che non conviene mai è vendere alla rete l'eccesso di produzione se non concordato, per riutilizzarlo in caso di necessità, per via di quisquiglie burocratiche, che rendono antieconomica l'operazione.

Tipo, venderla senza iva come regola alla rete e riacquistarla pagandoci l'iva, oggi la differenza è minimo del 22%, più altri costi, alle volte inventati al momento.

Quando si parla di fotovoltaico e batterie, un pensiero alla fine vita degli impianti bisogna sempre farlo. Anche se il problema sembra lontano al momento dell'installazione, si dice 25/30 anni, non è detto che strada facendo qualche intoppo capiti, tipo grandine o corto circuiti, e lo smaltimento del materiale di risulta è abbastanza oneroso, anche per le pompe di calore, dove lo smaltimento dei gas frigoriferi contenuti nel circuito è controllato e registrato.

Bisogna sempre valutare un'assicurazione sugli impianti che copra i danni causati da "uragani" che divelgono i pannelli fotovoltaici o la grandine per le rotture, gli incendi, che sono possibili per corto circuiti e non da ultimo il furto dei cavi in rame soprattutto nei grandi impianti.



IL POSTER DEL FOTOVOLTAICO

ENEA consiglia:



FAI PROGETTARE L'IMPIANTO

Per ogni edificio è fondamentale progettare l'impianto fotovoltaico adatto: determinare i componenti e la potenza necessaria in funzione dei carichi e delle esigenze degli utenti, consente di **ridurre sovradimensionamenti e di contenere i costi** di investimento e manutenzione.



MASSIMIZZA L'ORIENTAMENTO E L'INCLINAZIONE

Valori di producibilità massima si ottengono per pannelli esposti a Sud con inclinazione pari alla latitudine del luogo. **E' importante scegliere orientamento e inclinazione che massimizzino la produzione dei pannelli nell'edificio:** l'esposizione ideale è verso Sud; la producibilità diminuisce di circa il 3% se l'orientamento è di 45° Sud-Est o Sud-Ovest e diminuisce fino al 25% per angoli maggiori.



EVITA LE OMBRE

Le ombre proiettate sui moduli fotovoltaici dagli edifici e dagli alberi riducono l'area irraggiata, modificano il comportamento delle celle e **diminuiscono di conseguenza la produzione**. Per evitare che i pannelli si facciano ombra tra loro è necessaria una distanza minima di circa 5 metri tra ogni fila.



DIMENSIONA L'ACCUMULO

Installa una batteria di accumulo per **autoconsumare l'energia prodotta in eccesso e per sfasare temporalmente produzione e consumo di energia elettrica**. Considera batterie correttamente proporzionate ai pannelli, in funzione della capacità di accumulo e della potenza di picco che l'accumulo è in grado di erogare.



ABBINALO AD UNA POMPA DI CALORE

Punta sulle zero emissioni e abbinla il campo fotovoltaico ad una pompa di calore elettrica. La pompa di calore può essere utilizzata sia per riscaldare che per raffreddare l'edificio e l'abbinamento al fotovoltaico consente di contenere i consumi, i costi energetici e di sfruttare al meglio la produzione fotovoltaica anche in estate. Sostituire la vecchia caldaia a gas con pompa di calore e fotovoltaico **abbatte le emissioni locali di CO2 in ambiente del 100%**.



POSIZIONA OTTIMIZZATORI E INVERTER

Quando puoi fai posizionare l'**inverter il più vicino possibile ai pannelli fotovoltaici** per evitare aumenti di costo e sprechi energetici. Fai **installare gli ottimizzatori** che garantiscono il monitoraggio costante della produzione e permettono all'impianto di raggiungere il punto di massima potenza per ciascun modulo, mantenendo la massima efficienza di produzione.



ADOTTA NUOVE ABITUDINI

Consuma quando l'impianto produce, anche se c'è un accumulo. Storicamente siamo abituati a consumare in fascia F3, durante le prime ore del mattino e la sera, quando l'energia costa meno. Con il fotovoltaico è importante **cambiare queste abitudini e sincronizzare produzione e consumo di energia elettrica**: consuma di più quando l'impianto produce, ovvero nelle ore centrali della giornata. Mediamente infatti, se alle 14:45 l'accumulo è al 100%, alle 09:05 la percentuale di carica è il 4%.



UTILIZZA SOLUZIONI DI DOMOTICA

Aiutati con le **tecnologie in grado di avviare automaticamente gli elettrodomestici** e gli impianti in pompa di calore, privilegiando le ore della giornata con la massima produzione, anche se non si è in casa.



MONITORA I TUOI CONSUMI

Attraverso gli **Smart Meter** installati sul contatore e collegati al proprio smartphone è possibile monitorare in tempo reale i consumi. **Comprendere quanta energia si sta consumando permette di identificare gli sprechi inconsapevoli e di evitarli.**



EFFETTUA LA MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

La manutenzione è importante anche per i piccoli impianti. Si consiglia **almeno un intervento all'anno di manutenzione ordinaria e pulizia**, effettuata da personale qualificato e nel rispetto delle norme di sicurezza. La mancata pulizia dei moduli può ridurre fino al 10% l'efficienza del fotovoltaico.



SCEGLI LA COMUNITÀ ENERGETICA RINNOVABILE

Le comunità energetiche rinnovabili consentono la **condivisione virtuale dell'energia**. Costituire o associarsi ad una CER è una scelta sostenibile che permette di ricevere vantaggi economici per 20 anni, tra cui l'incentivo di 110 euro per ogni MWh di energia condivisa.



CONSIDERA IL Plug&Play

Se nell'edificio non è possibile installare un impianto fotovoltaico e se hai un balcone esposto a Sud, Sud Est o Sud Ovest, puoi eventualmente considerare le soluzioni **Plug&Play**. Questi kit da balcone consentono di risparmiare circa il 20% dei consumi da bolletta e fino a 2 pannelli non sono richieste pratiche o permessi per l'installazione.

ENEA
Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

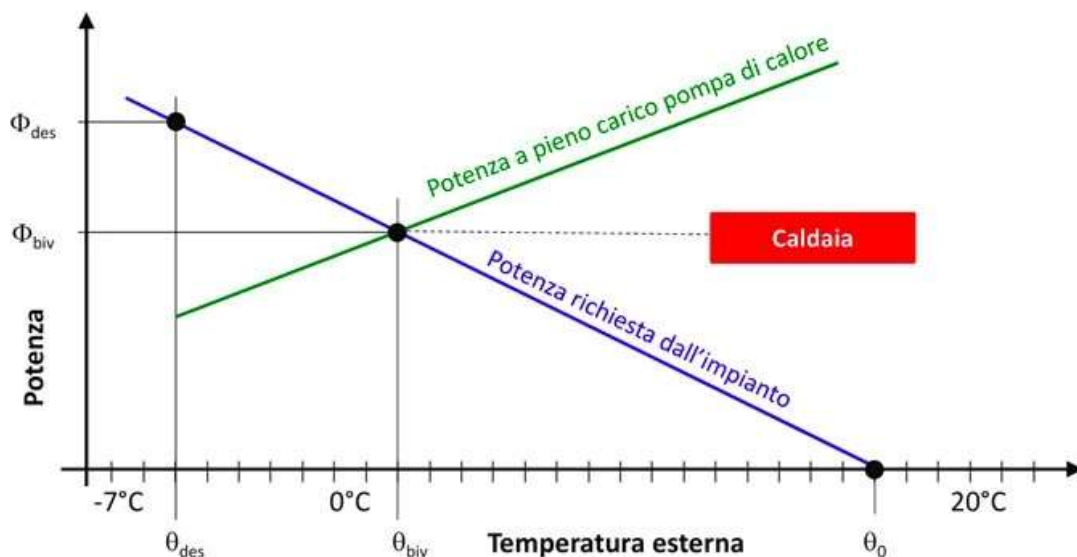
**Italia in
classeA**

ISNOVA
Istituto per la Promozione
dell'Innovazione Tecnologica

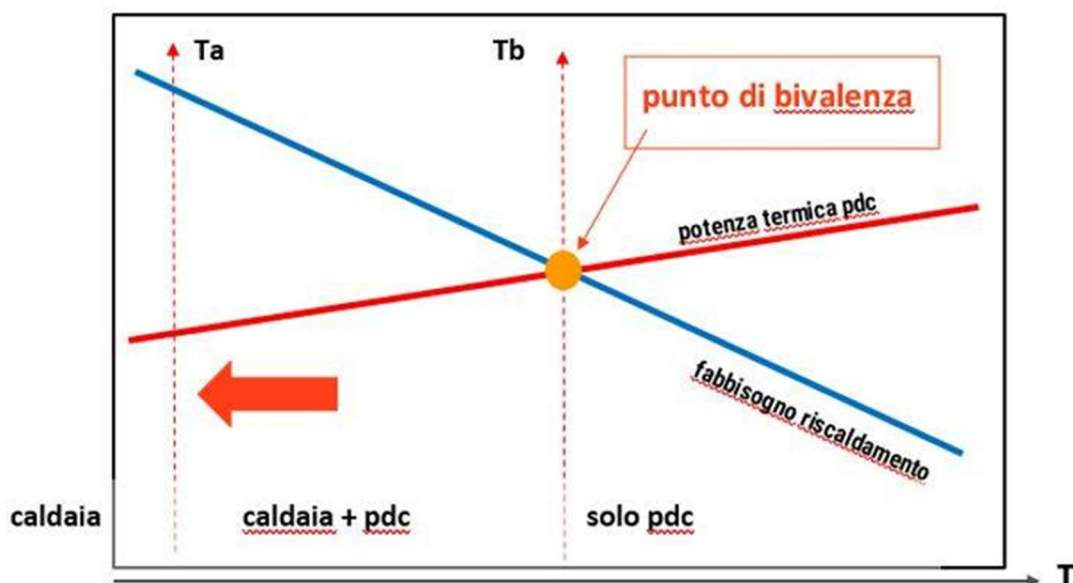
**Logical
soft**
a TeamSystem company

Autori: N. Calabrese per ENEA, A. Boriani per ISNOVA e A. Castagna per Logical Soft, opinion leader della campagna Italia in classeA

Valutato i costi di acquisto dell'energia elettrica e la potenza disponibile, posso ora decidere quale PDC installare, che può essere unica o di supporto ad una caldaia a gas (ibrida) infatti se dopo aver scalato la classe energetica mi rendo conto di necessitare ancora di una potenza elevata mi farò supportare nella stagione più fredda da una caldaia a gas che non risente delle variazioni di temperatura esterna.



Lo schema evidenzia come la caldaia (rossa) che sia a gas o legna/pellet, non risente di influssi esterni mentre la pompa di calore riduce le prestazioni proprio nel momento in cui l'impianto richiede la massima potenza. Per sopperire al problema devo sovradimensionare la PDC tenendo presente i consumi e costi con il rischio che l'impianto fotovoltaico o la rete siano insufficienti.



Come si diceva prima : valuto alternative.

I sistemi ibridi per il riscaldamento rappresentano oggi una delle risposte più mature e versatili ed interessanti. Questi impianti integrano due tecnologie complementari – una pompa di calore e una caldaia a gas a condensazione – in un unico sistema che regola automaticamente il funzionamento di ciascuna fonte (factory made) in base alle condizioni climatiche esterne, ai costi d'acquisto energetici e al fabbisogno dell'edificio. Un principio semplice, ma capace di ottimizzare le prestazioni senza rinunciare alla continuità del servizio anche quando in pieno inverno le temperature rigide mettono in crisi la PDC. Inoltre in caso di guasto di un componente l'altro sopprime alla mancanza del servizio.

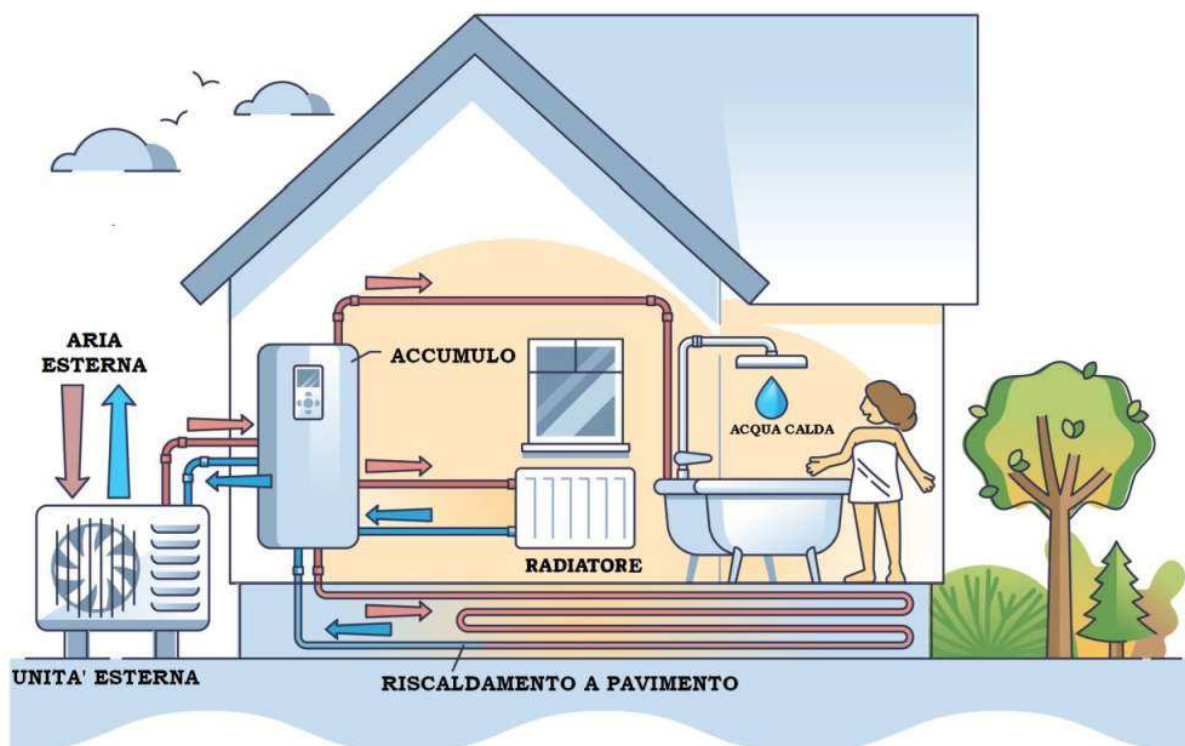
3) Quanta energia elettrica dispongo da utilizzare

Qui dobbiamo entrare nel tecnico cercando di capire alcuni termini già accennati in precedenza partendo da un dato importante, al netto da dove viene e quanto costa.

Quanti kW di energia elettrica dispongo per la mia pompa di calore?

Come sappiamo le PDC di calore “fanno miracoli”, sfruttando il principio della compressione ed espansione dei gas frigoriferi, riescono a moltiplicare da 3 a 5 volte il valore immesso di energia elettrica trasformandola in energia termica, il famoso COP (coefficiente di prestazione) che rileviamo dalla scheda tecnica del prodotto. Il COP altro non è che il rapporto tra l'energia termica prodotta e l'energia elettrica consumata da una pompa di calore. Tradotto, se immetto 1 kW elettrico, la PDC me lo trasforma in 3 o 4 o 5 kW termici, in base alla qualità costruttiva e al costo di acquisto del prodotto. Più alto è il valore del COP, maggiore è l'efficienza della pompa di calore, il che si traduce in minori consumi elettrici e costi operativi inferiori per produrre la stessa quantità di calore. A quale condizione? Se parliamo delle classiche PDC aria-acqua, il COP non è un valore statico, ma varia a seconda delle condizioni esterne, come la temperatura e l'umidità.





Va da sé che, più è bassa la temperatura dell'aria esterna, più farò fatica ad estrarne del calore da trasmettere all'impianto, se poi devo produrre acqua calda sanitaria a 60°C la cosa si complica.

Morale, battezzato il consumo a valle della PDC, il COP mi dice quanti kW/h dovrò disporre per farla funzionare.

Come nel gioco dell'oca torniamo alla partenza: punto 1) ho coibentato casa? Ho ridotto i consumi interni? Bene. Ora stabilito il consumo termico (es: 12 kW per riscaldare e produrre acqua calda sanitaria e avendo a disposizione una PDC media con COP 3) dovrò disporre di almeno 4 kW elettrici. Sapendo dal punto 2) quanto la pago, comincerò a fare i conti della serva. Esempio: se la PDC consuma 4 kW/h a 0,20 cent/kW ogni ora di funzionamento pagherò 0.80 cent/ora per 10/12 ore di funzionamento al giorno il risultato sarà circa di 10 euro al giorno, da cui bisogna considerare tutte le varianti e variabili in gioco. Infatti se le condizioni esterne peggiorano, tipo abbassamento della temperatura, il COP si riduce e la nostra PDC che consuma 4 kW elettrici all'ora me ne renderà 8 kW termici, invece di 12, per cui avrò freddo proprio nel momento di maggior bisogno, e le ore di funzionamento raddoppiano. Oltre ad avere freddo il consumo elettrico rimane. Esattamente il contrario di ciò che vorrei.

Vedete come si intrecciano tra loro i vari capitoli?



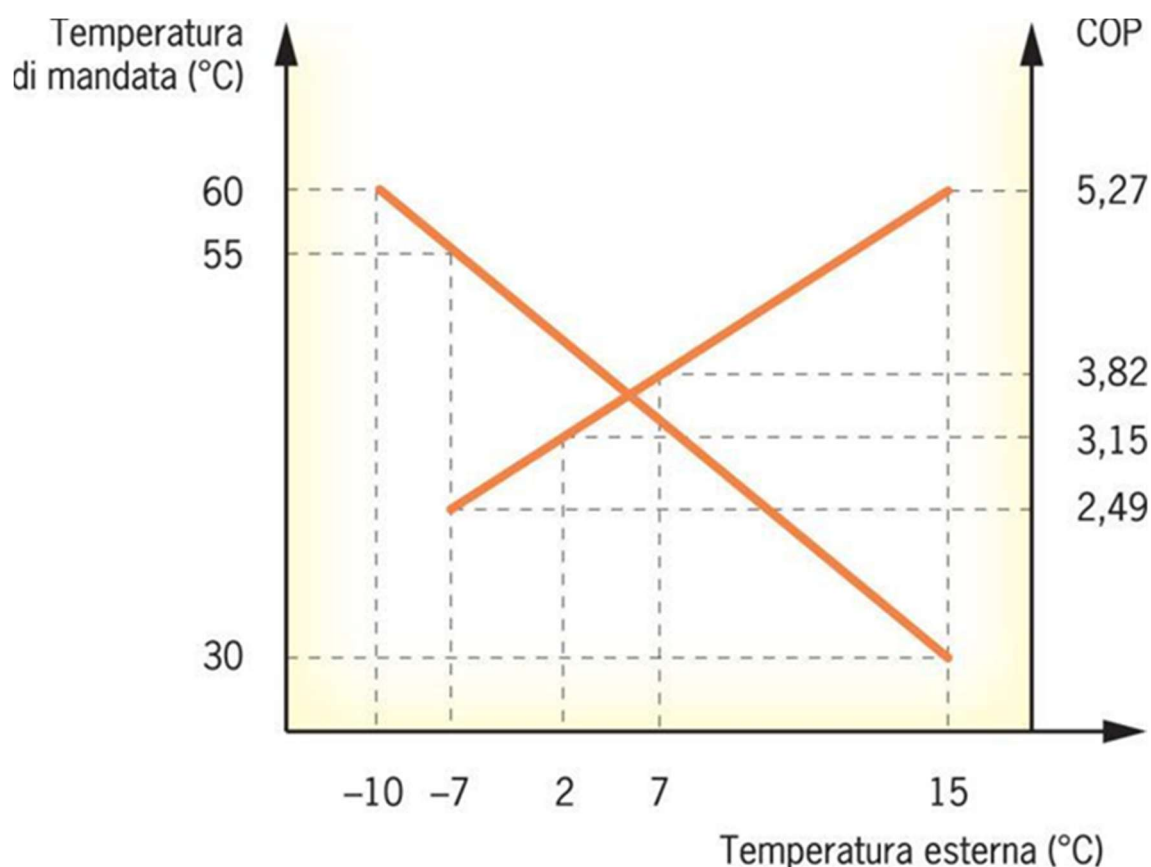
Cosa dobbiamo fare?

O troviamo una PDC ottimamente costruita e costosa che mantiene il COP anche a basse temperature esterne con il rischio che il cliente ci bocci il nostro preventivo perché troppo alto a fronte di altre offerte furbe basate sul principio incasso e scappo, oppure faccio due cose possibili: spiego al cliente tutta la pappardella di cui sopra anche se faticherà a capire oppure, aumento la potenza della PDC per avere sempre i miei 12 kW di cui all'esempio di prima, ma a discapito del consumo. Tradotto per avere i 12 kW in uscita devo averne 6 kW in entrata perché sono peggiorate le condizioni di lavoro in pieno inverno. Questo me lo dice anche la scheda tecnica della PDC.

Domanda: li ho?

E qui entra in gioco la capacità di valutare alternative che non vuole dire arrendersi, ma essere realisti semplicemente perché si vuole tutelare il cliente finale che è poi quello che paga per stare tranquillo ed è convinto di essere in buone mani.

Qui vedo meglio il rapporto COP temperatura esterna e temperatura acqua dell'impianto. A -7°C di temperatura esterna la PDC rende la metà ma consuma uguale PERO' HO FREDDO=cliente insoddisfatto.



È vero che con una pompa di calore più efficiente ottengo il risultato desiderato, ma a che costo? Con quale rientro economico?
Il capitolo 15) ci aiuterà a capire meglio come muoverci e se come già detto prima, valuto alternative.

4) Quale fonte di scambio ho a disposizione

Fino ad ora abbiamo “giocato” con i numeri per capire da dove partire, ora dobbiamo dare forma alla nostra PDC.

Abbiamo più volte detto che la PDC di calore sottrae calore (scambio) da una fonte esterna alla struttura da riscaldare per trasportarla con un fluido dinamico (acqua o gas frigorifero) all'interno dell'edificio.

Bene, cosa abbiamo a disposizione per lo scambio termico?

ARIA la meno efficiente anche se la più diffusa.

TERRA la più efficiente, ma naturalmente la più costosa.

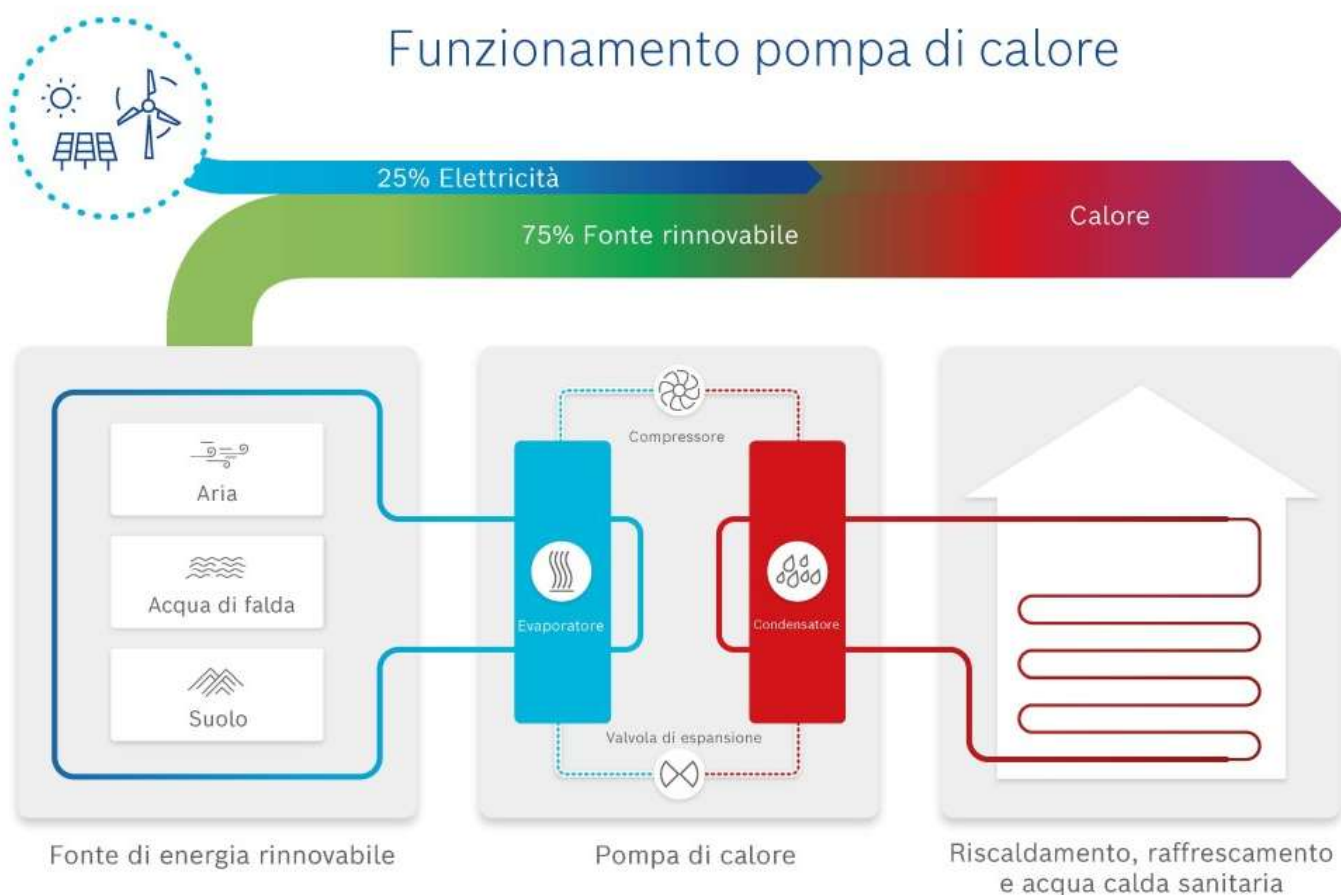
ACQUA la meno diffusa in assoluto per vincoli demaniali.

Tralasciamo subito l'acqua in quanto usare una falda acquifera per lo scambio termico della PDC, vi è il vincolo demaniale ed eventuale alterazione di un bene comune modificandone la temperatura, e in parte l'ecosistema anche se presente all'interno della propria proprietà.

Bisogna quindi concentrarsi sulle possibilità restanti con una domanda: abbiamo il terreno di proprietà dove installare le sonde per una PDC geotermica? (orizzontali o verticali le vedremo in seguito nello sviluppo tecnico) e se sì, quanto terreno abbiamo a disposizione per installare le sonde? E ancora, vi sono lo stesso vincoli regionali sull'utilizzo del suolo in verticale? (intercettazione di falde acquifere in fase di perforazione)
Prima di decidere qualche informazione in più è necessaria.

Gira che ti rigira per non esagerare, torniamo sempre sulla classica PDC con scambio termico ad aria, installabile ovunque (giardino, terrazzo o a parete esterna, tetto, scantinato, ecc..) con i dovuti accorgimenti, tenendo conto anche dei limiti detti nel capitolo 3) e con costi di installazione “abbordabili” ma con attenzione alle varianti e variabili in gioco che tradotti in euro fanno la differenza.





Comunque, valutate le difficoltà di installazione, una divagazione tecnica è doverosa per meglio capire il funzionamento della pompa di calore (idronica) aria-acqua o geotermica terra-acqua, dove il circuito frigorifero fa da tramite per lo scambio.

Vedremo anche la cosiddetta espansione diretta, conosciuta comunemente come impianto split, dove lo scambio avviene tra aria esterna-gas frigorifero-aria interna, utilizzando come vettore tra l'unità esterna e quelle interne un gas variabile in base alla tecnologia e la sicurezza. Infatti alcuni sono infiammabili, altri inquinanti per l'ozono (GWP) per cui devono essere utilizzati con attenzione.

Una sostanziale differenza di installazione è che utilizzando PDC monoblocco con circuito ad acqua, l'installazione può essere eseguita da un qualsiasi idraulico perché i collegamenti sono solo fluidi innocui come l'acqua, mentre per realizzare un impianto split ad espansione diretta con gas refrigeranti, è necessario essere patentati F-gas con relativi obblighi in funzione della salvaguardia del pianeta.





A destra vediamo i gas refrigeranti più pericolosi per GWP (Potenziale di Riscaldamento Globale) a sinistra quelli che attualmente si stanno utilizzando per “salvaguardare” il pianeta. Manca R 290, praticamente GPL, usato poco per la pericolosità con limiti di installazione e probabilmente utilizzato solo come fase transitiva in attesa di un gas refrigerante che “risolva” tutti i problemi. Attualmente si pensa al R454B.

5) La pompa di calore è di sostegno (ibrida)

Veniamo al dunque, abbiamo valutato la potenza necessaria in base alle dispersioni termiche dell’edificio, il consumo della PDC, dove acquisto l’energia elettrica e che cosa utilizzo per lo scambio termico. Ora dovrò decidere, con carta e penna, senza vergogna perché farsi aiutare è anche una questione d’intelligenza, se con la sola pompa di calore è possibile risparmiare veramente o se è meglio farsi supportare da una caldaia ad alta efficienza a gas a condensazione nei momenti critici quando la PDC ad aria-acqua riduce troppo il suo COP.

Quando parliamo di ibrido le soluzioni possibili sono due/tre di cui una semplice, con la PDC aria-acqua collegata in serie sulla tubazione di ritorno dell’impianto, o in parallelo sul volano di accumulo, anche su caldaia esistente che non “dialoga” con la PDC, quindi più economico come intervento perché “salviamo” il costo della caldaia. In sostanza aggiungo una PDC all’impianto esistente. Il vantaggio ottenuto è che l’acqua di ritorno dall’impianto, più fredda, viene preriscaldata in condizioni favorevoli dalla pompa di calore a supporto della caldaia, la quale rilevando la temperatura dell’acqua già calda, resterà spenta o si accenderà solo nel caso vi sia una richiesta superiore a quanto prodotto dalla PDC. Lo svantaggio sta nel gestire manualmente il sistema prevedendo in anticipo la convenienza spegnendo la pompa di calore quando la temperatura esterna scende sotto i +7°C. Alla fine è sempre una questione di risparmio sui costi di installazione.

(Ricordate il diagramma di prima dove si evidenziava che a -7°C si annullava di fatto tutta l'efficienza della pompa di calore mentre fino a $+7^{\circ}\text{C}$ eravamo ancora nella fascia di convenienza) ?



L'alternativa più costosa ma sicuramente più efficiente è la soluzione "Factory made" riferito ad un prodotto, come un sistema ibrido, che è progettato, prodotto e assemblato da un singolo produttore in fabbrica, a differenza di un sistema "custom built" o assemblato in loco visto prima. Questo garantisce che i componenti (come caldaia e pompa di calore) funzionino insieme in modo ottimizzato grazie a una logica di funzionamento integrata, migliorando l'efficienza e la gestione del sistema.

I vantaggi di un sistema "factory made" sono sicuramente il funzionamento ottimizzato con componenti progettati per dialogare tra loro, consentendo una gestione elettronica che si adatta automaticamente a fattori esterni come temperatura, umidità e fabbisogno termico.

Massimo rendimento sfruttando al meglio i vantaggi di diverse tecnologie (ad esempio, la pompa di calore e la caldaia a condensazione) per ottenere il massimo rendimento in ogni stagione.

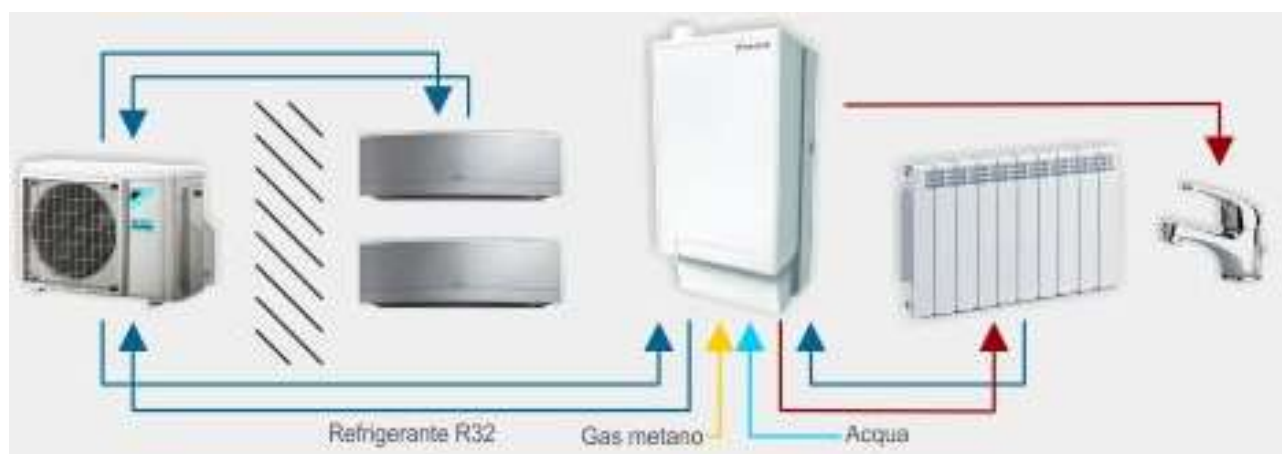
Sinergia tra componenti che invece di lavorare in modo alternato e separato, in un sistema "factory made" collaborano tra loro per ottimizzare i consumi e ridurre le emissioni, gestiti da una centralina elettronica in cui vanno inseriti valori tecnici e costi dell'energia.





Queste due ipotesi prevedono sempre la pompa di calore aria-acqua di supporto alla caldaia in un classico impianto di riscaldamento, principalmente esistente, mentre una terza ipotesi “alternativa” potrebbe essere il multi-ibrido realizzata nel campo dell’espansione diretta (split con circuito a gas frigorifero).

In questo caso l’unità esterna sarà aria-gas frigorifero, collegata sia ai classici split che alla caldaia. Punti a favore sarà un lavoro abbastanza veloce da realizzare factory-made, avere gli ambienti climatizzati caldo/freddo sia in PDC che con radiatori tramite la caldaia, mentre a “sfavore” rimane la produzione acqua calda sanitaria sempre a gas per evitare accumuli ingombranti.

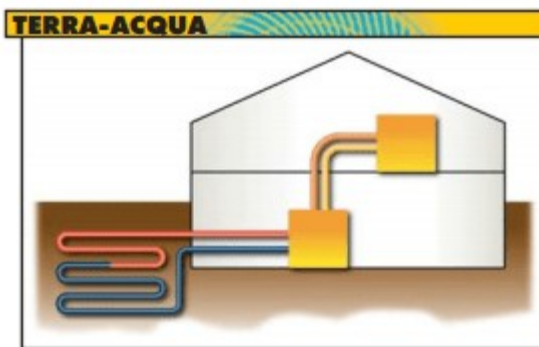
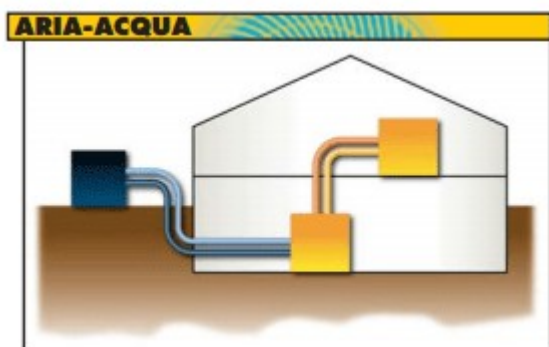


6) La pompa di calore è unica senza supporti (no ibrida)

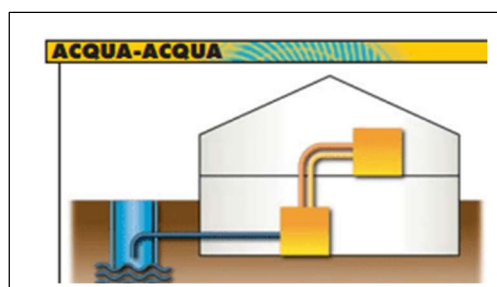
Lo abbiamo detto in tutte le salse, solo la pompa di calore senza supporti esterni a gas, deve essere utilizzata in edifici in classe energetica molto alta,

aiutata possibilmente da impianto fotovoltaico o con acquisti di energia sotto controllo.

La più diffusa è aria-acqua mentre la geotermica terra-acqua richiede la soluzione di alcune problematiche legate allo sfruttamento del suolo anche se privato.



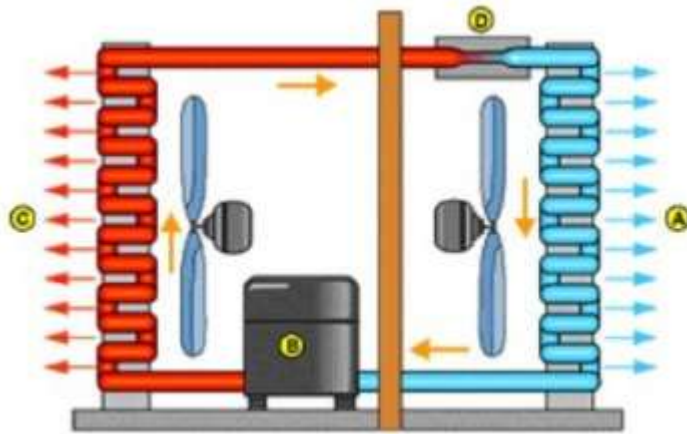
Mentre, la versione acqua-acqua è troppo vincolata a direttive regionali sullo sfruttamento di beni demaniali e pertanto difficilmente utilizzabile.



Andiamo con ordine, anche se non è facile, visto l'intrecciarsi di tutte le componenti, che poi sono la somma delle 15 domande che ci siamo posti all'inizio, capiamo come funziona la PDC, nata nei secoli scorsi come condizionatore per fare solo freddo nell'industria e successivamente negli edifici civili, per poi, invertendo il ciclo frigorifero, diventare un sistema di riscaldamento alternativo o complementare ai combustibili fossili.

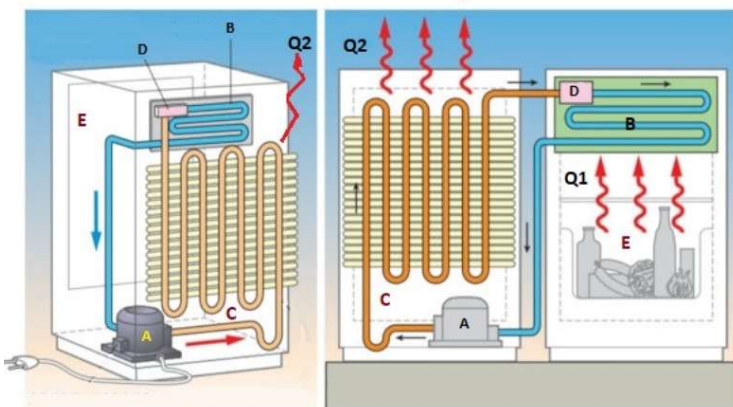
Tipologie pompe di calore (aria)

L'aria come sorgente ha il vantaggio di essere disponibile ovunque e le PDC di calore sono relativamente semplici, ovvero partendo dal classico condizionatore solo freddo, vedi schema



A: Evaporatore verso utilizzo
B: Compressore
C: Condensatore aria esterna
D: Capillare o valvola d'espansione

Tipo il frigorifero di casa che funziona allo stesso modo



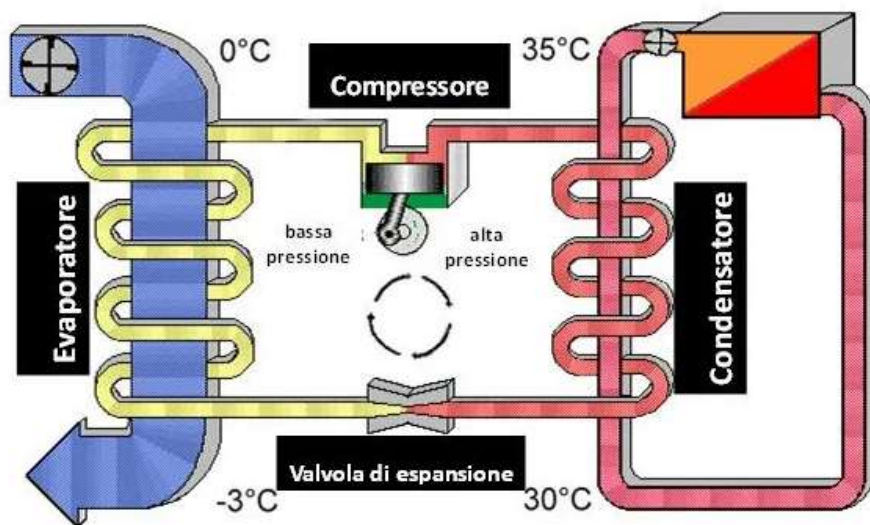
Sottraggo calore dall'interno e lo dissipo verso l'esterno utilizzando il circuito frigorifero

Sfruttando sempre l'espansione e la compressione del gas frigorifero come vettore interno tra condensante esterna e evaporante interna inverto il ciclo, e di conseguenza l'evaporante diventa esterna e la condensante interna sottraendo calore all'aria esterna e trasmettendolo verso il circuito impianto. Fin qui sembra tutto semplice ed infatti lo è, ho solo invertito il percorso al gas frigorifero, il problema diventa il tempo impiegato per questa operazione che non può essere immediata come nella combustione a gas (fiamma alla potenza massima come l'accelerazione in formula uno) ma proprio perché devo compiere un lavoro lungo di compressione evaporazione e condensazione ci vuole tempo.

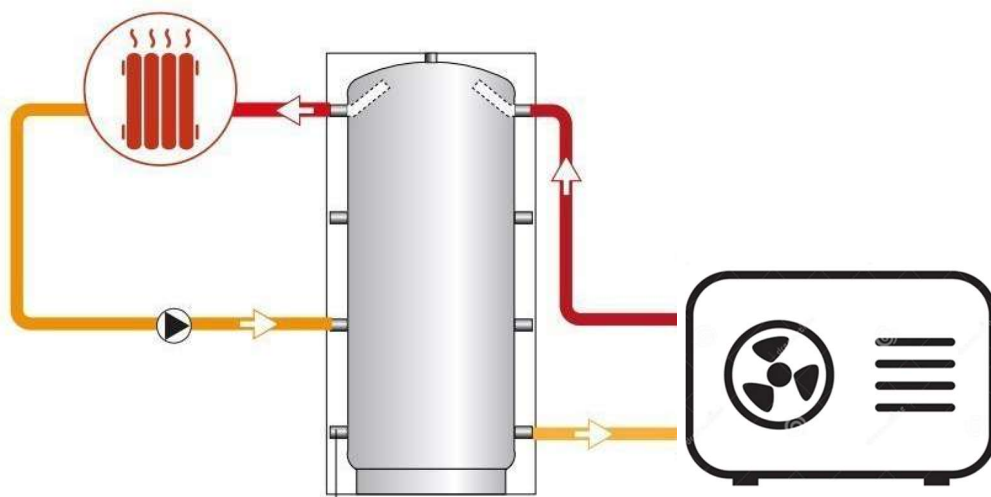


Fonte di calore

Utilizzo del calore



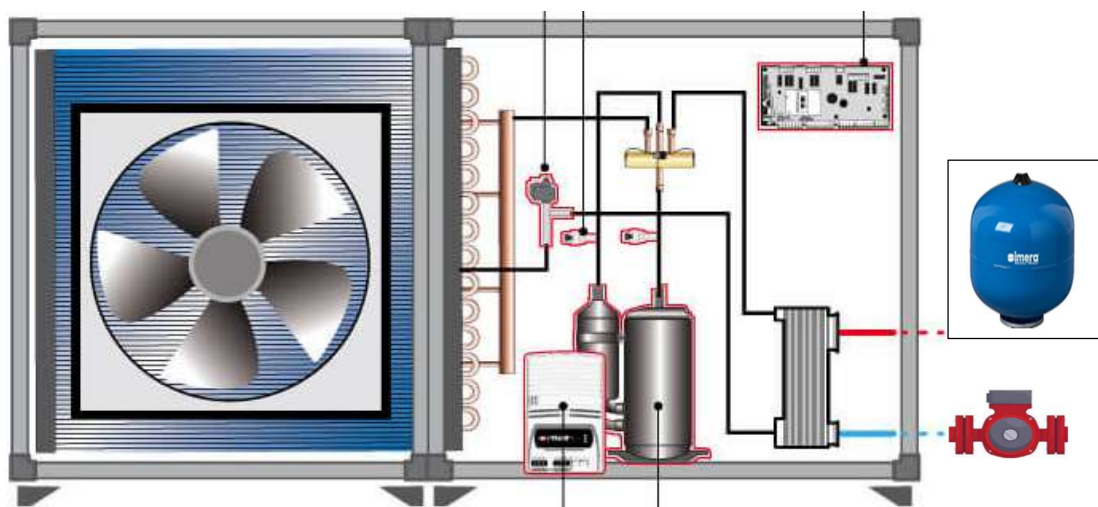
Ma come risolvo il problema visto che ho freddo adesso e non voglio il caldo fra molte ore? Il “trucco” sta nell’accumulare il calore sottoforma di acqua riscaldata in un serbatoio denominato volano. La pompa di calore con i suoi tempi mantiene caldo il volano detto anche puffer e noi preleviamo quello che ci serve e quando ci pare come se fossero impianti distinti, uno produce e l’altro utilizza. L’importante sono le dimensioni, troppo piccolo è inutile, troppo grande la PDC non si spegne mai. Un giusto equilibrio potrebbe essere 20/25 lt di accumulo ogni kW di potenza della PDC (tipo quella ipotizzata nei capitoli precedenti da 12 kW il volano sarà di 300 lt), e già qui introduciamo un problema che svilupperemo nel capitolo 7). Integrandolo poi con le varianti accennate prima, tipo produrre acqua fredda per aria condizionata o acqua calda sanitaria o integrazione con pannelli solari, vedremo come fare nei prossimi capitoli 8)9)10).





Il circuito primario è quello della pompa di calore verso il puffer con un circolatore interno o esterno alla PDC, mentre il circuito secondario è quello del riscaldamento impianto con un suo circolatore 🎯 dedicato per trasportare il fluido (solitamente acqua) all'interno di un circuito chiuso. La loro funzione principale è garantire la corretta circolazione e distribuzione del calore negli ambienti, vincendo le resistenze idrauliche del sistema, ma senza influenzare direttamente la temperatura dell'acqua. Le pompe moderne sono spesso "elettroniche" e "inverter", capaci di adeguare automaticamente la velocità di rotazione in base alle esigenze dell'impianto, ottimizzando così i consumi energetici.

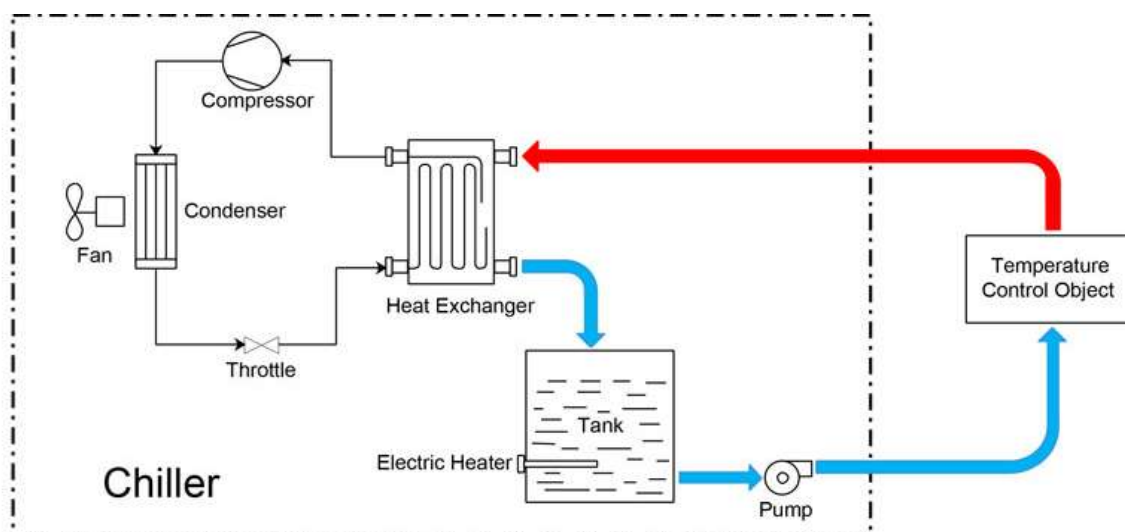
Forse, solo con gli schemi funzionali presentati fino ad ora, non ci si rende bene conto di quanti componenti possano esserci dentro una PDC che oltre al sempre circuito frigorifero tra la batteria e lo scambiatore gas frigo/acqua impianto, presenta una miriade di componenti per la gestione e il controllo di tutta l'apparecchiatura.



Il ventilatore fa passare aria forzata attraverso la batteria che cattura il calore nell'aria esterna, la scheda elettronica gestisce tutto il sistema, il compressore ne abbiamo già parlato, lo scambiatore separa il circuito riscaldamento acqua dal gas frigorifero, la valvola quattro vie inverte il circuito caldo freddo, la pompa di circolazione impianto e il vaso di espansione per compensare gli aumenti di volume quando l'acqua scaldandosi si espande.



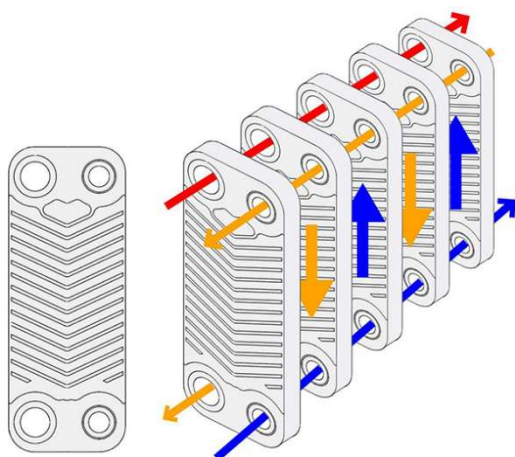
Spaccato di una pompa di calore con in evidenza i vari circuiti realizzati con tubazioni in rame saldato per evitare eventuali perdite nei circuiti. Infatti in qualsiasi tipologia di PDC esiste un circuito frigorifero caricato con gas refrigerante, visto prima, ricordate le bombole di vari colori?, che nel gruppo monoblocco fa da vettore tra la batteria captante calore dall'aria fino alla piastra scambiatrice dove cede il calore all'acqua, che sarà poi usata nel nostro impianto. Va da se che questi passaggi rallentano un po' il risultato.



Circuito in nero = gas frigo, circuito rosso/blu è l'acqua del nostro impianto che circola attraverso lo scambiatore, accessori come il volano termico e la pompa di circolazione sono in questo caso a corredo interni. Nel volano (tank) possiamo inserire una resistenza elettrica di backup per i momenti critici in cui la pompa di calore abbassi troppo il COP, con consumo elettrico alle stelle.



Nello scambiatore, il gas frigorifero (giallo) e l'acqua (rosso/blu) sono a contatto tra di loro ma separati da piastre e il calore viene trasmesso all'acqua tramite la conduzione termica superficiale della piastra che è lavorata per favorire lo scambio termico.

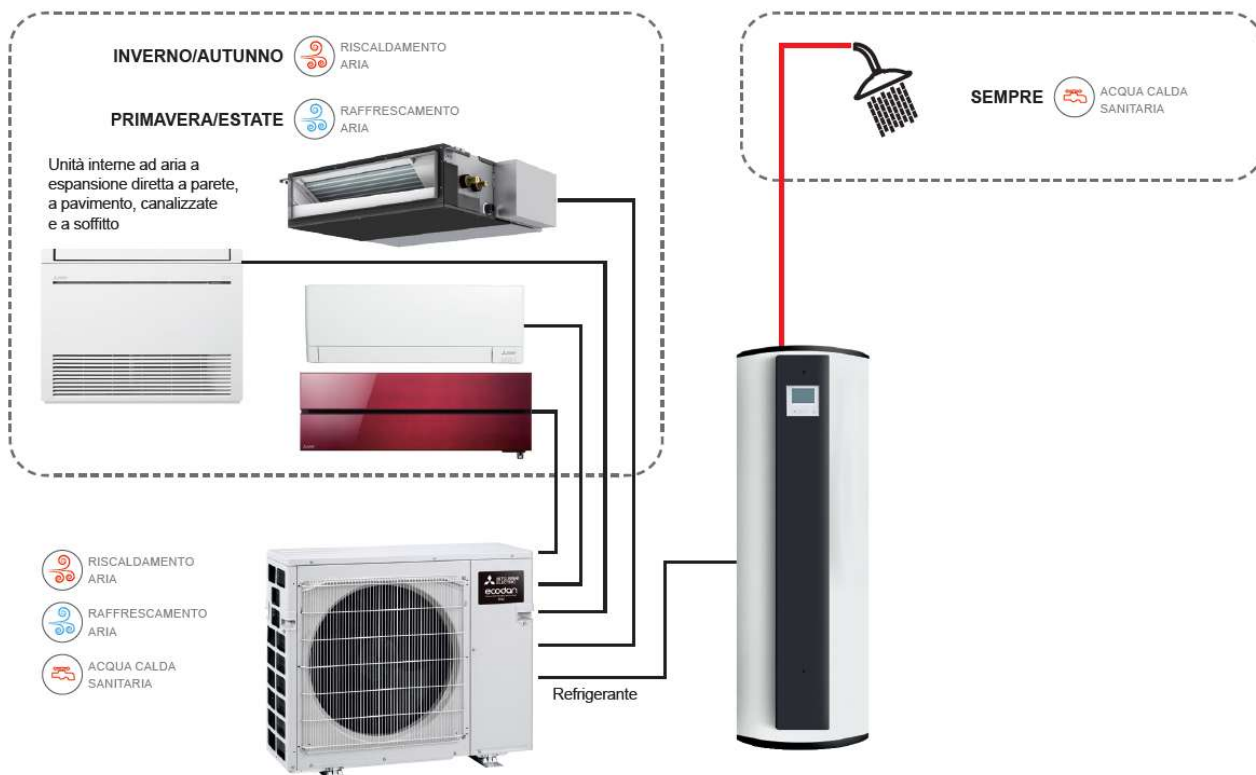


Un controllo periodico della pressione del gas frigorifero fatto da un tecnico patentato F-GAS è indispensabile a prevenire eventuali perdite deleterie per l'ambiente e comunque nel qual caso si riscontri un calo della pressione del gas si deve intervenire subito per fare la ricerca e riparazione della eventuale perdita stessa.

Un vantaggio che offre questa tipologia di apparecchiature è che con l'acqua riscaldata in uscita dalla PDC posso realizzare varie tipologie di impianto, tipo serpentine a pavimento, ventilconvettori caldo/freddo, radiatori, termoarredo ecc. in base alle necessità.

Altre cose è l'impianto split dove il gas frigorifero fa sempre da vettore tra batteria esterna captante e batteria interna ad aria ma la diffusione del calore avviene direttamente senza il passaggio dell'acqua e pertanto più immediato. (aria/aria). In sostanza c'è un passaggio in meno e quindi il funzionamento di diffusione aria in ambiente è immediato.

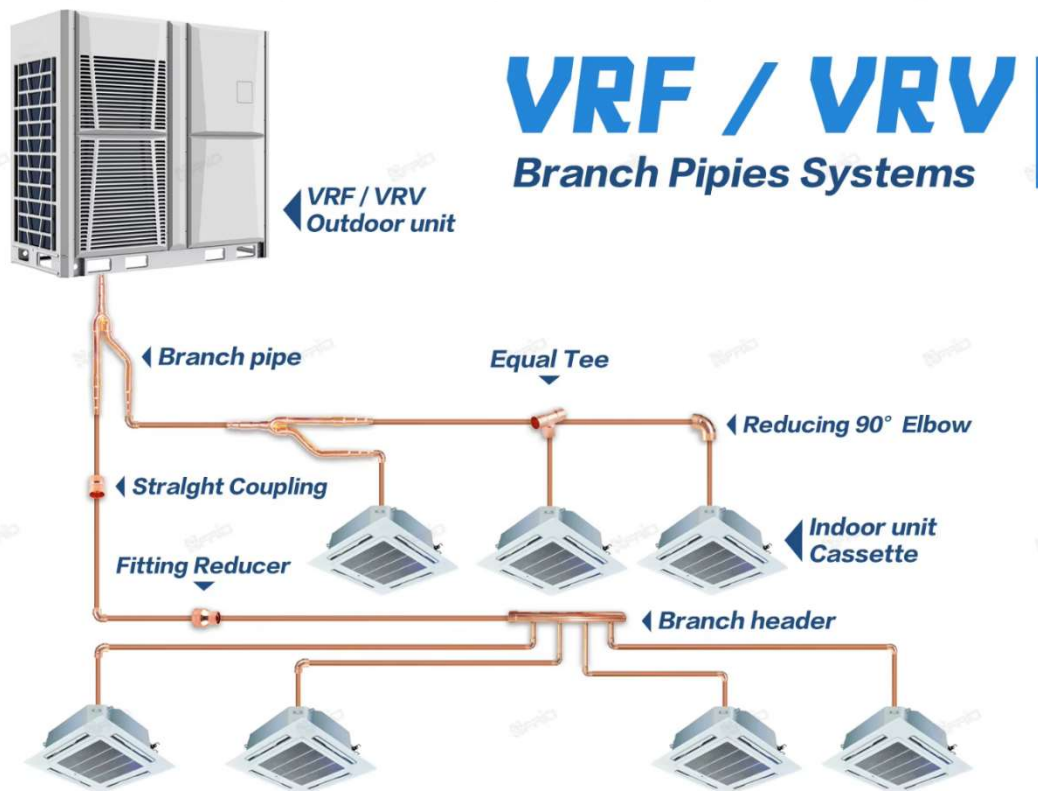
Di contropartita vi è l'obbligo di usare solo unità interne ad aria, dimensionate in modo giusto tenendo conto delle problematiche elencate negli altri capitoli. Alcuni impianti multi split oltre a riscaldare e raffrescare con varie tipologie di unità interne, prevedono anche la produzione di acqua calda sanitaria utilizzando un circuito di quelli disponibili.



Questa tipologia di impianto è molto utile in appartamenti condominiali dove il riscaldamento è centralizzato vincolato a giorni e orari prestabiliti per legge e l'acqua calda viene prodotta nei singoli appartamenti. Oltre a sopperire all'impianto condominiale, posso raffrescare d'estate e avere acqua calda tutto l'anno in pompa di calore. Poi vedremo alcuni problemi al capitolo 7).

Altra cosa sono gli impianti split VRV o VRF a flusso di refrigerante variabile dove posso realizzare grandi impianti ad espansione diretta per uffici, commercio, industria ecc. mantenendo il controllo singolo per ogni unità interna. Generalmente, due tubi in partenza dall'unità esterna, convergono a più collettori di diramazione o derivazioni dedicate per le singole unità a scelta del produttore dell'impianto che applica la sua tecnologia (elettronica di gestione).

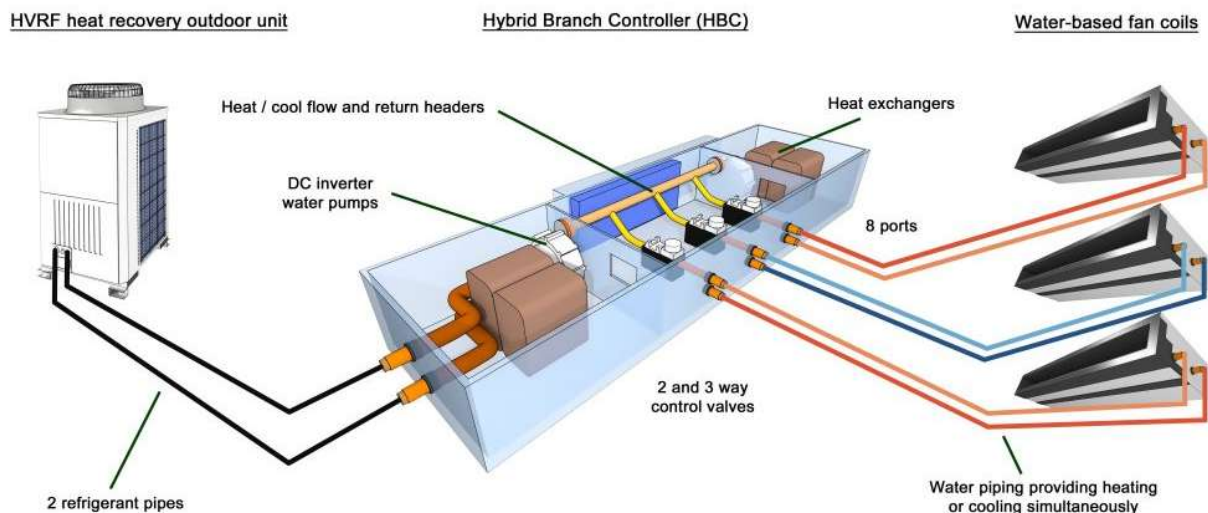




Il problema di questa tipologia di impianto sono le grandi quantità di gas refrigerante contenuto nei circuiti, proprio per la dimensione degli impianti e pertanto soggetto a regole ben precise.

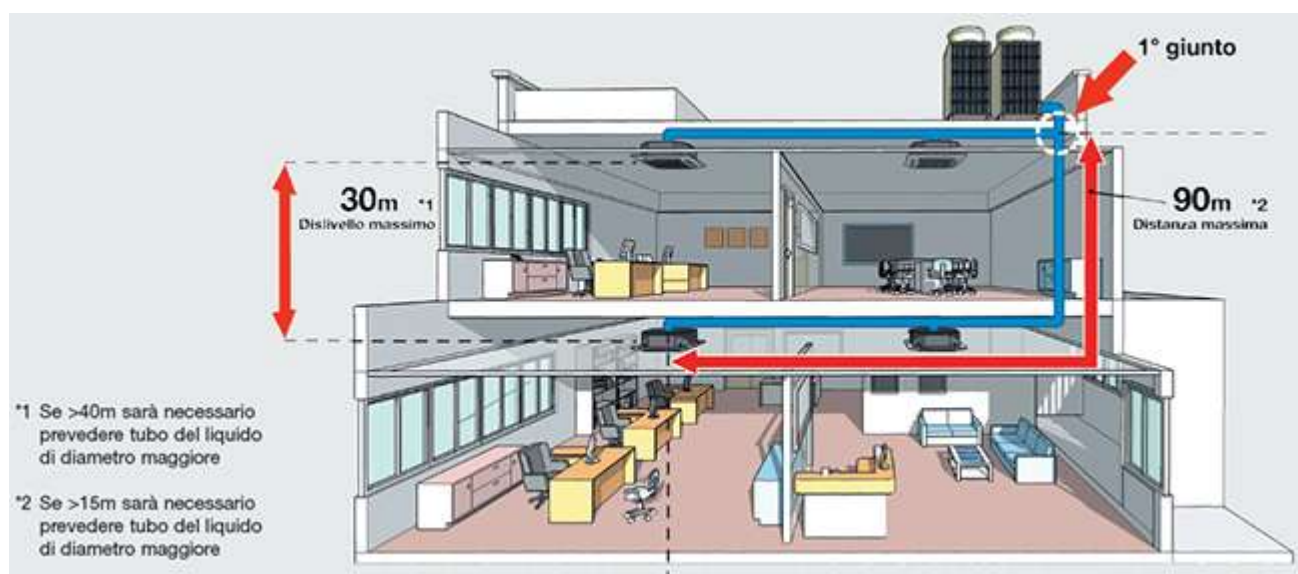
Tutte le giunzioni vanno saldobrasate con lega speciale per evitare perdite nei circuiti.

Negli ambienti silenziosi è bene preferire la tipologia con box di derivazione impianto separato, fuori dal locale di utilizzo tipo corridoio, perchè la gestione delle valvole dell'unità interna all'apertura del circuito creano una certa rumorosità se incorporate nello split.



Tuttavia alcuni limiti da rispettare ci sono, tipo il dislivello di installazione e la lunghezza delle tubazioni. Sarà sempre il costruttore delle apparecchiature a determinare, tramite la consultazione della scheda tecnica, le condizioni di posa e dichiarare quanto gas va immesso in aggiunta a quello già presente per consentirne il buon funzionamento.

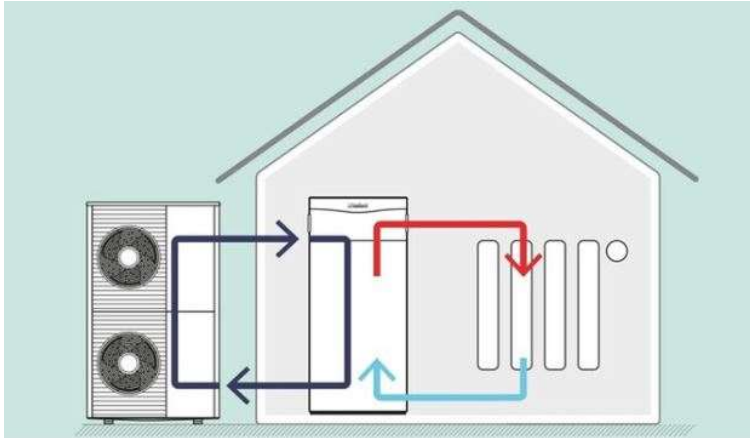
È comunque indispensabile eseguire una buona progettazione preliminare al lavoro semplicemente perché un impianto del genere è difficilmente modificabile in un secondo tempo.



Al contrario se utilizzo un impianto con vettore acqua, oltre alla quantità inferiore di gas frigorifero limitato al solo circuito interno della PDC, non ho limiti nelle altezze e lunghezze delle tubazioni in quanto una pompa di circolazione dell'acqua adeguatamente calcolata vincerà tutte le resistenze del percorso come nei più classici degli impianti.

Come solito c'è sempre una terza via che è la pompa di calore aria acqua splittata. Qui il collegamento tra la PDC e il volano termico (puffer) avviene per mezzo di un circuito a gas frigorifero ad espansione diretta nello schema in nero. Va da sé che il volano deve "dialogare" con la pompa di calore e quindi sarà costruito dalla stessa casa produttrice della PDC mentre nel monoblocco il serbatoio sarà un cilindro vuoto o al massimo con serpentina acqua sanitaria (vedi cap 7) e quindi fornito da qualsiasi produttore esterno.





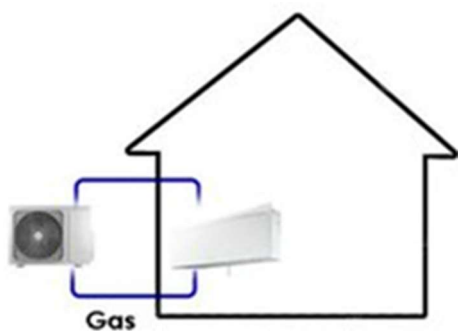
Il vantaggio di questa tipologia è che in inverno, a PDC spenta per qualsiasi motivo, ferie o blocco dell'impianto, non ho problemi di gelo in quanto il circuito acqua è interno all'edificio e non lo devo additivare con glicole che in un qualche modo rende più difficoltosa la circolazione del fluido (viscosità) ed è un maggior onere di acquisto.



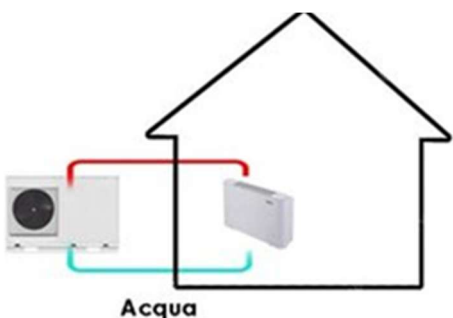
Componenti dell'impianto split a pompa di calore, nell'unità interna che assomiglia ad una caldaia vista da fuori, c'è lo scambiatore gas frigorifero/acqua per evitare congelamenti invernali, mentre il collegamento tra le due unità avviene con tubazioni in rame frigorifero cartellate alle estremità come negli impianti split



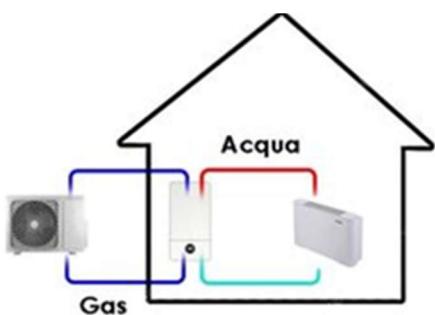
Riepilogo tipologie costruttive delle pompe di calore ad aria



split ad espansione diretta aria/aria



monoblocco ad aria/acqua



split espansione diretta + acqua

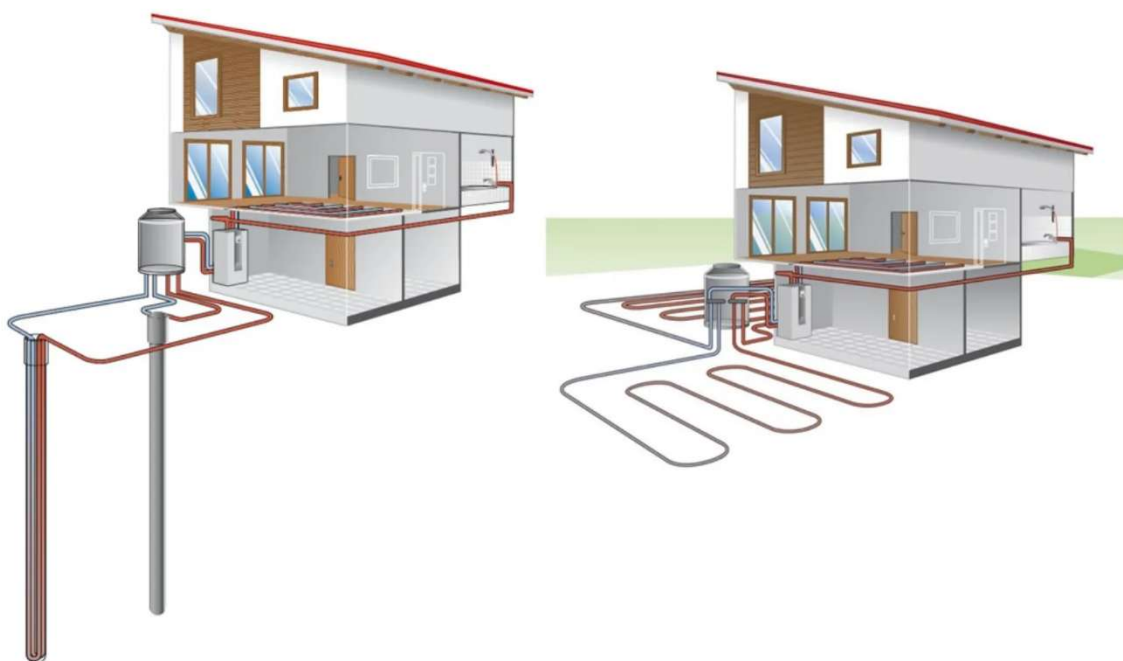
Tipologie pompe di calore (terra)

Il terreno come sorgente da cui attingere calore per a PDC ha il vantaggio di subire minori sbalzi di temperatura rispetto all'aria. Le tubazioni, se posizionate orizzontalmente, vanno interrate ad una profondità minima 180 cm per non risentire troppo delle variazioni di temperatura dell'aria esterna, ed è necessaria una ampia estensione di terreno di proprietà, da 2 a 3 volte superiore alla superficie dei locali da riscaldare.

Se invece le tubazioni vengono posizionate in modo verticale, bisogna scendere a profondità di 100 metri per un numero X di pozzi in base alla potenza della PDC (mediamente 5 kW per pozzo). In entrambi i casi si tratta però di una soluzione costosa rispetto all'aria in quanto oltre al costo della

stessa PDC vi è da aggiungere appunto, le sonde e lo scavo o la trivellazione del terreno oltre la quale si necessita del reinterro orizzontale o del getto con bentonite nel verticale.

Vedete come anche in questo caso la potenza della pompa di calore incide sui costi? Più è grande la PDC più si scava e si posa del tubo o si fanno più pozzi. E cosa abbiamo detto nel primo capitolo? Coibentare, alzare la classe energetica, per ridurre i consumi e quindi la potenza della PDC.



Tradotto in soldoni, più consumo a valle della PDC, più energia dovrò immettere a monte della PDC, che sia elettricità anche fotovoltaica, con la superficie captante molto grande per la versione ad aria, o più pozzi e serpentine per le geotermiche.

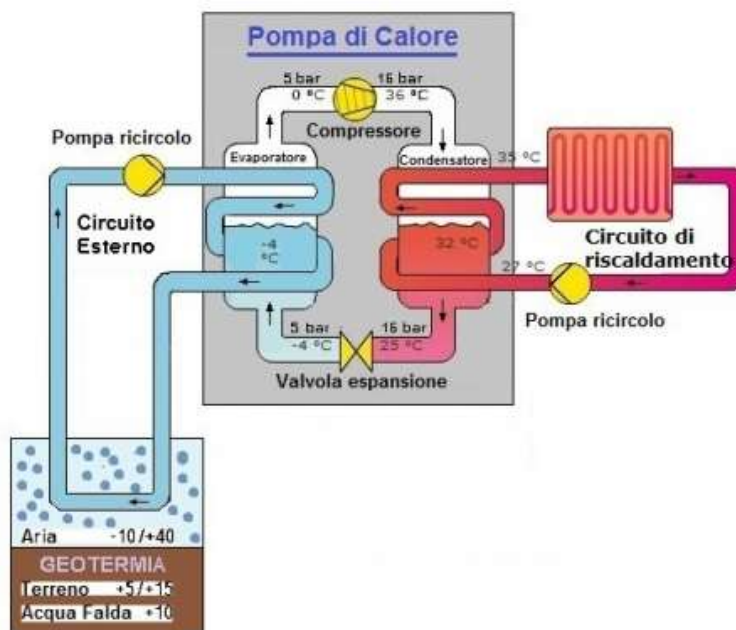
Al di là dei costi, resta sicuramente il sistema migliore perché non ho apparecchiature esterne ingombranti, rumorose, influenzabili dalle temperature e antiestetiche. Va da sé che le contropartite sono avere il terreno di proprietà, cosa improbabile nel condominio, dove però un'alternativa la possiamo avere con la PDC termodinamica. Ma facciamo un passo alla volta.



Ricordate il COP?

Ogni tanto devo porre una domanda per capire se siamo sul pezzo. Bene, nelle PDC ad aria eravamo fermi sul valore 3, 4 quando va bene, 5 era il sogno. Inoltre variava sempre al ribasso con il peggiorare delle condizioni atmosferiche. Ora per via della temperatura costante del terreno che va dai 12°C ai 15°C riusciamo invece ad avere un COP costante tutto l'anno attestato intorno ai 4. Cosa vuole dire? Che per avere la stessa portata termica in uscita non devo aumentare la potenza della PDC = meno consumo elettrico tutto il periodo invernale come se fosse sempre primavera.

Poi è chiaro che con carta e penna dovrò valutare se questa differenza giustifica i costi rispetto una ad aria, il famoso business plan finale.



Vedete come si compone la PDC geotermica?

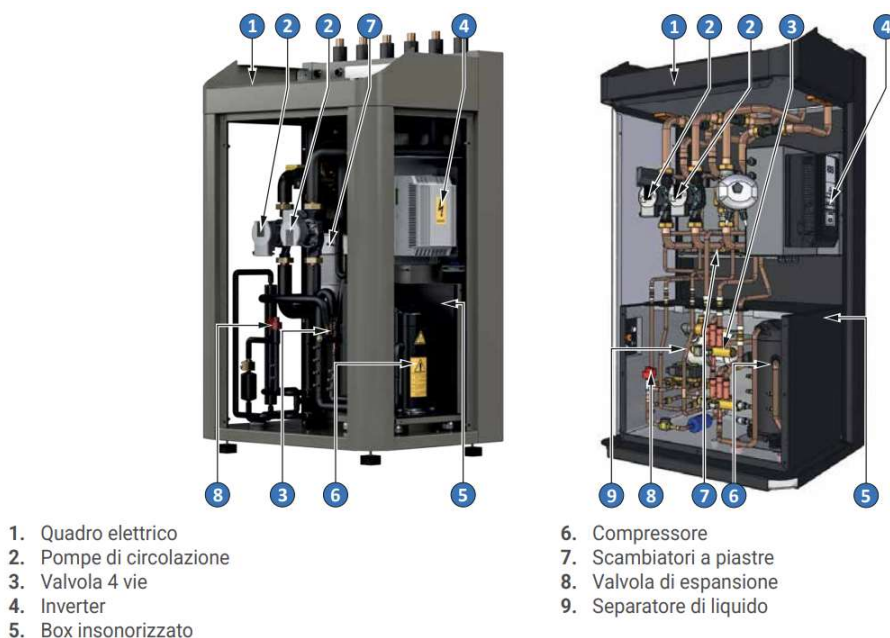
Abbiamo il circuito sorgente ad acqua, glicolata per evitare congelamenti nel terreno, uno scambiatore acqua/gas, un circuito classico frigorifero con compressore e valvola di laminazione, un altro scambiatore gas/acqua e il circuito utenza acqua impianto a servizio dell'edificio. Va da sé che in tutti e due i circuiti ad acqua vi sarà un suo circolatore per movimentare l'acqua contenuta.

Basta che uno dei due circolatori non funzioni che si bloccherà il compressore per evitare danni ai tre circuiti.



I due scambiatori di calore fungono da condensatore e evaporatore come in tutti i circuiti frigoriferi. Il terreno viene utilizzato come accumulatore, se in inverno preleva calore raffreddando la terra, in estate al contrario preleva il freddo stivato e restituisce il calore, così stagione dopo stagioneall'infinito. Se ricordate lo stesso concetto della PDC ad aria fredda in inverno e calda in estate dispersa in ambiente. Differenza importante in geotermia non ho cicli defrost dell'unità esterna e pertanto non ho vuoti temporali come la PDC ad aria. Funzionamento lineare continuo. Non fraintendete l'accumulo di calore nel terreno con il puffer sull'impianto, sono due cose diverse.

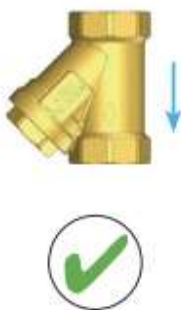
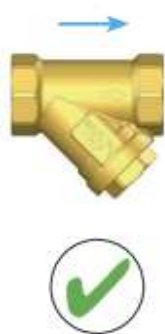
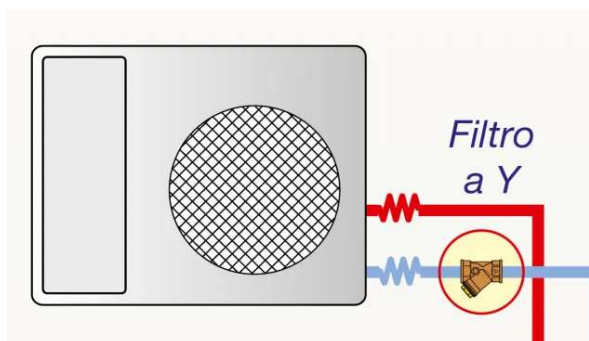
Altri vantaggi della pompa geotermica oltre la silenziosità perché mancante la ventola, è la possibilità di installazione in qualsiasi locale senza vincoli architettonici o paesaggistici o tutela belle arti.



Nota importante sotto l'aspetto installazione, quando ho dei circuiti chiusi ad acqua, sia primario che secondario, è necessario che sulla tubazione di ritorno vi sia sempre installato un filtro, comunemente chiamato a Y per protezione delle piastre di scambio atto ad evitare intasamenti causati da fango o sporcizie residue. Abbiamo visto prima come le piastre vengono costruite con passaggi di acqua obbligati per aumentare lo scambio termico. L'otturazione di questi percorsi interni pregiudica il funzionamento e il blocco della pompa di calore. Corpo in ottone e filtro in acciaio inox, va installato in modo corretto, e periodicamente va pulito.



È necessario indipendentemente dal tipo di PDC, basta sia presente una qualsiasi piastra di scambio lato circuito acqua e il filtro ci vuole.



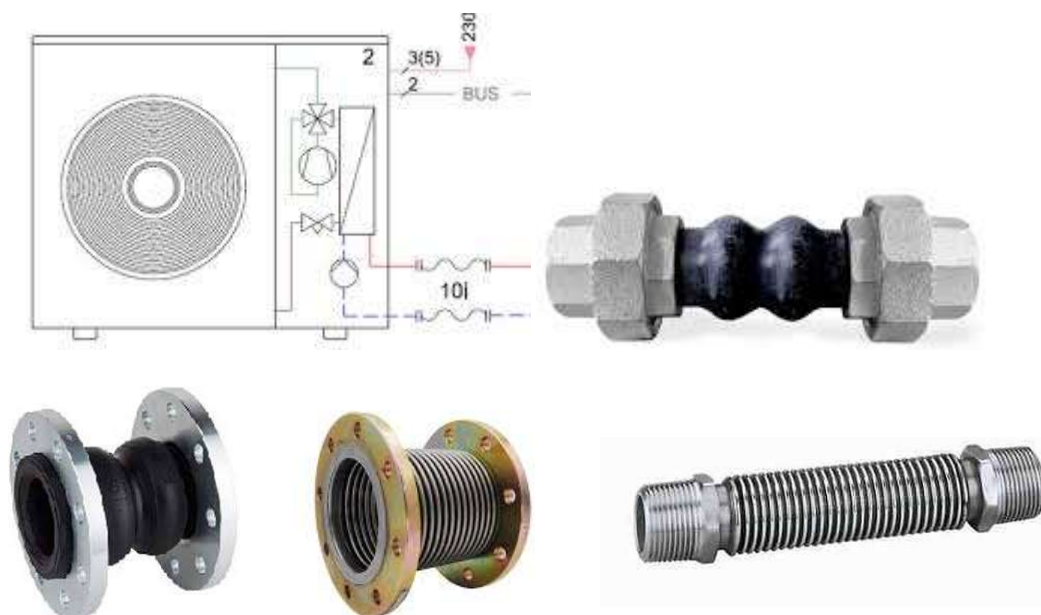
Controllare sempre il senso del flusso d'acqua e la corretta installazione affinché sia utile alla causa la sua installazione. Va montato sempre sulla tubazione di ritorno dall'impianto per evitare che la sporcizia contenuta nell'acqua dell'impianto entri nello scambiatore della PDC. È sempre meglio un blocco macchina per mancata circolazione rilevata dal flussostato risolubile con la semplice pulizia e riavvio che un intasamento della piastra di scambio da buttare con costi stellari da parte del frigorista.



Altro accorgimento importantissimo è installare un kit antivibrante sotto la pompa di calore per evitare la trasmissione del rumore a pareti o solai

Poiché la PDC ha degli organi in movimento come ventilatore, compressore e pompa di circolazione acqua è importante installare sugli attacchi di collegamento due giunti antivibranti, andata e ritorno impianto, detti anche giunti elastici, per non trasmettere vibrazioni alle tubazioni dell'impianto stesso. In base al diametro di collegamento posso essere filettati o flangiati, in gomma o in acciaio.





Visto che stiamo parlando di accessori indispensabili al corretto montaggio di una pompa di calore, c'è da considerare, come esposto prima, il pericolo del ghiaccio nel circuito acqua. In altri opuscoli per la scuola abbiamo detto che l'acqua bolle a 100°C e solidifica a 0°C, quindi occhio al ghiaccio in inverno quando la temperatura esterna scende, soprattutto se ho pensato di dismettere l'utilizzo della PDC a fronte di una caldaia a gas. Il tutto semplicemente perché l'acqua ghiacciando aumenta di volume e spacca le tubazioni compreso lo scambiatore acqua/gas frigorifero che insieme al compressore sono i componenti più costosi. Oltre alla dispersione in atmosfera di un gas dannoso contenuto nel circuito gas/acqua.

A risolvere il problema ci pensa il glicole, comunemente detto antigelo, quello che mettiamo anche nei radiatori delle macchine. Normalmente acquistato in taniche bisogna assolutamente leggere l'etichetta del produttore per capire in che quantità va diluito nel caso sia concentrato o se già pronto all'uso.



PROTEZIONE DAL GELO

- 3°C (10% GLICOLE - 90% ACQUA)
- 9°C (20% GLICOLE - 80% ACQUA)
- 14°C (30% GLICOLE - 70% ACQUA)
- 22°C (40% GLICOLE - 60% ACQUA)
- 32°C (50% GLICOLE - 50% ACQUA)
- 45°C (60% GLICOLE - 40% ACQUA)

Perché è importante il dosaggio? Semplicemente perché se poco non serve a nulla, se molto alta la concentrazione rischiamo di non riuscire a far circolare l'acqua del circuito per via della sua densità. Resta il problema nel caso si debba svuotare per fare manutenzioni, tutta l'acqua miscelata va recuperata per essere riutilizzata.

Tipologie pompe di calore (termodinamico)

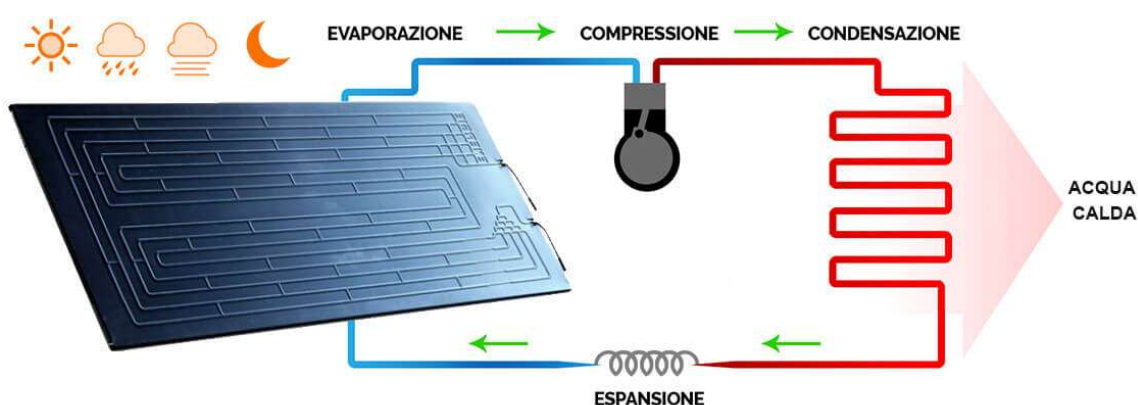
Ne abbiamo accennato prima, esiste una nuova tecnologia denominata pompa di calore termodinamica, in Italia è poco diffusa, ma in Spagna molto utilizzato per via delle temperature esterne più favorevoli, un nuovo concetto di pannello solare atmosferico termodinamico domestico, perché la Spagna? Perché è un paese più caldo del nostro e privo di nebbia. Infatti, è particolarmente indicato installarlo nel sud dove le temperature esterne sono tendenzialmente più calde evitando, con nebbia o temperature rigide, le eventuali formazioni di ghiaccio sulla superficie del pannello esterno causanti problemi di sicurezza nel caso di distacco incontrollato della lastra che si andrebbe a formare e abbassamento del rendimento. Il principio è quello del frigorifero di casa (lo abbiamo visto qualche pagina fa) invertito per fare caldo anziché freddo. In questo caso all'interno del circuito di trasporto del calore non circola acqua, ma, liquido refrigerante che per effetto del ciclo frigorifero in pompa di calore, sfrutta principalmente il calore e non la luce, per questo funziona anche di notte, a patto che la temperatura esterna sia superiore a 0°C ed idealmente intorno ai 5°C. Quando c'è vento sfrutta l'energia cinetica e quando piove il calore del vapore acqueo. Per questo la sua peculiarità è proprio la capacità di funzionare 365 giorni l'anno in tutte le condizioni atmosferiche. Sostanzialmente il gas frigorifero più freddo "cattura" calore dall'ambiente esterno e lo trasporta alla pompa di calore che lo utilizza per scaldare il serbatoio di acqua calda, con tutti i pregi e difetti del caso.

Il principio di sottrarre calore ad un ambiente caldo per cause dovute a lavorazioni particolari (panificio, fonderia, altoforni ecc.) potrebbe tornare comodo. Essendo un circuito frigorifero quello che collega il pannello solare alla pompa di calore al serbatoio, non abbiamo problemi di gelo, pompa di circolazione acqua, vasi di espansione a membrana che potrebbero rompersi. Questo processo avviene in quattro fasi come in un normale pompa di calore: **evaporazione, compressione, condensazione e espansione**, sfruttando il cambiamento di stato di un fluido refrigerante.





Nell'unità interna vedo i componenti : compressione, piastra di scambio gas frigorifero/acqua per condensazione e la valvola di espansione mentre il pannello esterno funge da evaporatore. Ricordate sempre che l'evaporatore capta calore per essere trasferito mentre il condensatore lo scambia. Nel caso del condizionatore l'unità interna capta il calore per trasferirlo verso l'unità esterna, nella pompa di calore inverte il ciclo.



Per curiosità tornate a vedere lo schema della pompa di calore geotermica e vedrete come evaporatore e condensatore sono i due scambiatori acqua/gas e gas/acqua.

Torniamo al termodinamico, dove anche in questo caso devo valutare se ho uno spazio esterno, ogni pannello mt 1,80x0,80 ottengo mediamente 2,2 kW consumandone 600 Watt, sufficiente per un numero di pannelli in funzione di quanta potenza necessito, a tetto o parete esterna o interna, dove posizionare il pannello che non deve necessariamente essere a sud, anche se preferibile, come i pannelli solari termici, e già questo è un vantaggio.

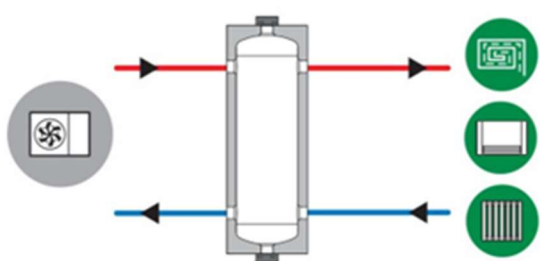
Se vogliamo scherzarci sopra potremmo paragonare il termodinamico al geotermico (ogni pozzo 5 kW) dove le sonde sono i pannelli (ogni pannello

2,2 kW) con costi e ingombri diversi. Il vantaggio sta nell'avere gas anziché acqua nel circuito primario velocizzando il processo.

7) Vano tecnico interno per apparecchiature in ausilio

Adesso veniamo alle note dolenti, lo abbiamo già accennato prima, tutti gli impianti che utilizzano acqua come vettore di distribuzione, necessitano di un volano termico di accumulo per evitare frequenti accensioni e spegnimenti del compressore e di conseguenza aumentarne l'efficienza. Inoltre fungendo anche da separatore idraulico tra PDC e impianto mi permette di calibrare su misura il dimensionamento delle pompe di circolazione per i nostri radiatori.

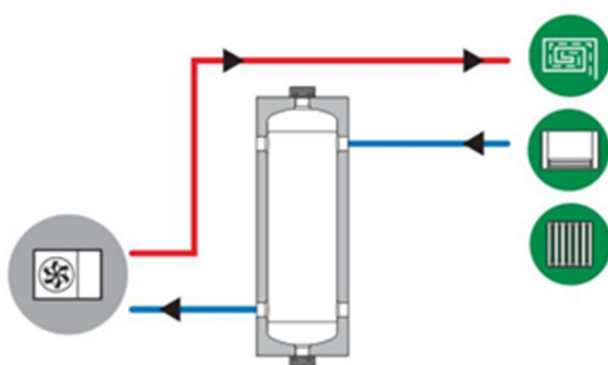
ACCUMULO INERZIALE COME DISGIUNTORE TERMICO



- Separazione dei circuiti e volano inerziale (2 in 1).
- Accumulo più efficiente.
- Temperatura dell'impianto più omogenea durante lo sbrinamento.
- Possibilità di utilizzare un salto termico sul secondario diverso da quello della pompa di calore.

Si chiama disgiuntore perché separa il circuito primario PDC dal circuito secondario impianto di riscaldamento.

ACCUMULO INERZIALE INSTALLATO SUL RITORNO

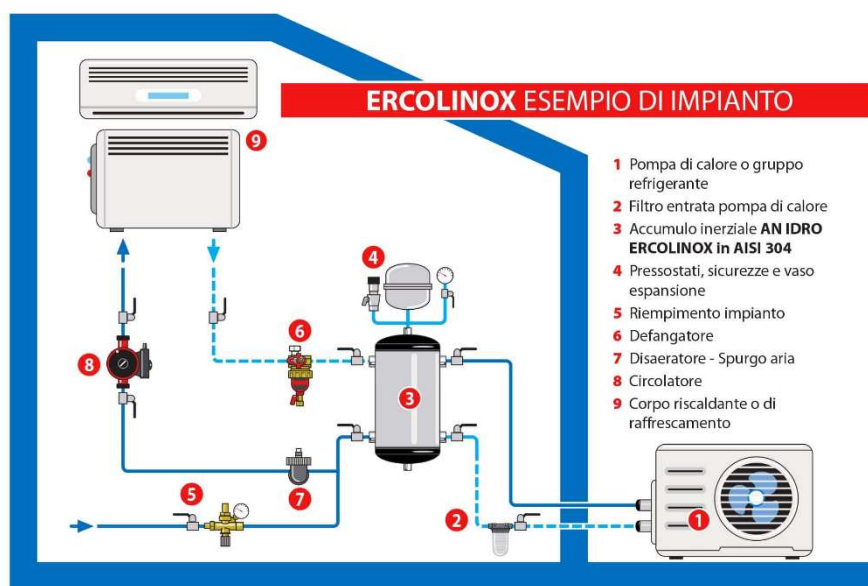


- Messa a regime più immediata.
- Separatore idraulico, o by-pass a valle dell'accumulo, necessario.
- Sulle macchine ON/OFF e su quelle con inverter obsoleti questa disposizione permette di diminuire il numero di cicli del compressore.
- Temperatura minima di ritorno dell'acqua al generatore garantita per le operazioni di sbrinamento dell'evaporatore.

Installato in serie sul ritorno diventa parte integrante dell'impianto unificando di fatto i due circuiti al contrario del disgiuntore che li separa.

Questo vuole dire spazio, che sia vano tecnico, ripostiglio, sottoscala, terrazzo, sottotetto, cantina, garage, controsoffitto per le versioni rettangolari

o altro, lo spazio serve. Domanda, ce l'ho? In alcune PDC più grandi lo posso avere a bordo macchina esterna, in altre molto piccole cerco di valutare quanta acqua ho all'interno del circuito, sissamai dovesse bastare, altrimenti devo inventarmi qualcosa. Vedete, come solito se ho alzato la classe energetica, ho una PDC più piccola e di conseguenza un volano termico di ingombro minore e quindi "mimetizzabile" da qualche parte. Abbiamo detto che 20/25 lt x kW sono l'ideale, tradotto, si parte dai 50 lt minimi per piccoli impianti anche ibridi, ai 100/150/300 lt per appartamenti classe B/C di medio grandi dimensioni o se devo anche produrre acqua calda sanitaria. Dipende sempre dalla grandezza della PDC.



schema funzionale impianto con pompa di calore volano e accessori

Quindi durante il sopralluogo per trasformare il mio impianto di riscaldamento/condizionamento devo assolutamente verificare se ho lo spazio necessario per gli accessori e volano, tantopiù che essendo acqua non ho nessun vincolo sul luogo di installazione come nel gas, sia metano, che GPL, che frigorifero.

Se sono bravo, invento. Sfrutto ancoraggi a soffitto, a parete o a pavimento, devo solo avere l'accortezza di garantire gli sfiati aria nei punti alti del circuito per avere la certezza della circolazione acqua.

Fin qui il volano è praticamente un serbatoio vuoto della dimensione calcolata come visto precedentemente e che serve unicamente a salvaguardare il compressore da dannosi e continui accensioni e spegnimenti in quanto il rapporto tra produzione della PDC e dissipazione del calore con radiatori o qualsiasi altro terminale non è mai equilibrato e varia in base alla stagione.

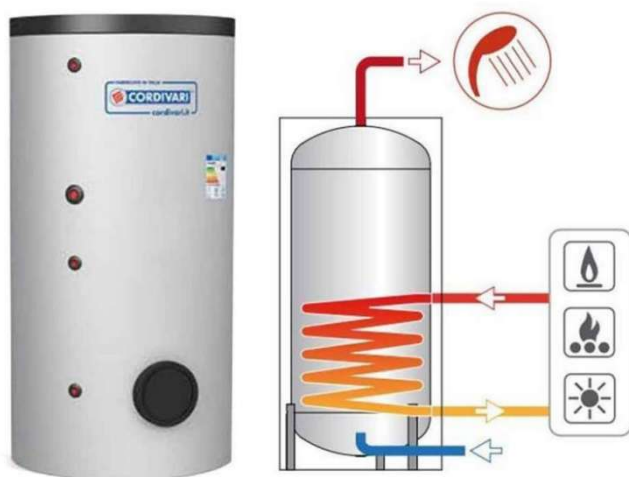
Infatti, quando ho molto freddo l'emissione termica dei corpi scaldanti è maggiore ed in linea con la potenza della PDC mentre nelle mezze stagioni si potrebbe creare il problema di gestire il calore in eccesso e di ridurre la frequenza degli on/off, specialmente in impianti con scarso volume d'acqua e quindi supportarlo con un puffer atto a regolarizzarne il funzionamento. In alcuni casi ci viene in aiuto l'inverter, che altro non è che far modulare la potenza del compressore in base alla effettiva necessità di calore richiesto, ma anche qui, sotto una certa soglia non si va, per cui il nostro puffer ci salva in calcio d'angolo aiutandoci in ogni istante a bilanciare la produzione/consumo di calore.

Non tutti i mali vengono per nuocere, infatti posso "dare vita" al semplice serbatoio vuoto integrandolo con funzioni supplementari tipo produrre acqua calda sanitaria o inserendo aiuti secondari da energie rinnovabili. Cap 8) e 9).

8) Devo produrre anche acqua calda sanitaria

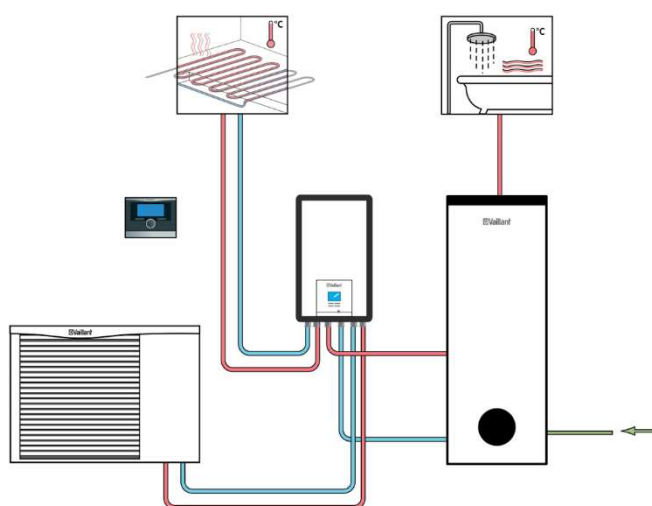
Se voglio fare anche acqua calda sanitaria, come nel 90% dei casi, devo assolutamente dimenticare la produzione rapida in favore di un accumulo per questione di tempi e potenze in gioco. Senza entrare nel merito della formula (Energia (in Wh) = $1,16 \times V \times \Delta T$ dove che per scaldare un litro d'acqua di 1°C sono necessari circa 1,16 Wh (watt/ora) di energia V= volume d'acqua in litri da riscaldare, ΔT = aumento della temperatura in °C temperatura che voglio, di solito 45°C meno la temperatura in entrata acqua fredda circa 10°C in inverno) tradotto, per innalzare di 35°C la temperatura di acqua fredda in entrata, che nel caso delle caldaie a gas mi porta ad avere minimo 24kW se non 35kW di potenza per usi contemporanei, va da sé che con i miei 8-10 kW ipotetici di PDC non è possibile avere acqua calda a sufficienza con rapidità. ===== In fisica, i miracoli non sono concessi, almeno per ora.===== se poi ho la necessità di riempire una vasca in lamiera fredda con acqua a 50/60°C la faccenda si complica. Puntiamo sicuramente sulle docce a 40 °C. E qui ci viene in aiuto il volano termico che accumulando "con calma" il calore viene ceduto in un periodo prolungato allo scambiatore per l'acqua calda e quindi mentre prelievo dal rubinetto l'acqua accumulata, la PDC scalda quella nuova fredda che entra nel serbatoio.





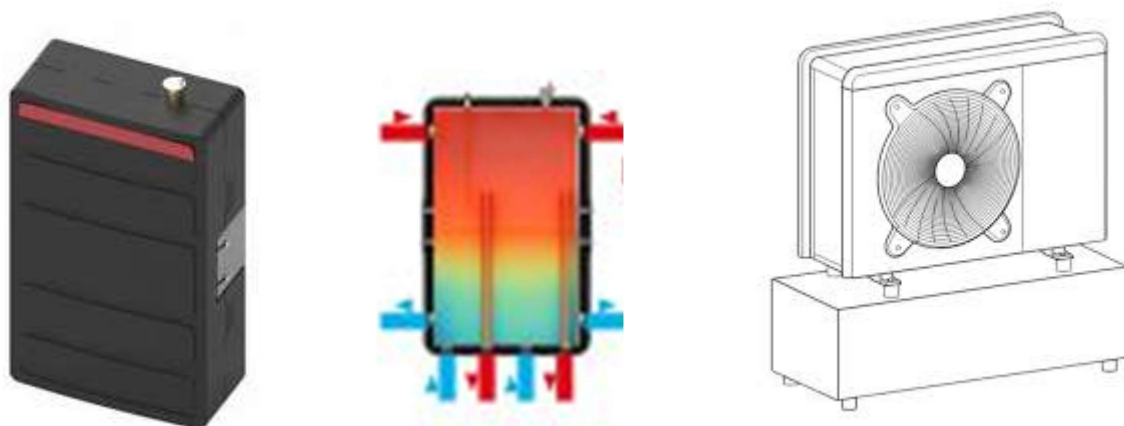
Sistema classico perfetto per circuiti alimentati a gas, a legna o pannelli solari con potenza termica elevata, ma che non soddisfa il funzionamento della pompa di calore utilizzata nella serpentina per poco contenuto acqua. Per ottimizzare servirebbe un secondo volano termico di supporto alla PDC richiedendo ulteriore spazio

PDC che scalda volano rettangolare da cui si diramano i due circuiti uno per acqua calda sanitaria con boiler a serpentina e uno per impianto di riscaldamento ambienti con doppio ingombro e spazio occupato



Volani rettangolari come quello raffigurato sopra hanno il limite della capacità (50 lt) da sommare ai litri dell'impianto, ma sono collocabili un po' ovunque, altri più grandi possono essere collocati sotto la pompa di calore in esterno, sempre con un occhio al pericolo gelo



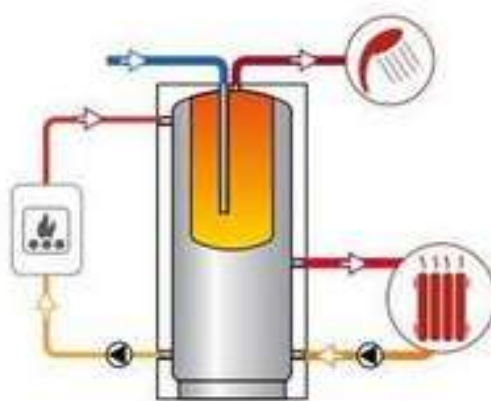


Il mercato degli accumuli inerziali ci aiuta in tutti i modi per trovare la soluzione salvaspazio migliore, sta a noi scegliere in base alle necessità.

Il consiglio per guadagnare spazio, se necessitiamo di grandi volumi o di produrre acs, è di utilizzare un puffer “diverso” diciamo contrario, dove l’accumulo è acqua calda tecnica (parte in grigio) e la serpentina produce acqua calda sanitaria (arancione) in rapido, utilizzando l’accumulo tecnico. Primo pensiero che mi tolgo, non ho formazione di legionella dovuto al deposito di acqua che non c’è e secondo guadagno spazio.

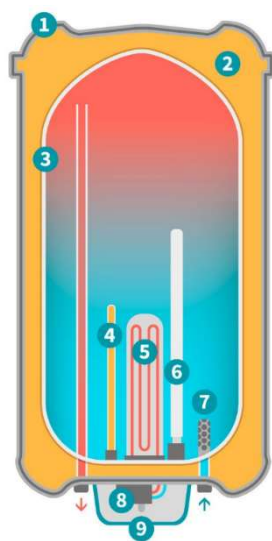
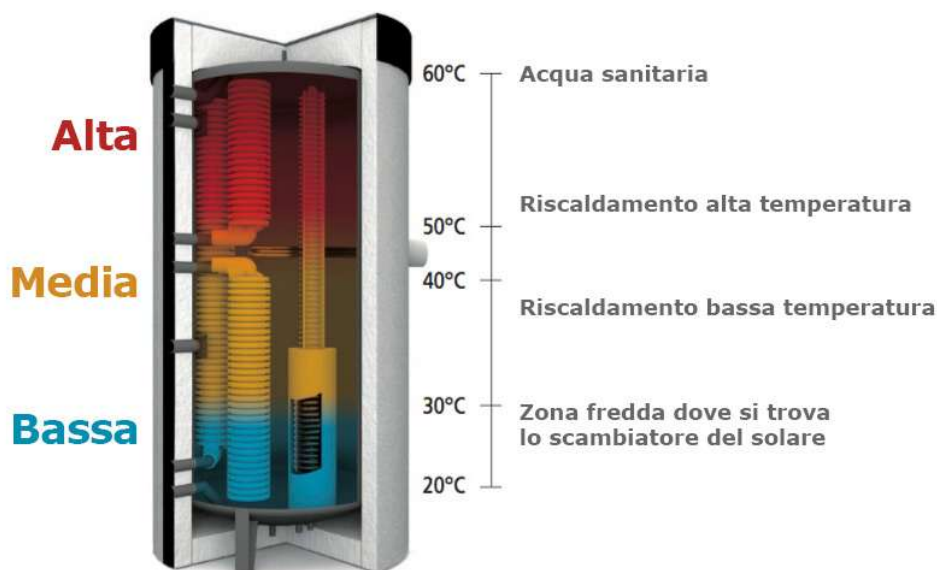


Altra cosa è il tank in tank serbatoio a “bagnomaria” dove posso avere problemi di legionella ma maggior disponibilità di acqua calda per grandi prelievi contemporanei



Sembrano uguali a quello della pagina precedente, ma sono completamente diversi. Nel secondo caso ho il volano per la PDC, che abbiamo detto essere indispensabile, nel primo no o lo devo aggiungere a parte e soprattutto, nel secondo caso, non ho formazione di legionella perché non vi è accumulo nel sanitario ma solo nel circuito pompa di calore dove non ho problemi con acqua tecnica nel circuito chiuso. Se ho optato per il tank in tank dovrò fare dei cicli di riscaldamento almeno a 60°C periodicamente per eliminare la legionella che si forma negli accumuli.

Perché i prelievi caldi li faccio sempre nella parte superiore mentre l'immissione di calore come l'impianto solare è nella parte inferiore? Esiste un fenomeno chiamato stratificazione, dove l'acqua calda più leggera sale nel punto alto in favore della fredda nel punto basso

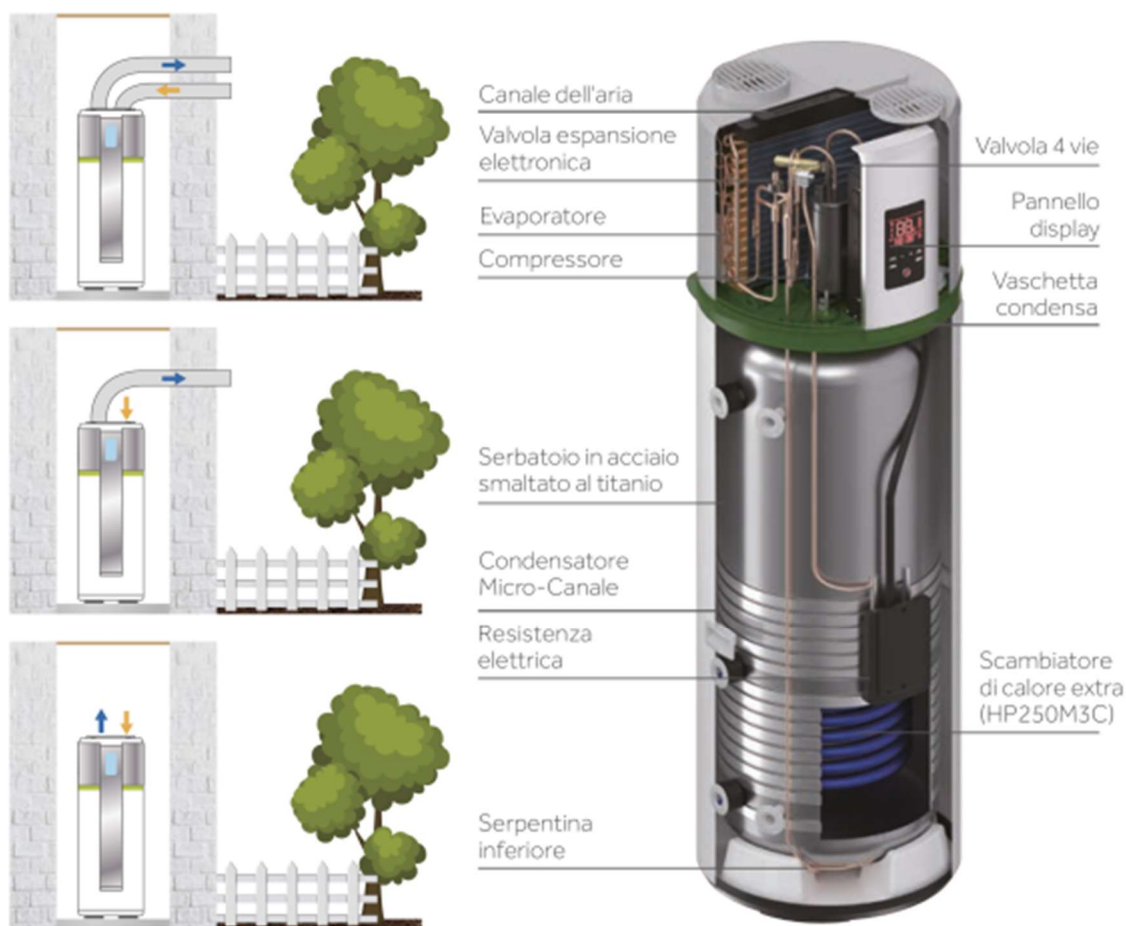


Vedete come anche nel comunissimo scaldabagno con resistenza elettrica, che ho in casa, l'acqua fredda entra dal basso nel punto ⑦ e la prelevo nel punto alto più caldo con il tubo rosso. È il fenomeno così detto della stratificazione, da tenere sempre presente nei serbatoi in generale, perché in base a dove prelievo ho una temperatura diversa. Più fredda in basso, più calda in alto.

Si è accennato all'integrazione solare che ci introduce al capitolo 9)

Alternativa all'impianto combinato è quella di usare la PDC solo per il riscaldamento ambiente, mentre l'acqua calda sanitaria la produco in modo autonomo separatamente con uno scaldacqua dedicato in PDC.





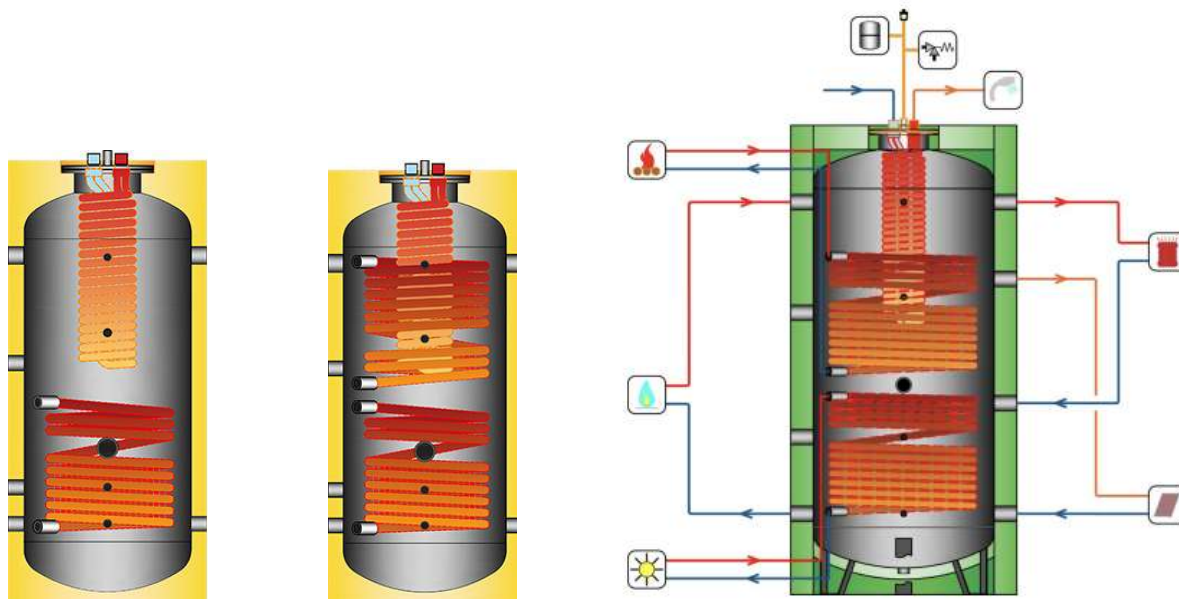
Praticamente un serbatoio avvolto da una serpentina (condensatore) riscaldata dalla pompa di calore installata nella testata dove avrò l'evaporatore e il compressore. A favore abbiamo semplicità di installazione essendo un monoblocco, di problematico c'è lo spazio e soprattutto Attenzione alle tubazioni aria della PDC che hanno dei limiti di metratura lineare e con le curve che contribuiscono all'accorciamento di tale lunghezza. Infatti ogni curva squadro toglie un metro. È sempre bene collegare almeno l'espulsione, per non creare dei circoli viziosi di aria.

Se ho l'impianto di riscaldamento separato o condominiale è ottimale, anche se vedo meglio una soluzione come quella esposta a pagina 33, che unisce varie soluzioni come l'aria condizionata o il riscaldamento in alternativa al condominiale.

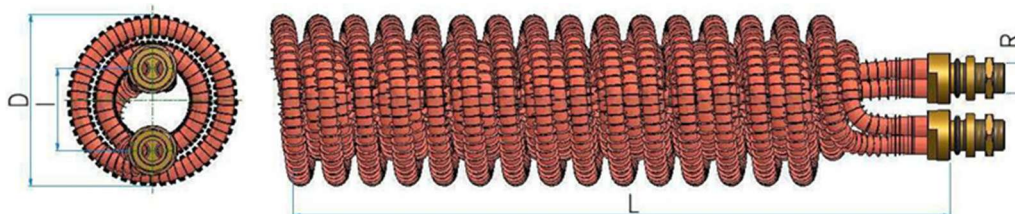
9) Posso avere supporti esterni di altre energie rinnovabili

Se la risposta è sì, mi organizzo, aggiungendo una serpentina interna al serbatoio nella parte inferiore dove immetterò il calore prodotto dal circuito solare mentre se dispongo anche di una caldaia a legna/pellet la collegherò

sempre al volano per le ragioni descritte negli appunti FER. Altra cosa se ho mantenuto anche la caldaia a gas che la collegherò alla serpentina superiore.



Così fatto, lo potrei definire un concentratore di energia dove confluiscono le fonti di calore per poi essere utilizzate per impianti di riscaldamento e produzione acqua calda sanitaria. I collegamenti dell'impianto li farò utilizzando il concetto della stratificazione, in alto acqua più calda per i termosifoni, in centro meno calda per impianti a pavimento.

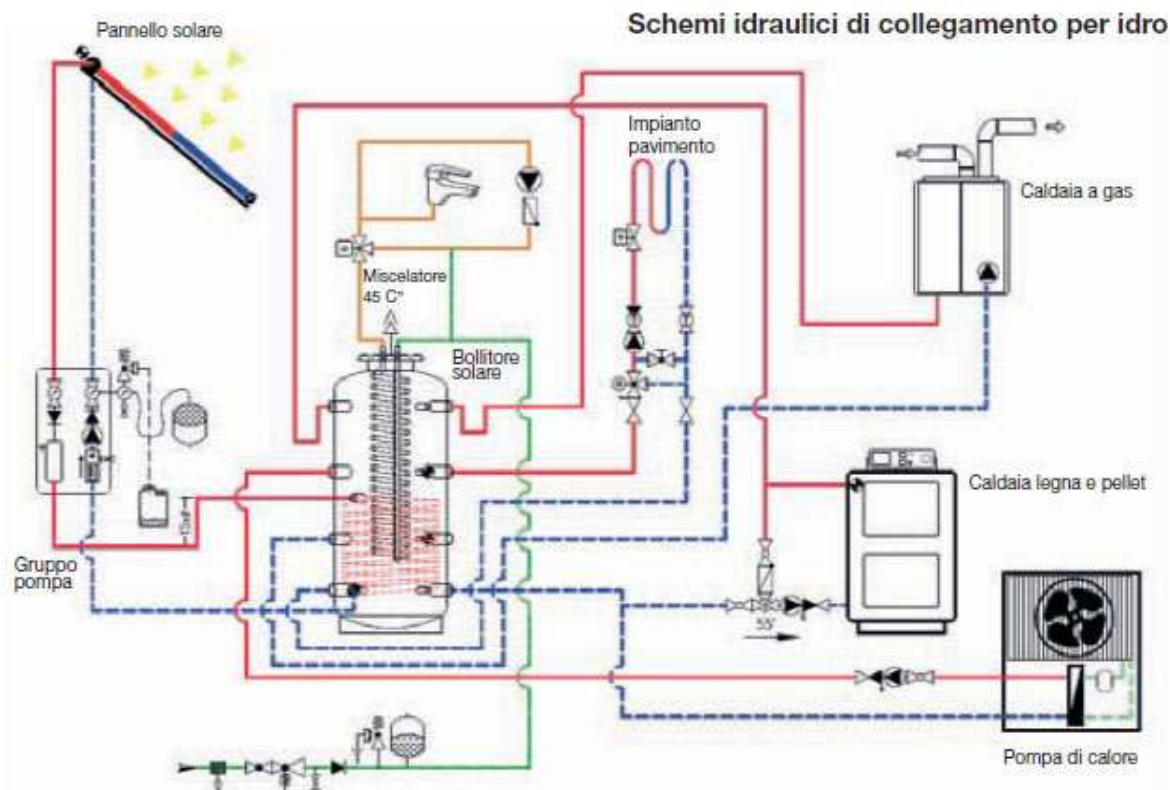


serpentino in rame alettato estraibile installato all'interno del volano termico ideale per la produzione di acqua calda sanitaria



Serpentino fisso liscio saldato interno al serbatoio, in base alla lunghezza del tubo avvolto si determina la capacità di scambio in mq di superficie a contatto con l'acqua, solitamente è richiesto $0,3 \text{mq} \times \text{kW}$ della pompa di calore

Ricordarsi sempre che in termotecnica è tutto uno scambio termico e che, come una coperta sul letto, se la tiro da una parte si scopre dall'altra.



Schema funzionale di un impianto con puffer accumulatore/concentratore di energia termica dove si può vedere come ogni apparecchiatura produce il calore “a modo suo” sfruttando il sole, l’aria, la legna o il gas. Volendo essere pragmatici con i piedi per terra, bisogna dire che ognuna delle apparecchiature dello schema ha il suo problema da risolvere. Il sole di notte ha problemi, l’aria in pieno inverno ha qualche problema di rendimento, la legna/pellet il problema ce l’ha il cliente che la deve trovare, accatastare e caricare in caldaia per poi smaltire la cenere e pulire in continuazione il focolare, il gas oltre ad essere aumentato di costo è fossile, ma molto comodo, l’accendo e va da solo senza problemi giorno e notte con rendimento costante. In parte i vari problemi li risolvo con il dimensionamento del puffer, devo però prestare attenzione al business plan perché non mi trovi nella situazione esagerata per il ritorno economico e soprattutto, ho lo spazio fisico dove mettere tutta questa tecnologia?

Ultimamente si è affacciato sul mercato un “mini” di dimensioni, ma con discrete prestazioni, produttore di acqua calda con tecnologia plentigrade che ti aiuta a trovare lo spazio giusto d’installazione. A tutt’oggi sono disponibili tre versioni di cui una solo elettrica integrabile con fotovoltaico, una termica collegabile a caldaia o a PDC che sia compatibile con l’elettronica di dialogo o una versione espandibile a tutte le energie messe insieme.

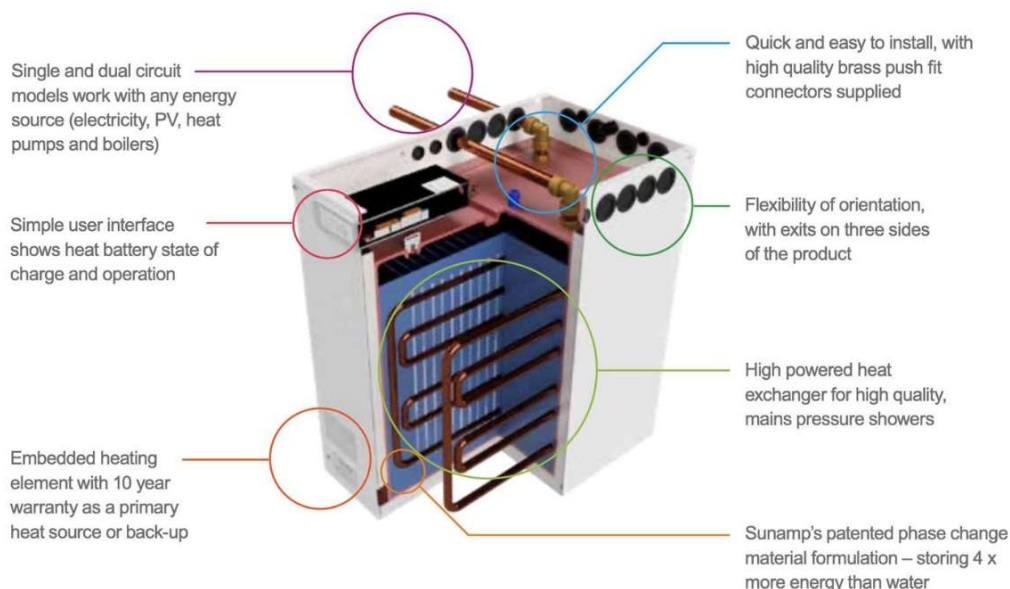
La produzione di acs è con serpentino per cui esente da legionella, mentre sono allo studio anche batterie di accumulo termico sempre con la tecnologia plentigrade.



Plentigrade che cos'è?

Plentigrade è un materiale a cambio di fase (PCM) contenuto nelle batterie termiche. Assorbe e rilascia energia termica durante un processo di fusione e congelamento simile a quanto avviene al gel in uno scaldamani tascabile. Il PCM utilizza il calore latente (l'energia necessaria per rompere la struttura cristallina del PCM e farlo passare dallo stato solido a quello liquido) per immagazzinare energia durante la fusione in liquido e rilasciare energia a una temperatura controllata e costante durante il congelamento che lo trasforma in un solido.

Works With Any Energy Source



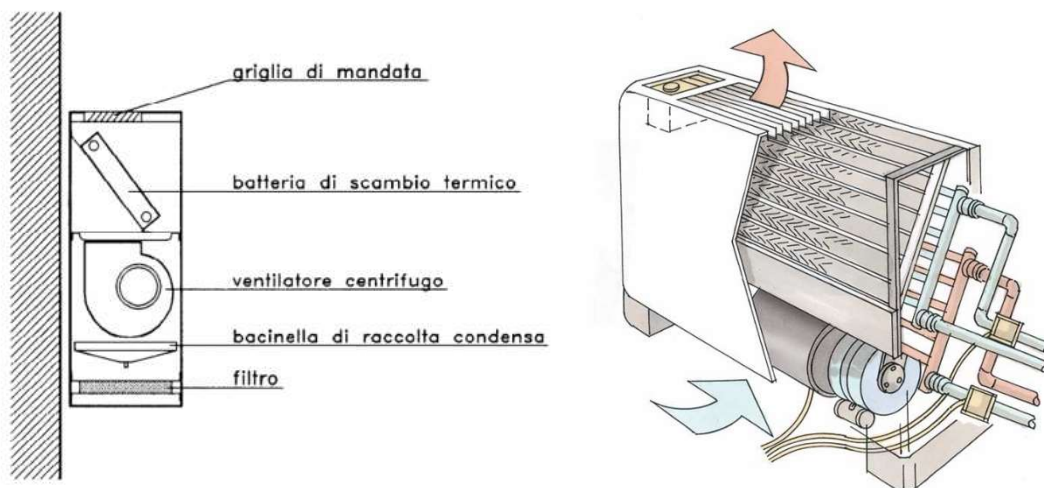
Visto la provenienza scozzese, un ripasso di inglese fa sempre bene

Sono allo studio versioni per solo accumulo sia in caldo che in freddo senza produzione di acs, ricordate i problemi esposti a pag. 29? Forse saranno risolti alla grande ma ci si dovrà confrontare con i costi.

10) Devo fare solo caldo o caldo/freddo

Fino ad ora abbiamo valutato gli impianti di riscaldamento sia ambientale che per la produzione di acqua calda sanitaria, ma sempre dando la precedenza al caldo, anche perché alla nostra latitudine il riscaldamento dura sei mesi, l'acqua calda tutto l'anno, mentre il condizionamento è concentrato in un paio di mesi stagionali. La tendenza, visto le temperature estive che negli ultimi anni abbiamo avuto, è quella di integrare comunque l'impianto di riscaldamento anche con il condizionamento estivo. Qualche accenno lo abbiamo già fatto strada facendo alle pagine 26,33,34 parlando di ibrido, VRF e multisplit.

Se ho il solo riscaldamento da convertire in condizionamento senza acqua calda (pag.49) la cosa è semplice, a certe condizioni. Infatti non cambia nulla se non il terminale d'impianto. Se ho radiatori non riesco a fare aria condizionata più di tanto per il problema della condensa e dovendo utilizzare acqua a 18°C come minimo, non otterrò grandi risultati. Se invece ho un impianto a pavimento lo dovrò integrare con dei deumidificatori per asportare umidità, mentre un terminale ideale è il ventilconvettore o fancoil, dove un ventilatore fa passare aria ambiente attraverso la batteria interna nella quale circola acqua calda o fredda per condizionamento.

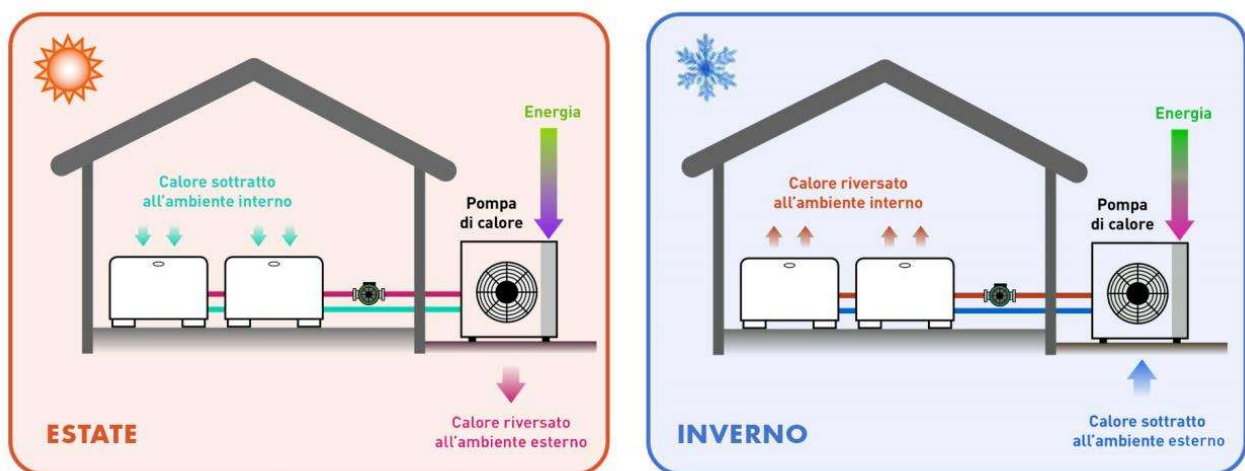


Nel disegno di destra si può notare un'alimentazione acqua del ventilconvettore a "4 tubi" due per riscaldamento e due per condizionamento. È un impianto molto particolare raro da trovare e che può riscaldare e raffreddare contemporaneamente a seconda delle necessità. Esistono modelli a parete bassa, alta a soffitto, ad incasso e per controsoffitto.





Facciamo un “giochino”, proviamo a descrivere la tipologia che si diceva prima dei vari ventilconvettori chiamati anche fancoil che vediamo qui sopra.

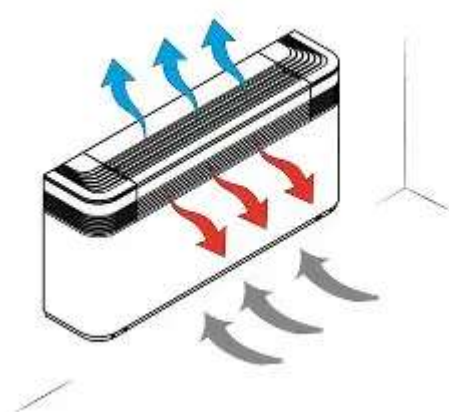


Impianto a ventilconvettori con pompa di calore completa di volano interno. A seconda se la pdc funziona in caldo o in freddo, dal ventilconvettore uscirà aria calda o fredda.

Fino qui tutto semplice.... Ho la pompa di calore che invertendo il ciclo fa freddo e non cambia nulla a livello di impianto che sia riscaldamento o condizionamento devo solo avere i terminali d'impianto giusti. La dimensione dei terminali va calcolata come nei radiatori. Se l'impianto è a pavimento si installerà un numero di metri lineari di tubo posato a serpentina sufficiente a riscaldare mentre se sono ventilconvettori, dopo aver calcolato i Watt

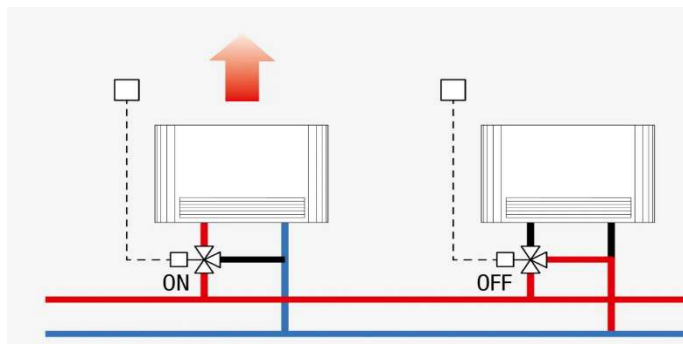
necessari all'ambiente da trattare sceglierò il modello con emissione termica alla velocità mediana del ventilatore.

Questo accorgimento ci permette di restare nel campo giusto di rumorosità, perché comunque un ventilatore alla velocità massima risulta fastidioso. Infatti la velocità del ventilatore abbinata ad una batteria alettata determina l'emissione termica del fancoil. Negli ultimi modelli il ventilatore con motore BLDC (inverter) ci viene in aiuto adattando in automatico il numero dei giri del ventilatore in funzione della richiesta di caldo/freddo da noi impostata con il termostato ambiente. Inizialmente andrà alla velocità massima per raggiungere prima la temperatura poi abbasserà il numero dei giri del ventilatore in automatico per il mantenimento con minimo sforzo. Per il passato il ventilatore on-off richiedeva un intervento manuale agendo sulle tre velocità di lavoro, ora può essere automatico. Esteticamente è non cambia nulla, mentre il confort è completamente diverso.



È molto importante che con il ventilatore BLDC a variazione del numero dei giri in automatico, utile ad evitare stratificazioni di temperature ambiente, vi sia installata una valvola a tre vie che regola, in base ad un termostato ambiente, l'apertura e chiusura della portata d'acqua alla batteria interna sia in freddo che in caldo.

Tradotto, con il ventilatore inverter mi posso permettere di avere sempre il ricircolo aria sotto controllo a velocità variabile continua e la temperatura ambiente gestita dalla valvola installata sul circuito acqua. Valvola aperta aumento la temperatura in inverno o l'abbasso in estate, valvola chiusa vuol dire che ho raggiunto la temperatura richiesta e risparmio sul consumo.



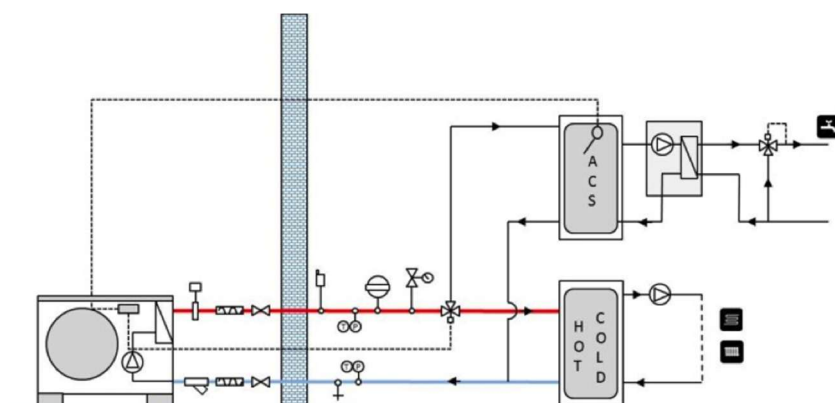
La valvola è sempre interna al fancoil il disegno serve per capirne il funzionamento. A valvola chiusa il circuito torna al volano, ma l'aria a temperatura ambiente circola ancora per uniformare la temperatura ambiente senza stratificazioni

Dopo questo excursus necessario sui terminali veniamo al nostro problema. Fatto il caldo, vediamo se devo fare anche il freddo e perdipiù con la produzione di acs combinata tutto insieme. Sembrerebbe impossibile. Ma andiamo con calma.

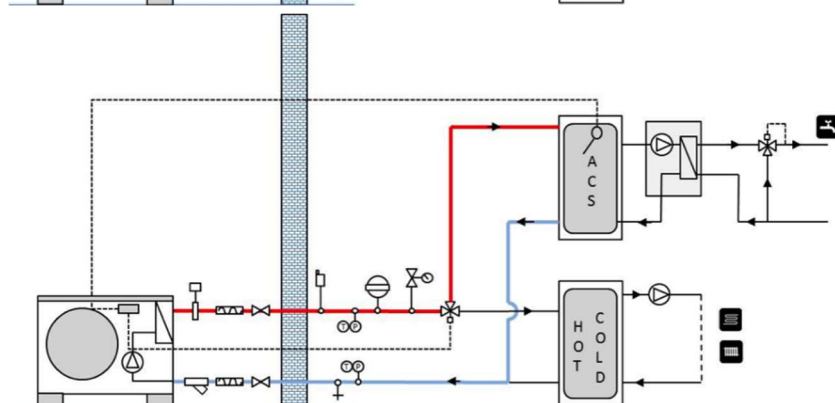
Le strade da percorrere possono essere due, simili ma tecnicamente diverse.

Dunque, devo fare anche freddo in estate? Senza andare a spendere delle follie per installare una PDC con recupero del calore o PDC a tre o quattro tubi con produzione contemporanea caldo, sanitario e freddo cerchiamo di stare con i piedi per terra e utilizziamo sistemi con un minimo di logica.

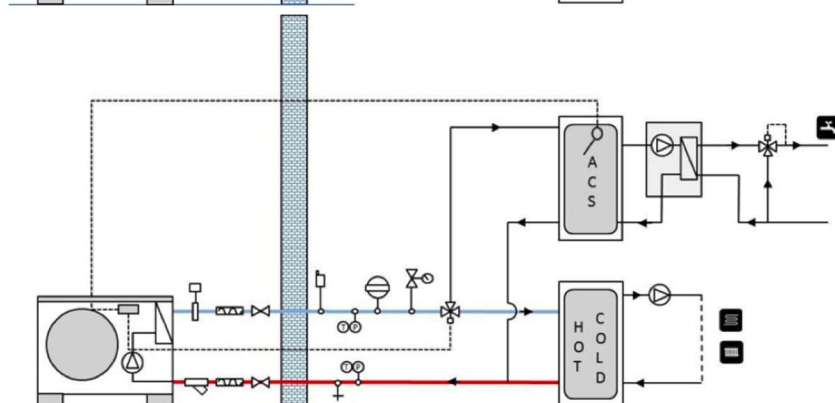
Se installo una “normale” PDC monoblocco aria/acqua o terra/acqua con uscita a due tubi per circuito acqua devo prevedere due volani, di cui uno per il caldo per acqua calda sanitaria e uno per il caldo/freddo impianto.



riscaldamento impianto

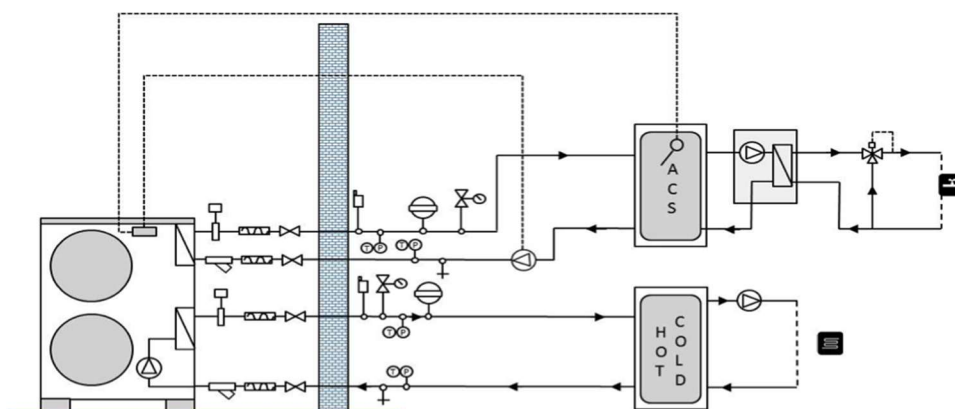


riscaldamento acqua calda



raffreddamento impianto

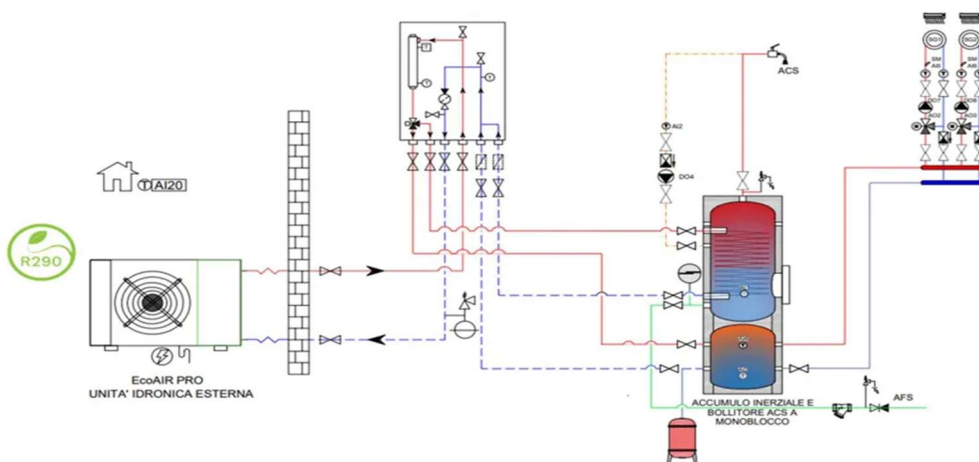
In questo schema il serbatoio per acqua calda fa da volano da cui prelevare acqua tecnica per produrre acs "rapida" tramite uno scambiatore. Non prendetemi per matto, prima vi ho detto che la PDC non può produrre acs rapida, ma in questo caso accumulo acqua tecnica con "calma" per cederla in quantità alla piastra rapida in caso di richiesta al rubinetto. Anche questo sistema evita la legionella. L'altro volano è dedicato all'impianto per fare caldo o freddo da cui attingere per il funzionamento dei fancoil. Il cuore del sistema è la valvola a tre vie che azionata dal motore gestito da una centralina devia il flusso ad uno o l'altro volano. È chiaro che la PDC è "istruita" anche lei dalla centralina che, rilevando tutte le temperature nei vari punti gestirà oltre la valvola tre vie l'accensione in caldo o in freddo della PDC in base alle esigenze, dando sempre la precedenza all'acqua calda sanitaria.



Solo perché ne abbiamo accennato e per non trascurare nulla, citiamo le pompe di calore a quattro tubi dove mentre si fa acqua fredda si recupera il calore per produrre acqua calda o viceversa. Diciamo che i costi fanno desistere qualsiasi voglia d'installazione.

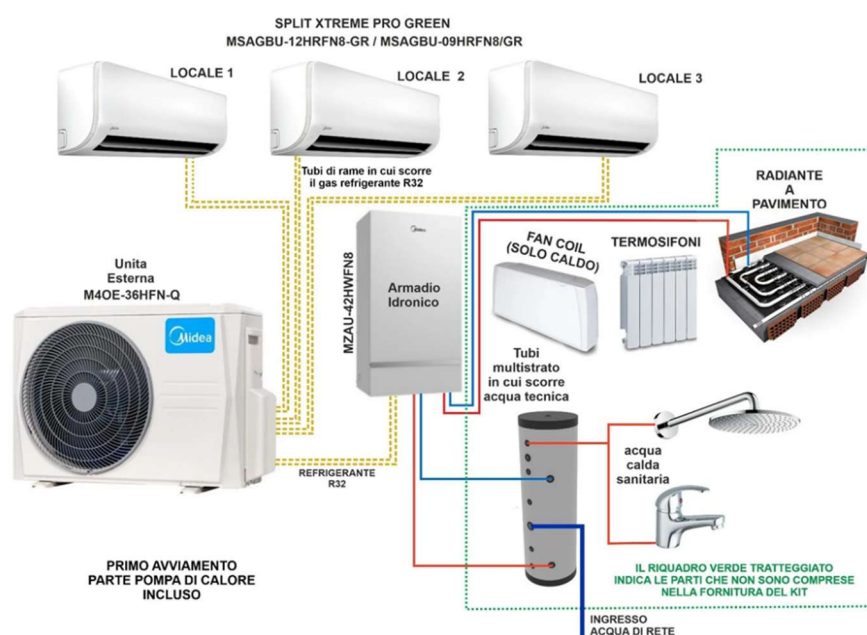
Dicevamo prima di due strade, si potrebbe utilizzare un serbatoio a doppio volano di accumulo particolare. Il concetto è uguale cambiano ingombri e volumi e devo fare calcoli sul volume d'acqua dell'impianto per far tornare i conti.





In questo caso i due volani sono chiusi dentro un'unica apparecchiatura e tutte le valvole concentrate in un'unica struttura, guadagniamo spazio ma dobbiamo fare dei conti sul contenuto d'acqua.

La solita terza via potrebbe essere combinare un impianto split con gas frigorifero per fare condizionamento abbinato ad un'unità interna con uno scambiatore gas/acqua calda destinata o a produrre acs o al riscaldamento di impianti a pavimento e bagni. Accumulo solo acqua calda sanitaria.



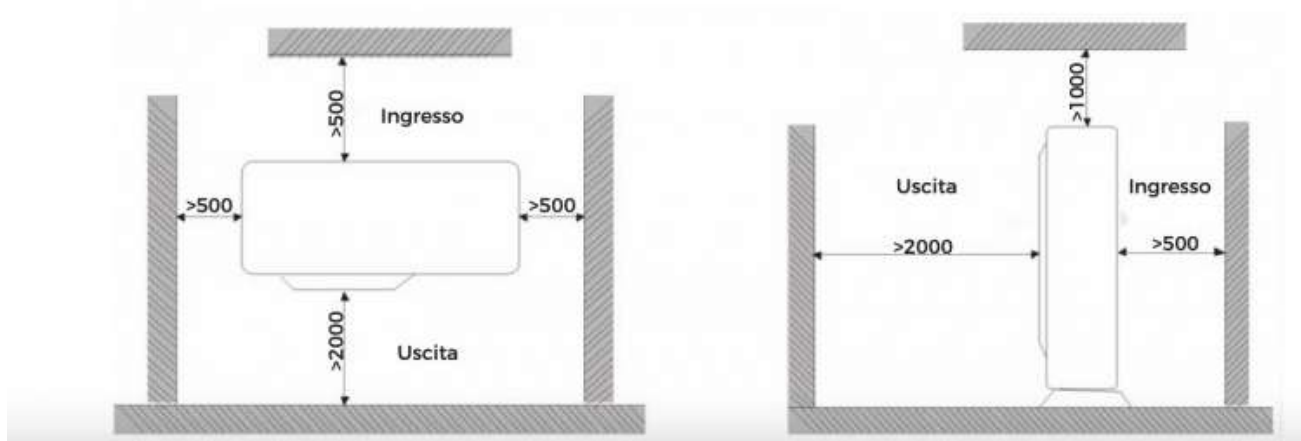
Vedete come il mercato offre infinite soluzioni, ogni produttore si inventa qualcosa di nuovo sviluppando l'utilizzo di acqua o gas frigorifero nei circuiti a seconda di quale è il suo punto di forza. L'idraulico oltre ad essere continuamente aggiornato sulle proposte, deve saper valutare quale realizzare per coniugare costi con funzionalità. Nelle nuove costruzioni le decisioni vengono prese dal progettista che stabilisce l'accoppiata migliore mentre nelle sostituzioni l'idraulico, che viene contattato per primo, dovrebbe

valutare comunque un aiuto tecnico per non commettere errori banali che comprometterebbero il confort del cliente, proprio perché trovare una soluzione in mezzo a mille proposte bisogna sapersi orientare nel modo giusto. Dicevamo cliente soddisfatto, fattura pagata.....

11) Spazio esterno di installazione macchine

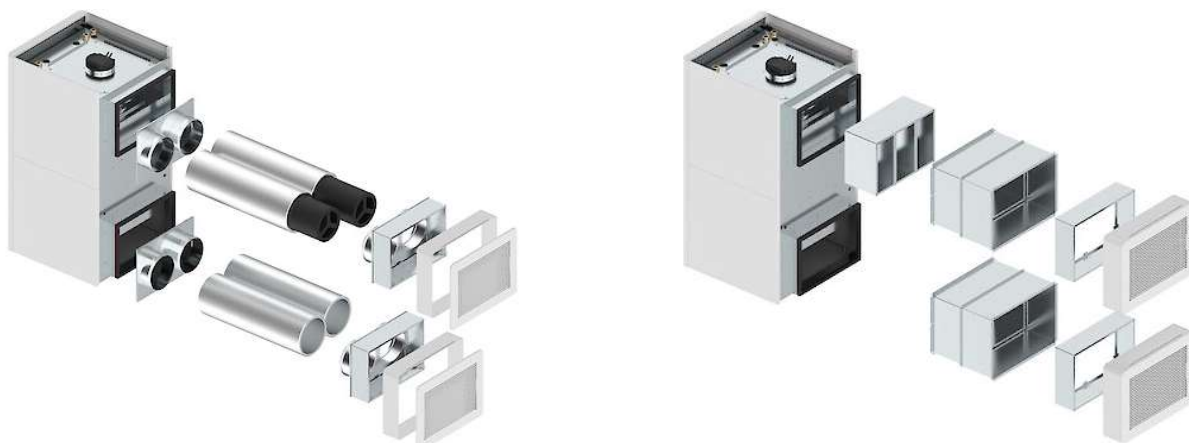
Se utilizziamo una PDC aria/acqua, va se che la devo porre in esterno, alcune versioni da interno devono essere canalizzate e i ventilatori sono molto rumorosi. Quando parliamo di spazio di installazione le misure minime vanno dalla necessità tecnica del ventilatore di espellere l'aria calda onde evitare il surriscaldamento alle misure necessarie alla manutenzione. Insomma lo spazio ci vuole perché un'installazione sacrificata implica cattivo funzionamento e costi maggiori di manutenzione.

Spazio richiesto per l'installazione



Se non ho spazio esterno, se sono vincolato dalle belle arti, se mi preoccupano i vandalismi, se la posizione scelta scontenta il vicino, devo trovare una soluzione che risolva in parte tutti i problemi. Perché in parte? Perché le apparecchiature esterne "da interno" oltre ad essere più rumorose per via di un ventilatore centrifugo anziché assiale che fa circolare l'aria forzosamente lungo un condotto di collegamento con l'esterno, sono meno efficienti per via della batteria alettata che sarebbe alloggiata nell'unità esterna e con dimensioni inferiori. Oltretutto difficilmente superano i 6-8 kW di potenza, proprio per lo spazio dedicato alla batteria dell'unità esterna.





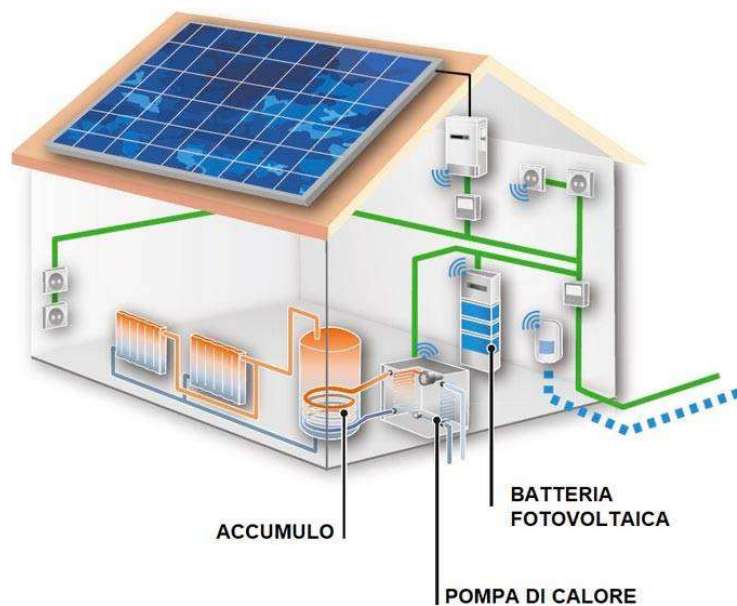
Che sia con tubi circolari o canali rettangolari non cambia la sostanza, **ATTENZIONE** ai limiti di lunghezza imposti del costruttore e ai cambi di direzione che riducono il percorso delle tubazioni.

12) Spazio per eventuale supporto fotovoltaico

Prima di decidere la pompa di calore serve anche sapere di quanto fotovoltaico è possibile disporre, i classici conti della serva. Senza entrare più di tanto nel merito in quanto è un lavoro prettamente da elettricista e noi siamo idraulici, dobbiamo valutare se la nostra pompa di calore è coperta come consumo o se dobbiamo farci aiutare dalla rete elettrica. Sembrano dettagli, ma fanno la differenza. Mediamente un pannello di 2mtx1 ci produce nelle condizioni migliori 400 watt, naturalmente di giorno e soleggiato. Per cui devo valutare quanto spazio ho disponibile, possibilmente rivolto a sud, e se nel budget rientra anche una batteria di accumulo per utilizzo notturno quando la PDC lavora maggiormente perché si è abbassata la temperatura esterna. Tradotto, ho la possibilità di installare 15 pannelli fotovoltaici che producono mediamente 6 kW? Bene, la PDC ne consuma 8 kW? So già che nei costi di gestione dovrò calcolare un contributo esterno di energia. Il prezzo di acquisto extra della corrente è tutto da verificare. Poi i 26.000 euro di costo dell'impianto fotovoltaico con batteria rientrano nel business plan e non in questo capitolo.

Oggi come oggi ci sono soluzioni infinite per trovare un "angolino" dove installare un impianto fotovoltaico, anche carrabile lungo il vialetto di casa, in terrazzo, in giardino, in facciata o sul tetto.





Vedete come si torna sempre a capo come nel gioco dell'oca? La pompa di calore vorrebbe con un consumo minore in base ad un ipotetico impianto fotovoltaico, installato nell'unico spazio che ho a disposizione, quindi, serve alzare la classe energetica per ridurre la potenza o passare al piano B, dove la pompa di calore è di supporto alla caldaia. (ibrida). Anche perché l'impianto elettrico non è ad uso esclusivo della pompa di calore, ma subentrano tutti gli elettrodomestici di uso corrente come frigorifero, lavatrice, lavastoviglie, ferro da stiro e chi più ne ha, più ne metta. Pensare ad usi alternati, anche mediante domotica, diventa un secondo lavoro, che non sempre si riesce a gestire in quanto la pdc non dovrebbe mai essere spenta per via dei tempi di ripristino molto lunghi.

13) Valutazione sonora della posizione unità esterna

Si parlava prima di installazione esterna, spazi e ingombri delle unità ad aria/acqua. Montate in esterno abbiamo detto avere sempre il ventilatore assiale più silenzioso.



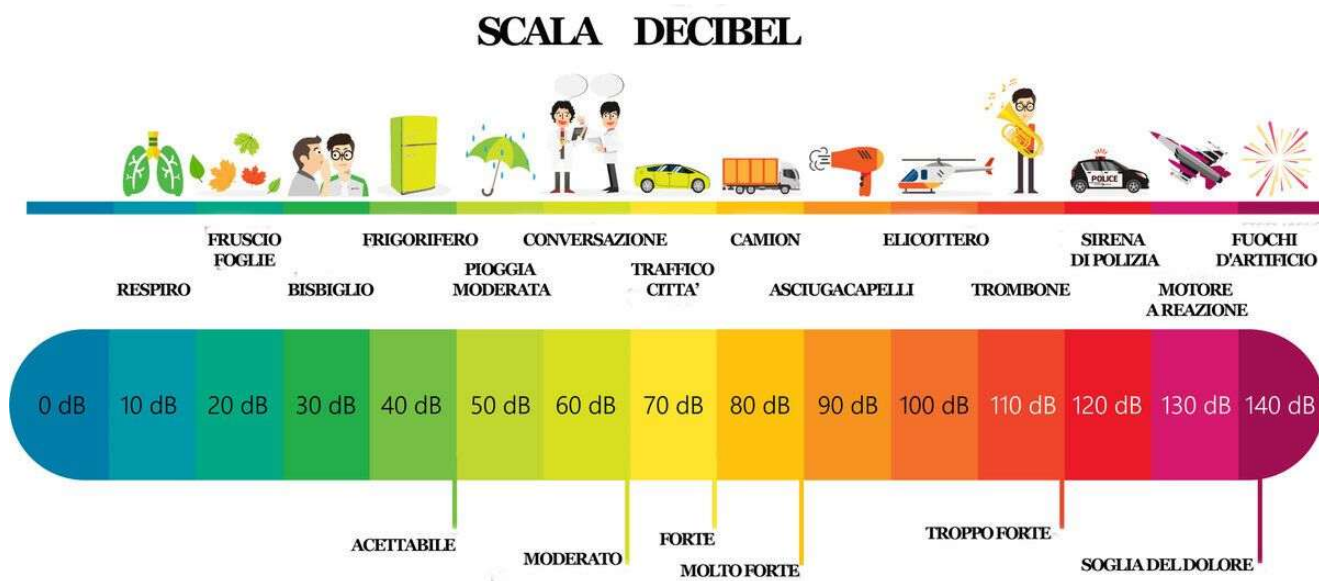
assiale



centrifugo

Ciò non toglie che per particolari riverberi causati dalla riflessione del suono su superfici dure venga amplificato il rumore rendendolo fastidioso, anche e soprattutto per il vicinato. Materiali come cemento, vetro, piastrelle, e metallo

non assorbono il suono, ma lo riflettono quasi interamente. I valori dichiarati dal costruttore che si trovano scritti nella scheda tecnica sono sempre di riferimento, rilevati in base a caratteristiche del circondario che nel nostro giardino o terrazzo non esistono. Per di più è difficile sapere prima quale effetto può fare un cavedio, un terrazzo in area cortiliva chiusa su tutti i lati. La differenza sostanziale è data anche dalla posizione, se siamo con affaccio sulla via Emilia con traffico H 24 è diverso dalla bifamigliare in collina con affaccio sul lago Santo.



Il rumore si misura in decibel e come si vede nell'immagine, si va dall'accettabile al moderato, oltre cominciamo ad infastidire il vicino o il cliente stesso che ci deve pagare il lavoro. Considerate che l'unità interna split, quella che si installa più frequentemente, mediamente è intorno ai 23 dB, mentre quella dell'unità esterna si aggira su 63 dB. Pannelli fonoassorbenti possono aiutare a non far rimbalzare il rumore, ma non fanno miracoli.

14) COP della PDC e VMC ventilazione meccanica controllata

Ne abbiamo più volte accennato nei precedenti capitoli ma siamo costretti ad approfondire perché da solo è sì un dato importante, ma va confrontato con altri altrettanto basilari per valutare le qualità di una pompa di calore. Parliamo sempre di pompa di calore perché se ragioniamo sul circuito frigorifero in estate, "tutti i santi aiutano" a portare fuori il caldo interno, è piuttosto semplice, mentre in inverno portare in casa del calore estratto dall'aria fredda sottozero la faccenda si complica. Ricordate il capitolo 6)? Lo faccio per tenervi sul pezzo.

Quindi:

L'efficienza di una pompa di calore si misura con il **COP** (Coefficient of Performance), che è il rapporto tra l'energia termica prodotta e l'energia elettrica consumata. Un COP alto indica una maggiore efficienza, il che significa che la pompa di calore produce più calore per ogni unità di elettricità consumata, portando a costi operativi inferiori. Per esempio, un COP di 3 significa che produce 3 kWh di calore per ogni kWh di elettricità consumato.

Come funziona il COP ?

Calcolo: Si calcola dividendo la potenza termica erogata (calore ceduto) per la potenza elettrica assorbita.

Rapporto: Un valore di COP più alto indica un minore consumo di elettricità per ottenere la stessa quantità di calore.

Fattori che influenzano il COP:

Temperatura esterna: Con temperature più basse, il COP tende a diminuire perché la pompa di calore deve lavorare di più. Vedi i diagrammi del cap 2).

Temperatura di mandata: Più bassa è la temperatura dell'acqua da riscaldare (ad esempio, con un sistema a pavimento), più alto è il COP.

Tipo di pompa di calore: Le pompe di calore geotermiche hanno un COP più costante rispetto a quelle ad aria grazie alla temperatura più stabile del sottosuolo.

Limiti del COP :

Il COP misura l'efficienza in un singolo punto di funzionamento, senza considerare le variazioni stagionali.

Per una valutazione più completa, è necessario considerare lo **SCOP** (Seasonal Coefficient of Performance), che tiene conto del funzionamento medio dell'apparecchio su un'intera stagione di riscaldamento.

Lo SCOP, o Coefficiente di Prestazione Stagionale, misura l'efficienza energetica di una pompa di calore durante la stagione di riscaldamento, ed è un indicatore più realistico del COP perché tiene conto delle variazioni di temperatura stagionali. Un valore SCOP più elevato indica una maggiore efficienza e minori consumi energetici: un valore superiore a 4.0 è considerato molto buono e i valori che superano il 5.0 indicano un'efficienza eccellente. Un valore di 3.5 è generalmente considerato un buon punto di partenza.



COP	Metano	Gasolio	GPL	Pellet
1	+74%	+42%	+21%	+228%
2	-13%	-29%	-39%	+64%
3	-42%	-53%	-60%	+9%
4	-56%	-65%	-70%	-18%
5	-65%	-72%	-76%	-34%
6	-71%	-76%	-80%	-45%
7	-75%	-80%	-83%	-53%
8	-78%	-82%	-85%	-59%
9	-81%	-84%	-87%	-64%
10	-83%	-86%	-88%	-67%

Vedete come il COP incide sulla convenienza rispetto ad un altro combustibile, in rosso non conviene la pompa di calore in verde sì.

Cosa significa lo SCOP Efficienza stagionale?

È il rapporto tra l'energia termica prodotta e l'energia elettrica consumata in un'intera stagione di riscaldamento.

Vantaggio: È un indicatore più veritiero dell'efficienza rispetto al COP, perché considera i cambiamenti di temperatura durante l'anno, le diverse condizioni operative e le zone climatiche.

Impatto sui consumi:

Classificazione energetica per SCOP

La normativa europea utilizza una scala che collega i valori SCOP alle classi energetiche come negli elettrodomestici

Classe A+++ : $SCOP \geq 5.10$ (massima efficienza)

Classe A++ : $4.60 \leq SCOP < 5.10$

Classe A+ : $4.00 \leq SCOP < 4.60$

Classe A : $3.40 \leq SCOP < 4.00$

Classe B : $3.10 \leq SCOP < 3.40$

Classe C : $2.80 \leq SCOP < 3.10$

Classe D : $2.50 \leq SCOP < 2.80$

Classe E : $2.20 \leq SCOP < 2.50$

Classe F : $1.90 \leq SCOP < 2.20$

Classe G : $SCOP < 1.90$ (minima efficienza)

L'**EER** (Energy Efficiency Ratio) è un indice che misura l'efficienza energetica di un climatizzatore o di una pompa di calore durante la modalità di raffreddamento. Si calcola come il rapporto tra la potenza frigorifera erogata e la potenza elettrica assorbita.

Un valore di EER più alto indica che il dispositivo è più efficiente, consumando meno energia elettrica per produrre la stessa quantità di freddo, con conseguente risparmio in bolletta. Né più né meno dello SCOP.

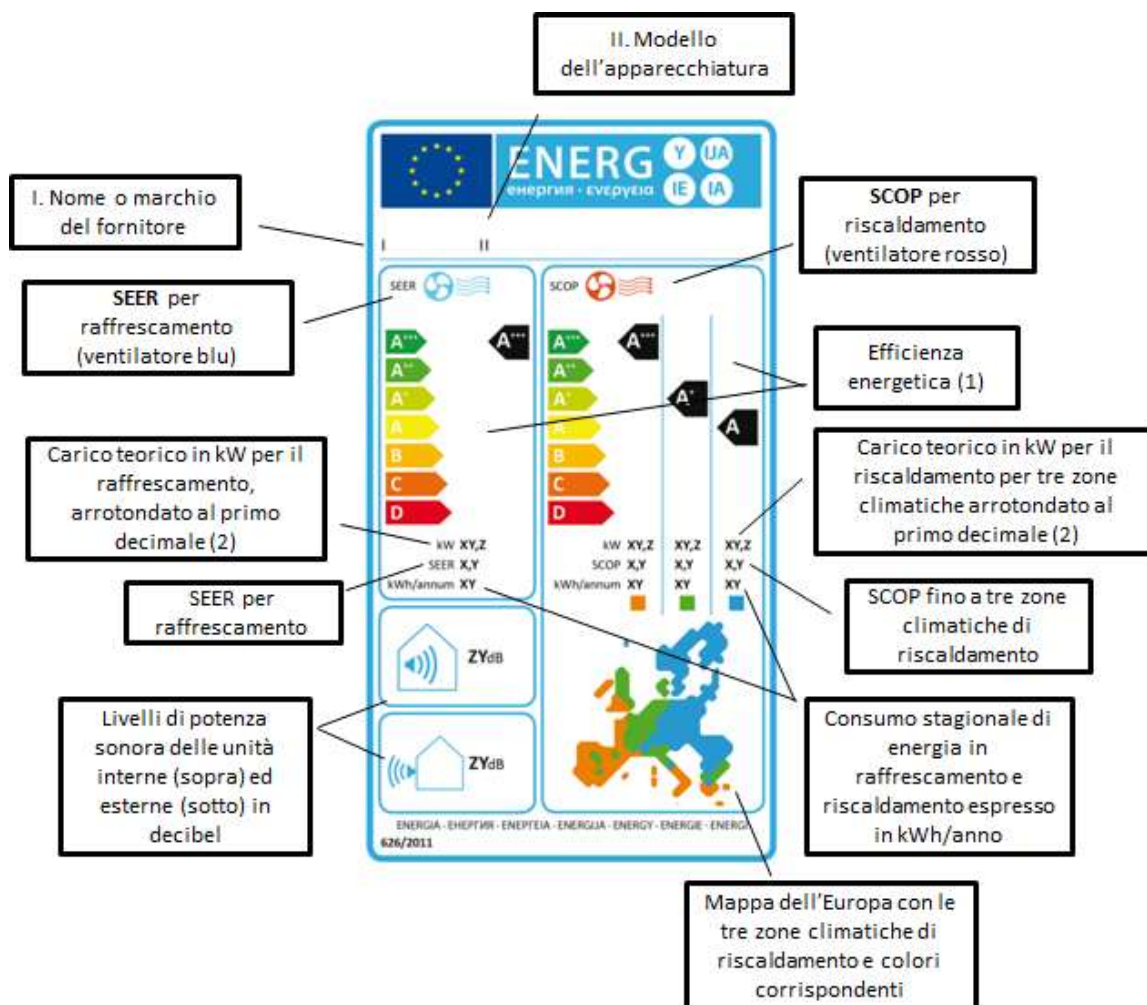
Come funziona:

Formula $EER = \text{Potenza Frigorifera (kW)} / \text{Potenza Elettrica Assorbita (kW)}$

Per ogni kWh di elettricità consumata, più alto è l'EER, maggiore è la potenza frigorifera prodotta. Ad esempio, un EER di 4 significa che per ogni kWh di elettricità consumata, il climatizzatore produce 4 kWh di freddo.

Fattori che influenzano l'EER: L'EER viene calcolato in condizioni operative standard (es. temperatura esterna di 35 °C e interna di 26 °C. Le prestazioni reali possono variare in base alle condizioni ambientali e alla temperatura impostata.

L'EER contribuisce a determinare la classe energetica di un dispositivo. Le prestazioni sono classificate su una scala (ad esempio, da A a G, dove A è il più efficiente) .



Nuova etichetta energetica dei condizionatori per determinare la classe energetica, se vedete c'è tutto quello che ci siamo detti fino ad ora.

Cosa possiamo ancora inventarci per migliorare l'impianto? Semplice!!

La **VMC**. Ovvero la ventilazione meccanica controllata.

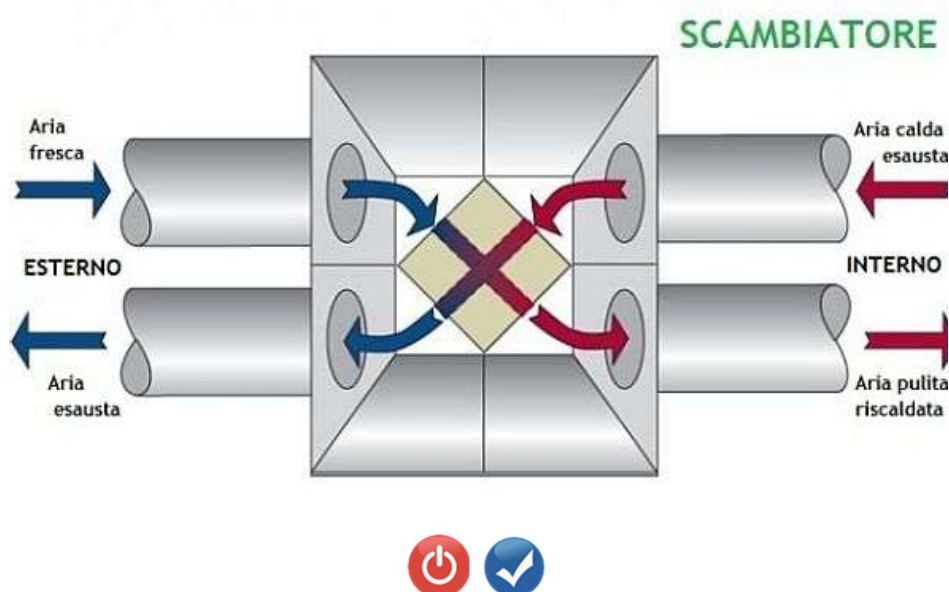
È poco conosciuta fuori dal Trentino Alto Adige dove la certificazione casa clima la prevede per il ricambio dell'aria interna all'appartamento senza sprechi o quasi di energia. Spiegheremo poi il quasi perché comunque qualcosa per strada si perde.

Direte, cosa è questa diavoleria?

Proviamo a ragionare sui consumi della pompa di calore, finora abbiamo faticato non poco per estrarre del calore dall'aria fredda, adesso decidiamo di aprire le finestre per cambiare l'aria di casa anche solo durante le pulizie. Risultato, in cinque minuti disperdiamo tutto il calore accumulato in ore di funzionamento della pompa di calore che naturalmente ha consumato energia costosa. Bene, anzi, male.

Dobbiamo rimediare alle "cattive" abitudini domestiche di spalancare le finestre, anche perché, se abitiamo in zone densamente popolate, non è detto che l'aria esterna sia meglio di quella interna. In più ci vogliono ore a ripristinare la temperatura ambiente desiderata.

Ci viene in aiuto la VMC che altro non è che un ricambio d'aria controllato a risparmio energetico. Uno scambiatore aria/aria interno all'apparecchiatura ci permette di recuperare il calore, circa il 70%, ecco il quasi di prima, altrimenti disperso in uscita, riscaldando l'aria di rinnovo in entrata.



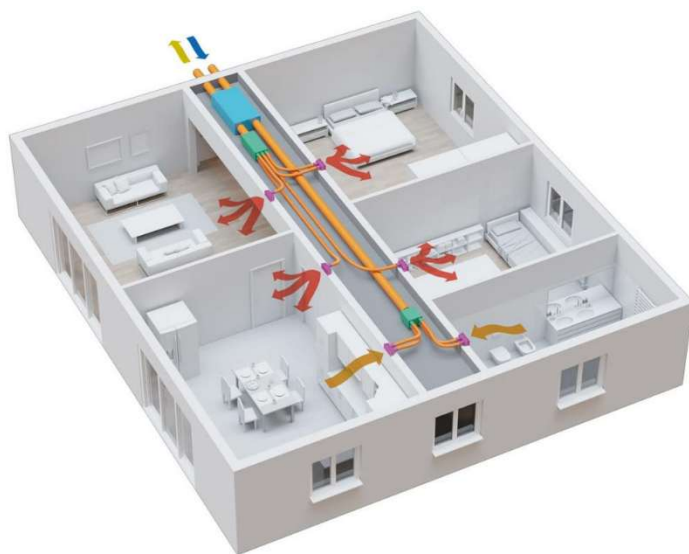
La presenza di filtri, da pulire periodicamente, ci garantisce una certa salubrità dell'aria immessa.

L'ideale è la versione canalizzata per tutta casa, ATTENZIONE ai bagni, che devono essere sempre in depressione, cioè preleva solo aria da espellere per evitare inquinamenti di odori sgradevoli.

Il ricambio programmato d'aria di permette di eliminare solventi, detersivi, disinfettanti, soprattutto nei mobili nuovi, nelle tappezzerie, moquette e profumatori per ambienti che possono rilasciare composti organici volatili. Aiutare ad eliminare cattivi odori nelle attività domestiche come cucinare, utilizzare stufe o camini, fumare in casa e persino stirare o lasciare i panni appena lavati a secco in casa sono fonti di inquinamento.

Eliminare umidità e muffa perché l'eccessiva umidità, specialmente se non si arieggia regolarmente, può portare alla formazione di muffe, che emettono odori sgradevoli e contribuiscono all'inquinamento.

Sfruttando il controsoffitto di un corridoio posso posare tutte le tubazioni di immissione e aspirazione dei locali.



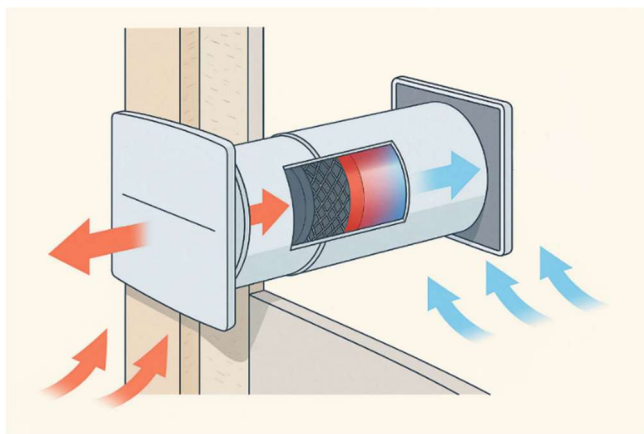
Vedete, nel bagno estraggo aria, negli altri locali la immetto, in cucina immetto ed estraggo.

La portata d'aria della VMC sarà da calcolare in 0,5 mc/h sul volume totale dei locali da trattare.

Esempio= se ho 90 mq di appartamento altezza 2,70 mt dovrò moltiplicare $90 \times 2,7 \times 0,5 = 120$ mc/h. Questa è la VMC, altra cosa sono gli estrattori degli odori nel bagno cieco dove i volumi ora da estrarre sono 5.



Per “risparmiare si può utilizzare delle VMC dette puntuali, cioè solo in alcuni punti della casa, soprattutto a nord dove si può formare la muffa e il ricambio d’aria è quasi obbligato.



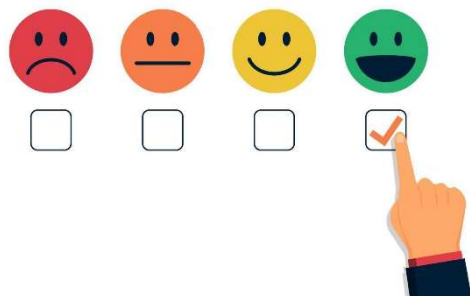
Si risparmia sulle canalizzazioni e controsoffitti, si può montare in qualsiasi momento, basta praticare un foro in parete e portarci corrente. Lo scambiatore è incorporato nel tubo che attraversa il muro. La manutenzione è leggermente più complicata soprattutto per pulire lo scambiatore.

15) Che tipo di impianto devo gestire con la pompa di calore

Si sente dire: la pompa di calore non funziona con i radiatori.

Prima cosa bisogna valutare l'impianto esistente: si dovrà verificare la compatibilità dell'impianto attuale con l'eventuale integrazione di una pompa di calore. Se la temperatura di mandata richiesta dai radiatori fosse troppo elevata, negli anni passati si ragionava sui 60/70°C, installare una pompa di calore potrebbe non sembrare la soluzione più conveniente. Tuttavia, è possibile individuare delle soluzioni alternative, per esempio aumentare il numero di elementi del radiatore, perché aumentare la batteria radiante ci permette di ottenere lo stesso calore ma con una temperatura di mandata del riscaldamento più bassa massimo 50°C. Coibentare l'edificio, ricordate il capitolo 1)? Se isolo bene l'edificio, la massa radiante potrebbe essere oltre al necessario nelle nuove condizioni, per cui abbasso la temperatura di mandata. Applico il piano B, più volte auspicato nei capitoli precedenti nel senso di valutare alternative, perché alla fine dei giochi ci deve essere un vantaggio, altrimenti non ha senso. Nell'ibrido uso la pompa di calore nelle mezze stagioni quando pochi Watt sono sufficienti, mentre in pieno inverno accendo la caldaia. Installare una pompa di calore ad alta temperatura con nuovo gas frigorifero R 290 potrebbe assolutamente non convenire economicamente. Paradossalmente un impianto molto vecchio, anni 30/40,

nato per funzionare a circolazione naturale, senza pompa di circolazione, con caldaia a carbone e radiatori molto grandi funziona meglio con una pompa di calore, anche per l'alto contenuto d'acqua nelle tubazioni in ferro vecchie, rispetto ad impianti recenti anni 90 fatti risparmiando su tutti i materiali.

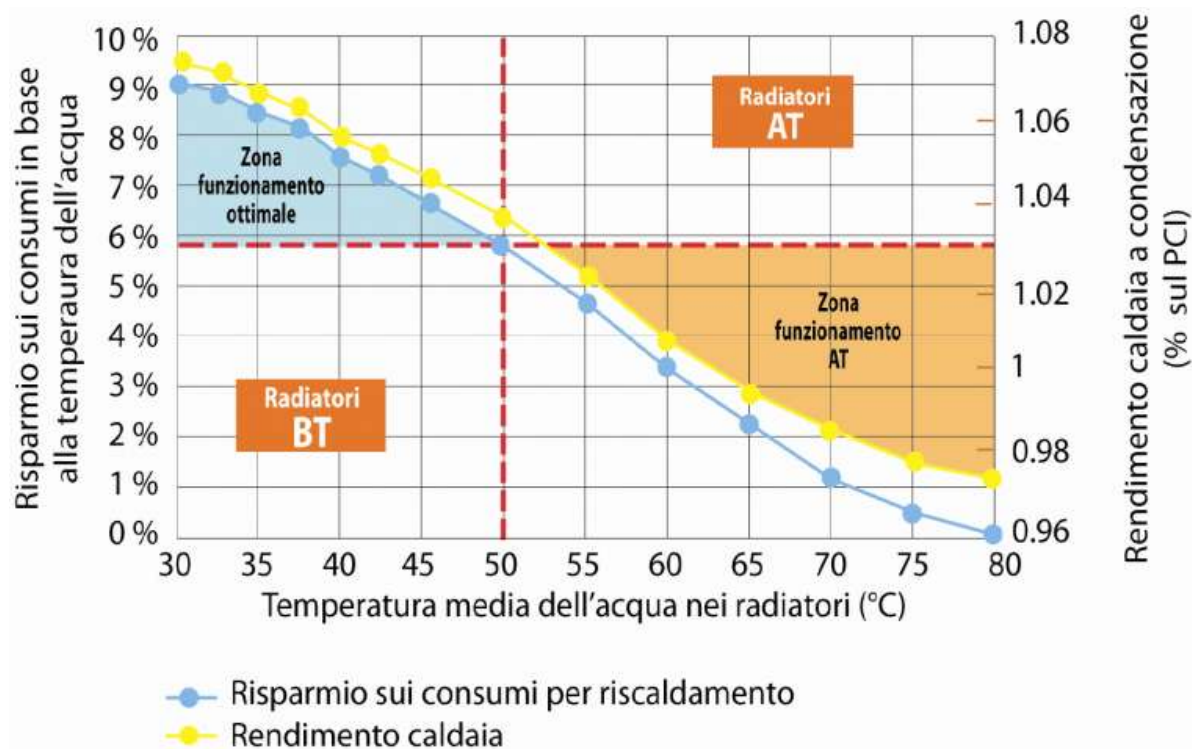


Concludendo, per soddisfare il cliente, serve una valutazione completa, anche partendo dalla fine. Che tipo di impianto devo far funzionare? Analizzo, studio, faccio ricerche, calcoli, considerazioni, ipotesi, valuto soluzioni performanti e, importante, realizzo il vestito su misura.

Solo così avrò risolto il problema, altrimenti ne avrò creati altri, cosa che assolutamente il cliente non ci ha chiesto, anzi.....

Nota importante:

Anche per le caldaie a condensazione lavorare a bassa temperatura è importante, meno delle pompe di calore, ma comunque è a bassa temperatura che si hanno le prestazioni migliori con consumi contenuti. Questo per dire che la massa radiante incide in modo rilevante sui consumi dell'impianto, per cui intervenire in questo senso non è mai sbagliato.



Come si vede nel grafico poter lavorare a bassa temperatura con radiatori maggiorati, anche per le caldaie è importante.

16) “business plan” di rientro costi/benefici al netto di incentivi

Dopo tutta la fatica dei quindici capitoli precedenti, siamo davanti ad un bivio:

Ma conviene veramente installare una pompa di calore?

Parliamo sempre e solo di fare caldo, non di aria condizionata che è un valore aggiunto della pompa di calore, ma i costi arrivano alle stelle.

Una mera sostituzione della caldaia mi costa dai 2.500,00 ai 4.500,00 euro in base ad alcune varianti e variabili e tutto funziona, come prima, ma la coscienza mi dice che ho tralasciato qualcosa e soprattutto fiscalmente non è detraibile. Forse ci eravamo abituati bene per il passato, adesso con la transizione ecologica ci si dovrebbe adeguare, con tutti i limiti del caso. Visto che non ci sono detrazioni, ci viene in aiuto il “solo” risparmio dato dalla condensazione che può essere tradotto in 25/30% anno sulla bolletta, circa 300 euro/anno per un appartamento di medie dimensioni. Morale ci vuole dieci anni di utilizzo per pagare la spesa di sostituzione della caldaia, ma fra dieci anni è sicuramente da risostituire. D'altronde lavora H 24/365 gg anno.

Per accedere alle detrazioni fiscali bisogna come minimo installare una caldaia a condensazione ibrida, factory made, con pompa di calore, dove appunto la caldaia dialoga tramite una centralina dedicata con la pompa di calore ottimizzando i consumi. Qui, oltre agli spazi necessari di installazione, servono come minimo dai 6.500,00 ai 9.000,00 euro che però al 65%, forse, si scrive forse perché tutti i giorni cambiano le regole, sono detraibili se si ha capienza fiscale. Il capitale serve tutto e subito, il ritorno di 4.000/5.000 euro lo si ha in dieci anni oltre al risparmio sui consumi attestabile in 600,00 euro/anno in base a dove acquisto l'energia. Praticamente siamo daccapo, ci vuole dieci anni per ammortizzare la spesa minima per una transizione energetica a “metà”.

Decido di installare la pompa di calore senza supporti esterni. Voglio seguire le oramai ex direttive europee. Voglio una casa gas free.

Mettili che vadano fuori produzione le caldaie. Bene.

Dopo tutti gli studi fatti nei quindici capitoli precedenti, si può fare? Sì. Ok.

Scriviamo nel preventivo in basso a destra nell'ultima pagina euro 18.000,00 a cui si dovrà aggiungere i costi dell'eventuale fotovoltaico, si diceva che con

batteria siamo sui 26.000,00 euro per avere 6kW. L'iva è sempre a parte in tutti i prezzi scritti fino ad ora perché potrebbe essere anche agevolata.

Ora, fare un piano di rientro dei costi di installazione di una pompa di calore è più complicato di una caldaia per via del famoso COP.

Cerchiamo di capire meglio anche semplificando:

Partendo dalla caldaia, sappiamo avere un rendimento costante per cui dato una potenza di 25 kW, la più piccola in commercio per produrre acqua calda istantanea anche se il nostro fabbisogno termico è di 12 kW ipotizzato nei capitoli precedenti, il consumo è di 2,7 mc/ora di gas metano (da ogni mc di gas ottengo 9 kW) che nell'arco della giornata, in pieno inverno, ipotizzando 8 ore di funzionamento giorno arrivo a 21,6 mc/giorno di consumo che moltiplicato per 1,20 euro/mc fanno un totale 25,9 euro/giorno, nelle giornate più miti si ridurranno le ore di funzionamento e di conseguenza il consumo e gli euro/giorno.

Consumo Relativo (Stima % Mensile) valido un po per tutti gli impianti:

Gennaio	15-20%	Alto consumo per riscaldamento e acqua calda.
Febbraio	15-18%	Alto consumo per riscaldamento e acqua calda.
Marzo	10-12%	Consumo per riscaldamento in diminuzione.
Aprile	5-7%	Riscaldamento ridotto o spento, solo acqua calda
Maggio	2-3%	Solo acqua calda sanitaria.
Giugno	1-2%	Solo acqua calda sanitaria (minimo annuale).
Luglio	1-2%	Solo acqua calda sanitaria (minimo annuale).
Agosto	1-2%	Solo acqua calda sanitaria (minimo annuale).
Settembre	3-4%	Solo acqua calda sanitaria, leggero aumento.
Ottobre	6-8%	Avvio stagionale del riscaldamento.
Novembre	12-15%	Alto consumo per riscaldamento e acqua calda.
Dicembre	15-18%	Alto consumo per riscaldamento e acqua calda.

Completamente diverso è il calcolo della pompa di calore in quanto legato al COP. Infatti estrarre calore dall'aria esterna intorno ai zero gradi il nostro COP che era a 4 si riduce a 2. Se rileggiamo il capitolo 14) a conferma, dobbiamo calcolare che per produrre i miei 12 kW ne consumo 6 mediamente al costo di 0,20 cent al kW fanno euro 1,20/ora moltiplicato per una ventina di ore al giorno arriviamo a 24 euro/giorno. Detto così sembra vantaggioso, considerando il periodo peggiore in inverno, ma..., rispetto alla semplice caldaia ho speso tre volte tanto e rispetto all'ibrida il doppio. Al netto degli incentivi bisogna tenere presente anche questo dato, considerato che il ciclo di vita è praticamente uguale per qualsiasi apparecchiatura.

C'è da prevedere che, senza incentivi, non riesca neanche ad ammortizzare la spesa di installazione prima della fine vita dell'impianto.



Un aiuto consistente potrebbe arrivare dal conto termico 3.0 con il quale si potrebbe rivedere i costi di ammortamento dell'impianto, rendendolo di fatto più vantaggioso per il 2026.

È stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il decreto del ministero dell'Ambiente e della sicurezza energetica del 7 agosto 2025 che sancisce una nuova versione del Conto termico, misura che entrerà in vigore il 25 dicembre 2025 e stanzerà un incentivo economico a coloro che attuano interventi immobiliari per migliorare l'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili. La misura, che intende agevolare l'introduzione di principi di semplificazione, efficacia, diversificazione e innovazione tecnologica nella gestione dell'energia nelle abitazioni e negli uffici, è rivolta a pubbliche amministrazioni, imprese e cittadini privati. Le risorse a disposizione sono 900 milioni di euro all'anno (400 dei quali per la Pa). Le regole per l'applicazione e la distribuzione degli aiuti sono ancora in via di definizione per questa terza edizione del Conto termico — dopo quelle del 2012 e del 2016.

Come funziona il Conto termico 3.0 :

Stando ai bonus casa attualmente in vigore, la riqualificazione energetica è agevolata al 36% nelle prime case e al 30% nelle altre, con i rimborsi rateizzati in dieci anni. Il Conto termico 3.0 sembra essere una valida alternativa, dal momento che non vengono divise le tipologie di immobile; si tratta di un contributo versato direttamente sul conto corrente, senza vincoli legati al reddito né limiti di capienza fiscale, dal valore massimo di 15 mila euro (triplicato rispetto ai precedenti 5 mila). Altro vantaggio riguarda l'immediatezza: sarà erogato in un'unica soluzione di pagamento, avendo a disposizione la cifra entro pochi mesi. In caso di volumi superiori è prevista una rateizzazione, ma fino a un massimo di cinque tranches.

I vantaggi:

Nel caso del Conto termico, la percentuale di detrazione può arrivare fino a un massimo del 65% – anche se alcuni interventi hanno una soglia più bassa – ma non è prefissata e viene ricavata con un’equazione a cui contribuiscono parametri diversi, tra cui, ad esempio, la tipologia di prodotto installato che contribuisce a migliorare l’efficienza energetica dell’immobile e la sua potenza. La richiesta deve essere inviata al Gse (Gestore dei servizi energetici) in autonomia o attraverso l’assistenza del proprio rivenditore o di un progettista. Un’ampia gamma di prodotti è già pre-qualificata presso il Gestore, il che permette una corsia preferenziale e tempi più rapidi di approvazione.

I lavori incentivabili :

Di seguito, l’elenco degli interventi incentivabili per l’efficienza energetica in edifici esistenti, parti di edifici esistenti o unità immobiliari esistenti dotati di impianto di climatizzazione:

- isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato, anche unitamente all’eventuale installazione di sistemi di ventilazione meccanica;
- sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato;
- installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento e/o sistemi di filtrazione solare esterni per chiusure trasparenti con esposizione da Est-sud-est a Ovest, fissi o mobili, non trasportabili;
- trasformazione degli edifici esistenti in “edifici a energia quasi zero”;
- sostituzione di sistemi per l’illuminazione d’interni e delle pertinenze esterne degli edifici esistenti con sistemi efficienti di illuminazione;
- installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico (building automation) degli impianti termici ed elettrici degli edifici, ivi compresa l’installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore, trasmissione ed elaborazione dei dati stessi;
- installazione di elementi infrastrutturali per la ricarica privata di veicoli elettrici, anche aperta al pubblico, presso l’edificio e le relative pertinenze, ovvero presso i parcheggi adiacenti, a condizione che l’intervento sia realizzato congiuntamente alla sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di pompe di calore elettriche;
- installazione di impianti solari fotovoltaici e relativi sistemi di accumulo e/o opere di allacciamento alla rete, presso l’edificio o nelle relative pertinenze, a condizione che l’intervento sia realizzato congiuntamente alla sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di pompe di calore elettriche.

Praticamente la pompa di calore è trainante su altre installazioni tipo il fotovoltaico. Sicuramente è la strada più conveniente che ammortizzerà i costi di installazione in circa cinque anni.

Ora, a trarre delle conclusioni è difficile, ma un aiuto lo abbiamo avuto per decidere in tutta serenità, avendo la consapevolezza che meglio di così non si poteva fare. Non vogliamo demonizzare le pompe di calore o le combustioni fossili, vogliamo solo avere un visione generale chiara e cognizione di causa per ciò che andremo a fare, con un occhio all'ambiente ma soprattutto anche uno al portafoglio, perché va bene salvare il pianeta, ma Don Chisciotte qualcosa ce lo deve insegnare. Per un uomo che si impegna ad essere fedele a se stesso, il pericolo più grande consiste nel mettere in discussione la propria meta accettando la realtà degli altri. Ma ad un certo punto, la totale dedizione a un sogno può trasformare una persona in un essere che per gli altri è soltanto folle. Morale, qualsiasi cosa per essere efficace, bisogna che sia ancorata alla realtà ed ad un mondo concreto.



Mentre non si è mai vista una caldaia a gas di origine cinese, anche perché esistono delle normative ben precise di sicurezza, all'ultima mostra convegno di Milano, fiera biennale internazionale di idraulica, i produttori del sol levante che esponevano pompe di calore erano forse più dell'80%

Ora, un mercato senza regole per le pompe di calore, basato solo sul prezzo, può diventare pericoloso, se non altro per gli incendi da corto circuito o sovraccarico della rete elettrica.

Inoltre la comunità europea sembra stia facendo un passo indietro sullo stop alle caldaie a combustibili fossili, sarebbe auspicabile introdurre, come per le auto, delle categorie di inquinamento tipo euro 1, euro 2 ecc. per spingere i costruttori a migliorare la combustione delle caldaie come in alcuni casi dove già adesso sul mercato vi sono caldaie con rendimento annuale EPN del 127,6%. Cosa è EPN?



È Il rendimento annuale (Efficiency Percentage Nominal) che misura l'efficienza di una caldaia, in alcuni modelli, può raggiungere appunto il 127,6%.

Questo valore elevato è dovuto all'utilizzo della tecnologia a tripla condensazione, che consente di recuperare il calore anche dal vapore prodotto dalla combustione mentre produce acqua calda sanitaria. La sigla EPN indica l'efficienza media di una caldaia in diverse condizioni di funzionamento (sia in riscaldamento che nella produzione di acqua calda sanitaria). Una sorta di SCOP per le caldaie.

Lo so dovevamo parlare di pompe di calore, ma visto la finestra aperta di recente dalle UE, ripensare all'ibrido in fase di restauro, potrebbe valere la pena. Sul nuovo abbiamo già detto essere più facile affidandosi ad un progettista termotecnico.

Un occhio alle novità del mercato va sempre dato, un aggiornamento continuo ci vuole, speriamo sempre in nuove tecnologie che migliorino le prestazioni perché il costo di acquisto è per una volta, mentre la bolletta è come il diamante, per sempre.

Per aggiornamenti vedremo gli sviluppi in seguito.

Per approfondimenti tecnici specifici pubblicheremo altri appunti.

Nella speranza che questi capitoli abbiano destato curiosità, vi invito a guardare con un po' di scetticismo tutti quei filmati pubblicati su youtube che promettono miracoli senza entrare nel merito tecnico delle prestazioni, semplicemente perché la fregatura è dietro l'angolo, quasi sempre, a volte anche solo per superficialità nelle valutazioni

