

I SISTEMI IBRIDI PER RISCALDAMENTO

La transizione energetica e il ruolo
del sistema ibrido



Assotermica

Associazione produttori
apparecchi e componenti
per impianti termici

Federata



ANIMA[®]
CONFINDUSTRIA
MECCANICA VARIA



FEDERAZIONE DELLE ASSOCIAZIONI NAZIONALI
DELL'INDUSTRIA MECCANICA VARIA ED AFFINE

Via Angelo Scarsellini, 11/13 - 20161 Milano
tel. +39 0245418.500 - fax +39 0245418.545
info@assotermica.it - www.assotermica.it - www.anima.it

Edizioni ASA S.r.l. - Via Angelo Scarsellini, 13 - 20161 Milano - Tel. +39 0245418.500

€ 12,00 iva inclusa

I SISTEMI IBRIDI PER RISCALDAMENTO

La transizione energetica e il ruolo
del sistema ibrido

2^a edizione

I sistemi ibridi per riscaldamento

Assotermica

Indice

Introduzione	pag. 5
Chi è Assotermica	pag. 6
Perché questo manuale	pag. 7
Lo scenario di riferimento: obiettivi e obblighi dell'Unione Europea	pag. 9
Il contesto politico UE: a che punto siamo?	pag. 9
Revisione della Direttiva 2012/27/UE «EED – Energy Efficiency Directive»	pag. 11
Revisione della Direttiva 2010/31/UE «EPBD – Energy Performance Buildings Directive»	pag. 11
Rifusione della Direttiva 2009/28/CE «RED – Renewable Energies Directive»	pag. 12
Proposta di Governance e Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima	pag. 13
SEN – Strategia Energetica Nazionale	pag. 14
Edilizia e impiantistica ai giorni nostri:	
il Patrimonio Edilizio Nazionale	pag. 17
Analisi del mercato degli impianti termici nello scenario UE	pag. 18
L'innovazione tecnologica in Italia	pag. 20
I sistemi ibridi come nuova prospettiva tecnologica	
Come funziona il riscaldamento?	pag. 23
Gli apparecchi «ibridi»	pag. 26
La Caldaia	pag. 26
Le prestazioni di una Caldaia	pag. 27
La Pompa di Calore – PdC	pag. 28
Principio di funzionamento di una Pompa di Calore	pag. 28
COP di una Pompa di Calore	pag. 30
Sorgenti termiche delle Pompe di Calore	pag. 31
Schema di funzionamento di una Pompa di Calore elettrica	pag. 32
Ciclo di funzionamento di una PdC ad assorbimento a gas	pag. 33
Le prestazioni di una Pompa di Calore	pag. 33
Perché conviene la soluzione ibrida?	pag. 35
Come lavora un apparecchio ibrido	pag. 35
Bivalenza e trivalenza: considerazioni economiche sul funzionamento dell'ibrido	pag. 38
Le configurazioni degli apparecchi ibridi	pag. 40
Apparecchi ibridi e inversione stagionale	pag. 44
Apparecchi ibridi e impianti esistenti	pag. 44
La normativa	pag. 45

Misure incentivanti e potenziale economico dei sistemi ibridi Potenzialità Economiche e Misure Incentivanti a supporto dell'Industria Nazionale	pag. 47
Conto Termico 2.0	pag. 47
Detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici	pag. 48
Riforma delle tariffe elettriche	pag. 49
I sistemi ibridi e l'installazione	pag. 49
La riqualificazione energetica: analisi economiche	pag.51
Conclusioni	
Prospettive future	pag. 53
La filiera industriale italiana: opportunità per il settore	pag. 53
Considerazioni finali: i sistemi ibridi e la transizione energetica	pag. 54

I sistemi ibridi per riscaldamento

Assotermica

Introduzione



Alberto Montanini - Presidente



Flavio Borgna - Vice Presidente



Mario Zucco - Vice Presidente

Le tecnologie impiantistiche per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria determinano oltre il 30% dei consumi complessivi di energia finale del nostro Paese (parimenti al settore dei trasporti e di quello industriale). Possono, quindi, contribuire in misura sostanziale al raggiungimento degli obiettivi di riduzione di gas ad effetto serra tramite una maggior efficienza energetica e un incremento nell'utilizzo delle fonti rinnovabili, due tra gli obiettivi principali individuati dall'Italia – e dall'Europa – nella definizione delle proprie strategie energetiche.

Per queste ragioni Assotermica sente su di sé una grande responsabilità e, da anni, promuove tra i propri associati un comportamento anticipatore e partecipativo nella formulazione della normativa nazionale ed europea del settore.

Una collaborazione di sistema è fondamentale per accompagnare al meglio quello che si configura come un periodo di transizione storico: la "svolta epocale" del mondo della climatizzazione, come si evincerà dalle pagine a seguire.

Oggi più che mai è improrogabile la necessità di attingere sempre meno da risorse (fossili) e l'intera filiera è costantemente impegnata a sviluppare nuove tecnologie sempre più efficienti.

L'efficienza energetica è nel nostro DNA! Le soluzioni ci sono e l'Italia è tra i Paesi leader nella produzione di apparecchi e componenti efficienti per il comfort, quali caldaie a condensazione, pompe di calore, solare termico e sistemi ibridi.

Proprio su questi ultimi si concentra l'attenzione di questo manuale e la lettura che vi presentiamo si propone di affrontare una delle sfide del prossimo futuro, quella dell'integrazione tecnologica. Nel settore dell'automobile l'ibrido è già una realtà ben nota e ci aspettiamo che anche il nostro comparto possa esprimere quelle potenzialità di mercato che tutti gli operatori intravedono.

Il lavoro da fare è molto poichè oltre all'aspetto tecnologico vi è l'esigenza di creare una vera e propria cultura dell'efficienza, offrire cioè gli stessi livelli di servizi con minori consumi. Ciò passa indubbiamente per una sensibilizzazione di tutti gli addetti ai lavori, fino all'utente finale.

Quella sensibilizzazione che ci auguriamo possa essere stimolata anche da questo manuale.

Buona lettura!

Chi è Assotermica

Assotermica è l'Associazione che in Confindustria e all'interno di ANIMA (Federazione delle Associazioni Nazionali dell'Industria Meccanica varia ed affine) rappresenta la quasi totalità delle industrie produttrici di apparecchi e componenti destinati al comfort climatico ambientale.

In Italia tale settore occupa circa 10.980 addetti diretti e fattura oltre 2.098 milioni di euro, dei quali il 63% per l'esportazione.

In Assotermica confluiscono dieci gruppi merceologici:

- bruciatori ad aria soffziata per combustibili liquidi, a gas e misti;
- corpi caldaie e assiemi di caldaie con bruciatori ad aria soffziata;
- caldaie a gas per uso residenziale e usi assimilati;
- terminali e sistemi di emissione per la climatizzazione,
- componenti e sistemi di regolazione, misura e sicurezza;
- generatori di aria calda e radiatori a gas;
- sistemi di riscaldamento ad irraggiamento;
- energie alternative;
- acqua calda sanitaria;
- solare termico.

8

Tra gli scopi primari dell'associazione vi è la promozione dell'efficienza energetica e della tutela ambientale, nel rispetto degli obiettivi della Comunità Europea. Ciò significa, innanzitutto, un migliore sfruttamento dell'energia, mediante tecnologie che comportino una maggiore efficienza ed un risparmio conseguente ai comportamenti sostenibili degli utenti finali.

In tale direzione sono da interpretare il costante impegno e gli sforzi dei propri costruttori per sviluppare prodotti e componenti di impianto tecnologicamente avanzati e il ruolo dell'associazione nel diffondere una vera e propria «cultura del riscaldamento».

Assotermica aderisce all'Associazione Europea EHI (European Heating Industry); è inoltre presente con i propri esperti nei Comitati di sviluppo della normativa tecnica a livello nazionale con la partecipazione ai lavori degli Organismi di normazione italiani (UNI, CIG, CTI, CEI), ai lavori dei Comitati Tecnici europei (CEN, CENELEC) e anche internazionali (ISO, IEC).

Giova sottolineare, infine, come Assotermica abbia saputo evolversi nel corso degli anni assumendo sempre più la connotazione di una associazione sistemica, che rappresenta al proprio interno tutte le competenze legate all'impianto termico. Appare, pertanto, significativa l'evoluzione dei rapporti di collaborazione con tutta la filiera produttiva e le associazioni che la rappresentano, ovvero i distributori che si riconoscono nell'ANGAISA, gli installatori aderenti ad ASSISTAL, CNA, CONFARTIGIANATO, Gruppo EVO e i progettisti termotecnici, siano essi periti che ingegneri.

Perché questo manuale

Il manuale «La transizione energetica e il ruolo del sistema ibrido» si inserisce nel progetto Assotermica Academy dedicato alla formazione dei professionisti e alla diffusione di conoscenze sulle nuove tecnologie per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria.

Gli scenari energetici e ambientali dettati dall'Europa, gli investimenti dell'industria manifatturiera e le dinamiche del mercato nazionale fanno presupporre una sensibile crescita di apparecchi ibridi nei prossimi anni; l'obiettivo del presente manuale è quello di dare un inquadramento tecnologico e prospettico a quella che ha tutti i presupposti per porsi come una soluzione di eccellenza per la climatizzazione del futuro.

Il concetto che verrà sviluppato nel seguito è legato a una definizione di prodotto factory made, cioè qualcosa che nasce già dalla fabbrica come ibrido e non un semplice assemblato in loco; ciò presuppone degli sforzi in termini di industrializzazione del prodotto che devono necessariamente trovare una risposta dal mercato.

Il manuale Assotermica è, quindi, parte di un percorso che l'associazione sta facendo per creare tutte le premesse affinché in Italia – che al momento è il Paese più all'avanguardia per questi prodotti – si possa generare una domanda rispetto all'offerta di prodotti ibridi: conoscenza tecnica, semplificazione legislativa e pianificazione di lungo periodo sono i tre fattori chiave di questa, come delle precedenti pubblicazioni, a firma dell'Associazione.



Fig. 1 - Pubblicazioni Assotermica

I sistemi ibridi per riscaldamento

Assotermica

Lo scenario di riferimento: obiettivi e obblighi dell'Unione Europea¹

Attualmente le politiche economiche risultano guidate da misure legislative sempre più orientate a promuovere la crescita economica attraverso l'efficienza energetica e la salvaguardia dell'ambiente. Con uno sguardo al patrimonio costruito, risulta sempre più emergente, ad esempio, la necessità di contenere il consumo del suolo nell'ottica di una riduzione dell'ecological footprint: il tema della riqualificazione dell'esistente va, pertanto, ben oltre una sensibilità puramente energetica, presentandosi come una sfida di carattere ambientale.

Nella logica di contribuire al processo di decarbonizzazione dell'economia, unitamente al tema dell'efficienza energetica, al centro del dibattito europeo, c'è quello relativo allo sviluppo sinergico delle fonti energetiche rinnovabili.

Protagonisti dell'attuale periodo di transizione energetica risultano i diversi settori emergenti, primo tra tutti quello civile. Gli edifici risultano, infatti, responsabili per il 40% del consumo energetico (e per il 36% delle emissioni di gas serra): l'80% dell'energia utilizzata è associata alla climatizzazione e alla produzione di acqua calda sanitaria.

In Italia, se da un lato il patrimonio edilizio, sia pubblico che privato, risulta notevolmente energivoro, in molti casi anche insicuro, dall'altra, l'industria nazionale, leader europea nel settore, è pronta già da tempo per contribuire al cambiamento.

Negli ultimi dieci anni, infatti, la tecnologia delle componenti e dei materiali ha subito un'importante evoluzione: oggi sono disponibili le tecnologie impiantistiche necessarie alla realizzazione di edifici con potenziale diverso, da quelli rispondenti ai requisiti minimi definiti dalla legislazione corrente, a quelli più performanti come gli NZEB – Nearly Zero Energy Building.

Per le ragioni precedentemente esposte, si ritiene utile illustrare le attuali politiche energetiche UE, per comprendere gli obiettivi definiti dalla Strategia energetica nazionale e gli strumenti rilevanti per il loro perseguimento.

11

Il contesto politico UE: a che punto siamo?

Nel 2014, dopo qualche anno dalla Roadmap di decarbonizzazione della Commissione Europea, il Consiglio Europeo, ha definito i target al 2030, in materia di emissioni di gas serra, fonti rinnovabili ed efficienza energetica, con l'obiettivo di costruire un'Unione dell'Energia in grado di assicurare un'energia sicura, sostenibile ed economicamente accessibile.

Le proposte legislative della Commissione Europea sulla riduzione dei gas a effetto serra nei settori ETS² e non ETS³, sono state completate a Novembre 2016 con la presentazione del Clean Energy Package.

Il Clean Energy Package rappresenta un pacchetto di misure attraverso il quale la Commissione Europea intende mantenere per l'Unione Europea il ruolo di leader mondiale nel processo di decarbonizzazione.

¹ Commissione Europea, COM (2016) 860 final

² ETS: termoelettrico, raffinazione, produzione di cemento, acciaio, carta, ceramica, vetro.

³ non ETS: trasporto, edilizia, servizi, agricoltura, rifiuti, piccoli impianti industriali.

L'obiettivo guida dell'UE è quello di ridurre le emissioni di CO₂ per almeno il 40% entro il 2030.

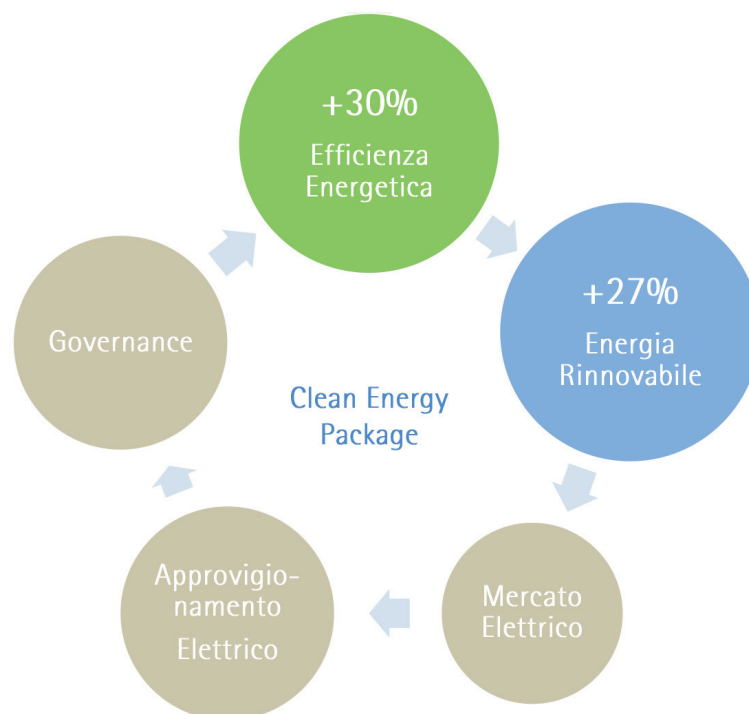


Fig. 2 - Aree delle proposte legislative Clean Energy Package

Le azioni del pacchetto di misure mirano ad accelerare l'innovazione in materia di energia pulita, rinnovare il patrimonio edilizio europeo, incoraggiare gli investimenti pubblici e privati, promuovere la competitività industriale dell'UE e mitigare l'impatto della transizione energetica sulla società.

Tra le proposte di provvedimenti ci si soffermerà su quelle più vicine agli ambiti di competenza di Assotermica e delle Aziende Associate.

Revisione della Direttiva 2012/27/UE «EED – Energy Efficiency Directive»

L'efficienza energetica è uno dei principi cardini dell'Unione dell'energia, essendo l'approccio più economicamente sostenibile per affrontare la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio.

Con la seguente proposta si passa da un obiettivo di efficienza energetica del 20%, da raggiungere al 2020, ad un obiettivo unionale vincolante pari al 30%, all'orizzonte temporale 2030.

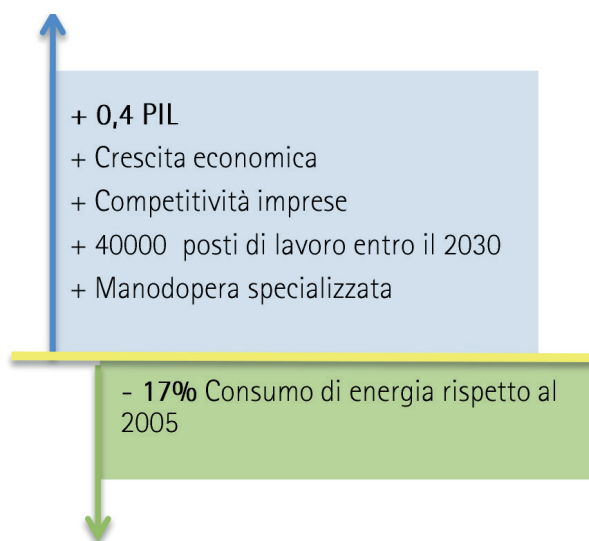


Fig. 3 - Impatto economico obiettivi Energy Efficiency Directive

Nella presente direttiva viene esplicitato che gli Stati Membri devono assicurare che i fornitori e i distributori di energia risparmino ogni anno l'1,5% in più di energia aumentando così il tasso di ristrutturazione degli edifici e la diffusione di apparecchiature e tecniche a basso consumo di energia, di grande interesse per la filiera industriale.

Consapevole del ruolo attivo delle utenze finali, la Commissione propone di migliorare l'informazione sul consumo di riscaldamento e raffrescamento e consolidare i diritti di misurazione e fatturazione dell'energia termica, in particolare per gli occupanti dei condomini: è introdotto l'obbligo di leggibilità a distanza dei contatori di calore per garantire ai consumatori di disporre di informazioni in modo economicamente conveniente e con una certa frequenza.

Revisione della Direttiva 2010/31/UE «EPBD – Energy Performance Buildings Directive»

La presente proposta conferisce al settore edilizio un ruolo protagonista, essendo il più forte consumatore singolo in Europa: circa il 75% degli edifici risulta, infatti, energeticamente inefficiente e la percentuale di ristrutturazione del parco immobiliare è modestissima, tra lo 0,4 e l'1,2% ogni anno, a seconda dello Stato Membro.

Per accelerare la ristrutturazione energetica degli edifici esistenti la presente direttiva:

- integra le strategie di ristrutturazione degli immobili nell'ambito del processo di decarbonizzazione del parco immobiliare all'orizzonte 2050;
- incoraggia l'uso delle tecnologie intelligenti per la diffusione di edifici sensibili;
- introduce sistemi di automazione e controllo in alternativa alle ispezioni fisiche (soprattutto per quegli edifici con dimensioni atte a garantire un ammortamento in meno di 3 anni);
- incoraggia la diffusione delle infrastrutture necessarie all'elettromobilità (soprattutto per i grandi immobili commerciali).

L'aggiornamento della presente direttiva intende, inoltre, rafforzare i legami tra i finanziamenti pubblici per la ristrutturazione e gli attestati di prestazione energetica e stimolare la lotta alla povertà energetica grazie alla ristrutturazione del costruito.

Rifusione della Direttiva 2009/28/CE «RED – Renewable Energies Directive»

Le fonti energetiche rinnovabili hanno un forte potenziale sia in termini di mitigazione dei cambiamenti climatici che di fattore di crescita economica, occupazionalità e sicurezza energetica su scala europea.

I piani d'azione nazionali per le energie rinnovabili e il monitoraggio biennale previsto dalla Direttiva 2009/28/CE, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, si sono rivelati strumenti strategici favorendo un aumento delle energie rinnovabili all'incirca pari al 7% nel 2015 rispetto al 2007.

Il nuovo Quadro per il clima e l'energia definisce, così, che nel 2030 il consumo di energia da fonti rinnovabili dell'Unione sia pari ad almeno il 27%: si tratta di un obiettivo unionale rispetto al quale ciascuno Stato Membro deve indicare una soglia nazionale coerente.

La proposta di direttiva sottolinea l'importanza degli investimenti sia per il processo di decarbonizzazione che per la competitività tecnologica sulla scena mondiale.

Le misure contenute nella proposta mirano pertanto ad affrontare, in modo proporzionato, le questioni che attualmente ostacolano la diffusione delle energie rinnovabili, quali il clima di incertezza per gli investitori, gli ostacoli amministrativi, la subottimale efficienza dei costi, l'inadeguatezza del quadro strategico e il rischio di disinteresse dei cittadini durante la transizione verso il 2030.

Con uno sguardo mirato al settore di nostro interesse, l'articolo 23 della proposta di direttiva mira a sfruttare le potenzialità delle energie rinnovabili nel settore del riscaldamento e del raffrescamento: gli Stati Membri, infatti, dovranno conseguire un incremento annuo del 1% per la quota di energia da fonti rinnovabili per il riscaldamento e raffrescamento.

Proposta di Governance e Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima

Con la proposta di revisione di Governance dell'Unione dell'Energia, la Commissione Europea intende migliorare il coordinamento delle strategie di politica a livello nazionale, regionale e comunitario. Secondo la proposta, gli Stati Membri dovranno presentare gli obiettivi al 2030, suddivisi per aree, attraverso la redazione di Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima.



Fig. 4 - Aree Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima

Se da un lato gli Stati Membri dovranno rendicontare i risultati parziali ottenuti con cadenza biennale, dall'altro la Commissione si riserva di introdurre misure obbligatorie o fornire raccomandazioni nel caso in cui il monitoraggio presenti risultati insufficienti al raggiungimento dei target comunitari vincolanti.

Sulla base della proposta di regolamento, la prima bozza dei Piani Nazionali dovrebbe essere presentata entro la fine del 2017, la versione finale entro la fine del 2018.

Al Piano contribuiscono la Strategia nazionale di sviluppo sostenibile (da approvare entro il 2017), la Strategia nazionale di sviluppo a basse emissioni al 2050 e l'aggiornamento della Strategia energetica nazionale del 2013, della quale recentemente è stata conclusa la consultazione pubblica.

SEN – Strategia Energetica Nazionale

Fonti Rinnovabili

Con attenzione al settore del riscaldamento e del raffrescamento, l'Italia nel 2015 ha raggiunto una penetrazione delle fonti rinnovabili pari al 19,2%, in linea con gli obiettivi 2020 presenti nella SEN 2013, grazie all'incremento di biomasse e pompe di calore.

L'obiettivo nazionale definito dalla SEN, rispetto alla penetrazione di fonti rinnovabili, è pari al 27% sui consumi lordi finali al 2030. Così come riportato in figura 5, l'obiettivo risulta declinato proporzionalmente ai diversi settori di interesse:

■ rinnovabili elettriche ■ rinnovabili per H&C ■ per rinnovabili trasporti

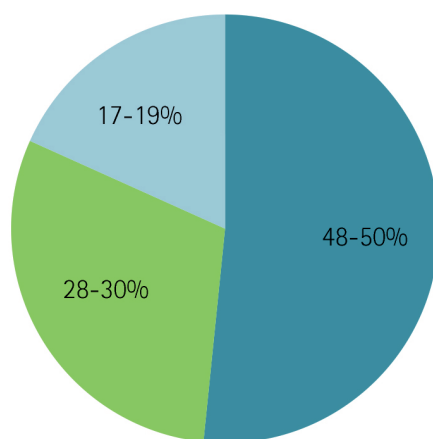


Fig. 5 - Obiettivi SEN per settore di interesse

L'obiettivo rinnovabile termico risulta ambizioso ed è per questo che le attuali forme di sostegno e incentivazione dovranno necessariamente divenire nel tempo meccanismi abilitanti dell'integrazione delle rinnovabili nel mercato, in modo che queste acquisiscano indipendenza nel contribuire agli obiettivi ambientali.

Nel piano, tra gli strumenti necessari al conseguimento degli obiettivi espressi, si evidenzia la sostituzione di impianti a biomasse con altri impianti più efficienti e meno emissivi, e si conferma il ruolo rilevante delle pompe di calore elettriche e a gas.

Confindustria, in linea con la visione di Assotermica, ha evidenziando la necessità di rafforzare nel piano un messaggio sui potenziali di crescita dei sistemi ibridi, che pur rappresentando attualmente una nicchia di mercato, hanno straordinarie potenzialità in un contesto di decarbonizzazione sostenibile, di risparmio energetico e di qualità dell'aria.

Nella sua versione definitiva la SEN ha introdotto il riconoscimento della tecnologia ibrida.

Per questi sistemi si tratta di creare le condizioni per uno sviluppo di mercato: incentivazione, semplificazione legislativa, pieno riconoscimento come tecnologia che contribuisce agli obiettivi di efficienza energetica e crescita delle rinnovabili termiche.

Condividiamo, insieme a Confindustria, la posizione della SEN secondo cui si ritiene fondamentale garantire una continuità nel supportare lo sviluppo di nuove tecnologie rinnovabili allo scopo di portarle alla maturità tecnologica ed economica.

Efficienza Energetica

Il punto di partenza per l'Italia al 2015 in termini di obiettivi di efficienza energetica al 2030, è positivo: l'intensità energetica in Italia, infatti, è pari a circa 100 tep (tonnellate equivalenti di petrolio) per milione di euro di PIL nel 2015; il valore risulta leggermente inferiore rispetto alla media UE28.

Il calore risulta la quota più importante; allo stesso modo e in ordine di incidenza trasporto, residenziale e industria si confermano le tre aree di interesse.

In linea con gli obiettivi precedentemente fissati al 2020, e coerentemente con le nuove politiche comunitarie, l'attesa nazionale di consumi di energia finale risulta pari a 9Mtep/anno al 2030, da conseguire prevalentemente nei settori non ETS attraverso iniziative per la riduzione dei consumi energetici economicamente sostenibili, dando impulso alle filiere dell'edilizia e della produzione e installazione di impianti, sfruttando le eccellenze che caratterizzano la consolidata tradizione industriale.

Con uno sguardo al settore residenziale, ma similmente per il settore terziario, tra gli obiettivi c'è sicuramente quello di ottimizzare il meccanismo delle detrazioni fiscali, introdurre un regime obbligatorio di risparmio in capo ai venditori dell'energia, stimolare i finanziamenti per l'efficienza energetica da parte di istituti di credito, rafforzare la riqualificazione energetica del patrimonio residenziale pubblico e incrementare la sostituzione di impianti di riscaldamento e raffrescamento ormai obsoleti attraverso la sensibilizzazione dei cittadini e la definizione di politiche incentivanti proporzionate all'efficienza dell'intervento.

I sistemi ibridi per riscaldamento

Assotermica

Edilizia e impiantistica ai giorni nostri

Il Patrimonio Edilizio Nazionale

Come si evince anche dai dati del CRESME, lo stock edilizio in Italia supera i 53,7 milioni di unità di cui l'82% circa riferito al settore residenziale con oltre 30,6 milioni di abitazioni; gli immobili con destinazione commerciale sono più di 2,8 milioni e comprendono principalmente negozi, centri commerciali e laboratori artigianali. Vi sono poi 655.100 immobili per attività produttive (capannoni industriali e artigianali) ed all'incirca altrettante unità ad uso ufficio.

Se ci concentriamo sull'ambito residenziale, si osserva, sempre da dati CRESME, che più del 61% delle abitazioni esistenti è servita da impianto autonomo e il 18% (pari a circa 5,6 milioni di abitazioni per 0,8 milioni di impianti) è riscaldata da un impianto centralizzato

La tipologia di combustibile più utilizzata è il gas naturale (65% dei casi), seguita da combustibili liquidi (11%), solidi (7%) ed energia elettrica (7%). Esiste poi una parte di edifici non riscaldati o senza impianto fisso, quali ad esempio seconde case o abitazioni inutilizzate per le più svariate ragioni.

Il patrimonio edilizio nazionale è pertanto estremamente variegato e, se andiamo a mapparlo con la dotazione impiantistica, vediamo che, delle circa 19 milioni di caldaie installate nel nostro Paese, una buona fetta è più vecchia di 15 anni e pertanto caratterizzata da elevati consumi ed alte emissioni.

Perdi più la maggior parte degli edifici (circa il 35%) è stata costruita tra gli anni '60 e '70 e presenta pertanto delle caratteristiche dei sistemi di evacuazione dei fumi di cui spesso bisogna tenere conto nella sostituzione dell'impianto termico.

Ulteriori considerazioni riguardano le nuove costruzioni, che rappresentano una percentuale minimale rispetto allo stock esistente e un percettibile incremento del potere di spesa delle famiglie dopo anni di crisi, che dovrebbe stimolare il mercato della riqualificazione, già oggi trainante per l'edilizia.

Questa contestualizzazione è importante perché la legislazione tecnica europea e nazionale pone diversi obiettivi e assegna strumenti diversi a seconda che si consideri la progettazione di un nuovo edificio, la riqualificazione più o meno pesante di uno esistente o la semplice sostituzione dell'impianto termico.

Come vedremo nel seguito, ad oggi l'Italia è uno dei Paesi in Europa che può beneficiare del maggior numero d'incentivi per la sostituzione dell'impianto di riscaldamento e che ha fissato degli standard costruttivi di buon livello per quanto riguarda il contenimento dei consumi e l'integrazione con fonti rinnovabili delle nuove costruzioni.

Analisi del mercato degli impianti termici nello scenario UE

L'industria nazionale degli impianti termici rappresenta un'eccellenza europea.

L'Italia è il secondo Paese produttore di apparecchi e componenti per impianti termici, dopo la Germania, e il secondo mercato di sbocco, dopo il Regno Unito. Tale leadership è dovuta all'eccellenza di molte imprese del settore che, sebbene abbiano una dimensione internazionale, sono fermamente radicate al territorio, dove hanno contribuito alla creazione di diversi distretti industriali.

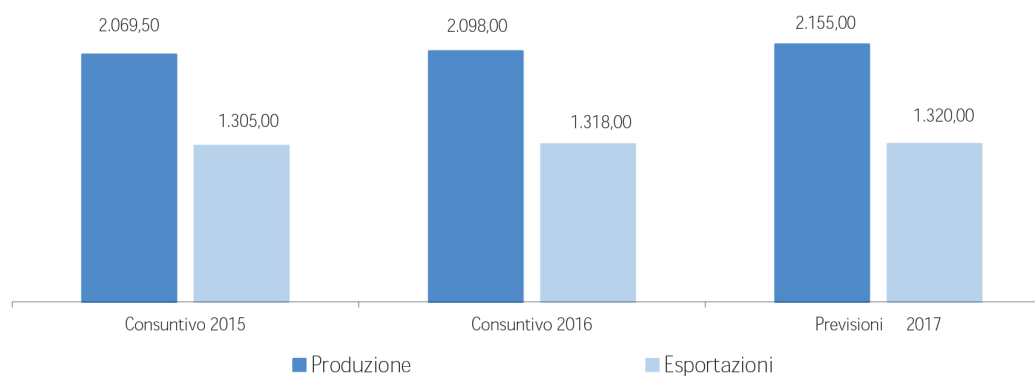
Il 2017 si è chiuso con una crescita del valore della produzione (+7,5%) e anche per il 2018 si prevede un trend al rialzo seppur più contenuto (+4,4%).

Un dato importante è legato all'export, che continua a rappresentare una quota ampiamente superiore al 50% del mercato, indice dell'apprezzamento dei nostri prodotti all'estero con una crescita costante negli ultimi anni verso i mercati asiatici e verso i paesi dell'Europa non UE.

L'occupazione nel 2017 è rimasta invariata e si prevede in leggera crescita nel 2018 (+0,6%).

Gli investimenti nel corso del 2017 sono aumentati (+6,5%) e si prevede possano aumentare ancora nel corso del 2018 (+6,1%).

20



Variabili		Consuntivo 2015	Consuntivo 2016	Previsioni 2017	16/15 %	17/16 %
Produzione	mln euro	2.069,50	2.098,00	2.155,00	1,4	2,7
Esportazioni	mln euro	1.305,00	1.318,00	1.320,00	1,0	0,2
Export/Produzione	%	63	63	61	-	-
Occupazione	unità	10.950	10.980	10.980	0,3	0,0
Investimenti	mln euro	155,00	155,00	165,00	0,0	6,5
Utilizzo impianti	%	75	75	75	-	-
Prezzi	%	0	0	+1	-	-

Le cifre soprariportate si riferiscono ai seguenti prodotti: bruciatori, caldaie, corpi scaldanti, strumentazione, generatori di aria calda e sistemi radianti (intesi come moduli a tubi radianti e nastri radianti, apparecchi di tipo B o C alimentati direttamente a gas combustibile con scambio di calore indiretto nell'ambiente da riscaldare. Sono esclusi gli apparecchi radianti a scambio diretto di tipo A quali gli emittori ad incandescenza così come gli impianti a pannelli radianti che utilizzano un fluido vettore intermedio quali le termosifoni a soffitto, pannelli a pavimento ecc.)

Elaborazione UFFICIO STUDI ANIMA - Giugno 2017

Fig. 6 - Apparecchi e componenti per impianti termici

Grazie ad una maggior sensibilità verso le tematiche del risparmio e dell'efficienza energetica, nel corso degli anni il mercato nazionale si è spostato verso apparecchiature più innovative, ma la «svolta epocale» è avvenuta con il Regolamento 813/2013 di Ecodesign, che ha introdotto nuovi requisiti minimi di rendimento dei prodotti commercializzati e, di fatto, ha spostato il mix verso le caldaie a gas condensazione, che oggi rappresentano la maggioranza del venduto.

Anche le pompe di calore sono cresciute con un trend più stabile e, insieme alle caldaie a condensazione, alimentano una filiera impiantistica che – da sola – vale circa un terzo del totale dell'industria delle costruzioni in termini di occupati, fatturato aggregato e valore della produzione.

La figura che segue rappresenta l'andamento del mercato Italia delle principali apparecchiature per il riscaldamento negli ultimi anni:

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
caldaie tradizionali	633.000	587.900	504.000	466.500	469.000	77.600	84.500
caldaie condensazione	302.000	269.500	304.500	280.200	305.400	540.600	666.700
pompe di calore	6.500	8.500	11.000	13.500	17.500	21.000	26.000

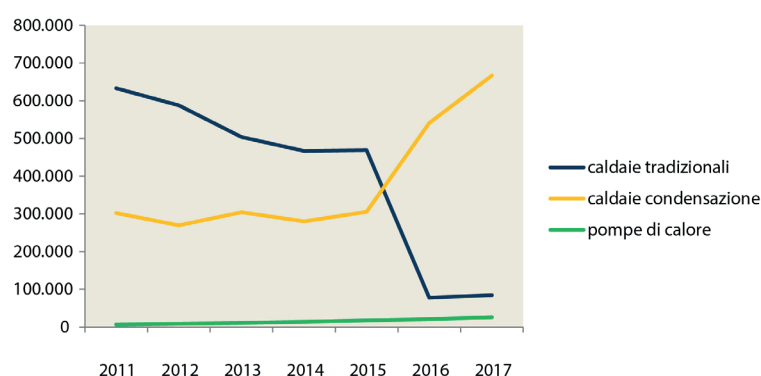


Fig. 7 - Numero apparecchi venduti distinti per tipologia

In questo contesto, complice anche la spinta legislativa europea di regolamenti quali quelli sull'etichettatura energetica degli apparecchi per il riscaldamento, si propongono all'utente finale sempre più soluzioni integrate, che oggi interagiscono tra di loro (mentre fino a poco tempo fa erano destinate ad applicazioni diverse).

Dalla tabella che segue è apprezzabile la crescita del segmento degli apparecchi ibridi per il riscaldamento, costituiti da una pompa di calore e da un generatore a condensazione. Seppur rappresentino ancora una nicchia di mercato, le aspettative sono molto alte sia per la forte adattabilità, come si vedrà in seguito, agli edifici esistenti sia per i meccanismi d'incentivazione specificatamente definiti per questi prodotti.

Anno	N. pezzi	Variazione % su anno precedente
2014	1.861	
2015	3.276	+76%
2016	4.534	+38%
2017	6.574	+45%

Tab. 1 - Numero apparecchi ibridi venduti (2014/2017)

Con questa crescita netta l'Italia si pone al primo posto tra i mercati di riferimento degli apparecchi ibridi, ben al di sopra anche di Paesi quali la Germania e la Francia.

L'innovazione tecnologica in Italia

Come già scritto, l'Italia si colloca tra i primi Paesi per valori di produzione di apparecchi per il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua ad uso sanitario.

Questa leadership è stata acquisita negli anni grazie al fatto che le aziende hanno saputo anticipare i tempi e acquisire fette di mercato anche all'estero grazie all'innovazione tecnologica. E' così che l'industria nazionale ha rafforzato la propria presenza sugli scenari internazionali con le prime caldaie murali a gas negli anni '80, sfruttando le competenze acquisite con il processo di metanizzazione del Nord Italia e con le caldaie murali da esterno successivamente.

Gli anni '90 hanno visto poi lo sviluppo delle caldaie a condensazione, che paradossalmente trovavano un maggior terreno fertile all'estero piuttosto che entro i nostri confini, mentre dagli anni duemila in avanti si sono affacciate con forza anche in Italia le tematiche legate all'efficienza energetica e all'utilizzo delle fonti rinnovabili.

In ambito nazionale i valori minimi consentiti dalla legislazione in materia di efficienza energetica risalgono principalmente al DPR 412/93 e, più di recente, all'attuazione della direttiva europea sulle prestazioni energetiche degli edifici con i Decreti Legislativi n. 192/05 e n. 311/06 e, successivamente, i Decreti Ministeriali del 26 giugno 2015.

Infine la grande «svolta epocale» è stata data da alcuni Regolamenti europei che sono intervenuti direttamente su quanto è immesso sul mercato dai fabbricanti e che hanno sostanzialmente cambiato l'approccio e le dinamiche di filiera. I loro riferimenti sono:

- **REGOLAMENTO DELEGATO (UE) N. 811/2013**
che integra la 2010/30/UE [...] per quanto riguarda l'etichettatura indicante il consumo d'energia degli apparecchi per il riscaldamento d'ambiente, degli apparecchi di riscaldamento misti, degli insiemi di apparecchi per il riscaldamento d'ambiente, dispositivi di controllo della temperatura e dispositivi solari...
- **REGOLAMENTO DELEGATO (UE) N. 812/2013**
che integra la 2010/30/UE [...] per quanto concerne l'etichettatura energetica degli scaldacqua, dei serbatoi per l'acqua calda e degli insiemi di scaldacqua e dispositivi solari
- **REGOLAMENTO (UE) N. 813/2013**
Recante modalità di applicazione della 2009/125/CE [...] in merito alle specifiche per la progettazione eco-compatibile degli apparecchi per il riscaldamento d'ambiente e degli apparecchi di riscaldamento misti

- **REGOLAMENTO (UE) N. 814/2013**
Recante modalità di applicazione della 2009/125/CE [...] in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile degli scaldacqua e dei serbatoi per l'acqua calda.

Questi Regolamenti, che per loro natura sono applicabili con le stesse modalità in tutta Europa, hanno implicato un drastico calo nelle vendite di apparecchi tradizionali che, salvo particolari deroghe, non sono più ammessi per legge. Contestualmente si sono sempre più diffusi prodotti tecnologicamente più evoluti e, oggi, il mercato delle caldaie a gas è spostato prevalentemente sugli apparecchi a condensazione. Nei prossimi anni si parlerà sempre più di progettazione integrata edificio-impianto, con un'attenzione maggiore al fabbisogno energetico legato all'acqua calda sanitaria.

Nella riqualificazione energetica troveranno spazio soluzioni che ottimizzeranno il rapporto costi/benefici; in tal senso i sistemi ibridi che, grazie alla logica di funzionamento, combinano le migliori prestazioni dell'unità funzionale a combustione e di quella a pompa di calore, possono essere una soluzione vincente.

Uno studio europeo che Assotermica ed EHI (European Heating Industry) hanno commissionato a Ecofys, una primaria società di consulenza in campo energetico, delinea il contributo che le molteplici tecnologie per la climatizzazione (invernale ed estiva) e la produzione di acqua calda sanitaria daranno ai fini del raggiungimento dei nuovi obiettivi energetici e ambientali e ipotizza nuovi scenari di mercato.

La stima è stata effettuata sulla base di valutazioni dell'industria europea sui potenziali di crescita e i cambiamenti attesi nel mix di vendita di prodotti e sistemi, le innovazioni tecnologiche, la percezione della filiera e dell'utente verso queste innovazioni e le politiche legislative in atto.

In questa fotografia le soluzioni ibride hanno un tasso di crescita estremamente importante.

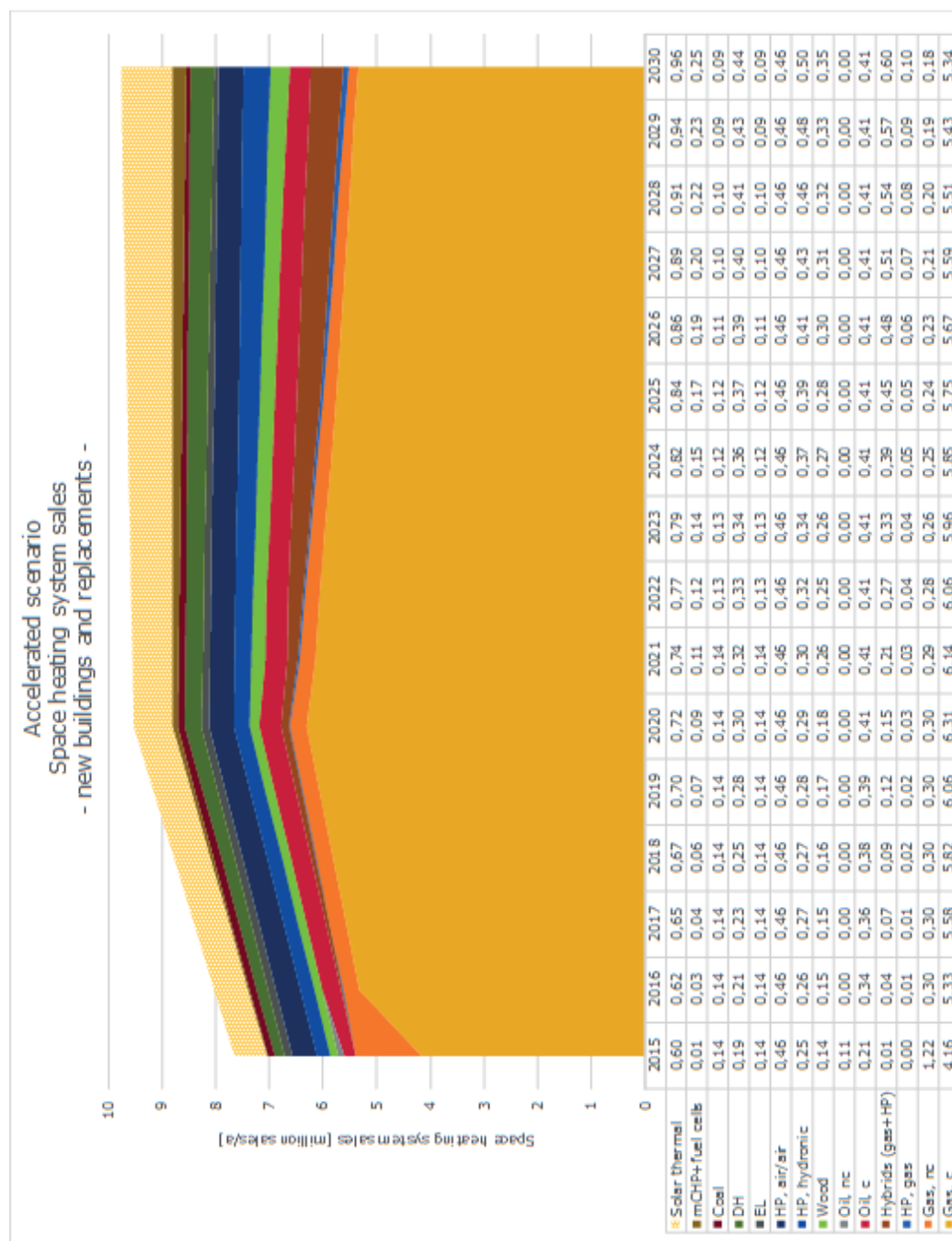


Fig. 8 - Scenario EHI sulle vendite di tecnologie impiantistiche (2015-2027)

Fonte dati ECOFYS

I sistemi ibridi come nuova prospettiva tecnologica

Come funziona il riscaldamento?

Riscaldare un'abitazione significa fornire calore con un sistema di riscaldamento: la soluzione tecnica più diffusa per riscaldare gli ambienti è quella che usa acqua calda in un circuito chiuso che trasporta e distribuisce il calore prodotto da un generatore di calore (caldaia) attraverso i terminali d'impianto (tipicamente radiatori)¹.

L'acqua è quindi il fluido «termovettore» più comune, la sua circolazione nell'impianto è assicurata da una o più pompe².

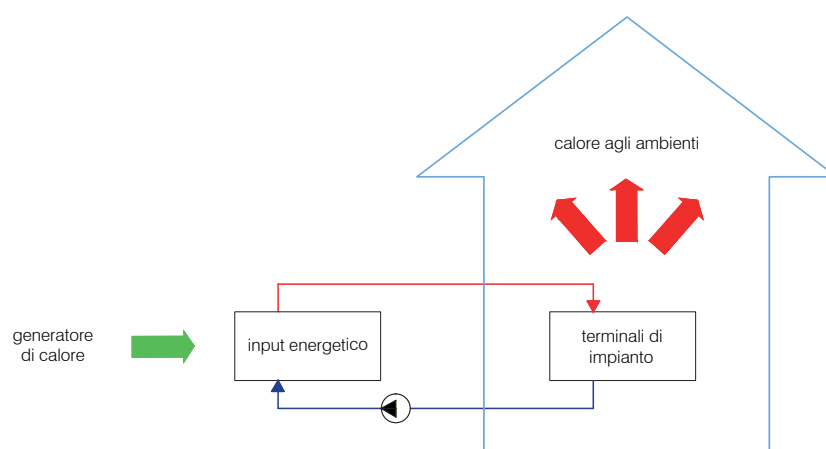


Fig. 9 - Schema concettuale di un impianto di riscaldamento

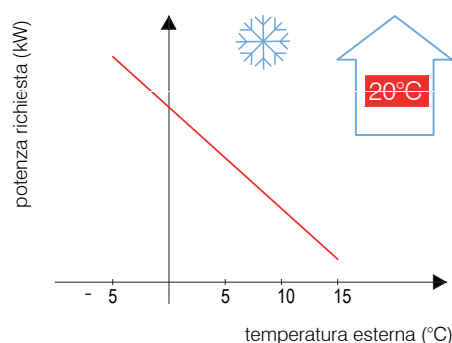


Fig. 10 - La potenza richiesta per riscaldare gli ambienti aumenta col ridursi della temperatura esterna, ossia con l'aumentare della differenza di temperatura tra esterno e interno

- 1 Con il termine «terminali d'impianto» si intendono le parti dell'impianto che cedono il calore all'ambiente da riscaldare. I terminali d'impianto più comuni sono: i radiatori, i ventilconvettori (fan-coil), i pannelli radianti, gli scaldi-salviette, le bocchette di erogazione dell'aria, etc.
- 2 In passato era diffuso il sistema a circolazione naturale a «termosifone», dove la circolazione dell'acqua era generata dalla differenza di densità (dovuta alla diversa temperatura) tra l'acqua calda in caldaia e l'acqua più fredda uscente dai radiatori

La quantità di calore necessaria a garantire il comfort negli ambienti dipende da diversi fattori: le dimensioni dell'edificio, la qualità degli isolamenti termici, la differenza di temperatura tra ambiente riscaldato e l'esterno.

A parità di involucro le dispersioni di calore dipendono quasi unicamente dalla differenza di temperatura tra gli ambienti interni e la temperatura esterna.

Maggiore sarà la differenza di temperatura, maggiore sarà la potenza necessaria per mantenere caldi gli ambienti così, per esempio, una fredda giornata di gennaio richiederà più potenza all'impianto rispetto a una più mite giornata di aprile.

Ma come si regola la potenza erogata da un impianto di riscaldamento? La soluzione tecnica più diffusa è quella di regolare la temperatura dell'acqua calda circolante nei terminali d'impianto: quando la potenza richiesta per il riscaldamento è bassa la temperatura di «mandata» dell'acqua (ossia la temperatura dell'acqua in uscita dal generatore di calore e diretta verso i terminali d'impianto) sarà bassa, quando invece la potenza richiesta sarà alta la temperatura dell'acqua di mandata salirà³.

Qual è la temperatura massima di mandata? Viene scelta dal progettista in funzione del tipo di terminale d'impianto adottato e in particolare dalla sua superficie di scambio termico.

La stessa potenza termica, necessaria a scaldare un locale può, infatti, essere ceduta da un terminale d'impianto avente un'ampia superficie (come ad esempio un radiatore composto da molti elementi o un pannello a pavimento) e alimentato con acqua a bassa temperatura (35 °C) oppure da un terminale alimentato con acqua a più alta temperatura e con una ridotta superficie di scambio (ad es. un radiatore con pochi elementi e acqua a 80 °C). Come si vedrà più avanti la temperatura massima di mandata ha un'influenza importante sia sul comfort ambientale, sia sulle prestazioni del sistema ibrido. Oggi, con il miglioramento dell'innovazione tecnologica si tende a mantenere la temperatura massima di progetto più bassa che in passato.

³ Oggi si vanno sempre più diffondendo impianti che regolano la potenza modificando sia la temperatura, sia la portata dell'acqua in circolazione dell'impianto. Un semplice esempio è quello delle valvole termostatiche che regolano la portata dell'acqua in circolazione nei radiatori serviti. La regolazione della temperatura di mandata è comunque il sistema «di base» per tutti i sistemi di regolazione, più o meno evoluti.

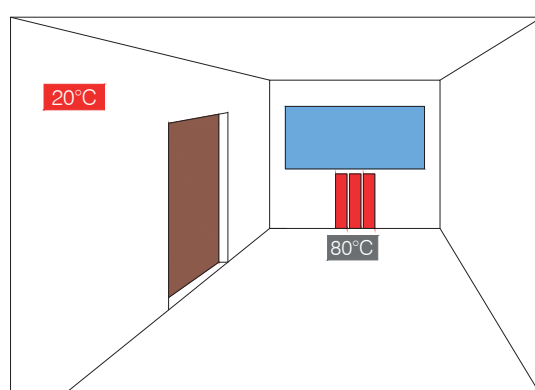
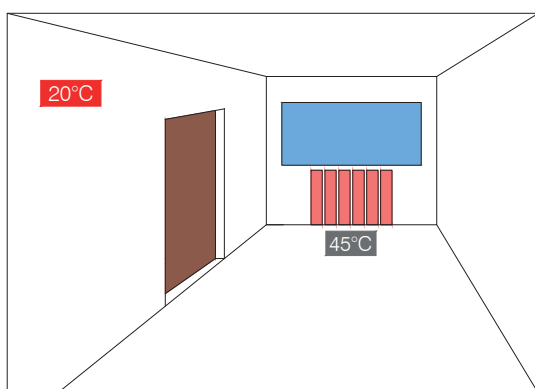
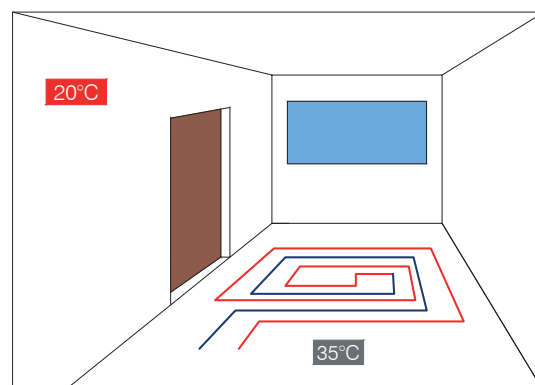


Fig. 11 - La stessa potenza termica può essere scambiata dal terminale d'impianto con un'ampia superficie e acqua a bassa temperatura o con superfici ridotte e acqua a più alta temperatura

Gli apparecchi «ibridi»

Che cos'è un sistema di riscaldamento ibrido? Il termine «ibrido» è usato in diversi campi, per quanto riguarda la climatizzazione degli ambienti⁴ sta a indicare l'unione in un unico apparecchio di due (o più) tecnologie con funzioni di generazione di calore/produzione acqua calda sanitaria.

La configurazione di «ibrido» che si sta maggiormente diffondendo è quella che vede l'unione di una pompa di calore, in genere azionata elettricamente (o a gas), con una caldaia a condensazione alimentata da combustibili fossili (generalmente gas naturale oppure GPL), si ribadisce che il concetto di ibrido non è necessariamente legato a questa configurazione.

Caldaia e pompa di calore hanno entrambe punti di forza e punti deboli e la configurazione «ibrida» vuole unirne i pregi, compensandone le criticità.

La Caldaia

La tecnologia storicamente più diffusa per il riscaldamento è quella della caldaia. Con la caldaia sono nati i moderni sistemi di riscaldamento, dove il calore generato dalla combustione di un qualunque combustibile poteva essere distribuito negli ambienti tramite un fluido termovettore (acqua calda, vapore) senza la necessità di avere un caminetto o una stufa (con i problemi connessi) in ogni locale da scaldare.

La caldaia si è ovviamente evoluta molto nel tempo arrivando oggi alla sua configurazione più efficiente, la caldaia a condensazione, che sfrutta al massimo l'energia contenuta nel combustibile.

Le caldaie oggi in commercio coprono un vasto campo di potenze: i modelli in commercio consentono di riscaldare dal piccolo appartamento al grosso centro commerciale.

Senza entrare troppo nei dettagli, ogni caldaia è dotata di un bruciatore, ove avviene la combustione; i fumi caldi prodottisi nella combustione cedono la loro energia termica a uno scambiatore di calore, al cui interno circola l'acqua del circuito di riscaldamento. I fumi sono poi smaltiti al camino, mentre l'acqua calda è inviata ai terminali d'impianto tramite una pompa di circolazione. La condensa derivante dal raffreddamento dei fumi è raccolta e smaltita mediante uno scarico dedicato. Una scheda elettronica di gestione dell'insieme completa i componenti di base di una caldaia, che sono racchiusi in un involucro di protezione

E' importante precisare che le moderne caldaie a condensazione possono essere adeguate sia su impianti esistenti con mandata ad alta temperatura, che su impianti a media e bassa temperatura, dove esprimono al meglio il loro potenziale.

Le caldaie possono essere destinate al solo riscaldamento degli ambienti oppure «combinare», ossia in grado di produrre anche acqua calda sanitaria. In questo caso nel circuito dell'acqua di riscaldamento è presente un secondo scambiatore di calore che va a scaldare l'acqua sanitaria proveniente dall'acquedotto: nel funzionamento in riscaldamento lo scambiatore secondario non è usato; nel momento in cui è richiesta acqua calda sanitaria un'apposita valvola devia l'acqua calda del circuito riscaldamento (normalmente diretta ai terminali d'impianto) verso lo scambiatore secondario.

La produzione «istantanea» è conveniente solo per un numero limitato di punti di prelievo⁵ (es. utenze monofamiliari), mentre per utenze maggiori si adotta il sistema ad accumulo, ma il principio di funzionamento è il medesimo.

4 Il termine climatizzazione va inteso in senso «ampio» di controllo delle condizioni microclimatiche di un ambiente, mediante un sistema tecnologico. Tipicamente la climatizzazione prevede il riscaldamento/umidificazione degli ambienti in inverno e il loro raffreddamento/deumidificazione in estate.

5 I punti di prelievo dell'acqua calda sanitaria sono i rubinetti dei lavelli, le docce, le vasche da bagno, etc.

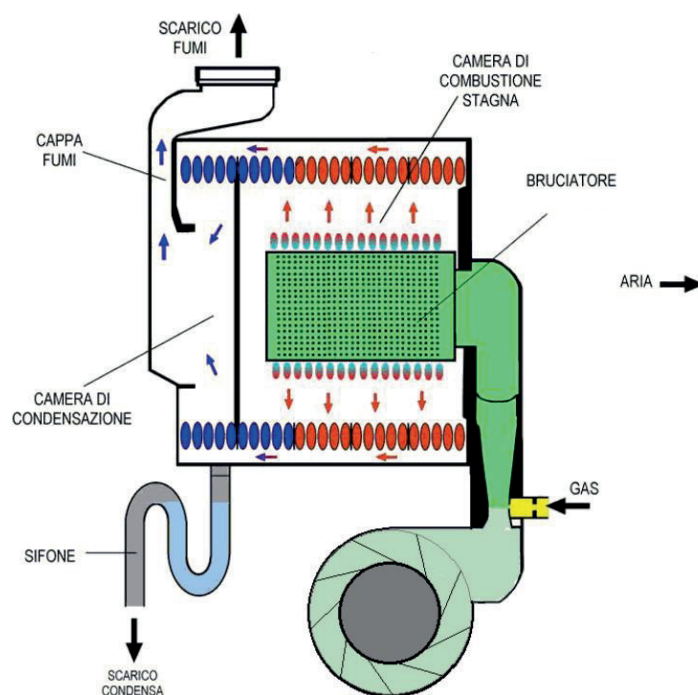


Fig. 12 - Schema di una caldaia a condensazione

Le prestazioni di una Caldaia

Una caldaia è progettata per fornire una determinata potenza massima e per poterla modulare secondo le esigenze. Questa potenza è sempre disponibile e non dipende, se non in minima parte, dalle condizioni di lavoro. Non è così invece per le pompe di calore, la cui potenza massima erogabile può variare significativamente in funzione delle condizioni ambientali, come si vedrà più avanti.

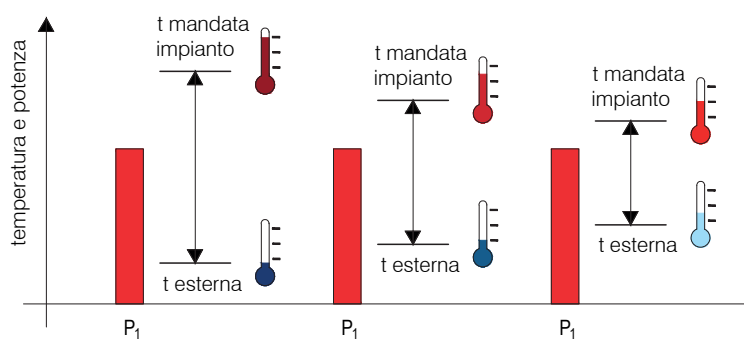


Fig. 13 - La potenza massima di una caldaia è indipendente dalle condizioni di lavoro

Per quanto molto efficiente, una caldaia a condensazione non è una macchina perfetta e non tutta l'energia posseduta dal combustibile può essere trasferita all'acqua del circuito di riscaldamento. Le perdite principali delle caldaie sono la perdita di calore dei fumi al camino e le perdite termiche attraverso il mantello della caldaia.

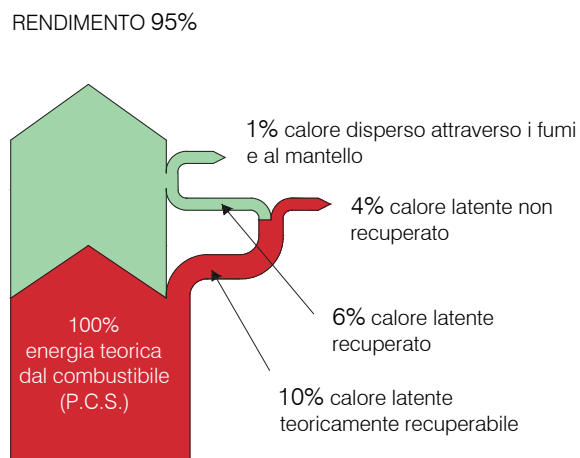


Fig. 14 - Bilancio termico di una caldaia a condensazione (sul potere calorifico superiore)

La Pompa di Calore- PdC

L'applicazione del ciclo frigorifero in funzione «pompa di calore» per il riscaldamento degli ambienti ha trovato negli ultimi anni, anche grazie all'evoluzione tecnologica, una vasta e sempre più ampia applicazione nel settore della climatizzazione.

Inoltre la gran parte delle macchine oggi presenti sul mercato sono reversibili (ad esempio la grande maggioranza degli «split») e possono svolgere sia la funzione di riscaldamento (inverno), sia la funzione di raffrescamento (estate).

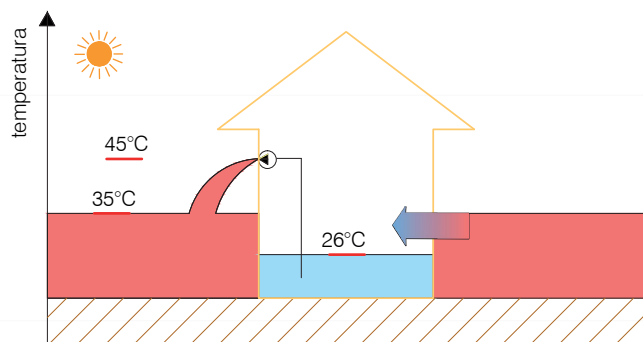
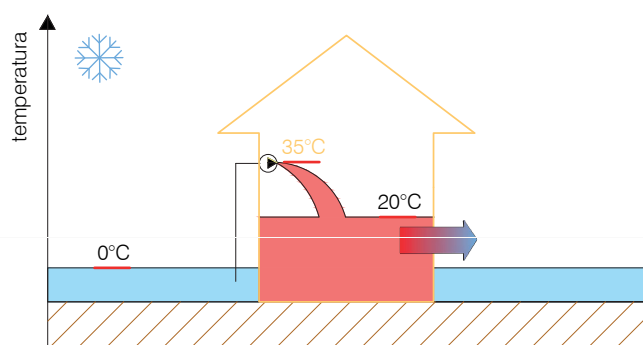
La possibilità di avere entrambe le funzioni è data da una speciale valvola presente nel circuito del fluido refrigerante (detta valvola di inversione del ciclo).

In molti casi è possibile anche la produzione di acqua calda sanitaria, quasi sempre con un sistema ad accumulo.

Nella pubblicazione presente si farà riferimento alla funzione di riscaldamento, ma la possibilità di un apparecchio ibrido di poter produrre anche acqua refrigerata per l'estate rappresenta un indubbio «plus» rispetto ai sistemi tradizionali.

Principio di funzionamento di una Pompa di Calore

Concettualmente la pompa di calore funziona come un normale frigorifero, (il principio di funzionamento è lo stesso!) e lavora prendendo del calore (energia termica) da un ambiente per trasferirlo a un altro. L'effetto utile che si ottiene dipende dal «lato» da cui si guarda la macchina: quello di un «condizionatore» se vogliamo raffrescare un ambiente, di una «pompa di calore» se vogliamo riscaldarlo.



31

Fig. 15 - Schema concettuale di funzionamento di una PdC: in alto in modalità riscaldamento (inverno) in basso in modalità raffreddamento (estate)

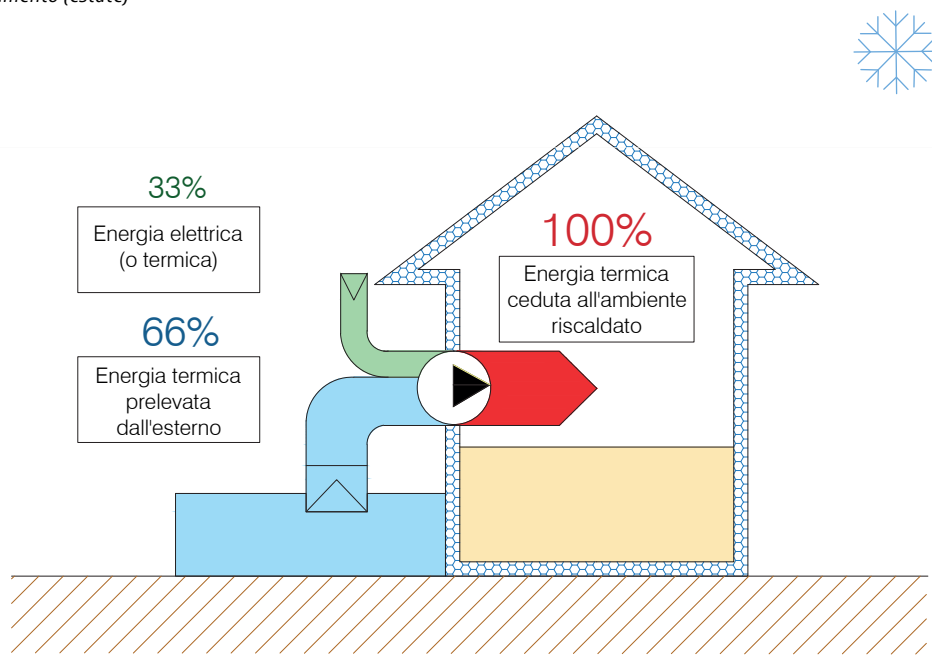


Fig. 16 - Bilancio energetico (indicativo) di una pompa di calore

Per svolgere il suo lavoro la PdC ha bisogno di un input energetico, fornito dall'energia elettrica prelevata dalla rete o dalla rete di alimentazione gas (metano o GPL). Il vantaggio principale nell'uso della PdC per il riscaldamento è che solo una parte dell'energia richiesta per mantenere caldi gli ambienti deve essere fornita dalla rete (elettrica o gas); la restante quota è fornita gratuitamente dall'energia «pompa» dall'ambiente esterno, con considerevoli risparmi energetici. Indicativamente la quantità di energia elettrica da fornire alla PdC è circa $1/3 \div 1/4$ dell'energia termica erogata mentre quella termica per alimentare una PdC a gas circa $1/2$ o $2/3$ dell'energia termica erogata.

COP di una Pompa di Calore

La prerogativa di consumare solo una parte dell'energia termica erogata (e di prendere «in prestito» la parte restante) è quella che caratterizza maggiormente le pompe di calore. Da essa può essere calcolato un parametro fondamentale per la valutazione dell'efficienza di una pompa di calore ossia il suo COP - coefficient of performance (coefficiente di prestazione, che nel caso di PdC azionate a gas è detto GUE gas utilization efficiency).

Tale coefficiente indica quanta potenza (oppure energia) è erogata da una pompa di calore per un input energetico unitario.

Il COP può essere definito su valori istantanei, come rapporto tra potenze, oppure lungo un arco di tempo, come energie scambiate in quel periodo (es. durante tutta la stagione di riscaldamento):

$$\text{COP o GUE} = \frac{\text{potenza termica erogata}}{\text{potenza assorbita (elettrica o gas)}}$$
 Valore istantaneo, calcolato come rapporto tra potenza termica resa e potenza assorbita.

$$\text{COP o GUE} = \frac{\text{energia termica erogata}}{\text{energia assorbita (elettrica o gas)}}$$
 Media di valori nel tempo (es. orario, stagionale, etc.) come rapporto tra l'energia termica resa e l'energia consumata.

Per la valutazione delle prestazioni delle PdC elettriche è necessario però considerare un contesto più ampio e spingersi a monte di quanto avviene «prima della presa di corrente». L'elettricità non è disponibile in natura (come ad es. il gas naturale) e deve essere prima prodotta nelle centrali elettriche, che hanno un loro rendimento.

In altre parole, l'elettricità per far funzionare la pompa di calore va generata e ciò avviene con un rendimento che è inferiore al 100%, quindi con un costo energetico aggiuntivo.

Va poi considerato che una parte dell'energia elettrica è prodotta bruciando combustibili fossili in centrali termoelettriche, un'altra parte è prodotta sfruttando centrali alimentate da fonti rinnovabili (eolica, solare, idraulica)⁶.

Il COP va quindi valutato sulla base dell'energia primaria, considerando cioè l'energia consumata dalle centrali elettriche per produrre l'energia elettrica.

In generale, affinché sia coerente, il confronto tra diverse fonti di energia va fatto sul consumo di energia primaria. È questo il motivo per cui i valori delle prestazioni delle pompe di calore, indicati nelle etichette energetiche previste dalla direttiva "Labelling" 2010/31/CE sono indicativamente compresi tra 100%÷150%: essi indicano il valore del COP medio della pompa di calore elettrica diviso per il rendimento medio di generazione dell'energia elettrica (assunto pari al 40%) indicando così quanta energia otteniamo (es. 150) consumando 100 di energia primaria. Come si vede comunque il bilancio è positivo e considerando anche il crescente contributo della generazione elettrica da fonti rinnovabili non può che crescere ulteriormente in futuro.

⁶ Vi sono poi la fonte nucleare, che in Italia pesa solamente nell'energia elettrica importata e il contributo di fonti rinnovabili quantitativamente meno rilevanti quali le biomasse e la geotermia

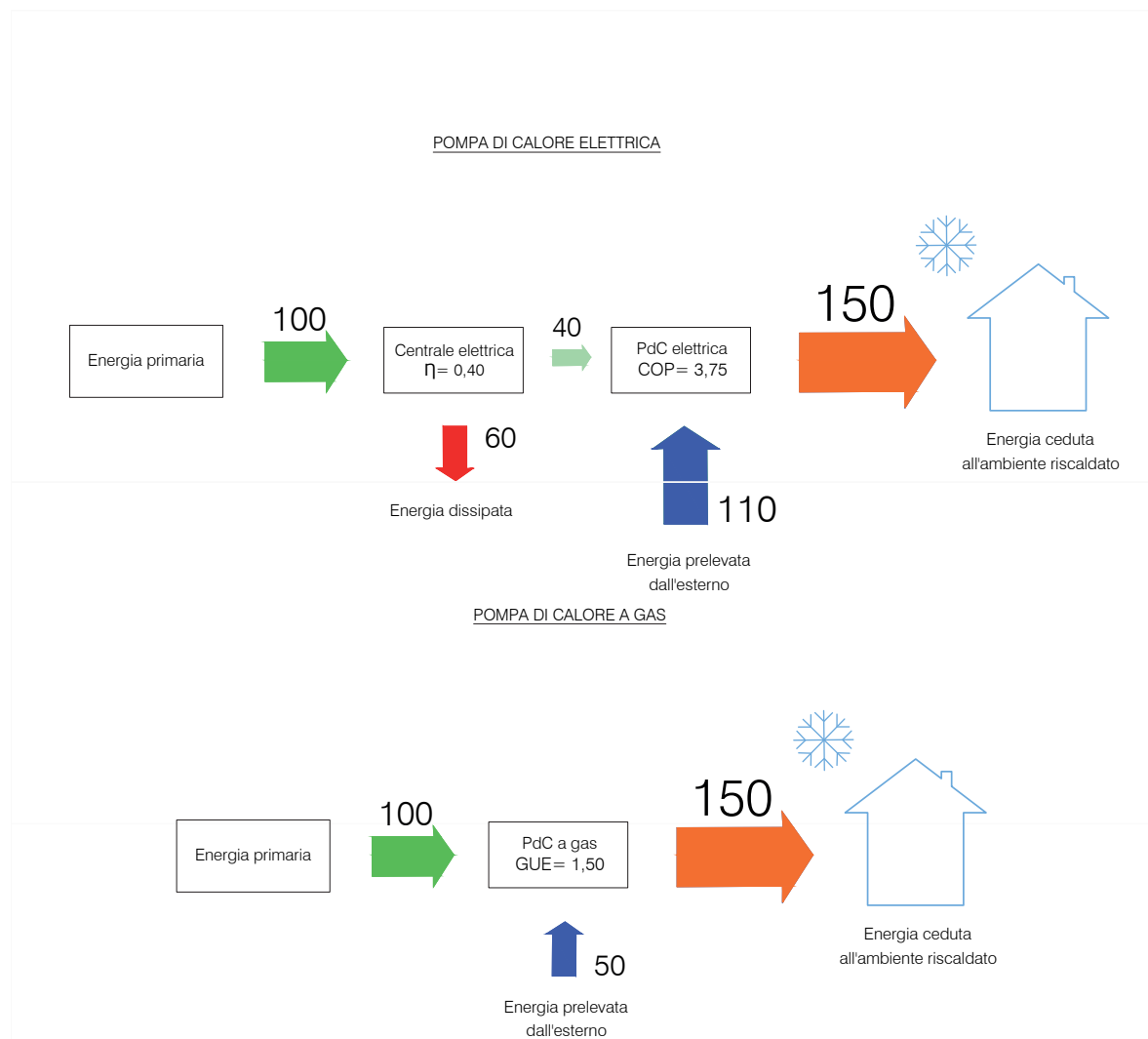


Fig. 17 - Esempio di bilancio energetico per pompe di calore elettriche e a gas

Sorgenti termiche delle Pompe di Calore

Le pompe di calore possono essere classificate in funzione delle «sorgenti» da cui prelevano l'energia termica.

- La sorgente più comune è l'aria esterna: il suo sfruttamento è molto semplice, non necessita di opere edili importanti o di ampi spazi come in altri casi ed è sempre disponibile e ha costi operativi limitati. Come nei «normali» condizionatori il calore è prelevato dall'aria tramite una batteria alettata (simile al radiatore di un'automobile); la batteria alettata è dotata di uno o più ventilatori, che provvedono alla circolazione dell'aria, promuovendo lo scambio termico, come nei comuni condizionatori d'aria. L'aria esterna ha il difetto di avere una temperatura molto variabile, mediamente inferiore a quella di acqua e terreno, che influenza negativamente le prestazioni della pompa di calore.
- Il terreno costituisce un'ottima fonte di energia termica: a una certa profondità (una decina di metri) la sua temperatura non risente più delle variazioni stagionali e si mantiene sempre su valori pressoché costanti, confrontabili con il valore di temperatura media annua dell'aria nel luogo di

installazione (quindi superiori alle temperature invernali dell'aria). Per profondità crescenti, inoltre, la temperatura del terreno aumenta grazie all'apporto del calore endogeno terrestre.

L'uso del calore geotermico richiede però la realizzazione di sonde geotermiche, costituite da perforazioni nel terreno (generalmente pozzi verticali della profondità di diverse decine di metri) nelle quali sono inseriti dei tubi e successivamente sigillati. Nei tubi è fatta circolare acqua con antigelo che, in arrivo fredda dalla pompa di calore, si riscalda lungo il percorso. La loro realizzazione è ovviamente molto più costosa della soluzione ad aria ed è generalmente scelta in fase di progettazione dell'edificio, inoltre presenta costi di gestione più alti (pompe di circolazione del circuito geotermico).

- Quando è disponibile, è poi possibile usare come sorgente termica l'acqua di un fiume, mare o lago, tramite apposite pompe e uno scambiatore di calore dedicato, sempre che non vi siano rischi di gelo (climi particolarmente freddi). La temperatura delle acque superficiali ha variazioni di temperatura molto meno marcate dell'aria ambiente e si mantiene mediamente su livelli più elevati. In alcuni casi è anche possibile usare le acque freatiche, con notevoli semplificazioni impiantistiche rispetto all'uso di sonde geotermiche e con livelli di temperatura delle acque stabili e mediamente più elevati. Rispetto all'aria, l'acqua presenta chiaramente una minor reperibilità e l'impianto ha costi di realizzazione e manutenzione maggiori (per le necessarie pompe di circolazione e la manutenzione filtri e scambiatori di calore).

Il calore prelevato dalla sorgente fredda può essere ceduto dalla pompa di calore agli ambienti da riscaldare tramite dell'acqua calda (nel circuito di riscaldamento) o dell'aria calda.

La soluzione ibrida più comune usa pompe di calore aria/acqua che sfruttano così l'aria esterna per cedere calore all'acqua nel circuito di riscaldamento. I comuni «split» reversibili sono invece del tipo aria/aria e usano l'aria esterna per scaldare direttamente l'aria degli ambienti interni.

Schema di funzionamento di una Pompa di Calore elettrica

Le pompe di calore in commercio più utilizzate usano il principio di funzionamento detto «a compressione di vapore», anche se vi sono tecnologie che usano combustibili (gas naturale) come energia (pompe di calore ad assorbimento e a motore endotermico).

Gli elementi di base del sistema a compressione di vapore sono quattro, tutti percorsi dal fluido frigorifero: evaporatore, compressore, condensatore e valvola di espansione.

Questi elementi possono essere racchiusi in un'unità monoblocco oppure divisi in due o più unità (come nel caso degli «split» da cui deriva il loro nome), una interna e una esterna all'edificio.

- 1) Nell'evaporatore il fluido frigorifero, evapora, sottraendo calore alla sorgente di calore «fredda» (aria, acqua, terreno);
- 2) Il compressore comprime («pompa») il gas refrigerante in arrivo dall'evaporatore, innalzandone pressione e temperatura. Generalmente il compressore è azionato da un motore elettrico, ma può essere anche azionato da un motore endotermico, analogo a quello delle automobili, alimentato a gas;
- 3) Nel condensatore, il vapore di fluido refrigerante, caldo e in pressione proveniente dal compressore, cede il suo calore alla «sorgente calda» (che può essere l'acqua del circuito di riscaldamento oppure direttamente l'aria degli ambienti), condensando e tornando così liquido. Il calore ceduto alla «sorgente calda» è quello utile per il riscaldamento degli ambienti;
- 4) Una valvola di espansione regola la portata di fluido refrigerante e ne riduce la pressione. Il fluido, evapora in piccola parte ed è inviato all'evaporatore, dove riprende il ciclo.

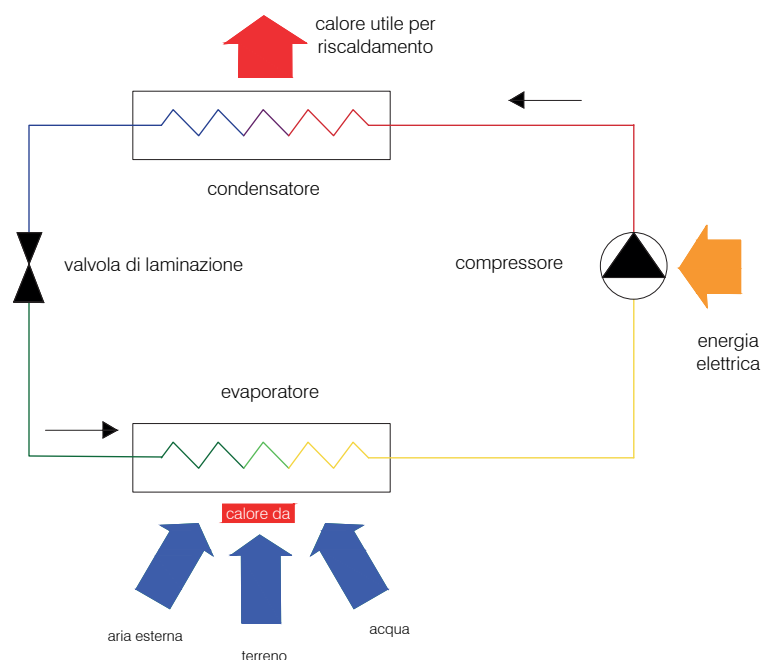


Fig. 18 - Principio di funzionamento di una pompa di calore a compressione di vapore azionata da energia elettrica

Ciclo di funzionamento di una PdC ad assorbimento a gas

35

Il ciclo termodinamico delle pompe di calore a gas (metano o GPL) è in parte simile a quello delle elettriche ma presenta, al posto del compressore di vapore, un generatore termico riscaldato da un bruciatore funzionante a gas e da un assorbitore, componente fondamentale per il processo di assorbimento insito in questo tipo di ciclo. In buona sostanza, le principali differenze sono date dalla metodologia di innesco del ciclo (bruciatore a gas anziché compressore elettrico) e dal tipo di refrigerante utilizzato (nel caso delle pompe di calore a gas una soluzione di acqua e ammoniaca, per pompe di calore elettriche un refrigerante HFC sintetico).

Le prestazioni di una Pompa di Calore

Come già visto, la potenza massima fornita da una caldaia è influenzata solo minimamente dalla temperatura esterna e la potenza può essere modulata secondo le necessità. In altre parole la potenza massima erogabile non cambia ed è sempre disponibile. Non è così per la pompa di calore, la cui potenza termica massima erogata è fortemente dipendente dalla differenza di temperatura tra la sorgente di calore (aria, acqua, suolo) e la temperatura di cessione del calore agli ambienti.

Il concetto è generale, ma vale in particolare per le pompe di calore più utilizzate, che sono del tipo aria/acqua, le cui temperature di lavoro sono quindi la temperatura dell'aria esterna (molto variabile) e la temperatura di mandata dell'acqua calda ai terminali d'impianto.

La stessa pompa di calore erogherà tanta più potenza termica quanto più è limitata la differenza tra queste due temperature: così se la giornata è fredda ed è richiesta acqua più calda, la pompa di calore erogherà una potenza inferiore rispetto a una giornata in cui la temperatura esterna sarà più mite e la

temperatura di mandata dell'acqua più bassa⁷.

Purtroppo questo comportamento è esattamente opposto a quello richiesto per riscaldare una casa poiché tanto più la giornata è fredda e tanta più potenza (e acqua a maggior temperatura) serve per scaldarla.

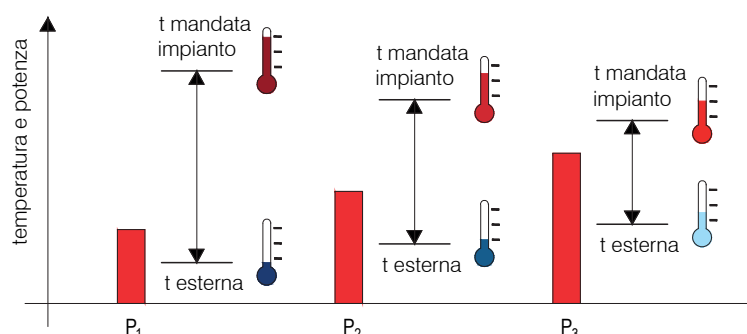


Fig. 19 - La potenza erogata da una PdC varia con la «distanza» tra le temperature di lavoro: maggiore il salto termico, minore la potenza erogata dalla pompa di calore

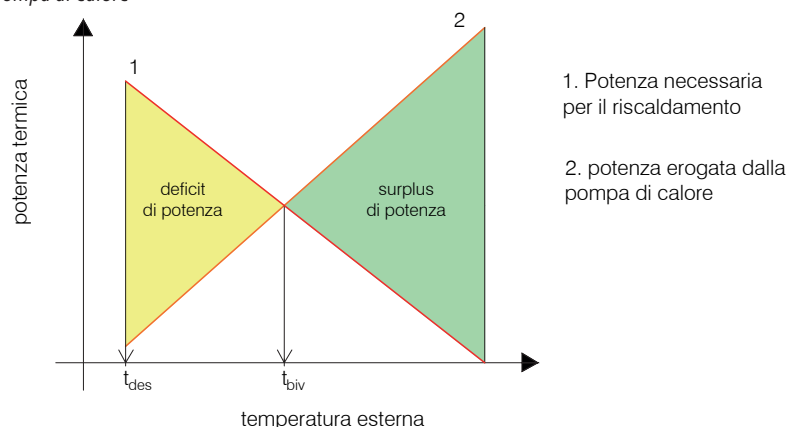


Fig. 20 - Confronto tra la potenza richiesta per scaldare un edificio e quella erogata da una PdC aria/acqua al variare della temperatura esterna

Per quanto detto, mettendo a confronto le linee della potenza erogata dalla PdC con la potenza richiesta per riscaldare gli ambienti, si nota che:

- per temperature esterne «miti» (es. autunno, primavera) la potenza erogata dalla pompa di calore sarà superiore (quindi sufficiente) a coprire i fabbisogni dell'involucro edilizio. La PdC lavorerà in On-Off oppure in modulazione, secondo il tipo di regolazione previsto dal fabbricante;
- a una certa temperatura esterna (variabile di caso in caso!) le potenze saranno uguali: la pompa di calore lavorerà al 100% della potenza e soddisferà esattamente la richiesta di potenza necessaria per mantenere in temperatura gli ambienti. Questa temperatura è detta di «bivalenza»;
- sotto la temperatura di bivalenza la PdC non è più in grado di sopperire alle richieste termiche dell'edificio e sarà necessario intervenire con della potenza termica supplementare per poter mantenere caldi gli ambienti.

Quando la potenza erogata dalla PdC non è sufficiente sono possibili le seguenti soluzioni:

⁷ Le prestazioni di una pompa di calore ad aria dipendono in realtà anche dall'umidità atmosferica, ma la trattazione dell'argomento esula dagli scopi di questa pubblicazione

- 1) si sceglie una pompa di calore di taglia maggiore, che sia in grado di sopperire al fabbisogno dell'edificio anche nelle condizioni di progetto (giornate più fredde);
- 2) si integra la pompa di calore con una resistenza elettrica;
- 3) si sceglie un apparecchio ibrido, dove si integra la pompa di calore con una caldaia, che fornirà la potenza supplementare richiesta.

Perché conviene la soluzione ibrida?

Con riferimento a quanto sopra esposto, è importante fare un'ulteriore considerazione: per quanto tempo l'edificio da riscaldare si trova nelle condizioni di progetto? Ossia, per quanto tempo nella stagione invernale l'impianto si troverà a dover erogare la massima potenza prevista?

Si prenda ad esempio l'andamento delle temperature invernali indicate per il «clima medio europeo»⁸ dalla norma EN 14825, che ha un andamento simile a una distribuzione di tipo «normale».

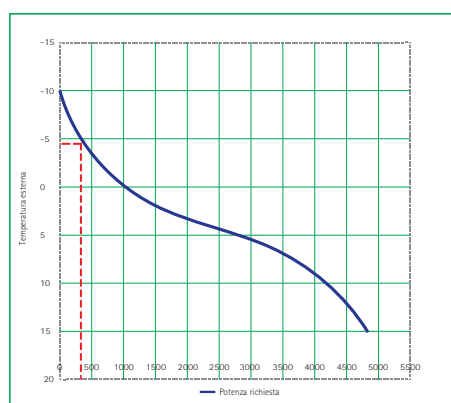


Fig. 21 - Frequenza cumulata

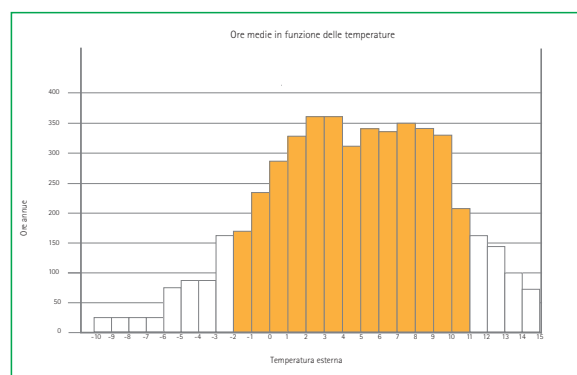


Fig. 22 - Clima average EN 14825 e frequenza accumulata

Il grafico mostra per quante ore nella stagione fredda l'aria esterna si trova a una certa temperatura. Si nota che le temperature invernali più frequenti sono comprese all'incirca tra 0 e +10 °C e che temperature inferiori a 0 °C non sono così frequenti.

⁸ Il clima medio europeo considerato dalla norma è quello della città di Strasburgo

Si veda ora il grafico precedente, riportante le frequenze cumulate, ossia per quanto tempo la temperatura in inverno (considerando la stagione lunga 4910 ore nel clima medio) è inferiore a un certo valore. Ad esempio, supponiamo che la temperatura di progetto sia -5°C . I dati statistici dicono che essa si realizza per sole 68 ore/anno. Se andiamo poi a vedere per quanto tempo le temperature sono uguali o inferiori a -5°C le statistiche ci dicono che si verificano per 168 ore/anno. Ciò vuol dire che solo per il $168/4910 = 3,4\%$ del tempo nella stagione di riscaldamento del "clima medio europeo" avremo bisogno della potenza massima.

Scegliere la prima soluzione e sovradimensionare la pompa di calore affinché eroghi la potenza massima di progetto non è sempre conveniente perché comporta costi di investimento e di esercizio non sempre giustificati.

Utilizzare una resistenza elettrica a integrazione della pompa di calore è una soluzione tecnicamente semplice, ma inefficiente, molto costosa in termini di costo di esercizio e con un alto impatto ambientale (per un kWh consumato dalla resistenza se ne bruciano almeno due nelle centrali termoelettriche).

Con la soluzione ibrida la PdC può essere dimensionata per potenze ben inferiori a quelle massime ($\sim 30\text{--}50\%$ del carico massimo), ottimizzando l'investimento economico.

Vi sono altri motivi che rendono conveniente l'abbinamento di una caldaia alla pompa di calore.

- La resa di una pompa di calore diminuisce alle basse temperature. Sotto una certa temperatura non è più conveniente dal punto di vista economico l'uso della PdC elettrica e conviene usare la caldaia perché, a pari effetto utile, il costo del consumo di energia elettrica supera il costo del gas naturale bruciato in caldaia;
- Il passaggio a una taglia superiore della pompa di calore può rendere necessari sia una maggiorazione dell'impianto elettrico, sia un aumento contrattuale dell'impegno di potenza, con relativi costi. Ciò vale in particolare per gli impianti esistenti nella realtà italiana, caratterizzata da bassi valori delle potenze elettriche impegnate;
- Vi è poi una temperatura limite oltre la quale la PdC non può più funzionare (ad es. per limiti delle condizioni di lavoro del compressore), mentre la caldaia può funzionare con qualsiasi temperatura esterna.
Inoltre la caldaia è dimensionata per sopperire all'intero fabbisogno termico dell'edificio, funzionando nelle giornate più fredde, dove non è possibile/conveniente usare la PdC;
- In caso di indisponibilità di un generatore (caldaia o pompa di calore), il secondo generatore può intervenire come generatore di supporto;
- Nei transitori (ad esempio all'avviamento dell'impianto) la caldaia può andare in supporto alla pompa di calore, portando più rapidamente in temperatura l'impianto e semplificando la regolazione della pompa di calore;
- Gli apparecchi ibridi sono adatti a lavorare sia con basse che con alte temperature di mandata, in impianti di nuova costruzione o in sostituzione di generatori di calore in impianti esistenti. Le sole pompe di calore non sono invece in grado di funzionare in impianti ad alta temperatura.
- Nel caso di utilizzo di un ibrido con pompa di calore a gas la PdC partecipa sempre alla potenza complessiva erogata poiché la temperatura limite è in genere molto bassa (intorno a -25°C).

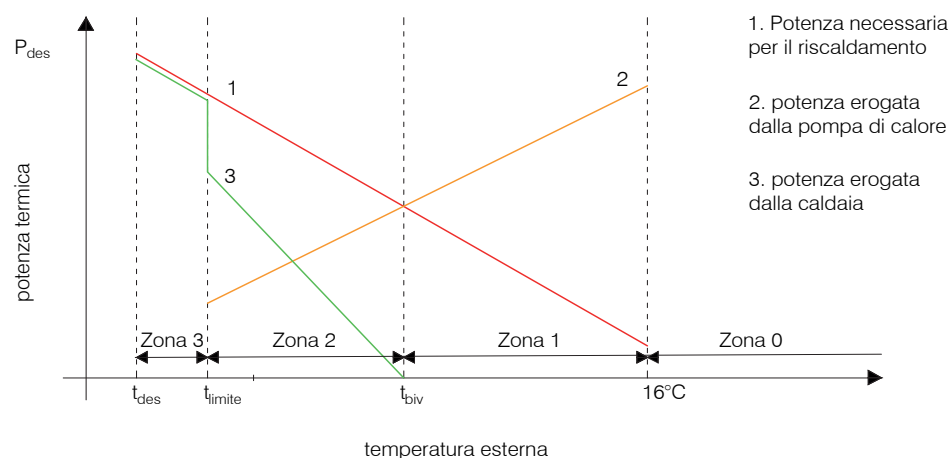


Fig. 23 - Zone di funzionamento di un apparecchio ibrido in base alla temperatura esterna

Come lavora un apparecchio ibrido

39

Scopo principale dell'apparecchio ibrido è ovviamente fornire calore per garantire il comfort termico negli ambienti riscaldati. La configurazione di apparecchio ibrido più diffusa e alla quale faremo riferimento, è quella che abbina una caldaia a condensazione con un PdC aria/acqua.

La scelta di quale generatore di calore utilizzare è fatta dal sistema di regolazione in funzione delle condizioni di lavoro.

Un primo livello di regolazione dell'apparecchio ibrido agisce in funzione della temperatura esterna, in linea generale seguendo questo schema:

Nel diagramma (fig. 23) è presente una linea rossa, che indica la potenza richiesta dagli ambienti in funzione della temperatura esterna: come già detto, tale potenza cresce al diminuire della temperatura esterna fino al valore di progetto per cui è dimensionato il sistema di riscaldamento (T_{des}). Per temperature più basse (situazione infrequente) l'impianto non sarà in grado di mantenere le condizioni di progetto in ambiente (20°C)

La linea arancione indica la potenza erogabile dalla pompa di calore, che si riduce con il ridursi della temperatura esterna.

La linea verde indica la potenza fornita dalla caldaia a condensazione.

- Per temperature dell'aria esterna sopra un dato valore (convenzionalmente 16°C) non vi è necessità di riscaldare gli ambienti («zona» a destra del grafico), in quanto le dispersioni di calore sono molto ridotte e bastano gli apporti termici gratuiti (sole, calore prodotto da persone ed elettrodomestici) a mantenere i 20°C in ambiente;
- Quando la temperatura esterna si abbassa interviene la sola PdC (zona 1), che fornisce il fabbisogno termico necessario. Inizialmente la PdC lavorerà a carico parziale, con l'ulteriore riduzione della temperatura esterna la PdC lavorerà con carichi sempre maggiori;

- Quando si raggiunge la temperatura di bivalenza (T_{biv}), la PdC sarà al 100% del carico: un ulteriore abbassamento della temperatura esterna richiederà l'intervento integrativo della caldaia per poter mantenere gli ambienti riscaldati alla temperatura desiderata (zona 2). Anche in questo caso l'intervento della caldaia sarà proporzionato per mantenere le condizioni di comfort;
- Nelle giornate più fredde e fino alle condizioni di progetto (design), sotto la temperatura limite operativa (T_{lim}), la PdC non lavora e la caldaia fornisce l'intero fabbisogno per il riscaldamento dell'edificio (zona 3).

È importante ricordare che le temperature di bivalenza e limite dipendono dal modello della pompa di calore scelta. La temperatura limite va poi confrontata con la temperatura di progetto, che dipende dalla località dove è costruito l'edificio ed è possibile che non venga mai raggiunta durante la stagione fredda.

Bivalenza e trivalenza: considerazioni economiche sul funzionamento dell'ibrido

Le considerazioni sinora espresse sulla scelta del generatore da utilizzare sono basate sul valore della temperatura esterna ma, fermo restando il soddisfacimento delle condizioni di comfort in ambiente, è anche possibile operare in modo che il sistema di regolazione scelga il generatore che in ogni momento garantisca la maggior economicità di funzionamento.

Oltre alle già citate temperature «chiave» di una pompa di calore (temperatura di bivalenza e temperatura limite di lavoro) e alla temperatura di mandata dell'acqua, alcuni fabbricanti hanno così inserito un terzo punto nella regolazione, detto punto di trivalenza.

La temperatura di trivalenza è definibile come la temperatura alla quale è economicamente indifferente riscaldare gli ambienti usando uno o l'altro dei generatori, ossia usando energia elettrica (PdC elettrica) o gas naturale (caldaia). Questa temperatura sarà quindi funzione, oltre che delle caratteristiche tecniche della caldaia (rendimento) e della pompa di calore (COP, che è variabile!), anche dei prezzi di fornitura dell'energia elettrica e del gas e di cui il sistema di gestione dell'apparecchio ibrido dovrà tenere in considerazione.

Ma qual è il costo del kWh termico erogato da caldaia e PdC?

Per una caldaia il costo di un kWh termico⁹ dato dal gas naturale è funzione del costo al normal metro cubo di gas e del potere calorifico del gas (ovvero quanta energia mi fornisce la combustione di un metro cubo di gas).

Il potere calorifico superiore del gas naturale distribuito in Italia è circa 10,5 kWh/m³, cioè bruciando un normal metro cubo di gas si ottengono circa 10,5 kWh di calore, riferiti sul potere calorifico superiore¹⁰.

Bisogna poi considerare il rendimento della caldaia η ("eta"). Infatti non tutta l'energia termica sviluppata nella combustione è ceduta all'acqua del circuito di riscaldamento: come già detto una piccola parte dell'energia è perduta con i fumi al camino, ancora tiepidi e una parte dispersa attraverso il mantello della caldaia.

9 È utile ricordare che il "kilowattora" è un'unità di misura dell'energia in generale, non necessariamente della sola energia elettrica.

10 Il potere calorifico di un combustibile è l'energia rilasciata dalla combustione completa di un kg (o normal metro cubo per i gas) di combustibile. La combustione dell'idrogeno presente nel combustibile genera vapore d'acqua, che può essere condensato. Se il calore latente di condensazione del vapore non è recuperato si parla di potere calorifico inferiore, se è invece recuperato si parla di potere calorifico superiore.

Il costo effettivo del kWh termico erogato sarà quindi:

$$\text{Costo kWh termico}_{\text{caldaia}} = \frac{\text{Costo Gas}_{m^3}}{PCS \cdot \eta} \quad \text{per la caldaia}$$

Allo stesso modo, il costo del kWh termico erogato dalla pompa di calore dipenderà dal costo di fornitura dell'energia elettrica e dal coefficiente di prestazione (COP) della PdC stessa:

$$\text{Costo kWh termico}_{\text{PdC}} = \frac{\text{Costo Ele}_{kWh}}{COP} \quad \text{per la pompa di calore elettrica}$$

Tanto più la pompa di calore sarà efficiente (COP elevato) e tanto più economico sarà il suo funzionamento.

È evidente che la scelta economica tra uno o l'altro dei due vettori energetici (gas naturale o energia elettrica) sarà indifferente quando i costi dell'energia termica fornita saranno uguali, cioè quando:

$$\frac{\text{Costo Gas}_{m^3}}{PCS \cdot \eta} = \frac{\text{Costo Ele}_{kWh}}{COP}$$

Dati i costi di fornitura dei vettori energetici (vanno considerate anche le fasce orarie di fornitura dell'energia elettrica) e le caratteristiche della caldaia, il parametro che cambia più significativamente nelle varie condizioni di funzionamento dell'ibrido è il COP della pompa di calore.

Per un dato COP ci sarà quindi una curva di indifferenza economica tra la scelta se usare l'energia elettrica o il gas.

41

Le considerazioni su esposte valgono per un caso «base», ma le soluzioni rese disponibili dai fabbricanti possono prendere in considerazione anche gli apporti di altri vettori energetici, ad esempio da fonti rinnovabili:

- Calore da pannelli solari termici (costo marginale pressoché nullo)
- Calore da biomassa (il sistema considera costo e potere calorifico della biomassa)
- Energia elettrica da pannelli fotovoltaici (costo marginale nullo)

In alcuni casi è anche possibile selezionare l'opzione di funzionamento più ecologica, che opta per un funzionamento dell'ibrido che minimizza le emissioni globali di CO₂. Le emissioni sono misurate sull'energia primaria, ossia considerando sia le emissioni della caldaia a condensazione, sia la CO₂ emessa con la produzione di energia elettrica nelle centrali termoelettriche.

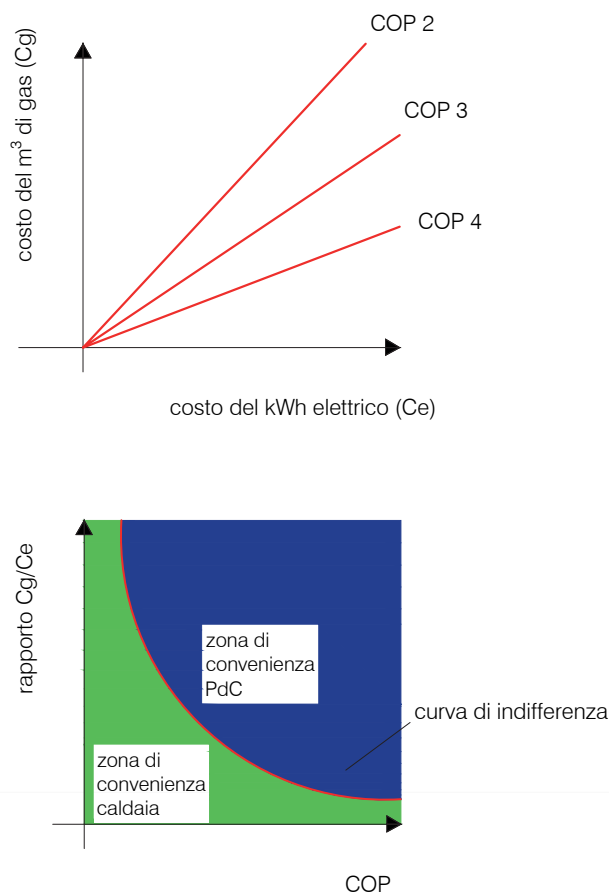


Fig. 24- Scelta del vettore energetico in funzione di COP e costi di elettricità e gas naturale. Rappresentazioni grafiche delle zone di convenienza dei diversi vettori energetici

Le configurazioni degli apparecchi ibridi

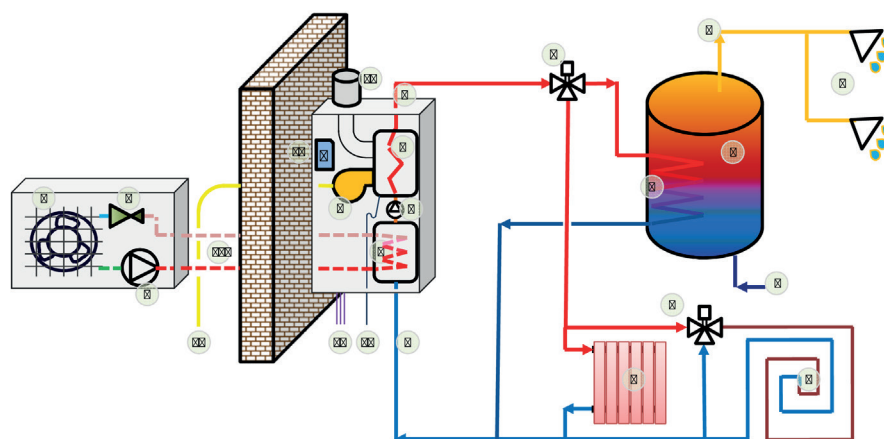
Un apparecchio ibrido può essere configurato in numerose varianti, secondo i vettori energetici, le sorgenti di calore, gli schemi impiantistici adottati. Senza entrare nel dettaglio, ricordiamo che gli apparecchi ibridi più comuni abbinano l'uso di una caldaia e di una pompa di calore aria/acqua e che per sistemi residenziali, le configurazioni più comuni sono tre.

La prima configurazione prevede in genere un'unità interna, delle dimensioni di una comune caldaia contenente al suo interno il condensatore della pompa di calore, la caldaia a condensazione e la scheda di controllo. Quest'ultima è fondamentale per garantire le prestazioni dell'apparecchio giacché il fabbricante può regolarla in funzione delle caratteristiche tecniche dei componenti l'impianto: **l'ibrido è quindi un sistema integrato i cui componenti dialogano con un sistema di gestione unico, ottimizzato e messo a punto dal fabbricante e non è un semplice aggregato di tecnologie.**

La seconda configurazione prevede tutti i componenti della PdC nell'unità esterna, con un collegamento idraulico verso l'unità interna.

In entrambi i casi nell'unità interna può anche essere presente un serbatoio per l'accumulo dell'acqua calda sanitaria.

La terza configurazione è di tipo monoblocco, con tutti i componenti in un unico involucro. L'installazione può essere interna o esterna secondo i modelli.

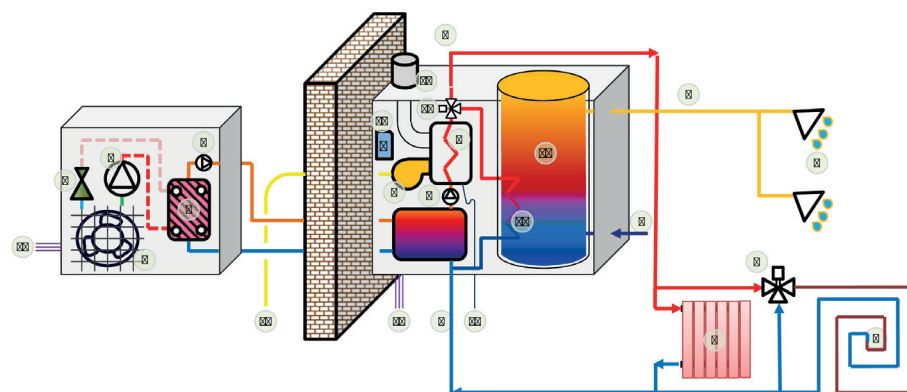


1. Ritorno acqua dall'impianto
2. Compressore pdc
3. Condensatore pdc
4. Valvola espansione pdc
5. Batteria evaporatore pdc e ventilatore
6. Pompa di circolazione acqua impianto
7. Scambiatore caldaia a condensazione
8. Bruciatore caldaia a condensazione
9. Mandata acqua all'impianto
10. Alimentazione gas
11. Alimentazione elettrica
12. Scarico fumi
13. Scarico acqua di condensa
14. Centralina di regolazione

Componenti esterni all'apparecchio ibrido

- a) Valvola a tre vie riscaldamento/produzione acs
- b) Serpentino per riscaldamento acs
- c) Serbatoio accumulo acs
- d) Mandata acqua calda sanitaria
- e) Utenze acs
- f) Arrivo acqua fredda dalla rete idrica
- g) Terminali d'impianto (radiatori, pannelli radianti, etc.)
- h) Valvola miscelatrice pannelli radianti

Fig. 25 - Schema concettuale di un impianto con apparecchio ibrido per solo riscaldamento. La produzione di acqua calda sanitaria è esterna all'apparecchio

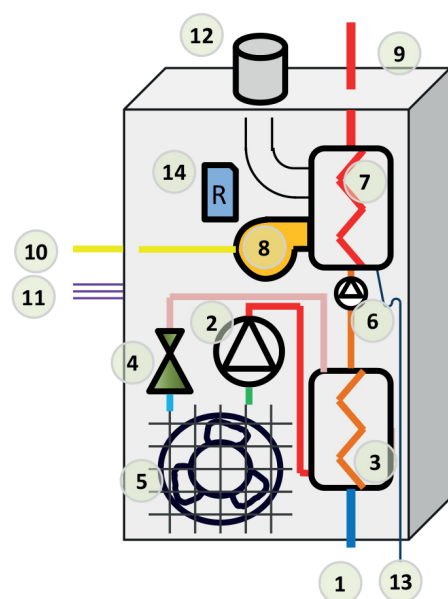


1. Ritorno acqua dall'impianto
2. Compressore pdc
3. Condensatore pdc
4. Valvola espansione pdc
5. Batteria evaporatore pdc e ventilatore
6. Pompa di circolazione acqua impianto
7. Scambiatore caldaia a condensazione
8. Bruciatore caldaia a condensazione
9. Mandata acqua all'impianto
10. Alimentazione gas
11. Alimentazione elettrica
12. Scarico fumi
13. Scarico acqua di condensa
14. Centralina di regolazione
15. Valvola a tre vie selezione riscaldamento/produzione acs
16. Serpentino per riscaldamento acs
17. Serbatoio accumulo gas

Componenti esterni all'apparecchio ibrido

- a) Mandata acqua calda sanitaria alle utenze
- b) Utenze acs
- c) Arrivo acqua fredda dalla rete
- d) Terminali d'impianto (radiatori, pannelli radianti, etc.)
- e) Valvola miscelatrice pannelli radianti

Fig. 26 - Schema concettuale di un impianto con apparecchio ibrido con produzione combinata di acqua calda sanitaria



1. Ritorno acqua dall'impianto
2. Compressore pdc
3. Condensatore pdc
4. Valvola espansione pdc
5. Batteria evaporatore pdc e ventilatore
6. Pompa di circolazione acqua impianto
7. Scambiatore caldaia a condensazione
8. Bruciatore caldaia a condensazione
9. Mandata acqua all'impianto
10. Alimentazione gas
11. Alimentazione elettrica
12. Scarico fumi
13. Scarico acqua di condensa
14. Centralina di regolazione

Fig. 27 - Schema concettuale di apparecchio ibrido in configurazione monoblocco per installazione all'esterno

1. Ritorno acqua dall'impianto
2. Compressore pdc
3. Condensatore pdc
4. Valvola espansione pdc
5. Batteria evaporatore pdc e ventilatore
6. Pompa di circolazione acqua impianto
7. Scambiatore caldaia a condensazione
8. Bruciatore caldaia a condensazione
9. Mandata acqua all'impianto
10. Alimentazione gas
11. Alimentazione elettrica
12. Scarico fumi
13. Scarico acqua di condensa
14. Centralina di regolazione
15. Ingresso aria esterna
16. Ventilatore centrifugo
17. Scarico aria esterna

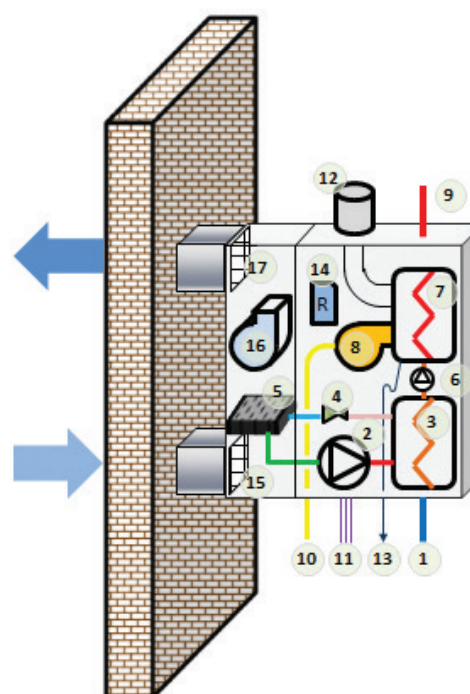


Fig. 28 - Schema concettuale di apparecchio ibrido in configurazione monoblocco per installazione in locale interno

Un'altra possibile configurazione è quella monoblocco, in questo caso tutti i componenti dell'apparecchio ibrido saranno contenuti in un unico involucro.

Se l'unità va installata in un locale, saranno necessarie delle canalizzazioni per convogliamento in ingresso e in uscita dell'aria esterna dallo scambiatore di calore (evaporatore).

Questa soluzione è utile soprattutto nel caso di sostituzione di generatori di calore esistenti installati in centrale termica.

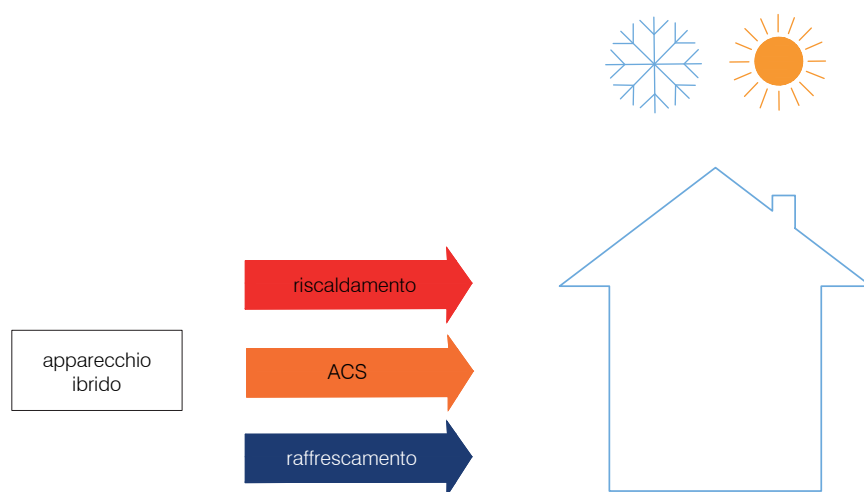


Fig. 29 - Gli apparecchi ibridi reversibili offrono la possibilità di climatizzare gli ambienti in tutte le stagioni

Apparecchi ibridi e inversione stagionale

La maggior parte delle pompe di calore oggi in commercio sono del tipo reversibile, ossia con la possibilità di invertire il ciclo di funzionamento riscaldamento/raffreddamento.

Oltre al funzionamento invernale, l'inversione del ciclo di lavoro consente di produrre acqua refrigerata per il raffreddamento degli ambienti nella stagione calda. Va ricordato che il raffreddamento è possibile allorché l'impianto sia dotato di terminali adatti (ventilconvettori e, con opportuni accorgimenti, pannelli radianti).

Apparecchi ibridi e impianti esistenti

Gli apparecchi ibridi sono adatti anche in sostituzione di generatori di calore in impianti esistenti? La risposta è sì.

L'installazione di un ibrido con pompa di calore aria-acqua è possibile anche per gli impianti esistenti, sia che abbiano terminali a bassa, sia ad alta temperatura.

A tal proposito va ricordato ancora una volta che le temperature di mandata dell'acqua calda (dal generatore di calore verso i terminali d'impianto) dipendono dalle temperature esterne e che solo nei giorni più freddi (condizioni di progetto) è richiesta acqua alla massima temperatura. Ciò è valido anche per i vecchi impianti, realizzati con radiatori di ridotte dimensioni: quando sono richieste alte temperature di mandata la caldaia dell'ibrido va in supporto o in sostituzione alla pompa di calore, ga-

mantenendo il mantenimento delle temperature negli ambienti. Durante le giornate non particolarmente fredde il sistema funziona con la sola pompa di calore, come già spiegato.

In conclusione, per le caratteristiche di funzionamento delle pompe di calore e delle caldaie a condensazione, gli apparecchi ibridi offrono il meglio delle loro prestazioni con terminali a bassa temperatura, ma sono in grado di portare significativi risparmi energetici anche negli impianti datati, progettati per funzionare con acqua a più alta temperatura.

Per garantire il meglio delle prestazioni nel tempo giova ricordare che, prima di installare un apparecchio ibrido, le tubazioni degli impianti esistenti devono essere pulite dai residui presenti (fango, morchia) e che l'acqua in uso nel circuito chiuso di riscaldamento deve essere trattata chimicamente, come anche indicato dalle leggi vigenti.

La normativa

Le norme tecniche in uso nel settore della climatizzazione sono in continua evoluzione. Se da un lato quelle per le caldaie a condensazione e per le pompe di calore possono contare su di un background tecnico consolidato, le norme dedicate alle soluzioni ibride sono ancora in corso di stesura, in particolare per la definizione delle prestazioni di un apparecchio ibrido.

Si tratta di un ulteriore passo evolutivo della normativa, che permetterà di poter confrontare gli apparecchi ibridi tra loro e con le altre soluzioni tecnologiche oggi diffuse sul mercato.

A livello CEN (l'ente normatore europeo) è quindi in corso un lavoro di armonizzazione tra i gruppi tecnici preposti alla stesura delle norme tecniche dedicate alle caldaie e quelli che si occupano di pompe di calore/climatizzazione. La finalità è quella di convergere verso una visione unica di valutazione del sistema ibrido, con nuove norme che saranno disponibili in un prossimo futuro.

Oggigiorno la valutazione di un apparecchio ibrido è stimabile sfruttando l'etichetta d'insieme, come indicato nel regolamento europeo 811/2013 (il regolamento che ha introdotto le etichette energetiche per le caldaie e le pompe di calore).

I sistemi ibridi per riscaldamento

Assotermica

Misure incentivanti e potenziale economico dei sistemi ibridi

Potenzialità Economiche e Misure Incentivanti a supporto dell'Industria Nazionale

Gli strumenti a sostegno degli apparecchi ibridi sono vari e, soprattutto negli ultimi tempi, stanno creando il background per una più ampia diffusione di questa tecnologia.

Tra le misure più interessanti citiamo il Conto Termico2.0, le detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici e la riforma delle tariffe elettriche.

Conto Termico 2.0

Il Conto Termico2.0, in vigore dal 31 maggio 2016, potenzia e semplifica il meccanismo di sostegno già introdotto dal decreto 28/12/2012, che incentivava interventi per l'incremento dell'efficienza energetica e la produzione di energia termica da fonti rinnovabili.

Questo strumento introduce diverse novità e una delle più importanti è data dall'inserimento degli apparecchi ibridi tra gli interventi incentivati.

L'art. 4, comma 2, lettera e) del decreto interministeriale di approvazione del nuovo Conto Termico prevede infatti la «sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con sistemi ibridi a pompa di calore».

49

Secondo tale definizione sono ammissibili unicamente sistemi nei quali la pompa di calore e la caldaia sono integrati in un apparato che comprende gli elementi di base dell'impianto specificamente concepiti e assemblati dal costruttore per lavorare in combinazione tra loro. Questo esclude dagli incentivi le realizzazioni di tipo "manuale" costruiti abbinando pompe di calore, anche se predisposte, con caldaie a condensazione in fase di installazione dell'impianto, non espressamente concepite per funzionare in abbinamento tra loro.

Di seguito i punti salienti di quanto introdotto da questa importante misura d'incentivazione:

Soggetti beneficiari	Privati e Pubblica Amministrazione
requisiti tecnici	- Il rapporto tra la potenza termica utile della pompa di calore (gruppo funzionale a pompa di calore) e la potenza termica utile della caldaia (gruppo funzionale a combustione a condensazione) deve essere minore o uguale a 0,5 - la pompa di calore deve essere ad alta efficienza (rispetto dei requisiti previsti dal decreto per le sole Pdc) - la caldaia deve essere a condensazione - ove tecnicamente compatibile devono essere installati elementi di regolazione di tipo modulante su tutti i corpi scaldanti
Possibili Configurazioni	- due generatori distinti e assemblati dal fabbricante, denominati dal medesimo: pompa di calore e caldaia a condensazione; - un unico armadio, totalmente integrato (factory made), contenente sia il gruppo funzionale a combustione a condensazione che il gruppo funzionale a pompa di calore; - due unità, una esterna e una interna: la prima è la motocondensante/compressore (del gruppo funzionale a pompa di calore), mentre la seconda contiene sia il gruppo funzionale a combustione a condensazione che una parte dei componenti del gruppo funzionale a pompa di calore
Valore dell'incentivo	è calcolato sulla base delle caratteristiche delle pompe di calore installate nel sistema e di un coefficiente che considera l'effettivo utilizzo combinato dell'unità a pompa di calore con l'unità a condensazione, secondo la seguente formula: $I_{a\ tot} = k \cdot E_i \cdot C_i$ $I_{a\ tot}$ = incentivo annuo K = coeff. di effettivo utilizzo della pompa di calore E_i = energia termica prodotta C_i = coeff. di valorizzazione dell'energia termica prodotta
Durata dell'incentivo	Unica rata fino a 5.000 5 anni per incentivi superiori a 5.000

Tab. 2 - Incentivi Conto Termico 2.0

Detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici

Nella Gazzetta Ufficiale n. 302 del 29 dicembre 2017 è pubblicata la Legge 27 dicembre 2017, n. 205 Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2018 e bilancio pluriennale per il triennio 2018-2020, la quale aggiorna il meccanismo degli interventi di efficienza energetica che possono accedere al cosiddetto "ecobonus".

In particolare si riporta uno stralcio di testo al comma 3 lettera a) punto 2, che estende le detrazioni fiscali (10 rate annuali di pari importo fino al 65% della spesa effettuata per tutto il 2018) agli apparecchi ibridi:

3. Al decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2013, n. 90, sono apportate le seguenti modificazioni: a) all'articolo 14, concernente detrazioni fiscali per

interventi di efficienza energetica: 1) le parole: « 31 dicembre 2017 », ovunque ricorrono, sono sostituite dalle seguenti: « 31 dicembre 2018 »; 2) ai commi 1 e 2, dopo l'ultimo periodo sono aggiunti i seguenti: « La detrazione di cui al presente comma è ridotta al 50 per cento per le spese, sostenute dal 1° gennaio 2018, relative agli interventi di acquisto e posa in opera di finestre comprensive di infissi, di schermature solari e di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione con efficienza almeno pari alla classe A di prodotto prevista dal regolamento delegato (UE) n. 811/2013 della Commissione, del 18 febbraio 2013. Sono esclusi dalla detrazione di cui al presente comma gli interventi di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione con efficienza inferiore alla classe di cui al periodo precedente. La detrazione si applica nella misura del 65 per cento per gli interventi di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione di efficienza almeno pari alla classe A di prodotto prevista dal citato regolamento delegato (UE) n. 811/2013 e contestuale installazione di sistemi di termoregolazione evoluti, appartenenti alle classi V, VI oppure VIII della comunicazione della Commissione 2014/C 207/02, o con impianti dotati di apparecchi ibridi, costituiti da pompa di calore integrata con caldaia a condensazione, assemblati in fabbrica ed espressamente concepiti dal fabbricante per funzionare in abbinamento tra loro, o per le spese sostenute all'acquisto e posa in opera di generatori d'aria calda a condensazione »;

Riforma delle tariffe elettriche

La deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica, il gas e il sistema idrico 582/2015/R/EEL ha introdotto una riforma delle tariffe elettriche, che andrà a regime da gennaio 2018 e si applicherà a tutte le utenze domestiche, residenti e non residenti.

Essa introdurrà una tariffa «piatta», eliminando gli scaglioni di consumo progressivi e, di fatto, consentendo alle famiglie di pagare un corrispettivo meglio commisurato al servizio che utilizzano e più aderente ai costi effettivi.

Questo tipo di sistema tariffario allineerà l'Italia a ciò che già avviene da tempo in altri Paesi, eliminando le forti penalizzazioni verso tecnologie tecnologicamente efficienti quali le pompe di calore. E' verosimile, quindi, che le stesse pompe di calore utilizzate come componenti funzionali di un apparecchio ibrido avranno un maggiore impulso con una struttura tariffaria per il trasporto dell'energia, la gestione del contatore e gli oneri di sistema uguale per ogni livello di consumo e senza le distorsioni passate introdotte da sussidi incrociati, oggi anacronistici (non è infatti più vero che a bassi consumi corrispondano bassi redditi e non ha più senso penalizzare chi necessariamente deve riscaldare la propria casa per un numero di ore superiore ad altri, es. persone anziane o famiglie numerose).

I sistemi ibridi e l'installazione

Due parole su un aspetto non secondario che è opportuno considerare: l'installazione del sistema ibrido.

La «Guida pratica all'installazione di caldaie a condensazione», redatta da Assotermica nel novembre 2015 già entrò nel mondo dell'ibrido, fornendo indicazioni e ipotizzando scenari e soluzioni prefigurate da misure regolatorie adottate dalla Commissione Europea.

L'ibrido, inteso come la possibilità che tecnologie differenti possano lavorare alla best performance di ciascuna sotto la regia di una «intelligenza» dedicata, non vi è dubbio che risulti essere una geniale combinazione, la soluzione ideale nelle nuove costruzioni.

La flessibilità di installazione e l'estrema adattabilità lo rendono fruibile anche su impianti esistenti senza ricorrere a onerose, anche in termini economici, opere di ristrutturazione, limitate a interventi murari di allacciamento alla situazione preesistente.

Ciò detto, il sistema ibrido non pone particolari problematiche installative, governate da ben noti dispositivi normativi riferiti da un lato alla installazione della caldaia a gas a condensazione e dall'altro a quelli che sovrintendono l'impiego della pompa di calore.

Si vuole sottolineare il ruolo dell'installatore nei rispettivi settori di appartenenza che ancora una volta è fondamentale per garantire la sicurezza e le prestazioni dell'impianto che, non dimentichiamo, gioca all'interno di misure e panorami europei ben definiti; quindi dichiarazioni di conformità, skill certificato ai sensi della normativa vigente sono e restano requisiti imprescindibili.

All'interno dei dispositivi normativo/legislativi si vuole qui sottolineare il plus che la legislazione nazionale riconosce ai generatori ibridi compatti.

Essi, ai sensi del DLgs. 4 luglio 2014 n.102, art. 14, punto 8, comma e), vengono definiti e identificati come «composti almeno da una caldaia a condensazione a gas e da una pompa di calore, dotati di specifica certificazione di prodotto» per essi è ammesso lo scarico a parete senza necessità di dover verificare se i sistemi fumari siano idonei o adeguabili o di dimostrare l'impossibilità tecnica di scaricare a tetto.

L'alimentazione elettrica, nel caso della pompa di calore, rappresenta un aspetto importante al quale riservare opportuna attenzione per un'efficace e attenta valutazione dei consumi del sistema.

La riqualificazione energetica: analisi economiche

CASO 1: RESIDENZA UNIFAMILIARE ESISTENTE	
Input edificio	
Superficie utile (m ²)	170
Classe energetica	G
Fabbisogno energetico dell'edificio (kWh)	22100

Ipotesi sito	
Zona climatica	E

Ipotesi generatore	
Costo acquisto gas metano (€/m ³)	0,91
PCI gas metano (kWh/m ³)	9,50
Costo acquisto EE (€/kWh)	0,20
Efficienza media caldaia tradizionale	0,75
Efficienza media caldaia a condensazione ibrido	1,02
Efficienza media PdC elettrica ibrido (COP)	3,20
Efficienza media PdC a gas ibrido (GUE)	1,35
Potenza nominale PdC elettrica (kW)	8
Potenza nominale PdC a gas (kW)	18
Rapporto di potenza PdC elett./caldaia	0,33
Rapporto di potenza PdC a gas/caldaia	1
Fabbisogno soddisfatto da PdC elettrica	0,60
Fabbisogno soddisfatto da PdC a gas	0,75

53

Analisi economica			
	Sistema Ibrido		
	EE - gas	gas - gas	caldaia tradizionale
Fabbisogno soddisfatto da caldaia (kWh)	8840	5525	22100
Fabbisogno soddisfatto da PdC (kWh)	13.260	16575	
Costo dell'energia di alimentazione caldaia (€)	830	519	2823
Costo dell'energia di alimentazione PdC (€)	829	1176	
Costo gestione annuo (€)	1659	1695	2823
Risparmio annuo (€)	1164	1128	0

Incentivi sistemi Ibridi		
Detrazione Legge di Bilancio 2018	65%	in 10 anni
Conto Termico 2.0	2500	in 1 anno

Impatto ambientale Sistema Ibrido EE - gas	
Emissioni NOx per impianto con caldaia convenzio Classe 3 [mg/kWh]	120
Valori medi NOx impianto ibrido [mg/kWh]	<56
Riduzioni emissioni di NOx	>54%

La riqualificazione energetica: analisi economiche

CASO 2: RESIDENZA UNIFAMILIARE ESISTENTE	
Input edificio	
Superficie utile (m ²)	170
Classe energetica	G
Fabbisogno energetico dell'edificio (kWh)	17850

Ipotesi sito	
Zona climatica	C

Ipotesi generatore	
Costo acquisto gas metano (€/m ³)	0,91
PCI gas metano (kWh/m ³)	9,50
Costo acquisto EE (€/kWh)	0,20
Efficienza media caldaia tradizionale	0,75
Efficienza media caldaia a condensazione ibrido	1,02
Efficienza media PdC elettrica ibrido (COP)	3,20
Efficienza media PdC a gas ibrido (GUE)	1,35
Potenza nominale PdC elettrica (kW)	8
Potenza nominale PdC a gas (kW)	18
Rapporto di potenza PdC elett./caldaia	0,33
Rapporto di potenza PdC a gas/caldaia	1
Fabbisogno soddisfatto da PdC elettrica	0,60
Fabbisogno soddisfatto da PdC a gas	0,75

Analisi economica			
	Sistema Ibrido		caldaia tradizionale
	EE - gas	gas - gas	
Fabbisogno soddisfatto da caldaia (kWh)	7140	4463	17850
Fabbisogno soddisfatto da PdC (kWh)	10710	13388	
Costo dell'energia di alimentazione caldaia (€)	671	419	2280
Costo dell'energia di alimentazione PdC (€)	669	950	
Costo gestione annuo (€)	1340	1369	2280
Risparmio annuo (€)	940	911	0

Incentivi sistemi Ibridi		
Detrazione Legge di Bilancio 2018	65%	in 10 anni
Conto Termico 2.0	1780	in 1 anno

Impatto ambientale Sistema Ibrido EE - gas	
Emissioni NOx per impianto con caldaia convenz Classe 3 [mg/kWh]	120
Valori medi NOx impianto ibrido [mg/kWh]	<56
Riduzioni emissioni di NOx	>54%

Conclusioni

Prospettive future

La filiera industriale italiana: opportunità per il settore

In termini di occupati, fatturati e produzione la filiera impiantistica italiana vale circa 1/3 dell'industria delle costruzioni, un valore enorme che comprende tutto ciò che va dalla progettazione, alla produzione fino alla messa in commercio e installazione.

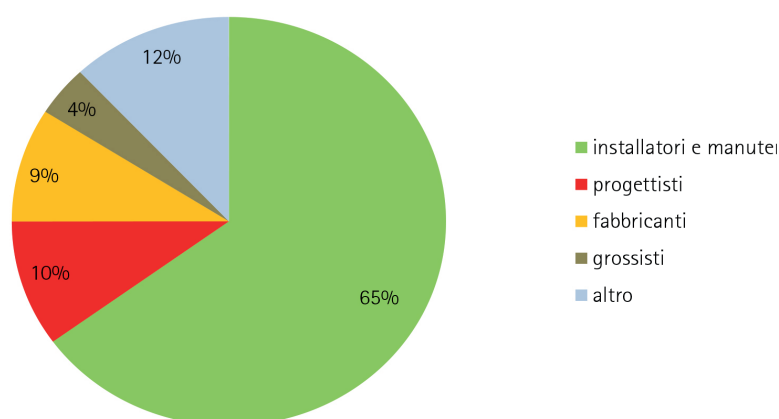


Fig. 30 - Filiera impiantistica italiana

Si tratta di una filiera lunga e complessa all'interno della quale la formazione delle competenze professionali è importante quanto l'innovazione tecnologica per far sì che le molteplici soluzioni disponibili sul mercato, una volta installate, soddisfino le differenti realtà del nostro patrimonio edilizio.

Gli apparecchi ibridi, anche grazie alla loro forte adattabilità ai fabbisogni degli edifici esistenti, possono essere un'ulteriore leva di crescita della filiera termoidraulica, che già oggi dimostra di aver ben recepito i diversi messaggi legati al risparmio energetico e alle fonti rinnovabili.

Assotermica ha recentemente promosso un sondaggio sulla filiera per capire quale sia il livello di conoscenza di alcuni strumenti di promozione dell'efficienza, quali ad esempio l'etichetta energetica, e ha raccolto interessanti spunti:



oltre 1200 risposte utili

Fig. 31 - comparti interessati dal sondaggio Assotermica

Oltre la metà degli intervistati ritiene che l'attuale etichetta energetica stia influenzando (molto o abbastanza) le politiche di offerta da parte delle imprese del settore.

Ma il dato forse ancor più interessante è che più del 15% degli intervistati vedrebbe di buon grado un'evoluzione dell'attuale etichettatura energetica di prodotto agli apparecchi ibridi per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria.

Il messaggio che ne deriva è che la filiera sia già pronta a recepire una nuova transizione di mercato che, dopo il consolidamento delle caldaie a condensazione, veda un ulteriore passaggio agli apparecchi ibridi come naturale evoluzione in uno scenario di decarbonizzazione e sviluppo sostenibile.

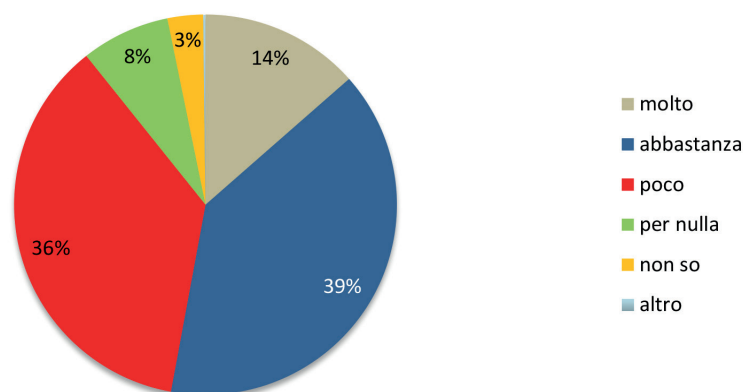


Fig. 32 - Esiti sondaggio Assotermica

Considerazioni finali: sistemi ibridi e transizione energetica

Se guardiamo agli obiettivi del 2030 del Clean Energy Package, così come presentati nelle pagine di questo manuale, l'Italia non parte svantaggiata.

Ciononostante, gli sforzi che ci attendono sono ancora numerosi e le forti aspettative di riduzione dei consumi energetici si combinano con la necessità di definire misure economicamente sostenibili, che diano impulso alle nostre filiere industriali.

In tal senso abbiamo visto che gli ibridi possono contribuire a valorizzare il settore del residenziale e del terziario, sfruttando le eccellenze che caratterizzano la consolidata tradizione industriale.

L'Italia può assumere ancor più un ruolo chiave in Europa e i prossimi mesi saranno decisivi perché si produrrà sul campo l'effetto delle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica, detrazioni che oggi sono state rimodulate in ragione dell'efficacia dell'intervento.

L'ibrido dovrà pertanto trovare un proprio riconoscimento e, così come per molte delle tecnologie impiantistiche di cui siamo leader, ci auguriamo che possa beneficiare di misure strutturali a lungo termine. L'esperienza del 65% ci ha insegnato, infatti, come sia le caldaie a condensazione che le pompe di calore rientrino tra gli interventi con il miglior rapporto tra costi e benefici, garantendo tempi di ritorno dell'investimento di assoluto interesse; l'integrazione «intelligente» di queste due tecnologie non potrà che dare risultati ancora migliori.

A tal proposito è opportuno ricordare anche quanto affermato all'inizio circa il concetto di factory made: l'ibrido, così come inteso in questo volume, include una regolazione ottimizzata ed è concepito dal fabbricante per garantire prestazioni certe, a differenza dei sistemi assemblati tipo «fai da te» in cui non c'è garanzia del corretto abbinamento e soprattutto della effettiva possibilità di dialogo tra le varie parti dell'impianto.

Sulla base di questa considerazione, un'ulteriore evoluzione di questa Guida alla sua II^a edizione ha

evidenziato come siano possibili risparmi energetici ben superiori al 30% rispetto ad un normale impianto con caldaia convenzionale, traducibili in analoghi tagli in bolletta, possono essere alla portata di un'ampia fetta di utenze.

In linea con la SEN occorrerà pertanto far decollare l'attuale sistema puntuale di singoli interventi verso un sistema coordinato che inneschi un processo di rigenerazione urbana secondo i seguenti principi cardine: consumo zero del suolo, efficienza energetica, sicurezza, crescita economica sostenibile, rispondenza alle nuove esigenze dei nuovi nuclei familiari.

Una semplificazione legislativa che includa anche una politica realistica di sviluppo delle rinnovabili e della loro integrazione con l'efficienza energetica è determinante e troverà collocazione nell'applicazione di nuove misure riguardanti le prestazioni energetiche degli edifici e la relativa copertura dei consumi con fonti non tradizionali.

Altrettanto importanti saranno le misure di formazione e informazione dei cittadini e in quest'ottica l'esperienza di altri settori ci ha dimostrato come l'etichettatura energetica sia uno strumento largamente conosciuto dal consumatore e utilizzato per la scelta del bene da acquistare.

L'avvio di un progetto di etichettatura energetica delle caldaie esistenti, in affiancamento a quella già oggi in vigore per ciò che viene immesso sul mercato, potrebbe essere molto utile per servire da stimolo e smuovere la sostituzione dei vecchi generatori di calore accelerando l'installazione di nuovi sistemi tecnologici a seconda degli obiettivi che si intendono perseguire, ove vi sono le potenzialità più alte di contenere gli agenti climalteranti e fare efficienza.

Le aree d'intervento sono numerose e il ruolo di Assotermica in questo percorso sfidante è quello di diventare un interlocutore privilegiato verso i cosiddetti decision makers e contribuire alla crescita di questa nostra già affermata realtà industriale.

I sistemi ibridi per riscaldamento

Assotermica

Ringraziamenti

Giunti al termine della stesura, ci teniamo a ringraziare tutte le aziende associate, il Presidente Asso-termica e tutto il Consiglio Direttivo, che hanno fortemente voluto la pubblicazione di questo manuale.

Un sentito ringraziamento va inoltre alle aziende che hanno fornito la documentazione tecnica e la loro preziosa collaborazione, senza la quale non si sarebbe potuto realizzare questo lavoro.

« Mettersi insieme è un inizio,
rimanere insieme è un progresso,
lavorare insieme è un successo»
Henry Ford

Assotermica

Associazione produttori
apparecchi e componenti
per impianti termici

Federata



ANIMA[®]
CONFINDUSTRIA
MECCANICA VARIA



FEDERAZIONE DELLE ASSOCIAZIONI NAZIONALI
DELL'INDUSTRIA MECCANICA VARIA ED AFFINE

Via Angelo Scarsellini, 11/13 - 20161 Milano
tel. +39 0245418.500 - fax +39 0245418.545
info@assotermica.it - www.assotermica.it - www.anima.it

Edizioni ASA S.r.l. - Via Angelo Scarsellini, 13 - 20161 Milano - Tel. +39 0245418.500

€ 12,00 iva inclusa