
POMPE DI CALORE IN ITALIA, UN GRANDE FUTURO FINORA NEGATO

Carmine Casale*^[1], Giampiero Colli^[2]

^[1]Libero professionista ~ Milano ~ Italy ^[2]Gruppo Pompe di Calore, ANIMA Co.Aer ~ Milano ~ Italy

Sommario La memoria discute i punti chiave che determinano la situazione attuale e gli sviluppi futuri delle Pompe di Calore in Italia sia in relazione alle specificità nazionali che alla normativa europea – sono anche inclusi alcuni paragoni con la situazione generale europea. Partendo dai ultimi risultati del mercato e dei tipi di installazione in Italia, se ne illustra la potenzialità intrinseca di sviluppo in relazione alle prestazioni che è possibile ottenere e raggiungere in futuro, ai costi ed ai risparmi in gioco, anche alla luce dell'impiego delle energie rinnovabili, compreso lo sviluppo dell'indotto corrispondente. Ma parecchi sono gli ostacoli che si frappongono ad un completo sviluppo: le penalizzanti tariffe dell'energia elettrica tra le più alte d'Europa, gli incentivi alle installazioni di questa tecnologia sempre promessi e mai realizzati appieno, le normative spesso ostative come il regolamento europeo sugli F-gas ed altre. Gli ostacoli descritti si possono superare anche se con qualche difficoltà e qui si elencano diverse proposte, quali una specifica tariffa elettrica differenziata per la PdC per raggiungere la "grid parity" nel settore del riscaldamento, la liberalizzazione degli HFC pur nel rispetto dell'ecologia nonché l'utilizzazione delle PdC come mezzo integrale di climatizzazione annuale, particolarmente interessante per le zone mediterranee.

HEAT PUMPS IN ITALY, A GREAT FUTURE ALWAYS DENIED

The paper considers and discusses the different topics influencing the current status of Heat Pumps In Italy and the opportunity of future developments both on the light of the National peculiarities along with European and international directives – some comparisons with the general European situation are also included. After an examination of the results obtained in the last years in the Italian market, the real potential of HPs development is discussed on the light of increasing achievements on energy performance, possible costs and savings including the extended use of renewable energies, and the induced industry. However many road blocks exist to the full development of the technology, such as the power cost that is one of the highest in Europe, installation incentives always but never fully realized, several European directives including the recent revision of the F-gas regulation. In order to overcome the mentioned obstacles, several proposals are discussed, such as a special power tariff specifically dedicated to HPs which could allow a "grid parity" in the heating sector, a less restrained use of HFCs though respectful of environment along with the use of Reversible HPs for a whole-year operation particularly interesting for Mediterranean zones.

IL RUOLO DELLA POMPA DI CALORE NELLA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEL PARCO EDILIZIO ESISTENTE.

Claudia Calabrese*^[2]

^[2]Consulente per le Relazioni Istituzionali di Mitsubishi Electric Climatizzazione ~ Agrate Brianza (MB) ~ Italy

Il patrimonio edilizio esistente è caratterizzato in maniera significativa da impianti poco performanti racchiusi in involucri datati. Il recupero, la riqualificazione e/o il rinnovamento del patrimonio edilizio esistente, rappresenta quindi la sfida del momento ed è una pressante esigenza imposta da un lato, dalla necessità di abbattere i consumi energetici e le emissioni di CO2 in base agli impegni sottoscritti dal nostro Paese con la Comunità Europea e dall'altro di garantire elevati standard di benessere indoor. In tale scenario la strategia vincente è rappresentata dalla progettazione di soluzioni impiantistiche ad alta efficienza che prevedano l'utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia frigorifera, termica ed acqua calda sanitaria, attraverso ad esempio l'impiego delle pompe di calore le quali possono essere anche integrate con impianti solari termici e fotovoltaici. Una parte importante della relazione è dedicata all'applicazione delle pompe di calore con terminali esistenti a media - alta temperatura, al fine di poter essere installate anche in situazioni in cui sia impossibile modificare sostanzialmente l'impianto preesistente. La presente memoria dimostrerà quanto sopra espresso, mediante l'analisi di alcune case-history di edifici di pregio riqualificati energeticamente con soluzioni di particolare rilevanza tecnica.

THE ROLE OF THE HEAT PUMP IN THE ENERGETIC UPGRADING OF EXISTING BUILDINGS.

The existing building heritage is often featured by underperforming HVAC systems enclosed in dated containers. The recovery, the upgrading and / or the refurbishment of existing buildings, represents the challenge of this moment in time and it is an urgent requirement imposed on the one hand, from the need to reduce energy consumptions and CO2 emissions (in accordance with the commitments signed by our country with the European Union) and on the other, to ensure high standards of indoor comfort. In this scenario, the winning strategy is represented by the design of high-efficiency solutions involving the use of renewable sources for the production of cooling/heating energy, and hot water for sanitary purposes. An example can be the use of heat pumps, also integrated with solar thermal and photovoltaic systems. An important part of the report is dedicated to the application of heat pumps with existing terminal units that work to medium/high temperature, to be installed in situations where it is impossible to modify the existing system. This article will demonstrate the above, through the analysis of several case histories of prestigious buildings upgraded with state-of-the-art energy solutions.

ANALISI DEI DATI DI FUNZIONAMENTO DI UNA POMPA DI CALORE ARIA-ACQUA CON COMPRESSORE A VELOCITÀ VARIABILE DOTATO DI TECNOLOGIA EVI

Enrico Fraccari^[1]

^[1]Emerson Climate Technologies ~ Aachen ~ Germany

Nelle applicazioni residenziali la maggior parte dell'energia è impiegata per la produzione di acqua calda. Tramite la sostituzione di sistemi a combustione basati su carburanti fossili, con sistemi che utilizzino in modo efficace sorgenti d'energia rinnovabile, si potrebbero sensibilmente ridurre sia il consumo d'energia primaria che le emissioni di CO2 senza ridurre il comfort dell'utente finale. La commissione europea ha riconosciuto come sorgenti rinnovabili aria, acqua e suolo ed ha indicato nelle pompe di calore la tecnologia più efficace per utilizzarle. Scopo di questo lavoro è quello di analizzare dati di funzionamento reali di una pompa di calore aria-acqua in diverse installazioni in Europa. Queste pompe di calore sono dotate di compressori a velocità variabile e tecnologia iniezione di vapore (EVI). I dati di funzionamento sono usati per verificare un modello di calcolo del fattore di efficienza stagionale (SCOP). Questo modello è basato sia su dati del compressore che parametri di funzionamento della pompa di calore, come consumo dei circolatori o del ventilatore. Inoltre i profili di temperatura negli scambiatori di calore e l'impatto dei cicli di sbrinamento sono presi in considerazione come parametri. Infine sarà presentato un confronto con il metodo di calcolo della normativa EN14825.

ANALYSIS OF FIELD TEST DATA OF AN AIR-TO-WATER HEAT PUMP, EQUIPPED WITH A VARIABLE SPEED SCROLL COMPRESSOR WITH EVI TECHNOLOGY

In residential buildings most of the energy is consumed to produce hot water. Primary energy consumption and CO2 emissions could be substantially reduced without changing end-users' comfort, by replacing fossil fuel-based direct combustion systems with systems using efficiently "ambient renewable heat". The European government has recognized air, water and ground as renewable energy sources and has indicated heat pumps as the most effective technology to make use of them. The scope of this presentation is to show results of actual field test data of air-to-water heat pumps from different installations across Europe. These heat pumps are equipped with the latest development of variable speed scroll compressor with enhanced vapor injection (EVI) technology. Field test data are used to validate a model to calculate seasonal coefficient of performance (SCOP) of an air to water heat pump, driven by a variable speed scroll compressor. The model is based on compressor data and heat pump parameters, such as pump and fan power consumption. Further parameters like heat exchanger temperature differences and defrost impact on the efficiency are taken into account. A comparison with EN14825 calculation method will be presented.

PROBLEMATICHE DI MODULAZIONE DI CAPACITÀ DELLE POMPE DI CALORE

Renato Lazzarin^[1], Giacomo Bagarella^[1]

^[1]Università di Padova ~ Padova ~ Italy

L'esigenza di soddisfare dei fabbisogni variabili nel tempo di caldo e di freddo obbliga a sovradimensionare le apparecchiature rispetto al carico medio per cui esse lavorano normalmente a carico parziale. La capacità nominale delle macchine spesso viene utilizzata per pochi giorni o per poche ore all'anno. Questa osservazione vale anche per le pompe di calore, anche quando il dimensionamento avvenga sul balance point: infatti da quella temperatura in avanti la capacità va modulata. Inoltre esiste un problema analogo nel periodo estivo. Negli ultimi anni alla semplice modulazione ON-OFF si sono aggiunte altre possibilità: anzitutto il funzionamento a vuoto del compressore con dispositivi quali il blocco all'aspirazione o il digital scroll. Infine la tecnologia più impiegata è il funzionamento a giri variabili. Se il sistema ON-OFF, al di là delle problematiche di benessere negli ambienti, presenta inefficienze legate soprattutto alle cosiddette cycling losses, che qui verranno stimate, anche gli altri sistemi proposti non sono del tutto soddisfacenti ed implicano delle penalizzazioni. Inoltre il sistema a giri variabili presenta una capacità di modulazione che non è proporzionale alla riduzione nel numero di giri del compressore e che ai bassi carichi obbliga di effettuare il controllo con ON-OFF. Verranno messi a confronto i diversi sistemi, valutando la loro efficienza energetica.

HEAT PUMP MODULATION PROBLEMS

As heating and cooling loads vary during the year, heating and cooling devices are oversized with respect to the average: therefore they normally operate at partial load. Nominal capacity is sometimes used for few days or even few hours in a year. This also applies to heat pumps even when sized on the balance point: from that temperature the capacity must be anyhow modulated. Similar problems are encountered in summer. Modulating strategies other than ON-OFF are available: idle operation of the compressor either with a blocked suction or digital scroll and finally variable speed compressor. ON-OFF operation, apart comfort problems in served rooms, has inefficiencies bound to the so called cycling losses, that will be evaluated in the paper. Neither the other systems are completely satisfactory and give rise to penalizations. Besides the variable speed compressor give a capacity modulation which is not proportional to the reduction in the speed and at low loads it requires to control the capacity with on-off operation. The different systems will be compared evaluating their efficiency.

LA RICERCA DI SISTEMA E LE LINEE-GUIDA PER LA PROGETTAZIONE DEI CAMPI GEOTERMICI PER POMPE DI CALORE A TERRENO

Antonio Capozza*^[1], Michele De Carli^[2], Angelo Zarrella^[2]

^[1]RSE SpA - Ricerca sul Sistema Energetico ~ Milano ~ Italy ^[2]Università degli Studi di Padova - DII ~ Padova ~ Italy

L'applicazione geotermica della pompa di calore, che utilizza il suolo come sorgente termica a bassa temperatura, è assai attraente in zone ove, durante la stagione invernale, la temperatura dell'aria è minore di quella del suolo. D'altra parte, se il carico invernale al suolo non è bilanciato da un carico estivo di segno opposto, si verifica un fenomeno di lenta ma progressiva deriva termica nel terreno circostante gli scambiatori geotermici. L'argomento è ampiamente dibattuto, ma da qualche tempo sono emerse specifiche esigenze nel contesto specialistico: - una maggiore cognizione di causa negli aspetti geologici ed in particolare nella fenomenologia e nella caratterizzazione del moto della falda, che può giocare un ruolo rilevante sia nell'abbattimento della deriva termica che, al contrario, del coinvolgimento di altri campi geotermici nella scia termica generata da uno di essi; - la disponibilità di strumenti semplificati per la valutazione della deriva termica che si verifica nel terreno dopo alcuni anni di funzionamento e per il dimensionamento di massima, ma realistico, del campo geotermico, sia nel caso di scambiatori orizzontali che verticali, in assenza o in presenza di moto di falda. La presente memoria illustra i risultati di attività svolte dagli autori nell'ambito di un progetto di Ricerca di Sistema finanziato dal Ministero per lo Sviluppo Economico, in risposta a queste esigenze e a complemento di quanto le norme vigenti suggeriscono.

THE POWER SYSTEM RESEARCH PROGRAMME (RICERCA DI SISTEMA) AND THE GUIDELINES FOR THE DESIGN OF GROUND-SOURCE HEAT PUMP SYSTEMS

Ground-source heat pump systems, which use the ground as a low temperature heat source, are a very attractive solution in areas where, during the winter season, the external air temperature is less than the ground one. On the other hand, if the heating load to the ground is not balanced by a cooling load of opposite sign, a phenomenon occurs of slow but progressive thermal drift into the soil surrounding the ground heat exchangers. The topic has been widely debated, though specific needs emerged within the specialist context: - increased awareness of the geological aspects and in particular of the phenomenology and the characterisation of the groundwater flow; in fact, this can play an important role in cutting down the thermal drift or, on the contrary, in involving other geothermal fields in the thermal plume generated by one of them; - development of simplified tools for the evaluation of the thermal drift occurring in the ground after a few years of operation - availability of simplified but realistic design instruments of the geothermal field, in the case of both horizontal and vertical exchangers, in either absence or presence of groundwater flow. This paper shows the results of activities financed by the Italian Economic Development Ministry (Power System Research programme) in response to these needs and as a complement to the suggestions of the standards in force.

LE POMPE DI CALORE NELLA RISTRUTTURAZIONE DEGLI EDIFICI ESISTENTI NEL CONTESTO EUROPEO: POTENZIALITÀ E PROBLEMATICHE APPLICATIVE

Filippo Busato^{*[1]}, Renato Lazzarin^[1], Marco Noro^[1]

^[1]Università degli Studi di Padova ~ Vicenza ~ Italy

Il lavoro presenta un'analisi critica del ruolo che le pompe di calore possono rivestire nella ristrutturazione del patrimonio edilizio esistente in Europa. Vengono prese in considerazione le problematiche tipiche che si incontrano nella ristrutturazione dell'esistente. In molti casi gli impianti sono del tipo a radiatori, con temperature di mandata massime difficilmente compatibili con le caratteristiche funzionali delle pompe di calore. L'operazione di ristrutturazione offre però un'occasione importante per il miglioramento delle prestazioni energetiche, a partire dalla sostituzione dei componenti finestrati e la coibentazione dell'involucro, che consentono di ridurre in maniera significativa la potenza termica di progetto e con questa la temperatura di mandata massima richiesta. In secondo luogo vi è da considerare l'aspetto relativo all'installazione di un accumulatore. Questo è di grande utilità sia nei confronti del funzionamento in sbrinamento che delle possibili inefficienze dovute alla parzializzazione della pompa di calore oltre che per la produzione dell'acqua calda sanitaria. Un suo corretto dimensionamento influisce molto sulle prestazioni dell'impianto. Il lavoro presenta quindi un confronto energetico, in termini energia primaria, tra sistemi tradizionali con caldaia e pompe di calore ad aria (ad assorbimento e a compressione di vapore) in edifici multipiano situati in tre diversi climi europei (Atene, Strasburgo, Helsinki).

HEAT PUMPS IN THE REFURBISHMENT OF THE EUROPEAN EXISTING BUILDING STOCK: ADVANTAGES AND APPLICATION ISSUES

The paper presents a critical analysis of the role that heat pumps can play in the renovation of existing European building stock. Several issues encountered in buildings' refurbishment are taken into account. In many cases the HVAC plants are equipped with radiators, with supply temperatures maximum hardly compatible with the functional characteristics of a heat pump. The refurbishment does offer an important opportunity for the improvement of the energy performance, starting from the replacement of the glazings and the insulation of the building envelope, allowing to significantly reduce the design heating power the supply temperature. There is also the issue of the installation of the storage that needs to be considered. This is very effective both towards the defrost cycles drawbacks and the possible inefficiencies coming from part load operation, besides the fact that it is necessary for domestic hot water production. A proper sizing greatly affects the performance of the system. The work thus presents an energetic comparison, in terms of primary energy, between traditional systems with boilers and air-to-water heat pumps (both absorption and compression type) in apartment buildings located in three different European climates (Athens, Strasbourg, Helsinki).

UN ROOF-TOP AD ANIDRIDE CARBONICA: CONFRONTO SPERIMENTALE DELLE PRESTAZIONI DURANTE IL FUNZIONAMENTO INVERNALE PER DIVERSE CONFIGURAZIONI IMPIANTISTICHE

Nicolandrea Calabrese^[1], Gino Boccardi^[1], Alfonso William Mauro^[2], Rita Mastrullo^[2]

^[1]ENEA ~ ROMA ~ Italy ^[2]Università degli Studi di Napoli Federico II ~ Napoli ~ Italy

I sistemi roof-top rivestono un grande interesse nel settore della climatizzazione di grandi edifici e locali commerciali con sistemi a tutt'aria grazie alla loro semplicità di installazione. Una prospettiva da investigare in questo settore riguarda l'utilizzo del fluido naturale anidride carbonica in luogo delle miscele di HFC. Oltre alla motivazione ambientale legata all'utilizzo di questo fluido, rimangono da effettuare valutazioni sulle prestazioni energetiche. E' sicuramente interessante l'impiego della CO₂ per il funzionamento invernale in quei climi in cui la fase dello sbrinamento risulta occupare un arco di tempo significativo. La formazione di brina deteriora le prestazioni istantanee, comporta l'interruzione del servizio prestato dalla macchina durante lo sbrinamento, causa un dispendio di energia associato allo sbrinamento della batteria esterna e l'utilizzo di un sistema sostitutivo. Pertanto, sono interessanti tutte le soluzioni impiantistiche alternative che possono limitare la formazione di brina e/o abbreviare la durata della fase di sbrinamento. In questo lavoro sono presentati i risultati sperimentali ottenuti presso il C.R. ENEA di Casaccia su un sistema roof-top prototipale ad anidride carbonica, che consente l'adozione di diverse configurazioni impiantistiche da mettere a confronto, valutando le corrispondenti prestazioni energetiche complessive e l'effetto di tali modifiche sul rallentamento nella formazione di brina.

A ROOF-TOP HEAT PUMP WORKING WITH CARBON DIOXIDE: EXPERIMENTAL COMPARISON OF PERFORMANCES DURING THE HEATING SEASON IN SEVERAL PLANT CONFIGURATIONS

Roof-top heat pumps have been gaining a growing interest in the air-conditioning of large buildings and shopping centers due to their easy installation. The adoption of CO₂ instead of HFC refrigerant mixture could be an interesting perspective in this sector. Even if this is a completely safe and environmentally friendly solution, performance data are needed to compare this system to existing ones. From one side these performances are low during the cooling season, but from the other side the adoption of CO₂ could be interesting during the heating season, especially in those climates that cause strong frost formation requiring long periods for the defrosting. Frost formation decreases the performance of the system and causes the interruption of the service by the heat pump, the adoption of an auxiliary system and an additional energy consumption for the defrosting period. For this reason new plant solutions able to delay the defrosting formation or to short the defrosting period are of major interest. In this paper the experimental results obtained with a CO₂ roof-top prototype at R.C. ENEA of Casaccia facilities are presented, comparing the energetic performances and the periods of frost formation for several plant solutions.

POMPE DI CALORE MODULARI, PRESTAZIONI ENERGETICHE

Pio Faldelli^[1], Silvia Morassutti^{*[1]}, Michele Albieri^[1], Attilio Masoch^[1]

^[1]RHOSS SPA ~ Codroipo ~ Italy

Il crescente interesse per il risparmio energetico, l'incentivazione all'uso di energia proveniente da fonti rinnovabili e la sempre più attenta sensibilità verso la ricerca di soluzioni impiantistiche eco-sostenibili, fanno sì che le pompe di calore si stiano affermando sempre più come ottima alternativa ai generatori di calore tradizionali. La vera sfida adesso è nella progettazione di unità sempre più efficienti, affidabili e con costi contenuti che siano in grado di adattarsi al sistema edificio-impianto in cui vengono inserite, di migliorarne le prestazioni e di soddisfare le esigenze di comfort, riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria, tutto l'anno. In questo studio si evidenzierà come l'impiego di pompe di calore modulari, progettate ponendo particolare attenzione alla configurazione frigorifera, all'allestimento idraulico e alla logica di regolazione implementata, consenta di ottenere ottime prestazioni sul sistema edificio-impianto. Sono pompe di calore modulari reversibili di nuova concezione, in grado di adattarsi alle diverse tipologie d'impianto limitando, in ogni contesto architettonico, le problematiche legate al rumore e studiate per garantire affidabilità ed efficienza sia a pieno carico ma soprattutto ai carichi parziali nel rispetto delle nuove normative.

MODULAR HEAT PUMPS, ENERGY PERFORMANCES

The growing interest in energy efficiency, the incentive to use energy from renewable sources and the more careful sensitivity to the search for eco-friendly system solutions, make heat pumps a more and more popular alternative to traditional heat generators. The real challenge now is to design more efficient, reliable and convenient units, which can easily adapt to the building-plant system in which they are installed, improve overall performance and meet the requirements of cooling, heating and domestic hot water production all year round. This study highlights how the use of modular heat pumps, designed with particular focus to the refrigerant circuit, to the hydraulic configuration and to the enhanced control logic implemented, allows to achieve excellent performance in the building-plant system. These units belong to a new generation of modular reversible heat pumps, capable of fitting different types of systems reducing noise issues and at the same time assuring reliability and efficiency both at full load and at part load in compliance to new regulations, in any architectonic context.

SISTEMA VRV CONDENSATO AD ACQUA E SCAMBIO TERMICO CON LA LAGUNA

Tommaso Marella*^[1]

^[1]Tommaso Marella ~ Venezia ~ Italy

La disponibilità di impianti VRV condensati ad acqua permette di realizzare nuove applicazioni per il restauro del patrimonio storico aprendo scenari insoliti che possono essere applicati in contesti peculiari come la città di Venezia. L'articolo descrive l'intervento di ristrutturazione eseguito sull'edificio "Ex Generatori" che si trova a nord dell'Arsenale storico di Venezia, capannone industriale dei primi del '900 originariamente adibito ad officina elettrica e attualmente destinato a diventare un edificio di supervisione delle attività di gestione e manutenzione del sistema "Mose". L'edificio è oggetto di un recupero di alto valore architettonico che vede la realizzazione di nuove strutture in ferro e vetro all'interno del volume del capannone esistente al fine di sfruttarne la cubatura senza intaccare l'aspetto storico. Le scelte impiantistiche sono guidate da fattori quali l'integrazione nel contesto esistente e la bassa invasività, pertanto si è optato per un sistema VRV (Volume di Refrigerante Variabile) nella versione a recupero di calore con condensazione ad acqua, il tutto collegato ad un anello d'acqua industriale il cui bilanciamento termico viene effettuato sfruttando l'acqua della laguna di Venezia quale pozzo energetico. La scelta di un sistema ad espansione diretta nella versione a recupero di calore è basata al fine di soddisfare i carichi opposti (riscaldamento e raffreddamento contemporaneo) con alti livelli di efficienza e di comfort nel sistema.

VRV SYSTEM WATER COOLED IN VENICE LAGOON

An opportunity for Venice; VRV system water cooled for historical building. The topic describes the refurbishment on the building called "Ex Generatori" located in the north site of historical arsenal in Venice where, in the past, there was an electrical workshop with an electric diesel power generator in support of the boatyard and actually intended to become the central administration point for coordination of "Mose" system. "Ex Generatori" building is a plant built in the early 1900s and actually the purpose is to recover cultural heritage by building new internal steel and glass structure so as to use volumes without any replacement of external historical feature. Considering the historical scenery, technology plant choices are directed by aspects like integration in the existing background and lower impact layout so the choice opted for a Water Loop Heat Pump developed between several buildings in the complex "Ex Generatori" and balanced thermal equilibrium by using water from Venice lagoon. For these reasons, the new buildings will be provided by VRV system (Volume Refrigerant Variable) in heat recovery variants which allow to satisfy opposite thermal load achieving higher level of efficiency and comfort.

APPLICAZIONI DELLA POMPA DI CALORE IN EDIFICI SOGGETTI A TUTELA MONUMENTALE IN VENEZIA

Luigi Schibuola^[1], Chiara Tambani^[1]

^[1]Università IUAV di Venezia ~ Venezia ~ Italy

Un'efficace conservazione degli edifici storici soggetti a tutela passa il più delle volte attraverso un loro riutilizzo per funzioni moderne. Infatti un edificio frequentato e quindi climatizzato e ventilato, può essere mantenuto in condizioni termoigrometriche opportunamente controllate per preservarlo dalle muffe. Spesso poi solo l'uso può giustificarne una manutenzione puntuale e adeguata. La sostenibilità della riqualificazione richiede però costi di gestione accettabili e quindi anche il contenimento dei consumi energetici riferibili agli stretti limiti ormai in vigore per gli edifici di nuova costruzione. Le esigenze di tutela impediscono però spesso di intervenire sull'involucro. Ancor più che per gli altri edifici occorre quindi puntare sull'efficienza impiantistica e sul ricorso alle energie rinnovabili. Le rinnovabili più scontate quali il solare termico e il fotovoltaico sono però di norma proibite negli edifici monumentali. Occorre quindi valutare con attenzione le altre opportunità offerte dal luogo. Vengono allora qui descritti due impianti in corso di realizzazione nella riqualificazione di edifici storici in Venezia e che fanno rispettivamente ricorso al geotermico e all'acqua di laguna come sorgenti rinnovabili delle pompe di calore qui installate. L'analisi mediante simulazione del sistema edificio-impianto che viene presentata è stata svolta per ottimizzare le scelte progettuali e stimare le prestazioni a lungo termine.

HEAT PUMP APPLICATIONS FOR MONUMENTAL BUILDINGS IN VENICE

Effective conservation of historic buildings subject to monumental restrictions is realized through a re-use for modern functions. In fact an attended and therefore ventilated and climatized building can be maintained in thermo-hygrometric conditions suitable controlled in order to avoid the occurrence of mold. Often only the use can justify a timely and adequate maintenance. Although the sustainability of the requalification requires acceptable management costs and therefore a limitation of the energy consumptions which must be comparable with those today prescribed for new buildings. But the monumental restrictions normally prevent interventions on building envelope. Even more than in modern building, it is therefore necessary to focus the efforts on plant efficiency and exploitation of renewable sources. However the most frequent PV or solar thermal are normally not allowed in monumental buildings. It is thus necessary to evaluate carefully the other opportunities offered by the site. In this paper are described two plants under construction in the retrofitting of two historic buildings in Venice. They respectively make use of geothermal and lagoon water as renewable source of the heat pumps installed. The analysis by building-plant simulation that is presented has been carried out to optimize the design choices and to estimate long term performance.

POMPE DI CALORE CON COMPRESSORI CENTRIFUGHI PER UTILIZZO IN CENTRO TERMALE

Lorenzo Strauss*^[1]

^[1]Libero Professionista, Studio Tesi Engineering, ~ Trento (TN) ~ Italy

Questa relazione vuole mettere in luce un'applicazione inusuale e innovativa delle pompe di calore. Le Terme Aquardens (VR) sfruttano l'acqua prelevata dal suolo a 47 °C per rinnovare i 6000 mc di vasche balneabili e per i processi sanitari e di climatizzazione. Il lavoro è affidato a pompe di calore con compressore centrifugo e condensazione ad acqua, che assicurano il risultato massimizzando l'efficienza e riducendo a zero le emissioni locali di CO₂. La portata media concessa (20 l/s) viene sfruttata raffreddandola fino a 10°C, dapprima per cessione diretta del calore (da 47 a 36 °C, con scambi termici con le acque di vasca), poi grazie a 2 pompe di calore collegate tra loro in serie e controcorrente, che completano il trasferimento termico dall'acqua termale agli impianti: la pdc "calda" opera tra livelli termici di 35–22° (ev) e 40-44° (cond), quella "fredda" tra 22–10° (ev) e 36-40° (cond), per una potenza termica nominale complessiva di 4,2 MW. Le unità grazie a compressori centrifughi e ad ampie ed efficienti superfici degli scambiatori, consentono COP medi stagionali di 6,5, senza considerare l'acqua refrigerata 10/15°C disponibile gratuitamente all'evaporatore della pdc "fredda" per i processi di raffreddamento e deumidificazione. La regolazione modulante assicura ottimi COP nel campo di utilizzo dell'impianto (40-90%), ben assistita da sistemi a portata variabile. L'eccedenza termica estiva viene smaltita dalla cascata scenografica all'ingresso del parco.

APPLICATION OF HEAT PUMPS WITH CENTRIFUGAL COMPRESSORS IN THERMAL CENTRE

This report aims to highlight unusual and innovative application of heat pumps. The spa Aquardens (VR) use the water from the soil at 47 ° C in order to renew the 6000 cubic meters of swimming pools and processes for health and conditioning. The work is entrusted to heat pumps with centrifugal compressor and water cooled, which ensure the result maximizing efficiency and reducing to zero local emissions of CO₂. The average flow rate granted (20 l / s) is exploited by cooling up to 10 ° C, first for direct transfer of heat (47 to 35 ° C, with heat exchange with the water tub), then thanks to 2 heat pumps connected in series and counterflow which supplement the heat transfer from the thermal water to plant the HP "hot" operates between thermal levels 35-21 ° (v) and 40,5-45 ° (cond), the "cold" between 21-10 ° (v) and 36-40,5 ° (cond), for a thermal power rating of 4.2 MW. Units with centrifugal compressors and large and efficient exchanger surfaces, allow seasonal average COP of 6.5, regardless of the chilled water 10/15 ° C available free of charge to the evaporator of the heat pump "cold" for process cooling and dehumidification. The modulating control ensures excellent COP in the field of use of the plant (40-90%), well assisted by flow systems. The excess summer heat is disposed of by the spectacular waterfall at the entrance of the park.

STUDIO DI FATTIBILITÀ PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA (ACS) IN MODALITÀ ISTANTANEA A MEZZO DI UNA POMPA DI CALORE A CO₂

Luca Saraceno^[1], Gino Boccardi^[1], Nicolandrea Calabrese^[1], Raniero Trinchieri^[1]

^[1]ENEA ~ ROMA ~ Italy

Recenti studi hanno dimostrato che le prestazioni di una pompa di calore ad anidride carbonica dipendono fortemente dal tipo di applicazione richiesta e dalle condizioni ambientali in cui essa si trova ad operare. Per le applicazioni in cui vi è una grande richiesta di acqua calda sanitaria (ospedali, centri sportivi, etc.), o il rapporto tra la richiesta di acqua calda sanitaria e il riscaldamento è elevato (ad esempio edifici di nuova costruzione a basso consumo energetico con riscaldamento a pavimento), la pompa di calore a CO₂ diviene competitiva con le pompe di calore tradizionali che utilizzano generalmente refrigeranti alogenati. I sistemi transcritici ad anidride carbonica consentono, infatti, di portare a temperature relativamente alte l'acqua in un flusso in controcorrente con il refrigerante caldo in uscita dal compressore. In questo lavoro sono presentati i risultati di una campagna sperimentale su una pompa di calore a CO₂ con scambiatori ad aria (evaporatore) e ad acqua (gas cooler), per la produzione istantanea di Acqua Calda Sanitaria a diverse temperature, con l'ausilio di un serbatoio di accumulo ad alta efficienza. Le prove sono state eseguite a diverse temperature ambiente variando la portata di acqua di rete in entrata al gas cooler della pompa di calore; è stato possibile inoltre gestire la portata di refrigerante nei limiti di prestazione del compressore intervenendo sui set-point di riferimento.

FEASIBILITY STUDY ON THE USE OF A CO₂ HEAT PUMP FOR INSTANT PRODUCTION OF DOMESTIC HOT WATER (DHW)

The performances of a CO₂ heat pump depend greatly on the type of application and on the environmental conditions in which it operates. A lot of studies have shown that a CO₂ heat pump becomes competitive versus a conventional heat pump in applications in which there is a great demand for domestic hot water (hospitals, fitness and sports centres, etc.), or in the cases where the ratio between the demand for domestic hot water and the heating is high (for example, new low consumption energy buildings with floor heating) In fact, in counter-current heat exchange, the high refrigerant temperature compressor outlet, obtained with CO₂ in transcritical conditions, allows to achieve water high temperatures. In this paper, the results of an experimental campaign on a CO₂ heat pump, (heat exchange: air on evaporator side and water on gas cooler side), for the instantaneous production of DHW at different temperatures with the aid of a highly efficient storage tank, are presented. The tests were carried out at various ambient temperatures by varying the water flow rate at the gas cooler inlet; the refrigerant mass flow was managed, within the limits of performance of the compressor, by acting on the heat pump setpoints.

MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA SU UNA POMPA DI CALORE ARIA-ACQUA BISTADIO CON COMPRESSORE BLDC A VELOCITÀ VARIABILE

Tommaso Ferrarese^[1]

^[1]Carel Industries SpA ~ Padova ~ Italy

Il progetto è consistito nella modifica di una pompa di calore aria-acqua bistadio per rientrare nei severi limiti imposti dalla normativa governativa locale (Estremo Oriente). Si è effettuato un design review completo della macchina: si sono inseriti elementi tecnologicamente avanzati come un compressore BLDC pilotato da inverter e delle valvole di espansione elettroniche. Si è riprogettata la logica di controllo per ottimizzare l'efficienza e garantire il corretto funzionamento dei compressori, mantenendo inalterate le funzionalità precedenti (produzione di acqua calda sanitaria a 75°C e raffrescamento estivo). Alcuni componenti sono stati sostituiti per una migliore integrazione con i nuovi dispositivi. I risultati ottenuti, certificati da un ente governativo, sono stati soddisfacenti in quanto ampiamente all'interno dei limiti stabiliti.

EFFICIENCY IMPROVEMENT IN A DOUBLE STAGE AIR TO WATER HEAT PUMP WITH BLDC COMPRESSOR

The project consisted in the improvement of a double stage air-to-water to meet the rigid standards enforced by the local (Far East) legislation. A complete design review of the unit was carried on and technologically advanced devices were installed: a BLDC inverter driven compressor and electronic expansion valves. Control logic has been designed from scratch to achieve both energy efficiency optimization and safe compressor functioning, keeping in the same time the features of the heat pump (hot water production at 75°C). There were also components redesigned for a better integration with new devices. Results data, certified by a government authority, were well satisfying and fulfilled by large the enforced standards.

LE OPPORTUNITÀ OFFERTE DALLA TECNOLOGIA DELLE POMPE DI CALORE AD ASSORBIMENTO AEROTERMICHE, ALLA LUCE DEI TEST EFFETTUATI DA ENTI TERZI SU IMPIANTI OPERATIVI.

Massimo Ghisleni*^[1]

^[1]Robur SpA ~ Verdellino (BG) ~ Italy

Le pompe di calore, e le applicazioni impiantistiche per le quali possono essere impiegate, sono in questi ultimi anni tornate di attualità e presentate come strumento per ottenere sistemi energetici a basso consumo di energia fossile. L'approccio progettuale legato alle pompe di calore è tutt'altro che semplice o vicino alla prassi comune. Di fondamentale importanza è la scelta della soluzione impiantistica alla quale la macchina viene allacciata, così come anche la scelta del tipo di sorgente fredda sfruttata e, l'analisi delle opportunità offerte dal vettore energetico principale utilizzato dalla pompa di calore. L'obiettivo delle verifiche di progetto è l'ottenimento di buone prestazioni energetiche del sistema edificio impianto e l'ottimizzazione dei costi di realizzazione e di gestione del sistema energetico dell'edificio. Nel corso della presente memoria vedremo come nel caso di impianti di riscaldamento sia possibile considerare proficuamente la tecnologia delle pompe di calore ad assorbimento aerotermiche alimentate a gas naturale, anche utilizzate in condizioni climatiche estreme oppure in impianti esistenti caratterizzati da elevate temperature del pozzo caldo. Tutto ciò verificando le soluzioni impiantistiche adottate in talune realizzazioni, osservando i dati di laboratorio offerti dai costruttori e, soprattutto, mediante l'analisi dei risultati dei monitoraggi energetici effettuati da enti terzi in impianti reali a pompa di calore ad assorbimento.

THE OPPORTUNITIES OF THE AEROTHERMAL GAS ABSORPTION HEAT PUMPS TECHNOLOGY, AFTER THE RESULTS OF SOME TESTS ON REAL PLANTS MANAGED BY THIRD-PARTY AGENCIES.

Recently, Heat Pumps' technology itself, and the way they can be installed, are becoming more and more interesting as they are presented as a solution to build plants with a low level of fossil fuel consumption. The design of a Heat Pumps' plant is not so easy as it could in case of standard thermal units. There are several important aspects that have to be taken in consideration, such as the plant engineering solution, the cold source that will be used and the energy source that will power the Heat Pump. The main scope of all these evaluations is to achieve a good level of energy performance for the whole building system and to optimize the costs both for the construction and for the managing of the plant. In this document you will find how the Gas Absorption Heat Pump technology can be one of the best solutions for heating, even in extreme climatic conditions or in retrofit installations, where, typically, the heat sink has to be managed at high temperatures. All the comments and the results will be related to real plants, experimental data from manufacturers and, most important, looking at the numbers by third party agencies that have monitored the performances of the Gas Absorption Heat Pump.

IMPIEGO DI COMPRESSORI A VITE COMPATTI IN CHILLER REVERSIBILI

Pietro Domenico Trevisan^[1], Rolf Blumhardt^[2]

^[1]BITZER Italia srl ~ Vicenza ~ Italy ^[2]BITZER ~ Sindelfingen ~ Germany

Un elevato numero di vite compatti viene da anni utilizzato nei chiller distinguendosi per affidabilità e semplicità di integrazione in queste applicazioni. Nel passato, il COP/EER è stato il parametro di riferimento. Oggi le analisi di profittabilità sono basate sull'efficienza annuale "SEER/SCOP" (Seasonal EER/COP). Il SEER per il freddo e l' SCOP per applicazioni in caldo. I criteri per il calcolo dell' SCOP sono definiti dalla norma prEN14825. Il metodo di calcolo considera il profilo di temperatura annuale, le ore di funzionamento e il carico termico. In questo contesto il COP nel funzionamento a carico parziale diventa sempre più importante e allo stesso tempo comporta nuove sfide per il controllo capacità del compressore. I moderni vite sono ottimizzati per elevato COP a pieno carico e allo stesso tempo ottimale comportamento in parzializzazione. Sono disponibili due famiglie di prodotto, i CSH/CSW ed i CSVH. La gamma CSH/CSW è dotata di un cassetto che consente la modulazione della capacità dal 100 al 25% oppure può lavorare con inverter di frequenza da 20 a 60 Hz. La nuova serie CSVH offre una campo di regolazione ancora più ampio da 100 a 16%. Saranno presentati i risultati di performance stagionale secondo le nuove norme. Verrà evidenziato il vantaggio di queste nuove gamme nell'adattamento della resa con massimizzazione del COP in accordo con il fabbisogno dell'utilizzatore.

USE OF COMPACT SCREW COMPRESSORS IN REVERSIBLE CHILLERS

For many years a large number of compact screw compressors have been used in chillers. They have proven their reliability and can be very easily integrated in these applications. A large number of these chillers are reversible.. In the past, the COP/EER has been the most decisive feature. Nowadays the focus of the profitability analysis is based on the annual efficiency "SEER/SCOP" (Seasonal EER/COP). The SEER for cooling and the SCOP for heating applications. The criteria for the SCOP calculation are given in the standard prEN14825. The calculation method considers the annual temperature profile and the corresponding operating hours and heat demand. In this context the COP during part load operation is getting more and more important and at the same time sets new challenges to the capacity control of the compressor. The modern screw compressors are optimized for high full load COPs and an optimal part load behavior at the same time. Therefore there are two different product series available, the CSH/CSW and the CSVH series. The CSH/CSW series is fitted with a slider that offers a capacity adaption between 100 and 25% or can be operated with frequency inverter from 20 to 60 Hz. The new CSVH offer an even larger capacity range from 100 down to 16%. The seasonal performance data will be presented in accordance to the new Standards. They demonstrate the advantages of these new series to adapt the capacity with a maximum COP exactly to the demand of the user.

SIMULAZIONI DINAMICHE PER L'OTTIMIZZAZIONE DI UN SISTEMA INTEGRATO PER IL RISCALDAMENTO E LA GENERAZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA AL SERVIZIO DI UN COMPLESSO RESIDENZIALE MULTIFAMILIARE.

Roberto Zecchin^[1], Michele De Carli^[1], Samantha Graci^{*[1]}

^[1]Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università degli Studi di Padova ~ Padova ~ Italy

Il presente lavoro si propone di effettuare l'analisi delle prestazioni energetiche di un sistema di climatizzazione integrato al servizio di un complesso multifamiliare. L'impianto è costituito da una caldaia a condensazione modulare (220kW) impiegata sia per il riscaldamento sia per la generazione di ACS, e da una pompa di calore aria-acqua (130kW) impiegata come integrazione per il riscaldamento. Al servizio sia del sistema di riscaldamento che della preparazione dell'ACS è presente un sistema solare costituito da 18 collettori sottovuoto, esposti a sud ovest ed installati sul tetto con un'inclinazione di 45°C. Il sistema prevede, inoltre, tre accumuli termici: uno dei quali dedicato al riscaldamento e due, in parallelo, dedicati alla preparazione dell'ACS. Lo scopo della presente analisi consiste nel determinare la migliore configurazione dell'impianto e del sistema di regolazione al fine di massimizzare l'impiego della fonte energetica solare, aumentare il coefficiente di carico della pompa di calore e di modulare il generatore a condensazione per realizzare le migliori prestazioni possibili ai carichi parziali. Infine, le prestazioni energetiche del sistema integrato descritto sono state confrontate con soluzioni impiantistiche differenti, basate sull'impiego del solo generatore di calore a condensazione o della sola pompa di calore abbinati al sistema solare. Le analisi numeriche sono state condotte per mezzo del software commerciale TRNSYS.

DYNAMIC SIMULATIONS FOR THE OPTIMUM MANAGEMENT OF AN INTEGRATED SYSTEM FOR AIR CONDITIONING AND DOMESTIC HOT WATER GENERATION IN A MULTIFAMILY BUILDINGS

The present paper describes the analysis made on an integrated system for heating and DHW generation, which serves thirty families, accommodated into two blocks of apartments. The system consisting of a gas modulating condensing boiler (220 kW) used for heating and DHW, an heat pump (130 kW) used as integration to the boiler. A thermal solar system with evacuated tube is also considered (thirty collectors, south-west orientation and 45° slope); the energy produced is used both for heating and for DHW generation. Three storage tanks are installed: one of them is designed to integrate the thermal sources for heating, the other two work in parallel for the DHW production. The aim of the analysis is to figure out the optimum design for the control and the regulation system, in order to maximize the exploitation of the solar energy, to increase the load factor of the heat pump and manage the boiler operation for achieving the highest efficiency at partial loads. Finally, the energy performance of the integrated system described were compared with different plant solutions, based on the use of whether a condensing heat generator or a heat pump coupled to the solar system. Numerical analyses have been carried out via the commercial code TRNSYS.

INNOVATIVA POMPA DI CALORE A CO2 PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA.

Francesco Frau*^[1]

^[1]Termal Hot Wave srl ~ Bologna ~ Italy

Q-ton, nuovo rivoluzionario prodotto per il risparmio energetico, è l'innovativa pompa di calore che impiega CO2 come fluido frigorifero, concepita per la produzione di acqua calda sanitaria ad alta temperatura, in grado di soddisfare fabbisogni giornalieri medio-alti, con prestazioni ed efficienza elevatissime anche a temperature dell'aria esterna molto basse. Le eccezionali prestazioni, ineguagliate nel panorama mondiale del settore, sono ottenute grazie al gas impiegato e all'innovativo compressore a doppio stadio, rotativo e scroll. Q-ton è in grado di operare fino ad una temperatura atmosferica limite di -25°C producendo acqua calda anche fino a 90 °C. E' una macchina modulare di potenza nominale pari a 30 kW, che può produrre fino a 750 litri/ora di acqua calda postmiscelata a 45 °C. Con temperatura esterna di 16 °C, temperatura dell'acqua fredda in ingresso di 10 °C e dell'acqua calda prodotta a 60 °C, si ottiene un COP puntuale pari 4,7. L'efficienza stagionale risultante è particolarmente elevata e a seconda delle condizioni e della località in cui è installata può raggiungere valori di SCOP (Seasonal Coefficient Of Performance) compresi tra 4,34 (es. Aosta) e 5,4 (es. Palermo). L'applicazione di Q-ton consente di superare la soglia minima del 50% di energia rinnovabile primaria impiegata per la produzione di acqua calda sanitaria praticamente in tutte le province italiane.

INNOVATIVE HEAT PUMP WITH CO2 FOR PRODUCTION OF DOMESTIC HOT WATER.

Q-ton, the revolutionary new product for energy saving, is the innovative heat pump using CO2 refrigerant - which has been conceived for the supply of high-temperature water. Q-ton is able to satisfy medium-high daily requirements, with very high performance and efficiency even at very low outdoor air temperature. The exceptional performance, which is unmatched in the global industry, is achieved thanks to CO2 refrigerant and to the innovative two-stage rotary-scroll compressor. Q-ton is able to operate up to an atmospheric temperature limit of -25°C, and producing hot water even up to 90 °C. It is a modular machine of 30 kW rated power, that is able to produce up to 750 litres/h of hot water post-mixed at 45 °C. With 16°C outside temperature, 10°C inlet cold water temperature and 60° hot water supply, we will have a precise COP equal to 4.7. The resulting seasonal efficiency is particularly high, and depending on the conditions and the places in which it is installed, Q-ton may reach SCOP (Seasonal Coefficient Of Performance) values between 4.34 (e.g. Aosta) and 5.4 (e.g. Palermo). The application of Q-ton allows to exceed the minimum threshold of 50% of renewable primary energy used for hot water supply in practically all Italian provinces.

TELERISCALDAMENTO FREDDO CON POMPE DI CALORE AD ALTA TEMPERATURA

Marco Carlo Masoero*^[1], Chiara Silvi^[1], Gianfranco Pellegrini^[2]

^[1]Politecnico di Torino ~ Torino ~ Italy ^[2]Area Science Park Trieste ~ Trieste ~ Italy

“TLRF” Questo studio riguarda l’applicazione delle pompe di calore acqua-acqua ad alta temperatura ($T_m \geq 80^\circ\text{C}$) (nel seguito PdC HT) ad un impianto di teleriscaldamento di nuova concezione denominato “Teleriscaldamento freddo -TLRF”, in cui le PdC HT utilizzano come sorgente termica acqua a bassa temperatura, distribuita con reti simili al teleriscaldamento: tuttavia si posano qui tubazioni in PEAD non coibentate, e quindi molto meno invasive e decisamente meno costose di quelle preisolate. Queste reti alimentano una serie di PdC HT da installare in vari edifici cittadini in sostituzione di caldaie centralizzate esistenti. Il lavoro riguarda il monitoraggio, in collaborazione con la SMAT di Torino, di un sito pilota con una PdC HT collegata all’acquedotto; sarà poi possibile collegare altri edifici, sino al raggiungimento della portata massima emungibile dalla sorgente. Scopo di questo studio e della relativa sperimentazione è dimostrare la fattibilità tecnica di strategie che consentano di sfruttare tutte le infrastrutture urbane esistenti in grado di fornire acqua (collettori principali acquedottistici e fognari, canali sotterranei, pozzi dismessi), con la prospettiva di poter successivamente realizzare nuove infrastrutture in grado di distribuire acqua attinta da sorgenti centralizzate (falde sotterranee, rogge, fiumi, laghi, mare). Si tratta dunque di sistemi che consentono di utilizzare le pompe di calore ad alta temperatura in modo diffuso in tutti i contesti cittadini.

COLD DISTRICT HEATING WITH HEAT PUMPS AT HIGH TEMPERATURE

“CDH” This study concerns the application of water to water heat pumps at high temperature ($T_m \geq 80^\circ\text{C}$) (hereinafter referred PdC HP) to a new concept district heating plant called “Cold District Heating -CDH” where PdC HT use, as the low temperature heat source, water distributed with networks, similar to the classic district heating ones, where, however, instead of using pre-insulated pipes, much less invasive and much cheaper PEAD not insulated pipes are laid. These networks supply water to a series of PdC HT to be installed in various buildings to replace existing centralized boilers. With SMAT of Turin we are monitoring a pilot site with a first PdC HT connected to the city aqueduct where it will subsequently be possible to connect other buildings until reaching the maximum flow compatible with said source. The purpose of this study and its experimentation is to demonstrate the technical feasibility of initially exploit all existing urban infrastructures capable of providing water (main collectors of aqueduct and sewer systems, culverts, abandoned wells, etc) and then suggest to build new infrastructures to distribute water drawn from remote centralized sources (groundwater, irrigation ditches, rivers, lakes, sea, etc..). They are therefore systems which allow the use of heat pumps at high temperature in a diffuse manner in urban contexts.

POMPA DI CALORE E FOTOVOLTAICO, UNIONE DI INTERESSE

Manuel Brait^[1], Giacomo Favaro*^[1]

^[1]Climaveneta Spa ~ Bassano del Grappa ~ Italy

Evoluzione della tecnologia e innovazione nelle applicazioni sono legate da un rapporto non propriamente reciproco: se una corretta e innovativa applicazione può valorizzare anche una pompa di calore di efficienza mediocre, una pompa di calore ad alta efficienza non è sempre sufficiente a valorizzare un sistema poco o per nulla integrato. Integrare sorgenti di energia primaria con produttori di energia finale risulta perciò prioritario per valorizzare le innovazioni tecnologiche delle pompe di calore. Lo studio valuta scenari riguardanti l'integrazione del fotovoltaico e pompe di calore per determinare il sistema più conveniente di produzione e utilizzo di energia elettrica. Sono confrontati sistema tradizionale con Pompe di calore e Fotovoltaico indipendenti, sistema con Pompe di calore e Fotovoltaico abbinato ad accumuli elettrici e sistema Fotovoltaico e Pompe di calore abbinata ad accumuli termici. L'ultimo dei casi indicati permette all'unità sia di lavorare con efficienze stagionali migliori operando in condizioni più favorevoli, sia di produrre calore anche in condizioni di aria esterna più rigide rispetto a quelle indicate nel campo di funzionamento della pompa di calore. Lo studio tende a verificare i vantaggi del sistema fotovoltaico e pompe di calore per renderlo indipendente da regimi incentivanti temporanei (conto energia), proponendo soluzioni che si sostengano economicamente massimizzando l'utilizzo di fonti rinnovabili.

HEAT PUMP AND PHOTOVOLTAIC, A CONVENIENT UNION

Technology development and innovation are connected to each other in a non-reciprocal way. If it is true that an efficient and effective application can raise the performance of an average heat pump, an high efficiency heat pump combined with non-integrated system is not necessarily guarantee of success. Hence, the synergy between primary energy sources and energy suppliers seems to be at utmost importance in order to highlight the efficiency of technological innovations of heat pumps. This research analyses different scenarios where photovoltaic and heat pumps can be integrated in order to create a cheaper system of energy supply. A comparison among three different systems: traditional system based on the combination of heat pump with photovoltaic (the two systems working independently one to each other), a system based on the combination of heat pumps, photovoltaic and electric storage, and a system based on the combination of photovoltaic, heat pumps and thermal storage. The latest ensures both better seasonal performance due to good weather conditions, and heat production even with hard climate conditions. The research aims to analyze the advantages of solar energy and heat pumps in order have a solution that does not only depends on temporary incentives but also create new value for the building maximizing the use of renewable sources.

L'UTILIZZO DELLE ACQUE SUPERFICIALI COME SORGENTE TERMICA PER LA POMPA DI CALORE: UN CASO DI STUDIO

Agnese Mattarelli^[1], Stefano Piva^{*[1]}, Alessandra Taddia^[3]

^[1]universita' di ferrara ~ ferrara ~ Italy ^[3]Studio professionale ~ Pieve di Cento (BO) ~ Italy

I requisiti legislativi sempre più severi in materia di riduzione dei consumi di energia primaria per gli edifici e di utilizzo delle fonti rinnovabili stanno portando a una diffusione crescente delle pompe di calore in sostituzione o in integrazione ai tradizionali generatori di calore a gas. La temperatura della sorgente termica e la sua evoluzione stagionale influiscono notevolmente sulle prestazioni delle pompe di calore. L'aria esterna, nonostante sia la sorgente più utilizzata, spesso non risulta la sorgente ottimale dal punto di vista termodinamico. Sorgenti di calore alternative, come ad esempio le acque superficiali o profonde, caratterizzate da valori di temperatura mediamente più elevati dell'aria e più stabili nel tempo, possono migliorare le prestazioni delle pompe di calore. Tuttavia la scelta di tali sorgenti è ostacolata da difficoltà progettuali, da aspetti economici e da vincoli amministrativi. In questo lavoro si discute il progetto di un impianto a pompa di calore integrato a un impianto fotovoltaico a servizio di un nuovo complesso residenziale sito a Ferrara. La pompa di calore sfrutta come sorgente di calore l'acqua del Po di Volano, che scorre adiacente al lotto. Essendo disponibili i valori orari misurati di temperatura dell'acqua, sono stati ricavati i "bin mensili" sulla base dei quali sono state effettuate le valutazioni energetiche secondo UNI TS 11300-4.

ON THE USE OF SURFACE WATER AS THE THERMAL SOURCE FOR HEAT PUMPS: A CASE STUDY

The increasingly stringent legislative requirements for the reduction of primary energy consumption in buildings and the use of renewable energy sources are leading to an increasing diffusion of heat pumps as a replacement or supplement to traditional gas heaters. The temperature of the heat sources and their seasonal evolution have a strong influence on the performance of the heat pumps. Although the outside air is the most widely used source, this is often not optimal from the thermodynamic point of view. Alternative heat sources, such as the surface or deep water, characterized by values of temperature higher and more stable over time than air, can improve the performance of the heat pumps. However, the choice of these sources is hampered by difficulties in design, and by economic and administrative constraints. In this paper is discussed the design of a heat pump system integrated with a photovoltaic system at the service of a new residential complex in Ferrara. The heat pump uses as the heat source the water of the Volano Po, which flows adjacent to the lot. From the measured hourly values of water temperature, we derived the monthly "bins" on the basis of which were carried out energy predictions in accordance with UNI TS 11300-4.

METODI PER AUMENTARE L'EFFICIENZA IN UN SISTEMA A POMPA DI CALORE GEOTERMICA CON AZIONAMENTI A VELOCITÀ VARIABILE

Giacomo Benassi^[1], Marco Azzolin^[2], Davide Del Col^[2], Mauro Mantovan^[1]

^[1]Hiref SpA ~ Tribano (PD) ~ Italy ^[2]Università di Padova ~ Padova ~ Italy

Un sistema a pompa di calore, provvisto di azionamenti a velocità variabile, ha bisogno di un controllo adeguato per conseguire la massima efficienza energetica. Nel presente lavoro viene presentato un modello di una pompa di calore geotermica con compressore a velocità variabile, pompe per l'acqua a velocità variabile e ventilatori delle unità terminali a velocità variabile. Questo modello viene utilizzato per sviluppare una strategia di controllo che è implementata nella pompa di calore geotermica installata presso Hiref SpA (Italia), nel quadro del progetto europeo Ground-Med. L'obiettivo è quello di massimizzare il coefficiente complessivo di prestazione, che tiene conto di tutti gli input di energia per il compressore ed i componenti ausiliari. I parametri di controllo del modello, che possono essere variati, sono i seguenti: frequenza del compressore, frequenza della pompa dell'acqua alle sonde geotermiche, frequenza della pompa dell'acqua al circuito dell'utenza, velocità dei ventilatori e temperatura dell'acqua in mandata all'utenza. Il presente modello permette di valutare le condizioni operative che assicurano la massima efficienza del sistema e rappresenta la base per lo sviluppo di una strategia di controllo, con l'obiettivo finale di massimizzare il coefficiente di prestazione stagionale. Alcuni dati registrati durante il funzionamento di questo sistema a pompa di calore vengono presentati nell'articolo e confrontati con il modello.

METHODS TO INCREASE ENERGY EFFICIENCY IN A GROUND SOURCE HEAT PUMP SYSTEM WITH VARIABLE SPEED DRIVES

A variable capacity heat pump, with variable speed drives on the secondary circuits, needs an adequate control to perform the maximum energy efficiency. In the present paper, a model of a ground-source heat pump with variable speed compressor, variable speed water pumps and variable speed fans in the coils is presented. This model is used to develop a control strategy which is implemented in the GSHP (ground source heat pump) system installed at Hiref SpA (Italy) in the framework of the European Project Ground-Med. The goal is to maximize the overall coefficient of performance, accounting for energy inputs to the compressor and the auxiliary components. The control parameters of the model that can be varied are the followings: frequency of compressor, frequency of water pump to the borehole heat exchangers, frequency of the water pump to the user, velocity of the fans, water temperature to the user. The present model allows to evaluate the operating conditions that lead to the maximum seasonal coefficient of performance of the system. The model is also the baseline for the development of a control strategy, with the final objective of maximizing the seasonal coefficient of performance of the system. Field data recorded on this GSHP system are presented and compared to the model.

ANALISI E VALUTAZIONE SPERIMENTALE DI UN SISTEMA IN POMPA DI CALORE A CICLO ANNUALE

Guglielmo Magri*^[1]

^[1]Clivet SpA ~ Feltre ~ Italy

I fabbisogni per il comfort abitativo negli edifici residenziali vengono normalmente soddisfatti da sistemi utilizzando differenti tecnologie e di solito con una scarsa integrazione fra di essi. La tecnologia in pompa di calore offre d'altro canto una estrema versatilità che le consente di poter impiegata per soddisfare tutti questi fabbisogni: riscaldamento ambienti, acqua calda sanitaria, ricambio d'aria e raffrescamento estivo. In questo lavoro viene descritto un sistema progettato per soddisfare questi fabbisogni composto da una pompa di calore idronica ad inverter con alto rapporto di modulazione, tutti i componenti idraulici e di controllo del sistema radiante e dell'acqua calda sanitaria, una macchina per la ventilazione meccanica con recupero termodinamico e centralina di controllo in grado di ricevere segnali e comandare e ottimizzare l'intervento di tutti i componenti. Questo sistema presenta notevoli vantaggi: un elevato rendimento ai carichi parziali della pompa di calore idronica, altissimi COP della ventilazione a recupero termodinamico grazie all'utilizzo dell'aria interna come sorgente fredda e la possibilità di adottare algoritmi di ottimizzazione energetica dei vari componenti dell'impianto grazie al controllo di tutto il sistema da parte di un'unica centralina. Successivamente si espongono i risultati del controllo di uno di questi sistemi installato in una abitazione residenziale in provincia di Padova

ANALYSIS AND EXPERIMENTAL EVALUATION OF ALL YEAR CYCLE HEAT PUMP SYSTEM

The needs for comfort in residential buildings are normally satisfied by systems using different technologies not well integrated. The heat pump technology is very versatile and that allows it to be adopted for satisfy all those needs: room heating, domestic hot water, air renovation and summer cooling. In this paper is described a system composed by an idronic inverter heat pump with high modulation ratio, all the hydraulic and control components for radiant system and DHW, a unit for forced draft ventilation with thermodynamic air heat recovery and a control system linked with all those components This system has big advantages: a very high efficiency at part loads of the hydronic heat pump, high COP of heat recovery heat pump because of the use of the internal air as cold source and the adoption of algorithms for the optimization of the efficiency of the whole system. After that the experimental results of the monitoring of a system installed in a building in Padova are shown and discussed.