

AiCARR Journal

LA RIVISTA PER I PROFESSIONISTI DEGLI IMPIANTI HVAC&R

CONDIZIONAMENTO
RISCALDAMENTO
REFRIGERAZIONE
AMBIENTE
CONDIZIONAMENTO
RISCALDAMENTO
REFRIGERAZIONE
AMBIENTE
CONDIZIONAMENTO
RISCALDAMENTO
REFRIGERAZIONE
AMBIENTE

ANNO 7 - GENNAIO-FEBBRAIO 2016

PARERE DI...

Progettisti e installatori, come collaborare al meglio

NORMATIVA

Panoramica di inizio anno

CONTABILIZZAZIONE

Sistemi a confronto

RIQUALIFICAZIONE EDIFICI STORICI

Studi di interventi per la Galleria Borghese di Roma

Pompa di calore ad acqua di falda per la Basilica Palladiana di Vicenza

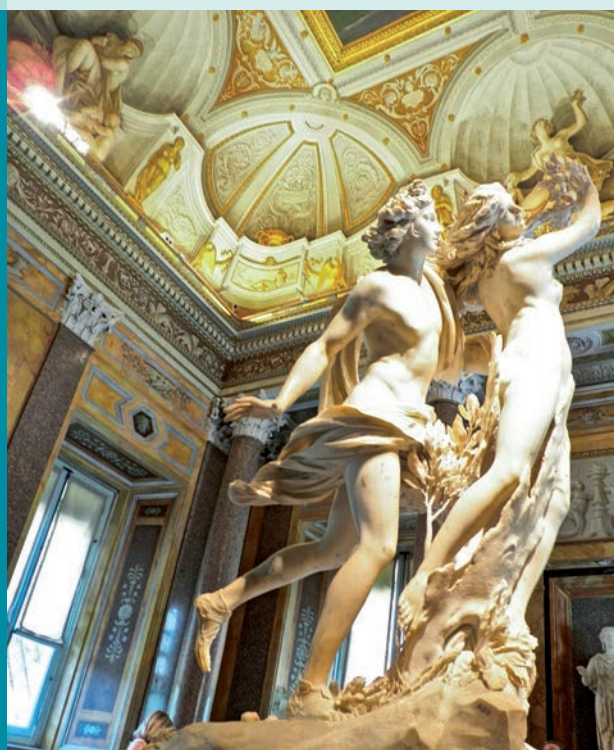
DOSSIER MUSEI VATICANI

Nuovo impianto HVAC per la conservazione della Cappella Sistina

SUPERMARKET, REFRIGERAZIONE CON CO₂ TRANSCRITICO

CENTRALI SOLARI TERMODINAMICHE

Condensatore modulare raffreddato ad aria



EFFICIENZA NEI BENI CULTURALI CONTABILIZZAZIONE

mce



global
comfort
technology

2016

HEATING



COOLING



WATER



ENERGY



40[^] Mostra Convegno Expocomfort
fieramilano 15-18 Marzo/March 2016


mostra convegno
expocomfort

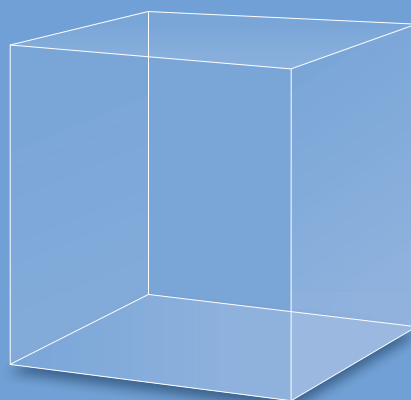
www.mcexpocomfort.it

in collaborazione con / in cooperation with



“la perfezione
è *invisibile* agli occhi”

il miglior comfort non si vede



NUOVO

Mini **VRV** IV serie i

Perfect, invisible comfort

Invisibile

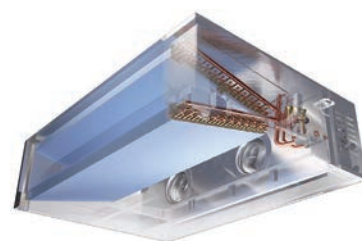
La soluzione di climatizzazione ideale per locali e negozi fronte strada o nei centri storici. Nessun impatto visivo, tutti i componenti sono installati all'interno. Massima silenziosità.

Innovativo

Sezione condensante e blocco compressore separati. Componenti leggeri e compatti per facilitare il trasporto, l'installazione e la manutenzione.

Ineguagliabile

Sistema VRT per la massima efficienza e comfort. Sezione condensante con scambiatore di calore a V super-compatto e ventilatore centrifugo Inverter. Brevetto Daikin.



Scambiatore a V



Quadro elettrico a ribalta



Ventilatore centrifugo

scopri di più su daikin.it



L'EFFICIENZA ENERGETICA E L'ARTICOLO 9 DELLA COSTITUZIONE



Con la Guida Efficienza energetica negli edifici storici di AiCARR e la redazione da parte del Mibact delle Linee di Indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale, cui AiCARR ha dato un contributo significativo, di fatto la nostra Associazione apre un dibattito anche istituzionale a partire da un punto di vista rilevante: **considerare l'efficienza energetica una forma di tutela.**

Si deve iniziare con la (ri)lettura dell'articolo 9 della Costituzione nella sua straordinaria semplicità: La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio ed il patrimonio storico e artistico della nazione.

L'attualità di questo dettato risulta evidente se consideriamo la natura del soggetto che promuove la tutela, la Res-Pubblica (e non lo Stato!) e dell'oggetto della tutela, il paesaggio e il patrimonio storico e artistico, considerati originariamente beni comuni. È stata la perdita progressiva di questo significato originario (beni culturali come beni comuni) in un mondo sempre più globalizzato e regolato dai mercati che ha permesso l'espropriazione della responsabilità individuale anche in questo settore, ma è vero anche il contrario: una alienazione dell'uomo dal mondo reale che ha considerato quei beni non suoi, lontani e forse anche inutili. Un paesaggio sempre più degradato (si pensi all'inquinamento ambientale e allo sfruttamento delle risorse della terra) è coinciso con un patrimonio culturale sempre meno valorizzato. La loro scomparsa comporterà la scomparsa della nostra stessa identità perché essi rappresentano il luogo (lo spazio, il paesaggio) e la memoria (il tempo, il patrimonio storico e artistico) di questa identità, in definitiva della nostra cultura. La crisi di questi anni è soprattutto culturale, perché tra l'altro è stata disattesa

l'enunciazione e l'invocazione dell'articolo 9 che indica l'importante ruolo della cultura che — con la ricerca — rappresenta lo sviluppo di una comunità e del suo territorio, legame tra la storia e l'innovazione. **L'efficienza energetica influisce sulla rappresentazione del legame tra passato e futuro** e per i beni culturali è così evidente: il rispetto della memoria con le ragioni per una (lecita, consapevole) modificazione del bene nella dialettica conservazione-sviluppo. Rileggere l'articolo 9 significa ripartire da questo, interpretato in chiave di valore territoriale, in contrapposizione con un modello (economico, sociale, etico) che non lo contempla più.

Anche l'energia è un bene comune, come l'acqua, come gli alberi, come i monumenti e — come l'acqua, come gli alberi e come i monumenti — anche l'energia deve essere oggetto di un processo di trasformazione se vogliamo continuare a credere nell'articolo 9: il passaggio da una cultura della proprietà a una cultura della condivisione, da una concentrazione e centralizzazione proprietarie al loro opposto, quello di uno spazio aperto, distribuito, comune.

Quindi anche l'energia deve riferirsi al territorio dove viene trasformata e utilizzata, in modo efficiente, con le risorse che quel territorio mette a disposizione. L'energia in quanto bene comune, è bene da tutelare, ma anche, in quanto risorsa, deve essere sicura, accessibile e pulita, dove l'efficienza energetica e le fonti rinnovabili sono l'unica opzione, **diventando per queste sue qualità strumento necessario per la tutela della nostra stessa identità.** Nello spirito di una Costituzione che dobbiamo difendere anche oggi perché soggetta ad attacchi scomposti, perché viene dal passato e dalla sofferenza dei nostri padri, ma è proiettata nel futuro, per la speranza dei nostri figli.

Livio de Santoli, Presidente AiCARR



FlowGrid e AxiTop: quando l'eccellenza diventa perfezione



Con FlowGrid e AxiTop, ultime innovazioni sviluppate da ebmpapst, leader mondiale nella produzione di ventilatori e motori, la rumorosità nei settori della ventilazione e del condizionamento ora è solo un lontano ricordo.

Grazie alla nuova FlowGrid, disegnata per ottimizzare il flusso dell'aria sul lato aspirazione dei ventilatori assiali o centrifughi, è possibile diminuire drasticamente il livello di pressione sonora e ridurne al minimo la componente tonale che rappresenta la parte del rumore percepita dall'orecchio umano come "disturbo". Al massimo livello di efficienza, la rumorosità dovuta alla frequenza di passaggio pala può essere ridotta fino a 16 dB(A).

Il diffusore AxiTop agisce invece sul lato mandata dei ventilatori assiali convertendo gran parte della pressione dinamica in pressione statica: questo consente un considerevole aumento dell'efficienza e un'ulteriore riduzione del livello sonoro.

Per scoprire di più visita il nostro sito www.ebmpapst.com/flowgrid.

ebmpapst

La scelta degli ingegneri



12

IL PARERE DI...

Progettisti e installatori. Come collaborare per perseguire finalità e obiettivi comuni

Ottimizzando le procedure di interscambio delle informazioni, anche in un regime di qualità certificata, si riducono i margini di incomprensioni e si raggiunge un livello di confronto costruttivo

di **Gianfranco Gianni**



16

NORMATIVA

Normativa, panoramica di inizio anno

di **Luca Alberto Piterà**



19

CONTABILIZZAZIONE

Contabilizzazione a confronto

Primi risultati sperimentali di una campagna di misura atta a confrontare le prestazioni metrologiche dei sistemi di contabilizzazione del calore diretti e indiretti in edifici residenziali esistenti

di **Luca Celenza, Marco Dell'Isola, Giorgio Fico, Paolo Vigo**



24

DOSSIER MUSEI VATICANI

Nuovo impianto HVAC per la Cappella Sistina

Il nuovo impianto, realizzato per preservare il patrimonio artistico, è stato inaugurato nel 2014. Michel Grabon di Carrier ci ha parlato del progetto nei suoi obiettivi, sfide e criticità

A cura della redazione

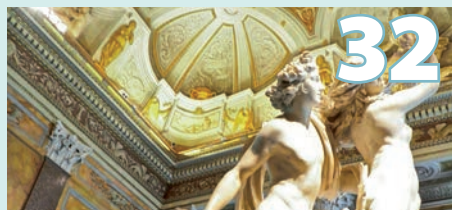


30

L'efficienza energetica nei BBCC: un nuovo ruolo dei progettisti di impianti nel restauro?

La recente pubblicazione delle Linee Guida del Mibac e di AiCARR sta aprendo nuovi scenari per la progettazione impiantistica nell'ambito degli edifici storici, con la conseguente rivalutazione dell'importanza della riqualificazione energetica anche in termini di valorizzazione del bene

di **Livio de Santoli**



32

RIQUALIFICAZIONE BENI TUTELATI

Studio di interventi di riqualificazione energetica e impiantistica per la Galleria Borghese a Roma

Lo studio ha rivelato la possibilità di ottenere dei miglioramenti in termini di prestazione energetica con alcune ipotesi di ristrutturazione a parziale soluzione del problema del ricambio dell'aria e l'introduzione di una quota di energia rinnovabile grazie alle pompe di calore

di **Livio de Santoli, Francesco Mancini, Stefano Rossetti**



41

RIQUALIFICAZIONE EDIFICI STORICI

Pompa di calore con acqua di falda per la Basilica Palladiana di Vicenza

Dall'analisi dei dati di monitoraggio delle prestazioni energetiche dell'impianto sono emerse delle criticità che possono essere risolte con alcune soluzioni tecniche attualmente in fase di realizzazione

di **Andrea D'Ascanio, Renato Lazzarin, Marco Noro**



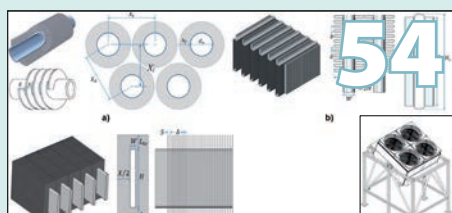
48

REFRIGERAZIONE

Sistema CO₂ transcritico per la refrigerazione di un supermarket

Il superstore Hannaford Supermarkets del Maine (USA) è il primo supermarket degli Stati Uniti ad avere un impianto di refrigerazione che utilizza biossido di carbonio (CO₂) in ciclo transcritico (TC). Le prestazioni dell'impianto sono state confrontate con quelle di un sistema di refrigerazione a idrofluorocarburi (HFC)

di **Collin Weber e Harrison Horning**



54

RICERCA- CERTIFICARE LA SOSTENIBILITÀ

Analisi di ciclo di vita di dispositivi di scambio termico per centrali solari termodinamiche

Il progetto MACCSol, cofinanziato dall'Unione Europea nell'ambito del 7° Programma Quadro per la ricerca e lo sviluppo tecnologico, ha sviluppato un innovativo condensatore modulare raffreddato ad aria, MACC, in grado di ridurre le principali problematiche associate agli ACC convenzionali

di **Francesco Asdrubali, Giorgio Baldinelli, Flavio Scrucca**

AiCARR
journal

Periodico
Organo ufficiale AiCARR

Direttore responsabile ed editoriale **Marco Zani**

Direttore scientifico **Livio de Santoli**

Direttore scientifico operativo **Francesca Romana d'Ambrosio**

Comitato scientifico

Paolo Cervio, Carmine Casale, Mariapia Colella,
Livio Mazzarella, Luca Pauletti, Luca Alberto Piterà,
Piercarlo Romagnoni, Marco Zani

Redazione

Alessandro Giraudi, Silvia Martellosio, Erika Seghetti
redazione.aicarrjournal@quine.it

Art Director **Marco Nigris**

Grafica e Impaginazione **Fuori Orario - MN**

Hanno collaborato a questo numero

Francesco Asdrubali, Giorgio Baldinelli, Luca Celenza,
Andrea D'Ascanio, Livio de Santoli, Marco Dell'Isola, Giorgio
Fico, Gianfranco Gianni, Harrison Horning, Renato Lazzarin,
Francesco Mancini, Marco Noro, Luca Alberto Piterà,
Stefano Rossetti, Flavio Scrucca, Paolo Vigo, Collin Weber

Quine
Business Publisher

Pubblicità **Quine Srl**

20122 Milano — Via Santa Tecla, 4 — Italy
Tel. +39 02 864105 — Fax +39 02 72016740

Traffico, Abbonamenti, Diffusione

Rosaria Maiocchi

Editore: **Quine srl** shop.quine.it

Presidente **Giorgio Albonetti**

Amministratore Delegato **Marco Zani**

Direzione, Redazione e Amministrazione

20122 Milano — Via Santa Tecla, 4 — Italy
Tel. +39 02 864105 — Fax +39 02 72016740
e-mail: redazione.aicarrjournal@quine.it

Servizio abbonamenti

Quine srl, 20122 Milano — Via Santa Tecla, 4 — Italy
Tel. +39 02 864105 — Fax +39 02 70057190
e-mail: abbonamenti@quine.it

Gli abbonamenti decorrono dal primo fascicolo raggiungibile.

Stampa **CPZ spa** — Costa di Mezzate — BG

AiCARR journal è una testata di proprietà di **AiCARR**
AiCARR — Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria,
Riscaldamento e Refrigerazione
Via Melchiorre Gioia 168 — 20125 Milano
Tel. +39 02 67479270 — Fax. +39 02 67479262
www.aicarr.org

Posta target magazine — LO/CONV/020/2010.

Iscrizione al Registro degli Operatori di Comunicazione n. 12191

Responsabilità

Tutto il materiale pubblicato dalla rivista (articoli e loro traduzioni, nonché immagini e illustrazioni) non può essere riprodotto da terzi senza espressa autorizzazione dell'Editore. Manoscritti, testi, foto e altri materiali inviati alla redazione, anche se non pubblicati, non verranno restituiti. Tutti i marchi sono registrati.

INFORMATIVA AI SENSI DEL D.LEGS.196/2003

Si rende noto che i dati in nostro possesso liberamente ottenuti per poter effettuare i servizi relativi a spedizioni, abbonamenti e similari, sono utilizzati secondo quanto previsto dal D.Legs.196/2003. Titolare del trattamento è Quine srl, via Santa Tecla 4, 20122 Milano (info@quine.it). Si comunica inoltre che i dati personali sono contenuti presso la nostra sede in apposita banca dati di cui è responsabile Quine srl e di cui è possibile rivolgersi per l'eventuale esercizio dei diritti previsti dal D.Legs 196/2003.

© Quine srl - Milano

Associato **ANES**
Società a partecipazione paritetica tra il settore
pubblico e privato

Aderente **CONFINDUSTRIA**

12 DESIGNERS AND INSTALLERS: COOPERATE TO ACHIEVE COMMON GOALS

Memory wants to be a motivation of debate between designers and installers to focus on topics that the most make hard the mutual understanding. Optimizing information sharing procedures, also in a certified quality standard condition, there will be less misunderstandings and a constructive level of debate can be achieved. All this for the common goal to install a system suitable for the customers' requests in terms of comfort and efficiency.

G. Gianni

Keywords: design, integration, complementarity

19 EXPERIMENTAL COMPARISON OF HEAT ACCOUNTING SYSTEMS IN A RESIDENTIAL BUILDING

The Energy Efficiency Directive 2012/27/EU, adopted in Italy with the Legislative Decree nr.102/2014, requires the mandatory individual heat accounting in buildings provided with centralized heating systems. To this aim, nowadays both direct (i.e. heat meters compliant to EU MID Directive on measuring instruments not exceeding fixed maximum permissible errors) and indirect methods (i.e. heat cost allocators and insertion time counters) are available. In this paper the authors present and discuss the results of an experimental campaign aimed to check metrological performance of direct heat meters and indirect accounting systems. The measurement campaign has been carried out over a whole heating season in a two family house of '80s. Different accounting methodologies not always present a full compatibility of measurements. Furthermore, the initial installation and configuration of such devices is a very crucial step to guarantee consumer's protection.

L. Celenza, M. Dell'Isola, G. Ficco, P. Vigo

Keywords: Energy saving, central heating plant, heat meter, heat cost allocator, heat accounting

24 NEW HVAC SYSTEM FOR THE SISTINE CHAPEL

This article discusses a new HVAC and environmental control system designed to preserve the majestic frescoes of the Sistine Chapel. The frescoes face increased environmental challenges imposed by a dramatic rise in visitors to the Chapel since the original HVAC system was installed over 20 years ago. Critical factors in the design of HVAC systems for museums and buildings with historic artifacts include air temperature, air humidity, air circulation, airborne pollutants, and sound level. In addition, stable conditions are vitally important so as to avoid cyclic effects and gradients that accelerate aging of the artifacts. The new design addresses these factors and new requirements based on studies directed by the Vatican Museums. The new system uses two 580kW variable speed water-cooled chillers for redundancy. Air quality management within the Chapel space now includes adjusting volume flow to dilute CO₂ concentrations while maintaining still air at the frescoes. The system utilizes special control schemes with video imaging to track visitor levels and respond intelligently to maintain precise conditions. This article discusses the history, the new challenges, the system requirements, the modeling, analysis and design used to develop this unique HVAC system that went into service in October 2014.

by editorial staff

Keywords: Sistine Chapel, HVAC system, renovation

32 STUDY OF ENERGY RENOVATION FOR THE GALLERIA BORGHESI IN ROME

The object of this study is the "Galleria Borghese", in Rome, one of the most important Italian museum. The reason of the study depends on the disruption caused by some plant breakdowns climate that have occurred in recent years and that sometimes made the visitors uncomfortable and overall exhibited works in a microclimate unsuitable to their preservation. From an analysis of the current situation and the calculation of winter and summer thermal loads of the building and the ventilation air flow rates, the study shows some proposals for action, having as objective: the reduction of the heat load of the building in summer, a better air exchange and overall a modernization of the plant expansion.

L. de Santoli, F. Mancini, S. Rossetti

Keywords: Galleria Borghese, energy renovation, historic building

41 UNDERGROUND WATER SOURCE HEAT PUMP SYSTEM FOR A HISTORICAL VALUABLE BUILDING: PROBLEMS AND SOLUTIONS

During 2007-2012 period a very important historical valuable building in the center of Vicenza was retrofitted by both structural and energy/mechanical plants points of view. Particular attention was paid to the heating, ventilation and air conditioning plant; it is an underground water source electrical compression heat pump based plant. During the design phase a monitoring and data logging system was provided in order to log many data concerning energy flows and the main operating parameters. In this paper the analysis of the performance data of the 2014 cooling season and the 2014/2015 heating season was developed. Such monitoring activity was also requested by the local Authority in order to verify both the water flow rates (and temperature deltas) and the energy performances. The analysis revealed that, even if appreciable energy savings with respect to more traditional plants were expected, some critical aspects determined poor energy performances of the plant. This work presents such issues and the possible technical solutions (just approved by the local Authority) to improve the energy performances of the plant.

A. D'Ascanio, R. Lazzarin, M. Noro

Keywords: underground water, renewable energy, energy monitoring, hydronic heat pump

48 TRANSCRITICAL CO₂ SUPERMARKET REFRIGERATION

Hannaford Supermarkets opened a store in Turner, Maine, featuring the first transcritical (TC) carbon dioxide supermarket refrigeration system in the United States. The two-year-old, 35,000 ft² (3252 m²) new-construction supermarket includes conditioned and refrigerated merchandising space, as well as food preparation areas and offices. The TC CO₂ refrigeration system serves a total of 740 kBTU/h (217 kW) of combined low and medium-temperature loads, while providing high-quality waste heat that meets much of the store's space heating needs.

C. Weber e H. Horning

Keywords: supermarket, refrigeration, transcritical (TC) carbon dioxide supermarket refrigeration system

54 ANALYSIS OF THE LIFE CYCLE OF HEAT TRANSFER DEVICES FOR SOLAR THERMAL POWER PLANTS

Concentrated Solar Plants, CSP, are among the most promising technologies in the field of renewable energies exploitation. In the present paper, a novel Modular Air Cooled Condenser, MACC, developed under the EU funded MACCSol research project, is compared with two standard condensers, a Water Cooled Condenser, WCC, and an Air Cooled Condenser, ACC, in a reference Concentrated Solar Power (CSP) plant, at the aim of evaluating the different cooling options in terms of environmental impacts. The LCA, Life Cycle Assessment, methodology is being used and the life cycle impacts are evaluated through different methods: IPCC 2007, Ecoindicator 99 and Ecological Scarcity 2006, which takes into account freshwater consumption that is one of the main issues of CSP plants. Results show that the impact of the MACC is quite lower than the ACC one, according to all the evaluation methods. With the Ecological Scarcity 2006 approach, since the condensers operate in medium water stress conditions, the WCC is the cooling option with the highest impact and the MACC came out as the best solution. Therefore, the MACC condenser represents a valid alternative to the conventional cooling solutions in regions suitable for CSP plants, with environmental benefits more evident with the increase of the Direct Normal Irradiance, DNI. The planning of transport activity emerged as a key issue to further optimize the life cycle impacts of the MACC.

F. Asdrubali, G. Baldinelli, F. Scrucca

Keywords: Concentrated Solar Power; Condensers; Air cooled; Water cooled; LCA; Water consumption.

Call for research papers

Temi di interesse

La pagina della ricerca pubblicherà articoli o abstract su climatizzazione ambientale attiva e passiva, refrigerazione, sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili ai fini della climatizzazione ambientale e della refrigerazione.

Come partecipare

Per la pubblicazione di un articolo in tale sezione occorre seguire la procedura riportata nella pagina web dell'Associazione sotto /Editoria e libri/Aicarr Journal. L'accettazione dell'articolo sottoposto è comunque subordinata all'esito positivo del processo di revisione da parte di esperti del settore, specificatamente individuati dal Comitato Scientifico della rivista.

AiCARR Journal ha istituito «la pagina della ricerca» che, oltre a presentare un articolo di qualità dedicato alla ricerca, riporterà una rubrica di sintesi sulle attività di ricerca in corso nei vari settori di interesse dell'Associazione.

Novità Prodotti

CONDIZIONATORI AUTONOMI ROOF-TOP AD ALTA EFFICIENZA

La nuova gamma roof-top lanciata da ACM Kälte Klima è stata progettata per raggiungere un'ottimo comfort ambientale. Per il rispetto dell'ambiente l'azienda ha adottato il refrigerante verde R-410A per il funzionamento delle proprie unità. La serie KRSAY da 30 kW a 350 kW è dotata di: compressori ermetici di tipo "scroll" completi di resistenza carter e protezione integrale termoamperometrica; condensatori (evaporatori nella versione H) con batteria alettata con tubi in rame ed alette in alluminio con rete di protezione; motoventilatori elicoidali con pale pressofuse a profilo aerodinamico, direttamente accoppiati a motori trifasi a rotore esterno dotati di termocontatto.

Caratteristiche principali

Fra le principali caratteristiche della serie:

- Dispositivo free-cooling: tramite 3 serrande motorizzate che permette un notevole risparmio energetico in caso di inutilizzo dei compressori.
- Affollamento variabile: tramite appositi inverter che modulano la portata dell'aria in base al carico termico interno (termoregolazione su richiesta e sensore qualità dell'aria).
- Recupero dell'aria espulsa: dispositivo che permette di recuperare l'aria ambiente già trattata (inverno ed estate) inviandola agli scambiatori esterni ottimizzando l'efficienza.
- Pompe di calore ad elevata efficienza: tramite appositi dispositivi come sbrinamenti antighiaccio e recuperi dell'aria espulsa, le unità sono ottimizzate per funzionare a -10 °C aria esterna.

www.acmonline.it



FILTRI AUTOPULENTI FLANGIATI

Honeywell Environmental Control (EVC Italia) presenta F78TS: la gamma di filtri autopulenti flangiati adatti a installazioni ad elevata domanda d'acqua ideali in grandi edifici residenziali per la fornitura centralizzata e in applicazioni commerciali e industriali.

Sistema brevettato di lavaggio in controcorrente

L'ultimo modello di casa Honeywell si presenta con un'importante novità: il sistema brevettato di lavaggio in controcorrente che permette una pulizia rapida e accurata del filtro. La procedura di lavaggio in controcorrente mette in moto un ugello rotante (girante) e genera un getto d'acqua mirato per la pulizia. Tutte le particelle di sporco vengono rimosse completamente. Il sistema funziona garantendo la massima affidabilità anche per periodi di lavaggio brevi e con pressioni d'ingresso basse.

Doppio manometro

Rispetto alla precedente versione, la nuova gamma F78TS presenta un doppio manometro, lato ingresso e lato uscita che permette di verificare il reale intasamento della cartuccia filtrante. L'impiego di tali filtri previene l'introduzione nel sistema di corpi estranei come, ad esempio, particelle di ruggine, trefoli di canapa e granelli di sabbia.

www.honeywell.it



VALVOLE DI REGOLAZIONE A SFERA A 6 VIE



Siemens, con la divisione Building Technologies, ha ampliato la propria gamma di valvole di regolazione a sfera a 6 vie Acvatix, particolarmente adatte per l'utilizzo in sistemi di riscaldamento / raffreddamento a soffitto. Grazie al suo design particolare, una valvola di regolazione a sfera a 6 vie sostituisce quattro valvole tradizionali, compresi i servocomandi, in un sistema di riscaldamento / raffreddamento a soffitto a 4 tubi, occupando di conseguenza un solo data-point. Tra i vantaggi: un minor sforzo per l'installazione, la messa in servizio e il cablaggio, oltre a una riduzione dello spazio richiesto, della complessità dell'impianto e dei costi.

Funzione di compensazione della pressione integrata per elevate portate

Le nuove valvole di regolazione a sfera a 6 vie possiedono una funzione di compensazione della pressione integrata. Questa funzione si attiva quando la valvola è in posizione di chiusura (quando ad esempio non è necessario né riscaldamento né raffreddamento). Inoltre, le valvole hanno una tenuta in classe A secondo la norma EN12666-1.

Servocomandi OpenAir

I servocomandi OpenAir di Siemens forniscono un kit di montaggio preinstallato delle nuove valvole di regolazione a sfera a 6 vie, che consente un montaggio senza attrezzi. I cavi di collegamento dei servocomandi con colore e numero codificati, nonché gli schemi di collegamento, stampati sui servocomandi (e un accesso diretto alle istruzioni di installazione e alle schede tecniche attraverso un QR code) assicurano una semplice installazione e un cablaggio senza errori.

www.buildingtechnologies.siemens.com

www.acmonline.it

ACM
KÄLTE KLIMA

UN'ESPERIENZA LUNGA OLTRE 10 ANNI



- Refrigeratori aria/acqua
- Pompe di calore aria/acqua
- Refrigeratori acqua/acqua
- Pompe di calore acqua/acqua
- Free cooling
- Unità polivalenti aria/acqua
- Unità motocondensanti
- Unità motoevaporanti
- Condensatori remoti
- Climatizzatori di precisione
- Roof-top

ESPONIAMO A MILANO MCE 2016 - HALL 13 / STAND A29

ACM Kälte Klima Srl

via dell'Industria, 17 - 35020 ARZERGRANDE (PD) - ITALY
Tel. +39 049 58 00 981 r.a. - Fax +39 049 58 00 997

www.acmonline.it - info@acmonline.it



Novità Prodotti

MINI CASSETTE A 4 VIE

La nuova serie di mini cassette RCIM FSN4 di Hitachi Air Conditioning Europe completa la più ampia gamma di unità interne presente sul mercato, in grado di coprire potenze da 0,6 a 2,5 HP (ovvero da 1,7 a 7,1 kW di capacità nominale in raffreddamento nei sistemi VRF).

I pannelli a vista hanno un design curato, semplice e progettato con specifiche rigorose. Le dimensioni (620 x 620 mm) sono state ridotte di 8 cm rispetto al modello precedente in modo da poter essere installato in controsoffitti modulari 600 x 600 mm senza tagliare i quadrotti e senza interferire con luci e altre installazioni vicine.

Il pannello è dotato di alette con profilo "silk" con un sistema di chiusura intelligente per favorire una totale chiusura quando l'unità è spenta. Grazie a un sensore di movimento opzionale è possibile avere una regolazione automatica della temperatura e della portata d'aria in funzione della presenza di attività con un grande ulteriore riduzione dei consumi energetici.



Il nuovo design favorisce una miglior distribuzione dell'aria e un comfort più elevato. Ogni aletta del cassette RCIM può essere comandata individualmente. Inoltre lo speciale design consente di utilizzare l'effetto Coanda in modo che il flusso d'aria segua il soffitto invece di cadere subito verso il basso, con un miglior comfort per l'utilizzatore che non viene direttamente investito dal flusso d'aria. Grazie al nuovo scambiatore, al nuovo turbo-fan e alla pompa di rilancio condensa con motore DC, le performance delle unità sono state migliorate, mentre il livello di pressione sonora dei modelli da 0,6 a 1 HP è solamente 24,5 dB(A).

www.hitachiaircon.com

CLIMATIZZAZIONE IN CLASSE A+++

Daikin lancia la gamma di climatizzatori residenziali Daikin Bluevolution, puntando su nuovi standard di mercato in termini di tecnologia ed estetica. Tre le nuove serie presentate da Daikin, disponibili nella versione mono e multisplit.

Serie FTXM

Novità assoluta è la Serie FTXM, disponibile nelle potenze da 2 a 7 kW, che presenta livelli di efficienza elevatissimi in classe A+++ per le taglie fino a 3,5 kW. Massima silenziosità (solo 19 d(B)A) e un sistema di purificazione, con tecnologia brevettata Flash Streamer™, che consente di avere una continua pulizia dell'aria nell'ambiente: la filtrazione a tre stadi elimina tutti i principali elementi inquinanti quali polveri, allergeni, cattivi odori, batteri e virus.

Le unità FTXM sono dotate di sensore di presenza e flusso d'aria 3D, che garantiscono il massimo comfort ambientale. Sono "wi-fi ready", ovvero predisposte per essere gestite da remoto grazie a un dispositivo "plug and play" (acquistabile a parte). Il design delle unità FTXM nasce dalle stesse mani dei progettisti che hanno ideato Daikin Emura, pensato per incontrare il gusto e le esigenze del mercato europeo.

www.daikin.it



QUINE BUSINESS PUBLISHER ENTRA IN LSWR GROUP

Nasce il polo della conoscenza tecnica professionale

19/gen/2016

Quella conclusa il 29 dicembre 2015 è la quarta acquisizione dell'anno di LSWR Group. Attraverso Edra S.p.A il Gruppo ha rilevato il 50% di Quine Business Publisher **con contestuale conferimento in Quine delle proprie testate tecniche Meccanica&Automazione, Officina Moderna, Pulizia Industriale e Sanificazione.**

"Dopo l'acquisizione avvenuta a gennaio delle attività di Elsevier Urban & Partner, branch polacca del gruppo internazionale Elsevier, l'acquisizione del catalogo libri di UTET Scienze Mediche e la recente acquisizione del 50% dell'agenzia di comunicazione Imagine S.r.l., abbiamo deciso di investire in un'azienda focalizzata come Quine per consolidare e crescere le attività votate allo sviluppo della conoscenza tecnica professionale, nonché per diffondere l'entusiasmo e il know how che hanno portato il nostro Gruppo a raddoppiare il fatturato negli ultimi tre anni" ha affermato Giorgio Albonetti, presidente di LSWR Group.

"Abbiamo individuato in Quine Business Publisher un'interessante opportunità di investimento poiché condivide con Edra la stessa focalizzazione sui contenuti tecnici, la riconosciuta autorevolezza e la leadership nei settori dell'aggiornamento e della formazione tecnica e professionale in cui opera. Quine è il veicolo ideale per svilupparvi all'interno i nostri asset tecnici della meccanica, del cleaning e dell'automotive in sinergia con le testate già pubblicate da Quine — ha spiegato Ludovico Baldessin, COO di LSWR Group —. Supportando Quine nell'evoluzione della propria offerta di soluzioni di marketing, formazione, aggiornamenti professionali e strumenti digitali replicheremo velocemente il caso di successo di LSWR Group".

"Il nostro partner ha saputo dimostrare che investendo nei prodotti e in soluzioni innovative si possono creare nuovi posti di lavoro nell'editoria: siamo felici di poter crescere in un Gruppo che ci porterà grandi sinergie nell'ambito scientifico grazie ad Edra e in quello normativo professionale con la casa editrice La Tribuna" ha commentato Marco Zani, Amministratore Delegato di Quine.

La gestione di Quine sarà affidata, in continuità con il passato, all'AD Marco Zani, con la carica di Presidente assegnata a Giorgio Albonetti.

L'operazione di acquisizione è stata coordinata, da un lato, da Giovanni Viganò, CFO di LSWR Group, assistito dal team di Orrick, Herrington & Sutcliffe, composto da Anna Spanò, Special Counsel, e Daniele Sotgiu, Associate e dall'altro dallo Studio legale Riva e Associati, con un team coordinato dal partner Simone Riva.

LSWR Group è un Gruppo internazionale con sede a Milano, riferimento delle comunità medico-scientifiche, tecniche e giuridico-legali e leader in 4 aree: marketing solutions, education, professional update e advanced tools. Nato con l'acquisizione del ramo d'azienda delle attività di Elsevier in Italia nel 2013, il Gruppo ha registrato un fatturato consolidato pari a 23,5 milioni di Euro nel 2014 ed opera oggi con un network di più di 160 dipendenti. Tra le attività più note si ricordano, tra le altre: Edra, Dica33.it, DoctorNews, Farmacista33, FarmacistaPiù, FarmaMagazine, PuntoEffe, DentalCadmos, Medikey, L'informatore Farmaceutico – Codifa, La Tribuna.

Quine Business Publisher, è l'editore di riferimento nella sostenibilità del costruito. Con le testate AiCARR journal, Blu&Rosso, CASA&CLIMA, Guida dell'installatore Professionale, il Giornale dell'Ingegnere e il Quotidiano digitale casaclima.com, ogni giorno raggiunge migliaia di progettisti e operatori dell'efficienza energetica, garantendo aggiornamento professionale e un apprezzato know how tecnico.

Testate oggetto del conferimento

Meccanica & Automazione Fondata nel 1994 è il periodico business to business per chi opera nel mondo dell'industria meccanica, delle macchine utensili e delle attività di automazione del processo industriale.

OM L'Officina Moderna È la nuova guida tecnica dell'autoriparatore indipendente. Uno strumento che abbina la formazione di settore con i tutorial step by step

Pulizia Industriale e Sanificazione È la rivista storica del settore cleaning, nata nel 1968: è il punto di riferimento per chi opera nel campo della pulizia industriale e in tutti quei settori ad essa strettamente collegati.



Quine Business Publisher

Via Santa Tecla 4 20122 Milano
tel: +39 02.864104 fax: +39 0272016740 www.quine.it

LSWR Group

Via G. Spadolini 7 20141 Milano
tel: +39 02 88184.1 fax: +39 02 88184.301 www.lswrgroup.com

NUOVO SISTEMA CRIOGENICO

Una notizia importante nel campo delle applicazioni criogeniche viene dall'Università BYU di Pittsburgh, USA. Il Prof. Baxter, ingegnere chimico, ha inventato un sistema per separare la CO₂ da altri gas congelandola per impedire che possa propagarsi nell'atmosfera. Questo sistema di catturare il gas per criogenia permette di separare fino al 99% della CO₂ presente nelle emissioni e sembra costare metà di quanto solitamente si spende con i sistemi tradizionali. Il sistema congela la CO₂ a -130 °C e la separa come ghiaccio secco dal resto della miscela; quindi la pressurizza in modo da renderla liquida. Il calore di rigetto riscalda gli altri gas che vengono rilasciati all'atmosfera.

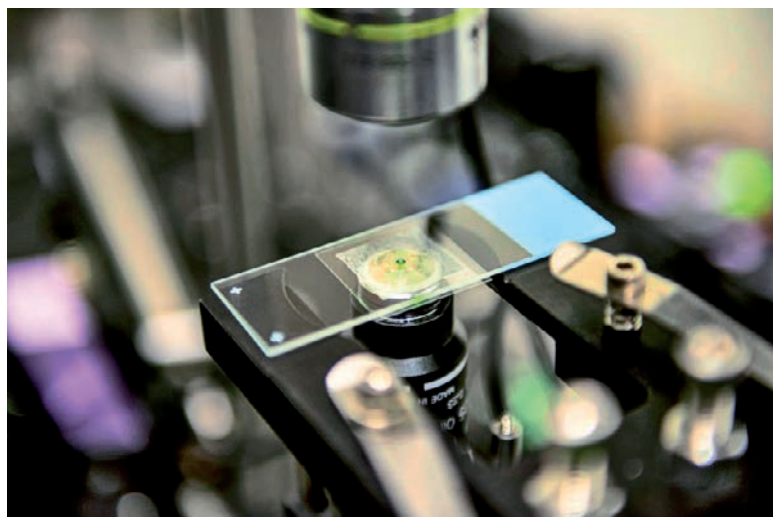
HONEYWELL LANCIA L' R-455A

Tra gli ormai innumerevoli refrigeranti a basso GWP, l'anno prossimo sarà commercializzata una nuova miscela di un HFO, un HFC e un refrigerante "naturale". Si tratta di R-455A, il nuovo refrigerante di Honeywell, sicurezza A2L, composto dal 75,5% di R-1234yf, 21,5% di R32 e 3% di CO₂. Questa miscela viene presentata come adatta a compressori alternativi ermetici per media e bassa temperatura in sostituzione di R-404A. Un armadio espositore refrigerato che utilizzava questo nuovo refrigerante è stato esposto recentemente alla HOST di Milano; test condotti dalla casa produttrice dell'apparecchiatura hanno dimostrato che usando il nuovo refrigerante si ottengono temperature di mandata fino a 8 °C più basse che non con R-405F precedentemente utilizzato.

NUOVO REFRIGERANTE A BASSO GWP

Sempre in tema di refrigeranti a basso GWP, una nuova alternativa a R-22 è offerta da R-444B, particolarmente adatto per alte temperature esterne. Ciò è particolarmente interessante perché uno dei motivi per il ritardo nel phase-out di R-22 è rappresentato dall'impedimento tecnico dovuto alle minori performance dei nuovi refrigeranti a basso GWP quando funzionano in apparecchiature (come i minisplit) con temperature esterne molto alte. Una vasta serie di esperimenti e test, ultimo quello molto importante del DOE (il dipartimento americano dell'energia) condotto insieme a Carrier, produttori di refrigeranti ed esperti internazionali, ne hanno dimostrato la validità. Continuano intanto le prove per valutare le reali performance dalla miscela in fatto di capacità di raffreddamento e efficienza energetica.

RAFFREDDARE CON I RAGGI LASER



Acqua fredda con il raggio laser. Ricercatori dell'Università di Seattle, stato di Washington, hanno raffreddato per la prima volta dei liquidi tramite il laser. L'effetto refrigerante è creato dirigendo un fascio laser infrarosso su un microscopico cristallo sospeso nel liquido che si vuole raffreddare. Il laser satura il cristallo il quale però nel processo di saturazione assorbe più energia di quanta ne fornisca il laser stesso; energia che sottrae al liquido nel quale è sospeso. Nell'esperimento si è riusciti ad abbassare la temperatura dell'acqua di circa 2,2 °C; molto di più si potrebbe ottenere aumentando fortemente il numero di nano-cristalli sospesi nel liquido.

HFC, RISCHIO PER L'OZONO?

Nonostante siano stati definiti a 0 ODP, gli HFC posseggono in realtà un sia pur leggero fattore di deterioramento dello strato dell'ozono stratosferico. Uno studio della NASA (l'ente spaziale americano) mostra che il deterioramento procurato è misurabile e quindi sensibile. Secondo lo studio, i cinque HFC (R125, R134a, R143a, R32 e R23) entro il 2020 diverranno i refrigeranti maggiormente usati, quindi daranno il maggior contributo all'innalzamento della temperatura globale. Le loro emissioni, secondo la NASA, renderanno più veloci le reazioni chimiche che distruggono le molecole di ozono. Si calcola che questo effetto comporterà una diminuzione dello 0,035% dello strato d'ozono entro il 2050. Sebbene di minore entità, l'effetto dimostra che gli HFC non sono completamente a ODP nullo e qualche preoccupazione può sorgere dal loro impiego indiscriminato.

RAFFREDDAMENTO AD ALTA EFFICIENZA PER IL DATA CENTER

Un grande data-center della 3M in costruzione nella Repubblica della Georgia avrà un sistema di raffreddamento a immersione con un refrigerante liquido bifase al posto del tradizionale sistema di raffreddamento ad aria. Il fluido bifase (61 °C di ebollizione) non infiammabile, a bassa tossicità, basso GWP e 0 ODP, non produttore di VOC, riempie un contenitore aperto nel quale è immerso il data-base (elettronico); durante il funzionamento del data-base il fluido evapora, per poi essere condensato in un raffreddatore ad acqua e restituito al ciclo senza parti in movimento. Il sistema consente un risparmio di costi di funzionamento di oltre il 95% rispetto ad un impianto tradizionale ed un impiego di energia pari all'1%. Inoltre, ha la capacità di raffreddare apparecchiature fino a 10 volte superiori per m² al tradizionale sistema ad aria ed è di facilissima installazione e manutenzione.

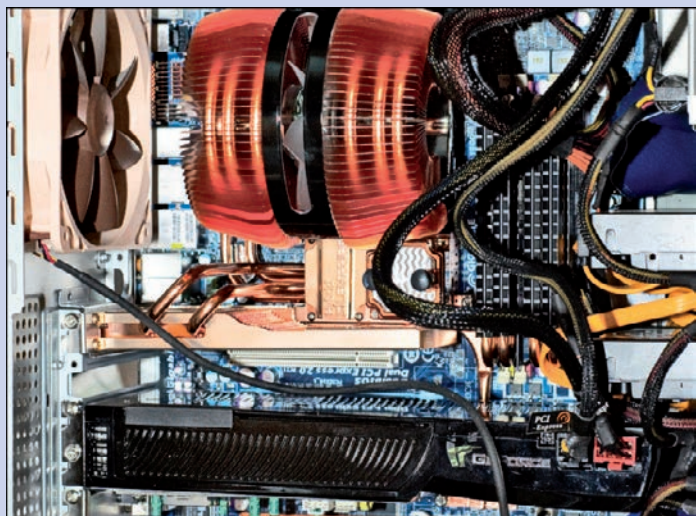
PHASE-DOWN HFC, IL PROTOCOLLO DI MONTREAL

Con il meeting delle Parti aderenti al Protocollo di Montreal, tenutosi a Dubai nella prima settimana di Novembre 2015, che ha incluso gli HFC tra i fluidi soggetti al Protocollo, si è aperta una reale prospettiva di accordo globale per emettere entro il 2016 un termine definitivo di phase-down degli HFC. La proposta per un'ulteriore fase di discussione è stata respinta per passare immediatamente all'azione. A favore si sono dichiarati AHRI, in rappresentanza dell'industria HVACR degli Stati Uniti, insieme a EIA, agenzia per le comunicazioni sull'energia, e EPEE agenzia europea per la protezione dell'ambiente. Resta comunque aperto il problema delle nazioni in via di sviluppo e delle regioni a elevatissima temperatura esterna. Le questioni economiche saranno trattate come al solito dal Panel for Technical and Economic Assessment che valuterà i casi richiedenti fondi particolari d'intervento.

R-22, ANCORA UTILIZZATO NELLE NAVI

Nonostante sia stato da lungo tempo bandito in Europa e lo sarà entro il 2030 nel resto del mondo, R-22 è ancora largamente usato nelle flotte mercantili sia per il condizionamento dell'aria che per la refrigerazione. Ottomila navi mercantili norvegesi sono ancora equipaggiate con R-22 e gli armatori affrontano forti spese per ottenerlo tramite fonti illegali che spesso forniscono refrigerante di pessima qualità. La produzione globale è oggi scesa al 10% di quella del 1990 e (anche per questa ragione) i prezzi continuano a salire rapidamente. Vi sono forti pressioni perché si provveda a sostituire R-22 nelle navi; in caso contrario si prevede che saranno elevate multe fino a un ammontare di 37000 Dollari US per le navi che ignoreranno le restrizioni riguardo alla protezione dell'ambiente.

REFRIGERAZIONE MAGNETICA CON LEGA A BASE DI FERRO



Una refrigerazione magnetica di nuova generazione potrebbe avvalersi di una nuova lega metallica che non usa terre rare. L'Istituto di Tecnologia di Rochester, USA, sta esplorando le possibilità offerte da una lega a base di ferro, meno cara e più facilmente disponibile, che presenta un'alta entropia, in alternativa agli elementi contenenti terre rare molto costose. La lega, NiFeCoCrPdx, mostra una transizione di fase magnetica di secondo ordine la cui temperatura critica può essere regolata fino molto al di sopra della temperatura dell'ambiente. Lo stesso studio riporta che si può ottenere un miglioramento della capacità del refrigerante vicino al 40%. Nel campo della refrigerazione magnetica, le cosiddette miscele ad alta entropia sono una classe emergente di miscele che presentano buona duttilità, resistenza alla corrosione e lunga vita operativa.

DALL'EPA 158MILA DOLLARI PER L'USO DI AMMONIACA NELL'INDUSTRIA

L'Agenzia americana per la protezione dell'ambiente, EPA, ha assegnato 158mila dollari all'Università Rutgers, stato del New Jersey, per aiutare l'industria locale della refrigerazione a passare all'uso di ammoniaca in sostituzione di R-22. Si prevede che la capacità di magazzino del porto di Newark raddoppi nei prossimi 10 anni e pertanto l'uso di R-22 potrebbe comportare danni maggiori di quanto già non faccia al presente. L'Università aiuterà l'industria nello studio della sostituzione del fluido con impianti ad ammoniaca. Un intenso programma di training del personale di progettazione e esecuzione partirà dal prossimo giugno 2016.

GUIDA UNEP PER LE ALTERNATIVE AGLI HFC

UNEP, il Programma per l'Ambiente delle Nazioni Unite, con la sua Divisione per le tecnologie pro-ozono, ha prodotto una serie di fascicoli-guida per l'uso sicuro delle alternative che si vanno proponendo in sostituzione degli HFC. È una guida di grande interesse per chi si accinge a trattare i nuovi refrigeranti che possiedono caratteristiche spesso completamente differenti dai primi. La serie è composta da tre fascicoli che trattano rispettivamente tossicità, infiammabilità e pressioni d'esercizio che si possono ottenere per download dal sito di UNEP.



**OLTRE 10 ANNI
DI ESPERIENZA**

**BRENTA[®]
RENT**
Il freddo a noleggio

Specialisti del freddo a noleggio per climatizzazione e raffreddamento di processo. Consulenze pre-installazione e forniture chiavi in mano. Servizio di supervisione e teleassistenza con possibilità di monitoraggio consumi elettrici.

SETTORI DI APPLICAZIONE

- alimentare
- farmaceutico
- petrolchimico
- GDO
- hotel/residence
- ospedali
- fiere / eventi
- spettacoli
- ristrutturazioni
- piste ghiaccio
- cantine
- prodotti deperibili

PARCO MACCHINE potenze da 25 kW a oltre 1000 kW

- gruppi frigoriferi (chiller)
- pompe di calore
- unità di trattamento aria
- condizionatori roof top
- condizionatori ad armadio
- stazioni di pompaggio



BRENTA RENT Srl

Arzergrande (PD) - ITALY - Via Dell'Industria, 17
tel. +39 049 5800034 fax +39 049 9724623 mobile +39 347 0554982
www.brentarent.it brenta@brentarent.it

Progettisti e installatori. Come **collaborare** per perseguire **finalità** e **obiettivi** **comuni**



Ottimizzando le procedure di interscambio delle informazioni, anche in un regime di qualità certificata, si riducono i margini di incomprensioni e si raggiunge un livello di confronto costruttivo

PER RAGGIUNGERE IL COMUNE OBIETTIVO di realizzare impianti che soddisfino le aspettative dei committenti, sia in termini di comfort che di prestazioni energetiche, progettisti e installatori dovrebbero collaborare al meglio, superando le difficoltà di comunicazione che spesso si traducono in una difficoltà di rapporti. Con queste note, che seguono le fasi di sviluppo di un progetto, intendo stimolare un confronto fra le parti per individuare gli argomenti che rendono difficile la comprensione reciproca.

Ovviamente il mio punto di vista, essendo io direttore tecnico di una società di installazione di impianti, è quello dell'installatore ed è da considerare del tutto personale e non rappresentativo di quello della categoria.

La stesura del progetto

È scontato che lo sviluppo del progetto, intendendo, con ciò, sia lo sviluppo dell'idea di base sulla quale definire la filosofia impiantistica applicata, sia le scelte tipologiche delle apparecchiature, è in carico al progettista, così come il calcolo delle dispersioni invernali e dei guadagni estivi. A mio parere, l'installatore in sede di gara deve eseguire una verifica di massima della tipologia impiantistica e ha la facoltà di porre obiezioni, qualora ritenga di doverlo fare, in quanto una volta accettato il progetto ne diventa corresponsabile. Ritengo che non sia di competenza dell'installatore ogni verifica su dispersioni e guadagni, in quanto questa attività coinvolge la conoscenza di parametri e informazioni che l'installatore non è normalmente tenuto a conoscere.

In quello che viene chiamato "capitolato speciale d'appalto per gli impianti meccanici" è sempre

bene che vi sia una chiara descrizione dell'opera da realizzare, contenente tutte le indicazioni sia impiantistiche che di ordine generale, quali eventuali interferenze, limitazioni e difficoltà operative, evitando di lasciare alla libera interpretazione dell'installatore gli elaborati, che non sempre risultano completamente esaustivi da questo punto di vista, a maggior ragione se sono relativi a un progetto definitivo, quando non di massima.

"Nel capitolato speciale d'appalto per gli impianti meccanici è bene che ci sia una chiara descrizione dell'opera da realizzare, contenente tutte le indicazioni sia impiantistiche che di ordine generale"

Alla descrizione segue normalmente una parte relativa alle specifiche tecniche dei componenti e delle apparecchiature inserite nel progetto, nelle quali vengono delineate le caratteristiche principali dei prodotti e le prestazioni attese. È nei capitoli seguenti che è necessario porre la maggiore attenzione, al fine di non redigere capitolati che

possono essere male interpretati dagli installatori chiamati a presentare la propria offerta. In particolare, mi riferisco al computo metrico, all'elenco prezzi unitari e agli elaborati grafici.

Il computo metrico

Il computo metrico è sicuramente il capitolo più importante con il quale l'installatore si confronta nel redigere l'offerta, nonostante spesso non sia neppure ritenuto contrattuale.

Troppo spesso i tempi concessi per fare una gara e i costi da sostenere per la partecipazione, anche in relazione alla bassa percentuale di acquisizioni, non consentono di effettuare una completa verifica delle quantità esposte dal progettista e della loro congruità con gli elaborati grafici.

Poiché il computo è lo strumento che consente di attribuire un valore a ciascuna prestazione, trovo quantomeno singolare che troppo spesso non contenga l'elenco di tutte le prestazioni richieste, non fosse altro perché qualora qualcuna di queste non venisse realizzata, si potrebbe facilmente quantificarne la deduzione senza incorrere in lunghe ed estenuanti discussioni. Il richiamo a forniture, installazioni, prestazioni e tutto ciò da ritenersi incluso nel prezzo globale porta a una valutazione errata dell'importo complessivo e quindi,

spesso, alla necessità di ridiscuterlo.

Il nostro ufficio preventivi verifica sempre con attenzione se nel computo metrico sono prese in considerazione alcune voci che spesso vengono dimenticate; questo nostro scrupolo, però, non può sostituire l'attenzione che il progettista dovrebbe porre nell'inserire nel computo metrico tutto ciò che deve essere realmente realizzato, al fine di consentire a tutti gli offerenti una quantificazione paragonabile dei costi, anche per non trovarsi poi con offerte sottostimate che porterebbero ad assegnare la gara a chi non ha esaminato con attenzione tutto il progetto e a inevitabili contenziosi non appena l'improvvido installatore si trova a dover sostenere costi imprevisti. Le criticità, intese come voci dimenticate o non chiaramente richieste, che si verificano più di frequente sono riportate in Tabella 1.

Faccio solo un ultimo esempio chiarificatore: supponiamo venga richiesta la fornitura di una unità di trattamento aria dotata di ventilatori plug fan e che il progettista non indichi che debbono essere forniti e installati anche gli inverter. Il progettista stesso potrà sempre sostenere che il ventilatore plug fan non potrebbe funzionare in mancanza degli inverter e che pertanto questi andavano compresi nel prezzo del ventilatore. L'installatore, con pari ragione, potrebbe sostenere che l'inverter è un'apparecchiatura elettrica e che, a suo parere, doveva essere inserito nel capitolato dell'impianto elettrico. Avendo entrambi ragione, il contenzioso è assicurato. Supponiamo ora che, per una qualsiasi ragione, il committente voglia fornire gli inverter; se questi sono stati inseriti nel computo e quantificati, il prezzo da dedurre sarà chiaro e indiscutibile, mentre in caso contrario sarà necessario fare una complicata

suddivisione tra il costo del ventilatore e quello dell'inverter che lascerà sempre tutti scontenti.

L'elenco prezzi unitari

Non meno importante è il capitolo che riassume i prezzi unitari di componenti e apparecchiature inseriti nel computo metrico. Questi prezzi, infatti, devono essere utilizzati per poter quantificare opere in aggiunta o in detrazione e, quindi, devono chiaramente rispettare le valutazioni utilizzate nel computo metrico. Affinché i prezzi siano chiara espressione del valore della fornitura è necessario che ciascun componente sia ben identificato e, per quei componenti quali tubi e canali che sono quantificati a metro o a kilogrammo, che sia chiara la metodologia della quantificazione. Poiché, come noto, la quantificazione di tubazioni, canali e isolamenti deve tener conto anche di sfridi, staffe e raccorderia varia, il quantitativo misurato a disegno deve essere maggiorato di una idonea percentuale derivante dall'esperienza.

Sono personalmente decisamente contrario ad applicare la maggiorazione sul prezzo unitario e non sulla quantità. Infatti, la maggiorazione eseguita sulla quantità può tenere in debita considerazione sia il percorso che la difficoltà realizzativa e le percentuali di maggiorazione possono, almeno nel computo metrico, essere applicate in valore appropriato dando loro il giusto peso. Viceversa, la maggiorazione sul prezzo è fatta in valore assoluto e viene applicata a qualsiasi condizione di posa, per cui il tubo installato in una centrale è quantificato con lo stesso prezzo di un tubo installato in una linea dritta, posta ad esempio in copertura, con difficoltà esecutive di posa, di incidenza raccorderia e di numero di saldature ben diverso.

Gli elaborati grafici

Per quanto riguarda, infine, gli elaborati grafici è necessario precisare bene se sono riferiti a un progetto di massima, definitivo o esecutivo, per capire quanto possano essere utili nella valutazione del tempo necessario alla posa in opera degli impianti.

Reputo anche necessario, specialmente nei progetti esecutivi, la presenza di un idoneo numero di sezioni e di tavole coordinate con gli altri impianti.

Non reputo, viceversa particolarmente utile ricevere i disegni pseudo costruttivi di centrali termofrigorifere e di pompaggio, in quanto è prassi degli installatori organizzati realizzare disegni costruttivi con l'indicazione dei componenti realmente

utilizzati e quindi utili per lo sviluppo in officina di elementi quali collettori, tronchetti e derivazioni.

La definizione del contratto

In sede di definizione del contratto il progettista assume un ruolo di consulente del committente: infatti, in questa fase il suo giudizio sulle capacità tecnico-organizzative delle imprese selezionate per partecipare alla gara è importante.

Non meno importante è la valutazione sulle capacità economiche che però, normalmente, è effettuata dal committente tramite altri canali.

Troppo spesso si assiste a gare d'appalto cui vengono invitate imprese con capacità sensibilmente diverse tra loro, cosa che ha poi una diretta influenza sul prezzo praticato, ma che non può certamente essere garanzia di pari risultato finale.

In definitiva il progettista e il committente dovranno valutare il target delle aziende da invitare e stabilire a priori quali sono i parametri di valutazione.

“Progettista e Committente dovranno valutare il target delle aziende da invitare e stabilire a priori quali sono i parametri di valutazione”

Normalmente i documenti contrattuali si basano su un contratto base redatto dal committente, tra i cui allegati c'è il capitolato speciale di appalto; anche in questo caso è indispensabile valutare che questi due documenti non contengano contraddizioni e in ogni caso definire quale è il documento prevalente. Frasi del tipo “in caso di contraddizioni si consideri quanto più conveniente per il committente” sono certamente poco eleganti per chi scrive, che in pratica dichiara di poter sbagliare, e fonte di discussioni. Documenti eccessivamente lunghi e complessi non sono certamente in grado di essere facilmente letti, valutati e compresi da tutti e vanno pertanto, a mio avviso, utilizzati solo in presenza di appalti importanti che giustificano particolare attenzione in sede di firma del contratto.

L'esecuzione dei lavori

Una volta definito l'appalto, inizia la fase vera e propria di installazione dell'opera: a questo punto ha inizio una serie di attività, soprattutto cartacee, propedeutiche all'inizio dei lavori veri e propri.

Gli installatori hanno il dovere di organizzare la commessa, effettuando le attività riportate in Tabella 2.



DESIGNERS AND INSTALLERS: COOPERATE TO ACHIEVE COMMON GOALS

Memory wants to be a motivation of debate between designers and installers to focus on topics that the most make hard the mutual understanding. Optimizing information sharing procedures, also in a certified quality standard condition, there will be less misunderstandings and a constructive level of debate can be achieved. All this for the common goal to install a system suitable for the customers' requests in terms of comfort and efficiency.

Keywords: **design, integration, complementarity**

Tabella 1 – Voci che spesso vengono trascurate nei computi metrici

- fornitura di inverter per pompe e ventilatori;
- posizionamento dell'inverter (quadro, UTA), IP, tettuccio;
- segnale di regolazione all'inverter;
- staffe per sanitari, fornitura, posa e fissaggio al montante del cartongesso;
- staffe per radiatori e accessori per handicap su cartongesso;
- staffe, tasselli e giunti per zone sismiche ed eventuale calcolo;
- regolazione:
 - software, pagine grafiche;
 - allacciamenti elettrici, bus, quadro di regolazione;
 - vie per i cavi: canaline e tubi;
 - schede di interfaccia con i gruppi frigoriferi;
 - collegamento al quadro di potenza per raccolta stati, allarmi e comandi;
- protezione e tettucci per sonde e servomotori;
- scarico dei materiali dai camion;
- movimentazione in cantiere;
- tiri in alto con gru di cantiere;
- tiri in alto con autogru;
- assistenze murarie;
- scavi;
- reinterri;
- finitura terreno (compattatura);
- asfaltatura o finitura superficiale;
- rimozione degli impianti esistenti;
- recupero degli apparecchi esistenti;
- recupero degli impianti esistenti;
- pagamento di energia elettrica, gas e acqua;
- manutenzione post collaudo;
- pompe di sentina doppie per il locale pompe AI e quadro con batterie;
- quadro di allarme per le pompe di sentina;
- riporto a distanza in luogo presidiato degli allarmi delle pompe AI;
- abbassamenti degli sprinkler sotto controsoffitto e centratura nello stesso;
- allacciamento elettrico del cavo scaldante, specie se in più tratte;
- centralina di controllo per il cavo scaldante;
- cartelli di indicazione e di sicurezza;
- piantane per estintore;
- estintori;
- scarico delle acque nere, orizzontali e verticali;
- pluviali, orizzontali verticali;
- bocchettoni per pluviali e fissaggio della guaina;
- reti esterne al fabbricato;
- isolamento acustico;
- collari REL;
- oneri per la certificazione LEED;
- oneri per il commissioning;
- oneri per l'adeguamento a specifici standard contrattuali;
- impianti VRV: freon, bus, impianto elettrico, centraline ...;
- alimentazione elettrica delle unità interna ed esterna degli split;
- interfaccia con sistema di supervisione.

I rapporti tra installatore, progettista e committente

Il rapporto che si instaura tra progettista, installatore e committente può protrarsi anche per alcuni anni, in funzione della durata del cantiere, e va necessariamente gestito con una modalità dialettica costruttiva, basata sul rispetto reciproco delle professionalità.

“Il rapporto che si instaura tra progettista, installatore e committente può protrarsi anche per diversi anni. Buona cosa sarebbe programmare tutte le attività e affrontare ogni passo con buon senso”

Tabella 2 – Attività degli installatori

1. predisporre l'archivio dei documenti;
2. verificare la disponibilità dei documenti base, quali computo metrico, preventivo con costi, contratto e relative clausole e obblighi, disegni di progetto;
3. predisporre l'archivio dei disegni, con l'attribuzione di una codifica numerica alla commessa, l'archiviazione dei file in formato dwg, la stampa di una o più copie di lavoro;
4. pianificare la revisione progettuale in chiave costruttiva e produrre elaborati grafici costruttivi; in dettaglio:
 - predisporre l'elenco dei disegni costruttivi;
 - procurare i disegni architettonici e strutturali aggiornati;
 - individuare il personale tecnico per sviluppare i disegni e valutare i tempi;
 - coordinare il prodotto con coloro che si occupano degli impianti elettrici;
 - far verificare il risultato da parte del Capo Commessa;
 - far verificare il risultato da parte del Direttore Tecnico;
5. ordinare i materiali necessari all'esecuzione dei lavori, dopo aver ricevuto le risposte del committente relative al successivo punto 7:
 - compilazione del modulo RdA da parte del responsabile di Commessa o di un suo assistente;
 - ricerca di mercato e definizione del prezzo da parte dell'ufficio acquisti;
 - esecuzione dell'ordine e definizione delle modalità di consegna, pagamento, garanzia, ecc.;
6. predisporre e verificare tutta la documentazione inerente le norme di sicurezza sul lavoro, compresa l'eventuale richiesta al committente dell'autorizzazione ad affidare eventualmente lavorazioni in subappalto;
7. inoltrare al committente e eventualmente ai tecnici da lui delegati:
 - disegni costruttivi coordinati per la richiesta di approvazione e benessere a costruire;
 - schede tecniche per l'approvazione delle apparecchiature e dei materiali selezionati;
 - elenco degli assorbimenti elettrici delle apparecchiature installate e loro condizioni di funzionamento;
 - eventuali ulteriori indicazioni di interesse per altri fornitori, ad esempio i pesi delle apparecchiature da installare su solai;
8. effettuare le attività per l'apertura del cantiere:
 - predisposizione dell'area di accantieramento con approvvigionamento delle baracche per ufficio, spogliatoio/ mensa e servizi igienici e dei container per magazzino;
 - individuazione di fornitori locali per piccoli acquisti di materiale generico e attivazione di un rapporto commerciale;
 - stesura e coordinamento del programma lavori;
 - predisposizione del giornale di cantiere;
9. predisporre la fornitura in conto lavorazione di eventuali apparecchiature da inserire in fasi lavorative eseguite da altre aziende;
10. monitorare le fasi di avanzamento del cantiere mediante:
 - verifica delle tempistiche;
 - verifica delle prove di collaudo in corso d'opera;
 - documentazione delle attività;
 - avviamento degli impianti;
 - verifiche prestazionali;
 - adozione di provvedimenti contro il gelo, l'infiltrazione d'acqua, furti, vandalismi, ecc.;
11. gestire la contabilità di cantiere, l'emissione dei SAL, la preventivazione di eventuali opere extra e la contabilità finale;
12. gestire fatturazione e pagamenti;
13. predisporre la documentazione finale, comprensiva di:
 - manuale di conduzione uso e manutenzione;
 - disegni as-built;
 - compilazione della pratica INAIL (ex ISPEL);
 - compilazione delle dichiarazioni e dei certificati di legge;
 - compilazione libretto di centrale;
14. istituire il personale incaricato della conduzione degli impianti;
15. gestire la documentazione contrattuale attestante la chiusura del contratto quale:
 - certificato di fine lavori;
 - certificato di consegna;
 - certificato di collaudo estivo e invernale;
 - certificato di collaudo generale;
16. archiviare la commessa, in modalità sia cartacea che digitale.

Buona cosa sarebbe programmare tutte le attività e affrontare ogni passo con buon senso. Anche qui faccio un esempio. Oramai è prassi consolidata presentare le schede di approvazione dei materiali proposti dall'installatore e capita spesso di vedere che queste schede non vengano accettate per motivi squisitamente formali. Se ciò può avere senso qualora la scheda si riferisca a materiali non scelti dal progettista,

non lo ha quando questa ripropone esattamente quanto scelto in fase di progetto; in questo caso è evidente che manca la collaborazione del progettista e la conseguenza è un inutile prolungamento dei tempi di preparazione all'inizio dei lavori.

Vorrei anche sottolineare che ci sono altri due ruoli non secondari: la direzione lavori e il responsabile di commessa. La direzione lavori ha una funzione assolutamente fondamentale per arrivare alla consegna dell'opera secondo le tempistiche previste; è quindi necessario che le persone preposte a svolgere questo compito siano adatte a questo compito e a conoscenza delle problematiche di installazione. A sua volta, il responsabile di commessa dell'installatore deve essere in possesso di conoscenze teoriche che gli permettano di confrontarsi costruttivamente con la direzione lavori.

Sarebbe altresì opportuno che periodicamente anche il direttore tecnico della società di installazione e il responsabile della società di progettazione si incontrassero per verificare l'andamento del cantiere e non si debbano aspettare gli incontri di collaudo per riscontrare difformità alle attese.

Vorrei sottolineare che a mio parere è auspicabile che il direttore dei lavori sia la stessa persona che si è occupata della progettazione, anche se ciò non è scontato.

COMMISSIONING E COLLAUDO

Il commissioning è un'altra di quelle attività che andrebbero quantificate nel computo, ma soprattutto andrebbe bene esplicitato cosa intende il progettista nella sua richiesta di assistenza al commissioning. Nella mia più recente esperienza ho visto utilizzare questo termine nei significati più diversi: da sinonimo di una generica TAB a sinonimo di collaudo, a quello vero e proprio di commissioning.

È chiaro che cambiando il significato che si dà al commissioning cambiano le funzioni che nel suo ambito devono essere svolte dall'installatore e dal progettista-Direttore dei lavori: si passa da una attività di taratura generica in sede di avviamento, dove un'attività congiunta

consente di arrivare agevolmente alle verifiche di collaudo con tutti i rilievi già acquisiti, a una attività ben diversa di gestione globale della commessa, nella quale, a mio avviso, il progettista-Direttore dei lavori perde un poco la funzione di giudice sull'operato dell'installatore per diventare un fornitore di "ingegno" che l'installatore deve poi realizzare, lasciando alla commissioning authority il compito di interpretare la correttezza di quanto pensato e installato rispetto alle attese ed agli obiettivi del committente.

In questo caso riterrei utile che il collaudatore fosse ancora una volta lo stesso soggetto che ha progettato e seguito la direzione lavori dell'opera, mentre sarebbe assolutamente inopportuno che fosse anche nominato commissioning authority.

* Gianfranco Gianni, Gianni Benvenuto S.p.a., Cernobbio

CONCLUSIONI

In conclusione vorrei ribadire che nell'ottica di un rapporto dialetticamente costruttivo tra le parti, una chiara ed esaustiva stesura delle richieste consentirebbe di giungere a una offerta completa ed economicamente gestibile anche nelle opere da eseguire in variante.

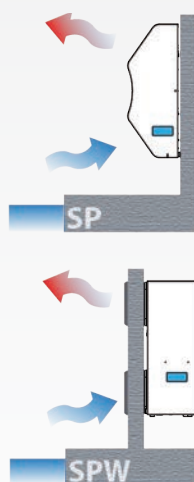
Vorrei anche segnalare, sulla base di diversi lavori fatti con committenti internazionali, che c'è una sostanziale tendenza a operare con metodologie gestionali provenienti dal mondo anglosassone. Questo, se sposato con la flessibilità, i tempi di risposta, gli orari di lavoro e la creatività italiani possono senz'altro portare ad ottimi risultati purché non si pretenda di avere il tutto sempre allo stesso prezzo e negli stessi tempi. ■

Deumidificatori per piscine serie SP e SPW

DEUMIDIFICATORI PER PICCOLE PISCINE O GRANDI AMBIENTI



mce
global
comfort
technology
Pad.13, Stand G12



I deumidificatori della serie SP e SPW sono stati studiati per deumidificare e riscaldare piccole piscine o grandi ambienti. Sono disponibili in tre potenze, da 50* a 120* L/giorno sia per l'installazione in ambiente (SP) che per l'installazione nel locale tecnico adiacente a quello da deumidificare (SPW).

Il nuovo controllo elettronico, di serie su tutti i modelli, utilizza una sofisticata sonda di umidità e temperatura e può essere facilmente montato fuori dalla macchina nella posizione più idonea e comoda per l'utilizzatore.

La resistenza elettrica** o la batteria per l'acqua calda** completano le funzionalità dell'apparecchio

Deumidificatori SP e SPW: silenziosi, robusti, efficienti.



• 1973 - 2013 •

Prodotto italiano

CUOGHI s.r.l.
via Garibaldi, 15 - 35020 Albignasego (PD) - Italia
tel. +39 049 8629099 - fax +39 049 8629135
www.cuoghi-luigi.it - info@cuoghi-luigi.it

* a 30°C, 80%U.R. ** Accessori disponibili separatamente

Normativa, panoramica di inizio anno

L 2015 È STATO UN ANNO di grande attività nel settore della normazione, sia a livello nazionale sia internazionale. La revisione di tutte le norme CEN sul rendimento energetico in edilizia, legata alla pubblicazione della EPBD recast stanno impegnando alcuni comitati tecnici del CEN, che dovranno terminare i lavori nel corso dell'anno appena iniziato, in modo da rispettare la scadenza di fine 2016 per la pubblicazione del pacchetto di nuove norme. In Italia, il CTI è stato impegnato su vari fronti, tra i quali quello di concludere il pacchetto delle UNI/TS 11300 con le parti 5 e 6.

In questo primo numero di AiCARR Journal del 2016 mi piace fare un punto della situazione, per dare ai lettori della nostra rivista una idea di ciò che accadrà nel corso di quest'anno. A questo scopo, qui di seguito ho elencato le norme in fase di elaborazione, di revisione, in inchiesta pubblica e al voto formale a livello sia nazionale sia internazionale. Non sono riportate le norme ISO, semplicemente perché non ci sono lavori in corso di interesse.

È evidente che, a causa dei tempi editoriali, è probabile che qualche progetto di norma che ha concluso l'iter procedurale di revisione o di voto possa essere stato pubblicato al momento in cui questo articolo sarà letto: me ne scuso anticipatamente, ma l'attività normativa non si ferma mai...

Progetti di norma italiani

I progetti di norma sono riportati per singolo Comitato Tecnico nell'ambito del CTI. I codici alfanumerici sono gli identificativi del progetto CTI che, nel caso di revisioni, sono seguiti dal numero della norma.

Norme che hanno subito una revisione parziale e che saranno pubblicate da UNI nel primo trimestre 2016

CT 251 – Impianti di riscaldamento – Progettazione, fabbisogni di energia e sicurezza (UNI/TS 11300-2 e 11300-4)

E0206C594 UNI/TS 11300-4: Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria (revisione parziale).

Nota: sono stati corretti i fattori correttivi del COP in base al fattore di carico CR per pompe di calore a compressione e azionamento elettrico, così come previsti dalla UNI EN 14825. Nel primo trimestre 2016 l'errata corrige sarà pubblicata sul sito di UNI.

Il 2015 è stato un anno ricco a livello normativo. Un elenco delle principali norme in fase di elaborazione, di revisione, in inchiesta pubblica e al voto formale sia a livello nazionale sia internazionale

*di L. A. Piterà**

Progetti di norma che hanno concluso la fase di inchiesta pubblica UNI e che saranno pubblicati da UNI nel primo trimestre 2016

CT 202 – Isolanti e isolamento – Metodi di calcolo e di prova (UNI/TS 11300-1), GL 10

E0201E811 UNI 10349-1: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici. Parte 1: Medie mensili (e dati orari) per la valutazione della prestazione termica dell'edificio (revisione).

E0201E812 UNI 10349-2: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici – Parte 2: Dati di progetto (revisione).

E0201E813 UNI 10349-3: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici. Parti 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici (revisione).

CT 204 – Direttiva EPBD

E02069985 UNI/TS 11300-5 – Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili.

Nota: Di questa norma ho ampiamente parlato nel n. 35 di AiCARR Journal. A valle dell'inchiesta pubblica la norma è stata modificata eliminando il calcolo dell'energia riconsegnata.

E020AC596 UNI/TS 11300-6 – Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili.

Nota: Di questa norma ho ampiamente parlato nel n. 34 di AiCARR Journal. A valle dell'inchiesta pubblica la norma è stata modificata eliminando il calcolo dell'energia riconsegnata.

Progetti di norma che hanno concluso la fase di inchiesta interna CTI e che andranno in inchiesta pubblica UNI

CT 202 – Isolanti e isolamento – Metodi di calcolo e di prova (UNI/TS 11300-1), GL 11

Bozza di rapporto tecnico recante «Assunzioni di base, condizioni al contorno, profili dei carichi per la corretta applicazione e per la validazione di metodi per il calcolo sia delle prestazioni energetiche in regime dinamico degli edifici, sia della definizione dei carichi termici di progetto estivi e invernali». (Inchiesta interna CTI scaduta il 21/01/2016).

CT 213 – Diagnosi energetiche negli edifici – Attività Nazionale

E0202F570 Diagnosi Energetiche – Linee guida per le diagnosi energetiche degli edifici.

CT 214 – Diagnosi energetiche nei processi

E0202F580 Diagnosi Energetiche – Linee guida per le diagnosi energetiche dei processi.

CT 215 – Diagnosi energetiche nei trasporti – Attività nazionale

E0202F590 Diagnosi Energetiche – Linee guida per le diagnosi energetiche dei trasporti.

CT 241 – Impianti di climatizzazione: progettazione, installazione, collaudo e prestazioni (UNI/TS 11300-3)

E0205A037 UNI 10339: Impianti aeraulici per la climatizzazione – Classificazione, prescrizioni e requisiti prestazionali per la progettazione e la fornitura (revisione).

E0205C593 prUNI/TS 11300-3: Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva (revisione).

E0205E580 UNI 10829: Beni di interesse storico e artistico – Condizioni ambientali di conservazione – Misurazione ed analisi (revisione).

CT 242 – Materiali, componenti e sistemi per la depurazione e la filtrazione di aria, gas e fumi

E0205B430 Dispositivi ad irradiazione ultravioletta per il trattamento dell'aria e delle superfici al fine di riduzione degli inquinanti – Generalità, requisiti, classificazione e metodo di prova.

CT 243 – Impianti di raffrescamento: pompe di calore, condizionatori, scambiatori, compressori

E0205F760 Macchine frigorifere/pompa di calore – Controllo delle variazioni nel tempo dell'efficienza energetica.

Nota: Questa norma sarà a supporto delle verifiche richieste dal DPR 74/2013.

CT 252 – Impianti di riscaldamento – Esercizio, conduzione, manutenzione, misure in campo e ispezioni

E0206F422 UNI 10389-2: Generatori di calore – Generatori di calore a combustibile solido e solido a biomassa – Analisi dei prodotti della combustione e misurazione in opera del rendimento di combustione. Alimentazione meccanica o manuale.

CT 253 – Componenti degli impianti di riscaldamento – Produzione del calore, generatori a combustibili liquidi, gassosi e solidi

E0206E870 UNI 10412: Impianti di riscaldamento ad acqua calda – Requisiti di sicurezza – Requisiti specifici per impianti con generatori di calore alimentati da combustibili liquidi, gassosi, solidi polverizzati o con generatori di calore elettrici.

E0206F440 UNI 8065: Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile (revisione).

CT 254 – Componenti degli impianti di riscaldamento – Emissione del calore (radiatori, convettori, pannelli a pavimento, soffitto, parete, strisce radianti)

E0206E720 Sistemi radianti a bassa temperatura – Classificazione energetica. (sarà una UNI/TR).

CT 256 – Impianti geotermici a bassa temperatura con pompa di calore

E0206D290 Impianti geotermici a pompa di calore: monitoraggio energetico, ambientale e manutenzione.

E0206D170 Criteri di dimensionamento, installazione ed aspetti ambientali dei sistemi idrotermici a pompa di calore.

E0206D570 Sistemi geotermici a pompa di calore: Requisiti di qualificazione degli operatori delle ditte installatrici e/o perforatrici.

E0206E850 Pozzi per acqua – Costruzione.

CT 257 – Stufe, caminetti e barbecue ad aria e acqua (con o senza caldaia incorporata)

E0206F320 Figure professionali che eseguono l'installazione, la manutenzione e la pulizia degli impianti termici a legna o altri biocombustibili solidi comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione.

CT 258 – Canne fumarie

E01519271 Sistemi di evacuazione dei prodotti della combustione in materiale refrattario Parte 1: Sistemi camino con condotti interni di terracotta/ceramica (EN 13063) e condotti interni di terracotta/ceramica (EN 1457). Criteri di scelta in funzione del tipo di applicazione e relativa designazione del prodotto.

E01519272 Sistemi di evacuazione dei prodotti della combustione in materiale refrattario. Parte 2: Blocchi di laterizio/ceramica per camini a parete singola. (UNI EN 1806). Criteri di scelta in funzione del tipo di applicazione e relativa designazione del prodotto.

E0206F660 UNI 11278: Sistemi metallici di evacuazione dei fumi asserviti ad apparecchi e generatori a combustibile liquido o solido. Criteri di scelta in funzione del tipo di applicazione e relativa designazione del prodotto (revisione).

E0206F530 UNI 10847: Pulizia di sistemi fumari per generatori e apparecchi alimentati con combustibili liquidi e solidi. Linee guida e procedure (revisione).

CT 266 – Sicurezza degli impianti a rischio di incidente rilevante

E0207E650 UNI/TS 11226: Impianti di processo a rischio di incidente rilevante – Sistemi di gestione della sicurezza – Procedure e requisiti per gli audit (revisione).

E0207F450 Attività professionali non regolamentate – Figure professionali che eseguono audit sui Sistemi di gestione della sicurezza – Requisiti di conoscenza, abilità e competenza.

CT 271 – Contabilizzazione del calore

E0208F600 UNI 10200: Impianti termici centralizzati di climatizzazione invernale, estiva e produzione di acqua calda sanitaria – Criteri di ripartizione delle spese di climatizzazione invernale, estiva ed acqua calda sanitaria (revisione).

Nota: L'11 giugno 2015 è stata pubblicata una revisione della UNI 10200 che riporta in sintesi le seguenti modifiche alla versione precedente:

- Introduce la possibilità di utilizzo di tutte le tipologie di ripartitori (sia quelli programmabili che quelli non programmabili) e non solo di quelli programmabili come era previsto in precedenza;
- Maggiore libertà nella scelta della metodologia per la determinazione della potenza termica dei corpi scaldanti in base a quanto definito dalla UNI EN 834.
- Attualmente il GdL è impegnato nella revisione

della norma al fine di rivedere i diversi aspetti tecnici che richiedono migliorie e/o integrazioni del testo, ad esempio la ripartizione delle spese nelle case a occupazione saltuaria e l'allineamento della simbologia della UNI 10200 alle UNI/TS 11300.

Progetti di norma europei

Scadenza: 09/02/2016

CEN/TC 054 – Progettazione e costruzione di attrezzature a pressione e di forni industriali

Activation of preliminary work item **00054062: EN 13445-3:2014/pra6** (tubesheets) and call for experts

Activation of preliminary work item **00054151: EN 13445-3:2014/pra8** (additional non-pressure loads) and call for experts

CEN/TC 113 – Impianti di raffrescamento: pompe di calore, condizionatori, scambiatori, compressori

prEN 12102-1 Air conditioners, liquid chilling packages, heat pumps and dehumidifiers with electrically driven compressors for space heating and cooling – Measurement of airborne noise – Determination of the sound power level – Part 1: Air conditioners, liquid chilling packages, heat pumps for space heating and cooling.

CEN/TC 335 – Biocombustibili solidi

prEN ISO 18125 Solid biofuels – Determination of calorific value (ISO/DIS 18125:2015) (il documento è contemporaneamente in inchiesta CEN e ISO).

Scadenza: 23/02/2016

CEN/TC 247 – Direttiva EPBD

prEN 12098-1 Controls for heating systems – Part 1: Control equipment for hot water heating systems – Modules M3-5,6,7,8.

prEN 12098-3 Controls for heating systems – Part 3: Control equipment for electrical heating systems – Modules M3-5,6,7,8.

prEN 12098-5 Controls for heating systems – Part 5: Start-stop schedulers for heating systems – Modules M3-5,6,7,8.

prEN 15232-1 Energy performance of buildings – Part 1: Impact of Building Automation, Controls and Building Management – Modules M10-4,5,6,7,8,9,10.

prEN 15500-1 Control for heating, ventilating and air-conditioning applications – Part 1: Electronic individual zone control equipment – Modules M3-5, M4-5, M5-5.

prEN 16946-1 Inspection of Building Automation, Controls and Technical Building Management – Module M10-11.

prEN 16947-1 Building Management System – Module M10-12.

Scadenza: 29/02/2016

CEN/TC 247 – Direttiva EPBD

FprCEN/TR 16947-2 Building Management System – Part 2: Accompanying prEN 16947-1:2015 – Modules M10-12.

FprCEN/TR 16946-2 Inspection of Building Automation, Controls and Technical Building Management – Part 2: Accompanying TR prEN 16946-1:2015 – Modules M10-11.

FprCEN/TR 15500-2 Control for heating, ventilating and air-conditioning applications – Part 2: Accompanying TR prEN 15500-1:2015 – Modules M3-5, M4-5, M5-5.

FprCEN/TR 15232-2 Energy performance of buildings – Part 2: Accompanying TR prEN 15232-1:2015 – Modules M10-4,5,6,7,8,9,10.

FprCEN/TR 12098-8 Controls for heating systems – Part 8: Accompanying TR prEN 12098-5:2015 – Modules M3-5,6,7,8.

FprCEN/TR 12098-7 Controls for heating systems – Part 7: Accompanying TR prEN 12098-3:2015 – Modules M3-5,6,7,8.

FprCEN/TR 12098-6 Controls for heating systems – Part 6: Accompanying TR prEN 12098-1:2015 – Modules M3-5,6,7,8.

VOTO FORMALE (FV) –

Scadenza: 01/04/2016

CEN/TC 335 – Biocombustibili solidi

NWIP: Grindability determination draft & Form.

PROGETTI DI NORMA ASHRAE

Scadenza 08/02/2016

BSR/ASHRAE Standard 120-2008R, Method of Testing to Determine Flow Resistance of HVAC Ducts and Fittings.

BSR/ASHRAE Standard 130-2008R, Laboratory Methods of Testing Air Terminal Units (First Public Review Draft).

* Luca Alberto Piterà, Segretario Tecnico AiCARR

Contabilizzazione a confronto



Primi risultati sperimentali di una campagna di misura atta a confrontare le prestazioni metrologiche dei sistemi di contabilizzazione del calore diretti e indiretti in edifici residenziali esistenti

*L. Celenza, M. Dell'Isola, G. Ficco, P. Vigo**

PER IL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI fissati dall'Unione Europea in tema di clima ed energia è richiesta l'adozione da parte degli Stati membri di specifiche politiche in campo energetico. Il risparmio di energia è infatti ottenibile sia con un incremento di efficienza dei sistemi energetici che con un uso più razionale dell'energia nel quale il controllo e il monitoraggio dei consumi per il riscaldamento degli edifici giocano un ruolo cruciale perché consentono agli utenti finali una gestione virtuosa degli impianti di riscaldamento e, di conseguenza, una riduzione degli sprechi di energia.

Nella legislazione europea il primo riferimento alla contabilizzazione dell'energia termica è presente nella Direttiva 2002/91/UE, sostituita dalla Direttiva

2010/31/UE (Parlamento Europeo, 2010) che sancisce che la fatturazione dei costi di riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria contribuisce al risparmio energetico nel settore residenziale, se basata sul reale consumo. La recente Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica (Parlamento Europeo, 2012), la cosiddetta EED, considera la contabilizzazione individuale dei consumi come fondamentale strumento per incrementare l'efficienza e favorire il risparmio di energia e introduce l'obbligo di installazione al 31 Dicembre 2016, laddove tecnicamente possibile ed economicamente sostenibile, di dispositivi individuali di contabilizzazione e, in alternativa, di sistemi di contabilizzazione indiretti nei condomini e negli edifici polifunzionali serviti da impianti di riscaldamento/raffrescamento centralizzati o da una rete di teleriscaldamento. In Italia, il DLgs 102/2014, recepimento nazionale della Direttiva, recepisce gli obblighi previsti in merito all'adozione di sistemi di contabilizzazione individuale del calore.

I sistemi di contabilizzazione attualmente disponibili possono essere classificati come diretti e indiretti. I contatori diretti di energia termica, HM, effettuano una misura puntuale dell'energia termica fornita in un circuito di scambio termico. I sistemi di contabilizzazione "indiretta" sono invece ascrivibili a tre differenti tipologie:

- i ripartitori di calore, HCA;
- i sistemi di contabilizzazione del calore basati sui tempi di inserzione compensati con la temperatura media del fluido termovettore, ITC-TC;
- i sistemi di contabilizzazione del calore basati sui tempi di inserzione compensati con i gradi giorno effettivi dell'unità immobiliare, ITC-DDC.

Gli HM sono regolati dalla Direttiva Europea MID sugli strumenti di misura (Parlamento Europeo, 2014), che garantisce la conformità della misura dal punto di vista metrico-legale. Tuttavia, spesso non è possibile impiegare HM per la contabilizzazione individuale dei consumi, sia a causa di vincoli architettonici e/o impiantistici che per i

costi non sostenibili, si pensi alle installazioni su edifici esistenti (Celenza et al., 2015). In questi casi la EED ammette l'uso di sistemi di contabilizzazione indiretti, che non effettuano una vera e propria misura del consumo di energia termica, ma solo una stima, basata sulla misura di parametri a essa correlati. Tale stima consente la determinazione dei costi di riscaldamento della singola unità immobiliare come frazione dell'intero consumo di energia dell'edificio, tipicamente effettuato con un HM (Ficco e Vigo 2015).

I sistemi di contabilizzazione descritti possono infine essere inseriti in una architettura di smart metering, dal momento che consentono di acquisire ed elaborare dati di consumo in tempo reale (Celenza et al., 2013).

In (Celenza et al., 2015) sono state stimate a priori le prestazioni metrologiche e sono state descritte le principali criticità dei dispositivi di contabilizzazione del calore. Qui sono riportati e discussi i risultati di una campagna di misura effettuata su un edificio residenziale, per la durata di un'intera stagione di riscaldamento, allo scopo di verificare in campo le prestazioni metrologiche dei sistemi di contabilizzazione diretta e indiretta e, conseguentemente, di valutare gli scostamenti tra i diversi metodi.

METODOLOGIE DI MISURA E CONTABILIZZAZIONE

Gli HM, come detto, sono gli unici dispositivi di contabilizzazione diretta e, a differenza dei sistemi di contabilizzazione indiretta, sono regolati dalla MID, il cui scopo è quello di armonizzare la legislazione europea sugli strumenti di misura e di tutelare la fede pubblica e la correttezza nelle determinazioni quantitative alla base degli scambi commerciali. La Direttiva descrive le procedure per l'approvazione, la fabbricazione e la messa in servizio degli HM mediante la definizione di requisiti puntuali e l'introduzione di un errore massimo tollerato, l'EMT. Ai sensi della MID un HM può essere uno strumento completo oppure composto da tre sottounità separate:

- sensore di flusso;
- coppia di sensori di temperatura;
- calcolatore.

Per ogni sottounità è fissato uno specifico EMT e l'EMT complessivo è dato, cautelativamente, dalla somma dei tre singoli contributi.

Gli HM consentono la misura di energia termica consumata in un fissato intervallo di tempo attraverso la misura del volume di fluido in ingresso e in uscita da un circuito di scambio termico e della differenza di entalpia tra il fluido in ingresso e in uscita dal circuito stesso. Nelle condizioni di funzionamento tipiche degli impianti di riscaldamento domestici, per il calcolo della differenza di entalpia tra il fluido in ingresso e in uscita dal circuito di scambio è sufficiente misurare le temperature in ingresso e in uscita dal circuito e

conoscere le proprietà del fluido termovettore a quelle temperature.

Gli HCA, invece, sono dispositivi che, installati su ogni corpo scaldante, consentono una stima dell'energia emessa basata sull'integrazione nel tempo della differenza tra la temperatura superficiale del corpo scaldante e quella dell'aria ambiente. Questo valore di conteggio, detto "non-rated allocation unit", viene moltiplicato per il fattore di valutazione K per ottenere le cosiddette "rated allocation unit", ovvero le unità di ripartizione utilizzate successivamente per la ripartizione dei costi a ogni utente. Il fattore di valutazione K viene valutato sulla base dei fattori di valutazione K_c , K_Q e K_T che tengono conto rispettivamente dell'accoppiamento termico radiatore-ripartitore, della potenza nominale del singolo radiatore su cui il ripartitore è installato e della differenza tra le temperature di progetto e quella di riferimento, quest'ultima solo per HCA a sensore unico. La ripartizione dei consumi di energia volontari viene quindi valutata come rapporto tra le unità di ripartizione in un singolo appartamento e quelle dell'intero edificio (UNI, 2015a). Gli HCA elettronici sono normati dallo standard tecnico europeo EN 834 (CEN, 2013) che fa riferimento a tre diverse tipologie di ripartitori, ovvero:

- a sensore unico, che misurano e registrano la temperatura media dell'elemento scaldante mediante un sensore di temperatura e usano la temperatura ambiente fissata convenzionalmente a 20 °C;
- a due sensori, che misurano e registrano mediante due sensori sia la temperatura dell'elemento scaldante che la temperatura ambiente, oppure una temperatura avente con quest'ultima un rapporto ben definito;
- a sensore multiplo, che, analogamente alla precedente tipologia, misurano sia la temperatura dell'elemento scaldante che quella dell'aria ambiente, ma che impiegano almeno due sensori per la misura della temperatura media del radiatore.

Gli HCA sono utilizzabili esclusivamente su unità terminali tipo radiatori o convettori e devono essere sempre installati in abbinamento a valvole termostatiche o, in alternativa, a valvole di

zona controllate da uno o più termostati ambiente. I ripartitori elettronici disponibili sul mercato sono generalmente dotati di un'interfaccia di programmazione e lettura e/o di un sistema di trasmissione wireless.

I sistemi di contabilizzazione del calore basati sui tempi di inserzione si basano sulla misura dell'energia termica mediante il prodotto tra la potenza termica nominale del corpo scaldante e i tempi di inserzione. Questa misura può essere compensata mediante il salto termico effettivo tra il fluido termovettore e l'ambiente (ITC-TC) o attraverso i gradi giorno effettivi (ITC-DDC). In entrambi i casi, i termostati, installati in ogni unità immobiliare o zona termica, attivano o disattivano valvole on-off di zona o di corpo scaldante insieme al contatore dei tempi di inserzione. Questi sistemi si applicano a impianti a distribuzione verticale e orizzontale che utilizzano come terminali radiatori, termoconvettori, ventilconvettori e pannelli radianti, quando il fluido termovettore è intercettabile su ciascun corpo scaldante, oppure a livello di zona o, almeno, a livello della singola unità immobiliare. Negli ITC-TC, i consumi di energia termica sono stimati in funzione del tempo di inserzione, della differenza di temperatura tra fluido termovettore e ambiente o della potenza nominale del corpo scaldante. Negli ITC-DDC, invece, la stima dell'energia consumata è effettuata in funzione del tempo di inserzione, del valore della temperatura esterna o della potenza nominale dei corpi scaldanti. Entrambi i sistemi sono regolati unicamente da norme tecniche nazionali, rispettivamente la UNI 9019 e UNI 11388 (UNI 2013; 2015b).



EXPERIMENTAL COMPARISON OF HEAT ACCOUNTING SYSTEMS IN A RESIDENTIAL BUILDING

The Energy Efficiency Directive 2012/27/EU, adopted in Italy with the Legislative Decree nr.102/2014, requires the mandatory individual heat accounting in buildings provided with centralized heating systems. To this aim, nowadays both direct (i.e. heat meters compliant to EU MID Directive on measuring instruments not exceeding fixed maximum permissible errors) and indirect methods (i.e. heat cost allocators and insertion time counters) are available. In this paper the authors present and discuss the results of an experimental campaign aimed to check metrological performance of direct heat meters and indirect accounting systems. The measurement campaign has been carried out over a whole heating season in a two family house of '80s. Different accounting methodologies not always present a full compatibility of measurements. Furthermore, the initial installation and configuration of such devices is a very crucial step to guarantee consumer's protection.

Keywords: Energy saving, central heating plant, heat meter, heat cost allocator, heat accounting

Tabella I – Prestazioni metrologiche e criticità tipiche dei dispositivi di contabilizzazione. Da (Celenza et al., 2015)

	Incertezza estesa			Criticità tipiche
	tipica	min	max	
Contatori di energia termica	4,4%	2,9%	8,9%	Montaggio (verticale, orizzontale, ...); Effetti di installazione (curve, valvole, immersione dei sensori di temperatura, ...)
Ripartitori di calore elettronici*	9,2%	3,5%	40,5%	Montaggio (resistenze di contatto); Posizione (rilevamento della temperatura media del radiatore); Effetti di installazione (cavità, mensola,...).
Contatori dei tempi di inserzione compensati della temperature di mandata del fluido termovettore*	13,4%	5,8%	87,8%	Modalità di installazione dei sensori di temperatura ambiente e del fluido; Effetti di installazione (cavità, mensola, ...)
Contatori dei tempi di inserzione compensati dei gradi-giorno*	21,6%	14,4%	30,7%	Temperatura esterna (schermatura)

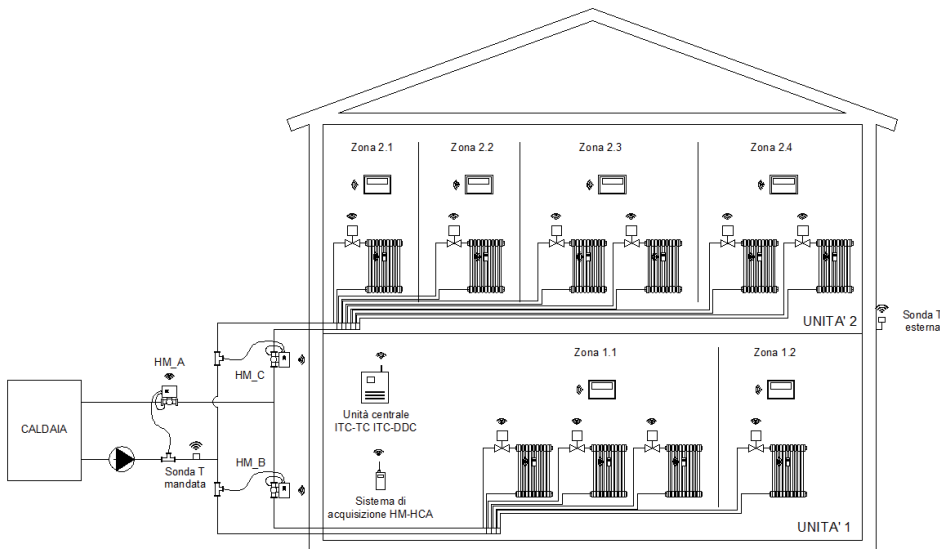
* Riferiti al singolo dispositivo installato su corpo scaldante

Tabella II – Descrizione delle unità immobiliari e delle zone termiche

Unità	Zona termica	Superficie riscaldata [m²]		Tipologia di radiatori installati	Potenza termica nominale* [W]
1	1.1	76,0	84,4	Tubolari in acciaio	10799
	1.2	8,4		Alluminio	1832
2	2.1	15,0	124,6	Alluminio	1832
	2.2	17,2		Alluminio	2512
	2.3	28,0		Alluminio	2817
	2.4	64,4		Alluminio	3280

* EN 442

Figura 1 – Schema delle installazioni della campagna sperimentale



Come descritto in (Celenza et al., 2015), le prestazioni metrologiche dei sistemi di contabilizzazione impiegati nella sperimentazione risultano molto diverse e ciascun sistema presenta proprie specifiche criticità. Inoltre, come mostrato in Tabella I, l'incertezza di misura in particolari situazioni operative e impiantistiche può assumere valori molto elevati. L'incertezza, infatti è una funzione complessa (Bozzini et al., 2000):

- della differenza di temperatura del fluido termovettore;
- della differenza di temperatura radiatore-ambiente;
- della portata del fluido termovettore;
- delle condizioni di installazione dei dispositivi;
- della configurazione del sistema (solo per sistemi indiretti).

È opportuno evidenziare che le incertezze dei sistemi indiretti riportate in Tabella I sono riferite a un singolo dispositivo installato su un corpo scaldante e non all'incertezza della ripartizione, per la quale è necessario tenere conto degli eventuali effetti correlativi. Infatti, come descritto in (Dell'Isola et al., 2015), alcuni errori sistematici possono compensarsi quando l'istallazione di questi dispositivi viene effettuata su corpi scaldanti simili tra loro e operanti nelle medesime condizioni operative all'interno dell'intero edificio.

DESCRIZIONE DELLA CAMPAGNA SPERIMENTALE

Nella campagna sperimentale qui illustrata, sono stati installati in un edificio bifamiliare sistemi che impiegano tutte le metodologie di contabilizzazione citate. L'edificio, ubicato nel Lazio in una zona geografica caratterizzata da 1775 GG, è una tipica costruzione degli anni '80 ed è costituito da due unità immobiliari disposte su due diversi livelli, per una superficie totale riscaldata di circa 210 m². La gestione dell'impianto di riscaldamento è diversa per le due unità immobiliari: la prima presenta accensioni giornaliere regolari e continue con attenuazione notturna, mentre la seconda presenta accensioni variabili e limitate nel tempo, classiche di una destinazione d'uso del tipo residence.

L'edificio, riscaldato con un impianto idronico che utilizza un generatore di calore a gas metano, un sistema di distribuzione a zone e come terminali radiatori in alluminio e acciaio, è diviso in due unità e 6 zone termiche (2 per la prima unità e 4 per la seconda). Ogni zona è dotata di un sistema di controllo indipendente della temperatura, composto da valvole elettroniche on-off su ogni radiatore e un termostato di gestione per ogni zona termica. Nella Tabella II sono mostrate le principali caratteristiche di ogni zona.

Per la sperimentazione sono stati installati HM diretti per la misura dei consumi dell'energia termica totale e delle due unità e sistemi indiretti HCA e ITC per l'allocazione dei costi tra le unità e le diverse zone definite. I dati di misura sono

stati acquisiti per una intera stagione di riscaldamento. In Figura 1 è riportato lo schema di installazione adottato. L'HM_A è stato installato a valle del generatore di calore per la misura dell'energia totale consumata, mentre gli HM_B e HM_C sono stati installati per la misura dell'energia termica consumata dalla unità 1 (composta dalle zone 1.1 e 1.2) e dalla unità 2 (composta dalle zone da 2.1 a 2.4). Gli HM installati sono approvati MID in classe 3 (ovvero per uso residenziale) e sono di tipo meccanico a turbina con termoresistenze PT500 per la misura delle temperature.

Il sistema di ripartizione indiretta con HCA prevede l'installazione di un dispositivo su ogni radiatore e di un sistema centrale di acquisizione dati. Gli HCA utilizzati nella sperimentazione sono del tipo a due sensori e sono approvati secondo norma EN 834 (EN, 2013); sono inoltre dotati di una interfaccia di trasmissione wireless.

Un unico sistema di acquisizione ha consentito la gestione contemporanea dei dati degli HCA e degli HM.

Il sistema di contabilizzazione indiretta con ITC consente anche la termoregolazione indipendente di ogni unità abitativa nonché di ogni zona termica. Il sistema installato è composto da:

- un termostato per ogni zona;
- valvole on-off su ogni radiatore;
- sensore di temperatura esterno;
- sensore di temperatura del fluido termovettore installato sulla tubazione di mandata del generatore;
- una unità di calcolo centrale.

La comunicazione tra i vari elementi del sistema è garantita da interfacce di comunicazione wireless M-Bus.

L'installazione e la programmazione dei dispositivi è stata effettuata secondo le indicazioni fornite dai costruttori e coerentemente alle norme di prodotto applicabili (EN 2013, UNI 2013, UNI 2015a); in particolare:

- la determinazione dei fattori di valutazione K_c e K_Q per gli HCA è stata effettuata rispettivamente sulla base dei dati forniti dal costruttore del dispositivo di misura e delle certificazioni fornite dai costruttori dei corpi scaldanti in conformità con la norma EN 442 (EN, 2015);
- la programmazione degli ITC installati prevedeva la conformità con la norma UNI 11388 del 2010 (UNI, 2010) vigente all'inizio della sperimentazione, ovvero con una diversa stima dell'energia erogata nei transitori e una diversa stima della temperatura compensata rispetto alla norma revisionata, pubblicata solo nel 2015 (UNI, 2015).

RISULTATI E DISCUSSIONE

In Tabella III è riportato il riepilogo dei risultati ottenuti nell'intera stagione di riscaldamento. La Tabella riporta i valori di energia misurati attraverso gli HM installati, la percentuale di ripartizione e il relativo errore stimato (l'errore degli HM_B e

C è stato valutato per confronto con l'energia totale misurata dall'HM_A). Nelle altre colonne sono invece riportati i risultati della ripartizione effettuata per le due unità mediante l'utilizzo dei sistemi di contabilizzazione indiretta, cioè HCA, ITC-TC e ITC-DDC. In particolare per la medesima unità e per ogni sistema impiegato sono riportati i coefficienti di ripartizione e l'errore stimato. Quest'ultimo è stato calcolato prendendo come riferimento le misure effettuate per le due unità immobiliari dagli HM in accordo con l'Equazione:

e = (UR_Unità / UR_Tot) * Q_Tot - Q_Unità / Q_Unità

Dai dati in Tabella III si ricava che i consumi delle due unità immobiliari sono significativamente differenti, in un rapporto variabile tra 1:2 e 1:10.

La Tabella IV mostra infine i coefficienti di ripartizione e gli errori calcolati su base bimestrale con l'impiego dei vari sistemi di contabilizzazione relativi alle Unità abitative 1 e 2.

- Dai risultati riportati in Tabella III, Tabella IV e in Figura 4 si evince che:
- i sistemi indiretti, HCA e ITC, presentano errori nella ripartizione notevolmente superiori a quelli dei sistemi diretti, HM;
 - gli errori stagionali stimati per gli HM sono pari a circa 1%; per gli HCA variano in un intervallo compreso tra 4 e 16%; per gli ITC-TC tra 9 e 38%; per gli ITC-DDC tra 10 e 44%;
 - gli errori bimestrali stimati per gli HM sono compresi tra 0,8 e 1,2%; per gli HCA tra 3 e 26%; per gli ITC-TC tra 4 e 42%; per gli ITC-DDC tra 4 e 55%;
 - a consumi energetici bassi corrispondono errori elevati;
 - le misure ottenute con i sistemi investigati risultano compatibili tra loro unicamente per l'Unità 1 e non per l'Unità 2.
- Gli scostamenti sistematici dell'energia termica contabilizzata

Tabella III – Risultati sperimentali relativi alla ripartizione dei consumi nell'intera stagione di riscaldamento

	HM			HCA		ITC-TC		ITC-DDC	
	Q	Q _i /Q _t	e*	UR _i /UR _t	e	UR _i /UR _t	e	UR _i /UR _t	e
	kWh	%	%	%	%	%	%	%	%
Unità1	6638	81,4%	-1,0%	84,4%	3,7%	88,5%	8,7%	89,6%	10,0%
Unità 2	1513	18,6%		15,6%	-16,1%	11,5%	-38,1%	10,4%	-43,7%

* rispetto al totale contabilizzato da HM_A pari a 8235 kWh

Tabella IV – Risultati sperimentali relativi alla ripartizione bimestrale dei consumi

Unità	Bimestre	HM			HCA		ITC-TC		ITC-DDC	
		Q	Q _i /Q _t	e	UR _i /UR _t	e	UR _i /UR _t	e	UR _i /UR _t	e
		kWh	%	%	%	%	%	%	%	%
1	Nov-Dic	1120	63,1%	-0,8%	65,3%	3,5%	75,6%	19,7%	74,7%	18,4%
	Gen-Feb	3779	84,9%	-1,2%	88,4%	4,2%	91,2%	7,5%	93,2%	9,8%
	Mar-Apr	1739	90,3%	-0,9%	92,9%	2,8%	94,0%	4,0%	94,1%	4,2%
2	Nov-Dic	654	36,9%	-0,8%	34,7%	-5,9%	24,4%	-33,7%	25,3%	-31,5%
	Gen-Feb	673	15,1%	-1,2%	11,6%	-23,4%	8,8%	-42,0%	6,8%	-55,0%
	Mar-Apr	186	9,7%	-0,9%	7,1%	-26,6%	6,0%	-37,4%	5,9%	-38,9%

in ciascuna unità utilizzando i metodi indiretti possono essere legati a fattori diversi, quali ad esempio: la differenza tra la potenza operativa dei radiatori nelle reali condizioni di installazione e quella nominale, non ottimale regolazione climatica del generatore, soprattutto nella metodologia ITC-DDC, e la diversa dispersione di energia termica del sistema di distribuzione delle due unità.

CONCLUSIONI

Dai risultati ottenuti emerge che:

- le misure su base stagionale e bimestrale mostrano errori ridotti per gli HM, sempre largamente inferiori agli errori massimi tollerati previsti dalla MID;
- i sistemi indiretti, HCA e ITC, presentano errori nella ripartizione notevolmente superiori a quelli presentati dai diretti, HM, e in alcune

condizioni critiche, ad esempio quelli corrispondenti a consumi estremamente ridotti, inaccettabili, come nel caso degli ITC-TC.

È opportuno anche evidenziare che nella campagna di misura l'installazione e la programmazione dei sistemi è stata effettuata sulla base delle indicazioni fornite dai costruttori e delle norme vigenti e che si ritiene che una programmazione che tenga conto delle potenze operative dei corpi scaldanti e della caduta di temperatura sulla distribuzione possa notevolmente migliorare i risultati di misura. Questi primi risultati vanno comunque attentamente ponderati dal momento che sono stati ottenuti in condizioni di fornitura atipiche e particolarmente sfavorevoli, quali ad esempio:

- solo due unità abitative;
- conduzione asimmetrica e non continuativa;
- corpi radianti di differenti caratteristiche;
- regolazione climatica non ottimale.

Per confermare questi primi dati sperimentali è stata progettata, in collaborazione con ENEA, una seconda campagna di misura su scala più ampia nelle condizioni tipiche dei condomini residenziali. ■

* Luca Celenza, Marco Dell'Isola, Giorgio Ficco, Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale
Paolo Vigo, Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Pa.L.Mer. S.c.ar.l., Parco Scientifico e Tecnologico del Lazio Meridionale

Questo lavoro è stato sviluppato nell'ambito del progetto Ricerca di Sistema elettrico, finanziato da ENEA. Gli autori desiderano ringraziare l'Ing. Bertini, l'Ing. Di Pietra e l'Ing. Puglisi per gli utili consigli e per il supporto nella progettazione di una campagna sperimentale su scala più ampia da effettuare nella stagione 2015-16.

BIBLIOGRAFIA

- Bozzini G., Caon S., Lombardi C., Sacchi A., Soma F. 2000. Incertezze strumentali nella contabilizzazione del calore con metodi indiretti. CDA, 1, 149-155.
- Celenza L., Dell'Isola M., D'Alessio R., Ficco G., Vigo P., Viola A. 2013. Metrological analysis of smart heatmeter. Flomeko 2013, Paris.
- Celenza L., Dell'Isola M., Ficco G., Vigo P. 2014. Il futuro della contabilizzazione dell'energia termica. Servizi a rete, 6, 39-43.
- Celenza L., Dell'Isola M., Ficco G., Palella B.I., Riccio G. 2015. Heat accounting in historical buildings. Energy and Buildings, Volume 95, Special Issue: Historic, historical and existing buildings: designing the retrofit. An overview from energy performances to indoor air quality, 47-56.
- CEN. 2013. Heat cost allocators for the determination of the consumption of room heating radiators. Appliances with electrical energy supply. Standard EN 834:2013. Brussels: European Committee for Standardization.
- CEN. 2015. Radiators and convectors. Part 1: Technical specification and requirements. Standard EN 442-1:2015. Brussels: European Committee for Standardization.
- Dell'Isola M., Arpino F., Celenza L., Ficco G., Vigo P. 2015. I ripartitori di calore nella contabilizzazione dei consumi di energia. Problematiche applicative della contabilizzazione dell'energia termica alla luce delle recenti novità normative. AiCARR Journal, 32, 22-26.
- Ficco G., Vigo P. 2015. Contabilizzazione dell'energia termica, un mercato da regolare. AiCARR Journal, 30, 22-26.
- Parlamento Europeo. 2002. Direttiva 2002/91/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia. G.U. delle Comunità europee n. L 1/65 del 4.1.2003.
- Parlamento Europeo. 2004. Direttiva 2004/22/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 31 Marzo 2004 relativa agli strumenti di misura. G.U. dell'Unione Europea n. L 135/1 del 30.04.2004.
- Parlamento Europeo. 2010. Direttiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione). G.U. dell'Unione Europea n. L 153/13 del 18.06.2010.
- Parlamento Europeo. 2012. Direttiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2012 sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE. G.U. dell'Unione Europea n. L 315/1 del 14.11.2012.
- Parlamento Europeo. 2014. Direttiva 2014/32/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 febbraio 2014 sull'armonizzazione delle leggi degli Stati Membri per l'immissione sul mercato degli strumenti di misura (recast). G.U. dell'Unione Europea n. L 96/149 del 29.03.2014.
- UNI. 2013. Sistemi di contabilizzazione indiretta basati sul totalizzatore di zona termica e/o unità immobiliare per il calcolo dell'energia termica utile tramite i tempi di inserzione del corpo scaldante compensati dai gradi-giorno dell'unità immobiliare. Norma UNI 9019. Milano: Ente Italiano di Normazione.
- UNI. 2015a. Sistemi di contabilizzazione indiretta del calore basati sui tempi di inserzione dei corpi scaldanti compensati dalla temperatura media del fluido termovettore. Norma UNI 11388. Milano: Ente Italiano di Normazione.
- UNI. 2015 b. Impianti termici centralizzati di climatizzazione invernale e produzione di acqua calda sanitaria - Criteri di ripartizione delle spese di climatizzazione invernale ed acqua calda sanitaria. Norma UNI 10200. Milano: Ente Italiano di Normazione.



Cappella Sistina
Veduta prima
del restauro Foto
Balestrini © Governatorato
SCV - Direzione dei Musei



Visitatori in
Cappella Sistina
Foto G. Del Gatto
© Governatorato SCV -
Direzione dei Musei

Cappella Sistina, il **maxi** intervento di **riqualificazione** energetica



Cappella Sistina, esterno
Fasi di installazione
di due sale macchine
del nuovo impianto di
climatizzazione Foto B. Tamarazzo
© Governatorato SCV - Direzione dei Musei



Cappella Sistina, esterno Nuovo impianto di climatizzazione, particolare

Foto G. Del Gatto © Governatorato SCV - Direzione dei Musei



Nuovo impianto HVAC per la conservazione

Il nuovo impianto, realizzato per preservare il patrimonio artistico, è stato inaugurato nel 2014. Michel Grabon di Carrier ci ha parlato del progetto nei suoi obiettivi, sfide e criticità

A cura della Redazione

L CONTINUO AUMENTO DEL FLUSSO di visitatori nella Cappella Sistina ha profondamente cambiato le condizioni microclimatiche rispetto a

quelle esistenti circa venti anni fa, quando fu installato il precedente sistema di trattamento dell'aria. È stato quindi necessario installare un nuovo sistema HVAC, progettato da Carrier, per preservare i famosissimi affreschi della Cappella.

L'intervista che segue riporta la storia dell'intervento, le nuove sfide che sono state proposte a Carrier, le linee di progettazione, la definizione e l'analisi dei dati utilizzati per sviluppare il sistema HVAC che è stato inaugurato nell'ottobre 2014. Chi ha risposto alle nostre domande è Michel Grabon, UTC Fellow direttore del gruppo AdvanTE3C di Carrier, il quale ha seguito il progetto fin dalla sua origine e ha diretto il team di lavoro formato da Jackie Anderson, Sr. Engineer, Air Management Systems Technology, Peter Bushnell, UTC Fellow, Air Management Systems Technology, Aritz Calvo, Controls Engineer, AdvanTE3C EMEA, e William Chadwick, Sr Systems Engineer, AdvanTE3C Americas.

Michel Grabon, UTC
Fellow direttore del gruppo
AdvanTE3C di Carrier



A.J. QUALI SONO STATI GLI OBIETTIVI CHE HANNO CONDOTTO ALLA SCELTA DI UN NUOVO IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE E DI CONTROLLO AMBIENTALE PER LA CAPPELLA SISTINA?

M.G. Per capirlo al meglio bisogna fare un passo indietro. Durante gli anni '80, mentre erano in corso i lavori di restauro degli affreschi di Michelangelo, il Vaticano commissionò una indagine sulle condizioni climatiche all'interno della Cappella Sistina. I risultati mostrarono che all'interno della Cappella i valori della temperatura e dell'umidità relativa avevano ampie variazioni e che c'erano gradienti di temperatura molto rilevanti. Fu subito chiaro che era necessario un sistema di controllo delle condizioni ambientali. Questo portò alla scelta di dotare la Cappella Sistina di un impianto di climatizzazione e di fare un progetto dettagliato: nel 1993 fu completato, da parte di Carrier, il primo impianto di climatizzazione della Cappella Sistina. L'impianto venne progettato per un numero di



Cappella Sistina, esterno
Parti del nuovo impianto di climatizzazione adibite al controllo dei livelli della temperatura e dell'umidità. Foto G. Del Gatto © Governatorato SCV – Direzione dei Musei

Cappella Sistina, esterno
Sistema centrale del nuovo impianto di climatizzazione. Foto G. Del Gatto © Governatorato SCV – Direzione dei Musei



700 visitatori presenti contemporaneamente in Cappella e poteva controllare con grande precisione la temperatura e la velocità dell'aria, l'umidità relativa e gli agenti inquinanti. Progettato per essere praticamente invisibile e non udibile da parte dei visitatori, aveva una eccezionale affidabilità e infatti funzionò ininterrottamente per più di vent'anni. Da quel periodo, però, il numero di persone che visitano la Cappella Sistina ogni anno è aumentato enormemente, passando dai due milioni degli anni novanta fino ai cinque milioni del 2010. Ora siamo già arrivati a sei milioni di visite l'anno.

Nel 2010 sorsero nuove preoccupazioni per la conservazione degli affreschi in Cappella Sistina: cominciò infatti a essere percepibile un fenomeno di "sbiancamento" su una parte delle superfici affrescate. Per questo motivo, nel 2011, i Musei Vaticani istituirono una commissione per studiare il microclima in Cappella. Gli studi dimostrarono che il precedente impianto HVAC non era più in grado di gestire i carichi di temperatura, umidità e anidride carbonica indotti da un flusso di visitatori che aveva punte superiori alle duemila persone contemporaneamente presenti in Cappella Sistina.

QUALI SONO STATE LE RICHIESTE CHE IL VATICANO HA RIVOLTO A CARRIER?

Sulla base degli studi effettuati, ci furono sottoposte dai Musei Vaticani le richieste sulla cui base iniziammo il percorso per progettare, sviluppare e installare un nuovo impianto HVAC:

1. aumentare la portata dell'aria, mantenendo una velocità molto bassa sulla superficie degli affreschi;
2. controllare la temperatura dell'aria e delle superfici affrescate;
3. controllare l'umidità relativa;

4. controllare la concentrazione di CO₂;
5. controllare la concentrazione di polvere e di particelle nell'aria;
6. avere una rumorosità bassissima.

La circolazione dell'aria è un fattore critico per assicurare condizioni uniformi ed evitare che ci siano spazi in cui l'aria ristagna all'interno della Cappella. L'aumento della portata d'aria era legato alla necessità di aumentare il raffreddamento dell'ambiente, la diluizione della CO₂ e la corretta miscelazione dell'aria all'interno del volume edificato. Contemporaneamente è vitale mantenere bassa, comunque non superiore a 0,5 m/s, la velocità dell'aria sulle pareti, per evitare fenomeni di abrasione.

Per ridurre i cicli termici stagionali, è stato richiesto di mantenere la temperatura di bulbo secco tra 20 °C e 25 °C, a seconda della stagione e di mantenere la temperatura sulle pareti nell'intervallo ± 1 °C rispetto alla temperatura dell'aria in ambiente, per minimizzare gli effetti di termoforesi con il conseguente deposito di polvere sugli affreschi. Una terza richiesta è di mantenere sempre la temperatura sulle pareti a un valore di 10 °C maggiore rispetto alla temperatura di dew-point, per evitare ogni possibilità di formazione di condensa sulle pareti.

L'umidità relativa può causare gravi danni agli affreschi: un valore superiore al 70% potrebbe portare alla formazione di muffe sulle pareti, mentre un valore inferiore al 30% di U.R. potrebbe causare una eccessiva secchezza e un deterioramento delle pitture. L'impianto precedente era in grado comunque di evitare che si formasse condensa sulle pareti, ma non riusciva a mantenere una umidità relativa adeguata in presenza di un picco di visitatori elevato e con tempi di risposta accettabili al variare delle condizioni di affollamento della Cappella. Il nuovo impianto mantiene l'umidità relativa tra il 50% e il 60%, con un valore della temperatura di dew-point inferiore di 10 °C rispetto a quello della temperatura superficiale delle pareti, con una tolleranza di ± 1 °C.

Gli studi condotti dalla commissione di esperti nominati dal Vaticano hanno evidenziato che l'aumento

della CO₂ era un aspetto molto preoccupante, poiché in presenza di umidità si può innescare un processo che porta alla formazione di bicarbonato di calcio solubile, che arriva alle superfici attraverso le pareti e forma la patina bianca di cui si erano accorti i conservatori dei Musei Vaticani. La concentrazione di CO₂ misurata con l'impianto precedente era vicina alle 2.000 ppm, mentre per il nuovo impianto è stata richiesta una concentrazione di 800 ppm.

Allo stesso modo è cruciale controllare gli inquinanti e la polvere presenti nell'aria, poiché è dimostrato che possono portare alla formazione di acidi che possono danneggiare gli affreschi. Il nuovo impianto deve perciò mantenere la concentrazione di polveri nell'aria immessa in cappella, in termini di PM 2,5, sotto il livello di 0,1 mg/m³.

Il livello di emissioni sonore dell'impianto doveva necessariamente essere molto basso e comunque adeguato al silenzio richiesto in una chiesa.

QUAL È LA SITUAZIONE ATTUALE E QUALI SONO LE DIFFERENZE PIÙ IMPORTANTI RISPETTO ALLA PRECEDENTE?

Il nuovo impianto HVAC è progettato per mantenere le condizioni microclimatiche di cui ho detto, che consentono non solo la conservazione

degli affreschi, ma anche il comfort dei visitatori, con una presenza media di 1.500 persone contemporaneamente all'interno della Cappella e con picchi fino a 2.000 visitatori. La potenza di raffreddamento e la portata d'aria sono state triplicate rispetto a quelle dell'impianto precedente, per gestire i carichi termici e l'emissione di CO₂ da parte dei visitatori, in presenza di tutte le combinazioni possibili di condizioni atmosferiche all'esterno. L'impianto è stato sdoppiato in due sotto-impianti, completamente ridondanti tra loro, in modo che ciascuno dei due sia in grado di gestire da solo condizioni di occupazione della Cappella molto prossime a quelle medie reali. Uno schema dei sotto-impianti è rappresentato in Figura 1. Ciascun sotto-impianto è composto da un chiller condensato ad acqua, con compressore a vite a velocità variabile, una unità di trattamento dell'aria e un dry-cooler per smaltire l'energia termica. La condensa proveniente dal processo di deumidificazione delle UTA è raccolta e spruzzata sul dry-cooler per migliorarne le prestazioni energetiche. Nelle condizioni di funzionamento a pieno carico, ciascun sistema funziona al 66% della propria potenza e ciascun sottosistema può gestire fino al 75% della massima potenza richiesta: più del doppio della potenza rispetto all'impianto precedente.

Un'altra differenza significativa è che tutte le apparecchiature del nuovo impianto sono installate su terrazze adiacenti la parete sud della Cappella Sistina (Figura 2), mentre il chiller dell'impianto precedente era posto nei sotterranei dell'edificio.

Sono stati posti dei silenziatori nei canali di mandata e di ripresa dell'aria, che sono di acciaio

inossidabile, e anche i diffusori sono rivestiti di isolanti per l'acustica. I dry coolers sono stati progettati con ventilatori a basso numero di giri per limitare la rumorosità, mentre intorno alle UTA e ai gruppi frigoriferi sono stati costruiti degli appositi locali isolati acusticamente.

QUALI SONO STATE LE PROBLEMATICHE MAGGIORI CHE AVETE DOVUTO AFFRONTARE E QUALI LE SOLUZIONI?

Sicuramente la diffusione dell'aria all'interno della Cappella è stata la parte su cui abbiamo concentrato maggiormente le nostre analisi. A pieno carico l'impianto deve fornire 15 m³/s di aria all'interno della Cappella, il triplo rispetto all'impianto precedente. Questo aumento di portata è necessario per il raffreddamento, per la diluizione della CO₂ e per la corretta miscelazione dell'aria durante le condizioni di massima occupazione della Cappella.

È chiaro che tutto ciò è particolarmente difficile da ottenere, avendo vincoli molto stringenti per la velocità dell'aria sugli affreschi, che come detto non può superare 0,5 m/s, ed essendo nell'impossibilità di toccare o modificare alcun elemento strutturale della Cappella, che è un bene che non può essere alterato in alcuna sua parte.

È palese che in un ambiente come la Cappella Sistina non è possibile praticare fori nelle pareti, interamente ricoperte da affreschi, ed è possibile utilizzare solo le sei aperture preesistenti sotto le finestre del lato sud. Sono stati quindi condotti, con simulazioni CFD, studi approfonditi su varie alternative, con l'obiettivo di realizzare una diffusione dell'aria omogenea all'interno dell'ambiente, con un elevato livello di miscelazione, senza superare i limiti sul valore di velocità dell'aria sulle pareti richiesta dai curatori dei Musei Vaticani. I parametri di cui tenere conto nelle simulazioni erano molteplici, non potendoci permettere alcuna correzione in campo: condizioni climatiche all'esterno dell'edificio, conduttività delle pareti con uno spessore enorme, carichi termici e emissioni di CO₂ indotte dai visitatori, fuoriuscita dell'aria dai diffusori. Un'attenzione particolare è stata data proprio

Figura 1 – Schema dei sotto-impianti Copyright Musei Vaticani

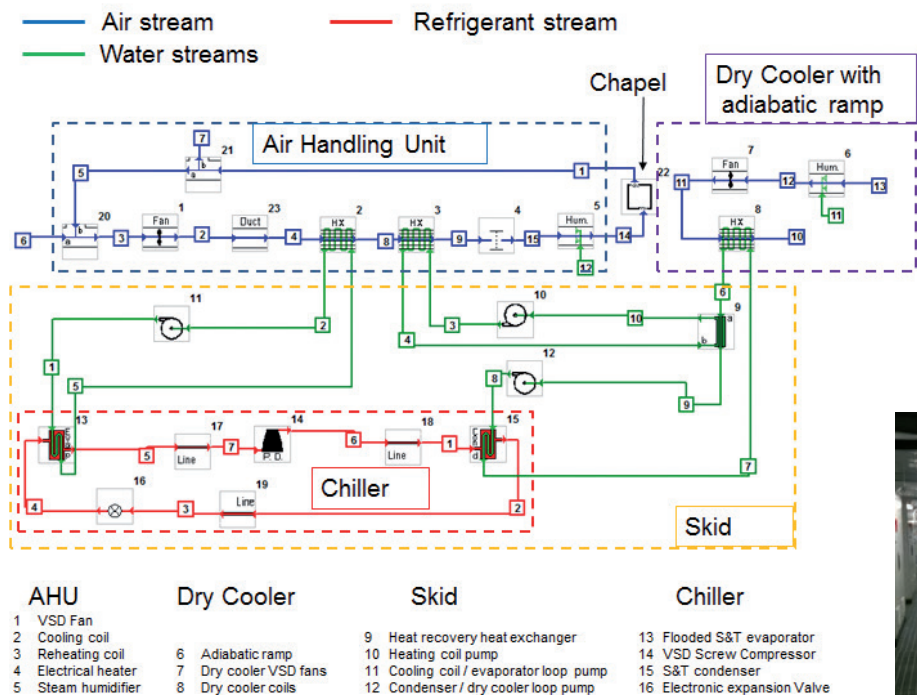


Figura 2 – La nuova installazione: due chillers condensati ad acqua, due unità di trattamento aria e due dry coolers Copyright Musei Vaticani



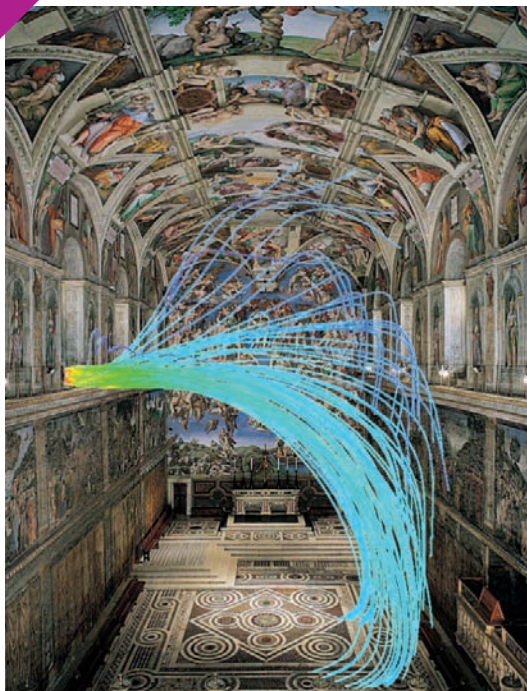


Figura 3 – Flusso dell'aria a pieno carico e con la massima mandata come da modello di simulazione CFD della Cappella *Copyright Musei Vaticani*



Figura 4 – Impianto video per monitorare il livello di affollamento all'interno della Cappella *Copyright Musei Vaticani*

a quest'ultimo aspetto, in termini di angolo di lancio dell'aria e traiettoria di ritorno dell'aria sulle pareti. La soluzione adottata prevede che l'aria sia introdotta in Cappella attraverso quattro diffusori posti sotto le quattro finestre centrali della parete sud e, contrariamente a quanto accadeva con l'impianto precedente, sia ripresa da due diffusori posti sotto la prima e l'ultima finestra della medesima parete. In questo modo l'impianto usa una combinazione di aria esterna e aria di ricircolo.

La Figura 3 mostra la simulazione del tracciato del flusso dell'aria a pieno carico e con la massima portata di mandata. Come si vede, il flusso dell'aria si distribuisce e scende con un effetto di galleggiamento circolare nella parte inferiore

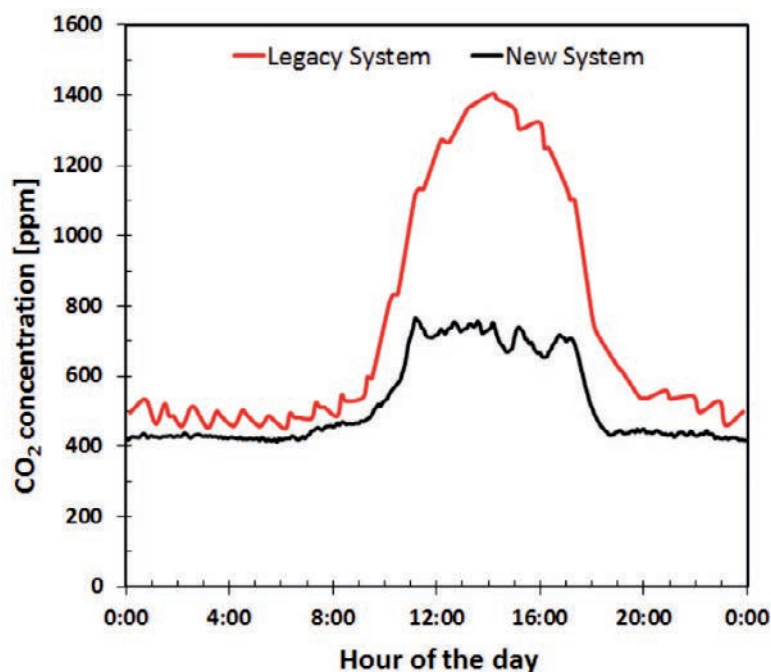


Figura 5 – Livelli di CO₂ nella Cappella in presenza di 1.100 visitatori *Copyright Musei Vaticani*

dell'ambiente, mentre una parte dell'aria risale verso gli affreschi della volta. La velocità più elevata è raggiunta nella parte inferiore della parete nord della Cappella Sistina, ed è comunque più bassa rispetto a quella massima richiesta dai Musei Vaticani. Naturalmente usiamo ventilatori a velocità variabile per ridurre la velocità dell'aria quando il numero di visitatori diminuisce.

Per ottenere questo effetto è stato progettato e costruito un tipo di diffusore speciale, che permette di ridurre di due volte e mezzo l'elevato valore di velocità dell'aria in ingresso, dovuto alla ridotta area di superficie delle aperture preesistenti sotto le finestre della parete sud. Abbiamo studiato a lungo e fatto varie simulazioni CFD su questo diffusore, e solo dopo un test condotto su un modello grande un quarto dell'originale ci siamo dichiarati soddisfatti del risultato. Non potevamo lasciare nulla al caso, evidentemente.

L'altro aspetto cruciale dell'intero progetto è stato il sistema di controllo con sensori di vario tipo: ci sono 17 sensori di temperatura dell'aria, 16 di temperatura superficiale, 13 di temperatura di dew point distribuiti in posizioni chiave all'interno della Cappella; nei canali di ritorno dell'aria ci sono sensori di CO₂ e di umidità.

Abbiamo sviluppato un impianto video per monitorare il livello di affollamento all'interno e poter così reagire più velocemente rispetto all'aumento dei carichi termici e della concentrazione di CO₂, come mostrato in Figura 4. Per creare tutti gli algoritmi di controllo dell'intero impianto abbiamo utilizzato simulazioni dinamiche che tenevano conto di condizioni climatiche esterne, calore latente e sensibile, concentrazione di CO₂, periodi di affollamento e orari in cui la Cappella è vuota, accumulo di caldo o di freddo nelle pareti e ritardi con

cui il sistema di controllo reagisce.

L'impianto adatta la mandata e il ricircolo dell'aria sulla base del livello di affollamento della cappella rilevato dal sistema video, per tenere la concentrazione di CO₂ sotto il livello richiesto di 800 ppm. Se la concentrazione di CO₂ supera questo valore, la percentuale di aria di ricircolo diminuisce e aumenta quella di aria esterna. La Figura 5 mostra un confronto tra la concentrazione di CO₂ con l'impianto precedente e quella che si ottiene attualmente, con la presenza di 1.100 visitatori contemporaneamente.

Ultimo aspetto cruciale è stato quello legato all'impossibilità di chiudere la Cappella Sistina al pubblico durante i lavori, che sono durati circa 4 mesi, tra giugno e ottobre 2014. Abbiamo risolto il problema installando un impianto temporaneo posto in un cortile interno, adiacente alla parete nord della Cappella Sistina, e immettendo aria fresca attraverso le aperture preesistenti, identiche a quelle del lato sud, poste sotto le finestre. In questo modo circa un milione e mezzo di visitatori hanno comunque potuto ammirare gli affreschi della Cappella mentre all'esterno, sulle terrazze della Cappella Sistina prospicienti la Basilica di San Pietro, fervevano i lavori. ■

INTERVISTA AD ANTONIO PAOLUCCI, DIRETTORE DEI MUSEI VATICANI

A. J. Ci parli della storia, della conservazione e della fruizione della Cappella Sistina

A. P. La Cappella Sistina è il luogo più celebre della Cristianità. Possiamo dire che è il luogo identitario della Chiesa Cattolica perché al suo interno si eleggono i Papi, perché vi si celebrano le grandi liturgie. La Cappella Sistina è dunque un luogo consacrato ma è anche il manuale base della grande arte italiana del Rinascimento con gli affreschi di Botticelli, di Perugino, di Ghirlandaio e soprattutto, con i murali di Michelangelo Buonarroti: la volta e il Giudizio Universale.

Quali sono le motivazioni e le condizioni che hanno portato a una riqualificazione dell'impianto della Cappella Sistina?

Era necessario garantire agli affreschi più famosi e più importanti del mondo le migliori condizioni ambientali (temperatura, umidità, abbattimento degli inquinanti) e quindi le più favorevoli prospettive di buona salute per il tempo più lungo possibile. Perché è dovere primario di un direttore di Museo pensare ai visitatori di oggi ma anche e soprattutto a quelli delle generazioni future.

Quali sono state le problematiche legate alla realizzazione del nuovo impianto? In merito soprattutto ai vincoli esistenti e al loro rispetto durante i lavori.

Lavorare dentro la Cappella Sistina presenta enormi e ben comprensibili problemi. Non si può manomettere l'architettura quattrocentesca, i nuovi impianti tecnologici devono risultare perfettamente efficienti ma al tempo stesso essere invisibili. Occorre muoversi all'interno di un vero e proprio percorso a ostacoli fra rigidissime prescrizioni e limiti invalicabili. Attraverso tre anni di intenso lavoro, di studi, di sperimentazioni, di simulazioni, CARRIER è riuscita in una impresa che all'inizio sembrava impossibile. Nel caso del nuovo impianto di climatizzazione in Cappella Sistina è giusto dire, come io dico spesso, che l'eccellenza della Carrier si è misurata con l'eccellenza dei grandi maestri del Rinascimento italiano (Michelangelo, Botticelli, etc.) e con la storia gloriosa della Chiesa Cattolica. Il risultato è stato sotto ogni riguardo del tutto soddisfacente, direi anzi ammirevole.

Il Prof. Antonio Paolucci, Direttore dei Musei Vaticani, nella Cappella Sistina

Foto © Governatorato SCV - Direzione dei Musei



AIR
HEAT
EXCHANGERS



SHELL & TUBES



PLATE & FRAME



BRAZED PLATE



ONDA
Advanced
Heat Exchangers



Fiera Milano - 15-18 marzo
PAD 3 stand B51 C52
PAD 13 stand E22-28

Onda spa Headquarters
v. Lord Baden Powell, 11
T. +39 0444 720720
36045 Lonigo (VI) Italy
onda@onda-it.com
www.onda-it.com

L'efficienza energetica nei BBCC: un nuovo ruolo dei progettisti di impianti nel restauro?

LA RECENTE QUASI CONTEMPORANEA pubblicazione delle "Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale", redatto da un gruppo di lavoro del Ministero per i Beni e le Attività Culturali con una forte presenza di AiCARR [1] e delle "Linee Guida AiCARR per l'Efficienza Energetica degli Edifici Storici" (AiCARR, 2014) lascia intravedere sviluppi importanti nella progettazione impiantistica.

Questi documenti sono infatti la prova che due ambiti disciplinari tradizionalmente distinti e spesso poco inclini al dialogo, quello del restauro e della conservazione e quello della innovazione tecnologica, propongono un linguaggio comune, con lo scopo di considerare anche l'impiantistica in un quadro ordinario che declina i vari aspetti del progetto di restauro e nel quale gli impianti sono sempre stati considerati ai margini. Gli interventi di riqualificazione energetica degli edifici storici devono essere considerati non solo la risposta a esigenze legate esclusivamente alla prestazione energetica in edilizia, dettati dalla legislazione e dalla normativa, ma anche una modalità per la protezione e la valorizzazione dell'edificio: in altre parole, l'efficienza energetica può essere vista come uno strumento di tutela (sull'argomento si veda l'approfondimento nell'editoriale di questo numero di AiCARR Journal). Poter considerare l'efficienza energetica come uno strumento finalizzato alla tutela dei beni storico-architettonici costituisce sicuramente il risultato principale delle "Linee di indirizzo".

Da un lato è sempre più presente una sensibilità, anche normativa, che prevede il riuso anche degli edifici vincolati per ragioni conservative, economiche e ambientali, e ciò costringe a far rientrare nel progetto di restauro anche il miglioramento dell'efficienza energetica. Dall'altro lato, proprio in virtù della esistente normativa in ambito energetico, vi è la necessità di adottare metodologie idonee se si è nell'ambito della conservazione e della valorizzazione di un edificio storico. I conservatori sono oggi obbligati a comprendere le ragioni e il linguaggio degli interventi di riqualificazione energetica per poter giustificare una eventuale deroga dell'applicazione delle direttive europee e della legislazione nazionale, ma nel contempo, i progettisti devono essere in grado di applicare una metodologia scientifica coerente con l'interesse storico-culturale dell'oggetto del loro intervento, basata sulla sua conoscenza.

La recente pubblicazione delle Linee Guida del Mibac e di AiCARR sta aprendo nuovi scenari per la progettazione impiantistica nell'ambito degli edifici storici, con la conseguente rivalutazione dell'importanza della riqualificazione energetica anche in termini di valorizzazione del bene

di L. de Santoli*



Cappella Sistina Tecnici al lavoro durante le operazioni di manutenzione Foto Ufficio del Conservatore © Governatorato SCV – Direzione dei Musei

L'intervento di efficienza energetica di un edificio storico deve essere inserito entro l'ambito del restauro, che ha come finalità la conservazione e la trasmissione al futuro (Ministero della Pubblica Istruzione, 1972). Anche le scelte progettuali impiantistiche devono essere fatte seguendo i criteri della Carta di Venezia del 1964 [2]: compatibilità, minimo intervento, reversibilità, distinguibilità, autenticità espressiva, durabilità e rispetto della fabbrica originale. Sia il MiBACT che AiCARR stanno proponendo oggi documenti nei quali viene introdotto il concetto di "miglioramento" contrapposto a quello di "adeguamento", alle attuali norme e richieste, anche di sicurezza e di comfort, valido solo per i BBCC ed elaborato sulla linea di una "conservazione integrata". Si tenta cioè di colmare un gap storico nella disciplina impiantistica del settore, come fu fatto nel passato per gli ambiti del consolidamento strutturale e della sicurezza.

Nella Guida AiCARR viene proposto di affrontare le relazioni fra restauro (derivato da ragioni di memoria e di cultura), riuso, riqualificazione e adeguamento funzionale (mosso invece da ragioni soprattutto economiche e di uso), sulla base di una preventiva analisi storico-critica del manufatto. Solo in tale ambito si potrà studiare questa nuova frontiera dell'efficienza energetica come fondamentale componente della buona ed economica gestione degli edifici storici, dunque una ragione aggiuntiva in favore della loro fruibilità. L'assunzione del concetto di efficienza energetica quale utile strumento di tutela e di buona gestione dei beni architettonici è un valore aggiunto che va nella direzione della leadership consolidata del nostro Paese in questo settore.

In sintesi, la Guida fornisce alle istituzioni preposte alla tutela le conoscenze sui criteri tecnici alla base degli interventi di riqualificazione energetica e ai progettisti

le indicazioni su come affrontare il progetto di riqualificazione di un edificio particolare, quale quello storico, che va considerato con una sua storia e per il quale non vale il criterio della ripetibilità, molto spesso utilizzato nell'architettura contemporanea. In particolare, i messaggi che la Guida lancia ai progettisti interessati alla riqualificazione energetica di un edificio storico sono essenzialmente due: la riqualificazione rientra nell'ambito del restauro e gli obiettivi prioritari sono la conservazione e la tutela del manufatto, ai quali occorre adeguarsi, e bisogna affrontare il progetto in maniera interdisciplinare, seguendo ordinatamente quello che viene definito come *percorso della conoscenza*.

Per quanto riguarda gli impianti, c'è da considerare anche la manutenzione. Il Codice dei Beni Culturali (Presidente della Repubblica Italiana, 2004) per la prima volta inserisce il concetto di manutenzione nel quadro legislativo italiano sulla tutela del patrimonio architettonico; in particolare, nell'ambito di un più ampio concetto di "conservazione programmata", precisa che anche in questo campo il Ministero deve stabilire indirizzi, direttive e obiettivi anche in questo specifico settore. Sulla base del Codice, la manutenzione degli impianti deve essere prevista obbligatoriamente in fase progettuale, deve essere inserita all'interno del piano di manutenzione generale e deve essere coerente con le esigenze espresse per la corretta conservazione nel tempo dell'intero edificio. Per poter garantire una corretta manutenzione dell'impianto, non basta rispettare i vincoli e le esigenze di conservazione; infatti, il progettista deve garantire la periodica accessibilità anche per le parti di impianto che non richiedono interventi di ordinaria manutenzione, quali le reti idroniche, quelle aeruliche e quelle elettriche e deve avere cura di controllare le caratteristiche chimico-fisiche e il comportamento dei nuovi materiali nel tempo, per evitare il manifestarsi di fenomeni non compatibili con la corretta vita dell'edificio storico.

Da quanto fin qui detto risulta evidente che per scegliere l'intervento di riqualificazione energetica degli edifici storici non è sufficiente effettuare una corretta diagnosi energetica e un'analisi tecnico-economica, ma bisogna tener conto anche degli aspetti della conservazione e degli eventuali vincoli di natura storica e architettonica. Per cercare di sistematizzare questo processo, la Guida AiCARR propone una procedura che prevede alcune azioni preliminari per effettuare un audit energetico corretto, a valle del quale deve essere calcolato l'indice di prestazione energetica reale dell'edificio, E_p , e devono essere valutate le possibili azioni di miglioramento, per ciascuna delle quali va calcolato il corrispondente indice E_p' . Ovviamente, si prendono in considerazione solo i miglioramenti che portano a risultati concreti e interessanti, che vanno eventualmente approfonditi con analisi più dettagliate fino a definire il migliore, cioè quello che porta al miglior risultato sia dal punto di vista energetico che da quello della conservazione. È chiaro che in quest'ultima fase è necessaria l'interazione con il conservatore.

In ogni caso, la richiesta di AiCARR, più volte ribadita nella Guida, è che si faccia chiarezza sull'argomento del risparmio energetico in edilizia, in linea generale e con specifico riferimento agli edifici storici, dando poche regole, chiare e riducendo al minimo la interpretazione. Le regole dovrebbero riguardare esclusivamente argomenti connessi alla prestazione energetica dell'edificio, in fase di progettazione o riqualificazione, e bisognerebbe separare gli aspetti della prestazione minima del sistema edificio-impianto da quelli della certificazione energetica, in modo da eliminare anche in questo caso l'equivoco che l'attività di progettazione è finalizzata al solo conseguimento dell'attestato di prestazione energetica.

Per quanto concerne la prestazione minima è necessario individuare requisiti minimi che possano essere facilmente verificati da parte del Comune o dell'Ente interessato, senza dover necessariamente procedere con un calcolo completo della prestazione energetica. Si potrebbe ad esempio pensare a criteri ad hoc per gli edifici storici per trasmissioni, rendimenti dei sottosistemi, rendimenti di produzione.

A volte può capitare che le soluzioni individuate per migliorare le prestazioni energetiche di un edificio storico impattino negativamente non solo sull'edificio ma anche sul paesaggio culturale: si pensi ad esempio ai centri storici. Ciò va ovviamente evitato, operando scelte che privilegino l'integrazione architettonica e paesaggistica. In questo caso, la proposta di miglioramento va accuratamente calibrata, il che significa che a volte ci si dovrà accontentare di una integrazione architettonica solo parziale per far sì che l'intervento non stravolga né l'edificio né il paesaggio culturale, cosa che invece accade quando si vuole adeguare l'edificio storico

alla legislazione e alla normativa sull'efficienza energetica, come se si trattasse di un edificio nuovo.

In questi casi bisognerebbe, alle diverse scale di intervento, verificare le proposte di criteri tecnologici, intesi come grado di sostituzione dei componenti dell'edificio e dell'impianto e di percezione sul paesaggio, di carattere morfologico, formale e cromatico. Il progettista dell'intervento deve fare una previsione di integrazione, allo scopo di fare un primo screening sull'accettabilità del progetto, nel senso che non sono presentabili interventi che non siano caratterizzati da un grado di integrazione complessivo che non sia almeno parziale. Tale valutazione progettuale è utile anche per le Sovrintendenze, in quanto rappresenta una indicazione per la valutazione della compatibilità della proposta di riqualificazione energetica con le esigenze di integrazione paesaggistica.

Un nuovo e inedito campo di esplorazione nasce per la professione del progettista di impianti, che segue poche ma chiare regole. Il progetto di un impianto in un edificio storico assume una sua connotazione rilevante, perché indispensabile nella conservazione di quel bene, se:

- il miglioramento in termini di riduzione di energia primaria è dimostrato in modo chiaro e inequivocabile, quindi misurabile, variabile in relazione al bene considerato;
- l'integrazione con il restauro deve prevedere le ragioni di una modificazione del bene coerente con i principi di una sua conservazione e valorizzazione e ammettere un intervento tecnologico pur se con una declinazione critico-conservativa;
- con il restauro esso si rivolge al bene di valore culturale, storico o artistico e al suo tessuto connettivo, urbanistico, territoriale, paesistico in una visione, la "conservazione integrata", secondo quanto indicato nella Carta europea del patrimonio architettonico e Dichiarazione di Amsterdam (AA.VV., 1975);
- la metodologia deve essere applicata sulla base di un processo di conoscenza e di un'ampia presenza multi-disciplinare, unico modo capace di riconoscere l'impossibilità di una vera conservazione senza la riutilizzazione del bene.

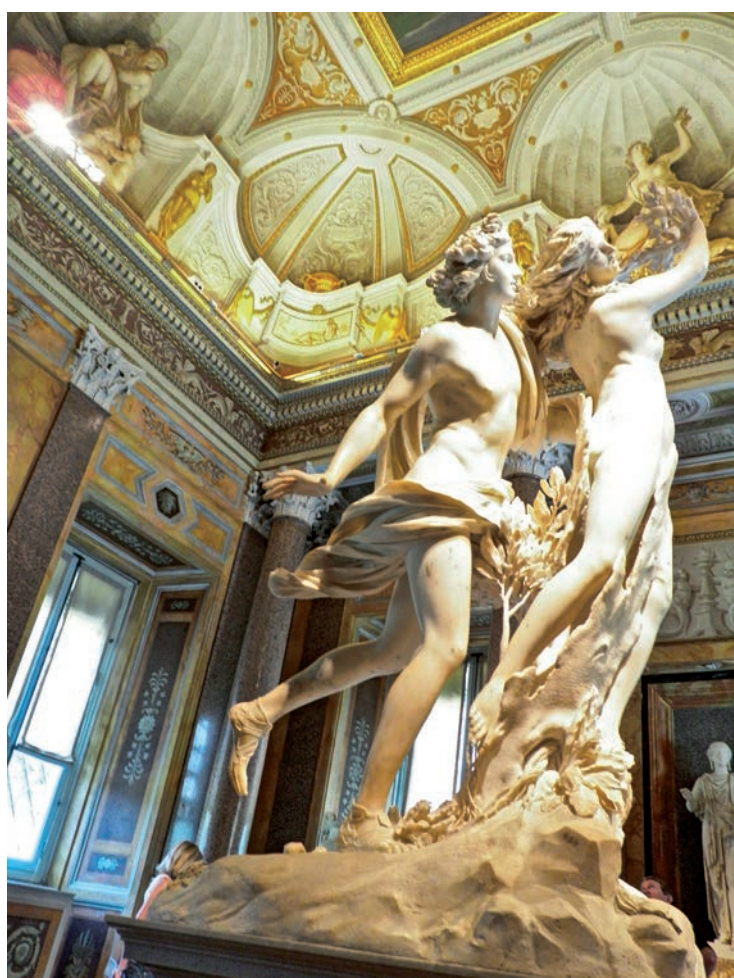
* *Livio de Santoli*, Università degli Studi di Roma La Sapienza – Presidente di AiCARR

BIBLIOGRAFIA

- de Santoli et al. 2014. L'efficienza energetica negli edifici storici. Guida AiCARR n. III. Milano: Editoriale Delfino.
- Ministero della Pubblica Istruzione. 1972. Carta italiana del restauro. Circolare n° 117 del 6 aprile 1972.
- AA.VV. 1975. Carta europea del patrimonio architettonico e Dichiarazione di Amsterdam.
- Presidente della Repubblica Italiana. 2004. Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137. DL 22 gennaio 2004, n. 42. Gazzetta Ufficiale n. 45 del 24 febbraio 2004, Supplemento Ordinario n. 28

WEBGRAFIA

- [1] http://www.beap.beniculturali.it/opencms/multimedia/BASAE/documents/2015/10/27/1445954374955_Linee_indirizzo_miglioramento_efficienza_energetica_nel_patrimonio_culturale.pdf
- [2] <http://www.sbapge.liguria.beniculturali.it/index.php?it/176/carta-del-restauro-di-veneziana-1964>



Studio di interventi di
riqualificazione
energetica e impiantistica per la **Galleria**
Borghese a Roma

Ogni qualvolta si debba intervenire in un contesto di beni tutelati o, comunque, di valore culturale, le operazioni da svolgersi rientrano nell'ambito del restauro e le finalità prioritarie sono quelle della conservazione del bene. Anche gli interventi di funzionalizzazione o di efficienza energetica devono perseguire tali finalità, con scelte progettuali effettuate sulla base di un confronto propositivo con esperti di conservazione. Migliorare la rispondenza funzionale o energetica di un edificio storico significa adottare accorgimenti appropriati e ben calibrati, in funzione della possibile integrazione architettonica, sebbene questo significhi spesso accontentarsi di una integrazione parziale.

L'oggetto di questo studio è la Galleria Borghese, uno dei primi musei italiani per numero di visite; la motivazione dello studio discende dai disservizi causati da alcuni guasti agli impianti di climatizzazione che si sono verificati negli ultimi anni e che talvolta hanno messo a disagio

Lo studio ha rivelato la possibilità di ottenere dei miglioramenti in termini di prestazione energetica con alcune ipotesi di ristrutturazione a parziale soluzione del problema del ricambio dell'aria e l'introduzione di una quota di energia rinnovabile grazie alle pompe di calore

di L. de Santoli, F. Mancini, S. Rossetti*

Inquadramento storico della Galleria

La Galleria Borghese, secondo una definizione largamente impiegata, è un'opera d'arte che ne contiene molte altre. Si trova a Roma, all'interno del parco di Villa Borghese e contiene opere di Antonello da Messina, Giovanni Bellini, Raffaello, Tiziano, Correggio, Caravaggio, Gian Lorenzo Bernini e Canova. Fu costruita dal Cardinale Scipione Borghese per trovare una collocazione alla sua collezione privata di capolavori; nel tempo la raccolta si è arricchita a seguito di successive acquisizioni.

L'edificio fu progettato dagli architetti Flaminio Ponzio e Giovanni Vasanio e fu pensato per essere un museo e un luogo di cultura, per l'esposizione dell'arte antica e moderna, per la musica e per la contemplazione della natura. Di rilievo è il risultato ottenuto, la ratio dei volumi delle sale, l'ordine dorico dell'architettura esterna che libera l'architettura del palazzo dall'aspetto tradizionale delle ville, più monolitico e chiuso, facendo emergere accanto alle parti aggettanti in alto, le torri, risalti in avanti e di fianco in un rapporto dinamico, assecondato dall'ordine delle finestre e delle porte comunicanti con le vie del giardino sui quattro lati.

L'aspetto dell'edificio è stato recuperato da un recente intervento di restauro e appare oggi molto vicino al seicentesco splendore originale. Sono stati ripristinati il colore marmoreo con specchiature più chiare di fondo, le lesene e i marcapiani in colore avorio vicino al travertino, è stata eseguita una ricostruzione fedele della scala di Ponzio a due rampe, al posto della precedente a tronco piramidale realizzata sul finire del Settecento, sono state tolte le serrande che alteravano il ritmo originale dell'ordine delle finestre e sono stati restaurati tutti i busti e le statue della facciata.

L'edificio rientra a pieno titolo tra quelli che possono derogare dall'applicazione della normativa vigente in materia di contenimento dei consumi energetici (D.Lgs.90/2013). Si ricordi, tuttavia, che la deroga è concessa solo nel caso in cui, previo giudizio dell'autorità competente, il rispetto delle prescrizioni implichi un'alterazione sostanziale del carattere o dell'aspetto dell'edificio, con particolare riferimento ai profili storici, artistici e paesaggistici; inoltre, non è prevista la deroga per le attività di certificazione della prestazione energetica e per le attività connesse all'esercizio,

i visitatori e soprattutto hanno esposto le opere a un microclima non idoneo alla loro conservazione.

A partire da un'analisi della situazione attuale, dal calcolo dei carichi termici invernali ed estivi dell'edificio e delle portate d'aria di ventilazione, lo studio illustra alcune proposte di intervento, aventi come obiettivo la riduzione dei carichi termici dell'edificio nella stagione estiva, un migliore ricambio dell'aria e in generale un ammodernamento della dotazione impiantistica.

Figura 2 – Galleria Borghese, prospetto principale



Figura 1 – Galleria Borghese in una stampa d'epoca



STUDY OF ENERGY RENOVATION FOR THE GALLERIA BORGHESI IN ROME

The object of this study is the "Galleria Borghese", in Rome, one of the most important Italian museum. The reason of the study depends on the disruption caused by some plant breakdowns climate that have occurred in recent years and that sometimes made the visitors uncomfortable and overall exhibited works in a microclimate unsuitable to their preservation. From an analysis of the current situation and the calculation of winter and summer thermal loads of the building and the ventilation air flow rates, the study shows some proposals for action, having as objective: the reduction of the heat load of the building in summer, a better air exchange and overall a modernization of the plant expansion.

Keywords: Galleria Borghese, energy renovation, historic building

alla manutenzione e alle ispezioni degli impianti tecnici.

Con l'obiettivo di fornire al conservatore strumenti utili per dichiarare derogabile o non derogabile l'edificio oggetto di riqualificazione energetica e trovare un punto di incontro tra le esigenze di

conservazione e di efficienza funzionale ed energetica, questo studio mostra alcune scelte progettuali sviluppate seguendo i criteri della Carta di Venezia (1964), vale a dire compatibilità, minimo intervento, reversibilità, distinguibilità, autenticità espressiva, durabilità e rispetto della fabbrica originale.

Rilievo dell'edificio e analisi della situazione impiantistica esistente

A livello distributivo, l'edificio si sviluppa su 4 piani (piano seminterrato, piano terra, piano primo e piano secondo) per una superficie complessiva di circa 8.000 m² e per una volumetria complessiva di circa 28.000 m³.

Al piano seminterrato sono collocati il bookshop, un bar, la guardiana e i servizi igienici, nonché alcuni locali tecnici; al piano terra e al primo piano sono presenti unicamente sale espositive; il secondo piano contiene uffici, una sala deposito quadri e sottotetti usati come locali tecnici. Tra il piano terra e il primo piano c'è un piano tecnico (piano intercapedine) non accessibile al pubblico, in cui sono presenti componenti dell'impianto di climatizzazione e degli impianti elettrici e speciali.

L'involucro edilizio è costituito da pareti caratterizzate da elevata inerzia termica ma non contiene materiali isolanti.

Le pareti perimetrali verticali dell'edificio hanno un buon comportamento in termini di protezione sia invernale sia estiva; sono realizzate in tufo e mattoni e hanno spessori che vanno da 80 cm a 120 cm, con una trasmittanza media di 0,56 W/m²K e un tempo di ritardo di 14 ore.

La copertura è a falde su testiture metalliche con una trasmittanza di 1,16 W/m²K e un tempo di ritardo di 4 ore.

I solai sono realizzati su volte in muratura e hanno finitura in marmo. Al piano inferiore il pavimento poggia su un terrapieno, con interposta una massciata ($U = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$). Gli infissi sono in legno con vetro singolo, con trasmittanze superiori a 5 W/m²K e fattore di guadagno solare pari a 0,8.

Dal punto di vista impiantistico, tutti gli ambienti sono dotati di sistemi per il controllo della temperatura; non tutti gli ambienti sono dotati di sistemi per il controllo dell'umidità relativa e della qualità dell'aria. Ciò è una conseguenza del pregio architettonico dell'edificio, che rende difficile l'individuazione di spazi tecnici per l'installazione delle apparecchiature e per la distribuzione dell'aria ai vari ambienti.

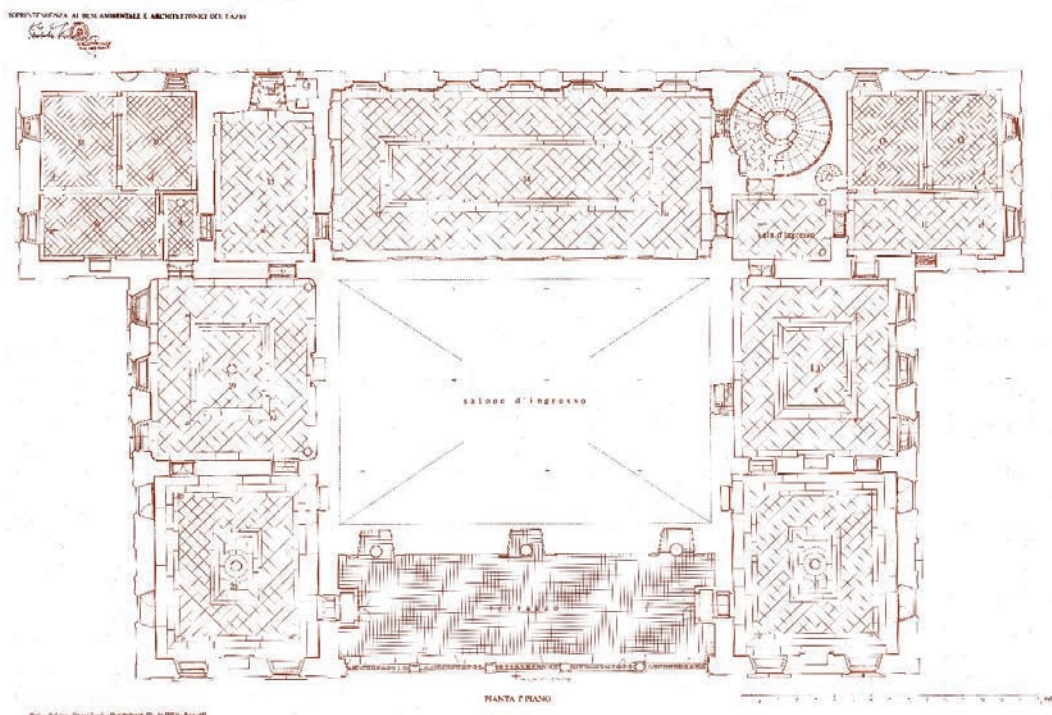


Figura 3 – Galleria Borghese: **Pianta primo piano**. Da (Supporto specialistico per il rilievo architettonico – Arch. Claudio Lo Monaco)

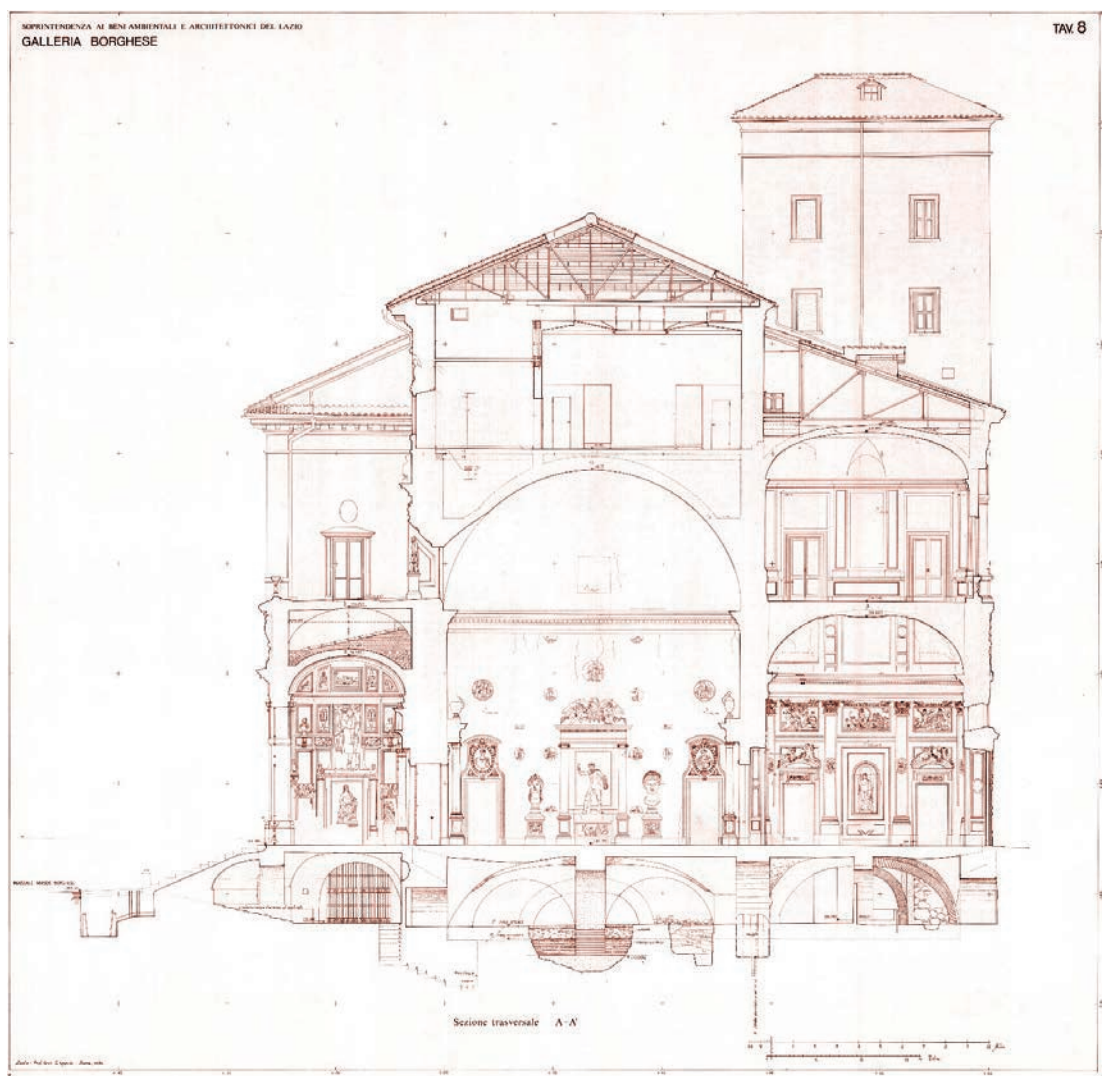


Figura 4 – Galleria Borghese: **Sezione storica**. Da (Supporto specialistico per il rilievo architettonico – Arch. Claudio Lo Monaco)

La centrale termica è collocata al piano interrato in una zona tecnica ed è dotata di un'unica caldaia a gas metano, della potenza di 464 kW. La centrale frigorifera, collocata sempre al piano seminterrato, è dotata di due gruppi frigoriferi condensati ad acqua, della potenzialità di 289 kW e di 312 kW, per una potenza complessiva di 601 kW. Nelle immediate prossimità dell'edificio sono collocate le due torri evaporative al servizio dei gruppi frigoriferi.

Completano la dotazione impiantistica quattro unità di trattamento aria, un termoventilatore e un recuperatore di calore (UTA01 e UTA02 del tipo a tutt'aria, al servizio del piano interrato; TMV03 del tipo a tutt'aria al servizio della Sala Lanfranco; UTA04 del tipo ad aria primaria al servizio degli uffici del piano secondo; UTA05 del tipo a tutt'aria al servizio del deposito quadri; REC06 al servizio della sala gestione).

A livello funzionale, la distribuzione dei fluidi termovettori è effettuata con pompe a portata costante attraverso un collettore caldo, un collettore freddo e un collettore caldo/freddo a cambio stagionale. Dal collettore caldo sono derivate le alimentazioni per i radiatori e per le batterie calde delle unità di trattamento aria (UTA01 e UTA02 seminterrato, UTA04 uffici, UTA05 deposito quadri), dal collettore freddo sono derivate le alimentazioni per le batterie fredde delle unità di trattamento aria (UTA01 e UTA02 seminterrato, UTA04 uffici, UTA05 deposito quadri) e dal collettore promiscuo caldo/freddo sono derivate le alimentazioni per i ventilconvettori (piano terra, Galleria, secondo piano) e per il termoventilatore (TMV03 della Sala Lanfranco).

All'interno degli ambienti sono presenti ventilconvettori per il controllo della temperatura. I ventilconvettori sono generalmente a due tubi, con una sola batteria di scambio termico e pertanto possono fornire energia termica o energia frigorifera alternativamente. Alcuni di essi hanno una seconda batteria ad alimentazione elettrica con funzione di solo riscaldamento; in questa maniera hanno la possibilità, nel funzionamento estivo, di erogare energia sia termica sia frigorifera.

La configurazione impiantistica attuale è frutto della ristrutturazione finita nel 1997 e, come detto, è stata fortemente condizionata dai vincoli architettonici dell'edificio. Negli anni ha talvolta mostrato i propri limiti, soprattutto in termini di qualità dell'aria nelle sale espositive, costringendo gli addetti all'apertura delle finestre per ottenere il necessario ricambio dell'aria. In altre occasioni l'insorgere di qualche guasto agli impianti ha messo in evidenza difficoltà nel controllo della temperatura e dell'umidità relativa. Anche in condizioni di funzionamento normale degli impianti, il monitoraggio dei parametri ambientali ha evidenziato una eccessiva dispersione, per quanto riguarda i valori sia della temperatura sia dell'umidità relativa, a conferma di una generale difficoltà a mantenere parametri microclimatici idonei per la conservazione delle opere d'arte e per il comfort delle persone, soprattutto durante la stagione estiva.

Attualmente gli impianti necessitano di un intervento di manutenzione. Fermo restando il forte vincolo connesso al pregio dell'edificio, si è cercato di proporre interventi migliorativi utili al superamento delle criticità evidenziate.

Calcolo dei carichi termici e proposte di intervento

L'analisi microclimatica ha evidenziato alcune criticità riguardanti il controllo della temperatura, imputabili in parte ai sistemi di produzione dell'energia e in parte ai terminali di emissione.

Con riferimento alle unità di produzione sia i gruppi frigoriferi, sia la caldaia sono funzionanti e in buono stato di conservazione. Per quanto riguarda i terminali, si rileva una generale vetustà delle apparecchiature installate, in alcuni casi aggravata da difficoltà di manutenzione connesse alla collocazione delle apparecchiature stesse.

Per verificare eventuali sottodimensionamenti è stato eseguito il calcolo dei carichi termici estivi e invernali; resta inteso che si tratta di un calcolo preliminare e che lo sviluppo progettuale dovrà necessariamente tener conto dell'importanza storica e architettonica dell'edificio; in particolare, le caratteristiche dell'edificio e la sua collocazione rendono molto difficile l'individuazione di spazi tecnici aggiuntivi, sia internamente, sia esternamente all'edificio.

Complessivamente, al netto dei carichi per i trattamenti dell'aria primaria, il carico termico invernale risulta pari a 116,3 kW, mentre quello estivo massimo risulta pari a 317,6 kW.

Considerando una portata d'aria esterna di 18.500 m³/h, calcolata conformemente alla bozza in revisione della norma UNI 10339, ipotizzando diverse configurazioni di unità di trattamento aria per il trattamento dell'aria esterna (con o senza recupero energetico, con umidificazione a vapore o adiabatica) sono necessarie una potenza termica in inverno variabile tra 60,5 e 199,1 kW e una potenza frigorifera in estate variabile tra 256,0 e 282,0 kW.

Sommando i carichi termici e le potenze necessarie al trattamento dell'aria, si ottengono le potenze necessarie al corretto funzionamento dell'edificio; a seconda della configurazione scelta, la potenza necessaria è compresa tra 176,8 e 315,4 kW in inverno e tra 573,6 e 599,6 kW in estate. Nelle considerazioni che seguono si farà riferimento in via cautelativa ai limiti superiori di questi intervalli; in ogni caso, nella stagione estiva, sulla quale sarà necessario focalizzare l'attenzione, l'intervallo ha una ampiezza molto contenuta.

Con riferimento alla situazione invernale, la centrale termica attuale appare in grado di garantire all'interno dell'edificio idonee condizioni ambientali in qualunque configurazione scelta, anche con un buon margine di sicurezza. Nella situazione estiva, invece, la centrale frigorifera attuale non appare in grado di garantire il controllo della qualità ambientale interna, mancando i necessari margini di sicurezza. In particolare, in conseguenza del frazionamento della potenza su due unità, verrebbe a mancare ogni possibilità di manutenzione con il fermo di un gruppo nella stagione estiva.

Avendo constatato che la centrale frigorifera risulta al limite della potenzialità e che la sua architettura non consente una gestione agevole e sicura delle operazioni di manutenzione, si è proceduto con l'analisi di soluzioni migliorative volte alla riduzione delle richieste di energia frigorifera alla centrale e con una opzione relativa alla sua ristrutturazione.

La prima soluzione migliorativa presa in considerazione è stata la sostituzione dell'impianto di illuminazione attuale, dotato di lampade fluorescenti e agli alogenuri, con un impianto dotato di lampade a led per le sale espositive. Questa scelta, dovuta alla notevole evoluzione tecnologica che si è avuta negli ultimi anni nel settore dell'illuminazione, può portare in termini parametrici il carico interno dovuto all'illuminazione da 30 W/m² a 15 W/m², con una riduzione complessiva di 25,3 kW.

Come seconda soluzione, è stata presa in considerazione la possibilità di installare al servizio degli uffici del secondo piano un impianto di riscaldamento/raffrescamento a pompa di calore con macchine a espansione diretta, dotato di unità interne ed esterne locali. Nella necessità di rendere minimo l'impatto sull'edificio, la configurazione del nuovo impianto potrà prevedere piccoli impianti al servizio di piccoli gruppi di ambienti, al fine di una più agevole collocazione delle unità esterne e di una più semplice distribuzione del fluido termovettore; inoltre, l'installazione sarà limitata ai soli ambienti in cui risulti realizzabile, nel rispetto della valenza storica e architettonica dell'edificio. Limitatamente alla zona uffici, è stata anche ipotizzata la sostituzione della unità di trattamento aria attuale, alimentata dalla centrale termica e frigorifera, con un'unità dotata di recuperatore di calore

e batteria a espansione diretta. La portata d'aria calcolata per la zona uffici è pari a 2.650 m³/h, sebbene l'unità attuale sia da 2.000 m³/h. Questa scelta consentirebbe di ridurre la richiesta di potenza frigorifera dalla centrale attuale di un valore variabile tra 36,6 e 40,3 kW; il calcolo è stato effettuato ipotizzando una riduzione delle richieste proporzionale alla riduzione delle portate d'aria, nell'ipotesi di presenza e assenza di un recuperatore di calore, così come ragionato in precedenza. Con il distacco completo della zona uffici dalla centrale frigorifera di edificio, si potrebbe arrivare a una riduzione del carico gravante sulla centrale pari a 94,3 kW.

Il terzo intervento preso in considerazione per la riduzione del carico termico estivo è l'installazione di pellicole sui vetri per il controllo solare. L'intervento, che determina un abbattimento della radiazione solare in ingresso dalle finestre e non deve alterare la resa dei colori all'interno delle sale, è stato concordato con la sovrintendenza del Polo Museale di Roma. Considerando un fattore di guadagno solare successivo all'intervento di 0,5, è possibile ottenere una riduzione del carico termico estivo di circa 23 kW. È stata anche simulata la sostituzione integrale dei vetri con doppi vetri a controllo solare; il beneficio aggiuntivo che si sarebbe ottenuto, rispetto all'installazione della sola pellicola, avrebbe riguardato principalmente la stagione invernale e pertanto si è deciso di non sviluppare questa ipotesi, salvaguardando l'aspetto originario dell'infisso.

L'ultimo intervento preso in considerazione per la riduzione del carico termico è la riduzione del numero di visitatori. Questo intervento sarebbe facile da realizzare ragionando in termini puramente tecnici, ma in realtà risulta piuttosto complicato, dal momento che limita la fruibilità delle opere. La limitazione del numero dei visitatori ha un duplice effetto, producendo una diminuzione dei carichi termici estivi dovuti alla presenza di persone e consentendo di diminuire la portata di aria esterna e quindi le richieste di potenza per il trattamento dell'aria. Sono state prese in considerazione due ipotesi, ragionando solo in termini numerici e assumendo una riduzione dei

visitatori del 25% e del 50%: in termini di carico termico interno, la riduzione del 25% del numero di visitatori produce una riduzione di 30 kW del carico termico, mentre quella del 50% riduce il carico termico di 60 kW; in termini di portata d'aria, una riduzione del 25% del numero di visitatori può consentire di diminuire la portata di aria esterna di circa 2.700 m³/h, mentre quella del 50% può far ridurre la portata di aria esterna di circa 5.400 m³/h. La riduzione della potenza richiesta alla centrale frigorifera è rispettivamente di 41 kW e 82 kW.

Considerando la variabilità mensile e oraria dei carichi termici, si ricava che quelli indicati si riferiscono ai valori massimi, calcolati per i mesi di luglio e agosto e all'intervallo orario 12-16. Con l'intenzione di limitare il carico termico per l'edificio, si potrebbe pensare di agire limitando il numero di visitatori solo nei mesi di luglio e agosto e nell'intervallo orario 12-16, in quanto al di fuori di questo periodo le condizioni climatiche più miti e gli effetti dell'inerzia termica dell'edificio producono comunque carichi termici più contenuti.

Partendo da una situazione di partenza di oggettiva difficoltà, per la centrale frigorifera attuale è stata considerata una serie di ipotesi di riduzione del carico termico estivo, volte a sgravare la centrale di parte del carico frigorifero e a recuperare la necessaria sicurezza di funzionamento: nessuno degli interventi, considerato singolarmente, consente di raggiungere l'obiettivo, ma è solo da una combinazione di interventi che può scaturire una soluzione sicura alla problematica riscontrata.

Volendo individuare in via del tutto preliminare una priorità di intervento, si potrebbe pensare di mantenere l'ordine con cui gli interventi sono stati presentati, con le seguenti motivazioni:

- la sostituzione dell'impianto di illuminazione è un intervento efficace e duraturo, che non altera la valenza storica e architettonica dell'edificio. I risultati attesi sono facilmente prevedibili e stabili nel tempo. Il beneficio è diffuso a tutte le sale in cui si interviene e a trarne giovamento è anche il sistema di erogazione dell'energia frigorifera, che si troverà a erogare una potenza

termica minore. Parallelamente si otterrebbero consistenti risparmi di energia elettrica e minori oneri di manutenzione, generati dalla più lunga durata delle lampade.

- il distacco di alcuni ambienti, possibilmente tutti, del secondo piano è un intervento interessante, che deve essere correttamente approfondito per non alterare la valenza storica e architettonica dell'edificio. I risultati attesi sono facilmente prevedibili e stabili nel tempo;
- l'installazione di pellicole sui vetri è un intervento efficace e presenta qualche dubbio riguardo la stabilità del tempo. Deve essere approfondito per non alterare la percezione dei colori all'interno degli ambienti;
- la limitazione del numero di persone deve essere considerata come ultimo intervento, da effettuare in aggiunta agli altri qualora si manifestassero comunque nei mesi estivi e nelle ore centrali della giornata situazioni di difficoltà rappresentate da temperature troppo alte, causate da potenza frigorifera insufficiente.

In aggiunta o in sostituzione degli interventi indicati può essere presa in considerazione la possibilità di incrementare la potenzialità della centrale frigorifera esistente, affiancandole un altro gruppo frigorifero o inserendo gruppi di potenzialità maggiore. Questo intervento può risolvere il problema della potenza frigorifera; resta da verificare la possibilità di distribuire una potenza maggiore attraverso il sistema di distribuzione attuale.

Una soluzione sicuramente efficace è quella di ristrutturare integralmente la centrale frigorifera, introducendo due pompe di calore con condensazione ad aria nelle immediate prossimità dell'edificio, nella zona attualmente occupata dalle torri evaporative.

Proposte di intervento per il miglioramento della qualità dell'aria

Una delle problematiche riscontrate all'interno della Galleria Borghese è la bassa qualità dell'aria, dovuta in larga parte alla difficoltà di distribuire l'aria ai diversi ambienti; la motivazione risiede nel fatto che molti ambienti non sono dotati

Tabella 1 – Riepilogo delle potenze disponibili e delle potenze necessarie nelle varie soluzioni ipotizzate

	Potenza frigorifera necessaria [kW]	Potenza frigorifera disponibile [kW]	Differenza [kW]	Differenza [%]
Situazione attuale	599,6	601	1,4	0,2%
1. Impianto di illuminazione a led	574,3	601	26,7	4,4%
2. Impianto a espansione diretta per gli uffici	505,3	601	95,7	15,9%
3. Pellicole sui vetri	576,6	601	24,4	4,1%
1+2+3	457	602	145	24,0%
4. Riduzione del numero di visitatori (-25%)	558,6	601	42,4	7,1%
5. Riduzione del numero di visitatori (-50%)	517,6	601	83,4	13,9%
1+2+3+5	375	602	227	37,6%

di sistemi per il ricambio dell'aria, che non sono mai stati realizzati, nel rispetto della valenza storica e architettonica dell'edificio.

Come detto, nel rispetto della normativa sulla qualità dell'aria, per l'edificio sarebbe necessaria una portata di aria esterna di 18.500 m³/h, anche se per l'edificio in esame è possibile prevedere deroghe alla normativa vigente. Nello spirito di proporre dei miglioramenti della situazione attuale, sono state sviluppate delle proposte migliorative non invasive diversificate per gruppi di ambienti.

Il piano seminterrato è attualmente servito da due unità dell'aria (UTA01 e UTA02) del tipo a tutt'aria della portata di 8.000 m³/h ciascuna, posizionate in un locale tecnico adiacente alla centrale termica. Visto lo stato di conservazione delle macchine se ne rende necessaria la sostituzione. Le nuove macchine potranno essere ubicate nell'attuale locale tecnico e utilizzare le canalizzazioni esistenti, una volta verificato il loro stato igienico-funzionale. L'ingresso dei visitatori avviene dal piano seminterrato: particolare cura deve quindi essere dedicata all'equilibrio delle pressioni in questo piano, per creare una zona di "lavaggio" dei visitatori, utile a limitare l'inquinamento portato all'interno dai visitatori stessi. La Figura 4 mostra le zone in sovrappressione, caratterizzate da una mandata più alta della ripresa, le zone in depressione, caratterizzate da una ripresa maggiore della mandata, e le zone dei bagni e dei servizi, in depressione a opera di sistemi di espulsione dedicati. In particolare:

- l'area centrale, le due sale didattiche e il bookshop saranno mantenute in sovrappressione;
- le aree perimetrali, cioè la biglietteria, il guardaroba, il bar e gli spazi connettivi, saranno mantenute in depressione;
- le aree dei servizi igienici saranno mantenute in depressione.

Si dovrà provvedere a graduare le due zone di depressione, con un valore maggiore per i servizi igienici, per non diffondere i cattivi odori.

Il piano terra non è servito da impianti per il ricambio dell'aria: infatti i terminali locali installati sono

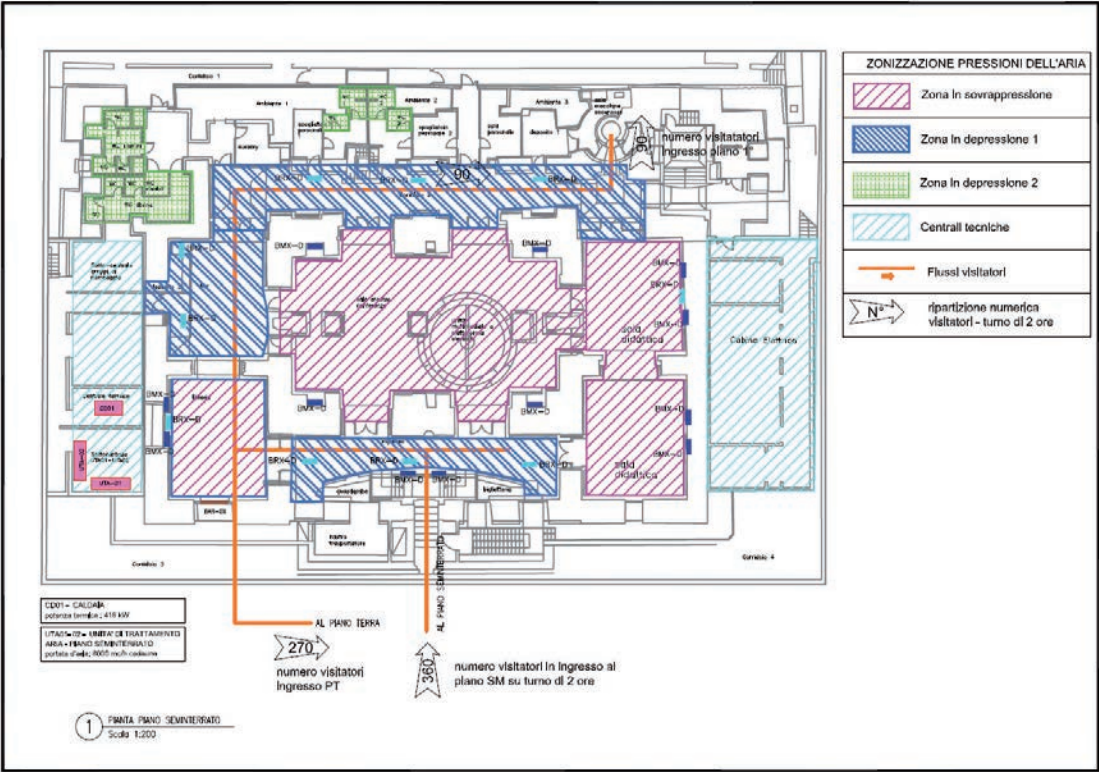


Figura 5 – Piano seminterrato: Zonizzazione e distribuzione pressioni

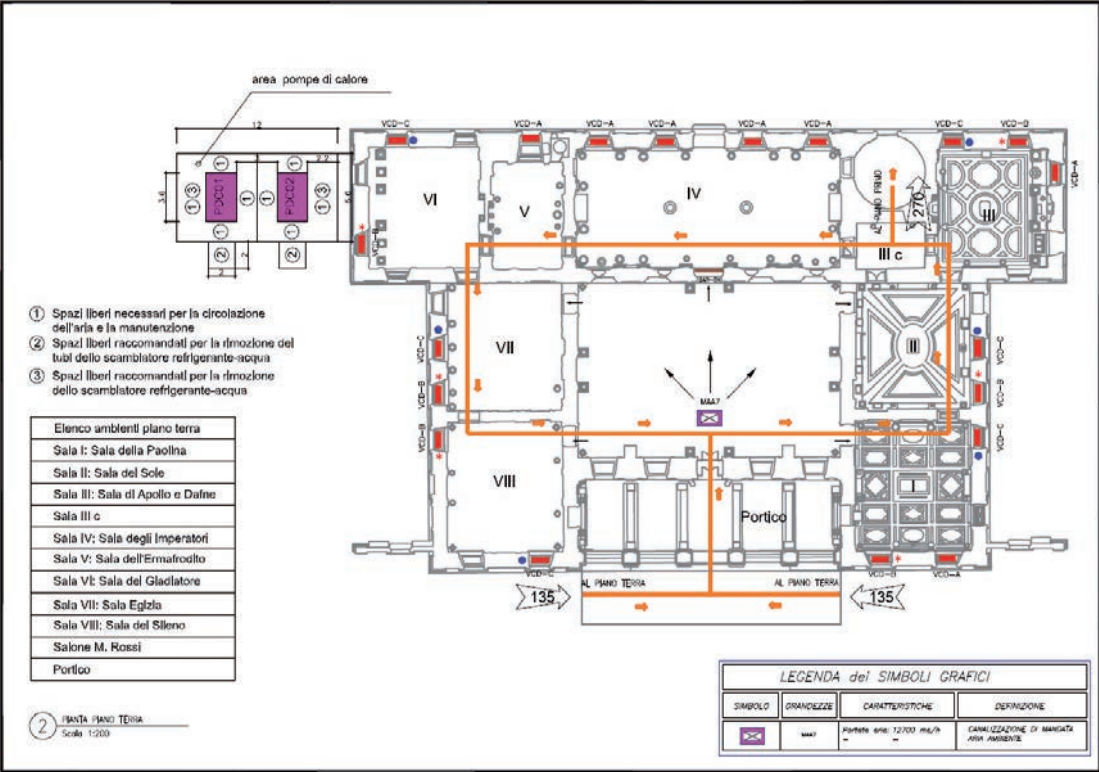


Figura 6 – Galleria Borghese: Piano terra

preposti al solo controllo della temperatura e dell'umidità relativa e, nello stato di funzionamento e manutenzione attuale, non sono in grado di controllare in maniera corretta i valori di questi due parametri. Si dovrà quindi procedere con la rimozione di questi terminali e con l'installazione di terminali realizzati ad hoc, in grado di controllare temperatura e umidità relativa e di garantire il giusto ricambio dell'aria: saranno in generale ventilconvettori a due tubi, con riscaldatore, e alcuni potranno essere dotati di presa d'aria esterna. Potranno essere installati negli spazi attualmente occupati dai terminali esistenti, avranno potenzialità adeguate al carico termico dell'ambiente e saranno dotati di idoneo sistema di regolazione,

necessario al controllo puntuale dei parametri ambientali. Tra le funzioni del sistema di regolazione dovrà essere inclusa quella di allarme in caso di scostamento eccessivo dei parametri ambientali rispetto ai valori impostati; in questo modo potranno essere messe in atto azioni di controllo "supplementari" tra cui la limitazione del numero dei visitatori, con gli effetti descritti in precedenza. Nella versione con presa di aria esterna, è prevista una modifica dell'infilso attuale, utile per la presa. Anche in questo caso, è stato possibile discutere della soluzione con la Sovrintendenza.

Per il Salone Mariano Rossi si potrà prevedere l'installazione di una unità di trattamento aria dedicata, collocata nel piano intercapedine

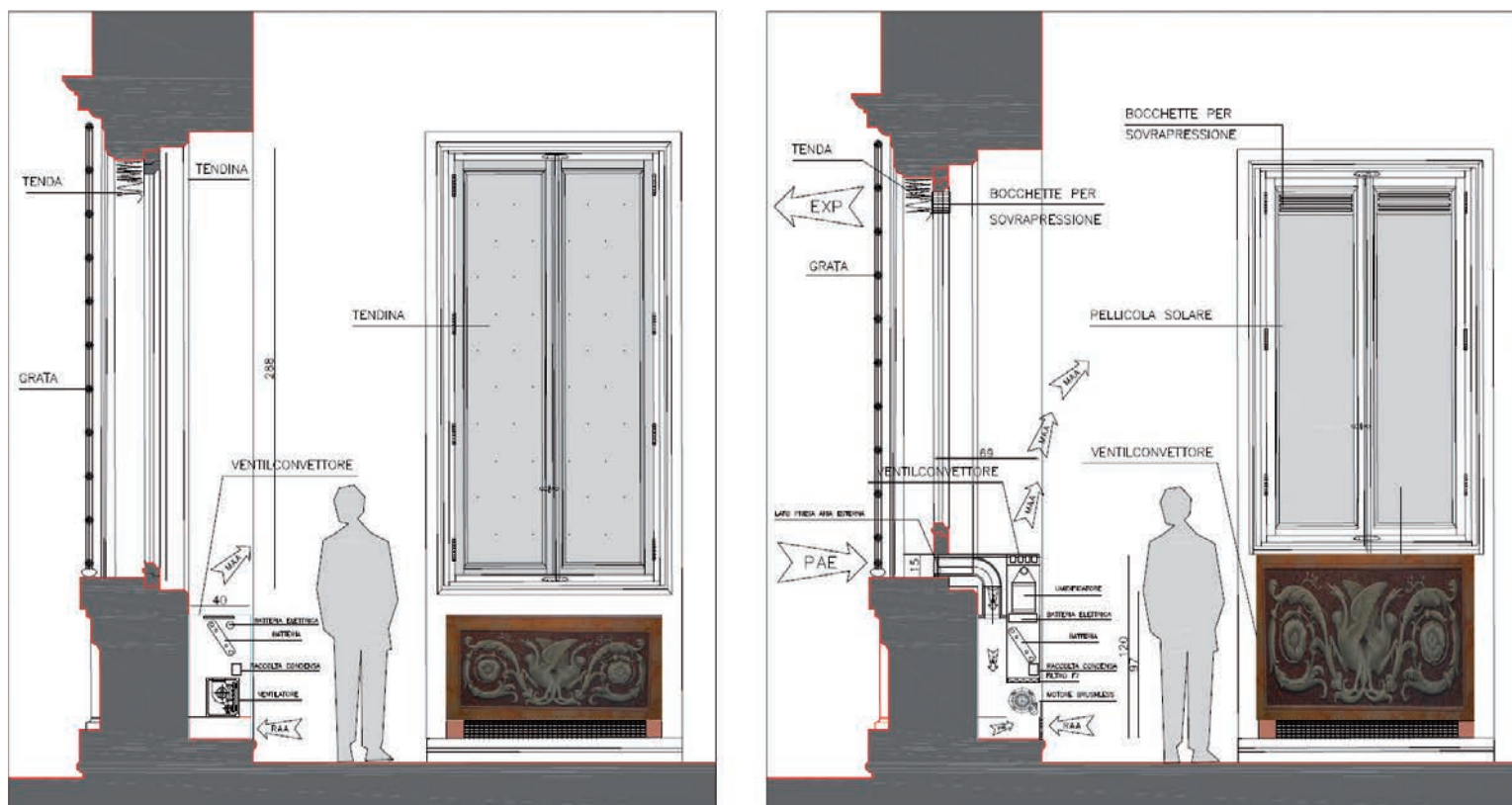


Figura 7 – **Terminali al servizio del piano terra.** A sinistra soluzione senza aria esterna; a destra con presa di aria esterna e ventilatore brushless.

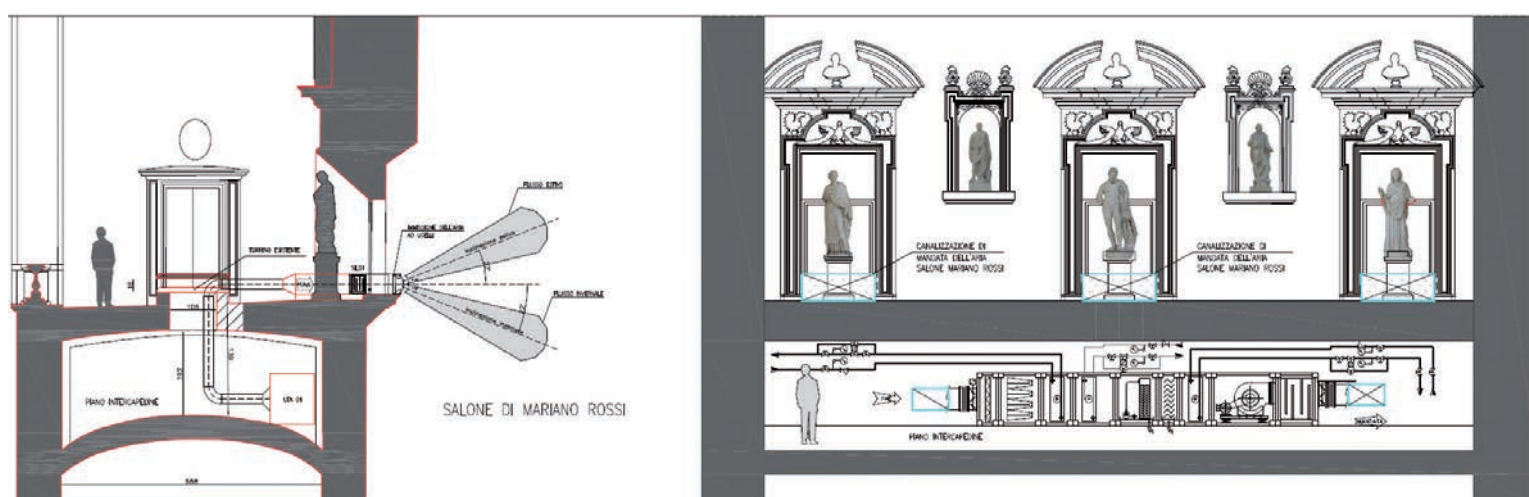


Figura 8 – **Unità di trattamento aria** al servizio del Salone Mariano Rossi

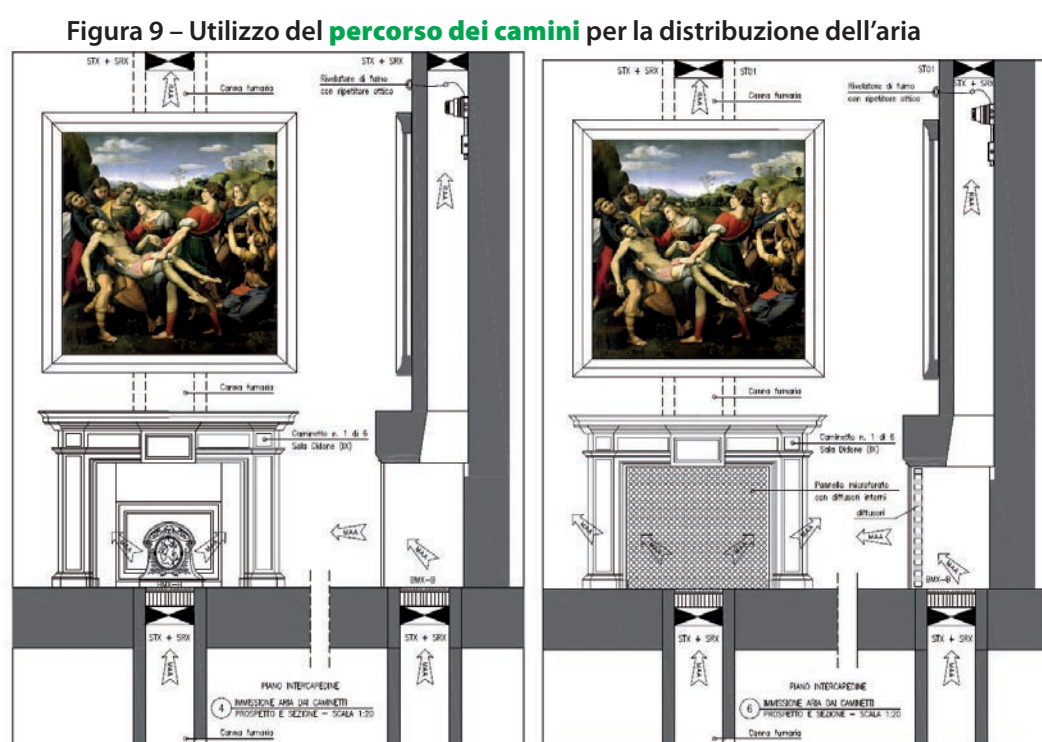


Figura 9 – Utilizzo del **percorso dei camini** per la distribuzione dell'aria

e localizzata sotto il terrazzo. La mandata dell'aria sarà effettuata attraverso terminali del tipo a ugelli, vista la notevole altezza dell'ambiente, circa 15 metri, posizionati nella finestra centrale del Salone, a una quota di circa 10 metri. L'aria immessa nel Salone transiterà negli ambienti contigui e sarà espulsa tramite griglie di sovrappressione collocate nella parte superiore di alcuni infissi perimetrali.

Anche il primo piano non è attualmente servito da impianti per il ricambio dell'aria, con l'eccezione della Sala Lanfranco, dotata di un termoventilatore a servizio esclusivo. La situazione ricalca quella del piano terra, con riferimento alla necessità di sostituzione dei terminali e alla tipologia di terminali da installare. Si dovrà procedere con la

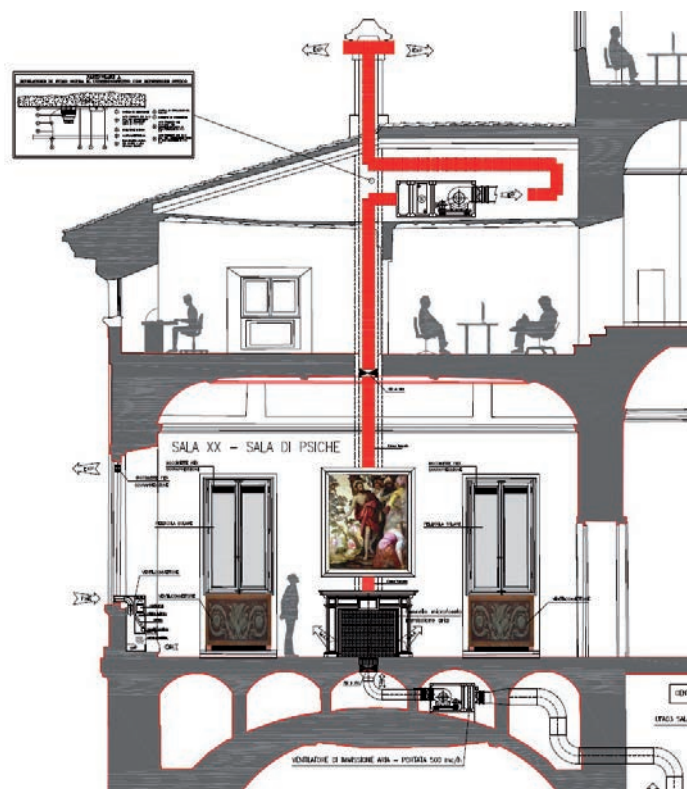


Figura 10 – Utilizzo del percorso dei camini per la distribuzione dell'aria

rimozione del termoventilatore della Sala Lanfranco (TMV03) e con l'installazione di una unità di trattamento aria di caratteristiche simili in termini di portata, ma dotata di un idoneo sistema di controllo, che sarà ancora collocata al piano intercapedine. Il ricambio dell'aria sarà effettuato sfruttando il percorso dei sei camini presenti. I rilievi in corso di realizzazione e gli sviluppi successivi della progettazione consentiranno di individuare la collocazione migliore delle macchine, tra piano intercapedine e piano sottotetto. È possibile utilizzare il piano intercapedine anche per la collocazione di due nuove unità di trattamento (UTA07 collocata sotto la Sala XV e UTA08 collocata sotto il terrazzo del primo piano) per il trattamento completo dell'aria, che sarà poi inviata in ambiente attraverso i camini. La portata di aria esterna sarà di 1.500 m³/h per ognuna delle due macchine. La distribuzione dell'aria avverrà mediante una canalizzazione posizionata nel piano intercapedine, con diramazione verso tre camini, nei quali potrà essere posizionato un ventilatore di rilancio, per contenere la dimensione delle componenti impiantistiche e migliorare la diffusione e il lancio dell'aria in ambiente.

Particolare attenzione è stata posta al fine di garantire la maggiore

flessibilità possibile, in funzione degli affollamenti che in generale risultano poco prevedibili; si potranno utilizzare in maniera indipendente le sei possibili immissioni e le sei possibili estrazioni, a seconda dei valori di anidride carbonica rilevati. Tale flessibilità può essere convenientemente adoperata anche per il free-cooling notturno delle sale servite.

Il piano secondo è attualmente servito da tre macchine per il ricambio dell'aria e da terminali locali (ventilconvettori) per il controllo della temperatura.

Le macchine per il trattamento dell'aria sono la UTA04 al servizio degli uffici, la UTA05 al servizio del deposito quadri e un recuperatore di calore REC06 al servizio della sala gestione. Si dovrà procedere con la rimozione delle unità di trattamento aria attuali e con l'installazione di una unità di trattamento aria aventi portata 2.000 m³/h (UTA04), 8.000 m³/h (UTA05) e 500 m³/h (REC06), dotate di un idoneo sistema di controllo. Le nuove unità saranno collocate negli stessi spazi occupati dalle macchine attuali.

Si è già detto della necessità di limitare il carico termico gravante sulla centrale frigorifera. A tal proposito si potrà procedere con la sostituzione di tutti i terminali al servizio del secondo piano con terminali a espansione diretta, il che consentirà di rendere autonomo il piano rispetto alle centrali tecnologiche esistenti. Vista la natura modulare degli impianti a espansione diretta, la sostituzione dei terminali potrà anche essere parziale, con benefici ovviamente ridotti. La scelta definitiva potrà essere effettuata a seguito di approfondimenti progettuali, volti soprattutto a individuare la collocazione delle unità esterne, in posizione tale da



Figura 11 – Vista dei camini su parte della copertura

non incidere sul pregio dell'edificio. In via preliminare si può ipotizzare una collocazione delle unità esterne nei torrioni o all'esterno dell'edificio, in prossimità della zona tecnica che ospita le torri evaporative. Dovranno altresì essere verificati i percorsi orizzontali di distribuzione del fluido frigorifero e dell'aria.

Analisi energetica delle proposte di intervento – Applicazione delle Linee Guida AiCARR

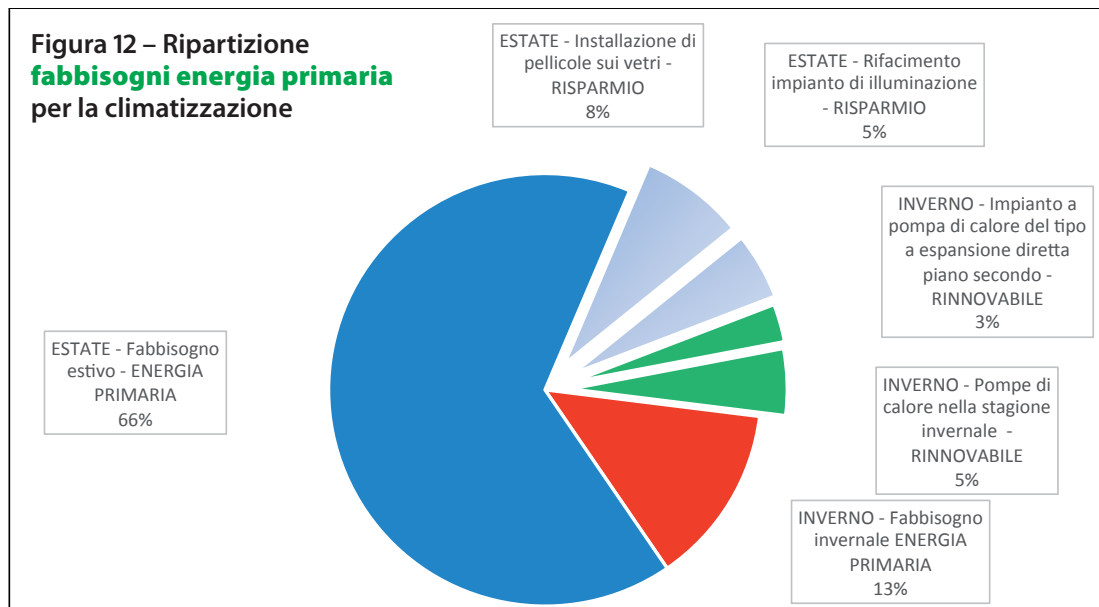
Va innanzitutto sottolineato che questo intervento si pone pienamente in linea con quanto previsto dalle Linee Guida AiCARR "Efficienza energetica negli edifici storici" (AiCARR, 2014) e con il successivo documento "Linee di Indirizzo MiBACT per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale".

Il Decreto Legislativo 28/2011 inserisce tra le fonti energetiche rinnovabili le risorse aerotermica, idrotermica e geotermica. Lo stesso decreto per le nuove costruzioni e per gli edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti impone che il 35% del fabbisogno energetico sia soddisfatto tramite energie rinnovabili. La Galleria Borghese può derogare alle prescrizioni del decreto, ma l'utilizzo di pompe di calore per la climatizzazione invernale consentirebbe di rispondere alle prescrizioni del Decreto, anche se parzialmente, senza alterare i caratteri storici e architettonici dell'edificio.

Nell'elencare gli interventi possibili per la riduzione del carico frigorifero si è già detto della possibilità di utilizzare la risorsa rinnovabile aerotermica, prevedendo un impianto a pompa di calore del tipo a espansione diretta al servizio del secondo piano.

Più significativa e preferibile, in termini energetici e soprattutto di sostenibilità energetica e ambientale sarebbe l'installazione di pompe di calore condensate ad aria per la produzione di energia termica al servizio dell'intero edificio, in parallelo alla centrale termica attualmente presente. Le pompe di calore potrebbero essere collocate all'esterno, in prossimità dell'edificio,

Figura 12 – Ripartizione fabbisogni energia primaria per la climatizzazione



nella zona tecnica attualmente occupata dalle torri evaporative. Dal punto di vista gestionale, con una configurazione impiantistica di questo tipo le pompe di calore funzionano in via prioritaria rispetto alla caldaie, fornendo l'energia termica necessaria alle diverse utenze dell'edificio quando le temperature dell'aria esterna sono tali da renderle più efficienti: nel caso di Roma, date le condizioni climatiche, durante tutta della stagione invernale.

Coerentemente con il dettaglio di calcolo dello studio effettuato è stata effettuata una modellazione energetica dell'edificio, al fine di valutare gli effetti degli interventi proposti. Allo stato attuale l'edificio risulta avere un indice di prestazione termica utile pari a 2,2 kWh/m³-anno e a 12,5 kWh/m³-anno per il raffrescamento. Si fa notare che si tratta di una buona prestazione, derivante dalle caratteristiche fisico-tecniche dell'involucro dell'edificio, dalla sua grande dimensione, dalla sua forma compatta e dall'elevata incidenza degli apporti interni (soprattutto le persone) nel bilancio complessivo.

L'installazione di pellicole sui vetri e il rifacimento dell'impianto di illuminazione comportano un lieve peggioramento della prestazione invernale e un miglioramento della prestazione estiva. I due interventi insieme portano l'indice di prestazione termica utile per il riscaldamento a 2,3 kWh/m³-anno e quello per il raffrescamento pari a 11,2 kWh/m³-anno.

Con gli impianti attuali l'indice di prestazione per la climatizzazione invernale è pari a 2,7 kWh/m³-anno e quello per la climatizzazione estiva è pari a 10,4 kWh/m³-anno. Con l'installazione di pellicole sui vetri e il rifacimento dell'impianto di illuminazione gli indici di prestazione per la climatizzazione invernale ed estiva diventano rispettivamente 2,8 kWh/m³-anno e 9,3 kWh/m³-anno.

Con l'introduzione di pompe di calore si ottiene un incremento deciso del rendimento di produzione, soprattutto nella stagione invernale, e l'indice di prestazione invernale passa a 2,5 kWh/m³-anno, se al servizio dei soli uffici con un impianto a espansione diretta, oppure a 1,9 kWh/m³-anno, se al servizio dell'intero edificio.

Considerando tutti gli interventi realizzati e l'introduzione di pompe di calore al servizio dell'intero edificio, è stato stimato un fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale ed estiva di circa 318.000 kWh, con un risparmio di circa il 13% rispetto ai fabbisogni originali. La quota di energia rinnovabile aerotermica è stata stimata in circa 27.000 kWh, pari all'8,5% dei consumi per riscaldamento e raffrescamento. Con riferimento alla sola stagione di riscaldamento, la quota di energia rinnovabile è pari al 36,7%.

Conclusioni

La Galleria Borghese è un edificio di pregio utilizzato come museo e che rappresenta esso stesso un'opera d'arte. Le sue attuali modalità di fruizione contrastano con la vocazione originaria e le trasformazioni che ha subito lo hanno in parte adattato alle esigenze attuali, senza però arrivare al pieno rispetto degli standard oggi in vigore.

Lo studio effettuato ha mostrato che sono possibili ulteriori miglioramenti funzionali dell'edificio, grazie all'evoluzione tecnologica che si è avuta negli ultimi anni e a un attento rilievo, che ha consentito di individuare alcune ipotesi di ristrutturazione a parziale soluzione del problema del ricambio dell'aria. Inoltre, si è visto che, a partire da una situazione già buona in termini di prestazione energetica, sono possibili miglioramenti in termini di prestazione energetica sia invernale sia estiva, introducendo una quota di energia rinnovabile grazie alle pompe di calore.

* *Livio de Santoli*, Università degli Studi di Roma La Sapienza – Presidente di AiCARR
Francesco Mancini, Università degli Studi di Roma La Sapienza – socio AiCARR
Stefano Rossetti, E&A Energia e Ambiente srl, Roma

La proposta è stata sviluppata con l'Ufficio Tecnico del Polo Museale della città di Roma e con la Galleria Borghese

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- Bellia L., d'Ambrosio Alfano F.R. Giordano J., Ianniello E., Riccio G. 2014. Energy requalification of an historical building: a case study. *Energy and Buildings*, 95, 184-189
- Bellia L., D'Agostino S., d'Ambrosio Alfano F.R. 2014. An integrated process for rehabilitating historical buildings. *Proceedings of AICARR Conference on Historical and existing buildings: designing the retrofit*. 26-28 Febbraio 2014, Roma
- Carbonara G. 2001. Trattato di restauro architettonico, vol V. Torino: Unione Tipografica Editrice Torinese.
- Carbonara G. 2015. Energy Efficiency as a protection tool. *Energy and Buildings*, 95, 9-12.
- Coliva A. 1994. Galleria Borghese – Progetti Museali Editore – 1994
- de Santoli L. 2007. Gli aspetti energetici nella conservazione dei beni culturali. In: *Trattato di restauro architettonico* (diretto da G. Carbonara), primo aggiornamento, 489-509. Torino: UTET.
- de Santoli L. 2015. Guidelines on energy efficiency of cultural heritage. *Energy and Buildings*, 86, 534-540
- de Santoli L., Bellia L., Cognati S.P., d'Ambrosio Alfano F.R., Filippi M., Mazzarella L., Romagnoni P.C., Scurpi F. 2014. L'efficienza energetica negli edifici storici. Guida AiCARR III. Milano: Editoriale Delfino.
- de Santoli L., Mancini F., Rossetti S. 2014. The energy sustainability of Palazzo Italia at EXPO 2015: analysis of an nZEB building. *Energy and Buildings* 82, 534–539.
- Filippi M. 2015. Remarks on the green retrofitting of historic buildings in Italy. *Energy and Buildings*, 95, 15-22.
- Mancini F., Salvo S., Toscano R. 2014. Upgrading 20th century historic buildings in accordance to principles of energy efficiency. *Proceedings of AICARR Conference on Historical and existing buildings: designing the retrofit*. 26-28 Febbraio 2014, Roma.
- Mazzarella L. 2015. Energy retrofit of historical and existing buildings. The legislative and regulatory point of view. *Energy and Buildings*, 95, 23-31.
- UNI. 1999. Beni di interesse storico e artistico – Condizioni ambientali di conservazione – Misurazione ed analisi. Norma UNI 10829. Milano: Ente Italiano di normazione.

WEBGRAFIA

[1] http://www.beap.beniculturali.it/opencms/multimedia/BASAE/documents/2015/10/27/1445954374955_Linee_indirizzo_miglioramento_efficienza_energetica_nel_patrimonio_culturale.pdf

Pompa di calore con acqua di falda per la Basilica Palladiana di Vicenza



Dall'analisi dei dati di monitoraggio delle prestazioni energetiche dell'impianto sono emerse delle criticità che possono essere risolte con alcune soluzioni tecniche attualmente in fase di realizzazione

*di A. D'Ascanio, R. Lazzarin, M. Noro**

NON È SEMPLICE REALIZZARE il risparmio energetico negli edifici storici, così numerosi nel nostro Paese. Interventi di tipo passivo, come cappotti isolanti o schermature, sono spesso preclusi da vincoli architettonici ed estetici.

Un intervento più frequentemente realizzabile riguarda gli impianti di climatizzazione. In particolare il ricorso a tecnologie come quella della pompa di calore potrebbe consentire potenzialmente importanti risparmi energetici rispetto alle tradizionali tecniche, in particolare nella modalità di riscaldamento.

Un impianto a pompa di calore presenta risparmi energetici tanto migliori quanto più la temperatura della sorgente termica si avvicina, sia nel funzionamento estivo che invernale, alla temperatura di utilizzo. Mentre quest'ultima temperatura è legata ai sistemi di scambio termico interni all'edificio, la temperatura della sorgente dipende da quale possa essere il sistema con cui la pompa di calore scambia energia termica. Una delle sorgenti più favorevoli da questo punto di vista è l'acqua sotterranea. Essa è largamente disponibile in quasi tutta la Pianura Padana, anche se regolamenti e relative interpretazioni ne impediscono in molte zone l'impiego.

Se la termodinamica garantisce in linea di principio ottime prestazioni della pompa di calore per bassi dislivelli di temperatura fra sorgente e utilizzazione, nelle applicazioni concrete la verifica di tali prestazioni è d'obbligo. A volte basta aver sottovalutato le richieste energetiche dei sistemi ausiliari al servizio della

pompa di calore, come le pompe di circolazione, magari collegate a circuiti con rilevanti perdite di carico, per produrre prestazioni dell'impianto ben al di sotto di quanto atteso.

L'analisi delle prestazioni dell'impianto realizzato recentemente per la climatizzazione della Basilica Palladiana, un importante edificio storico a Vicenza, ne è un esempio emblematico.

DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO E DELL'IMPIANTO

L'opera in questione è un edificio pubblico di carattere storico realizzato tra il 1500 e il 1600, frutto del genio di Andrea Palladio; si trova in una delle principali piazze del centro storico di Vicenza ed è stata negli ultimi anni oggetto di un importante progetto di riqualificazione, con l'obiettivo di rilanciare l'edificio e renderlo nuovamente il centro culturale della città, trasformandolo in una suggestiva sede di mostre e attività culturali. A tal fine sono stati previsti degli importanti lavori di restauro, a cui si è aggiunta la realizzazione di un nuovo impianto di climatizzazione in grado di far fronte sia ai fabbisogni di riscaldamento invernale che di raffrescamento estivo.

Progetto di riqualificazione

Tra il 2007 e il 2012 l'edificio in questione è stato oggetto di un complesso e articolato intervento di restauro architettonico, funzionale e impiantistico. La nuova centrale termofrigorifera è stata collocata al piano interrato; il nuovo impianto di climatizzazione è basato su un sistema a pompa di calore acqua-acqua reversibile a circuito aperto che utilizza l'acqua di falda come sorgente/pozzo termico, prevedendo l'emungimento e la reimmissione in falda dell'acqua prelevata. Le utenze servite dall'impianto di climatizzazione sono quattro:

- il Salone (impianto misto acqua/aria primaria, ove le utenze sono pannelli radianti e batterie della UTA);
- gli Uffici della Domus (impianto idronico con fan-coils);
- i Negozi (impianto idronico con fan-coils).

La progettazione e la realizzazione di questa tipologia di impianto ha rappresentato un'assoluta novità nella provincia di Vicenza: infatti a livello provinciale era in vigore il divieto di utilizzare le falde idriche sotterranee per fini energetici. Questo progetto rappresenta quindi anche un banco di prova per la verifica del reale impatto che impianti di questo tipo possono avere sulla risorsa idrica vicentina, valutando se l'eventuale miglioramento delle prestazioni energetiche possa giustificare l'utilizzo di tale risorsa.

In virtù del carattere sperimentale dell'impianto, soprattutto per le modalità di utilizzo dell'acqua di falda, l'autorizzazione da parte della Provincia di Vicenza all'esercizio dell'impianto è stata consentita prescrivendo l'installazione di un sistema di monitoraggio per tenere sotto controllo i principali dati chimico-fisici della falda, le portate di acqua di falda emunte e scaricate e il bilancio energetico dell'impianto di climatizzazione al fine di verificarne l'effettiva efficienza energetica (Provincia di Vicenza, Autorizzazione prot. N°51790 del 9/07/2012)

Nuovo impianto di climatizzazione: centrale termofrigorifera

Il sistema realizzato è un classico sistema open-loop a scambio termico indiretto (Basta e Minchio, 2007) (Minchio, 2010) (Lazzarin, 2011) (Busato et al., 2012): vi è la presenza di un pozzo per l'emungimento dell'acqua di falda e, a valle, uno per la reimmissione dell'acqua, distanziati di circa 50 m. La falda interessata dall'impianto è di tipo confinato e si trova ad una profondità di circa 40 m sotto il piano campagna.

L'impianto utilizza l'energia termica disponibile in falda in inverno come sorgente di calore (circa 14 °C) per fornire l'energia termica utile a bassa temperatura (45-40 °C) alle utenze. In regime estivo l'impianto utilizza la falda come pozzo termico per rilasciare l'energia sottratta alle utenze (7-12 °C). L'impianto è diviso in tre circuiti principali (Figura 1):

- Circuito di falda: trattasi di un circuito aperto che comprende le pompe di emungimento (due pompe, di cui una di riserva, di potenza elettrica nominale 18 kW ciascuna con prevalenza di 70 m c.a., una sola controllata tramite inverter) e di reimmissione in falda, oltre a un sistema di filtrazione, costituito da dissabbiatori a ciclone. Questo circuito scambia calore con il circuito primario attraverso due scambiatori di calore (di cui uno di riserva), a piastre in acciaio inox AISI 304, potenzialità circa 700 kW ciascuno. La logica di regolazione prevede che la pompa del pozzo sia azionata, mediante inverter, in funzione di un set point del circuito dell'acqua di condensazione/evaporazione e, di conseguenza, della potenza termica richiesta;
- Circuito primario (o di raffreddamento): consente il trasferimento del calore assorbito dall'acqua di



UNDERGROUND WATER SOURCE HEAT PUMP SYSTEM FOR A HISTORICAL VALUABLE BUILDING: PROBLEMS AND SOLUTIONS

During 2007-2012 period a very important historical valuable building in the center of Vicenza was retrofitted by both structural and energy/mechanical plants points of view. Particular attention was paid to the heating, ventilation and air conditioning plant; it is an underground water source electrical compression heat pump based plant. During the design phase a monitoring and data logging system was provided in order to log many data concerning energy flows and the main operating parameters. In this paper the analysis of the performance data of the 2014 cooling season and the 2014/2015 heating season was developed. Such monitoring activity was also requested by the local Authority in order to verify both the water flow rates (and temperature deltas) and the energy performances. The analysis revealed that, even if appreciable energy savings with respect to more traditional plants were expected, some critical aspects determined poor energy performances of the plant. This work presents such issues and the possible technical solutions (just approved by the local Authority) to improve the energy performances of the plant.

Keywords: underground water, renewable energy, energy monitoring, hydronic heat pump

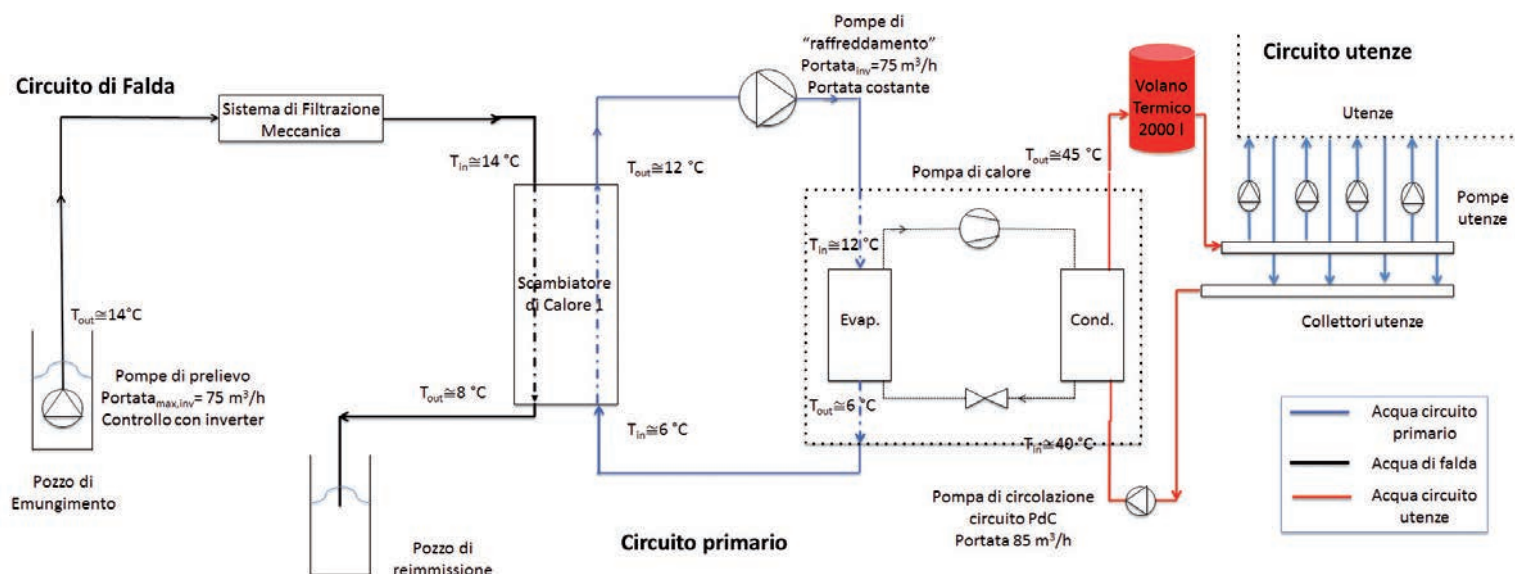


Figura 1 – **Schema semplificato** dell'impianto a pompa di calore ad acqua di falda con i tre circuiti principali

pozzo all'evaporatore della pompa di calore evitando l'utilizzo diretto dell'acqua di falda, attraverso la pompa di "raffreddamento" (sono presenti due pompe, una di riserva, a portata costante, di potenza elettrica 5 kW, prevalenza 12 m c.a. e portata nominale 90 m³/h). La pompa di calore è una macchina reversibile acqua-acqua, con 6 compressori scroll disposti su 2 circuiti in parallelo, refrigerante R410A. I compressori si attivano con logica a gradini a seconda della richiesta termica. Nella Tabella I vengono fornite le prestazioni estive e invernali a pieno carico della macchina al variare delle temperature di entrata e di uscita dell'acqua da condensatore ed evaporatore. La macchina è dotata di un recuperatore totale dell'energia termica in regime estivo, attualmente non utilizzato a causa di una eccessiva variabilità della portata del circuito di utenza (batterie di post-riscaldamento estivo) che hanno provocato frequenti blocchi della pompa di calore;

- Circuito utenze: l'acqua riscaldata (a 45 °C) o raffreddata (7 °C) in uscita dalla pompa di calore circola attraverso un accumulo termico da 2000 l e poi viene inviata al collettore che serve le pompe di circolazione a servizio dei circuiti delle utenze (descritti nel paragrafo precedente) mediante due pompe (una di riserva) a portata costante di potenza elettrica nominale 3 kW, prevalenza 8 m c.a. e portata nominale 85 m³/h.

Nuovo impianto di climatizzazione: sistemi di distribuzione e alternativi

Per il grande Salone, vista la tipologia costruttiva dell'edificio che presenta grandi altezze ed elevate superfici vetrate, è stato realizzato un impianto di riscaldamento di tipo radiante a pavimento, motivato anche dal rifacimento della pavimentazione esistente. L'impianto è integrato da un sistema di ventilazione forzata del tipo a dislocamento, caratterizzato da bassissima velocità di

Tabella I – **Prestazioni** della pompa di calore/gruppo frigorifero al variare delle temperature di entrata e uscita dall'acqua da condensatore ed evaporatore.

T _{cond in} [°C]	15		18		25		35		45	
T _{cond out} [°C]	22,5		25,5		32,5		42,5		52,5	
Resa Frig. [kW]	690	784	671	780	625	727	553	665	472	553
Resa Term. [kW]	792	894	780	891	752	856	713	807	676	758
Pot. assorb. [kW]	102	109	109	111	128	129	161	162	204	206
T _{ev in} [°C]	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15
T _{ev out} [°C]	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
EER	6,8	7,2	6,2	7,0	4,9	5,6	3,4	4,1	2,3	2,7
COP	7,8	8,2	7,2	8,0	5,9	6,6	4,4	5,0	3,3	3,7

introduzione dell'aria in ambiente, operata tramite una serie di diffusori potenzialmente smontabili e alimentati da canalizzazioni provenienti da due unità di trattamento aria, di portata massima 15.000 m³/h ciascuna. È presente una terza unità di trattamento aria, di portata massima 1.500 m³/h, a servizio dell'impianto di ventilazione che serve la zona biglietteria.

Con funzione di back-up dell'impianto principale sono presenti: un circuito di scambio con la rete di teleriscaldamento cittadino per i fabbisogni di riscaldamento (scambiatore di potenzialità 600 kW che permette di riscaldare una portata di 52 m³/h di acqua da 35 °C a 45 °C utilizzando l'acqua proveniente dalla rete di teleriscaldamento ad una temperatura costante di circa 80 °C); un gruppo frigo acqua-acqua (resa nominale 330 kW, potenza elettrica nominale (compresa pompa) pari a 66,9 kW, EER = 4,95) per i fabbisogni di raffrescamento (il circuito del gruppo frigo invia l'acqua refrigerata direttamente ai collettori delle utenze e cede il calore assorbito al "circuito primario"; per questo motivo in estate deve essere considerata anche l'energia immessa in falda da questo gruppo). È presente inoltre un sistema di climatizzazione dei locali tecnici interrati (cabina MT/BT e locale UPS), effettuato mediante unità di condizionamento ad espansione diretta con raffreddamento, anche in questo caso, con acqua di falda.

MONITORAGGIO ENERGETICO DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

Al fine di valutare le prestazioni energetiche e i potenziali risparmi, sia in termini energetici che economici, dell'impianto descritto, è stata richiesta dal Comune di Vicenza l'attivazione di un sistema di monitoraggio, la cui gestione è stata delegata agli scriventi. In virtù del fatto che l'impianto è stato autorizzato in via sperimentale, l'Autorizzazione Provinciale emanata nel luglio 2012 ha prescritto la verifica dei seguenti aspetti relativi agli impianti tecnologici:

- portate emunte e scaricate in corrispondenza del ciclo estivo e di quello invernale, con relativo salto termico;
- caratteristiche chimiche e chimico-fisiche riscontrate dai campionamenti sulle acque di falda e di scarico (oggetto di monitoraggio specifico da parte di una società di consulenze geologiche);
- bilanci energetici dell'impianto, rese energetiche ottenute (in termini

di COP e EER) ed energia elettrica consumata dall'impianto.

Si fa presente che il sistema di monitoraggio e acquisizione dati descritto nel successivo paragrafo non è stato reso operativo durante il primo anno di funzionamento dell'impianto, di conseguenza mancano totalmente i dati relativi fino a marzo 2014.

Descrizione del sistema di monitoraggio: attivazione e primi risultati (stagione estiva 2014)

Durante il periodo compreso tra aprile e settembre 2014 è stato effettuato il primo monitoraggio energetico impiantistico. Nella seguente Tabella II sono evidenziati tutti i parametri rilevati con la loro frequenza di campionamento.

Le principali considerazioni che si possono svolgere, a fronte dei dati misurati e calcolati riportati in Tabella III, sono le seguenti:

- i consumi di energia elettrica relativi alle pompe di circolazione del circuito primario sono eccessivamente elevati e sproporzionati rispetto al totale dei consumi elettrici (circa il 44%). La logica

di regolazione, che prevede un funzionamento continuativo (24h/24h) anche nei giorni di carico frigorifero basso o nullo, risulta energeticamente (ed economicamente) molto onerosa. Tale situazione risulta però necessaria, poiché allo stato attuale su tale circuito scaricano calore anche il gruppo frigo di back-up e le unità condensanti a servizio dei locali UPS e MT;

- il gruppo frigorifero di back-up ha mantenuto un consumo costante di circa 300 kWh/mese, senza produzione di energia frigorifera utile (funzione stand-by);
- nonostante sia risultato preponderante il carico frigorifero a servizio delle quattro utenze principali prima descritte, l'energia termica scambiata con l'acqua di falda per far fronte al carico frigorifero delle CDZ a servizio dei locali MT/BT e UPS risulta una quota importante (22% del totale dell'energia immessa in falda);
- i consumi elettrici per le CDZ risultano abbastanza costanti nel periodo considerato e pari a circa 1.400-1.700 kWh/mese. Se rapportati ai consumi elettrici indotti per il funzionamento del circuito di raffreddamento (pompa circolazione primario, pompe di pozzo) emerge che tale modalità di funzionamento è energeticamente ed economicamente estremamente inefficiente;
- posto che l'impianto non ha funzionato durante i periodi di massimo carico frigorifero (giugno e luglio), i consumi elettrici ottenuti nel periodo (35.500 kWh escluso il gruppo frigo di back-up, pari a un costo di 8.000 €) risultano elevati, in particolare a causa del funzionamento continuo delle pompe di circolazione, anche con impianto di climatizzazione spento. I consumi di tali apparecchiature risultano pari a circa 3.000 kWh/mese per un costo mensile di circa 540 €;
- gli indici di prestazione in regime estivo risultano decisamente inferiori ai valori di progetto

Tabella II – Parametri monitorati e frequenza di campionamento

Param.	Definizione	U.M.	Note	Freq. camp.
E _{prel} E _{ced}	Energia termica prelevata/ceduta dall'acqua di falda	MWh	Misurata tramite il contatore di calore posizionato nel circuito dell'acqua di pozzo	10 min
T _{m-poz}	Temperatura "mandata pozzo"	°C	Misura la temper. in prelievo dalla falda, a monte dello scamb. di calore	10 e 60 min
T _{r-poz}	Temperatura "ritorno pozzo"	°C	Misura la temper. in prelievo dalla falda, a valle dello scamb. di calore	10 e 60 min
Q _{poz}	Portata d'acqua prelevata dal pozzo	m³	Misura la portata d'acqua prelevata dalla falda	10 min
E _{el-pdc}	Energia elettrica consumata dalla pompa di calore	kWh	Misurata tramite il contatore elettrico sul quadro di alimentazione pompa di calore	15 min
E _{el-poz}	Energia elettrica consumata dalle pompe di prelievo falda	kWh	Misurata tramite il contatore elettrico posizionato sul quadro di alimentazione pompa di calore	15 min
E _{el-prim}	En. elettr. consumata dalle pompe di circolaz. circuito primario	kWh	Misurata tramite il contatore elettrico posizionato sul quadro di alimentazione pompa di circolazione	15 min
E _{el-gf}	En. elettr. consumata dal gruppo frigorifero di emergenza	kWh	Misurata tramite il contatore elettrico sul quadro di alimentazione gruppo frigorifero di emergenza	15 min
E _{el-cdz}	En. elettr. consumata condizionatori a espansione diretta	kWh	Misurata tramite il contatore elettrico sul quadro di alimentazione condizionatori locali MT e UPS	15 min

* Trattasi di due unità condensanti ad acqua (di falda) ad espansione diretta di dati nominali: potenza frigorifera=10,3 kW, potenza elettrica=2,67 kW, COP=3,22, EER=3,9, a servizio rispettivamente del locale MT/BT e del locale UPS. In seguito si userà l'abbreviazione CDZ per indicare tali macchine.

Tabella III – Dati risultanti dal monitoraggio del primo periodo estivo (11/04/2014-30/09/2014)

Periodo di misura	E _{el-poz}	E _{el-pdc}	E _{el-prim}	E _{el-gf}	E _{el-cdz}	E _{el-tot}	E _{ced}	E _{ced} ⁺	E _{ut}	EER _m	EER _{tot}	Q _{poz}	N° avv. pompe pozzo	Q _{idr_est}
	kWh _e	kWh _e	kWh _e	kWh _e	kWh _e	kWh _e	kWh _t	kWh _t	kWh _f	-	-	m³	n°	l/kWh _f
11/04/14 – 04/05/14 *	457	3.190	2.386	3.440	4.190	10.473	21.500	20.100	16.660	4,84	2,65	2.601	845	139
05/05/14 - 31/05/14 **	180	856	2.384	345	1.094	4.859	6.000	4.954	3.845	3,47	1,39	1.369	615	233
01/06/20 – 30/06/14 ***	116	24	2.837	297	1.557	4.831	1.400	-	-	-	-	1.057	352	311
01/07/14- 31/07/14 ***	129	-	2.931	306	1.753	5.119	1.200	-	-	-	-	907	402	232
01/08/14- 31/08/14 **	517	3.675	2.932	307	1.748	9.179	22.800	20.134	16.152	4,06	2,17	3.311	854	165
01/09/14- 30/09/14 *	239	1.218	2.843	297	1.434	6.031	5.200	3.097	1.582	1,04	0,34	1.191	547	256
TOTALE	1.639	8.962	16.312	1.803	8.586	37.302	58.100	45.526	34.760	3,23	1,21	10.435	3.616	197

* Periodo in cui l'utenza ha necessità di climatizzazione ma in situazioni climatiche non critiche (mezze stagioni).

** Periodo con una limitata necessità di climatizzazione dovuta ad un limitato utilizzo dell'edificio.

*** Periodo con assenza di richiesta di climatizzazione.

⁺ Al netto dell'energia immessa in falda derivante dal CDZ.

(EER_m pari a 3,23 contro un valore previsto di 5, EER_{tot} estremamente penalizzato dal funzionamento a basso carico);

- i consumi di acqua di falda sono superiori al dato di progetto (197 l/kWh_f contro 172 l/kWh_f), la capacità di regolazione effettiva della portata in funzione del carico frigorifero non appare sufficiente (si notino in particolare i consumi di circa 1.000 m³/mese nel periodo di fermo impianto). Tra l'altro, il funzionamento delle pompe di prelievo di acqua di falda risulta essere troppo discontinuo, denotando un'insufficiente capacità modulante delle stesse e una relativa frequenza di accensione/spengimento troppo elevata (20-30 avviamenti al giorno, anche nei periodi di ridotto carico frigorifero).

Interventi previsti

I risultati di questo primo periodo di monitoraggio hanno evidenziato quanto i risultati ottenuti siano distanti dalle prestazioni attese. In ragione di ciò, ad ottobre 2014 la Giunta del Comune di Vicenza ha approvato un progetto di ottimizzazione energetica degli impianti tecnologici. Tale progetto prevede i seguenti interventi impiantistici, suggeriti dagli autori:

- un prolungamento della tubazione di reimmissione in falda per poter scaricare le acque sotto battente, evitando l'eccessiva ossigenazione e il gorgoglio dell'acqua restituita; questi fenomeni infatti provocano la precipitazione dei metalli in soluzione e di conseguenza favoriscono l'intasamento dei filtri del pozzo, con conseguente aumento del consumo delle pompe;

- completamento del sistema di monitoraggio con una sonda nel pozzo di emungimento, al fine di verificare le condizioni di prelievo e il gradiente termico e piezometrico in tale posizione;
- modifica delle logiche di pozzo, aumentando il campo di lavoro e facendo intervenire la seconda pompa (non modulante) solo in caso di avaria della prima pompa;
- inserimento di una valvola di taratura e regolazione sulla tubazione del pozzo per ottimizzare il campo di lavoro delle pompe;
- modifica del sistema di recupero termico con circuito del primario direttamente collegato al post-riscaldamento in estate (recupero diretto da condensatori della pompa di calore e del gruppo frigorifero);
- installazione di un sistema di condensazione autonomo acqua-aria per le unità condensanti a servizio dei locali MT/BT e UPS, con relativa modifica della logica di regolazione delle pompe primarie asservendole all'effettiva richiesta da parte delle utenze;
- monitoraggio continuo delle prestazioni energetiche e valutazione contrattuale delle prestazioni target per stimolare la conduzione efficiente degli impianti.

I principali obiettivi perseguiti con l'implementazione di tali modifiche sono:

- riduzione della necessità di prelievo di acqua da pozzo per riscaldamento/raffrescamento, sia in termini di portata complessiva, sia in termini di portata istantanea, modulando il più possibile la frequenza di lavoro delle pompe;
- aumento dell'efficienza complessiva, riducendo

i consumi elettrici delle macchine (ottimizzando gli orari e le modalità di lavoro delle macchine) e aumentando le possibilità di recupero energetico del calore dissipato in regime estivo;

- ricerca di un equilibrio tra prelievi termici invernali e le immissioni estive per bilanciare l'impatto termico dell'impianto verso l'acqua di falda.

I lavori per la realizzazione degli interventi previsti sono iniziati ad aprile 2015. Al momento in cui si scrive non sono ancora terminati a causa di un nuovo sporcamento dei filtri del pozzo di reimmissione (determinato almeno in parte dalle eccessive portate emunte sia in termini di quantità che di picco istantaneo) che ha rallentato la conclusione dei lavori stessi (vedi successivo paragrafo "Monitoraggio stagione invernale 2014/2015"). Si prevede la conclusione entro il mese di agosto 2015.

Monitoraggio stagione invernale 2014/2015

Dal 15 ottobre 2014 è stata attivato l'impianto in modalità invernale; i risultati ottenuti permettono pertanto di fare alcune valutazioni sul funzionamento del sistema in fase di riscaldamento. Il periodo considerato

Tabella IV – Dati energetici risultanti dal monitoraggio del primo periodo invernale (15/10/2014 – 15/04/2015)

Periodo di misura	E _{el-poz}	E _{el-pdc}	E _{el-prim}	E _{el-cdz}	E _{el-gf}	E _{el-tot}	E _{prel}	E _{ut}	E _{ut-tilr} §	E _{ut-tot}	COP _m	COP _{tot}
	kWh _e	kWh _e	kWh _e	kWh _e	kWh _e	kWh _e	kWh _t	kWh _t	kWh _t	kWh _t	-	-
15/10/14-31/10/14 +	86	309	1.614	609	165	2.783	3.400	3.709	0 (0%)	3.709	-	-
01/11/14-18/11/14 +	961	0	2.845	768	281	10.245	4.100	4.100	20 (0%)	24.010	-	-
19/11/14-30/11/14 **		5.390					14.500	19.890			3,69	2,67
01/12/14-05/12/14 **	501	2.796	2.945	487	292	7.143	6.800	9.596	98.270 (89%)	110.694	3,43	2,60
06/12/14-31/12/14 *		123					2.700	2.823			-	-
01/01/15-08/01/15 *	3.276	0	2.955	459	294	33.463	0	0	41.660 (31%)	132.539	-	-
9/01/15-31/01/15 **		26.479					64.400	90.879			3,43	2,85
01/02/15-19/02/15 **	2.707	29.282	2.666	522	264	35.556	46.900	76.182	23.920 (24%)	101.216	2,60	2,26
20/02/15-28/02/15 *		115					1.000	1.115			-	-
01/03/15-25/03/15 *	799	133	2.942	737	292	7.635	4.800	4.933	76.600 (85%)	89.865	-	-
26/03/15-31/03/15 **		2.732					5.600	8.332			3,05	2,08
01/04/15-15/04/15 **	1.775	5.691	1.054	321	114	8.955	12.100	17.791	0 (0%)	17.783	3,13	2,09
TOTALE	10.107	73.050	17020	3903	1702	105.781	166.300	239.346 (49,9%)	240.470 (50,1%)	479.817	3,28	2,39

* Periodo di spegnimento dell'impianto ad acqua di falda a causa di manutenzione.
 ** Periodo con una limitata necessità di climatizzazione dovuta ad un limitato utilizzo dell'edificio o a condizioni climatiche non gravose (mezze stagioni).
 + Periodo con assenza di richiesta di riscaldamento. ++ Periodo in cui l'utenza ha la massima necessità di riscaldamento (piena stagione).
 § I dati relativi ai consumi del teleriscaldamento sono disponibili solo mensilmente e quindi non è risultato possibile determinare in quali periodi sia stato effettivamente necessario il suo utilizzo.

nell'analisi invernale è precedente ai lavori di ottimizzazione energetica. Durante tale periodo si sono tuttavia verificati diversi problemi all'impianto che hanno richiesto il ricorso alla rete di teleriscaldamento cittadina come back-up. I risultati del monitoraggio sono riportati in Tabella IV e Tabella V.

- Le principali osservazioni che emergono sono:
- il periodo di uso regolare della pompa di calore è stato tra gennaio e febbraio, ove i consumi elettrici relativi alla macchina rappresentano l'80% del totale;
 - i consumi ausiliari, in particolare quelli relativi alle pompe del circuito primario, assumono una maggiore rilevanza nei periodi a carico ridotto. È quindi opportuno spegnere tale pompa nei

- periodi in cui l'impianto non è in funzione;
- anche in regime invernale, il gruppo frigorifero di back-up mantiene un assorbimento costante di circa 290 kWh/mese, dovuti al mantenimento in stand-by. Bisogna verificare che la macchina rimanga completamente spenta, almeno durante il periodo invernale;
 - durante la stagione invernale 2014-2015 i due sistemi di riscaldamento (pompa di calore e teleriscaldamento) si sono divisi equamente i fabbisogni totali dell'utenza;
 - il consumo totale di acqua durante il periodo invernale è stato di poco inferiore ai valori previsti in fase di progetto (90.300 m³) ma, tenendo conto del fatto che il sistema è stato poco utilizzato, è molto più alto di quello che ci si doveva attendere;
 - in condizioni di carico parziale, le portate dell'acqua di pozzo sono troppo elevate e le differenze di temperature eccessivamente basse (Figura 2). Questo conferma la necessità di modificare le logiche di regolazione delle pompe di pozzo. Tale osservazione viene confermata anche dal valore dell'indice di consumo idrico Q_{idr_inv} (364 l/kWh_t) estremamente più elevato rispetto al valore di progetto previsto (108 l/kWh_t);
 - il numero di accensioni delle pompe di pozzo è infine molto elevato e questo potrebbe comprometterne la vita utile;
 - il COP_{tot} del sistema risulta chiaramente maggiore nei periodi di massimo carico (fine novembre-inizio

Figura 2 – Andamento delle temperature e portate nel circuito di falda durante una giornata di funzionamento della pompa di calore a carico parziale

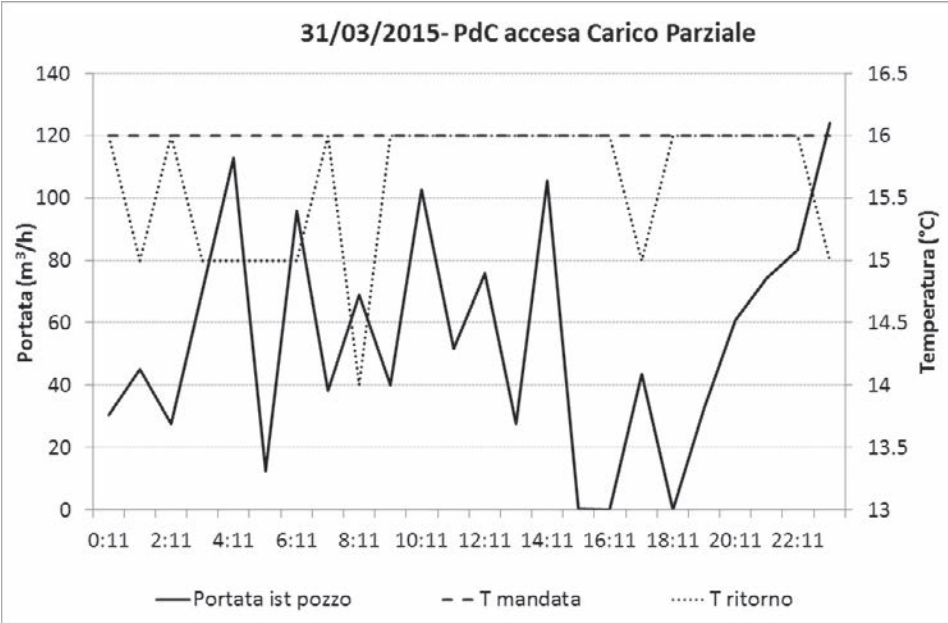


Tabella V – Dati riguardanti l'utilizzo dell'acqua di falda (monitoraggio periodo 15/10/2014 – 15/04/2015)

Periodo di misura	Q_{poz}	$Q_{poz-medio-giorno}$	$\Delta T_{poz-medio}$ §	N° avv. pompe pozzo	Q_{poz}	Q_{idr_inv}
	m³	m³	°C	n°	m³	l/kWh _t
15/10/14-31/10/14 ⁺	689	22	4,2	253	689	-
01/11/14-18/11/14 ⁺	8.497	283	1,9	1.249	552	-
19/11/14-30/11/14 ^{**}					7.945	399
01/12/14-05/12/14 ^{**}	4.252	137	1,9	713	3.758	392
06/12/14-31/12/14 [*]					493	-
01/01/15-08/01/15 [*]	27.364	883	2,0	2.238	0	-
9/01/15-31/01/15 ⁺⁺					27.364	301
01/02/15-19/02/15 ⁺⁺	21.568	770	1,9	1.855	21.364	280
20/02/15-28/02/15 [*]					204	-
01/03/15-25/03/15 [*]	6.662	215	1,3	483	854	-
26/03/15-31/03/15 ^{**}					5.808	697
01/04/15-15/04/15 ^{**}	17.536	1461	0,6	177	17.536	986
TOTALE	86.568	539	-	6.968	86.568	364

^{*} Periodo in cui l'utenza ha necessità di climatizzazione ma in situazioni climatiche non critiche (mezze stagioni).
^{**} Periodo con una limitata necessità di climatizzazione dovuta ad un limitato utilizzo dell'edificio.
^{***} Periodo con assenza di richiesta di climatizzazione.
[§] La stima della differenza media di temperatura tra mandate e ritorno dal pozzo è stata calcolata dividendo l'energia termica prelevata dalla falda massa d'acqua prelevata e per il calore specifico.

dicembre e gennaio), mentre nei periodi a carico parziale il suo valore si avvicina a 2. Questo conferma che il sistema così come è regolato presenta scarsa capacità di modulazione, ottenendo di conseguenza basse prestazioni ai carichi parziali;

- il forte impatto che il consumo delle apparecchiature ausiliarie ha sulle prestazioni stagionali del sistema si evidenzia nella sostanziale differenza tra COP_m e COP_{tot} ;
- il valore di COP_m registrato (3,28) risulta inferiore a quello preventivato in fase di progetto (4) anche a causa del maggior valore impostato del set-point di produzione della pompa di calore (50 °C anziché 45 °C); tale set-point deve essere riconsiderato.

I risultati del monitoraggio invernale sostanzialmente riconfermano quanto emerso dal primo monitoraggio estivo. I margini di miglioramento sono ampi, soprattutto considerando che molti degli interventi previsti riguardano logiche di regolazione delle apparecchiature e sono quindi di facile implementazione. Di seguito viene valutato l'effetto di uno dei principali.

Valutazione dei possibili benefici della regolazione della pompa del primario

In base ai dati monitorati è stata effettuata una stima dell'effetto di una diversa regolazione della pompa di circolazione del circuito primario sui consumi elettrici e sulle prestazioni del sistema. La simulazione ha verificato il risparmio energetico ottenibile prevedendo lo spegnimento delle pompe del circuito primario nel caso in cui la pompa di calore rimanga inattiva per almeno 30 minuti consecutivi. In tale situazione, viene spenta la pompa del circuito primario finché non si attiva la pompa di calore. I risultati di tale analisi sono riportati in Tabella VI. I consumi di tutte le altre apparecchiature sono stati considerati uguali alla situazione "pre-modifica".

Si noti il sostanziale risparmio nei mesi in cui il sistema è stato soggetto a fermo (ottobre, dicembre e marzo) e nei periodi a carico ridotto (novembre). I quasi 10.000 kWh di risparmio di energia elettrica corrispondono a oltre il 50% dei consumi registrati per tale apparecchiatura durante il monitoraggio (Tabella IV). In termini economici, considerando un costo unitario dell'energia elettrica di 0,18 €/kWh, i minori consumi si traducono in un risparmio di circa 1.800 € all'anno.

Il COP globale di fine stagione con la nuova logica di regolazione risulta pari a 2,65, superiore dell'11% rispetto a quello calcolato per il periodo compreso tra ottobre 2014 e aprile 2015. Si sottolinea come questo risultato sia ottenibile con la sola modifica della logica di accensione-spegnimento di una pompa, senza alcuna sostituzione di apparecchiature esistenti.

È chiaro che per eseguire questo intervento è necessario tuttavia prevedere un sistema alternativo

Tabella VI – Confronto tra i consumi della pompa del primario e i COP globali ottenuti con la logica di regolazione reale (1) e quella modificata (2)

Periodo	E _{el-prim} (1)	E _{el-prim} (2)	Risparmio	COP _{tot} (1)	COP _{tot} (2)
	kWh _e	kWh _e	kWh _e		
Ottobre	1.614	258	1.356	-	-
Novembre	2.845	1.092	1.754	2,61	3,22
Dicembre	2.945	456	2.489	1,95	3,20
Gennaio	2.955	2.173	782	2,78	2,85
Febbraio	2.666	1.766	900	2,22	2,28
Marzo	2.942	525	2.417	2,01	3,17
Aprile	1.054	803	251	2,09	2,15
TOTALE	17.020	7.073	9.947	2,39	2,65

ed indipendente di scambio termico per il raffreddamento delle unità di condizionamento dei locali tecnici.

CONCLUSIONI

I risultati del monitoraggio hanno evidenziato che le prestazioni attuali dell'impianto a pompa di calore ad acqua di falda a servizio della Basilica Palladiana di Vicenza sono molto lontane da quanto previsto in fase progettuale.

Sono state individuate le principali criticità riguardanti la regolazione dell'impianto e in particolare delle apparecchiature ausiliarie come le pompe di pozzo e la pompa di circolazione del circuito primario. Si è evidenziato che le portate

circolanti nei due circuiti non sono ottimizzate in base all'effettiva richiesta termica dell'edificio.

I dati sperimentali confermano che, da un punto di vista energetico, con le attuali prestazioni il sistema adottato non risulta efficiente, con un REP (Rapporto di Energia Primaria) pari a 1,09 (rendimento globale elettrico pari a 45,5% secondo (AEEGSI, 2008)) contro un REP ipotizzabile per il teleriscaldamento di Vicenza pari a 1,1 (Lazzarin e Noro, 2006). Tali considerazioni hanno motivato l'Amministrazione comunale a procedere con l'implementazione e il successivo monitoraggio di interventi migliorativi, suggeriti dagli autori. ■

RICONOSCIMENTI

Si ringraziano, per l'utilizzo e l'elaborazione dei dati, l'ing. Matteo Borgato, l'ing. Fadi Onza di Studio Centro Sicurezza Ambiente, il dott. Roberto Pedron di Sinergeo Srl, l'ing. Vittorio Carli e l'ing. Diego Galiazzo del Comune di Vicenza, la dott.ssa Ingrid Bianchi della Provincia di Vicenza, il p.i. Igli Salviato della ditta Gaetano Paolin SpA.

* Andrea D'Ascanio, Studio Centro Sicurezza Ambiente srl Vicenza
Lazzarin Renato, Università degli Studi di Padova – Past President di AiCARR
Marco Noro, Università degli Studi di Padova

BIBLIOGRAFIA

- AEEGSI. 2008. Delibera EEN 3/08. Aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica
- Basta S, Minchio F. 2007. Geotermia e Pompe di calore. Guida pratica agli impianti geotermici di climatizzazione. CEDAM. Padova.
- Busato F, Lazzarin R, Minchio F, Noro M. 2012. Sorgenti termiche delle pompe di calore. Aspetti tecnici, economici e normativi. Editoriale Delfino. Palermo.
- Lazzarin R, 2011. Pompe di calore: parte teorica, parte applicative. SGE. Padova. Lazzarin R, Noro M. 2006. District heating and gas engine heat pump: economic analysis based on a case study. Applied Thermal Engineering, 26, 193-199.
- Minchio F. 2010. Le sorgenti alternative all'aria per la pompa di calore, Convegno AiCARR "Rispondere alla crisi energetica con l'integrazione edificio-impianto: la pompa di calore invertibile". 81-114. Bologna. Italia.



Sistema **CO₂ transcritico** per la refrigerazione di un **supermarket**

Il superstore Hannaford Supermarkets del Maine (USA) è il primo supermarket degli Stati Uniti ad avere un impianto di refrigerazione che utilizza biossido di carbonio (CO₂) in ciclo transcritico (TC). Le prestazioni dell'impianto sono state confrontate con quelle di un sistema di refrigerazione a idrofluorocarburi (HFC)

di Collin Weber e Harrison Horning

L SUPERSTORE DELLA CATENA Hannaford Supermarkets, aperto due anni fa a Turner nel Maine, USA, è il primo supermarket degli Stati Uniti ad avere un impianto di refrigerazione che utilizza biossido di carbonio (CO₂) in ciclo transcritico (TC). Il supermarket, di nuova costruzione, ha spazi condizionati e refrigerati (esposizione e vendita, aree di preparazione e uffici) per una superficie totale di 3252 m². L'impianto di refrigerazione TCCO₂ serve un carico totale di 217 kW tra bassa e media temperatura e nello stesso tempo produce calore di scarto di prima qualità che soddisfa molta parte del fabbisogno di riscaldamento del sito.

Dall'inizio autunno del 2013 fino a tutta l'estate del 2014, la società Hannaford in

associazione con la Better Building Alliance (alleanza per un edificio migliore) del Dipartimento dell'Energia (DOE) degli Stati Uniti ha condotto un confronto tra un supermarket già posseduto a Bradford nel Vermont che usa un impianto di refrigerazione a idrofluorocarburi (HFC) e il sito oggetto di questa memoria. I dati raccolti durante l'anno di confronto hanno evidenziato che l'impianto TCCO₂ era praticamente in parità con l'impianto a HFC in fatto di energia, ma le emissioni di CO₂ equivalente risultavano inferiori del 12% di quelle dell'impianto a HFC. Il rapporto completo, Case Study: Transcritical Carbon Dioxide Supermarket Refrigeration System (caso studio di un impianto a CO₂ Transcritico per un

supermarket), è disponibile su <http://tinyuri.com/qbrx4hs>.

Uno sguardo generale all'installazione e alcuni dati di partenza dello studio

Al contrario dei sistemi CO₂ a cascata, quello a ciclo transcritico ha un unico fluido operativo. Come lo stesso termine fa intendere, nel ciclo transcritico il refrigerante lavora tra le fasi del subcritico e del transcritico. Quando un sistema di refrigerazione opera

nel ciclo transcritico, lo scarto del calore avviene sopra la pressione critica mentre il raffreddamento avviene sotto la pressione critica. L'alta pressione operativa che è intrinseca nell'utilizzo del biossido di carbonio come unico refrigerante è il fattore principale da tener presente quando si parla delle differenze progettuali tra i sistemi TCCO₂, che sono sistemi "booster" (incrementali), e i sistemi di refrigerazione convenzionali; in questo caso la pressione di mandata

del compressore supera spesso 6900 kPa.

In Europa e in Canada la tecnologia del CO₂ transcritico è abbastanza matura, negli Stati Uniti invece essa è ancora ai primi stadi di sviluppo. Spinta dal successo ottenuto in altre regioni fredde, la società Hannaford decise di adottare il sistema di refrigerazione a TCCO₂ nel suo supermarket di nuova costruzione a Turner nel Maine scegliendo anche un fornitore esperto del settore che la aiutasse nella nuova applicazione.

Il sistema TCCO₂ della Hannaford di Turner consiste in un unico "rack" (complesso di compressori sistemati linearmente su un basamento comune) sia per le applicazioni ad alta

temperatura che per quelle a media. Il rack comprende tre compressori transcritici per la bassa temperatura e sei per la media. Un gas-cooler, un raffreddatore di gas, raffreddato ad aria, equivalente a un condensatore in un sistema convenzionale, montato sul tetto, provvede allo smaltimento del calore di scarto; quando è necessario, questo calore viene recuperato con degli scambiatori ad hoc. Gli scambiatori in questione sono a tubi d'acciaio che si usano comunemente negli impianti a TCCO₂ per l'elevatissima pressione di mandata del gas. Per l'anello del recupero viene usata una miscela di acqua e glicole propilenico. Inoltre, il sistema di refrigerazione a TCCO₂ utilizza un sistema di sbrinamento a gas caldi e valvole di espansione elettroniche a gradini (EEVs).

La Hannaford stima che il maggior costo di un sistema TCCO₂ (rispetto a un sistema a HFC con apparecchiature standard) raggiunge il 40% solo per le apparecchiature oltre al 10-15% per le tubazioni e gli espositori di vendita. Inoltre, a causa della specifica natura di impianto pilota, i costi di installazione e avviamento sono risultati molto più elevati di quelli ipotizzabili per un uguale impianto tradizionale a HFC.

Nella primavera del 2013 la Hannaford e la Better Building Alliance del DOE, Sezione soluzioni tecnologiche per la refrigerazione, formarono un gruppo di lavoro apposito con l'intesa che lo studio di questo sito pilota si sarebbe concentrato su sottomisure dettagliate per la durata di un anno confrontandole con un comparabile impianto tradizionale nella regione, in modo da valutare energia, clima e impatti operativi.

Scelta del sito e dell'impianto di paragone

Per questo studio sull'impianto pilota del supermarket di Turner, Hannaford e DOE scelsero per il confronto della performance energetica un supermarket vicino a Bradford nel Vermont che utilizzava un impianto convenzionale HFC. Bradford e Turner, che distano tra loro circa 140 km, hanno lo stesso clima e si trovano entrambi nella zona climatica 6A secondo Ashrae [1 – la zona climatica 6A è definita Fredda-Umida con GG in riscaldamento a 18,5 °C tra 7200 e 9000].

Anche la disposizione interna dei due supermarket è molto simile, come i carichi della refrigerazione e le caratteristiche dell'edificio. Il

Tabella 1 – Profilo dell'impianto di refrigerazione

TIPO DEL CARICO	SISTEMA HFC (a Bradford)	SISTEMA TCCO ₂ (a Turner)
Bassa temperatura – Armadi espositori apribili (numero di porte)	102	102
Bassa temperatura – Isole di esposizione (m)	8,3	8,3
Media temperatura – Espositori verticali aperti (m)	97	95
Media temperatura – Armadi verticali apribili (numero di porte)	48	48
Raffreddatori "walk in" (celle)	4	4
Freezer "walk in" (celle)	2	2
Totale carico refrigerazione (kW)	220	217
Totale potenza installata compressori (kW)	135	150
Tipo delle valvole d'espansione	EEV a impulso	EEV a gradini
Schema dello sbrinamento	elettrico	gas caldi

Tabella 2 – Specifiche dell'impianto HVAC dell'edificio

PARAMETRI SISTEMA HVAC	Bradford (HFC)	Turner (TCCO ₂)
Portata aria esterna U.T.A. (l/s)	1935	2360
Portata totale U.T.A. (l/s)	17 000	16 050
Capacità raffreddamento degli spazi (MW)	250	266
Capacità stimata dei sistemi di recupero calore basata sullo scarto di calore disponibile dalla refrigerazione* (MW)	fino a 232	da 147 a 293
Temperatura nominale di progetto per l'anello di recupero calore (°C)	37,6	49
Capacità nominale della caldaia (MW)	187	187

* nei sistemi TCCO₂ il recupero di calore avviene in modo diverso da quello a ricupero totale del calore di condensazione dei sistemi tradizionali perché tale recupero è ottenuto direttamente all'uscita della linea di mandata del compressore: ne risulta che non tutto il calore di scarto viene recuperato. Ad ogni modo questa configurazione si adatta meglio alle caratteristiche del TCCO₂ che è meno efficiente alte temperature del calore di scarto alte, temperature che sarebbero necessarie se si applicasse un sistema a condensatore.



TRANSCRITICAL CO₂ SUPERMARKET REFRIGERATION

Hannaford Supermarkets opened a store in Turner, Maine, featuring the first transcritical (TC) carbon dioxide supermarket refrigeration system in the United States. The two-year-old, 35,000 ft² (3252 m²) new-construction supermarket includes conditioned and refrigerated merchandising space, as well as food preparation areas and offices. The TC CO₂ refrigeration system serves a total of 740 kBTU/h (217 kW) of combined low and medium-temperature loads, while providing high-quality waste heat that meets much of the store's space heating needs.

Keywords: supermarket, refrigeration, transcritical (TC) carbon dioxide supermarket refrigeration system



Figura 1 – Raffreddatore di gas sul tetto del supermarket di Turner

numero e la configurazione degli espositori e delle celle di raffreddamento e freezer sono praticamente identici ed in entrambi le temperature di set-point sono uguali. Le Tabelle 1 e 2 danno le caratteristiche della refrigerazione e degli impianti HVAC per i due supermarket.

Il recupero di calore

Entrambi i supermarket scelti per lo studio hanno impianti HVAC con recupero di calore. L'apparecchiatura principale HVAC ha, nell'ordine, una batteria di raffreddamento ad espansione diretta, una batteria ad acqua glicolata di recupero calore ad acqua glicolata ed una batteria ad acqua glicolata proveniente dalla caldaia. Il sistema di recupero costituisce la sorgente principale per il riscaldamento degli spazi (cioè il primo stadio di calore durante la stagione del riscaldamento) e provvede anche al postriscaldamento per la deumidificazione (nella stagione in cui è richiesto). La caldaia è in pratica un impianto ausiliario (secondo stadio) che interviene secondo i bisogni.

L'impianto (di paragone) di Bradford a HFC prevede un recupero di calore a "condensazione totale" per il riscaldamento nella stagione invernale e per la deumidificazione attiva in estate [2 – in questo schema di recupero calore, la batteria di recupero è posta in parallelo al condensatore del refrigerante, il che consente di catturare effettivamente il 100% del calore di scarto quando l'impianto funziona in modo recupero]. Quando è richiesto il riscaldamento degli spazi (quindi quando è richiesto il recupero), per ottenere la temperatura di condensazione adatta per il recupero, il sistema di refrigerazione è necessario che funzioni con una pressione di mandata elevata. Con una pressione elevata però (durante la stagione del riscaldamento), il consumo di energia elettrica aumenta: per sopperire a questa penalizzazione l'impianto di Bradford ha tre stadi di recupero calore, ciascuno asservito a una serie di

compressori (rack). Per la precisione, c'è da considerare che, per molte ore durante la stagione di riscaldamento non è necessario che uno o più rack intervengano nella funzione di recupero e quindi i compressori del relativo stadio possono funzionare alla pressione di mandata fluttuante del caso [3 – in uno schema di regolazione a pressione di mandata fluttuante, la pressione di condensazione può variare in funzione della temperatura ambiente. In questo modo, a temperature ambiente più basse, la pressione di condensazione è significativamente ridotta e la potenza assorbita dal compressore decresce di conseguenza].

D'altro canto, oltre al maggior uso di energia elettrica, il sistema di recupero calore richiede in aggiunta un rilevante ammontare di combustibile. Nonostante però l'alto costo del propano, che è l'unico combustibile disponibile nelle zone rurali del nord-est degli Stati Uniti, la Hannaford ritiene che il sistema sia comunque economicamente ragionevole. Infatti, il costo dell'elettricità a Bradford è di circa 0,115 dollari per kWh per tutto l'anno [4 – desunto dalle fatture del fornitore di quel sito] ma il prezzo del propano può salire fino a 2 dollari per gallone (circa 0,53 dollari al litro). Se riportiamo il calcolo per Btu ciò è analogo a un prezzo di 2,19 dollari/1000 Calorie di gas naturale [5 – basato sui valori di contenuto calorico del propano e del gas naturale secondo DOE e EIANC – medie del 2014]. Detto ciò, si può arguire che gli operatori che hanno accesso a forniture di gas naturale a basso costo possono giungere a conclusioni diverse per quanto riguarda la tecnologia del riscaldamento dei loro spazi.

Al contrario di Bradford, l'impianto di Turner, facendo leva sull'intrinsecamente alta temperatura di mandata del processo TCCO₂, prevede un sistema di recupero calore diretto. Per le caratteristiche termodinamiche di un processo TCCO₂ un sistema del tipo "a condensazione totale"

non è pratico perché le alte temperature di mandata permettono il recupero anche alle condizioni di carico moderato. (Nota: cosa ottima perché sarebbe antieconomico realizzare un recupero di calore alle condizioni di carico alto in quanto un sistema TCCO₂ presenta assorbimenti alti alle alte temperature di mandata).

Quando a Turner si registra una temperatura interna bassa, il sistema di regolazione chiama in funzione il primo stadio di riscaldamento e i compressori si portano in modo recupero calore; il gas caldo di mandata dal compressore è deviato dal raffreddatore del gas ad appositi scambiatori. Il recupero calore dalla linea di mandata del compressore avviene a circa 49 °C nel circuito chiuso dell'acqua glicolata, contro i circa 38 °C dell'impianto di Bradford.

Il fatto che la temperatura del recupero di Turner sia maggiore di quella dell'impianto di Bradford sembra anche, dopo quasi due anni di funzionamento, più intuitivo e promette maggiore continuità di risparmio dopo il commissioning iniziale.

Raccolta dei dati del sito

Per gli scopi di questo caso di studio la società Hannaford ha monitorato i due impianti per un anno dal settembre 2013 all'agosto 2014. Per l'impianto TCCO₂ di Turner sono stati monitorati i dati elettrici dei sottocontatori di ciascun compressore e quelli del

Figura 2 – Confronto del consumo elettrico mensile degli impianti di refrigerazione

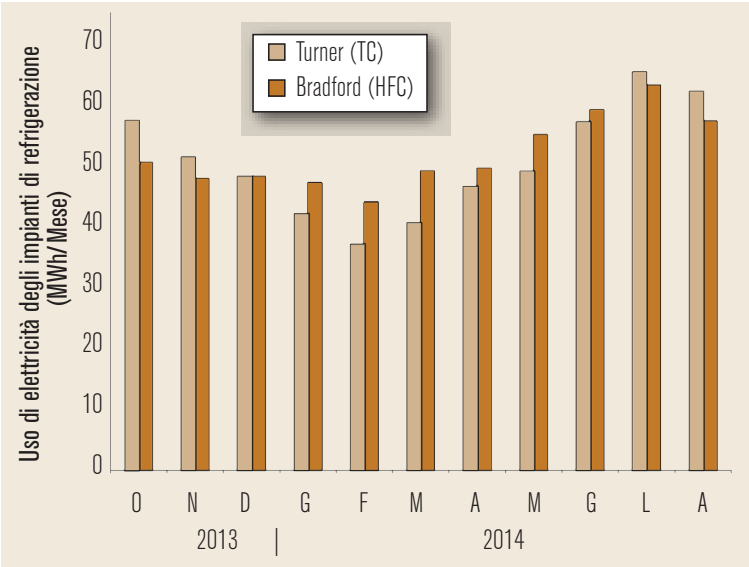
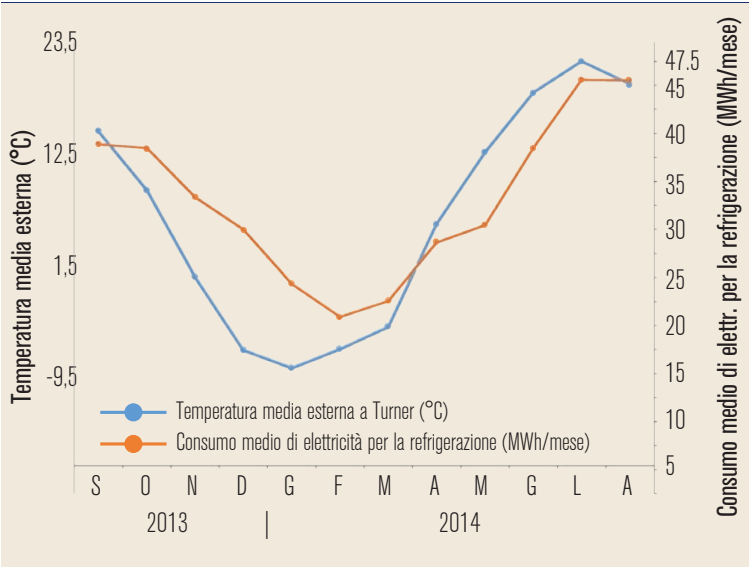


Figura 3 – Trend mensile della temperatura e del consumo di energia a Turner



raffreddatore del gas refrigerante e della pompa della miscela glicolata ad intervalli di cinque minuti. Inoltre, la Hannaford ha registrato le bollette dei fornitori di energia (elettrica e propano) mensilmente per valutare gli effetti del recupero di calore dal sistema TCCO₂ su riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'edificio [6 – a causa del ristretto impegno temporale preso per questo studio, alla conclusione dello studio le bollette dei fornitori d'energia furono disponibili solo fino a luglio del 2014 per cui l'impatto totale venne valutato dal settembre 2013 fino a tutto luglio 2014]. Vennero anche installati dei sottocontatori elettrici per registrare il consumo di energia delle parti che sono dissimili nei due supermarket; in particolare, il supermarket di Turner ha anche un pozzo e un sistema di trattamento acqua ed inoltre vi sono delle differenze nell'illuminazione esterna dei due

siti. I sottocontatori dei consumi di questi carichi (diversi per i due siti) permisero di aggiustare i dati dei consumi energetici in modo di ottenere un confronto il più accurato possibile tra i due sistemi.

Misurazione della performance energetica

Il consumo di energia del sistema di refrigerazione, compressori e raffreddatori di gas o condensatori, venne misurato e riportato sui diagrammi per entrambi gli impianti su base mensile.

Come mostra la Figura 1, il consumo di energia del sistema TCCO₂ e del sistema HFC sono per entrambi nello stesso raggio di valori: nel periodo estivo il sistema TCCO₂ consuma fino al 14% in più del convenzionale (HFC), viceversa nel periodo invernale arriva a consumare fino al 18% in meno.

Il grafico della Figura 2 confronta i consumi elettrici mensili del sistema TCCO₂ (compressori, pompa della miscela glicolata e raffreddatore del gas) con la temperatura esterna media del mese. Le temperature medie giornaliere e mensili furono ottenute con sottoregistratori che riportavano ogni cinque minuti la temperatura

esterna vicino ai sottocontatori dell'assorbimento di energia dei compressori posti lungo il sistema di refrigerazione. Come previsto, il consumo elettrico del TCCO₂, che è un sistema booster, si adeguava perfettamente alla temperatura esterna.

L'impatto climatico

Lo studio eseguito sui due sistemi di refrigerazione comportò anche un'indagine sull'impatto climatico. Le principali sorgenti causa dell'impatto climatico sono le fughe di refrigerante e l'utilizzo del propano (impatto diretto) e l'uso dell'elettricità (impatto indiretto). Nella catena totale dell'impianto, le perdite di refrigerante per Turner furono di circa il 15% all'anno, un valore al di sotto dei valori nazionali stimati da EPA (l'agenzia americana per la protezione dell'ambiente) che si aggirano intorno al 20% [7 – stima di EPA GreenChill Partnership]. La stessa perdita di refrigerante si verificò a Bradford: 91 kg ciascuno nel periodo di un anno della durata dell'esame. Sebbene le masse delle perdite sono identiche, gli effetti sul clima sono sostanzialmente differenti in quanto il GWP di HFC-407A usato a Bradford è notevolmente più alto. L'impatto per il propano con le emissioni di CO₂

Cambia la grafica, ma non l'informazione www.casaeclima.COM

The screenshot shows the homepage of CASA&LIMA.com. At the top, there's a navigation bar with links like HOME, SMART CITY TECH, INVOLUCRO, IMPIANTI, PROGETTI, ITALIA, ESTERO, BREVI, ACADEMY, EVENTI, BANDI, RIVISTE, RINNOVABILI, and CONTATTI. Below the navigation bar, there are several featured articles with images and headlines. For example, one article is titled 'Gare di progettazione, il Tar Lazio sui criteri di valutazione dei progetti' and another is 'Gestione resilienza infrastrutture critiche, da UNI la prassi di riferimento'. There's also a section for 'Parlamento UE approva nuovo set normativo per gli appalti'. On the right side, there's a large blue button that says 'DAILY NEWSLETTER' with a mail icon. At the bottom, there's a small section for 'BREVI' (Briefs) with short news snippets.

DAILY NEWSLETTER
*Tutte le informazioni
importanti per il tuo lavoro.
Tutte le sere*



**Perché
l'aggiornamento
professionale è un
vantaggio competitivo**

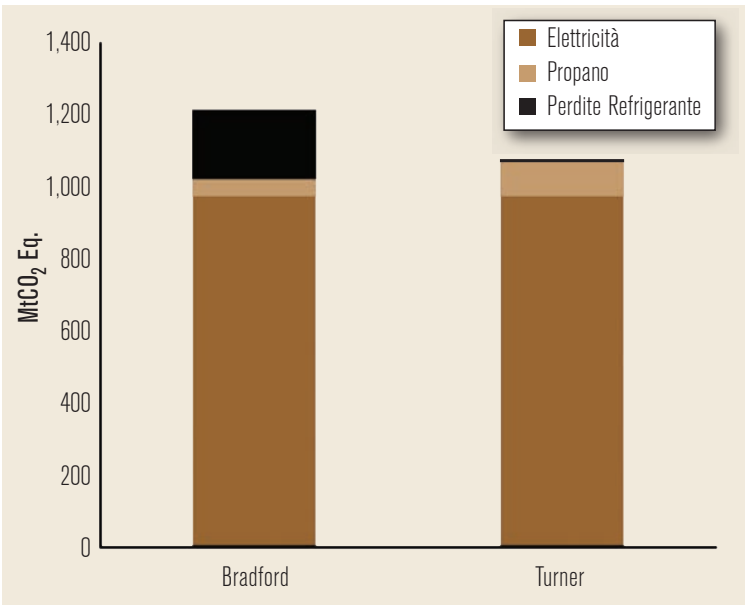
CASA&LIMA

Editore: Quine srl - Via Santa Tecla, 4 - 20122 Milano - Italia - Tel. +39 02 864105 - Fax. +39 02 72016740

Tabella 3 – **Impatto diretto e indiretto** dell'intero supermarket (Settembre 2014 – Luglio 2015)

Bradford (HFC) Turner (TCCO ₂)			
Uso energia elettrica	sito (kWh)	1 414 683	1 415 920
	impatto (MtCO ₂ equiv.)	975	976
Uso di Propano	sito (MMBtu)	766	1 543
	impatto (MtCO ₂ equiv.)	48,2	97,0
GWP Refrigerante	GWP	2 100	1
Perdite	(kg)	91	91
	Impatto (MtCO ₂ equiv.)	191	0,1
Impatto netto	MtCO ₂ equiv.	1 241	1 073

Figura 4 – **Impatto climatico netto** dei supermarket



nella combustione furono calcolate usando i fattori dell'EPA per Greenhouse Inventories (misura dell'effetto serra) [8 – vedi sito EPA].

L'impatto indiretto sull'ambiente fu calcolato partendo dalle bollette dei consumi elettrici di entrambi i supermarket e utilizzando il modello di calcolo pubblicamente disponibile di EPA (Climate Impact Calculation) [9 – vedi sito EPA]. La Tabella 3 mette a confronto l'impatto climatico (diretto e indiretto) dei due siti.

Le perdite dirette di refrigerante a Bradford (impianto HFC) costituiscono circa un terzo dell'impatto totale del sistema di refrigerazione. Il che è in linea con i dettagli degli impatti calcolati per altri supermarket sul loro ciclo di vita [10 – Ashrae Annual Meeting 2013, Paper Session 7: Fricke, Pradeep Bansal, Shitung Zha]. Per Turner (impianto TCCO₂) l'impatto diretto è quasi trascurabile. Considerando l'intera installazione, i dati indicano che il supermarket di Turner produce un impatto climatico totale del 12% più basso di quello di Bradford, come mostra la Figura 3. È bene anche ricordare che Bradford registra un tasso di perdite nell'impianto di refrigerazione molto sotto la media nazionale perché usa un refrigerante (HFC-407A) con un GWP quasi metà di altri refrigeranti comunemente usati, come HFC-404A e HFC-507A; di conseguenza il miglioramento ottenuto a Turner sarebbe ancora più rilevante nel confronto con molti altri impianti esistenti.

Cosa si è appreso

Durante il primo anno di attività a Turner la Hannaford ha guadagnato una valida esperienza sulle problematiche della tecnologia prescelta.

Per esempio, durante il commissioning, risultano veramente critiche le prove sulla pressione, data l'alta pressione operativa del CO₂. Inoltre, occorre mantenere sempre una stretta aderenza agli Standard Ashrae 15 e 34 (rispettivamente sulla sicurezza e sulla classificazione dei refrigeranti), nonostante CO₂ non sia classificato come tossico né asfissiante.

E ancora, molto importanti sono il funzionamento del sistema di regolazione e la qualificazione del personale addetto, in quanto i sistemi di regolazione del TCCO₂ differiscono notevolmente da quelli usati nei sistemi convenzionali. Il nuovo sistema di regolazione installato a Turner (richiesto per un sistema booster come il TCCO₂) permetteva anche agli operatori di derogare facilmente dal programma dell'illuminazione e altri controlli in confronto ai sistemi tradizionali. Bisognò adottare misure particolari per mitigare la poca familiarità dell'operatore con la nuova configurazione del sistema.

Possono sorgere preoccupazioni per la reperibilità di parti di ricambio e componenti dovute al fatto che questa tecnologia può considerarsi appena agli inizi: per questo motivo la Hannaford decise di costituire preventivamente una dotazione di ricambi utilizzando un inventario delle parti a mano a mano che si utilizzavano. Questa procedura ha diminuito sicuramente le preoccupazioni circa l'impiego di un impianto pilota e nello stesso tempo ha reso possibile una migliore relazione con i fornitori che, per parte

loro, hanno partecipato all'acquisizione di nuove esperienze.

Raccomandazioni

Regioni fredde come il Maine sono state storicamente l'obiettivo per l'implementazione di sistemi TCCO₂ purché economicamente convenienti. Comunque, i fornitori ritengono che, includendo nella convenienza anche l'effetto climatico, questi tipi di installazione possano essere attraenti anche in zone più calde. Al presente esistono solo pochi dati ricavati sul campo per sostenere tali affermazioni. Raccomandiamo perciò che si raccolgano molti dati con documentazioni dettagliate sul funzionamento di eventuali nuovi impianti pilota in qualsiasi zona climatica per poter dimostrare il grado di performance nell'evolversi di questi sistemi innovativi.■

* Collin Weber, Socio Associato
Ashrae, Consulente direttivo alla Navigant Consulting di Washington, DC.
Harrison Horning, PE, Direttore acquisti apparecchiature, manutenzione e energia

Questo articolo è pubblicato per gentile concessione di ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, che ne detiene il copyright, ed è apparso sul numero di Ottobre 2015 di ASHRAE JOURNAL. La traduzione, di cui Ashrae non è responsabile, è stata curata da Carmine Casale.

NOTE E RIFERIMENTI

Le note e i riferimenti bibliografici sono riportati nel testo tra parentesi quadre.

Analisi di ciclo di vita di dispositivi di scambio termico per centrali solari termodinamiche

Il progetto MACCSol, cofinanziato dall'Unione Europea nell'ambito del 7° Programma Quadro per la ricerca e lo sviluppo tecnologico, ha sviluppato un innovativo condensatore modulare raffreddato ad aria, MACC, in grado di ridurre le principali problematiche associate agli ACC convenzionali

di F. Asdrubali¹, G. Baldinelli², F. Scrucça²

¹ Università di Roma Tor Vergata; ² Università degli Studi di Perugia

ANALYSIS OF THE LIFE CYCLE OF HEAT TRANSFER DEVICES FOR SOLAR THERMAL POWER PLANTS

Concentrated Solar Plants, CSP, are among the most promising technologies in the field of renewable energies exploitation. In the present paper, a novel Modular Air Cooled Condenser, MACC, developed under the EU funded MACCSol research project, is compared with two standard condensers, a Water Cooled Condenser, WCC, and an Air Cooled Condenser, ACC, in a reference Concentrated Solar Power (CSP) plant, at the aim of evaluating the different cooling options in terms of environmental impacts. The LCA, Life Cycle Assessment, methodology is being used and the life cycle impacts are evaluated through different methods: IPCC 2007, Ecoindicator 99 and Ecological Scarcity 2006, which takes into account freshwater consumption that is one of the main issue of CSP plants. Results show that the impact of the MACC is quite lower than the ACC one, according to all the evaluation methods. With the Ecological Scarcity 2006 approach, since the condensers operate in medium water stress conditions, the WCC is the cooling option with the highest impact and the MACC came out as the best solution. Therefore, the MACC condenser represents a valid alternative to the conventional cooling solutions in regions suitable for CSP plants, with environmental benefits more evident with the increase of the Direct Normal Irradiance, DNI. The planning of transport activity emerged as a key issue to further optimize the life cycle impacts of the MACC.

 English text



Keywords: Concentrated Solar Power; Condensers; Air cooled; Water cooled; LCA; Water consumption.

Il contributo delle energie rinnovabili al mix energetico globale è in costante crescita (Moncada Lo Giudice et al., 2013): nel 2011 le rinnovabili hanno raggiunto il 13% del fabbisogno mondiale di energia primaria (IEA, 2013) e, tra esse, l'energia solare termodinamica, CSP, è considerata una delle più interessanti alternative alle centrali termoelettriche convenzionali. Per le centrali CSP è previsto un rapido sviluppo a livello mondiale e il loro potenziale di produzione di energia è stimato nel 2,5% del fabbisogno energetico dell'Unione Europea al 2020 (European Commission, 2008). Al fine di completare il ciclo termodinamico per la produzione di energia elettrica, le centrali CSP esistenti utilizzano condensatori convenzionali raffreddati ad acqua, WCC, o ad aria, ACC. I primi rappresentano la migliore soluzione dal punto di vista dell'efficienza di condensazione del vapore, ma richiedono grandi quantitativi di acqua per il

loro funzionamento. Gli ACC, invece, consentono di ridurre fino al 90% i consumi di acqua di raffreddamento, causando però una riduzione dell'efficienza globale della centrale. Le difficoltà operative legate al mantenimento dei valori ottimali di pressione e temperatura al condensatore, associate alla difficoltà di risposta alle variazioni giornaliere della temperatura ambiente, comportano infatti consumi più elevati dei ventilatori impiegati per il raffreddamento, con riduzioni della produzione di energia fino al 25% nei giorni particolarmente caldi (Poullikkas et al., 2011).

Il progetto MACCSol, co-finanziato nell'ambito del 7° programma quadro dell'UE, ha riguardato lo sviluppo di un condensatore modulare innovativo raffreddato ad aria, MACC, volto alla riduzione delle inefficienze tipiche dei convenzionali ACC e quindi a favorire un decisivo sviluppo delle centrali CSP. Nel corso del progetto sono stati

definiti e studiati diversi prototipi, tra cui uno costituito da moduli di 2 m · 2 m, che utilizza ventilatori di piccolo diametro, 1 m, e può essere equipaggiato con uno scambiatore di calore a differenti geometrie dei tubi. Nel presente articolo, una specifica configurazione di tale prototipo di condensatore MACC, 300 moduli e scambiatore con tubi ad alette circolari, è messa a confronto con due condensatori convenzionali in una centrale CSP di riferimento da 20 MW attraverso la metodologia LCA (Life Cycle Assessment). L'impiego dell'analisi di ciclo di vita per la valutazione dell'impatto ambientale delle energie rinnovabili e, in particolare, dell'energia solare è piuttosto diffuso (Jungbluth et al., 2005; Suwanit e Gheewala, 2011; Davidsson et al., 2012; Traverso et al., 2012; Bayer et al., 2013; Garrett et al., 2013; Koroneos e Stylos, 2014), ma lo è molto meno per l'analisi di singoli componenti degli impianti di produzione. La ricerca qui presentata si propone proprio di eseguire un confronto tra tre diversi condensatori al servizio della medesima centrale CSP, prendendo in considerazione una delle principali criticità associate al loro funzionamento, ovvero il consumo di acqua di raffreddamento.

Descrizione del sistema innovativo raffreddato ad aria

Una panoramica dei condensatori convenzionali è riportata in (Asdrubali et al., 2013).

Il condensatore innovativo MACC proposto è costituito da moduli di forma quadrata, con lato di lunghezza pari a 2 metri, e utilizza ventilatori di diametro di 1 metro per convogliare il flusso d'aria attraverso il fascio di tubi all'interno del quale scorre il vapore da condensare. Lo scambiatore di calore del MACC può avere differenti configurazioni; in particolare, possono essere installati tubi ad alette circolari, ad alette piane e ad alette piane rettangolari (Figura 1). Uno studio di ottimizzazione (Asdrubali et al., 2013) ha dimostrato che una configurazione con tubi ad alette circolari rappresenta la migliore soluzione dal punto di vista termodinamico, economico e ambientale. I ventilatori utilizzati sono a velocità variabile e la variazione della velocità di rotazione è eseguita in funzione della temperatura del condensato, misurata tramite appositi sensori installati in seno al flusso in uscita dal condensatore, e a sua volta dipendente dalla temperatura ambiente. In tal modo, un incremento o una riduzione della temperatura è accompagnata, rispettivamente, da un incremento o da una riduzione della velocità di rotazione delle pale tale da garantire le condizioni ottimali di funzionamento, con conseguente ottimizzazione dei consumi energetici. Tali aspetti innovativi consentono di ottenere una riduzione delle inefficienze che caratterizzano i convenzionali ACC e, quindi, un incremento della produzione energetica dell'impianto CSP (Moore e Grimes, 2011; Walsh e Griffin, 2011; O'Donovan et al., 2014; O'Donovan e Grimes, 2014).

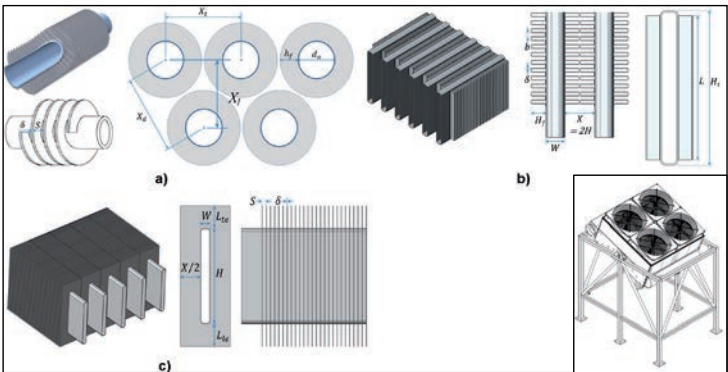


Figura 1 - Layout del modulo MACC e geometrie dei tubi dello scambiatore: a) alette circolari b) alette piane c) alette piane rettangolari

Metodologia

Analisi LCA

Obiettivo dello studio LCA è quello di confrontare il prototipo di condensatore MACC con un WCC e un ACC, installati nel medesimo impianto CSP a torre centrale. Sono prese in considerazione la fase di costruzione e le operazioni di trasporto sia verso le aziende produttrici di semilavorati e componenti che verso il sito di installazione dell'impianto CSP, valutando due diversi scenari, la fase di esercizio e la fase di fine vita. Rispetto alla definizione dei confini del sistema comunemente impiegata per studi LCA di centrali CSP (Lechón et al., 2008; Burkhardt et al., 2011; Desideri et al., 2013; Corona et al., 2014), alcuni processi sono stati esclusi. In particolare, le attività di assemblaggio e disassemblaggio dei condensatori, strettamente connesse alle tecnologie impiegate e alle caratteristiche del sito di installazione, non sono state incluse al fine di limitare l'incertezza nei risultati finali associata alla mancanza di dati primari e *site-specific*. Le attività di manutenzione, limitate nel corso dei 15 anni del ciclo di vita dei condensatori, ad esempio integrazione e/o sostituzione dell'olio lubrificante nel variatore di velocità del condensatore, invece, sono state escluse in virtù del loro contributo trascurabile in termini di impatto (Figura 2).

L'unità funzionale scelta, ovvero il riferimento cui legare tutti i dati in entrata e in uscita dello studio LCA, è 1 kWh di energia elettrica prodotto dalla centrale CSP e immesso in rete al netto degli autoconsumi e i risultati finali sono stati riferiti a un anno di esercizio dell'impianto, periodo di normalizzazione ritenuto funzionale ai fini del confronto.

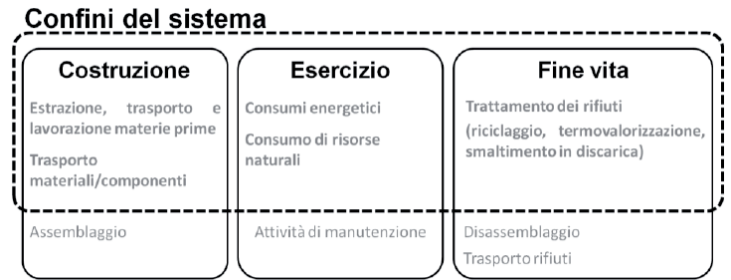


Figura 2 - Confini del sistema per l'analisi LCA

Valutazione degli impatti

Tra i vari metodi implementati all'interno del software utilizzato, SimaPro 7.3, sono stati utilizzati il metodo IPCC 2007, che classifica le emissioni in funzione del loro contributo al riscaldamento globale ed esprime l'impatto in termini di CO₂ equivalente attraverso il GWP di ciascun gas, e il metodo a punteggio Ecoindicator 99, che considera 11 categorie di impatto riferibili a effetti di danno alla salute umana, all'ecosistema e alle risorse (*carcinogens, respiratory diseases, climate changes, ozone depletion, radiation that causes ionization, acidification/eutrophication, ecotoxicity, land use, mineral resource depletion, and fossil fuels*).

Inoltre, al fine di tenere conto del consumo di acqua di raffreddamento in relazione alle condizioni di stress idrico del sito di esercizio dell'impianto CSP, la valutazione degli impatti è stata eseguita con il metodo Ecological Scarcity 2006. Il consumo di acqua dolce, infatti, rappresenta una delle principali criticità associate al funzionamento degli impianti di produzione dell'energia (Pfister et al., 2011) e ancor più lo è per le centrali CSP. Il parametro utilizzato per esprimere la scarsità delle risorse idriche è lo *Scarcity Ratio*, SR, definito come il rapporto tra i prelievi di acqua in un'area e la disponibilità di risorse della stessa area; le condizioni di stress idrico sono classificate come di seguito (Alcamo et al., 2000; Vörösmarty et al., 2000; OECD, 2004; Oki e Kanae, 2006):

Basso: $SR < 10\%$;
Moderato: $10\% \leq SR < 20\%$;
Medio: $20\% \leq SR < 40\%$;
Elevato: $SR \geq 40\%$.

Il metodo Ecological Scarcity 2006 definisce due ulteriori categorie, stress “Molto elevato”, SR compreso tra il 60% e il 100% e stress “Estremo”, $SR \geq 100\%$, e per ogni categoria di impatto applica un “eco-fattore” di pesatura che è funzione di SR:

$$Eco - attore = K \cdot \frac{1 \cdot EP}{F_n} \cdot W \cdot c \quad (1)$$

K = fattore di caratterizzazione;
 F_n = flusso di normalizzazione (flusso annuale attuale per la Svizzera, eventualmente regionalizzabile);
 c = costante utilizzata per ottenere quantità numeriche più leggibili (10^{12});
 EP = unità di impatto ambientale valutata (eco-punti);
 W = fattore di pesatura, dato da:

$$W = \left(\frac{F}{F_k} \right)^2 = \left(\frac{\text{flusso annuale attuale nell'area}}{\text{flusso annuale critico nell'area}} \right)^2 \quad (2)$$

$$W = \left(\frac{\text{Consumo}}{\text{Risorse disponibili} \cdot 20\%} \right)^2 = SR^2 \cdot \left(\frac{1}{20\%} \right)^2 \quad (3)$$

Descrizione dell'impianto CSP e dimensionamento dei condensatori

L'impianto scelto come riferimento è la centrale “Gemasolar”, un impianto CSP a torre centrale da 20 MW situato nel sud della Spagna. L'impianto utilizza sali fusi come fluido termovettore ed è dotato di un sistema di accumulo termico che consente lo stoccaggio e la produzione elettrica in assenza di radiazione solare per una durata di 15 ore. Il campo solare è costituito da 2.650 eliostati, disposti radialmente lungo una intera circonferenza attorno alla torre, per una superficie complessiva di circa 185 ettari; la produzione netta di energia elettrica è pari a circa 110 GWh/anno. La condensazione del vapore è realizzata con un condensatore raffreddato ad acqua, i cui dati tecnici principali sono riportati in Tabella 1. L'ACC e il MACC sono invece stati dimensionati considerando un valore massimo della contropressione in turbina di 300 mbar e, un valore minimo di contropressione rispettivamente di 60 e 30 mbar (Tabelle 2 e 3) (MACCSol, 2013).

Tabella 1 - Condensatore ad acqua: dati principali

Dati WCC	
Tipo di torre	Crossflow, Fill Film
Numero di celle	4
Numero di file	1
Lunghezza della cella	6,4 m
Larghezza della cella	5,7 m
Area del bacino di acqua	193,6 m²
Temperatura dell'acqua nel bacino	26,45 °C
Variazione della temperatura dell'acqua	9,87 °C
Acqua in ingresso	36,32 °C
Acqua in uscita	26,45 °C
Diametro dei ventilatori	4,3 m
Portata di progetto dei ventilatori	135,9 m³/s
Assorbimento elettrico di un ventilatore	37,69 kW
Potenza termica totale smaltita	30.399 kW

¹ condizioni di stress da moderate a medie sono considerate tollerabili e, pertanto, il 20% delle risorse disponibili rappresenta il valore critico di consumo di acqua dolce

Tabella 2 -Dimensionamento del condensatore ad aria: dati principali

Dati ACC	
Geometria dei tubi dello scambiatore	Alette piane
Tipologia delle alette	Alette solidali
Disposizione dei tubi	In linea
Numero di celle	9
Numero di isole	3
Numero di celle per isola	3
Lunghezza complessiva	24,69 m
Larghezza complessiva	24,69 m
Area occupata	609,6 m²
Diametro dei ventilatori	6,39 m
Portata di progetto dei ventilatori	258,7 m³/s
Assorbimento elettrico di un ventilatore	43,16 kW
Coefficiente di scambio termico globale	23,51 W/m²K
Potenza termica trasferita all'aria	3.084 kW
Potenza termica trasferita all'acqua	3.084 kW
Coefficiente di scambio termico globale/area totale, UA	326,4 kW/K

Tabella 3 - Dimensionamento del condensatore MACC: dati principali

Dati MACC	
Numero di moduli	300
Numero di ventilatori per modulo	4
Velocità dei ventilatori	0 – 1000 rpm
Diametro dei ventilatori	0,91 m
Geometria dei tubi dello scambiatore	Alette circolari
Materiale dei tubi	Acciaio inossidabile
Materiale delle alette	Alluminio
Lunghezza dei tubi	2 m
File di tubi	6
Distanza longitudinale	55,86 mm
Distanza trasversale (X _t)	64,5 mm
Diametro dei tubi (d _o)	31,75 mm
Spessore dei tubi	2,9 mm
Spessore delle alette (δ)	0,40 mm
Distanza tra le alette (S)	2,5 mm
Altezza delle alette (h _f)	15,9 mm

Raccolta e calcolo dei dati di inventario

Per quanto riguarda il WCC e il MACC, i dati sono stati raccolti dai documenti di progetto specifici, prendendo come unità di riferimento la singola cella del WCC e il singolo modulo MACC, e l'inventario è stato calcolato semplicemente moltiplicando tali valori per il numero totale di elementi costituenti l'intero condensatore:

$$I_i = n \cdot I_{i,d} \quad (4)$$

I_i = dato di inventario calcolato per l'elemento i ;
 n = numero di celle WCC o di moduli MACC nel condensatore;
 $I_{i,d}$ = dato di inventario raccolto dai documenti di progetto per l'elemento i .

Per l'ACC, invece, i documenti disponibili erano relativi a due diversi condensatori in esercizio in centrali energetiche esistenti ed è dunque stato necessario adattare i dati di inventario alle caratteristiche del condensatore come dimensionato per l'analisi comparativa. I dati sono stati anche in questo caso raccolti prendendo come unità di riferimento la singola cella dell'ACC, A-frame, e poi moltiplicati per il

numero totale di celle per ottenere i valori globali; è stato però introdotto un fattore di scalatura, calcolato come rapporto tra le caratteristiche dimensionali del singolo componente in condizioni reali, da documenti di progetto, e le caratteristiche dimensionali risultanti dal dimensionamento per l'analisi comparativa:

$$I_i = \frac{D_i}{D_{i,d}} \cdot n \cdot I_{i,d} \quad (5)$$

- I_i = dato di inventario calcolato per l'elemento i ;
- n = numero di celle (A-frame) nel condensatore;
- $I_{i,d}$ = dato di inventario raccolto dai documenti di progetto per l'elemento i ;
- D_i = caratteristica dimensionale dell'elemento i ;
- $D_{i,d}$ = caratteristica dimensionale dell'elemento i da documenti di progetto.

I dati di inventario relativi alle attività di trasporto sono stati calcolati considerando la distanza media dei materiali dalle aziende produttrici dei semilavorati e da queste alle fabbriche di produzione dei componenti pari a 30 km e la distanza tra i luoghi di produzione dei componenti e il sito di esercizio del condensatore valutata attraverso l'uso di software specifici per la gestione di informazioni geografiche, GIS. Sono stati considerati due differenti scenari, il primo dei quali si riferisce al trasporto su gomma e via mare, e il secondo relativo al trasporto combinato su gomma e aereo.

Per quanto riguarda la fase di esercizio dei condensatori, il consumo di energia dei ventilatori e dei componenti ausiliari e, dunque, la produzione netta dell'impianto CSP, sono stati stimati tramite simulazioni (MACCSol, 2014a). Il consumo di acqua di raffreddamento è stato ricavato dai documenti di progetto a disposizione.

Lo scenario di fine vita ipotizzato prevede un riciclaggio e trattamento dei diversi materiali basato sui dati medi statistici europei (European Commission, 2014).

I dati di inventario sono stati inseriti all'interno del software SimaPro 7.3, utilizzando il database Ecoinvent 2.2 e creando processi specifici laddove se ne è riscontrata la necessità, ad esempio per il consumo di elettricità dei condensatori, per il quale si è tenuto conto del ciclo di vita dell'impianto, condensatore escluso.

Risultati

I risultati di seguito riportati si riferiscono allo scenario 1 di trasporto; per lo scenario 2, si osserva lo stesso andamento generale, con un leggero incremento degli impatti. In termini di gCO₂/(kWh anno) (Figura 3), l'impatto dei condensatori ad aria risulta significativamente maggiore di quello del WCC, sostanzialmente a causa dei materiali da costruzione impiegati, caratterizzati da un impatto per unità di massa più elevato e da un peso specifico maggiore, che determina un ulteriore incremento dell'impatto associato alle attività di trasporto. Un aspetto interessante che emerge dall'analisi consiste nel fatto che l'impatto del MACC risulta essere apprezzabilmente inferiore di quello dell'ACC, circa 21% in meno. Infatti, nonostante il minor contributo associato al riciclaggio dei materiali a fine vita, circa 28% in meno, l'impatto delle fasi di costruzione ed esercizio è molto minore, rispettivamente, -21,5% e -41%. È inoltre interessante notare che, a differenza dei condensatori ad aria, l'impatto della fase di esercizio del WCC è maggiore di quello della fase di costruzione e che la riduzione associata al riciclaggio dei materiali risulta trascurabile.

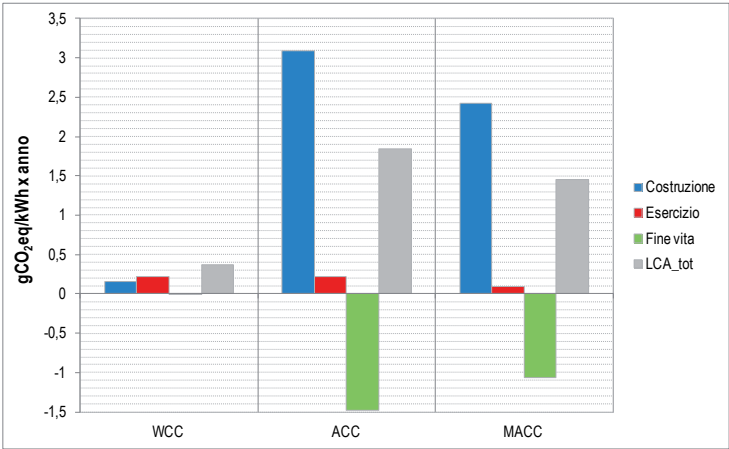


Figura 3 - Impatto globale dei tre condensatori. Da (Metodo IPCC 2007, GWP 100 anni)

Il metodo Ecoindicator 99 conferma i benefici ambientali ottenibili grazie all'uso del MACC rispetto ai convenzionali ACC (Figura 4). I risultati, infatti, mostrano lo stesso andamento globale del precedente metodo, con degli scostamenti che risultano essere sensibilmente maggiori. Nel dettaglio, si osserva una differenza tra i valori dell'impatto, pari a -27,5%, con riduzioni del 13,2% per la fase di costruzione, del 41% per la fase di esercizio e una riduzione associata alla fase di fine vita molto simile. Per quanto riguarda il WCC, tutte le fasi del ciclo di vita contribuiscono positivamente all'impatto.

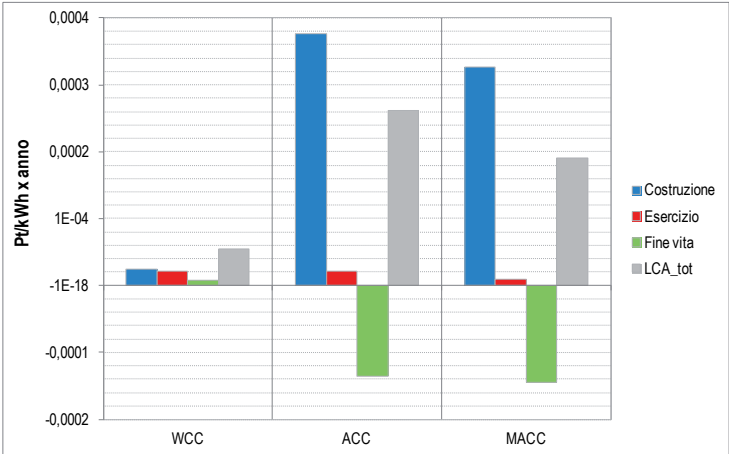


Figura 4 - Impatto globale dei tre condensatori. Da (Metodo Ecoindicator 99/H)

Osservando il dettaglio dei risultati per categorie (Figura 5), emerge che il contributo maggiore è dovuto a "carcinogens", "respiratory inorganics" e "fossil fuels", che contribuiscono cumulativamente per il 76,8% dell'impatto del WCC, per il 76% dell'impatto dell'ACC e per il 71,6% dell'impatto del MACC. Le categorie "minerals", "ecotoxicity" e "climate change", forniscono un contributo congiunto del 20,4% per il WCC, del 22,2% per l'ACC e del 26,1% per il MACC, mentre il contributo combinato delle restanti categorie (acidification/eutrophication, land use, ozone layer, radiation, respiratory organics) è incluso nel range 1,8 – 2,9%.

I risultati del metodo Ecological Scarcity (Figura 6) indicano il MACC come migliore tecnologia di condensazione in termini di impatto ambientale, con un 33% in meno rispetto all'ACC e un 50,5% in meno rispetto al WCC. La principale categoria di impatto per i due condensatori ad aria è la categoria "emission into air", che contribuisce per più della metà al loro impatto globale, 55,3% per il MACC e 63,9% per l'ACC, e per la maggior parte dell'impatto delle fasi di costruzione ed esercizio, 70% per entrambi i condensatori. Per quanto riguarda il WCC, invece, il contributo di tale categoria è pari all'8,7% dell'impatto totale, al 76,5% dell'impatto della fase di costruzione e al 5,5% dell'impatto della fase di esercizio.

La categoria "natural resources" (Figura 7), che tiene conto dell'impatto associato al consumo di acqua dolce, contribuisce per l'1%

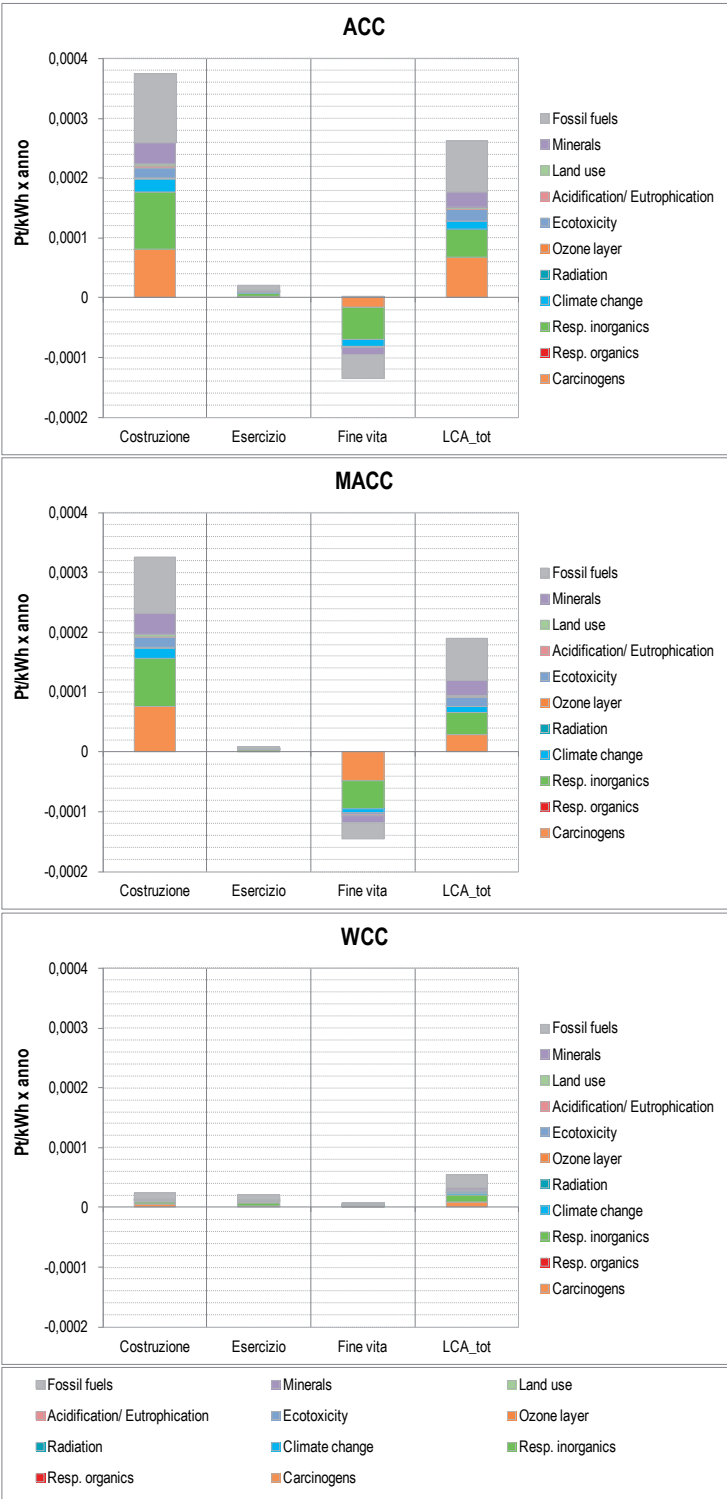


Figura 5 - Metodo Ecoindicator 99/H: scomposizione dell'impatto per categoria e fasi del ciclo di vita

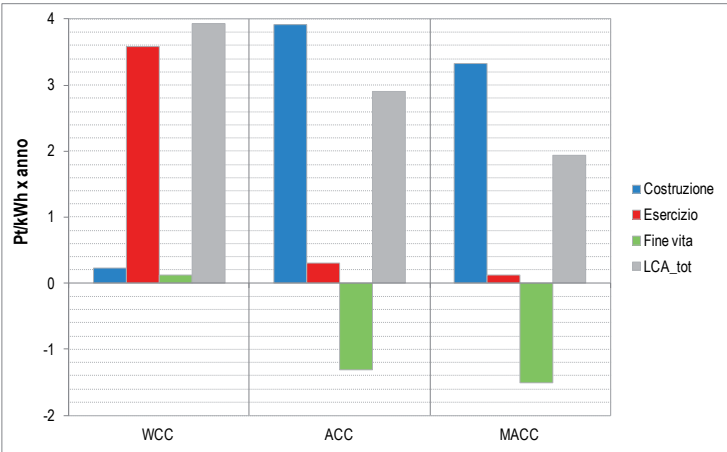


Figura 6 - Impatto globale dei tre condensatori. Da (Metodo Ecological Scarcity 2006)

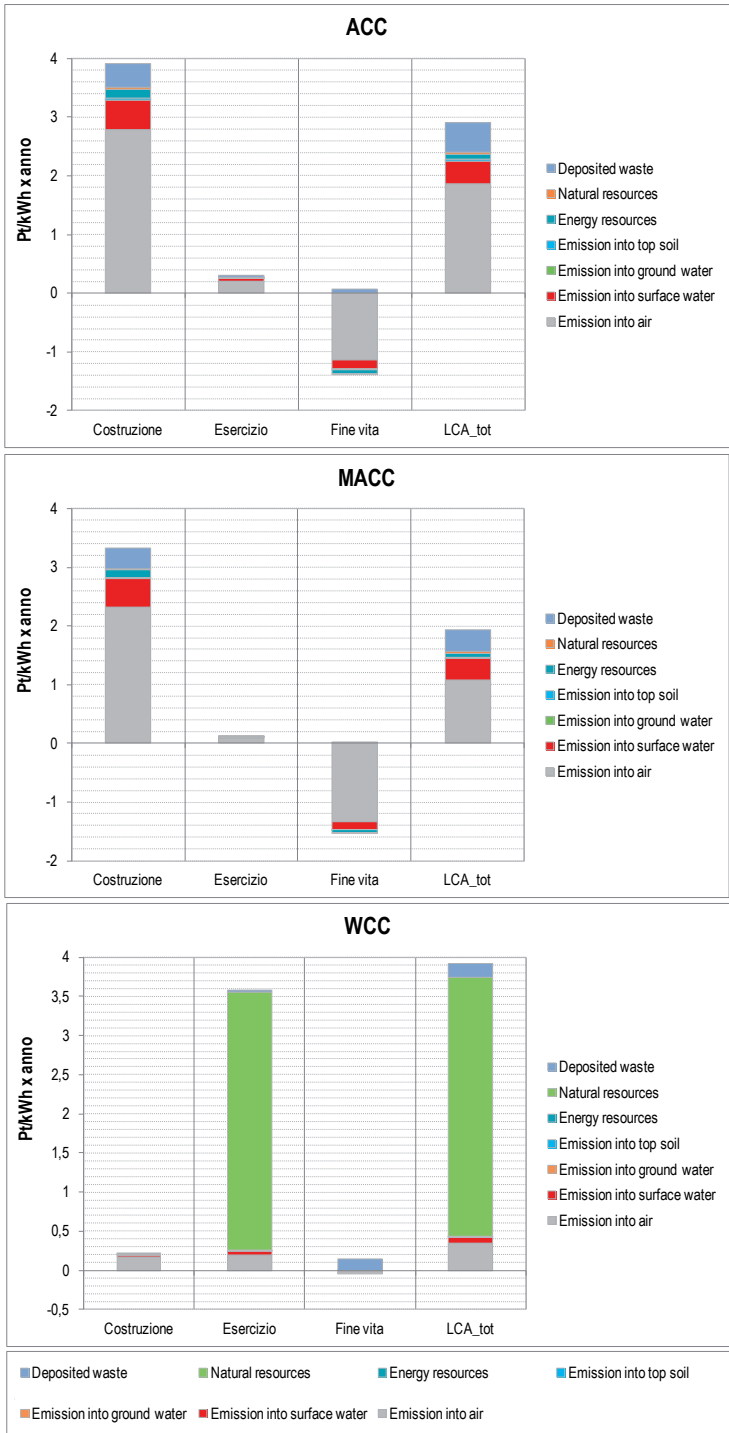


Figura 7 - Metodo Ecological Scarcity 2006: scomposizione dell'impatto per categoria e fasi del ciclo di vita

Tabella 4 Parametri di calcolo del metodo Ecological Scarcity 2006 [34]

Stress idrico	SR	SR di calcolo	W	Eco-fattore (EP/m³)
Basso	<0,1	0,05	0,0625	24
Moderato	≥0,1 <0,2	0,15	0,563	220
Medio	≥0,2 <0,4	0,3	2,25	880
Elevato	≥0,4 <0,6	0,5	6,25	2.400
Molto elevato	≥0,6 <1	0,8	16,0	6.200
Estremo	≥1	1,5	56,3	22.000

all’impatto di ACC e MACC, e per l’84,2% all’impatto del WCC. La ragione di ciò risiede nella fase di esercizio del WCC, ovvero nel consumo elevato di acqua di raffreddamento nelle condizioni di stress idrico che caratterizzano il sud della Spagna (stress “Medio”, eco-fat-tore di pesatura pari a 880, come mostrato in Tabella 4), e nel tratta-mento di addolcimento cui la stessa è sottoposta prima dell’utilizzo.

Tra le altre categorie, il contributo di “emission into ground water”, 0,002% per il WCC, 0,02% per l’ACC e il MACC, e “emission into top soil”, 0,05% per il WCC, 0,7% per l’ACC, 0,8% per il MACC, risulta tra-scurabile, la categoria “energy resources” contribuisce leggermente all’impatto di ACC e MACC, rispettivamente 3,2% e 3,8%, e risulta tra-scurabile per il WCC con un contributo dell’ordine dello 0,4%, mentre le categorie “deposited waste” e “emission into surface water” forni-scono un contributo apprezzabile per ogni condensatore: cumulativa-mente rappresentano il 6,7% dell’impatto del WCC, il 31% dell’impatto dell’ACC e il 38,8% dell’impatto del MACC.

Discussione

I risultati dei metodi IPCC 2007 e Ecoindicator 99 mostrano il WCC come migliore tecnologia di condensazione in termini ambientali, con un impatto significativamente minore rispetto ad ACC e MACC, essenzialmente conseguenza del minor impatto associato alla fase di costruzione. I materiali impiegati nel WCC, principalmente plasti-che e plastica rinforzata con fibre di vetro, sono infatti contraddistinti da un impatto per unità di massa molto basso e da un minore peso specifico, che consente una riduzione anche dell’impatto associato alle attività di trasporto, rispetto a quelli utilizzati per la costruzione di ACC e MACC, principalmente acciaio e alluminio.

La fase di esercizio, trascurabile per i due condensatori ad aria con un contributo dell’ordine del 5-10%, assume invece un ruolo fon-damentale per l’impatto del WCC, divenendo confrontabile con la fase di costruzione e rappresentando il 40-60% dell’impatto totale, a seconda del metodo considerato. Tale situazione è conseguenza del trattamento di addolcimento cui l’acqua è sottoposta prima di entrare nel circuito di raffreddamento, che comporta un impatto aggiuntivo rispetto a quello dovuto al consumo energetico di ven-tilatori e pompe di circolazione.

Le categorie che contribuiscono maggiormente all’impatto, e che sono responsabili della differenza tra ACC e MACC, con una riduzione dell’ordine del 70-80%, sono “carcinogens”, “respiratory inorganics” e “fossil fuels”. Dal momento che all’interno di SimaPro sono stati utilizzati i medesimi processi per l’implementazione dell’inventario, ad esempio il set di dati del processo “reinforcing steel, at plant” è stato impiegato per la struttura di sostegno di entrambi i conden-satori ad aria, tale riduzione è da attribuire all’ottimizzazione del lay-out del condensatore MACC.

Il metodo Ecological Scarcity 2006, invece, mostra una relazione diversa tra i valori di impatto dei tre condensatori rispetto agli altri metodi di valutazione, a causa della grande influenza sull’impatto globale del consumo di acqua dolce nelle condizioni di stress idrico della località di installazione dell’impianto. Nel dettaglio, l’impatto del WCC risulta circa due volte maggiore di quello del MACC e 1,35 volte maggiore di quello dell’ACC, a causa della fase di esercizio e, in particolare, della categoria “natural resources” che contribuisce per il 92,1%. Tale evidenza testimonia il ruolo fondamentale in termini di impatto del consumo di acqua di raffreddamento nelle aree ido-nee all’installazione di impianti CSP, suggerendo come una adeguata valutazione non possa prescindere dalla considerazione di tale criti-cità ambientale. Pertanto, nonostante i WCC risultino più sostenibili dal punto di vista costruttivo rispetto ai condensatori raffreddati ad

aria, il loro funzionamento diventa la vera discriminante per la scelta della migliore soluzione di condensazione in centrali CSP.

In generale, dall’analisi comparativa è emerso che l’impatto del MACC risulta essere inferiore a quello dell’ACC; evidenza tutt’altro che scontata, dal momento che i due condensatori presentano caratte-ristiche costruttive molto simili in termini di materiali e quantitativi impiegati per componenti analoghi.

Osservando la variazione di impatto tra i due scenari di trasporto considerati (Tabella 5), risulta evidente che i diversi metodi sono più o meno sensibili alle variazioni associate alle modalità di trasporto e che, tra di essi, sono quelli a punteggio (Ecoindicator 99 e Ecological Scarcity 2006) a risentire di meno delle scelta di un sistema piutto-sto che di un altro. Inoltre, trascurando i dati del metodo Ecological Scarcity 2006 che risultano fortemente influenzati dal consumo di acqua di raffreddamento, è interessante notare che gli incrementi percentuali di WCC e ACC sono molto simili, mentre il MACC è con-traddistinto da incrementi dell’impatto più significativi. Le scelte della logistica di trasporto, ad esempio mezzi e distanze in gioco nella fase di costruzione, pertanto, influiscono in maniera più signifi-cativa sull’impatto del MACC, rappresentando un aspetto chiave per una sua ulteriore riduzione.

Tabella 5 - Variazione di impatto tra i due scenari di trasporto

Metodo	Variazione Scenario 1 – Scenario 2		
	WCC	ACC	MACC
IPCC 2007	+17,1%	+17,4%	+29,3%
Ecoindicator 99	+12,6%	+11,9%	+22,7%
Ecological scarcity 2006	+0,7%	+7,8%	+14,7%

Conclusioni

Il solare termodinamico, CSP, è considerato, tra le fonti energetiche rinnovabili, la tecnologia caratterizzata dalle maggiori potenzialità e dalla maggiore competitività con le fonti fossili. IWCC, costituiscono la soluzione più efficiente e più utilizzata per la condensazione del vapore in impianti CSP, anche se è auspicabile un maggiore ricorso agli ACC, vista la scarsità di risorse idriche, il costo elevato dell’acqua di raffreddamento e i numerosi progetti di sviluppo di tali impianti in aree remote e aride. Il progetto MACCSol, cofinanziato dall’U-nione Europea nell’ambito del 7° Programma Quadro per la ricerca e lo sviluppo tecnologico, ha sviluppato un innovativo condensa-tore modulare raffreddato ad aria, MACC, in grado di ridurre le prin-cipali problematiche associate agli ACC convenzionali.

Una analisi comparativa attraverso la metodologia LCA è stata dunque eseguita al fine di confrontare il primo prototipo di MACC con due condensatori tradizionali, utilizzando i convenzionali metodi di valutazione dell’impatto, IPCC 2007 e Ecoindicator 99, e prendendo inoltre in considerazione il consumo di acqua di raffreddamento – una delle principali criticità degli impianti CSP – attraverso il metodo Ecological Scarcity 2006.

Il condensatore MACC è risultato essere migliore dal punto di vista energetico e ambientale di un ACC convenzionale e, dal momento che le due tecnologie sono costruttivamente molto simili, tale risultato è da attribuire all’ottimizzazione del layout del proto-tipo, ovvero a una configurazione dei moduli che consente la ridu-zione dei materiali da costruzione utilizzati per alcuni componenti, ad esempio, per la struttura di sostegno. Inoltre, prendendo in con-siderazione l’impatto del consumo di acqua in relazione alla dispo-nibilità di risorse idriche, il MACC è risultata la migliore tecnologia

in assoluto: il suo impatto è stato valutato in circa la metà di quello del WCC, grazie alla significativa riduzione osservata nella categoria "natural resources", in cui è incluso il consumo di acqua dolce, e ridotto di 1,35 volte rispetto all'ACC, grazie alla riduzione osservata nella categoria "emission into air".

Pertanto, nonostante la competitività associata all'utilizzo di condensatori ad aria rispetto ai WCC per applicazioni in centrali termoelettriche convenzionali, generalmente situate in aree a elevata disponibilità di risorsa idrica, sia ancora da valutare, in impianti CSP l'utilizzo di questi è auspicabile e il MACC è risultata la migliore tecnologia dal punto di vista energetico e ambientale. A tale proposito, un'analisi preliminare (MACCSol, 2014b) mostra che i benefici ottenibili con il MACC aumentano all'aumentare della scarsità di risorse idriche. Infatti, variando le condizioni di stress idrico da "Medio" a "Elevato", per l'impatto del WCC si prevede un incremento significativo, fino a + 100%, mentre per il MACC è stata stimata una variazione molto minore, $\pm 15\text{-}20\%$, con il valore assoluto dell'impatto comunque apprezzabilmente inferiore di quello dell'ACC. Tale evidenza, in un contesto in cui sono in corso e pianificati numerosi progetti per la realizzazione di impianti CSP in aree desertiche, è di grande interesse e lascia intravedere la possibilità di significative riduzioni dell'impatto associato alla realizzazione di tali centrali. Infine, l'impatto del MACC è risultato molto sensibile alla scelta delle modalità di trasporto e, pertanto, la pianificazione della logistica è emersa come aspetto chiave per una ulteriore ottimizzazione del ciclo di vita di tale soluzione tecnologica.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare l'intero partenariato del progetto MACCSol, composto da tre Università (Limerick, Erlangen e Perugia) e da quattro partner industriali (R&R Mechanical Ltd., Torresol Energy Investments Ltd., AuBren Ltd., Autorità per l'Energia Elettrica di Cipro).

REFERENCES

Alcamo, J., Henrichs, T., Rösch, T. 2000. World water in 2025-Global modeling and scenario analysis for the world commission on water for the 21st century. In: Report A0002, Center for Environmental Systems Research, University of Kassel, Germany.

Asdrubali F., Baldinelli G., Baldassarri C., Scrucca F. 2013. Evaluation of the optimal geometry of air cooled condensers for concentrated solar power plants through the LCA approach. 3rd International ELCAS3 Proceedings.

Bayer P., Rybach L., Philipp Blum P., Brauchler R. 2013. Review on life cycle environmental effects of geothermal power generation. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 26, 446–463.

Burkhardt III John J., Heath G., Turchi Craig S. 2011. Life Cycle Assessment of a Parabolic Trough Concentrating Solar Power Plant and the Impacts of Key Design Alternatives. Environ. Sci. Technol., 45, 2457–2464.

Corona B., San Miguel G., Cerrajero E. 2014. Life cycle assessment of concentrated solar power (CSP) and the influence of hybridising with natural gas. Int. J. Life Cycle Assess, 19, 1264–1275.

Davidsson S., Höök M., Wall G. 2012. A review of life cycle assessments on wind energy systems. Int J Life Cycle Assess, 17, 729–742.

Desideri U., Zepparelli F., Morettini V., Garroni E. 2013. Comparative analysis of concentrating solar power and photovoltaic technologies: Technical and environmental evaluations. Applied Energy, 102, 765–784.

European Commission. 2008. SET Plan. http://ec.europa.eu/energy/technology/set_plan/set_plan_en.htm.

European Commission. 2014. Statistics. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/database>.

FOEN. 2009. The Ecological Scarcity Method Eco-Factors 2006: a method for impact assessment in LCA. Bern, 2009.

Garrett P., Rønde K. 2013. Life cycle assessment of wind power: comprehensive results from a state-of-the-art approach. Int. J. Life Cycle Assess, 18, 37–48.

IEA. 2013. Renewable energy outlook. In: World Energy Outlook 2013, Chapter 6.

Jungbluth N., Bauer C., Dones R., Frischknecht R. 2005. Life cycle assessment for emerging technologies: case studies for photovoltaic and wind power. Int. J. Life Cycle Assess, 10, 24–34.

Koroneos C., Stylos N. 2014. Exergetic life cycle assessment of a grid-connected, polycrystalline silicon photovoltaic system. Int. J. Life Cycle Assess.

Lechón Y., De La Rúa C., Sáez R. 2008. Life Cycle Environmental Impacts of Electricity Production by Solar Thermal Power Plants in Spain. Journal of Solar Energy Engineering, 130(2), 0210121–0210127.

MACCSol. 2013. Project internal report: MACCSol CSP plant simulation.

MACCSol. 2014a. Project internal document: Thermodynamic modelling results for Gemasolar.

MACCSol. 2014b. MACCSol News, Issue 2. June 2014.

Moncada Lo Giudice G., Asdrubali F., Rotili A. 2013. Influence of new factors on global energy prospects in the medium term: comparison among the 2012, 2011 and 2012 editions of the IEA's world energy outlook reports. Economics and policy of energy and the environment, 3, 67–89.

Moore J., Grimes R. 2011. Influence of the Flow from an Axial Fan on the Performance of a Heat Exchanger. Proceedings of IMECE2011, Denver, Colorado, USA.

O'Donovan A., Grimes R. 2014. A theoretical and experimental investigation into the thermodynamic performance of a 50 MW power plant with a novel modular air-cooled condenser. Applied Thermal Engineering, 71, 119–129.

O'Donovan A., Grimes R., Moore J. 2014. The Influence of the Steam-side Characteristics of a Modular Air-cooled Condenser on CSP Plant Performance. Energy Procedia, 49, 1450 – 1459.

OECD. 2004. Key environmental indicators. OECD Environment Directorate, Paris, 2004.

Oki T., Kanae S. 2006. Global hydrological cycles and world water resources. Science, 313, 1068–1072.

Pfister S., Saner D., Koehler A. 2011. The environmental relevance of freshwater consumption in global power production. Int. J. Life Cycle Assess, 16, 580–591.

Poulikkas A., Kourtis G., Hadjipaschalis I. 2011. An overview of CSP cooling systems. Proceedings of 3rd International Conference on Renewable Energy Sources and Energy Efficiency, Nicosia, Cyprus.

Rezaei E., Shafiei S., Abdollahnezhad A. 2010. Reducing water consumption of an industrial plant cooling unit using hybrid cooling tower. Energy Conversion and Management, 51, 311–319.

Serth R. W., Lestina T.G. 2014. Air-Cooled Heat Exchangers. In: Process Heat Transfer (Second Edition), 509–553.

Suwanit W., Gheewala S.H. 2011. Life cycle assessment of mini-hydropower plants in Thailand. Int. J. Life Cycle Assess, 16, 849–858.

Traverso M., Asdrubali F., Francia A., Finkbeiner M. 2012. Towards life cycle sustainability assessment: an implementation to photovoltaic modules. Int. J. Life Cycle Assess., 17, 1068–1079.

Vörösmarty, C.J., Green, P., Salisburry, J., Lammers, R.B. 2000. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. Science, 289, 284–288.

Walsh E.J., Griffin G. 2011. Flow distribution measurements from an air cooled condenser in a ~400MW power plant. Proceedings of IMECE2011. Denver, Colorado, USA.

Da febbraio a giugno, una panoramica sugli appuntamenti AiCARR

Comincia un nuovo anno con una serie di appuntamenti molto importanti per AiCARR!

Il 5 febbraio, a Vicenza, presso l'Università degli Studi, viene proposto il Seminario internazionale curato dal Comitato Tecnico Refrigerazione: "Technological innovations for energy savings in supermarkets".

Il consumo di energia durante la vendita al dettaglio alimentare è considerato uno dei punti più critici per l'intera catena di distribuzione dal produttore al consumatore finale. È un dato di fatto, il consumo energetico degli edifici commerciali è stimato circa 5 volte superiore al consumo per il settore residenziale o per il terziario. Dato questo scenario, la refrigerazione per la conservazione alimentare è caratterizzata da una marcata impronta di carbonio. È fondamentale avere un aggiornamento degli sviluppi più recenti sulle macchine frigorifere e impianti e del loro impatto sulla costruzione di HVAC, ivi compresi alcuni aspetti legati all'illuminazione e il suo impatto sull'intero fabbisogno energetico dell'edificio. Questo seminario è uno degli eventi più attesi da parte di specialisti italiani nel campo della refrigerazione e riunisce relatori di esperienza internazionale. Il Seminario fornirà una panoramica esaustiva delle possibili soluzioni e promuoverà presso progettisti e tecnici la consapevolezza delle potenzialità di riduzione dell'impatto ambientale degli impianti di refrigerazione dei supermercati.

I quattro seminari a MCE

A marzo ci aspetta il consueto appuntamento con Mostra Convegno: AiCARR propone quest'anno quattro seminari di livello in sala Gemini, al Centro Congressi Stella Polare.

Il primo evento (Strategia per le comunità dell'energia su scala urbana) è organizzato il 16 marzo alle 13,30 e affronta il tema delle Smart City e delle Smart Grid, argomento che è stato approfondito nella nuova Guida AiCARR, disponibile nel corso dell'evento.

L'argomento parte dalla premessa che per il futuro, in campo energetico, sarà fondamentale una programmazione a medio-lungo termine che promuova l'uso intelligente delle nuove tecnologie. La programmazione dovrà necessariamente portare a un diverso modello energetico che affronti in modo innovativo l'interazione tra consumi elettrici, termici e dei trasporti considerati in modo unitario, che tenga in considerazione differenti opzioni sulle reti e sull'accumulo, al fine di creare la flessibilità necessaria a una effettiva penetrazione delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica nel tessuto industriale, civile e dei trasporti.

Le strategie per il cambiamento del modello energetico verranno illustrate anche da rappresentanti di ASHRAE e CIBSE e dagli autori della Guida AiCARR, dal Politecnico di Milano, da RSE, dal MiSE, da esperti dell'Università degli Studi di Cassino e da ENEA.

Il giorno successivo, 17 marzo, giornata piena: si inizia alle 10,30 con il Seminario su "Prime (ri)cadute dei DM 26 giugno 2015, Decreti Requisiti Minimi e APE, sul territorio". A breve



distanza dall'entrata in vigore dei provvedimenti citati, soprattutto grazie e in seguito al feed back raccolto nel corso dei Seminari itineranti proposti dalla nostra Associazione in varie città italiane, il Seminario vuole tracciare un bilancio, basato sulle esperienze concrete, analizzando benefici, dubbi e perplessità applicative legati a questi DM.

Il pomeriggio, un'occhiata all'Europa e a quanto sta maturando sul fronte del retrofit energetico e sulla progettazione di nuovi edifici: il Seminario "Principles expected effects and national implementations for EU Directive 31/2010 and 27/2012" è proposto in collaborazione con REHVA a partire dalle 13,30 del 17 marzo.

Le misure per la promozione e il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici richiedono la rimozione degli ostacoli posti sul mercato europeo dell'energia e il superamento delle carenze che frenano l'efficienza nella fornitura e negli usi finali dell'energia. L'elaborazione di una strategia per gli edifici NZEB è richiesta a ciascun membro dell'Unione Europea sul medio-lungo termine dalle Direttive citate nel titolo del Seminario.

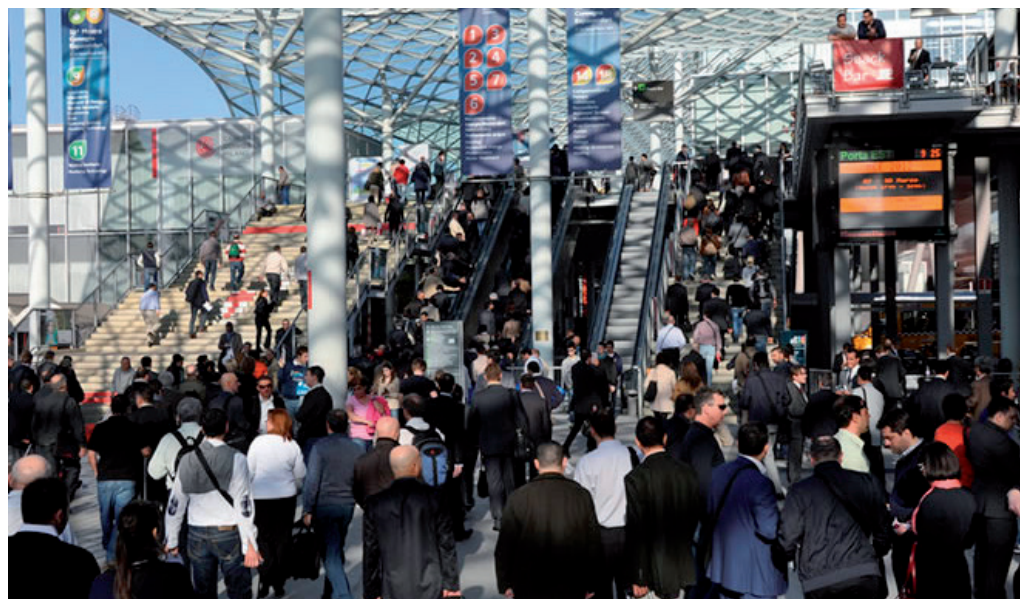
Chiuderà gli eventi AiCARR in MCE, il giorno 18 marzo alle 10,30, il Seminario "La contabilizzazione del calore: a che punto siamo?". In vista delle scadenze indicate dal D.Lgs.102, facendo seguito ai numerosi incontri promossi

nel territorio nazionale e iniziati con la Tavola Rotonda dello scorso ottobre al Convegno di Bologna, AiCARR prosegue la riflessione avviata su questo tema, mettendo l'attenzione, ancora una volta, non solo sulla legislazione, ma anche sotto sugli aspetti tecnico-normativi ed economici, per offrire ai Soci e ai diversi soggetti coinvolti un ulteriore momento di analisi delle possibili miglurie.

Il 9 giugno appuntamento a Padova

Infine, all'orizzonte, il 9 giugno, si profila il Convegno di Padova; tema di quest'anno: "Nuove frontiere per il risparmio energetico nell'approccio integrato alla climatizzazione: aspetti di controllo, accumuli termici, nuovi fluidi frigoriferi e ventilazione naturale".

Gli argomenti al centro del Convegno sono rivolti al controllo degli impianti, agli accumuli termici con particolare riferimento ai PCM (Phase Change Materials), alle potenzialità fornite dai nuovi fluidi refrigeranti, ai possibili risparmi legati al ricorso alla ventilazione naturale. Pur essendo tematiche differenti tra di loro, possono essere utilizzate in modo congiunto per ottenere una migliore efficienza complessiva del sistema edificio-impianto. La presenza di esperti nazionali del settore consentirà di affrontare lo stato di fatto, applicazioni e i recenti sviluppi nel settore della ricerca.



Strumenti per il professionista e seminari tecnici: il lavoro del Comitato Tecnico Applicazioni

La panoramica in corso sui Comitati Tecnici AiCARR ci porta in questo numero a fare la conoscenza del Comitato Tecnico Applicazioni, di cui parliamo con il suo Coordinatore, Filippo Busato, docente universitario e libero professionista.

«Il CT Applicazioni — illustra Busato — svolge le sue attività coinvolgendo Soci professionisti e Soci della Consulta industriale per lo sviluppo di temi relativi alle applicazioni impiantistiche, offrendo risultati utilizzabili principalmente da liberi professionisti e tecnici che si occupano dell'impianto e delle sue applicazioni.

I temi affrontati dal Comitato — per esempio fonti rinnovabili, pompe di calore, trattamento aria — variano in base alle esigenze del momento storico, determinate da adeguamenti normativi e di mercato, e, se non subentrano improvvise novità soprattutto a livello legislativo, restano validi indicativamente per un triennio».

Quali sono i risultati già raggiunti?

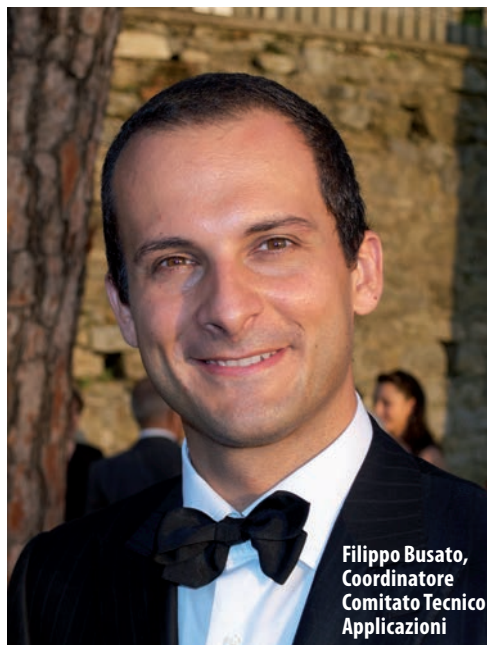
Nel triennio 2014-2016, il Comitato Applicazioni è essenzialmente impegnato in due tipi di attività: una legata a temi di carattere più generale, l'altra relativa ad applicazioni che sono frutto di un'evoluzione legislativa.

Per quanto riguarda l'attività di carattere generale, il Gruppo di Lavoro dedicato al recupero termico sull'aria espulsa, coordinato da Michele Vio, ha sviluppato un lavoro encomiabile, che ha portato alla pubblicazione della Guida AiCARR n. IV "Il recupero energetico dall'aria espulsa", consultabile gratuitamente sul sito da parte dei Soci. I risultati sono stati di assoluto rilievo nel contesto di un'analisi critica sul tema del recupero dell'aria, che non si applica a tutto campo ma dev'essere vagliato attentamente in funzione di quelle che sono le leggi della fisica e le configurazioni impiantistiche. Questo volume permette di comprendere quando è davvero opportuno recuperare l'aria di espulsione dagli impianti e quali sono invece quelle situazioni in cui non vale la pena farlo.

Un altro GdL di cui stiamo già apprezzando i risultati è quello relativo a misure e diagnosi energetica del settore industriale.

Quale attività svolge questo Gruppo di Lavoro?

Basato su applicazioni conseguenti a un'evoluzione legislativa, questo GdL, coordinato da Marco Dell'Isola, si occupa dei temi portati alla ribalta dal Dlgs 102/2014, che prescrive che tutti gli impianti centralizzati vengano contabilizzati entro il 31 dicembre 2016. Poiché l'adeguamento presuppone un'approfondita conoscenza normativa, stiamo realizzando



Filippo Busato,
Coordinatore
Comitato Tecnico
Applicazioni

alcuni strumenti — sostanzialmente Guide — in grado di condurre il progettista a conoscere in modo preciso i sistemi di contabilizzazione e le norme che li regolamentano. Il Professor Dell'Isola svolge la sua attività in modo puntuale ed è in costante contatto con le istituzioni, il CTI ed ENEA, garantendo così il costante aggiornamento delle informazioni.

Il risultato già conseguito dal Gruppo di Lavoro si concretizza nei seminari tecnici dedicati alla contabilizzazione del calore, in corso in tutta Italia da alcuni mesi.

Che dire invece dei "lavori in corso"?

Un Gruppo di Lavoro ancora in piena attività è quello dedicato ai sistemi a volume di refrigerante variabile. Ritengo che si tratti di un argomento molto importante, soprattutto per il professionista, oggi sempre più assente su questo tema, che viene delegato alle case produttrici delle macchine e al lavoro degli installatori. È invece necessario che l'ingegnere, il perito o l'architetto diventino esperti e protagonisti in questa materia, in modo da essere in grado di confrontarsi con i produttori e di effettuare consapevolmente le scelte tecniche che competono al loro operato. Poiché i sistemi a volume di refrigerante variabile sono particolarmente complessi e caratterizzati da criticità tecniche, abbiamo coinvolto numerose case produttrici e liberi professionisti molto esperti, al fine di realizzare un volume che supporti efficacemente il progettista, offrendogli un approccio sistematico per il migliore sviluppo di questi innovativi sistemi. La Guida dedicata ai sistemi a volume di refrigerante variabile verrà pubblicata verso la fine di quest'anno.

È ancora possibile proporsi per collaborare a questo Comitato?

Il Comitato Tecnico Applicazioni può già contare sull'attività di professionisti e accademici di altissimo livello, ma è senz'altro aperto alle proposte di collaborazione di chi porta competenze avanzate e contributi di eccellenza sui temi trattati.

Il corso per Esperto in Gestione dell'Energia — Novità 2016

Grazie al rapido sviluppo della green e della white economy, sul mercato del lavoro si stanno delineando nuove figure professionali e una sempre più incisiva qualificazione viene richiesta a figure già esistenti.

Tra le professionalità a cui si richiedono competenze precise e, a partire dal prossimo luglio, anche certificate c'è l'EGE, Esperto in Gestione dell'Energia.

AiCARR Formazione, che già da tempo propone in collaborazione con ICMQ gli esami di certificazione per EGE, ha sviluppato un nuovissimo corso, pensato non solo per offrire una migliore preparazione all'esame, ma anche per fornire le nozioni fondamentali in riferimento ai temi connessi alla gestione dell'energia, dell'efficiamento energetico e dei relativi meccanismi di incentivazione, con l'obiettivo di consentire ai partecipanti di acquisire le indicazioni per svolgere l'attività di EGE riferite alle competenze minime indicate dalla Norma UNI CEI 11339.

In particolare si parlerà di: processi, modelli e sistemi impiantistici innovativi per l'efficienza energetica; legislazione energetica-ambientale, normativa tecnica e certificazione energetica; meccanismi di incentivazione dell'efficienza energetica e delle fonti rinnovabili di energia; politiche e strategie energetiche alla scala territoriale di edificio; strumenti contrattuali per l'approvvigionamento dei servizi energetici, il mercato elettrico e il mercato del gas; analisi tecnico-economiche per l'efficienza energetica e il risparmio energetico. La durata del corso è di 16 ore, i docenti sono: Filippo Busato, PhD in Fisica Tecnica, EGE certificato; Fabio Minchio, PhD in energetica, EGE certificato.

Saranno richiesti Crediti Formativi Professionali per gli ingegneri.

Il calendario

Edizione di Milano

18 e 19 febbraio

Sede: AiCARR

Edizione di Roma

7 e 8 marzo

Sede: Facoltà di Architettura, Aula Nexttheatre, Via A. Gramsci 53, Roma

Tutte le date dei prossimi esami EGE

Come gli addetti ai lavori ormai ben sanno, il 19 luglio è una data cruciale per la figura professionale dell'Esperto in Gestione dell'Energia, per il quale certificare la propria professionalità sarà una condizione obbligatoria al fine di poter condurre le diagnosi energetiche periodiche prescritte per grandi imprese e imprese energivore, in base al Dlgs 102 del 4/07/2014 di recepimento della direttiva europea sull'efficienza energetica.

AiCARR Formazione, in collaborazione con ICMQ, già da mesi certifica Esperti in Gestione dell'Energia (EGE) in base allo schema di certificazione e accreditamento per la conformità alla norma UNI CEI 11339:2009 in materia di EGE, pubblicato lo scorso maggio dal Ministero dello sviluppo economico e del Ministero dell'ambiente.

Per agevolare coloro che dispongono dei requisiti professionali richiesti dall'Ente certificatore e intendono conseguire la certificazione, AiCARR Formazione propone ogni mese una sessione d'esame.

Queste le prossime date:

- Venerdì 26 febbraio
- Giovedì 24 marzo
- Giovedì 21 aprile
- Giovedì 26 maggio
- Giovedì 30 giugno

Ritorna a brevissimo il Percorso STED – Fino a 48 CFP per gli ingegneri

AiCARR Formazione, forte della collaborazione con l'associazione IBPSA che promuove e sviluppa la pratica della simulazione della prestazione degli edifici, organizza a Milano, a partire dal 30 marzo, il Percorso Simulazione termoeconomica dinamica degli edifici. Il Percorso, che ha ottenuto un ottimo riscontro nella precedente edizione, fornisce le basi per la costruzione di modelli termoeconomici di sistemi edilizi e impiantistici all'interno di due tra i più diffusi software di simulazione dinamica: EnergyPlus e TRNSYS. **Ogni modulo ha una durata complessiva di 4 giorni**, i primi due dedicati ai fondamenti teorici e all'installazione dei rispettivi software e gli altri due all'impiego degli stessi.

È possibile iscriversi a uno o entrambi i moduli.

Il Percorso è di particolare interesse per tutti i professionisti che, per incrementare la propria competitività sul mercato e garantire la soddisfazione della committenza, intendono avvicinarsi allo studio dei modelli di simulazione di componenti edilizi e impiantistici per essere in grado di valutare e definire i requisiti di prestazione energetica nel lungo periodo.

Il calendario

30 e 31 marzo - Teoria per Modulo B e Modulo C

Il programma teorico (16 ore) è comune e propedeutico ai due moduli software EnergyPlus e TRNSYS.

3 e 4 maggio - Modulo B - Energy Plus

24 e 25 maggio - Modulo C – TRNSYS

Verranno richiesti 48 CFP per gli ingegneri che partecipano a entrambi i moduli (B + C) oppure 32 CFP per gli ingegneri che parteciperanno a un solo modulo (solo B o solo C)

Fondamenti 2016 – Quattro giornate dedicate alle centrali

Le varie tipologie di centrale – termica, idrica e frigorifera – sono l'argomento al centro delle quattro giornate in programma nel Percorso Fondamenti.

I corsi, partendo dai componenti di ogni tipologia, analizzano l'architettura generale delle centrali e definiscono le regole di base per il loro corretto collegamento all'impianto, fondamentale per la buona riuscita di un progetto.

Come sempre frequentabili in toto o selezionando unicamente i moduli di interesse, le giornate sulle Centrali forniscono dati e spunti di analisi preziosi sia per i tecnici del sistema edificio-impianto, sia per i gestori di strutture pubbliche o private e gli energy manager.

Ogni modulo garantisce 7 CFP agli ingegneri e saranno chiesti crediti per i periti

Il calendario

5 aprile - Centrali termiche (CE1F)

Docente: Ing. Massimo Silvestri, Studio tecnico Silvestri & Associati

6 aprile - Centrali e impianti idrici – Sistemi di scarico di acque reflue (CE2F)

Docente: Ing. Massimo Silvestri, Studio tecnico Silvestri & Associati

19 aprile - Centrali frigorifere (CE4F)

Docente: Ing. Michele Vio, libero professionista

22 aprile - Macchine frigorifere e pompe di calore: fondamenti (CE3F)

Docente: Prof. Ing. Renato Lazzarin (Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi industriali DTG)

Smart City e Smart Grid nel primo Seminario AiCARR in MCE

Si avvicina l'appuntamento con i quattro Seminari organizzati da AiCARR in Mostra Convegno Expocomfort 2016.

L'agenda si apre con il **Seminario internazionale AiCARR "Strategia per le comunità dell'energia su scala urbana", in programma il 16 marzo alle ore 13.30.**

AiCARR, anche con il contributo di un relatore ASHRAE, affronta in questo seminario il tema delle Smart City e delle Smart Grid, approfondito nella nuova Guida AiCARR che sarà disponibile in anteprima durante l'evento.

Come illustrato nella premessa del Presidente de Santoli, il futuro in campo energetico si basa su una programmazione a medio-lungo termine che promuova l'uso intelligente delle nuove tecnologie e la consapevolezza e la responsabilità delle istituzioni e degli individui. Questa programmazione deve, tra l'altro, dettare le forme di una transizione verso un modello diverso, che affronti in modo innovativo l'interazione tra consumi elettrici, termici e dei trasporti considerati in modo unitario, che tenga in considerazione differenti opzioni sulle reti e sull'accumulo, per creare quella flessibilità necessaria a una coerente penetrazione delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica nel tessuto industriale, civile e dei trasporti.

È dunque necessario affrontare in modo organico il mix energetico dei prossimi anni, la revisione della struttura tariffaria per abbassare i costi delle bollette, l'innovazione delle reti per intensificare lo sviluppo della generazione distribuita, il superamento della logica dei grandi impianti di produzione a favore dello sviluppo di distretti energetici ambientali locali e l'incentivazione dell'efficienza energetica. Le grandi reti energetiche integrate con quelle delle telecomunicazioni e dei trasporti costituiscono l'asse portante del rilancio del Paese, sul piano della crescita e dell'occupazione. Il settore energetico-ambientale può essere di supporto a tutti gli altri settori produttivi: dell'edilizia, delle agro-energie, della manifattura, della chiusura virtuosa del ciclo dei rifiuti, e quindi con questi deve essere integrato. La predisposizione di una programmazione dovrebbe indicare le basi per un cambiamento radicale del modello di sviluppo. Il primo cambiamento è quello del coinvolgimento operativo di ogni individuo nei programmi e nelle decisioni sul tema dell'energia. Cambiare il modello energetico significa cambiare la società, perché si definisce un ruolo nuovo per l'individuo, positivamente e volontariamente portato a un atteggiamento più consapevole e attivo sia come consumatore (smart users), sia come produttore (prosumers).

La sensibilizzazione delle comunità locali sul tema dell'energia permetterebbe il raggiungimento di un elevato grado di sicurezza energetica nell'approvvigionamento, l'ottenimento di risultati significativi dal punto di vista ambientale, il risparmio in termini di bollette energetiche, e in ogni caso la rifondazione della stessa società sulla base di rinnovati rapporti interpersonali più responsabili.

Le strategie per il cambiamento del modello energetico verranno illustrate da rappresentanti di ASHRAE e CIBSE e dagli autori della Guida AiCARR.

Questo il programma preliminare:

14.00 Saluti di benvenuto e introduzione ai lavori

Livio de Santoli, Presidente AiCARR

14.10 Smart Grid e Smart Cities

Relazioni di:

Livio de Santoli, Presidente AiCARR

Un rappresentante della VIII Commissione "Ambiente Territorio e Lavori Pubblici", Camera dei Deputati

David Underwood, Presidente ASHRAE

John Field, Presidente Eletto CIBSE

15.10 Definizione di comunità dell'energia

Vittorio Chiesa, Dipartimento di Ingegneria Gestionale, Politecnico di Milano

15.25 La valutazione tecnico-economica

Vittorio Chiesa, Dipartimento di Ingegneria Gestionale, Politecnico di Milano

15.40 Le tecnologie

Luca A. Piterà, Segretario Tecnico AiCARR

15.55 Efficienza energetica nei regolamenti edilizi in una Smart City

Giuliano Dall'O', Dipartimento ABC, Politecnico di Milano

16.10 Il quadro comunitario e L'Energy Union/Smart City nella UE

Marcello Capra, Ministero dello Sviluppo Economico

16.25 Partecipazione della domanda: un nuovo paradigma per l'industria elettrica

Arturo Losi, Direttore Consorzio Interuniversitario Nazionale per Energia e Sistemi elettrici - Ensiel

16.40 Stato dell'Arte in Italia

Mauro Annunziato, ENEA, Roma

16.55 Il ruolo delle Smart City nell'efficientamento delle reti

Marco Dell'Isola, Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università degli Studi di Cassino e del Lazio meridionale

Nei giorni successivi il programma di eventi AiCARR prosegue con gli **altri tre appuntamenti**, dedicati a temi altrettanto attuali. Qui di seguito il calendario; per approfondimenti sui contenuti, vi invitiamo a leggere l'articolo di Piercarlo Romagnoni "Da febbraio a giugno, una panoramica sugli eventi AiCARR", nella rubrica Appuntamenti con l'Associazione di questo numero.

• Seminario AiCARR "Prime ricadute dei DM 26 giugno 2015, Decreti Requisiti Minimi e APE sul territorio", giovedì 17 marzo, ore 10.30

Interranno: Livio de Santoli, Presidente AiCARR; Piercarlo Romagnoni, IUAV, Università degli Studi di Venezia; Livio Mazzarella, Dipartimento di Energia, Politecnico di Milano; Luca A. Piterà, Segretario Tecnico AiCARR; rappresentanti di MISE, ENEA, CTI, CNI, Regione Lombardia.

• Seminario AiCARR-REHVA "Principles, expected effects and national implementations of European Directive 31/2010 and 27/2010", giovedì 17 marzo, ore 13.30

Interranno: Livio de Santoli, Presidente AiCARR; Piercarlo Romagnoni, IUAV, Università di Venezia; Jaap Hogeling, Isso Director, CEN/TC 371 Committee Chairman; Jarek Kurnitski, Vice Chairman REHVA, TRC; Livio Mazzarella, Vice Chairman REHVA, TRC, AiCARR; Delia D'Agostino, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Energy, Ispra, (Va); Stefano P. Corgnati, Presidente Eletto REHVA; Hans Besselink, Senior Consultant Royal Haskoning DHV, TVLL.

• Seminario AiCARR "La contabilizzazione del calore: a che punto siamo?", venerdì 18 marzo, ore 10.30

Relatori: Livio de Santoli, Presidente AiCARR (saluti introduttivi); Marco Dell'Isola, Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale; Roberto Torreggiani, Giacomini spa, San Maurizio D'Opaglio (No); Rappresentanti di CTI e ANACI e altri relatori in fase di definizione.

Un approccio integrato alla climatizzazione nel 33° Convegno di Padova



Si svolgerà a Villa Ottoboni il 33° Convegno nazionale di Padova "Nuove frontiere per il risparmio energetico nell'approccio integrato alla climatizzazione: aspetti di controllo, accumuli termici, nuovi fluidi frigorigeni e ventilazione naturale", in agenda il 9 giugno.

Il Convegno si focalizzerà su un approccio integrato alla climatizzazione per il conseguimento del risparmio energetico, tema che verrà declinato in diversi aspetti: il controllo degli impianti, gli accumuli termici con particolare riferimento ai PCM (Phase Change Materials), le potenzialità fornite dai nuovi fluidi refrigeranti, i possibili risparmi legati al ricorso alla ventilazione naturale.

Tali argomenti saranno affrontati nelle relazioni a invito da esperti del settore che illustreranno lo stato dell'arte, alcune rilevanti applicazioni e i recenti sviluppi nel settore della ricerca.

Questi i titoli delle relazioni a invito:

- Potenzialità e limiti dell'utilizzo dei PCM (Phase Change Materials) nello stoccaggio termico

Marco Noro, Università degli Studi di Padova

- Integrazione di sistema negli impianti di climatizzazione

Luca Zordan, Blue Box Group Srl, Cantarana di Cona (Ve)

- Nuovi fluidi per la climatizzazione

Alfonso William Mauro, Università Federico II, Napoli

- L'utilizzo della ventilazione naturale per il raffrescamento passivo degli edifici

Marco Perino, Dipartimento di Energia Politecnico di Torino

Come sempre, è previsto un articolato programma di relazioni libere su studi e applicazioni già operative sul territorio.

Elezioni Presidente AiCARR 2017-2019

Dal 15 al 29 febbraio si svolgono le elezioni online del Presidente AiCARR per il triennio 2017/2019.

I due candidati alla Presidenza sono: Prof. Ing. Francesca Romana d'Ambrosio e Prof. Ing. Mauro Strada.

Di ciascun candidato sono disponibili sul sito, nella sezione dedicata, una presentazione con un breve curriculum e con i punti chiave del programma di attività per il triennio di competenza, oltre a una comunicazione ai Soci. Secondo una procedura già collaudata durante le ultime elezioni e illustrata nella comunicazione esplicativa inviata via mail ai Soci, le votazioni si terranno online, al fine di

permettere una più ampia e agevole partecipazione a questo fondamentale momento della vita associativa.

Ricordiamo che il Presidente viene eletto dai Soci aventi diritto per un mandato triennale, senza possibilità di rielezione consecutiva. La votazione si tiene un anno prima della scadenza del mandato del Presidente in carica: il successore, definito "Presidente Eletto", assiste all'attività del Presidente in carica e partecipa senza diritto di voto alle riunioni della Giunta e del Consiglio. Il Presidente Eletto assume la Presidenza contemporaneamente all'entrata in carica del nuovo Consiglio Direttivo.

34° Convegno Nazionale di Bologna

Giovedì 20 ottobre - SAIE Bologna Fiere

"Soluzioni impiantistiche per edifici a basso consumo di energia: indirizzi normativi, tecnologie e strategie di gestione".

Nelle prossime settimane verrà pubblicato il Call for Papers.

Fondamenti 2016 – La regolazione automatica per il risparmio energetico

I dispositivi di regolazione, ormai presenti in tutti i sistemi impiantistici, indipendentemente dalla loro taglia e dalla destinazione d'uso degli ambienti, hanno assunto negli ultimi anni un ruolo fondamentale oltre che nella conduzione degli impianti anche nel raggiungimento degli obiettivi di risparmio energetico e di comfort ambientale. Il corso "Regolazione automatica: fondamenti e applicazioni", in programma il 27 aprile nel Percorso Fondamenti, fornisce le più importanti conoscenze sulla regolazione automatica degli impianti di climatizzazione, sul dimensionamento delle valvole di regolazione, sulle applicazioni della regolazione automatica negli impianti di climatizzazione, sul risparmio energetico mediante la regolazione degli impianti.

Il modulo, che attribuisce 7 crediti agli ingegneri e per il quale verranno chiesti crediti per i periti, è consigliato a progettisti, energy manager e tecnici addetti alla manutenzione e controllo degli impianti.

Docente: Per. Ind. Carlo Giobbe, Belimo Italia



Fondamenti 2016 - Il progetto: procedure, documenti e legislazione

Giovedì 28 aprile è in programma un appuntamento da non perdere per liberi professionisti, società di ingegneria, appaltatori dei settori pubblico e privato.

Si tratta del corso "Il progetto: procedure, documenti e legislazione", pensato per offrire a queste figure professionali conoscenze specifiche che permettano, nel percorso di elaborazione del progetto, la perfetta interpretazione degli elaborati dal punto di vista tecnico ed economico, il preciso riferimento alla normativa di settore, la produzione di capitolati e specifiche tecniche con validità contrattuale, la redazione di un computo metrico che identifichi con esattezza le opere da eseguirsi.

Il modulo fornisce una panoramica completa di tutti gli step da affrontare in questo percorso, in un'ottica di attualità garantita dai richiami ai disposti Legislativi D Lgs. 163/2006 - DPR 207/2010, aggiornati agli ultimi Decreti Legge, e alla procedura di Commissioning. Obiettivo finale è saper eseguire una progettazione a regola d'arte che porti, nei tempi e con i costi previsti, alla soddisfazione comune degli attori coinvolti: Committente, Team di progettazione e Appaltatore. La giornata garantisce 7 CFP agli ingegneri, verranno richiesti crediti per i periti.

Docente: Ing. Gian Paolo Perini, TecnoProgetti & Partners

Tutte le informazioni relative alla Formazione aziendale sono pubblicate sul sito www.aicarrformazione.org nell'area dedicata

www.quine.it

per avere la copia cartacea

e la copia digitale in anteprima

AiCARR journal

Fascicolo	DOSSIER MONOGRAFICO	FOCUS TECNOLOGICO
#35	Strategie di ottimizzazione energetica nelle strutture per il commercio	Catena del freddo Monitoraggi e regolazioni Fonti rinnovabili
#36	Edifici storici	Contabilizzazione
#37	Efficienza nell'industria	Ventilazione
#38	Edifici del terziario	Antincendio
#39	Edifici per la sanità	Filtrazione
#40	Riqualificazione strutture ricettive	Rinnovabili
#41	Sviluppi pompe di calore	VRF idronico



Tutti gli ARRETRATI li trovi su www.quine.it

Editore: Quine srl - Via Santa Tecla, 4 - 20122 Milano - Italia - Tel. +39 02 864105 - Fax. +39 02 72016740

ABBONATI! INVIA SUBITO QUESTO TAGLIANDO VIA FAX AL NUMERO 02 72016740 INSIEME ALLA COPIA DEL PAGAMENTO

Desidero abbonarmi ad AiCARR journal al costo di: ☐ 55 euro (6 numeri all'anno)

☐ Nuovo abbonato ☐ Rinnovo

Pagamento

☐ Desidero ricevere fattura (indicare in numero di Partita IVA nel modulo sottostante)

☐ Versamento su c/c postale N.60473477 intestato a Quine srl - Via Santa Tecla, 4 I w20122 Milano (Allegare copia)

* Il CVV2 è il codice di tre cifre posizionato sul retro della carta di credito dopo i numeri che identificano la carta stessa per il circuito VISA.

☐ Bonifico a favore di Quine srl - Credito Valtellinese, ag.1 di Milano - IBAN: IT880521601631000000000855 (Allegare copia)

☐ Carta di credito N. _____ CVV2* _____

☐ Visa ☐ Mastercard ☐ Cartasì

Titolare

Scadenza 1 1 11 1

NOME

COGNOME

PROFESSIONE

AZIENDA

INDIRIZZO

P.IVA

CAP

PROV.

CITTÀ

TEL

FAX

EMAIL

FIRMA

TECNAIR LV

www.tecnairlv.it

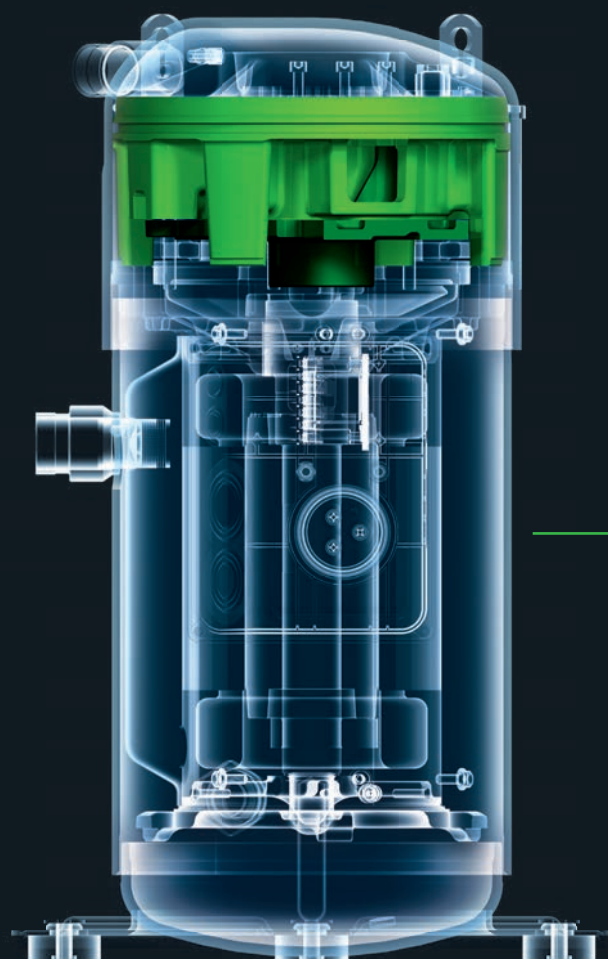


F series

- Condizionatori d'aria free cooling con raffreddamento adiabatico
- Risparmio energetico di oltre 80% rispetto ad un impianto con raffreddamento meccanico
- Riduzione del consumo d'acqua di oltre il 60% rispetto ai sistemi evaporativi convenzionali
- Utilizzo di acqua potabile. Non saranno necessari costosi impianti di demineralizzazione dell'acqua, indispensabili nei sistemi evaporativi convenzionali



www.luvegroup.com



POTENZA PER IL FREDDO E PER
IL CALDO. **EFFICIENZA NEL
FUNZIONAMENTO ANNUALE.**



ORBIT 6



ORBIT 8

Funzionamento da pompa di calore a condizionatore: i compressori scroll ORBIT R410A BITZER offrono un'ampia gamma da 10 a 40 hp – con la più elevata efficienza e la più contenuta emissione sonora della categoria. Ideali per funzionamento in parallelo in tandem e trio e con una circolazione d'olio estremamente contenuta. Un'eccezionale combinazione per la riduzione dei costi energetici. Ulteriori informazioni sui nostri prodotti su www.bitzer.it



THE HEART OF FRESHNESS