



Ricerca di Sistema elettrico

Report su attività di diffusione dei risultati del WP3 – Anno 2021

F. D'Annibale, A. Mariani, M. Pieve,
R. Trinchieri, A. C. Violante

REPORT SU ATTIVITÀ DI DIFFUSIONE DEI RISULTATI DEL WP3 – ANNO 2021

F. D'Annibale, A. Mariani, M. Pieve, R. Trinchieri, A. C. Violante (ENEA)

Dicembre 2021

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero della Transizione Ecologica - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - III annualità

Obiettivo: Tecnologie

Progetto: Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali

Work package: Pompe di Calore

Linea di attività: Diffusione dei risultati Anno 2021

Responsabile del Progetto: Claudia Meloni, ENEA

Responsabile del Work package: Raniero Trinchieri, ENEA

Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE.....	5
2 PARTECIPAZIONE A CONGRESSI ED EVENTI.....	5
2.1.1 <i>Attività di diffusione e networking in ambito IEA</i>	5
2.1.2 <i>Congressi ed eventi</i>	8
3 PUBBLICAZIONI SU RIVISTE.....	8

Sommario

L'attività di diffusione dei risultati del WP3 "pompe di Calore" del progetto 1.7 "Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali" nella terza annualità ha risentito del protrarsi dell'emergenza sanitaria legata al COVID-19. Le attività di partecipazione a congressi ed eventi legati alla tecnologia in studio sono quindi state condotte in massima parte in modalità remota. Tra le altre si segnala l'organizzazione da parte di personale ENEA e la partecipazione alla ha ospitato on line il meeting del Programma di Collaborazione Tecnologica sulle Tecnologie a Pompa di calore dell'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA-HPT-TCP), nell'ambito del quale è stato svolto un workshop per trattare la "Condivisione della conoscenza" sulla tematica delle pompe di calore.

Nel corso della stessa annualità sono state prodotte alcune pubblicazioni su riviste scientifiche e di divulgazione, nelle quali sono stati illustrati alcuni dei risultati dell'attività di ricerca, in particolare afferenti i refrigeranti a basso GWP e la tecnologia geotermica in studio con apparato sperimentale presso il C.R. ENEA Casaccia.

1 Introduzione

L'attività di diffusione dei risultati del WP3 "pompe di Calore" del progetto 1.7 "Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali" nella seconda annualità è stata ancora influenzata dalle vicende pandemiche legate alla diffusione del virus COVID-19, che ha limitato la possibilità di partecipazione in presenza a congressi specialistici e a gruppi di lavoro internazionali.

Le principali attività di diffusione hanno riguardato la partecipazione a congressi ed eventi in modalità remota e la pubblicazione di contributi su riviste scientifiche e di divulgazione scientifica.

2 Partecipazione a Congressi ed eventi

2.1.1 Attività di diffusione e networking in ambito IEA

Il giorno 11 novembre 2021 l'ENEA ha ospitato on line il meeting del Programma di Collaborazione Tecnologica sulle Tecnologie a Pompa di calore dell'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA-HPT-TCP). Nell'ambito di questo meeting si è svolto un workshop di "Condivisione della Conoscenza".

Il Programma di Collaborazione Tecnologica sulle Tecnologie a Pompa di Calore dell'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA-HPT-TCP) ha la missione di produrre e divulgare informazione obiettiva ed equilibrata sulle tecnologie a pompa di calore, nei diversi ambiti applicativi in cui esse sono presenti. Ai TCP aderiscono Paesi ed Organizzazioni che contribuiscono alla condivisione dell'informazione e delle risorse sulle pompe di calore: i partecipanti hanno la possibilità di discutere le rispettive necessità, condividere informazioni chiave ed apprendere da un sempre crescente patrimonio di esperienze circa lo sviluppo e la diffusione di tali tecnologie.

Il workshop organizzato ha avuto lo scopo di raccogliere, analizzare e divulgare informazioni circa lo stato della ricerca e sviluppi tecnologici, mercato, regolamentazioni e politiche sulle tecnologie a pompa di calore nel nostro paese. Si è articolato in una serie di presentazioni, tenute da stakeholder nazionali della filiera delle pompe di calore, tra cui si possono citare esponenti della filiera produttiva, del mondo delle associazioni di categoria e degli enti normatori. In Figura 1 si mostra il programma dell'evento.

**Italian National Workshop for ExCo meeting of IEA HPT TCP by IEA
November 11th, 2021**



**Heating & Cooling in Italy
with Heat Pumps towards 2030**

Agenda

h (CET)

- | | |
|--------------|--|
| 8:45 | <i>Welcome from host</i>
Maurizio Pieve, ENEA, Delegate for Italy in the TCP ExCo |
| 8:50 | <i>Welcome from ENEA</i>
Giorgio Graditi, ENEA, Head of Energy Dept. |
| 9:05 | <i>Technology Collaboration Programme on Heat Pumping Technologies (HPT TCP) by IEA</i>
Stephan Renz, ExCo Chairman |
| 9:30 | <i>The ecological transition as an opportunity to boost heat pumps</i>
Federico Musazzi, Assoclisma |
| 9:55 | <i>Heat pumps in the context of the energy performance of buildings</i>
Roberto Nidasio, CTI |
| 10:20 | <i>The role of the servicing sector in heating and cooling</i>
Marco Buoni, AREA |
| | 10 mins Break |
| 10:55 | <i>IEA-HPT Annex 54</i>
Sergio Bobbo, CNR |
| 11:20 | <i>Innovation for sustainable heating: a new generation of high temperature heat pumps</i>
Ferdinando Pozzani, TEON |
| 11:45 | <i>SolairHP Project: First results of summer campaign</i>
Luca Gugliermetti, ENEA |
| 12:15 | End of Workshop |

Figura 1: programma del workshop “Condivisione della Conoscenza”organizzato da ENEA

In occasione di un'altra iniziativa di confronto, periodicamente organizzata all'interno del TCP IEA (per illustrare, con cadenza regolare, lo stato aggiornato delle condizioni di mercato e di sviluppo tecnologico delle pompe di calore nei vari paesi aderenti), i delegati, entrambi appartenenti ad ENEA, hanno collaborato alla predisposizione dell'agenda del Country Report meeting, invitando alcuni esponenti di spicco di Assoclisma, in rappresentanza delle associazioni di categoria, a rappresentare il mondo dei produttori delle pompe di calore in Italia. Il tema dell'intervento (in Figura 2) è stato concordato tra i

delegati e i relatori: il focus ha riguardato l'analisi delle potenzialità di diffusione della tecnologia delle pompe di calore in sostituzione del parco di generazione termica residenziale esistente nell'ottica della decarbonizzazione del settore della climatizzazione.

Technology Collaboration Programme
 by IEA

Country Report 2021 - Italy

M. Dall'Ombra - F. Pettorossi (Assoclisma)



The HPT TCP is part of a network of autonomous collaborative partnerships focused on a wide range of energy technologies known as Technology Collaboration Programmes or TCPs. The TCPs are organised under the auspices of the International Energy Agency (IEA), but the TCPs are functionally and legally autonomous. Views, findings and publications of the HPT TCP do not necessarily represent the views or policies of the IEA Secretariat or its individual member countries.

2021-11-23 www.heatpumpingtechnologies.org 

Figura 2: Prima pagina della presentazione del Country Report for Italy

Un significativo coinvolgimento di personale ENEA nell'ambito IEA ha riguardato il conferimento del ruolo di chairman in una sessione della 13th International Energy Agency Heat Pump Conference (Figura 3), tenutasi il 26-29 aprile 2021 a Jeju (Sud Corea) in modalità ibrida.

■ Schedule of Session Chairs

* Time: The live stream schedule is based on Korea Standard Time (KST / UTC +9).

No.	Chair	Affiliation	Country	Date	Time*	Room
1	Akio Miyara	Saga Univ.	JP	Tue., April 27	S 01: 13:00~14:20	Room C
2	Bamdad Bahar	Xergy	US	Thur., April 29	S 10: 10:40~12:00	Room B
3	Benjamin Zühlisdorf	Danish Technological Institute	DK	Wed., April 28	S 08: 16:10~17:30	Room C
4	Bin Hu	Shanghai Jiao Tong Univ.	CN	Tue., April 27	S 01: 13:00~14:20	Room A
5	Brian Fricke	Oak Ridge National Lab.	US	Thur., April 29	S 10: 10:40~12:00	Room A
6	Carsten Wemhöner	HSR Univ. of Applied Sciences Rapperswil	CH	Wed., April 28	S 06: 13:00~14:20	Room B
7	Christoph Reichl	AIT Austrian Institute of Tech.	AT	Tue., April 27	S 02: 14:40~16:00	Room B
8	Didier Coulumb	IIR Director	FR	Tue., April 27	S 03: 16:10~17:45	Room A
9	Eckhard Groll	Purdue Univ.	US	Thur., April 29	S 09: 09:00~10:20	Room C
10	Ed Vineyard	U.S. Department of Energy	US	Thur., April 29	S 09: 09:00~10:20	Room B
11	Emina Pasic	IEA HPT ExCo Delegate Sweden	SE	Wed., April 28	S 08: 16:10~17:30	Room B
12	Guoyuan Ma	Beijing Univ. of Tech.	CN	Thur., April 29	S 10: 10:40~12:00	Room C
13	Hideaki Maeyama	Heat pump & Thermal Storage Technology Center of Japan	JP	Wed., April 28	S 05: 10:40~12:00	Room A
14	Jeffrey Spittler	Oklahoma State Univ.	US	Wed., April 28	S 04: 09:00~10:20	Room B
15	Ji Hwan Jeong	Pusan National Univ.	KR	Thur., April 29	S 11: 13:00~14:20	Room B
16	Jun Young Choi	Korea Testing Lab.	KR	Thur., April 29	S 11: 13:00~14:20	Room A
17	Jussi Hirvonen	Finnish Heat Pump Association SULPU ry	FI	Tue., April 27	S 02: 14:40~16:00	Room A
18	Marion Bakker	NL Delegate	NL	Thur., April 29	S 12: 14:40~16:00	Room A
19	Masafumi Katsuta	Waseda Univ.	JP	Wed., April 28	S 06: 13:00~14:20	Room C
20	Maurizio Pieve	ENEA	IT	Tue., April 27	S 03: 16:10~17:45	Room C
21	Michele Mondot	CETIAT	FR	Tue., April 27	S 02: 14:40~16:00	Room C
22	Mitsuhiro Fukuta	Shizuoka Univ.	JP	Tue., April 27	S 01: 13:00~14:20	Room B
23	Peter Schossig	Fraunhofer ISE	DE	Wed., April 28	S 07: 14:40~16:00	Room A
24	Rainer Jacobs	IZW e.V., Information Centre on Heat Pumps and Refrigeration	DE	Wed., April 28	S 07: 14:40~16:00	Room C
25	Reinhard Radermacher	Univ. of Maryland	US	Wed., April 28	S 04: 09:00~10:20	Room C
26	Rolf-Iver Hagemoen	EHPA	NO	Thur., April 29	S 12: 14:40~16:00	Room C
27	Sheng Wang	Gree Electric Appliances, Inc. of Zhuhai	CN	Wed., April 28	S 06: 13:00~14:20	Room A
28	Signhild Gehlin	Swedish Geoenergi Center	SE	Wed., April 28	S 08: 16:10~17:30	Room A
29	Sophie Hosatte	Natural Resources Canada - CanmetENERGY	CA	Thur., April 29	S 09: 09:00~10:20	Room A
30	Stephan Renz/ Carina Alles	Beratung Renz Consulting/Swiss Federal Office of Energy	CH	Thur., April 29	S 12: 14:40~16:00	Room B

Figura 3: estratto dell'elenco dei chairman per l'HPC 2020

2.1.2 Congressi ed eventi

Nel corso del 2021, personale ENEA ha partecipato al congresso del 15th International Conference on Chemical and Process Engineering (ICHEAP), programmato con modalità remota dal 23 al 26 maggio 2021. In questa occasione è stata presentata la memoria: presentazione memoria “Risk assessment and selection of low GWP refrigerants for heat pumps in residential application” poi pubblicata su Chemical Engineering Transactions.

In novembre 2021, personale ENEA ha partecipato al REFRIGERA SHOW 2021, fiera internazionale dedicata all’intera filiera della refrigerazione industriale, commerciale e logistica. In tale occasione, è stata condotta attività di networking con i principali rappresentanti di AREA (Air conditioning and Refrigeration European Association) e di EPEE (the European Partnership for Energy and the Environment).

3 Pubblicazioni su riviste

Per quanto riguarda le pubblicazioni realizzate nel corso del 2021, sono stati pubblicati i due articoli seguenti sulla rivista (Renewable Energy):

- Preliminary study of a closed loop vertical ground source heat pump system for an experimental pilot plant (Renewable Energy, Volume 176, October 2021, Pages 415-422, doi: 10.1016/j.renene.2021.05.083) degli autori Anna Carmela Violante, Marco Proposito, Filippo Donato, Giambattista Guidi e Luca Maria Falconi.

Di seguito l’abstract della pubblicazione:

A system for capturing thermal energy is planned for installation at the ENEA-Casaccia centre (Italy). Costs, primary energy requirements, pollutant emissions and seasonal electricity consumption were estimated. The configuration based on four boreholes of different depths and the sizing of the vertical loop (double-U) were performed according to the ASHRAE method. This pilot plant, the first under construction within an Italian research centre, is part of a long-term research project funded by the Italian Ministry of Economic Development. The results of this research could be applied throughout the Italian Tyrrhenian Apennine margin, which is geologically characterised by highly conductive lithotypes.

- Comparative life cycle assessment of the ground source heat pump vs air source heat pump, (Renewable Energy, Volume 188, April 2022, Pages 1029-1037, (doi: 10.1016/j.renene.2022.02.075) degli autori Anna Carmela Violante, Filippo Donato, Giambattista Guidi e Marco Proposito.

Di seguito l’abstract della pubblicazione:

In view of the decarbonisation of the thermal sector, the use of ground source heat pumps (GSHP) plays a key role. The geothermal system coupled with heat pumps, is the most energy efficient and environmentally sustainable heating and cooling system because the ground temperature is constant all year round, unlike traditional air-source heat pumps (ASHP). A comparative life cycle assessment of a pilot GSHP system, operating in the ENEA Casaccia Research Centre (Italy), and a conventional ASHP was performed. In accordance with ISO standard, the impacts on the four damage criteria were evaluated for each phase of the entire life cycle (production, installation, operation and end-of-life), using the SimaPro 9.0 software. The GSHP system has significant impacts compared to the other ASHP system components during manufacturing and installation. In contrast, slightly higher impacts of the ASHP system are recorded during the operational phase. It should be considered that the geothermal probe circuit has a useful life of 100 years, which allows for multiple operational life cycles of the geothermal plant. Therefore, the paper highlights that the GSHP system, as a whole, is more energy efficient and has a lower long-term environmental impact, compared to a traditional air conditioning system.

Nel 2021 è stato pubblicato il documento di divulgazione sul periodico la TERMOTECNICA nella rubrica Ricerca e Innovazione, dal titolo: Scenari di climatizzazione al 2030. pompe di calore vs caldaie a gas, degli autori Maurizio Pieve e Raniero Trinchieri

Di seguito si riporta l'abstract della pubblicazione:

Le pompe di calore rappresentano uno strumento prioritario per la sfida della decarbonizzazione, grazie allo sfruttamento di risorse rinnovabili quali l'aria, l'acqua e il terreno. Nell'ambito della climatizzazione possono fornire importanti vantaggi energetici ed economici per il sistema paese, per raggiungere gli obiettivi del PNIEC e per gli utenti finali. ENEA contribuisce al trasferimento tecnologico e alla loro diffusione con attività di ricerca volte ad individuare le possibili integrazioni con altre tecnologie, quali il solare termico, il fotovoltaico e l'accumulo, con l'obiettivo di migliorarne l'efficienza e l'eco-compatibilità. Si presenta di seguito un'analisi tecnico-economica di confronto dei costi di questa tecnologia rispetto a quella attualmente di riferimento per la climatizzazione residenziale invernale e la produzione di acqua calda sanitaria.

E' stato inoltre realizzato e pubblicato l'editoriale dell' HPT Magazine, (Vol.41 N3/2021, ISSN 2002-018X) avente come tema l'opportunità di accelerare la diffusione delle pompe di calore nel settore residenziale in Italia, offerta dal Green Deal. Di seguito si riporta il testo dell'editoriale:

Heat pumps are one of the most important space heating and cooling technologies for decarbonizing the building sector. Currently, the building sector is responsible for about 35% of the CO2 emissions at the European level. If we add that it accounts for 40% of the final energy consumption, the huge potential for decarbonization becomes evident.

Heat pumps are a well-established solution in more industrialized countries, where technologies, knowledge and investments have matured to the point where they may be expanded into new markets. Heat pumps are now ready to meet the European Green Deal's objectives in single-family homes, multi-family homes, renovations, and new constructions, as well as small and large commercial buildings and industrial plants. In terms of greenhouse impact, they are at least twice as efficient as high-efficient gas boilers for the same useful effect, with the potential to improve this factor further as the share of renewable energy (RES) in electricity generation grows. In this context, it is worth noting that by 2030, the RES share of EU electricity production is expected to more than double, from 32% now to roughly 65% or more. This combination means that heat pumps would be even closer to becoming a fully climate neutral solution.

The Green Deal has been well received by all players in the heat pump supply chain since it represents a unique opportunity for synergy between political guidelines and the energy-economic potential of a technology that would significantly contribute to the ecological transition. Like other countries such as France, Germany, and the Netherlands, Italy has implemented heat pump and boiler replacement programs. Measures like the Super Ecobonus, which combines economic growth with residential decarbonization and covers up to 110% of energy renovation expenditures until the end of 2022, are just one of the numerous specific actions of the Italian policy. It must comply with stringent conditions, such as improving the energy performance of the renovated building by at least two classes as a result of improved insulation and a new heating system. It is applied in the form of a tax deduction, but the transfer of credit and the direct invoice discount are also allowed. The replacement of heating equipment with (also) heat pump is included among the so-called leading works required to gain access to the deduction. Undoubtedly, this could be a significant opportunity to grow the heat pump market, which still has a large spread potential in the country.

Other sectors, aside from building renovation, still need to be sensitized in order to fully meet the Green Deal objectives; for example, the reorganization of the tariff and incentive system, the installers' formation and the information/communication for the end-user awareness to name a few.

Infine è stata pubblicata la memoria "Risk assessment and selection of low GWP refrigerants for heat pumps in residential application" su Chemical Engineering Transactions (vol.86, 2021, ISBN 978-88-95608-84-6; ISSN 2283-9216), già presentata al congresso ICHEAP sopra menzionato, di cui sono autori Carla Menale, Andrea Mariani, Maurizio Pieve, Raniero Trinchieri (ENEA) e Roberto Bubbico (Università Sapienza di Roma).

L'abstract è riportato di seguito:

This work deals with the risk related to the flammability and toxicity of low Global Warming Potential (GWP) refrigerants used in heat pumps for residential applications. Some new generation refrigerants were analyzed assuming to make a drop-in for a typical 50 kW heat pump, suited for small multi-family buildings (4 ÷ 6 dwellings). The theoretical maximum Coefficient of Performance (COP) was calculated for the selected fluids, identifying the best performing one from an energy point of view. Subsequently, an analysis of some of the potentially more dangerous accident scenarios was performed, considering the outdoor/indoor release of gases. More in detail, two accident scenarios were analyzed, assuming a refrigerant leak from a hole in the pipeline downstream of the heat pump compressor: in one case the gas is released in an open environment with an ignition near the release point (jet fire), in the other case the release happens within a confined environment. In both cases, the conditions in which it is possible to operate safely were determined.