



LIFE 4 HEAT RECOVERY

Recupero di calore di scarto urbano a bassa temperatura in reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento come fonte pulita di energia termica



Il progetto LIFE4HeatRecovery



Al centro di **LIFE4HeatRecovery** c'è il concetto di **sfruttamento del calore di scarto a bassa temperatura** da varie fonti urbane. I sistemi tradizionali di **teleriscaldamento**, sebbene più efficienti della maggior parte delle comuni soluzioni di riscaldamento individuale, spesso dipendono in larga misura dai combustibili fossili. Questo progetto mira a ridurre questa dipendenza sfruttando l'abbondante calore di scarto che ci circonda. Utilizzando **pompe di calore**, possiamo catturare e ridistribuire questo calore di scarto, trasformandolo in una preziosa fonte di energia per il riscaldamento degli edifici e la produzione di acqua calda.

Questo riduce i consumi energetici e abbassa le emissioni, contribuendo alla decarbonizzazione delle nostre città.

La maggior parte del calore di scarto disponibile nell'ambiente urbano viene rilasciato da **fonti a bassa temperatura** e strutture di servizio. La soluzione proposta consiste nel **recuperare questa energia a bassa temperatura verso le reti di teleriscaldamento mediante pompe di calore.**

LIFE4HeatRecovery si è spinto oltre,

contribuendo a dimostrare la fattibilità di una **nuova generazione di reti intelligenti di teleriscaldamento e teleraffrescamento**, dove le fonti di calore di scarto a bassa temperatura possono essere distribuite quanto i consumatori.

OBIETTIVI DEL PROGETTO:

1. **Dimostrare la fattibilità del recupero del calore di scarto** da varie fonti urbane, aprendo la strada a un futuro energetico più sostenibile.
2. Sviluppare strategie di gestione che diano priorità all'energia di scarto rispetto ai combustibili fossili nelle reti di teleriscaldamento, ottimizzando le interazioni della rete per un migliore rapporto costo-efficacia.
3. **Stabilire schemi di scambio di energia termica** su una base di "libero mercato", per un ecosistema energetico più dinamico ed efficiente.
4. **Facilitare investimenti su larga scala** in soluzioni di riscaldamento sostenibili attraverso schemi finanziari innovativi che coinvolgano finanziamenti pubblici e privati.

Il progetto è iniziato nel **2018**, con un budget totale di **5,8 milioni di €** e un **contributo finanziario dell'UE di 3,4 milioni di €** dal Programma LIFE. Include **11 beneficiari** sotto il coordinamento di **Eurac Research**.



Il progetto pilota a Heerlen





Recupero del calore di scarto nel teleriscaldamento: di cosa si tratta?

Molte attività e processi intorno a noi sfruttano il calore. Tuttavia, spesso si dimentica che dopo l'uso il calore non scompare semplicemente, ma si trasforma in altre forme di energia o, più comunemente, si degrada in calore a temperatura più bassa. Quest'ultimo, il **calore di scarto**, pur non essendo più direttamente utilizzabile per il processo originale, può essere ancora prezioso per altri scopi. Per esempio, il calore generato dal forno quando cuocete una torta non svanisce, ma durante e dopo il processo di cottura viene lentamente rilasciato nel vostro appartamento - il che può essere un vantaggio in inverno e uno svantaggio in estate. Si potrebbe quindi dire che in inverno, dopo aver servito il processo primario di cottura, il calore viene naturalmente riciclato nel processo secondario di riscaldamento degli ambienti, risparmiando consumi per il vostro sistema di riscaldamento.

Si può quindi immaginare una catena di sfruttamenti, dai processi a temperatura più alta a quelli a temperatura più bassa - una soluzione spesso utilizzata nell'industria per aumentare l'efficienza.



Una pompa di calore nei laboratori Eurac

Cos'è una pompa di calore?

Una **pompa di calore** è fondamentalmente un *frigorifero* - o, ribaltando la prospettiva, un frigorifero è una pompa di calore. È comune esperienza di tutti che un frigorifero sia una macchina in grado di raffreddare un volume (e il cibo al suo interno!). Questo avviene grazie a un circuito refrigerante posto sul retro della macchina che estrae calore dal volume interno. Senza entrare in dettagli tecnici, il risultato netto è che il calore viene prelevato dal volume interno del frigorifero e rigettato nell'ambiente - ovvero, il vostro appartamento. Ancora una volta, il calore non viene distrutto: viene semplicemente spostato da un luogo all'altro, a temperature diverse. Il ruolo chiave del frigorifero è invertire la direzione naturale del flusso di calore, trasferendolo da temperature più basse a temperature più alte invece del contrario. Ovviamente, questa inversione ha un costo, ovvero l'elettricità spesa per il compressore che aziona il circuito refrigerante.

Le leggi della fisica - così come i dettagli tecnici! - richiedono il proprio tributo.





Ad un certo punto, tuttavia, la temperatura del calore è così bassa che non può essere sfruttata per alcun processo utile.

Oppure no? Beh, le pompe di calore possono fornire una risposta inaspettata a questa domanda.

Grazie alle pompe di calore, anche il calore di scarto a bassa temperatura può essere riciclato e riutilizzato, dopo essere stato "pompato" a temperature più alte. Tuttavia, più bassa è la temperatura di partenza, maggiore è il consumo di elettricità del processo (e quindi il costo operativo). Inoltre, le pompe di calore sono macchine piuttosto costose. Quindi, la fattibilità tecnica non è una condizione sufficiente per rendere il sistema conveniente.

Uno dei risultati chiave del progetto LIFE4HeatRecovery è la dimostrazione che anche **temperature inferiori a 40°C** possono essere convenientemente sfruttate nel teleriscaldamento.

Il **calore di scarto** può provenire da varie fonti, inclusi processi industriali e attività quotidiane come il funzionamento di server o sistemi di refrigerazione. Questo calore di scarto è tutto intorno a noi, nascosto in **ospedali, supermercati, uffici e persino edifici residenziali.**

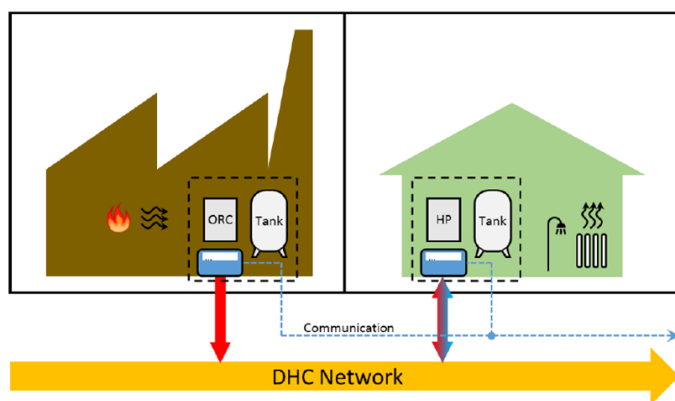
Grazie alle pompe di calore, possiamo quindi **catturare e riutilizzare questo calore di scarto a bassa temperatura.** Oltre a recuperarlo, è però anche cruciale essere in grado di distribuirlo.

Qui entra in gioco la sinergia con le reti di teleriscaldamento, in quanto possono attingere a molteplici fonti di calore di scarto sparse per la città e collegarle con gli utenti.

Questo offre una preziosa opportunità di **condividere il calore di scarto con altri.** Immaginate un ospedale che usa il suo calore in eccesso per riscaldare le case vicine, o un supermercato che vende il suo calore residuo per aiutare a riscaldare una scuola - è come trasformare tutti sia in produttori che consumatori di energia, o "prosumer", come talvolta vengono chiamati.

In sostanza, il **calore di scarto** non è solo qualcosa da ignorare o lasciar dissipare nell'atmosfera. È una **risorsa nascosta** che aspetta di essere sfruttata a beneficio della nostra comunità, consentendoci di riscaldarci e riducendo al tempo stesso la nostra impronta di carbonio.

Questi sono i concetti sui quali è stato ideato **LIFE4HeatRecovery** e sui quali sono stati sviluppati i sistemi pilota del progetto.



Un esempio di come il calore di scarto può essere integrato in una rete termica





Come funziona una rete di teleriscaldamento e teleraffrescamento?

Si ritiene che la **prima rete di teleriscaldamento** sia esistita nell'**Impero Romano** nell'antica città di Pompei. L'acqua riscaldata per mezzo dell'energia geotermica veniva trasportata in canali nel centro cittadino formando bagni di acqua calda.

Nella storia moderna, la prima rete di teleriscaldamento basata su energia in eccesso fu stabilita a **Frederiksberg, in Danimarca**. Il teleriscaldamento nella sua accezione moderna era nato!

Dopo la **rivoluzione industriale**, le persone sono migrate verso le città generando un'alta domanda di riscaldamento urbano.

Ogni casa veniva riscaldata con una caldaia separata, bruciando combustibili inquinanti e senza alcuna ottimizzazione.

Il teleriscaldamento è più efficiente e più pulito delle caldaie individuali negli edifici.

Il **teleriscaldamento** è un modo per **distribuire calore da una posizione centrale verso case e aziende, tipicamente usando tubi isolati**. Questo calore viene utilizzato principalmente per il riscaldamento di edifici e acqua sanitaria. Il calore può provenire da diverse fonti come combustibili, energia geotermica o anche calore riciclato da fabbriche e centrali elettriche. Queste fonti sono tipicamente più economiche ed efficienti delle caldaie individuali.

D'altra parte, il **teleraffrescamento è l'equivalente del teleriscaldamento dal punto di vista del raffrescamento**. Lavorando su principi ampiamente simili al teleriscaldamento, il teleraffrescamento fornisce acqua refrigerata a edifici come uffici e fabbriche.

Nel caso di **LIFE4HeatRecovery**, il **teleriscaldamento e il teleraffrescamento possono essere combinati insieme**. Questo può avvenire in reti che funzionano a **temperature neutre** (cioè, temperature intermedie tra i valori tipici di riscaldamento e raffreddamento) e usano pompe di calore per raggiungere la temperatura desiderata in inverno e in estate, fornendo sia riscaldamento che/o raffreddamento. Il recupero del calore di scarto aiuta la rete a mantenere la temperatura dell'acqua nei tubi e a usare meno energia.



"Teleriscaldamento" nell'antica Roma





SITI DIMOSTRATIVI

Tre siti reali sono stati sviluppati in LIFE4HeatRecovery.

Due soluzioni di recupero del calore di scarto sono state sviluppate dai beneficiari Cogeme e Mijnwater per reti a temperatura neutra, una nella città italiana di Ospitaletto (1) e una nella città olandese di Heerlen (2). In entrambi i casi il calore di scarto viene recuperato da dalle fonderie.

Un'installazione in una rete a media/alta temperatura è stata finalizzata da Aalborg Universitet, Aalborg Forsyning, Heatflow, Søren Jensen, Enisyst ed Eurac ad Aalborg (3), Danimarca. In questo sistema pilota, il calore di scarto viene direttamente recuperato dai server dell'università.

Tutti i siti dimostrativi sono entrati in funzione durante l'inverno 2023/2024.

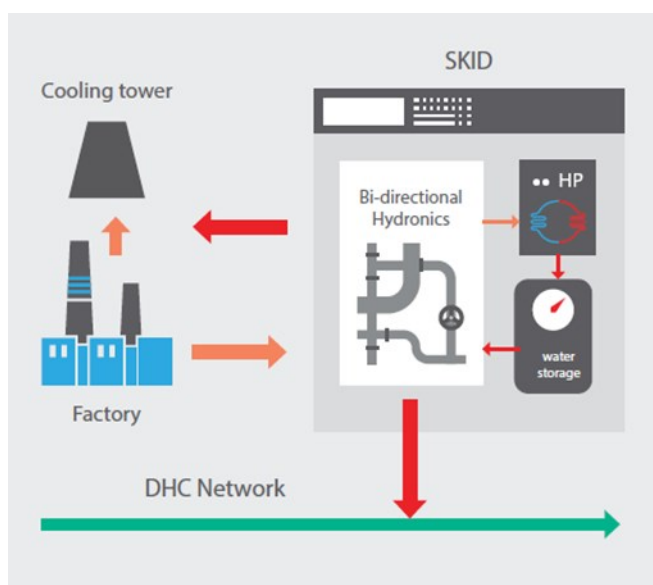




Risultati di LIFE4HeatRecovery

COSTRUZIONE DI UNITÀ PRONTE ALL'USO

Sono state create unità **prefabbricate** pronte all'uso, montate su cosiddetti **skid**. Questi skid hanno già incorporati tutti i componenti principali, come tubi e componenti elettrici, e sono progettati per un facile trasporto. Grazie al loro sistema idraulico interno, una volta collegati al sistema di tubazioni locale, questi skid permettono al calore di fluire in entrambe le direzioni. Ciò significa che **possono sia raccogliere calore di scarto che fornire riscaldamento o raffreddamento contemporaneamente**. Il concetto è quello di assemblare questi skid presso il sito del produttore e poi trasportarli dove sono necessari. Una volta lì, possono essere collegati alla fonte di calore di scarto e alla rete per un uso immediato.



Ecco come funziona lo SKID sviluppato dal progetto

OSPITALETTO: CALORE DI SCARTO DA UN'ACCIAIERIA

Nel 2018, è stato introdotto un nuovo sistema di teleriscaldamento a Ospitaletto: questo sistema innovativo si estende per 2,3 chilometri ed è gestito da COGEME, un'azienda locale. Sfrutta **diverse fonti energetiche a bassa temperatura**, come l'energia **geotermica** e il **calore di scarto** dell'acciaieria ASO nelle vicinanze. ASO è un'acciaieria che da luglio 2018 condivide il calore in eccesso delle sue torri di raffreddamento con la rete di teleriscaldamento attraverso uno scambiatore di calore. In LIFE4HeatRecovery, questo sistema di recupero è stato migliorato. COGEME ha progettato una soluzione non solo in grado di recuperare il calore di scarto nella rete, ma anche di riciclarlo all'interno di ASO per coprire le esigenze di riscaldamento degli spazi e di acqua calda sanitaria (per mensa e spogliatoi).



Uno degli skid di Ospitaletto





Questo è l'aspetto di una pompa di calore...

In questo modo, la fabbrica ha potuto eliminare completamente il collegamento dedicato al gas.

La configurazione risultante include **due unità**, uno skid con kit idraulico e uno skid con pompa di calore. Lo skid del **kit idraulico**, situato in prossimità delle torri di raffreddamento e del collegamento al teleriscaldamento, include il recupero effettivo del calore e un sistema di valvole in grado di cambiare la direzione del calore con molteplici opzioni. In questo modo, il calore può essere recuperato dalle torri di raffreddamento e consegnato alla rete o alla fabbrica o a entrambe,

a seconda delle necessità e della disponibilità di calore di scarto.

Inoltre, il calore può essere assorbito dalla rete per soddisfare le esigenze del circuito di riscaldamento locale di ASO quando la domanda interna è attiva e non è disponibile abbastanza calore di scarto (una situazione che si verifica durante l'avvio del processo di fonderia). Il kit della **pompa di calore** è invece situato in prossimità degli uffici della fabbrica, a una distanza di circa 130 m dal precedente skid. Questa seconda unità è necessaria per innalzare il calore preso dalle torri di raffreddamento o dalla rete (a temperature tra 15 °C e 25 °C) fino alla temperatura necessaria per il riscaldamento degli ambienti o la preparazione dell'acqua calda sanitaria. In definitiva, l'**obiettivo** di questo pilota è creare una **soluzione di riscaldamento sostenibile per Ospitaletto sfruttando al massimo il calore di scarto**. È una situazione vantaggiosa per tutti, riducendo lo spreco di energia.



Lo skid con il kit idraulico di Ospitaletto



Lo skid con la pompa di calore di Ospitaletto





HEERLEN: CALORE DI SCARTO PER LE PISCINE

Mijnwater (l'utility di teleriscaldamento di Heerlen) e **VDL Castings Heerlen** (una fonderia) hanno concordato di riutilizzare il **calore in eccesso** dai processi di fabbrica. Mijnwater, membro del consorzio LIFE4HeatRecovery, ha costruito un **impianto speciale con uno scambiatore di calore** per catturare questo calore. Il calore viene recuperato a circa 30°C, temperatura ideale per l'iniezione nella rete a temperatura neutra gestita da Mijnwater.

Il calore viene poi inviato ad altri edifici nelle vicinanze attraverso una rete di tubi. Questo aiuta a riscaldare il **centro multifunzionale MFA e Zwembad Hoensbroek, una piscina vicina**. In particolare, il progetto si è concentrato sul bilanciamento del calore tra la fonderia e la piscina, al fine di minimizzare il trasporto di rete.

L'**impianto di recupero del calore** prende l'acqua usata per raffreddare i processi della fabbrica e poi la rimanda indietro per essere riutilizzata. In passato, quest'acqua, dopo essere stata riscaldata dai vari macchinari, veniva raffreddata dall'aria nelle torri di raffreddamento.



La piscina dove viene riutilizzato il calore di scarto

Con il nuovo sistema, l'acqua viene raffreddata dallo scambio di calore con la rete, riducendo lo spreco di energia.



L'installazione a Heerlen

Complessivamente, si potrebbero recuperare fino a circa **4133 GJ di calore ogni anno, equivalenti al fabbisogno di riscaldamento di più di 100 appartamenti**. Questo può essere un modo intelligente di usare il calore in eccesso dalle fabbriche per aiutare a mantenere caldi altri luoghi, generando risparmio energetico e contribuendo alla cura dell'ambiente.



Dietro le quinte della piscina...





AALBORG: CALORE DI SCARTO DAI SERVER

Il demo ad Aalborg è un **sistema intelligente situato nel centro dati dell'università**. Questo sistema riguarda la cattura e l'utilizzo del **calore generato dai server** del centro dati. I data center stanno diventando grandi consumatori di energia, e le nuove generazioni di chip richiedono soluzioni di raffreddamento più efficienti. Pertanto, recuperare il corrispondente calore di scarto attraverso sistemi ad alte prestazioni è vantaggioso sia in termini di efficienza energetica che di sviluppo tecnologico.

La rete di teleriscaldamento gestita da **Aalborg Forsyning** opera a temperature relativamente alte (60-80 °C). Pertanto, una sfida specifica di questo demo riguardava l'innalzamento del calore a temperature più alte rispetto ai casi di Ospitaletto e Heerlen.

Il sito dimostrativo effettivo è stato costruito come un sistema su piccola scala basato su pochi rack, al fine di poter provare tutti i dettagli operativi in un ambiente controllato.

Il focus principale del pilota era sullo sviluppo di un **sistema di raffreddamento liquido passivo, basato su un sistema termosifonico montato direttamente sui server**.

Con un design proprietario sviluppato da **Heatflow**, questa soluzione offre

temperature di recupero del calore molto più alte rispetto al raffreddamento ad aria (cioè 50-60 °C contro 20-25 °C) e migliora la sicurezza rispetto ai sistemi di raffreddamento liquido attivo con pompe. Allo stesso tempo, questo componente centrale è stato combinato con una pompa di calore ad alta temperatura per garantire ulteriore flessibilità e corrispondere adeguatamente alle temperature del teleriscaldamento, con una configurazione sviluppata da Eurac. Il design dell'impianto è stato finalizzato da **Soren Jensen**.



Recupero di calore di scarto diretto dai server

Enisyst, anch'essa beneficiaria del progetto, ha sviluppato la parte di controllo, un elemento chiave per far funzionare tutto senza intoppi.

In futuro, più rack del centro dati, attualmente gestiti principalmente con raffreddamento ad aria, potrebbero essere dotati di questa soluzione innovativa, migliorando il recupero del calore e aumentando la scala della dimostrazione di questa promettente tecnologia.



L'interfaccia di controllo sviluppata per Aalborg





LIFE 4 HEAT RECOVERY

Coordinatore del Progetto

Roberto Fedrizzi – Eurac Research

roberto.fedrizzi@eurac.edu

Per saperne di più sul progetto:

www.life4heatrecovery.eu

Twitter: @life4hr

eurac
research

Aalborg
Forsyning


AALBORG UNIVERSITET

alperia

Cogeme

enisynt
energy intelligence.

heatflow
Thermal Management – Disruptive Innovation

 **KWA**
Contracting AG

 MINE WATER, A BASIS FOR SUSTAINABLE ENERGY
WWW.MIJN WATER.COM

 **Spinergy**

Søren Jensen



Il progetto LIFE4HeatRecovery (Numero di Contratto: LIFE17 CCM/IT/000085) ha ricevuto finanziamenti dal programma LIFE dell'Unione Europea