



Efficienza energetica

Energia pulita

Consumi energetici

## DESCRIZIONE

L'Unione europea si trova dinanzi a sfide senza precedenti fortemente connesse alle importazioni di energia, alla necessità di contrastare gli effetti dei **cambiamenti climatici** e all'urgenza di uscire dalla crisi economica. Nell'ottica di superare tali sfide, i benefici derivanti da una maggiore **efficienza energetica** possono essere considerevoli, non solo in termini di risparmio energetico e di riduzione delle emissioni di gas serra, ma anche di miglioramento della salute umana e di crescita economica. Il passaggio verso un'economia più efficiente sotto il profilo energetico può difatti contribuire ad accelerare la diffusione di soluzioni tecnologiche innovative e migliorare la competitività dell'industria nell'UE, rilanciando l'economia e creando nuovi posti di lavoro. In termini di utilizzo di **energia elettrica** tra gli ambiti che fanno registrare un maggior consumo - circa il 29% del totale - figura il **settore domestico**. Gli **apparecchi refrigeranti** - come frigoriferi e congelatori - contribuiscono ad esempio fino al 25% del consumo di energia delle famiglie. Negli ultimi anni c'è stata però una crescente necessità di migliorare l'efficienza energetica degli elettrodomestici del freddo al fine di rispettare la normativa ambientale che sta diventando sempre più severa in materia. Al riguardo, la [direttiva 2012/27/UE](#) (modificata dalla Direttiva 2018/844/UE) stabilisce un quadro comune di misure per la promozione dell'efficienza energetica nell'Unione europea e il conseguimento dell'obiettivo di efficienza energetica del 20% entro il 2020, oltre che porre le basi per ulteriori miglioramenti al di là di tale data. In tale contesto, ENER-ICE ha avuto la finalità di verificare la possibilità di ridurre l'impatto ambientale degli apparecchi per il freddo, mediante interventi in fase di progettazione, ossia quando l'inquinamento provocato durante il ciclo di vita del prodotto può essere più efficacemente prevenuto.

Il poliuretano (PU) espanso è il materiale più comunemente utilizzato per l'isolamento degli elettrodomestici per via delle sue eccellenti caratteristiche di isolamento termico e della sua facile lavorazione, che permette l'agevole riempimento delle cavità isolanti di refrigeratori di qualsiasi forma.

Il progetto ha dimostrato la fattibilità di **nuova tecnologia** per la **produzione di schiume poliuretanicche eco-efficienti** per gli elettrodomestici del freddo (frigoriferi e congelatori) che utilizza **ciclopentano** come agente espandente. La tecnologia sviluppata combina l'utilizzo di nuove schiume poliuretanicche con tecniche di schiumatura innovative applicate durante la fase di reazione del PU e di riempimento delle apparecchiature, che migliora le caratteristiche di isolamento della schiuma e di conseguenza l'efficienza energetica dei refrigeratori.

## OBIETTIVI

Gli obiettivi generali del progetto sono stati:

- dimostrare che una **nuova tecnologia che impiega idrocarburi come agenti espandenti può essere usata per migliorare le proprietà di isolamento delle schiume poliuretanicche** utilizzate per la refrigerazione in modo economicamente vantaggioso;
- dimostrare che è possibile **produrre gli elettrodomestici del freddo in maniera più ecologica e sostenibile**, considerando anche gli impatti ambientali del "fine vita" delle apparecchiature, **rispetto ai processi standard**;





- dimostrare che la nuova tecnologia darà la possibilità di **definire nuovi standard per le schiume espanse** con proprietà isolanti superiori a quelle impiegate per elettrodomestici con etichette ecologiche A +/A ++;
- dimostrare che il **consumo energetico degli elettrodomestici del freddo può essere ridotto del 10%** rispetto ai migliori apparecchi attualmente disponibili, con impatti positivi sul mercato globale.

## FASI DEL PROGETTO

Le attività realizzate, nella **Fase di preparazione** hanno riguardato, in particolare:

- lo **studio preparatorio per lo sviluppo di formulazioni poliuretanicche adatte ad essere utilizzate mediante la tecnologia ENER-ICE** e lo svolgimento dei test di laboratorio. Con il metodo **RHL -Reverse Heat Leakage** - ben noto nell'industria della refrigerazione a livello globale, è stato verificato l'aumento di efficienza energetica dei frigoriferi ottenuti grazie all'utilizzo della tecnologia ENER-ICE. I test sono stati eseguiti presso il [laboratorio di ingegneria di elettrodomestici di Gavirate](#);
- la **progettazione dell'impianto pilota** per la produzione di elettrodomestici che impiegheranno la schiuma innovativa. Sono stati considerati tutti gli aspetti ingegneristici e di controllo necessari per costruirlo, inclusi gli aspetti relativi alla sicurezza;
- la **campagna di informazione** preliminare per l'introduzione sul mercato dell'innovazione ENER-ICE (con un *focus* su Europa, Turchia, Cina, Nord e Sud America). Il progetto è stato presentato ai produttori di elettrodomestici che hanno riconosciuto la necessità di migliorare l'efficienza energetica dei frigoriferi e hanno convenuto sulla validità del progetto.

**Fase di implementazione.** Le attività principali hanno riguardato:

- **costruzione dell'impianto pilota ENER-ICE.** Un'innovativa tecnologia di schiumatura del PU che permette di migliorare l'efficienza energetica degli apparecchi refrigeranti, combinando il processo assistito di iniezione sottovuoto con un'innovativa schiuma eco-efficiente;
- **validazione industriale.** I test sono stati realizzati con dei frigoriferi messi a disposizione da alcuni produttori di elettrodomestici del freddo che hanno partecipato alla sperimentazione. Le prove sono state eseguite per verificare e dimostrare i vantaggi della tecnologia proposta da ENER-ICE con l'impianto pilota in termini di proprietà di isolamento in grado di assicurare un buon processo di formazione della schiuma;
- **valutazione dei benefici ambientali e dell'impatto sul mercato**, a tal fine è stata condotta un'analisi LCA e realizzata un'indagine di mercato.

**Fase di disseminazione.** Le attività svolte (conferenze internazionali, fiere e *workshop*, sito *web*, materiale divulgativo, ecc.) hanno avuto la finalità di promuovere l'innovazione tecnologica sviluppata e dare visibilità al progetto.

## RISULTATI RAGGIUNTI

ENER-ICE ha validato un'innovativa tecnologia di schiumatura del poliuretano per la produzione del riempimento isolante di elettrodomestici del freddo, con ciclopentano come agente espandente, ed ha dimostrato: un **buon rapporto costi-benefici, un eco-design innovativo, risparmio energetico** e conseguente **riduzione delle emissioni**. È stato svolto un ampio lavoro di validazione industriale che ha consentito di dimostrare la fattibilità della tecnologia proposta per la refrigerazione di celle frigorifere e congelatori. In sintesi, sono stati effettuati: 10 test di convalida (oltre a una prova aggiuntiva di fine processo); 390 prove di iniezione; 240 test di laboratorio; 66 test RHL (per verificare le prestazioni di isolamento in PU degli armadi/pozzetti prodotti); 6 formulazioni di PU sviluppate e testate; sono stati impiegati 2 diversi tipi di agenti rigonfianti (ciclopentano e un agente con basso potenziale di riscaldamento globale), realizzate 3 apparecchiature (combinata, *side-by-side*, congelatore) e proposti 7 frigo design.

I benefici ambientali della nuova tecnologia dipendono principalmente da due fattori:

- **riduzione dei consumi energetici** delle apparecchiature a cui è stata applicata la tecnologia ENER-ICE, con conseguente riduzione dell'impronta carbonio e delle emissioni di CO<sub>2</sub> durante la fase di utilizzo;
- **riduzione dell'impatto sul riscaldamento globale** dato dall'utilizzo come agenti espandenti di sostanze con basso GWP (potenziale di riscaldamento globale, che esprime il contributo all'effetto serra di una sostanza rispetto a quello della CO<sub>2</sub>, il cui potenziale di riferimento è pari a 1). Difatti, gli agenti comunemente utilizzati (idroclo fluorocarburi (HCFCs) e idrofluorocarburi (HFCs)) hanno un GWP elevato (ad es. HFC-245fa ed HFC-134a hanno un GWP rispettivamente di 1250 and 1600 kg CO<sub>2</sub>eq/kg), mentre gli agenti espandenti utilizzati nel progetto, ciclopentano e Idro-Fluoro-Olefine, hanno un GWP rispettivamente di 11 e 8,9 kg CO<sub>2</sub>eq/kg.



In particolare, le **valutazioni ambientali** svolte nel contesto del progetto hanno dimostrato:

- che è possibile una **riduzione del consumo di energia degli apparecchi frigoriferi fino al 10%**, ovvero 30-35 kWh/anno per frigoriferi di classe A, **riducendo di conseguenza del 10% gli impatti ambientali in tutte le categorie considerate** (cambiamento climatico, riduzione dello strato di ozono, acidificazione, eutrofizzazione, smog fotochimico, consumo di acqua e risorse fossili) nello [studio LCA](#) (*Life Cycle Assessment*);
- una maggiore efficienza energetica dei frigoriferi misurata con il metodo RHL. Nello specifico, è stato misurato un **miglioramento dell'8% su frigoriferi riempiti con schiuma poliuretanicca ENER-ICE** impiegando l'agente espandente del ciclopentano e **dell'11%** impiegando l'agente espandente a basso GWP noto come Idro-Fluoro-Olefine (HFO);
- un **risparmio di 8 kg di emissioni di CO<sub>2</sub> all'anno per apparecchio**. Considerando la produzione di frigoriferi e congelatori in tutto il mondo (circa 175 milioni di unità), la tecnologia ha il potenziale di permettere il risparmio di 1,4 milioni di tonnellate di emissioni di CO<sub>2</sub> ogni anno (equivalente a togliere dalla strada 213.000 automobili). Il potenziale impatto del risparmio energetico in Europa si attesta sulle 36.000 tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno.

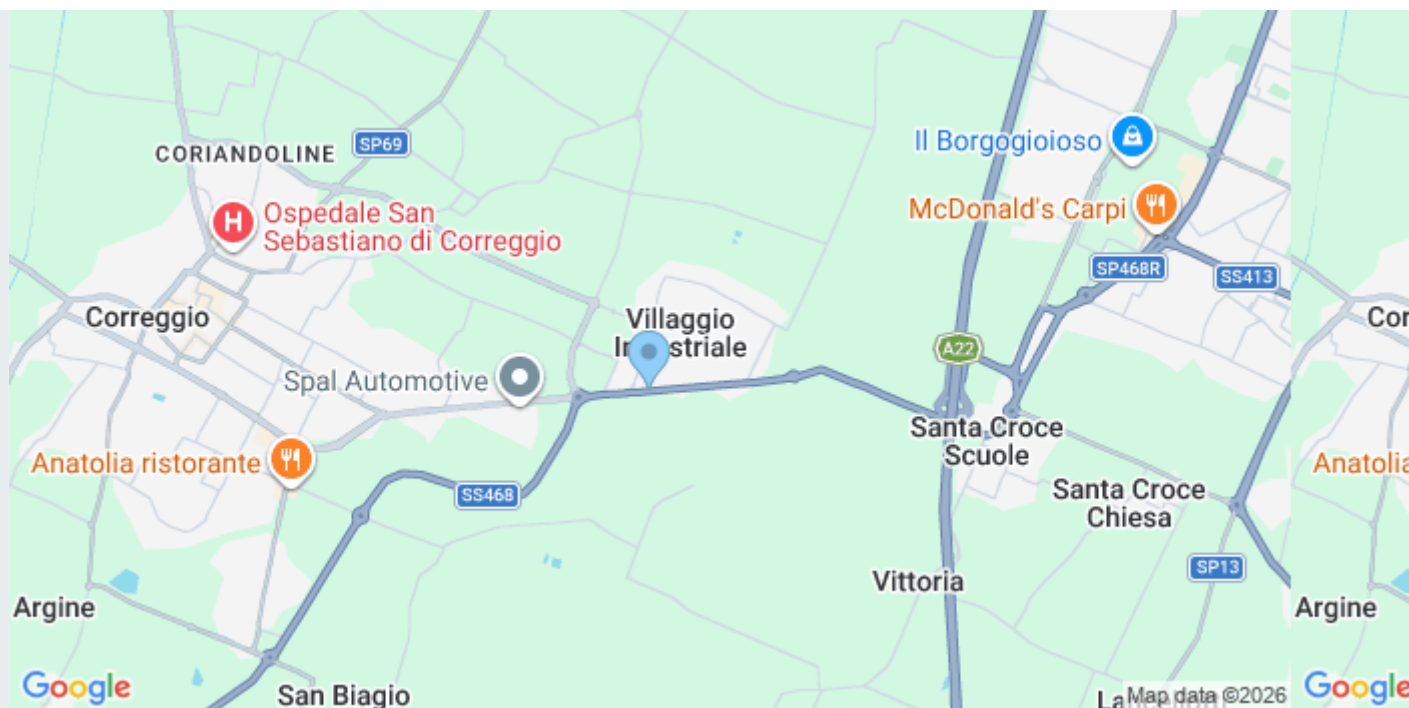
Le indagini circa la fattibilità economica e la possibilità di introduzione della tecnologia ENER-ICE sul mercato europeo e mondiale hanno evidenziato buone prospettive. **5 importanti produttori hanno accettato di partecipare alle dimostrazioni ENER-ICE** presso l'impianto pilota inviando una serie di armadi/scocche e porte da schiumare, mentre altri hanno chiesto di essere aggiornati sull'avanzamento del progetto.

Per quanto attiene alla replicabilità, sono stati individuati altri settori dell'industria che potrebbero beneficiare dell'innovativa tecnologia di schiumatura ENER-ICE: l'isolamento termico degli edifici; la catena del freddo; il trasporto refrigerato; la produzione di pannelli con metodo discontinuo; l'isolamento del riscaldatore dell'acqua.

Durante il corso del progetto sono stati elaborati due documenti volti a:

- dimostrare come il settore della chimica può favorire lo sviluppo sostenibile: il [Report "Ecodesign approaches and Energy Efficiency solutions in the European Chemical Industry"](#) illustra alcuni esempi di approcci di eco-design e soluzioni di efficienza energetica offerti dall'industria chimica europea per diversi prodotti ed applicazioni. Il documento si collega all'iniziativa "Approcci di eco-design e soluzioni di efficienza energetica nell'industria chimica europea", svolta a Milano il 15 marzo 2011;
- tracciare una *roadmap* attraverso la sostenibilità dell'industria chimica e contribuire così alla sostenibilità del Pianeta: la [Road Map for a Sustainable Chemical Industry](#) si presenta come una tabella di marcia verso la sostenibilità dell'industria chimica e mostra dove sono più necessari approcci di progettazione ecologica e/o soluzioni per l'efficienza energetica nei processi o nei prodotti dell'industria chimica europea.

ENER-ICE è stato selezionato come uno dei sei progetti "**Best of the Best**" per la categoria LIFE Environment and Information 2013 ed è stato premiato in occasione della Green Week 2014.



**Acronimo**  
ENERG-ICE

**Protocollo**  
LIFE08 ENV/IT/000411

**Programma di riferimento**  
[LIFE](#)

**Beneficiario coordinatore**  
Dow Italia S.r.l.

**Contatti**  
Francesco Carciotto

**Contributo EU**  
1.372.554

**Anno Call**  
2008

**Anno di inizio**  
2010

**Anno di chiusura**  
2013

**Sede del Beneficiario**

Via Carpi n° 29  
42015 Correggio RE  
Italia

**Regione**

Emilia-Romagna