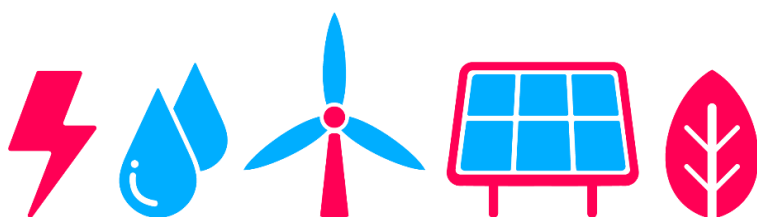


PLAN4COLD

SOSTEGNO AI COMUNI DELL'EUROPA MERIDIONALE NELLA
DEFINIZIONE DI PIANI LOCALI SOSTENIBILI PER RISCALDAMENTO E
RAFFRESCAMENTO



Deliverable 2.3 – versione ridotta

Data: 13/02/2026

Grant agreement No: 101167534 — LIFE23-CET-Plan4Cold

Data di inizio del progetto: ottobre 2024

Durata: 36 mesi



Co-funded by
the European Union

Le opinioni espresse appartengono all'autore o agli autori e non riflettono necessariamente quelle dell'Unione Europea o della CINEA. Né l'Unione Europea né l'autorità che concede l'aiuto possono esserne ritenuti responsabili.

DELIVERABLE FACTSHEET

Nome del progetto	Plan4COLD - Sostegno ai comuni dell'europa meridionale nella definizione di Piani locali sostenibili per riscaldamento e raffrescamento
Sito web del progetto	
Coordinatore	ADENE
Titolo del documento	Definizione di SLHCP – Manuale pratico
Deliverable n°	D2.3
Partner responsabile	AMBIT
Collaboratori	Adene, ENA, R2M, AREAM
Work Package	WP2
Compito	T2.3
Data di presentazione	13.02.2026
Carattere da fornire	Manuale

Livello di diffusione	
x	PU – Pubblico
	SEN - Sensibile

Cronologia dei documenti			
Versione	Data	Descrizione	Autore/i
01	27.10.2025	Progetto	Chiara Lazzari (AMBIT)
02	19.12.2025	Progetto definitivo	Chiara Lazzari, Riccardo Battisti (AMBIT) Joana Fernandes, Rita Pestana (ADENE) Isabel Rodrigues (ENA) Davide Quaggiotto (R2M) Fabio Pereira (AREAM)



Abbreviazione e acronimi

ACS: Acqua calda sanitaria

DHC: teleriscaldamento e teleraffrescamento

EE: Efficienza energetica

EED: Direttiva sull'efficienza energetica

EPBD: Direttiva sulla prestazione energetica degli edifici

ETS: Sistema per lo scambio di quote di emissioni nell'Unione europea (in inglese, Emissions Trading System)

FER: Fonti energetiche rinnovabili

GHG: Gas a effetto serra

H&C: Riscaldamento e Raffrescamento (in inglese, Heating&Cooling)

ICP: Indicatore chiave di prestazione

NbS: Soluzioni basate sulla natura (in inglese, Nature-based Solutions)

PAES: Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile

PAESC: Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima

Plan4Cold:

PNIEC: Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima

RED: Direttiva sulle energie rinnovabili (in inglese, Renewable Energy Directive)

RH&C: Riscaldamento e Raffrescamento Rinnovabili

SLHCP: Piano locale sostenibile per riscaldamento e raffrescamento (in inglese, Sustainable Local Heating and Cooling Plan)

SuDS: Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile (in inglese, Sustainable Urban Drainage Systems)

INDICE

Allegato 1 - Il quadro politico e strategico.....	6
Quadro di riferimento europeo.....	6
Allegato 2 – Azioni, interventi e tecnologie.....	8
Rigenerazione urbana.....	8
Settore edilizio - Residenziale e terziario	10
Settore produttivo - Industria e agricoltura.....	17
L'offerta di energia per riscaldamento e raffrescamento – Le fonti rinnovabili	20
L'offerta di energia per riscaldamento e raffrescamento - Tecnologie e sistemi integrati ...	26
Allegato 3 – Misure e strumenti di supporto.....	31
Misure di gestione, controllo e regolamentazione	31
Misure finanziarie e di incentivazione.....	35
Costituzione di una comunità di pratica locale	39
Allegato 4 – Proposta di indice per il Piano d'Azione Locale Sostenibile per il Riscaldamento e il Raffrescamento.....	45
Allegato 5 – La cassetta degli attrezzi - Impara e lasciati ispirare	46
Esempi di buone pratiche nella pianificazione del riscaldamento e del raffrescamento.....	46
Piattaforme e portali tematici internazionali ed europei	47
Network e associazioni di settore europee	50

Allegato 1 - Il quadro politico e strategico

Prima di avviare la preparazione di un Piano Locale del riscaldamento e raffrescamento è opportuno delineare il quadro delle politiche e delle strategie vigenti a livello europeo e nazionale per garantire che l'attuazione della strategia proposta al suo interno sia coerente con gli orientamenti sovraordinati e con gli impegni già assunti dall'amministrazione a livello locale.

Quadro di riferimento europeo

Il principale riferimento normativo in ambito europeo è la **Direttiva sull'Efficienza Energetica II** (EED II, Direttiva UE 2023/1791 - [Direttiva \(UE\) 2023/1791 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 13 settembre 2023, sull'efficienza energetica e che modifica il regolamento \(UE\) 2023/955 \(rifusione\)](#)), che impone agli Stati membri di innalzare gli obiettivi di risparmio energetico all'interno dei propri Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima (**PNIEC**). Tra le varie misure, la Direttiva richiede di monitorare e rendicontare puntualmente i consumi di energia primaria e finale nei settori chiave.

Gli Stati membri sono inoltre tenuti a integrare nei NECP un'iniziativa mirata alla riduzione del fabbisogno di energia termica, basata su una valutazione completa del riscaldamento e del raffreddamento, compresa un'analisi costi-benefici che tenga conto di vari fattori, ad esempio le condizioni climatiche locali, e che porti alla definizione di un piano di riscaldamento e raffreddamento (art. 25). Il piano deve essere elaborato almeno nei comuni con una popolazione totale superiore a 45.000 abitanti. Particolare attenzione è rivolta alle opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica attraverso il teleriscaldamento a bassa temperatura, la cogenerazione ad alta efficienza, il recupero del calore di scarto e le fonti di energia rinnovabile (art. 26). La EED II accelera inoltre il passo verso la sostenibilità del settore pubblico, imponendo alle autorità locali ritmi più serrati nel miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici e un aumento progressivo della quota di energia rinnovabile utilizzata.

Strettamente collegata alla EEDII è la **Direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia IV** (EPBD IV, entrata in vigore il 28 maggio 2024 - [Direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia](#)).

Questa direttiva punta alla totale decarbonizzazione del parco immobiliare europeo entro il 2050. A tal fine, gli Stati membri sono tenuti a redigere, entro il 31 dicembre 2026, un **Piano Nazionale di Ristrutturazione** che delinei la traiettoria necessaria al raggiungimento di tali ambiziosi obiettivi.

La direttiva si focalizza sull'incremento del tasso di riqualificazione nell'UE, con particolare attenzione agli edifici con le prestazioni energetiche più scarse (*worst-performing buildings*) di ogni Paese. Il provvedimento si articola su quattro pilastri strategici:

1. **Riqualificazione energetica;**
2. **Decarbonizzazione;**
3. **Modernizzazione e digitalizzazione;**
4. **Finanziamenti e assistenza tecnica.**

L'EPBD IV introduce inoltre una serie di obblighi sia per il settore pubblico che per quello privato, promuovendo l'uso degli **Attestati di Prestazione Energetica (APE)** e dei **Passaporti degli Edifici** (*Building Passports*) come strumenti per accelerare il ritmo delle ristrutturazioni.

Parallelamente, viene attribuita un'importanza cruciale all'integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici. Nello specifico, a partire dal 2030, tutti i nuovi edifici dovranno essere a **emissioni zero (ZEB)**, standard che per gli edifici pubblici diventerà obbligatorio già a partire dal 2028.

La **Direttiva sulle Fonti Rinnovabili III** (RED III, Direttiva 2023/2413 - [Direttiva sulle Fonti Rinnovabili III](#)) definisce il quadro giuridico dell'Unione Europea per lo sviluppo delle energie rinnovabili in tutti i settori. Essa introduce un obiettivo vincolante per le rinnovabili pari ad almeno il **42,5% del consumo finale lordo di energia entro il 2030**, con l'ambizione di raggiungere il 45%, e fissa traguardi specifici per i settori del riscaldamento e raffrescamento (H&C), dei trasporti, dell'industria, dell'edilizia e delle reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento (DHC).

La direttiva punta inoltre a semplificare le procedure amministrative, riducendo le barriere che in precedenza ostacolavano gli investimenti. Anche il monitoraggio e l'efficienza degli edifici rivestono un ruolo centrale in questo provvedimento. Di conseguenza, la direttiva sottolinea la necessità comune di promuovere lo sviluppo di **infrastrutture di teleriscaldamento e teleraffrescamento efficienti** alimentate da energia rinnovabile. L'obiettivo per ogni Stato membro è incrementare la quota di energia rinnovabile nel settore H&C di almeno lo **0,8% annuo nel periodo 2021-2025** e dell'**1,1% annuo nel periodo 2026-2030**, prendendo come riferimento i livelli del 2020.

La **Strategia dell'Unione Europea per il Riscaldamento e il Raffrescamento**, prevista per l'inizio del **2026**, ha l'obiettivo specifico di accelerare la decarbonizzazione e migliorare l'efficienza attraverso sistemi di teleriscaldamento e di recupero del calore di scarto, promuovendo al contempo l'adozione di tecnologie pulite negli edifici e nell'industria.

In conformità con l'Articolo 25 della Direttiva sull'Efficienza Energetica (EED), gli Stati membri sono tenuti a condurre una **valutazione globale del riscaldamento e del raffrescamento** e a notificarne il completamento alla Commissione. Tali valutazioni devono essere effettuate con cadenza quinquennale, in concomitanza con l'aggiornamento dei **Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima (PNIEC)**.

Allegato 2 – Azioni, interventi e tecnologie

Una comprensione olistica dei principali interventi e delle opzioni tecnologiche disponibili a livello locale è fondamentale per supportare i Comuni e le autorità locali nella definizione della strategia per lo sviluppo dei Piani locali per il riscaldamento e raffrescamento. Tale conoscenza permette di selezionare gli strumenti e le misure più idonei all'attuazione del piano e al raggiungimento della decarbonizzazione del sistema di riscaldamento e raffrescamento. Per questo motivo, la presente sezione delle linee guida approfondisce le azioni chiave, con l'obiettivo di fornire un orientamento sulle potenziali aree di applicazione.

Rigenerazione urbana

Oltre alla posizione geografica e alle condizioni climatiche, diverse variabili influenzano il modo in cui le aree urbane percepiscono e accumulano il calore in eccesso. Tra queste figurano, tra le altre, l'attuale copertura del suolo (distribuzione delle superfici urbane, degli spazi verdi e della chioma arborea), la densità edilizia, le tecniche costruttive e i materiali comunemente utilizzati. Esistono strategie consolidate e comprovate che agiscono su queste variabili, contribuendo significativamente a mantenere le aree urbane più fresche e riducendo, al contempo, il fabbisogno di raffrescamento meccanico degli edifici.

Tali strategie comprendono un'ampia gamma di interventi, che vanno dall'ottimizzazione della morfologia dell'ambiente, alla modifica della composizione e dei colori di strade, marciapiedi e altre superfici, fino all'incremento quantitativo e qualitativo degli spazi verdi.

Sebbene alcuni di questi interventi possano richiedere politiche mirate, modifiche normative e una pianificazione accurata, molti sono invece quelli rapidamente applicabili e realizzabili nella maggior parte delle zone climatiche

È comunque evidente che tutti questi interventi mitigano l'effetto **isola di calore urbana (UHI)** e molti di essi aumentano il comfort termico sia interno che esterno.

Le strategie e gli interventi possono essere raggruppati in tre principali categorie tra loro correlate:

- **Assetto urbano resiliente al calore**
- **Superfici e materiali (Cool surfaces)**
- **Nature-based Solutions (NBS).**

Assetto urbano

La pianificazione dell'uso del suolo e il controllo della progettazione rappresentano, in genere, la leva principale per mitigare le future sfide legate all'effetto **isola di calore urbana**. Opportuni cambiamenti nella destinazione d'uso del suolo e nei regolamenti edilizi — che diano priorità agli spazi e alle infrastrutture verdi e promuovano una progettazione urbana attenta alla gestione delle acque (*water-sensitive urban design*) — contribuiranno a trasformare le modalità di progettazione e costruzione di edifici e comunità. Questi controlli devono essere calibrati su scale diverse — **città, distretto e quartiere** — per massimizzarne l'efficacia e garantire che la densità e la forma dei nuovi sviluppi urbanistici siano adeguate alle future condizioni climatiche.

Superfici e materiali

In un ambiente urbano, le superfici che contribuiscono all'effetto isola di calore (strade, marciapiedi, parcheggi, pareti e tetti degli edifici, persino le carrozzerie delle auto) superano di gran lunga quelle che lo riducono (parchi, prati, alberi, giardini, specchi d'acqua). I materiali di pavimentazione convenzionali, che tipicamente coprono circa il **40% di una città**, possono raggiungere temperature estive di picco fino a **65°C**, riscaldando l'aria sovrastante per convezione. Molte delle superfici edificate possono essere sostituite o modificate per riflettere il calore anziché assorbirlo. Esistono due strategie principali per aumentare la riflettanza delle superfici: l'utilizzo di materiali di colore più chiaro o l'applicazione di rivestimenti e strati superficiali protettivi (*coating*).

La sostituzione o l'adeguamento (*retrofit*) delle superfici esistenti con superfici ad alta riflettanza può ridurre drasticamente l'effetto isola di calore urbana. Inoltre, diminuendo il fabbisogno di raffrescamento meccanico, queste soluzioni contribuiscono a ridurre il calore di scarto immesso nell'ambiente e a mitigare ulteriormente le isole di calore.

I tetti freddi (*cool roofs*) sono applicabili a quasi tutte le tipologie edilizie; esiste un'ampia varietà di prodotti altamente riflettenti disponibili per quasi ogni tipo di copertura e sono generalmente convenienti in termini di costi. I tetti possono essere verniciati di bianco o con altre pitture ad alta riflettanza, oppure ricoperti con membrane, tegole o scandole riflettenti. Queste soluzioni permettono di riflettere una quota maggiore di luce solare e assorbire meno calore rispetto a un tetto standard, riducendo il consumo energetico dell'edificio fino al **20%**.

È più semplice optare per una soluzione "cool" in fase di progettazione di un nuovo edificio o durante il rifacimento completo di una copertura, ma esistono opzioni basate su rivestimenti specifici anche di tetti esistenti. Attualmente, i materiali per coperture piane (o a bassa pendenza) sono più riflettenti ed economici per metro quadro rispetto a quelli per tetti a falda inclinata, sebbene la tecnologia per entrambi i sistemi sia in costante evoluzione.

Le pareti fredde (*cool walls*) seguono gli stessi principi dei *cool roofs* e offrono i medesimi benefici. Tuttavia, presentano alcuni costi aggiuntivi rispetto alle superfici tradizionali: la maggior parte dei materiali è più costosa, richiedono installazione e manutenzione specifica e potrebbero comportare un leggero aumento del fabbisogno di riscaldamento invernale. I costi iniziali variano sensibilmente a seconda dei mercati e possono rappresentare una sfida laddove la disponibilità di prodotti è limitata. Ciononostante, le superfici fredde offrono una vasta gamma di vantaggi, tra cui:

- Riduzione diretta e indiretta del consumo energetico per il raffrescamento;
- Riduzione dei picchi di carico elettrico;
- Bollette energetiche più basse;
- In alcuni casi, una maggiore durata dei materiali di rivestimento grazie alla minore escursione termica.

Soluzioni basate sulla natura (NBS): spazi verdi e blu

Gli elementi naturali offrono benefici in termini di raffrescamento attraverso l'evapotraspirazione e l'ombreggiamento diretto (nel caso di alberi e vegetazione), oppure agendo come pozzi termici (*heat sinks*) nel caso degli specchi d'acqua. Di conseguenza, l'integrazione di vegetazione e corpi idrici — definiti anche **Nature-based Solutions (NBS)** — a livello urbano può ridurre sensibilmente sia la temperatura ambiente.

Le NBS comprendono foreste urbane, zone umide, cinture verdi e parchi periurbani, così come infrastrutture impianti di fitodepurazione, tetti e pareti verdi, corridoi ecologici e altre infrastrutture verdi, blu o ibride.

Sebbene le specie autoctone siano solitamente le più adatte al clima locale, potrebbe rendersi necessario integrare specie provenienti da zone climatiche simili a quelle previste per il futuro, dando priorità a piante resilienti alla siccità, agli incendi o ad altri impatti climatici.

La diversificazione delle specie contribuisce inoltre a rafforzare la resilienza dell'ecosistema locale.

Le soluzioni basate sulla natura risultano tra gli strumenti più efficaci sia per ridurre la domanda di raffrescamento che per migliorare il comfort termico esterno. Esse offrono inoltre numerosi benefici per la salute fisica e mentale, sono economicamente vantaggiose e presentano pochi svantaggi rispetto ad altri interventi di raffrescamento.

I tetti e le pareti verdi combinano i vantaggi della vegetazione con quelli delle superfici riflettenti (*cool surfaces*): impediscono l'apporto di calore solare agli edifici, migliorandone le proprietà termiche e acustiche, rinfrescano l'aria circostante tramite l'evapotraspirazione, trattengono e riutilizzano le acque meteoriche e favoriscono la biodiversità urbana.

Questi sistemi variano dai tetti verdi estensivi (caratterizzati da uno strato sottile di vegetazione) ai tetti verdi intensivi (che includono alberi e arbusti). Sono particolarmente indicati in città con precipitazioni sufficienti e richiedono strutture edilizie in grado di sostenerne il peso.

I tetti verdi sono più costosi delle superfici riflettenti e richiedono una manutenzione costante; tuttavia, se correttamente dimensionati e mantenuti, possono prolungare la vita utile della copertura sottostante.

Le pareti verdi sono sistemi verticali di piante fissati a pareti interne o esterne, oppure strutture autoportanti. Tipicamente installate sugli edifici, possono essere integrate anche nel paesaggio stradale (ad esempio su colonne o recinzioni lungo strade trafficate). Un grande vantaggio delle pareti verdi esterne è la loro elevata visibilità, che le rende ottimi esempi di "buone pratiche" per il pubblico. Essendo una misura meno comune rispetto ad altre, i mercati sono ancora poco sviluppati e i costi risultano spesso elevati.

Settore edilizio - Residenziale e terziario

Il settore edilizio rappresenta una componente critica delle aree urbane, essendo responsabile di oltre la metà del consumo energetico e di circa il 50% delle emissioni totali di gas a effetto serra (GHG) nelle città dell'Unione Europea.

A livello europeo, gli edifici assorbono circa il 40% del consumo energetico complessivo, mentre il 75% del fabbisogno per il riscaldamento e il raffrescamento è ancora soddisfatto da combustibili fossili. Il quadro è aggravato dalla vetustà del patrimonio immobiliare: quasi il 35% degli edifici in Europa ha, infatti, più di 50 anni e circa il 75% dell'intero parco edilizio è considerato energeticamente inefficiente¹

Gli edifici hanno un lungo ciclo di vita che si estende per decenni; pertanto, la realizzazione di interventi di riqualificazione ed efficientamento possono generare benefici significativi e

¹ Smart Cities Marketplace © Unione europea, "Building Envelope Retrofit Solution Booklet 2023"



duraturi nel tempo. Ad oggi, il tasso di riqualificazione edilizia è ancora piuttosto contenuto: incrementarlo contribuirebbe a un uso più efficiente dell'energia e alla riduzione delle emissioni di gas serra (GHG), migliorando al contempo il comfort degli ambienti interni.

Data l'eterogeneità delle tipologie edilizie (residenziale, terziario, pubblico), il settore può ridurre le emissioni legate al fabbisogno di riscaldamento e raffrescamento attraverso diverse misure di retrofit energetico. Queste si dividono in interventi sull'involucro edilizio, da un lato, e sui componenti tecnologici (impianti e dispositivi) dall'altro.

L'involucro funge da "pelle" dell'edificio, regolando il contatto e lo scambio energetico con l'esterno. Gli interventi volti a migliorarne le prestazioni termiche e a minimizzare i carichi meccanici per climatizzazione (riscaldamento o raffrescamento) – cosiddette **misure passive** - devono costituire il primo step del processo di riqualificazione. Tali misure possono includere:

- utilizzo di materiali isolanti e soluzioni progettuali appropriate (coibentazione, infissi e schermature solari) per minimizzare la trasmittanza termica;
- sistemi di ventilazione naturale, laddove le condizioni di temperatura, umidità e qualità dell'aria lo consentano.

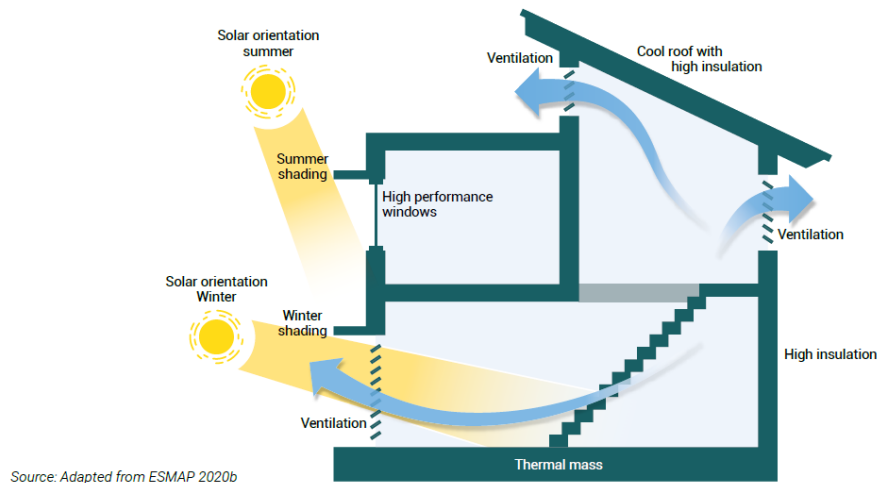
Le misure passive possono ridurre i carichi di raffrescamento di oltre il 20%, garantendo risparmi sui costi di investimento, sui costi energetici e sulle emissioni di gas serra.

Una volta ridotto il fabbisogno termico, è necessario introdurre tecnologie efficienti, impianti dimensionati in modo ottimale e sistemi di gestione e controllo dell'edificio (BMS) per fornire l'energia necessaria con il minor consumo di energia possibile. Ridurre i carichi a monte è fondamentale, poiché il ciclo di sostituzione di impianti e apparecchiature è tipicamente di circa 10-15 anni, una durata molto più breve rispetto a quella degli edifici (50 anni).

Infine, l'integrazione di fonti energetiche rinnovabili (FER) locali per soddisfare il fabbisogno residuo può contribuire in modo determinante all'ulteriore abbattimento dell'impatto ambientale degli usi finali per riscaldamento e raffrescamento, riducendo contestualmente i costi energetici.

Misure passive

L'involucro edilizio è costituito da coperture, pareti, solai, finestre e chiusure apribili. È possibile eseguire diverse misure di retrofit sia sui componenti opachi (pareti e solai) che su quelli trasparenti (infissi e superfici vetrate). Tali interventi possono essere realizzati a diversi livelli di scala: dal singolo componente, all'unità abitativa, fino all'intero edificio o, in un'ottica più ampia, a livello di distretto urbano.



Source: Adapted from ESMAP 2020b

L'applicazione di **materiale isolante** è la misura più comune per migliorare la resistenza termica dell'involucro edilizio, riducendo così le dispersioni di calore. L'isolamento agisce come una barriera al flusso termico: limita la dispersione di calore in inverno per mantenere caldi gli ambienti e riduce l'apporto di calore in estate mantenendoli freschi. Le specifiche misure di isolamento dipendono dalla tipologia strutturale, dal tipo di materiale isolante scelto e dalla sua collocazione all'interno della struttura stessa.

Per quanto riguarda le facciate, lo strato isolante può essere posizionato all'esterno (isolamento a cappotto), all'interno o nell'intercapedine della parete.

Dal punto di vista della fisica dell'edificio, l'isolamento esterno rappresenta l'opzione preferibile per due ragioni fondamentali:

- garantisce la realizzazione di un manto isolante continuo attorno all'edificio, eliminando i ponti termici (punti di discontinuità dove il calore fuisce più facilmente);
- "avvolge" completamente la massa termica della struttura edilizia, permettendo a quest'ultima di fungere da accumulo di calore (o di fresco) all'interno del volume protetto. Questo meccanismo riduce le fluttuazioni di temperatura e, di conseguenza, migliora sensibilmente il comfort termico globale.

L'isolamento della copertura è generalmente più critico rispetto a quello delle pareti e rappresenta spesso la prima misura da adottare quando si stabiliscono le priorità degli interventi di retrofit. Allo stesso tempo, il tempo di ritorno dell'investimento (payback time) per l'isolamento del tetto è solitamente (molto) più breve rispetto a quello delle pareti. Le modalità di isolamento dipendono dalla tipologia del tetto; le tecniche appropriate per le coperture piane differiscono sostanzialmente da quelle per i tetti a falda.

Isolamento sottotetto.

Esistono due approcci principali per l'isolamento dei sottotetti:

- *sottotetto "freddo"* - l'isolamento viene posizionato sul pavimento del sottotetto anziché nella struttura del tetto. In questo modo il volume del sottotetto rimane freddo (non riscaldato), isolando termicamente solo i piani abitativi sottostanti.

- *Sottotetto "caldo"* - l'isolamento termico viene integrato direttamente nella struttura della falda (o estradosso). Questo approccio permette di utilizzare il sottotetto come spazio abitabile (mansarda) anziché limitarne l'uso a semplice deposito.

Le **finestre** rappresentano in genere una fonte significativa di apporto di calore e di freddo in un edificio; pertanto, l'impiego di materiali appropriati per i serramenti è una questione cruciale. Le strategie comuni includono l'utilizzo di finestre a doppio o triplo vetro e l'impiego di vetrate ad alte prestazioni in grado di controllare la conduttanza termica e il guadagno solare. Anche il comfort interno ne risulterà accresciuto, poiché la radiazione fredda proveniente dalle finestre durante l'inverno diminuirà sostanzialmente.

Tuttavia, potrebbe essere necessario stabilire un limite alle prestazioni termiche dei serramenti in base alle caratteristiche termiche delle altre parti dell'involucro edilizio. L'installazione di finestre a triplo (o anche doppio) vetro in pareti scarsamente isolate può infatti innescare fenomeni di condensa sulle pareti stesse.

I **sistemi di schermatura** possono limitare la quantità di radiazione solare che penetra nell'edificio. Essi possono essere interni o esterni, oltre che fissi o dinamici.

Le schermature esterne sono più efficienti di quelle interne, poiché impediscono alla radiazione solare di entrare negli spazi interni, dove verrebbe assorbita e trasformata da luce in calore (effetto serra). Le schermature fisse possono essere progettate in modo intelligente (es. frangisole o aggetti): grazie alla bassa altezza zenitale del sole in inverno, la luce solare penetra nell'edificio garantendo apporti termici gratuiti, mentre con l'elevata altezza zenitale estiva, la radiazione viene bloccata.

Sistemi di ventilazione. Il movimento dell'aria rinfresca le persone aumentando l'evaporazione, mentre la ventilazione raffresca l'edificio in modo naturale rimuovendo il calore quando le temperature ambientali esterne sono inferiori. Quando la temperatura esterna, l'umidità e la qualità dell'aria lo consentono, il free-cooling attraverso l'apertura delle finestre (noto anche come "ventilazione naturale") può essere tutto ciò che serve per migliorare le condizioni termoigrometriche negli spazi chiusi.

Tecnologie per il riscaldamento e il raffrescamento

Secondo un approccio integrato, le misure passive devono essere integrate con rinnovo e la riqualificazione degli impianti e dei dispositivi installati, nonché l'applicazione di nuove tecnologie, sistemi di distribuzione e di gestione più efficienti. L'obiettivo è soddisfare il fabbisogno di calore e freddo richiesto con il minor dispendio possibile di energia ed emissioni.

Con un'ampia gamma di tecnologie disponibili, la scelta della soluzione più idonea ed efficiente dipenderà da diversi fattori, in particolare dalla destinazione d'uso dell'edificio (residenziale, terziario, ecc.) e dalla scala dell'area interessata dall'intervento (ovvero se il servizio debba essere fornito a un singolo locale, a un intero edificio o a un complesso di edifici).

I sistemi meccanici per la fornitura di calore e freddo spaziano da singole caldaie, pompe di calore, ventilatori, climatizzatori evaporativi e condizionatori d'aria, fino a complessi sistemi HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) o impianti centralizzati. Inoltre gli interventi possono comprendere misure per garantire l'efficienza operativa, incluse le pratiche di manutenzione, la

gestione della domanda (*demand-side management*) e l'automazione degli edifici (BACS - *Building Automation and Control Systems*).

Per quanto riguarda i sistemi di riscaldamento più tradizionali, qualora le fonti rinnovabili non siano disponibili localmente, dovrebbero essere prese in considerazione le **caldaie a condensazione**, prevedendo anche il passaggio dal gasolio al gas naturale (fuel shift).

Gli impianti a fonti rinnovabili individuali, come gli impianti a **biomassa** e il **solare termico**, possono svolgere un ruolo importante in una strategia locale di riqualificazione edilizia a basse emissioni di carbonio e risultano una delle principali alternative alle tecnologie basate sui combustibili fossili. Entrambe possono essere utilizzate per la produzione di calore e acqua calda sanitaria (ACS), trovano impiego in diverse applicazioni e possono essere combinate per creare **sistemi ibridi**.

L'uso della **biomassa legnosa** per riscaldamento è molto diffuso in tutta Europa, in particolare nel settore domestico, principalmente in sistemi di piccola taglia a caricamento manuale. Questi presentano solitamente prestazioni energetiche e ambientali limitate (le emissioni di polveri sottili possono essere significative in caso di cattiva manutenzione o combustione inefficiente). Tuttavia, sono già disponibili sul mercato tecnologie affidabili che garantiscono elevati livelli di efficienza, investimenti contenuti e basse emissioni, nel pieno rispetto dei limiti normativi (es. certificazione ambientale).

Gli impianti **solari termici** possono essere integrati nelle strutture edilizie o installati a terra. Un aspetto chiave da considerare è la disponibilità di superfici idonee all'installazione (in termini di inclinazione e orientamento per massimizzare la radiazione solare, oltre a eventuali vincoli architettonici e strutturali).

La combinazione di pannelli solari termici e caldaia a biomassa per il riscaldamento degli ambienti e la produzione di acqua calda rappresenta una soluzione estremamente efficiente e sostenibile, che permette di ridurre il consumo di biomassa e massimizzare la riduzione delle emissioni. Di fatto, il solare termico può coprire la maggior parte del fabbisogno energetico durante l'estate e i mesi più caldi, mentre la caldaia a biomassa interviene solo in inverno o quando l'irraggiamento solare è insufficiente.

Le **pompe di calore** rappresentano una tecnologia versatile e fondamentale per la decarbonizzazione del settore del riscaldamento e raffrescamento nell'Unione Europea. Trovano applicazione in svariati contesti, dagli edifici residenziali alle strutture industriali, e possono essere integrate con altre tecnologie a basse emissioni di carbonio.

Le pompe di calore presentano un'efficienza energetica da 3 a 5 volte superiore a quella dei sistemi a combustione o elettrici, poiché il loro funzionamento si basa sul trasferimento di calore (da o verso l'edificio) anziché sulla sua generazione diretta. Risultano particolarmente indicate come alternativa ai sistemi autonomi a GPL o a gasolio negli edifici non allacciati alla rete del gas naturale.

Per garantire livelli di efficienza adeguati, la loro applicazione richiede preferibilmente sistemi di emissione a bassa temperatura (pannelli radianti o ventilconvettori) e, in ogni caso, elevate prestazioni termiche dell'involucro edilizio.

Le pompe di calore sono solitamente collegate a un serbatoio di accumulo per l'acqua calda sanitaria e ai relativi sistemi di distribuzione; alcuni modelli sono in grado di fornire anche il raffrescamento degli ambienti e possono essere efficacemente combinati con impianti solari termici. In tale configurazione, il solare termico può coprire una quota significativa del fabbisogno di acqua calda, alleggerendo il carico di lavoro della pompa di calore e riducendo il consumo di energia elettrica.

Esistono tre tipologie principali di pompe di calore; la scelta del sistema più idoneo dipenderà dalla domanda termica, dallo spazio disponibile e dalla presenza di energia rinnovabile nelle immediate vicinanze.

Le pompe di calore aria-acqua estraggono il calore dall'aria esterna per riscaldare l'acqua destinata ai radiatori o ai sistemi di riscaldamento a pavimento. Alcuni modelli sono in grado di fornire anche il raffrescamento degli ambienti. La loro vita utile media è stimata in 15-18 anni.

Le pompe di calore geotermiche prelevano il calore dal sottosuolo, mentre quelle idroniche assorbono l'energia termica da corpi idrici superficiali nelle vicinanze (fiumi, laghi, stagni) o dalle acque sotterranee (falda).

Questi sistemi sono più efficienti delle pompe di calore ad aria, poiché le temperature del terreno e dell'acqua rimangono relativamente costanti rispetto alle fluttuazioni dell'aria esterna. La loro vita utile media è di 20-25 anni, ma le sonde (i circuiti interrati che assorbono il calore dal terreno) possono durare oltre i 50 anni.

Le pompe di calore aria-aria utilizzano il calore dell'aria esterna per riscaldare l'abitazione attraverso ventilatori interni (*split*) o bocchette di ventilazione canalizzate. Rappresentano la soluzione ideale per edifici privi di radiatori o impianti a pavimento e possono fungere anche da condizionatori per il raffrescamento estivo. Alcuni modelli possono essere combinati con serbatoi di accumulo per fornire acqua calda sanitaria. La loro vita utile media è di 12-15 anni.

Le pompe di calore operano generalmente con un'elevata efficienza e sono in grado di ridurre le emissioni di gas serra nella maggior parte dei comuni, ad eccezione di quelli che si affidano in modo significativo ai combustibili fossili per la propria produzione di energia elettrica.

Un punto cruciale riguarda quindi la reale sostenibilità di tali soluzioni, poiché **l'elettrificazione non implica automaticamente la decarbonizzazione**. Affinché le pompe di calore siano realmente sostenibili, l'elettricità che le alimenta deve provenire da fonti energetiche rinnovabili. Se alimentate da energia elettrica a basse emissioni, le pompe di calore possono diventare una delle tecnologie chiave nella transizione verso un sistema di riscaldamento e raffrescamento sicuro e sostenibile.

Le **misure di raffrescamento attivo** prevedono l'impiego di mezzi meccanici per rimuovere o trasferire il calore da uno spazio interno verso l'esterno. Per fornire raffrescamento e ventilazione negli edifici sono disponibili diverse opzioni meccaniche, come i sistemi a compressione di vapore, i ventilatori e i raffrescatori evaporativi.

I sistemi di condizionamento a compressione di vapore rappresentano oggi l'approccio dominante per il raffrescamento degli ambienti e includono diverse tecnologie di varia complessità, tra cui

condizionatori (split), impianti di climatizzazione con unità centrale, sistemi a portata di refrigerante variabile e refrigeratori (chiller).

Sebbene ogni categoria di apparecchiature per il raffrescamento includa diverse classi di efficienza, le tipologie più efficienti sono spesso i ventilconvettori e i sistemi di raffrescamento evaporativo. Tuttavia, questi approcci non offrono la stessa versatilità dei sistemi a compressione di vapore in tutte le condizioni climatiche odierne.

All'interno della categoria dei sistemi a compressione di vapore, i più efficienti sono quelli in grado di utilizzare pozzi termici (*heat sinks*) — tipicamente acqua o scambio geotermico — per aumentare l'efficienza del ciclo di condensazione.

Tra le apparecchiature di raffreddamento ad aria, le differenze di efficienza tra le soluzioni disponibili (come i compressori e i ventilatori a velocità variabile rispetto a quelli a velocità fissa) sono meno marcate.



Cool Coalition "Battere il caldo. un manuale sul raffrescamento sostenibile per le città"-

<https://coolcoalition.org/>

Le apparecchiature di raffrescamento come ventilatori, raffrescatori evaporativi e condizionatori (*split*) sono utilizzate a tutti i livelli; tuttavia, il loro impiego è più diffuso alla scala di singolo locale, nel settore residenziale e nelle piccole attività commerciali.

Man mano che la scala edilizia cresce (uffici, grandi complessi commerciali e siti industriali), le apparecchiature come i sistemi condizionatori multi-split, i sistemi a portata di refrigerante

variabile (VRF) e i chiller (refrigeratori d'acqua) diventano la scelta più comune. Questo dipende principalmente da un migliore controllo, dalla facilità di manutenzione e dalla maggiore efficienza complessiva dei sistemi centralizzati rispetto alle singole unità indipendenti.

Quando la scala si amplia fino a includere sistemi multi-edificio, gli approcci basati sul teleriscaldamento e teleraffrescamento (district cooling) possono diventare una scelta percorribile, a condizione che vi siano una densità urbana sufficiente.

Gli usi finali per riscaldamento e raffrescamento possono riguardare anche **la refrigerazione e le catene del freddo**² fondamentali per la conservazione di alimenti o prodotti specifici in strutture del terziario — come supermercati e magazzini alimentari — ma anche nei servizi pubblici, tra cui ospedali, centri sanitari e farmacie.

Esistono numerose innovazioni tecnologiche volte sia al miglioramento dell'efficienza delle apparecchiature, sia alla riduzione del carico termico lungo l'intera catena del freddo. L'obiettivo è garantire che tali processi avvengano in modo sostenibile dal punto di vista ambientale ed economico, riducendo al minimo il consumo energetico. Tra le misure più rilevanti si annoverano l'utilizzo di materiali isolanti avanzati; l'applicazione di sistemi di refrigerazione ad alta efficienza; sistemi di monitoraggio intelligente della temperatura; l'utilizzo di refrigeranti a basso Potenziale di riscaldamento globale (GWP - *Global Warming Potential*).

Settore produttivo - Industria e agricoltura

Il settore industriale è uno dei maggiori consumatori di energia nell'Unione Europea, rappresentando il 25,1% del consumo finale di energia. Nelle città europee, l'industria incide per il 12,5% sui consumi energetici e per il 13% sulle emissioni totali di gas serra.

Il **calore di processo** è il principale uso finale nel settore industriale, cui afferisce oltre la metà della domanda di energia e che dipende ancora prevalentemente dai combustibili fossili.

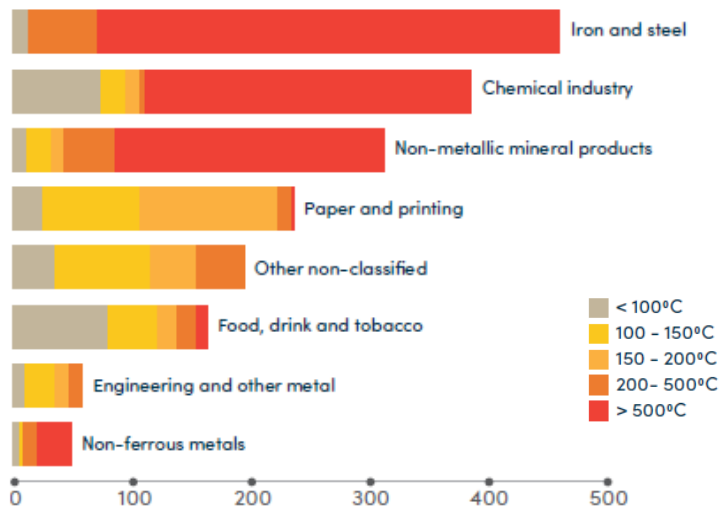
Tra i settori a più alta intensità energetica figurano l'industria siderurgica, quella chimica e quella dei prodotti non metallici, caratterizzate principalmente da processi ad alta temperatura (>500°C).

Anche nel **settore agricolo**, il calore di processo è spesso l'uso finale più energivoro, generalmente connesso alla trasformazione dei prodotti agricoli e zootecnici.

In entrambi i comparti, altri usi finali rilevanti includono la climatizzazione invernale ed estiva degli ambienti, la refrigerazione e la conservazione di prodotti (catena del freddo).

² La catena del freddo può essere meglio definita come: "La serie di azioni e attrezzature applicate per mantenere un prodotto entro una specifica gamma di basse temperature dalla raccolta/produzione al consumo, compresi l'allevamento/pesca, la trasformazione alimentare, la conservazione frigorifera, il trasporto, i servizi alimentari e gli usi domestici, nonché prodotti specializzati come medicinali e vaccini" (UNEP OzonAction 2020a).

Estimated total final energy demand for process heating in 2019 by temperature & energy carrier in EU-27 (Source: Fraunhofer-Ise)



L'energia rappresenta una componente fondamentale dei costi di produzione in molti settori industriali, sebbene la sua incidenza vari sensibilmente da uno all'altro. Tali differenze possono dipendere dalle dimensioni dell'azienda, dalla tipologia e complessità dei processi produttivi, dalle tecnologie adottate, dalle pratiche operative e dalle modalità gestionali.

L'efficientamento energetico offre un modo per ridurre strutturalmente i costi energetici annui, garantendo al contempo lo stesso livello di produzione o, in molti casi, migliorandolo. Investire nell'efficienza può inoltre aiutare le imprese a creare o salvaguardare posti di lavoro, ridurre le emissioni e ottenere un vantaggio competitivo più duraturo.

Il peso dell'efficienza varia drasticamente in base all'intensità energetica.

Per i settori ad alto consumo energetico, la gestione dei costi energetici può essere una questione di sopravvivenza. Questi settori, come quello chimico, metallurgico, della cellulosa e della carta, della raffinazione e del cemento, sono caratterizzati da costi fissi elevati e da processi ad alta intensità di capitale, in cui i miglioramenti in termini di efficienza richiedono spesso ingenti investimenti iniziali.

Per i settori a minore intensità energetica, come l'elettronica, la meccanica, l'industria automobilistica, il tessile e la trasformazione di alimenti e bevande, l'energia incide generalmente meno sui costi complessivi. Tuttavia, queste industrie presentano un potenziale significativo per ottenere risparmi energetici economicamente vantaggiosi nel breve termine, con investimenti di capitale inferiori. La gestione dei costi nelle industrie a minore intensità energetica è fondamentale non solo per migliorarne la competitività, ma anche per raggiungere obiettivi economici più ampi.

Il settore industriale possiede un potenziale significativo per ridurre la domanda di energia e migliorare l'efficienza, che può essere attivato attraverso azioni coordinate a livello locale:

- Adozione di macchinari efficienti in sostituzione di motori, inverter e caldaie obsolete.

- Ottimizzazione delle linee produttive per ridurre gli sprechi termici.
- Integrazione di energie rinnovabili (es. solare termico di processo) e tecnologie a basse emissioni.
- Implementazione di sistemi di monitoraggio dei consumi e procedure di gestione energetica.

L'elettificazione rappresenta un pilastro essenziale per la decarbonizzazione dell'industria. Le pompe di calore ad alta temperatura (HTHP) e le caldaie o forni elettrici potrebbero soddisfare fino al 45% della domanda di calore industriale per temperature comprese tra 200 e 500 °C. Inoltre, quasi il 40% del calore richiesto dalle industrie è a temperature inferiori a 150-200 °C, un target facilmente raggiungibile utilizzando pompe di calore industriali.

Nelle applicazioni industriali, le pompe di calore sono progettate per soddisfare esigenze più complesse e temperature più elevate rispetto al settore civile. Le configurazioni comuni includono:

- Liquido/acqua-liquido/acqua
- Aria/gas-liquido/acqua
- Liquido/acqua-aria/gas
- Aria/gas-aria/gas

Per temperature superiori, le tecnologie a resistenza, i forni ad arco elettrico e tecnologie a induzione possono raggiungere rispettivamente i 1.800 °C e i 3.000 °C, rendendole idonee per la fusione di metalli e materie plastiche.

I processi elettrificati sono intrinsecamente più efficienti di quelli basati sui combustibili fossili, riducendo consumi ed emissioni totali; tuttavia, non rappresentano sempre la soluzione ideale o l'unica possibile. Un punto cruciale riguarda la sostenibilità effettiva: l'elettificazione non implica automaticamente la decarbonizzazione. Per essere autenticamente sostenibile, l'elettricità di alimentazione deve provenire da fonti energetiche rinnovabili.

Esistono diverse soluzioni tecnologiche alternative o supplementari in grado di aumentare l'efficienza degli usi finali. Alcune sono misure di facile implementazione (quick-win), che presentano tipicamente bassi costi iniziali e richiedono interventi limitati, traducendosi in tempi di ritorno brevi e benefici immediati:

- Regolamentazione dei sistemi di riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria (HVAC);
- riduzione delle perdite nei sistemi ad aria compressa, uno degli interventi con il più alto rapporto costi-benefici, dato che le perdite d'aria sono comuni e dispendiose;
- Ripristino della coibentazione su tubazioni e serbatoi per evitare dispersioni termiche;
- adeguamento della potenza degli asset al carico reale di lavoro;
- sostituzione dei motori obsoleti con modelli ad alta efficienza.

Interventi di riqualificazione spinti comportano modifiche più sostanziali e di lungo termine potendo, però, garantire miglioramenti più marcati in termini di efficienza energetica e di processo. Mentre i "quick win" si ottengono con modifiche semplici, questi upgrade richiedono generalmente investimenti in nuovi macchinari e adeguamenti delle linee produttive.

Esempi di interventi profondi includono:

- recupero del calore di scarto attraverso l'utilizzo di scambiatori di calore progettati ad hoc, recuperatori su forni/essiccatori e pompe di calore ad assorbimento;
- installazione di impianti FER o recupero energetico dai residui di lavorazione;
- riprogettazione dei processi per ridurre il consumo energetico e eliminare i colli di bottiglia della linea di produzione;
- automazione e controlli avanzati per l'ottimizzazione in tempo reale dell'uso dell'energia;
- isolamento termico dell'involucro edilizio e interventi sulla struttura dei fabbricati;
- installazione di sistemi per lo stoccaggio del calore e bilanciare domanda e offerta energetica.

Tra le fonti rinnovabili, il solare termico è particolarmente idoneo per i processi industriali, le attività agricole e zootecniche che richiedono temperature fino a **500 °C**, come il preriscaldamento delle materie prime, la fornitura di acqua calda o la generazione di vapore.

Le applicazioni si dividono in base ai range di temperatura:

- Bassa temperatura (<75 °C) - Riscaldamento di serre, lavaggi industriali, trattamenti termici e processi di essiccazione.
- Media temperatura (75 °C - 150 °C) - Bollitura, pastorizzazione, sterilizzazione, candeggio e tintura.
- Alta temperatura (150 °C - 400 °C) - Distillazione, fusione di nitrati, produzione di cellulosa ed essiccazione di vernici.

L'offerta di energia per riscaldamento e raffrescamento – Le fonti rinnovabili

Questa sezione e la successiva intendono fornire quadro delle principali misure per promuovere la diffusione delle fonti rinnovabili e dei sistemi energetici urbani integrati, al fine di creare una filiera locale del riscaldamento e raffrescamento sostenibile.

Fotovoltaico

La tecnologia fotovoltaica è uno degli approcci più promettenti per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile soprattutto grazie a un significativo calo dei costi negli ultimi decenni.

La maggior parte dei sistemi fotovoltaici viene utilizzata per generare energia elettrica connessa a una rete elettrica, mentre esiste anche un mercato più piccolo per l'energia off-grid, in particolare nelle aree remote e nei paesi in via di sviluppo.

I pannelli possono essere installati sui tetti, a terra o su superfici come strade e rotonde, ferrovie, corpi idrici, aree dismesse o sottoutilizzate

L'integrazione in strutture edilizie o di arredo urbano è generalmente l'area di intervento più promettente e i moduli fotovoltaici possono anche diventare "elementi architettonici" (il cosiddetto Building Integrated photovoltaics -BIPV) andando a sostituire parti di una struttura. Oltre a tetti e tegole, i moduli possono essere integrati in pareti esterne, facciate semitrasparenti, lucernari e sistemi di schermatura solare.

L'integrazione del solare negli edifici riduce le bollette energetiche, migliora l'efficienza e le prestazioni ambientali. Un'adozione diffusa protegge inoltre i consumatori dalle fluttuazioni dei prezzi e aiuta a combattere la povertà energetica.

La Direttiva sulla Prestazione Energetica nell'Edilizia (EPBD), all'Articolo 10, impone una maggiore diffusione di installazioni solari sui nuovi edifici e su alcuni edifici non residenziali esistenti, laddove tecnicamente ed economicamente fattibile. Essa garantisce che i nuovi edifici siano "solar-ready", ovvero predisposti per ospitare impianti solari in base all'irraggiamento specifico del sito, facilitando future installazioni senza costose modifiche strutturali.

Tuttavia, permangono ancora numerose sfide. La variabilità dell'approvvigionamento di energia solare, la bassa efficienza di conversione e la complessità dell'integrazione dei sistemi negli edifici esistenti rappresentano ostacoli tecnici.

Dal punto di vista economico, nonostante la riduzione dei costi e i bassi costi operativi, l'investimento iniziale rimane relativamente elevato rispetto ad altre fonti energetiche. Ad esempio, sebbene il BIPV non sia una novità, rimane un mercato di nicchia, con una domanda limitata e specializzata e solo una manciata di produttori, in gran parte a causa dei diversi requisiti normativi e delle esigenze di certificazione per tali prodotti, nonché della frammentazione del mercato. Infine, sono necessari più lavoratori qualificati per raggiungere gli obiettivi dell'UE in materia di diffusione delle energie rinnovabili, anche nel settore solare.

Agrivoltaico

L'agrivoltaico combina l'attività agricola con la produzione di elettricità fotovoltaica. Questo approccio innovativo consente la produzione simultanea di cibo ed energia, mitigando le preoccupazioni relative alla competizione per l'uso del suolo tra pannelli solari e attività agricole. Inoltre, i sistemi agrivoltaici possono fornire ombreggiamento alle colture, proteggendole dallo stress termico e dalle intemperie, offrendo al contempo opportunità per la realizzazione di serre composte da pannelli fotovoltaici semitrasparenti.

L'installazione di sistemi agrivoltaici richiede un'attenta valutazione di diversi fattori. Identificare aree idonee — come terreni agricoli, aree dismesse (*brownfields*) o altre zone sottoutilizzate — è un passaggio cruciale, così come lo è l'analisi dell'impatto sulle pratiche di gestione del suolo agricolo.

Sistemi solari termici

L'energia solare termica, insieme alla biomassa e alla geotermia, può rappresentare una delle principali fonti di riscaldamento e raffrescamento in Europa. I sistemi solari termici convertono la luce solare direttamente in calore, rendendolo disponibile per varie applicazioni. I principali segmenti di mercato includono: edifici residenziali e del terziario, industria, agricoltura e allevamento, teleriscaldamento.

Attualmente, le applicazioni del solare termico sono utilizzate principalmente per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) e il riscaldamento degli ambienti in abitazioni singole e plurifamiliari, sebbene gli usi su larga scala abbiano registrato una forte crescita negli ultimi anni. Essi possono fornire calore per applicazioni industriali (SHIP - Solar Heat for Industrial Processes), come il preriscaldamento delle materie prime, la fornitura di acqua calda o la generazione di vapore per vari processi produttivi. In agricoltura, il solare termico può essere

impiegato, ad esempio, per l'essiccazione dei raccolti, il riscaldamento di alimenti/bevande per il bestiame o la climatizzazione delle serre.

Impianti solari termici di grandi dimensioni possono anche essere integrati in reti di teleriscaldamento esistenti. Ulteriori opzioni sono i sistemi collettivi utilizzati in condomini, ospedali, hotel e case di riposo. In termini di efficienza, i pannelli solari termici richiedono un terzo della superficie rispetto ai pannelli fotovoltaici per generare la stessa quantità di energia.

Il solare termico può operare in sinergia con diverse tecnologie e può essere efficacemente combinato con altre rinnovabili come biomasse, pompe di calore e biogas, migliorando l'efficienza complessiva del sistema.

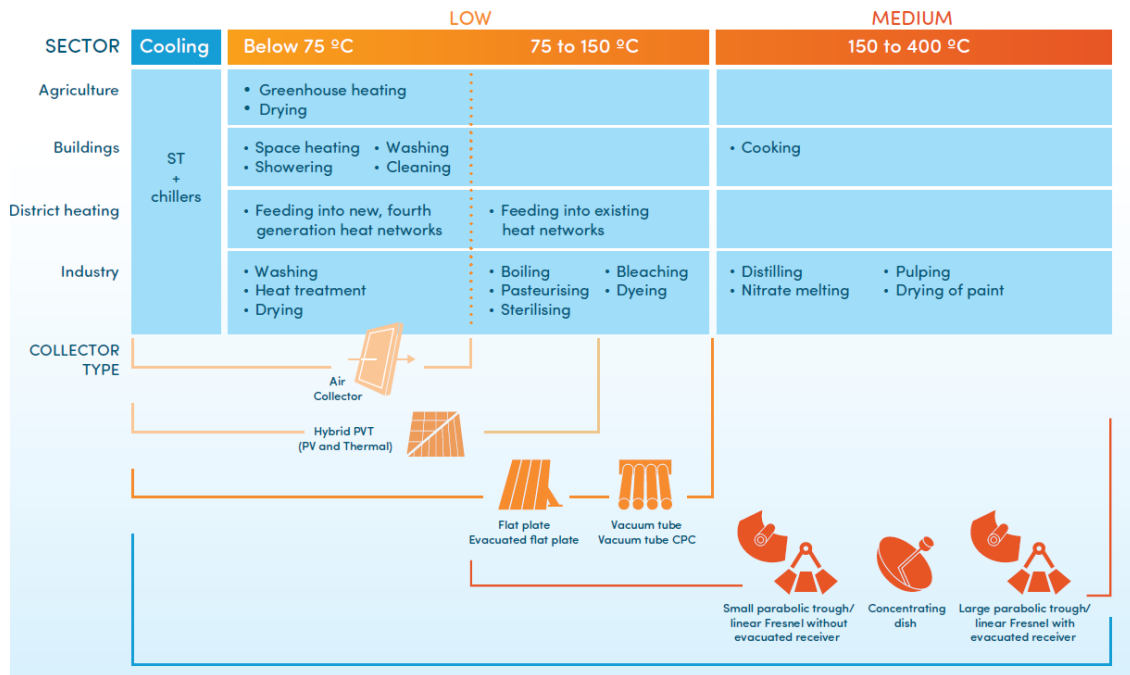
La combinazione di solare termico e pompe di calore offre una soluzione di riscaldamento particolarmente efficace.

Nel loro insieme, questi sistemi ad alta efficienza e a basse emissioni di carbonio sono già in uso in molti edifici europei. I collettori solari, in grado di convertire fino all'80% della radiazione solare in calore utilizzabile, possono preriscaldare l'acqua calda sanitaria o fornire riscaldamento agli ambienti. Inoltre, il calore può essere utilizzato per azionare una macchina termica di raffreddamento e fungere così da fonte energetica per il raffrescamento. Ciò riduce il carico sulla pompa di calore, consentendole di funzionare in modo più efficiente. Di conseguenza, il sistema combinato consuma meno elettricità, con una conseguente riduzione delle bollette energetiche e una maggiore protezione dalle fluttuazioni dei prezzi dell'energia.

Inoltre, questi sistemi ibridi sono progettati per garantire una lunga durata: gli impianti solari termici possono funzionare in modo affidabile per 25–30 anni, mentre le pompe di calore, se non sottoposte a sovraccarichi, mantengono prestazioni elevate per 15–20 anni. Riducendo lo stress sui singoli componenti, questa configurazione migliora la durata e riduce le esigenze di manutenzione, rendendo il sistema più conveniente nel corso del suo ciclo di vita.

Alla luce della revisione della direttiva EPBD e dell'impegno volto a decarbonizzare il patrimonio edilizio europeo, gli impianti ibridi che combinano energia solare termica e pompe di calore rappresentano una soluzione scalabile, affidabile e a prova di futuro che merita un'attenzione ben maggiore nelle strategie di riqualificazione.

Oltre ai sistemi solari termici puri, i sistemi fotovoltaici/termici (PV/T) rappresentano un'opzione per l'utilizzo dell'energia solare per produrre simultaneamente elettricità ed energia termica con un unico modulo.



Fonte: Solar heat Europe "Market Outlook 2024/2025" (Prospettive di mercato 2024/2025)-

www.solarheateurope.eu

Geotermia

L'energia geotermica è una fonte rinnovabile ricavata dall'energia termica immagazzinata nelle rocce e nei fluidi presenti nelle profondità della crosta terrestre. Pozzi perforati collegano il fluido alla superficie terrestre, consentendone l'utilizzo per diversi scopi, come la generazione di elettricità o la fornitura diretta di calore per il teleriscaldamento, il riscaldamento dell'acqua o i processi industriali.

La geotermia rappresenta quindi un'opportunità rilevante per incrementare la diffusione delle rinnovabili e la decarbonizzazione del settore energetico, non solo attraverso la produzione di elettricità, ma anche per il riscaldamento e il raffrescamento.

Un grande vantaggio dell'energia geotermica, rispetto ad altre fonti rinnovabili, è che non dipende dalle condizioni meteorologiche (è una fonte "baseload" o a carico di base). Pertanto, può aiutare a compensare i rischi associati a un sistema energetico basato su forniture variabili di altre fonti. Quando viene utilizzata per il riscaldamento, la geotermia offre guadagni di efficienza fornendo calore direttamente, senza necessità di processi di conversione complessi.

Esistono diverse tecnologie geotermiche con differenti livelli di maturità. Ad oggi, la quota di energia geotermica nel mix rinnovabile dell'UE è ridotta rispetto ad altre fonti come l'eolico e il fotovoltaico, a causa di diverse sfide e ostacoli legati a rischi tecnici ed economici: elevati costi iniziali di investimento, legati in particolare alle fasi di perforazione ed l'esplorazione; carenza di conoscenze e dati geologici dettagliati sul sottosuolo; scarsa disponibilità di lavoratori qualificati nel settore.

Tuttavia, la geotermia ha un grande potenziale di crescita nel contesto del Green Deal europeo e può fornire un contributo rilevante per il raggiungimento della neutralità carbonica entro il 2050.

Biomassa

La biomassa è definita come materiale biologico prodotto direttamente o indirettamente dalla fotosintesi. Gli esempi includono il legno e i residui legnosi, le colture energetiche, i residui colturali e i rifiuti/residui organici provenienti dall'industria, dall'agricoltura, dalla gestione del paesaggio ecc.

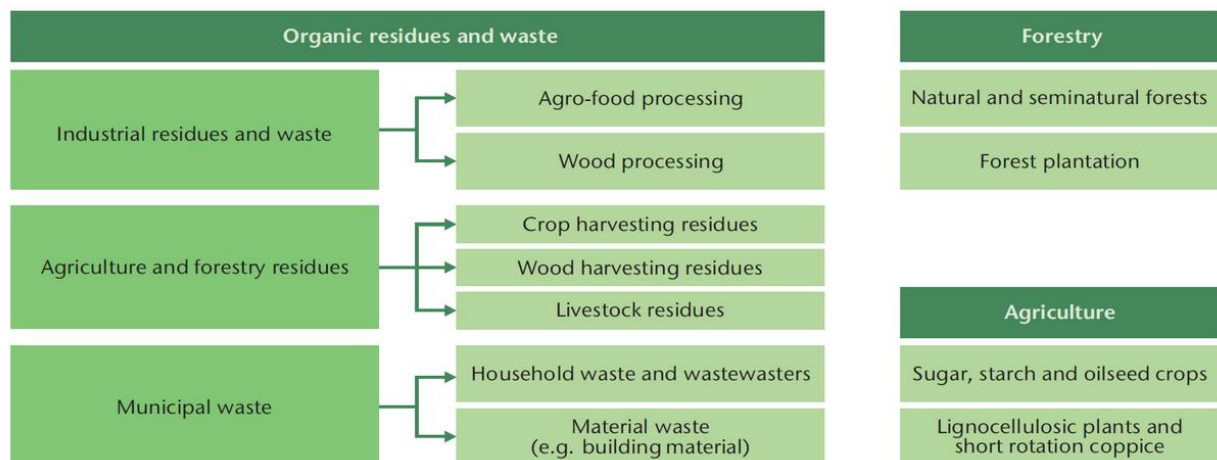
La biomassa può essere convertita in combustibili solidi, liquidi o gassosi ed è attualmente la principale fonte di energia rinnovabile, contribuendo alla generazione di energia elettrica, calore per l'industria e l'edilizia, carburanti.

Secondo i modelli dell'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA), la bioenergia è una componente essenziale del futuro sistema energetico globale a basse emissioni di carbonio, necessaria per rispettare gli impegni sul cambiamento climatico.

Caratteristiche chiave della bioenergia sono:

- tecnologie già mature e presenti sul mercato;
- applicabile in tutti i settori energetici (elettricità, calore diretto, trasporti);
- facilmente integrabile con le infrastrutture esistenti (es. reti di teleriscaldamento o caldaie);
- essendo una fonte programmabile e stoccabile, può supportare la diffusione delle rinnovabili intermittenti (come solare ed eolico), garantendo stabilità alla rete.

La bioenergia comprende molti potenziali materie prime, processi di conversione e applicazioni energetiche. Essa interagisce strettamente con i settori dell'agricoltura, della silvicoltura e della gestione dei rifiuti; le sue prospettive di sviluppo sono intrinsecamente legate alla crescita di una più ampia bioeconomia.



Fonte: IEA Bioenergy - www.ieabioenergy.com

Le tecnologie per la produzione di calore ed energia da biomassa sono già ben sviluppate e competitive in numerose applicazioni. Inoltre, è in fase di sviluppo un'ampia gamma di altre tecnologie di conversione che promettono efficienze migliori, prestazioni ambientali superiori e costi ridotti.

L'uso della biomassa in reti di teleriscaldamento o centrali termiche di quartiere rappresenta una scelta ottimale se vengono soddisfatti alcuni requisiti fondamentali

Innanzitutto deve essere garantito un approvvigionamento locale (*filiera corta*) per evitare produzioni energetiche non sostenibili e stimolare l'economia del territorio.

In secondo luogo è necessario utilizzare caldaie all'avanguardia in termini di efficienza di conversione e sistemi di filtraggio/abbattimento delle emissioni.

L'uso di moderni ed efficienti impianti centralizzate alimentati a biomassa è più economico e sostenibile rispetto all'utilizzo di numerosi impianti individuali

Infine la produzione di energia da biomassa può essere combinata in modo sinergico con altre fonti per ridurre il consumo di combustibile e le relative emissioni; ad esempio, accoppiando questi sistemi a un impianto solare termico.

La bioenergia può espandersi solo se fornita e utilizzata in modo sostenibile. Essa contribuisce effettivamente alla mitigazione dei cambiamenti climatici quando:

- deriva da rifiuti/residui o è prodotta in conformità con una gestione sostenibile delle risorse e con pratiche forestali e agricole corrette;
- l'approvvigionamento avviene riducendo al minimo le emissioni derivanti dal cambiamento d'uso del suolo (LUC - *Land Use Change*), ad esempio attraverso la co-produzione di colture alimentari, l'utilizzo di terreni non produttivi o il miglioramento dei rendimenti colturali;
- la trasformazione della materia prima in prodotti energetici (veicolo termico, elettrico o biocarburante) avviene con rendimenti elevati;
- viene utilizzata per rimpiazzare combustibili ad elevate emissioni di gas serra, come carbone o olio combustibile.

Sebbene la biomassa sia una fonte rinnovabile particolarmente interessante, il suo utilizzo come risorsa energetica non è privo di potenziali impatti ambientali. La produzione di materie prime da biomassa e l'utilizzo di residui agricoli e forestali a fini energetici possono causare, infatti, alterazione del suolo e disturbo degli ecosistemi, depauperamento dei nutrienti (impoverimento del terreno), compromissione della qualità dell'acqua.

L'entità di questi impatti dipende fortemente dal sito specifico e deve essere valutata a livello locale.

I processi biochimici per la conversione dei materiali da biomassa in combustibile producono inquinanti atmosferici, rifiuti solidi e acque reflue, che possono avere un impatto negativo sull'ambiente.

La conversione termochimica della biomassa in combustibili, ad esempio, produce inquinanti atmosferici quali particolato, monossido di carbonio, idrogeno solforato e sostanze organiche policicliche.

Gli impatti ambientali derivanti dalla produzione e dalla conversione della biomassa possono essere ridotti al minimo attuando una pianificazione accurata e pratiche di conservazione, impiegando tecnologie di controllo ambientale adeguate e valorizzando eventuali sottoprodotti e residui generati.

Calore di scarto

Il calore in eccesso o di scarto comprende tutti i flussi termici derivanti da uno specifico processo che non possono essere recuperati per il processo stesso, ma che possono essere riutilizzati per altri scopi. Questa definizione include anche il calore in eccesso derivante dalla produzione di elettricità in una centrale elettrica.

Il recupero del calore di scarto può essere impiegato in vari modi, tra cui l'immissione nelle reti di teleriscaldamento, il riscaldamento diretto degli edifici e l'alimentazione di processi industriali. Altri potenziali utilizzi includono il riscaldamento di serre e impianti di acquacoltura, l'alimentazione di processi di dissalazione e trattamento delle acque.

Inoltre, il calore di scarto può essere utilizzato per produrre combustibili come metanolo e biodiesel, e per alimentare la produzione di idrogeno tramite elettrolisi.

Per integrare questi approcci, il recupero termico può essere combinato con tecnologie di stoccaggio energetico (Thermal Energy Storage), al fine di ottimizzarne l'uso, aumentare la flessibilità e fornire un approvvigionamento energetico stabile e affidabile.

Esiste una miriade di processi industriali che rilasciano calore nell'ambiente e che possono essere valorizzati. Fonti convenzionali comprendono raffinerie, cementifici e acciaierie e forniscono calore a temperature sufficientemente elevate da poter essere utilizzato direttamente da una rete di teleriscaldamento tramite un semplice scambiatore di calore. Queste fonti possono anche essere impiegate per produrre freddo grazie ai chiller ad assorbimento, che convertono il calore in raffrescamento con un consumo elettrico molto limitato.

Fonti non convenzionali di calore a bassa temperatura (inferiore a 70 °C), sono data center, supermercati, impianti di trattamento delle acque reflue o la ventilazione della metropolitana.

Sfruttando il calore di scarto proveniente dai processi industriali, dalla generazione di energia e da altre fonti, è possibile ridurre significativamente i consumi energetici e le emissioni di gas serra per riscaldamento e raffrescamento in aree urbane, ma è necessario individuare le fonti di calore residuo, valutarne accuratamente le potenzialità energetiche e le possibilità di recupero e utilizzo.

L'offerta di energia per riscaldamento e raffrescamento - Tecnologie e sistemi integrati

Pompe di calore

Le pompe di calore combinano un'elevata efficienza di conversione energetica con la capacità di utilizzare il calore aerotermico, geotermico o idrotermico a livelli di temperatura utili. Rappresentano una tecnologia energetica versatile in grado di fornire sia riscaldamento che raffrescamento in una grande varietà di contesti edilizi e applicazioni, potendo essere integrate con tecnologie intelligenti (*smart*) e sistemi di accumulo.

Le pompe di calore possono inoltre garantire flessibilità al sistema elettrico, contribuendo alla gestione della variabilità della domanda di riscaldamento e raffrescamento. Per queste ragioni, hanno il potenziale per diventare la tecnologia di riferimento nel settore del riscaldamento e raffrescamento, anche a livello di singolo edificio.

Le pompe di calore utilizzano elettricità (pompe di calore a compressione) o energia termica (pompe di calore ad assorbimento) come fonte energetica primaria e sono in grado di elevare la temperatura di calore a bassa temperatura o di produrre freddo.

Le pompe di calore a compressione utilizzano l'elettricità per innalzare il potenziale termico di una sorgente a bassa temperatura, impiegando un compressore meccanico che agisce su un fluido refrigerante. Questi refrigeranti possono essere naturali (come CO₂ o ammoniaca) o sintetici (come gli idrofluorocarburi). Attualmente vi è una forte tendenza verso l'uso di refrigeranti

naturali, poiché non danneggiano l'ozono e hanno un potenziale di riscaldamento globale trascurabile.

Nelle reti di teleriscaldamento, le pompe di calore elettriche rappresentano una tecnologia di conversione cruciale tra il settore elettrico e quello termico (*sector coupling*). Se combinate con adeguati sistemi di accumulo termico, offrono la flessibilità necessaria per integrare fonti elettriche rinnovabili variabili (come eolico e fotovoltaico).

L'installazione di grandi pompe di calore collegate a sistemi di teleriscaldamento e teleraffrescamento può prevenire le elevate perdite nella rete di distribuzione che si verificherebbero se pompe di calore fossero distribuite come singole installazioni autonome su larga scala nelle aree urbane.

L'efficienza di una pompa di calore elettrica è misurata dal COP (Coefficient of Performance), ovvero il rapporto tra l'energia termica prodotta e l'elettricità consumata.

A prescindere dalla sorgente, le pompe di calore operano con un'efficienza maggiore quando forniscono calore a bassa temperatura. Questa è la motivazione principale per il passaggio dai sistemi di vecchia generazione verso quelli di quarta generazione (4GDH). Temperature operative inferiori consentono inoltre l'uso di una gamma più ampia di tecnologie e refrigeranti, molti dei quali hanno limiti termici superiori di funzionamento.

Le pompe di calore ad assorbimento sono invece alimentate da energia termica. Il loro consumo elettrico è minimo o, in alcuni casi, nullo. Queste macchine sfruttano il fenomeno per cui il calore viene rilasciato quando una sostanza viene assorbita in un'altra (solitamente coppie acqua/bromuro di litio o ammoniaca/acqua). La loro efficienza non è elevata quanto quella dei modelli a compressione, attestandosi solitamente intorno a 1,7.

Una variante è rappresentata dai chiller ad assorbimento, in grado di produrre freddo utilizzando calore ad alta temperatura. Per queste macchine esiste un limite inferiore per la temperatura della sorgente termica, che si attesta intorno agli 80 °C. Le macchine ad assorbimento offrono la possibilità di sfruttare fonti termiche economiche per innalzare il potenziale di una sorgente a bassa temperatura (aumentando la resa termica totale) o produrre raffrescamento. Le potenziali fonti di calore includono caldaie a biogas o biomassa, solare termico (collettori piani o a concentrazione), calore geotermico diretto, calore di scarto da processi industriali, cicli termici di centrali elettriche o incenerimento rifiuti.

Stoccaggio di energia elettrica

L'accumulo di energia (*storage*), finalizzato al suo utilizzo nel momento e nel luogo in cui è più necessaria, è fondamentale per sostenere l'aumento della produzione di energia rinnovabile, l'efficienza energetica e la sicurezza degli approvvigionamenti.

La rapida diffusione di fonti energetiche rinnovabili variabili richiederà una maggiore flessibilità, consentendo al sistema energetico di adattarsi alle mutevoli esigenze della rete e di gestire la variabilità e l'incertezza della domanda e dell'offerta di energia. In ogni istante, il consumo di elettricità deve corrispondere perfettamente alla generazione della stessa. Questo equilibrio è necessario in tutte le reti elettriche per mantenere una fornitura stabile e sicura. L'accumulo di energia può regolare la domanda e l'offerta consentendo di immagazzinare grandi quantità di energia elettrica in eccesso in diversi periodi di tempo.

Oltre a rappresentare un'importante soluzione di flessibilità, l'accumulo di energia può ridurre le fluttuazioni dei prezzi, abbassare i prezzi dell'elettricità durante i periodi di picco e dare ai consumatori la possibilità di adattare i propri consumi energetici ai prezzi e alle proprie necessità. Può inoltre facilitare l'elettrificazione di diversi settori economici, in particolare l'edilizia e i trasporti.

Stoccaggio termico

Per accelerare la decarbonizzazione del riscaldamento e del raffrescamento, l'accumulo di energia termica (TES) svolge un ruolo importante, in particolare nelle città in cui la densità di popolazione è sufficientemente alta per adottare sistemi di riscaldamento urbano. Il TES consente di disaccoppiare la generazione di caldo/freddo dal consumo, favorendo una maggiore flessibilità nei sistemi energetici. Queste tecnologie possono adattarsi a diverse scale temporali, dall'accumulo a breve termine (orario) a quello stagionale, collegando meglio l'offerta alla domanda, riducendo i tagli alla produzione (*curtailment*) ed evitando la necessità di costosi potenziamenti della rete elettrica.

Il TES consiste in un sistema in grado di accumulare energia termica e di metterla da parte per un uso successivo e utilizza solitamente l'acqua come fluido di stoccaggio, grazie alla sua elevata capacità termica e al prezzo contenuto, ma a volte anche il terreno.

Il TES può essere utilizzato non solo per immagazzinare il calore prodotto da fonti rinnovabili termiche, come il solare o la geotermia, ma anche per catturare l'eccesso di produzione elettrica eolica o fotovoltaica una volta convertita in calore grazie a una pompa di calore o a un boiler elettrico. Quest'ultima opzione ha il vantaggio di accoppiare i settori dell'elettricità e del calore. Inoltre, l'accumulo di energia termica è notevolmente più economico rispetto all'accumulo di elettricità, come le batterie o il pompaggio idroelettrico.

Le dimensioni dell'accumulo termico possono variare notevolmente, da poche centinaia di metri cubi a centinaia di migliaia di metri cubi. Dimensioni di stoccaggio maggiori permetterebbero di superare una delle principali barriere all'integrazione di quote significative di fonti di calore rinnovabili nelle reti di teleriscaldamento: la discrepanza stagionale tra i profili di domanda e offerta e la reciproca competizione durante il periodo estivo.

Teleriscaldamento e teleraffrescamento

Il teleriscaldamento è un sistema di distribuzione del calore generato in uno o più siti centralizzati (o decentralizzati) e trasportato attraverso una rete di tubazioni di trasmissione e distribuzione coibentate. Questo sistema può garantire riscaldamento ambienti e acqua calda sanitaria (ACS) per edifici residenziali e del terziario utilizzando molteplici fonti energetiche, impianti e tecnologie: solare termico, risorse geotermiche, calore di scarto industriale, caldaie di back-up e accumulo stagionale. Potrebbero essere utilizzate altre tecnologie come la cogenerazione, le pompe di calore e il calore di scarto proveniente dal settore dei servizi.

Il teleraffrescamento può essere visto come una rete termica inversa che funziona secondo principi simili a quelli del teleriscaldamento. Il teleraffrescamento distribuisce acqua refrigerata a edifici residenziali e commerciali, uffici e fabbriche. Nei sistemi di teleraffrescamento, l'acqua refrigerata viene prodotta in una centrale frigorifera che tipicamente comprende più refrigeratori elettrici raffreddati ad acqua, sebbene talvolta possano essere utilizzati refrigeratori ad

assorbimento alimentati da fonti di calore disponibili localmente. L'acqua refrigerata viene quindi distribuita attraverso reti di tubazioni coibentate. Scambiatori di calore distribuiscono l'acqua refrigerata alle unità di trattamento dell'aria o ai ventilconvettori, che a loro volta forniscono il raffrescamento richiesto dall'edificio. L'acqua fornita, dopo aver assorbito il calore rifluisce alla centrale attraverso una tubazione di ritorno separata, dove viene nuovamente refrigerata e ridistribuita.

Un vantaggio chiave delle reti di teleriscaldamento e raffrescamento è che possono fornire una soluzione valida per l'uso efficiente di molteplici fonti di energia rinnovabile su larga scala, che non sarebbero adatte all'uso in sistemi autonomi, tra cui: biomassa, geotermia e solare termico, calore di scarto dalla produzione di elettricità o inceneritori, processi industriali, data center, acque reflue, ecc.

I sistemi di teleriscaldamento di prima generazione (1880-1930) erano caratterizzati da una fornitura ad alta temperatura tramite vapore, mentre i sistemi di seconda generazione (1930-1980) utilizzavano acqua calda sotto pressione, operando con temperature massime di mandata superiori a 100 °C.

I sistemi di terza e quarta generazione (sul mercato dal 1980) operano con temperature di distribuzione più basse. La terza generazione, che opera tra 100 °C e 70 °C, fornisce calore principalmente da combustibili fossili o fonti di biomassa centralizzate; questi sistemi sono efficaci ma meno efficienti dal punto di vista energetico e richiedono un isolamento robusto per ridurre al minimo le perdite. La quarta generazione è rappresentata da sistemi più moderni che utilizzano temperature inferiori a 70 °C, spesso sfruttando fonti di energia rinnovabile e calore di scarto, allineandosi meglio agli standard edilizi di risparmio energetico.

Per i sistemi di teleraffrescamento, la prima generazione utilizzava il refrigerante come fluido di distribuzione, mentre dalla seconda generazione in poi viene utilizzata l'acqua, il che consente temperature di mandata potenzialmente più elevate e una maggiore disponibilità di fonti energetiche. Questa tendenza rende persino possibile la condivisione della rete di distribuzione del teleriscaldamento e del teleraffrescamento per quei paesi con stagioni di fornitura di riscaldamento/raffrescamento distinte.

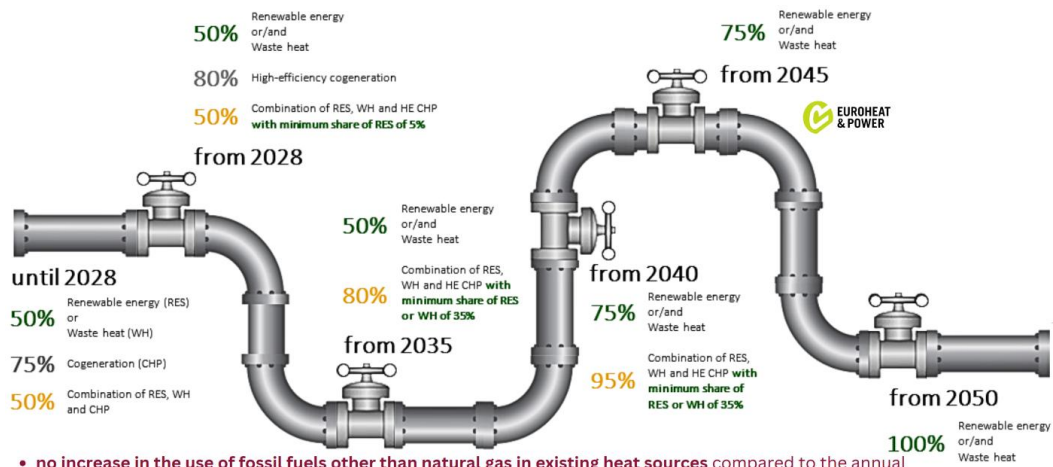
L'approccio più recente, la quinta generazione, pone l'accento su temperature ultra-basse (10–30 °C) combinate con pompe di calore localizzate. Questi sistemi operano in modo molto efficiente e consentono flussi di energia bidirezionali, permettendo la condivisione del calore e l'integrazione con fonti rinnovabili decentralizzate. Sono altamente adattabili e ideali per i nuovi sviluppi urbani.

Sfruttando la biomassa, la geotermia, il solare termico e il calore di scarto, si prevede che le reti di teleriscaldamento/raffrescamento diventino la spina dorsale del processo di decarbonizzazione del settore del riscaldamento/raffrescamento; in questo senso, la transizione verso la quarta e la quinta generazione sarà cruciale, poiché operano a temperature più basse e massimizzano l'efficienza delle fonti energetiche rinnovabili.

Il percorso di transizione è definito dall'art. 26 della revisione della Direttiva sull'Efficienza Energetica (EED), che stabilisce i criteri e gli obiettivi per raggiungere il "teleriscaldamento e teleraffrescamento efficiente". Questi obiettivi prevedono l'uso di quote crescenti di fonti rinnovabili, calore di scarto e cogenerazione ad alto rendimento, per soddisfare traguardi intermedi a partire dal 2027, fino a raggiungere l'obiettivo finale nel 2050, quando le reti DHC



dovranno essere alimentate esclusivamente da fonti rinnovabili, da calore di scarto o da una combinazione di entrambi.



- no increase in the use of fossil fuels other than natural gas in existing heat sources compared to the annual consumption averaged over the previous three calendar years of full operation before refurbishment
- any new heat sources in that system do not use fossil fuels, except natural gas until 2030

Fonte: Potenza di Euroheat &

Allegato 3 – Misure e strumenti di supporto

Questa sezione delle linee guida presenta il quadro delle misure che un comune può promuovere e attivare per lo sviluppo di azioni e interventi sul territorio e per l'attuazione concreta della strategia del Piano locale del riscaldamento e raffrescamento.

Le misure possono essere raggruppate in 3 categorie principali:

- **Misure di gestione, controllo e regolamentazione**
- **Misure finanziarie e di incentivo**
- **Misure di promozione, facilitazione e marketing sociale**

Misure di gestione, controllo e regolamentazione

Le misure di governance e istituzionali sono essenziali per sostenere la transizione verso un sistema di riscaldamento e raffrescamento a basse emissioni di carbonio. Possono comprendere lo sviluppo e l'attuazione di codici e standard edilizi, come quelli relativi all'efficienza energetica, alle fonti energetiche rinnovabili e alla bioedilizia. I programmi di certificazione possono fornire un quadro di riferimento per valutare e riconoscere gli edifici a basse emissioni. Inoltre, politiche e regolamenti, come le leggi urbanistiche e i requisiti per i permessi di costruzione, possono essere utilizzati per incoraggiare la realizzazione di nuovi edifici sostenibili e la riqualificazione di quelli esistenti.

Adozione di requisiti più stringenti per città o aree di sviluppo urbano

Operando all'interno del quadro più ampio dei regolamenti nazionali, le città possono, in alcuni casi, scegliere di adottare requisiti più stringenti per accelerare la transizione verso edifici efficienti. Spesso definiti "**stretch codes**", questi regolamenti introducono standard più ambiziosi da applicare a nuovi edifici di una certa dimensione o come requisito vincolante per le nuove costruzioni in zone di sviluppo urbanistico.

I codici "stretch" possono anche essere **volontari**, con incentivi collegati al loro raggiungimento. Tali standard volontari possono gradualmente diventare pratica comune, momento in cui viene introdotto il livello successivo di miglioramento. Le città possono stabilire cicli di aggiornamento regolari (ad esempio ogni tre anni) come tappe verso l'obiettivo finale di edifici a emissioni zero o quasi zero.

Regolamenti volti a garantire una migliore efficienza energetica degli edifici

Nel caso in cui le città non dispongano del potere normativo per definire propri requisiti o per "inasprire" quelli stabiliti da livelli di governo superiori, i **regolamenti comunali (by-laws)** o le ordinanze rappresentano un'opzione preziosa. Questi possono avere un ambito d'azione limitato, puntando a specifici elementi edilizi (come tetti verdi o tetti riflettenti/"cool roofs"), oppure possono integrare una gamma più ampia di standard obbligatori e volontari.

Standard di prestazione edilizia per il patrimonio esistente

Sebbene i regolamenti edilizi si applichino sia alle nuove costruzioni che agli edifici esistenti, i loro benefici tendono a concentrarsi sulle prime o sulle ristrutturazioni importanti. Questo accade perché è più semplice ed economico integrare tali standard in un progetto di (ri)costruzione integrale.

Nelle città con un consistente patrimonio edilizio esistente, il miglioramento delle sue prestazioni energetiche costituisce spesso un elemento di forte criticità. Vista l'urgenza di ridurre le emissioni su larga scala, risultano necessari approcci più aggressivi tra i quali l'adozione di "**Standard di Prestazione Energetica**" (**Building Performance Standard - BPS**) obbligatori che prevedano:

- Impegno a lungo termine: l'amministrazione stabilisce uno standard di alta prestazione con obiettivi intermedi che diventano più stringenti nel tempo.
- Flessibilità: vengono richiesti cambiamenti significativi, ma si lascia ai proprietari la libertà di scegliere le tecnologie e le strategie operative ed economiche più efficaci per raggiungere gli obiettivi.

Sistemi di valutazione e certificazione di bioedilizia

Molti schemi di valutazione e certificazione della bioedilizia, sia nazionali che internazionali, sono già ampiamente utilizzati (come **LEED** o **BREEAM**). Questi schemi possono essere volontari o obbligatori e possono essere impiegati in aggiunta o in sostituzione degli allegati energetici dei regolamenti edilizi. Risultano particolarmente utili per le città che hanno poteri normativi limitati. Inoltre, il livello minimo di certificazione richiesto può essere inasprito nel tempo per migliorare ulteriormente le prestazioni degli edifici.

Campagne di diagnosi energetiche

Il termine diagnosi energetica è comunemente usato per descrivere un ampio spettro di studi energetici che possono includere l'analisi dei dati dell'edificio e delle utenze, lo studio delle apparecchiature installate, l'analisi delle bollette energetiche e delle condizioni operative con l'obiettivo di identificare le misure di efficientamento economicamente convenienti. Diagnosi accurate possono fornire dati e informazioni di dettaglio sull'edificio, permettendo un'analisi approfondita delle prestazioni energetiche e dei parametri che le influenzano e, di conseguenza, l'individuazione delle necessarie o più opportune opportunità di intervento. Le diagnosi possono essere condotte su base volontaria; tuttavia, per massimizzarne la diffusione e l'efficacia, dovrebbero essere rese obbligatorie per le principali tipologie edilizie e per edifici che superano una certa dimensione o età, proponendo cicli di 5 o 10 anni. Le amministrazioni possono anche decidere di fornire diagnosi gratuite o di finanziare campagne per alcune specifiche destinazioni d'uso, così da promuoverne la diffusione.

Appalti pubblici e regole contrattuali

Le amministrazioni possono stabilire capitolati d'appalto, così come regole contrattuali, che promuovano il riscaldamento e raffrescamento urbano sostenibile nella manutenzione ordinaria, nei programmi di riqualificazione e rinnovo e nei bilanci di previsione per gli edifici e i beni gestiti dal comune. Alcuni esempi includono: specifiche in materia di progettazione efficiente dal punto di vista energetico e di materiali per tutte le nuove costruzioni; richieste di informazioni a fornitori qualificati che segnalino la domanda del mercato per soluzioni di raffrescamento urbano sostenibile; assumere solo tecnici formati o abilitati per gli edifici comunali.

Queste regole e procedure di appalto rappresentano inoltre un'opportunità per eventualmente avviare progetti pilota volti a dimostrare l'efficacia delle strategie messe in campo dall'amministrazione. L'adeguamento dei regolamenti e delle procedure interne è spesso un passo

fondamentale per promuovere una politica di appalti pubblici sostenibili e può prevedere tra gli altri:

- il coinvolgimento di società di servizi energetici (ESCO) e la promozione di partenariati pubblico-privati;
- l'introduzione di criteri di valutazione delle offerte che favoriscano il minor rapporto costi/benefici anziché richiedere offerte al massimo ribasso, che in genere non sono in grado di garantire la maggior efficienza dal punto di vista energetico);
- la trasparenza nelle procedure e la selezione di requisiti di gara ben allineati con le possibili soluzioni tecniche e i possibili modelli di business;
- l'attivazione di gare d'appalto aggregate che coinvolgano più settori dell'amministrazione comunale, oppure anche un gruppo di comuni, in modo da sfruttare un maggiore potere di acquisto e poter beneficiare di economie di scala.

Possono essere seguiti diversi approcci per la selezione dei criteri o requisiti da introdurre nelle gare d'appalto, in base al tipo di edificio, servizio o prodotto:

- richiedere che apparecchiature, impianti, materiali e tecnologie raggiungano un determinato livello in base ai sistemi di etichettatura o classificazione energetica esistenti;
- predisporre ed aggiornare un catalogo delle specifiche tecniche o standard di efficienza energetica per le apparecchiature che vengono acquistate più frequentemente;
- assegnare punteggi extra o preferenze di prezzo per i prodotti più efficienti dal punto di vista energetico;
- tenere un database di prodotti specifici, come apparecchiature e materiali da costruzione, che soddisfano le specifiche di efficienza energetica a livello normativo.

Offerta locale di energia per riscaldamento e raffrescamento

I comuni possono predisporre ordinanze che impongono l'uso di energia rinnovabile e richiedono alle famiglie l'acquisto di neregia verde. Queste ordinanze possono essere collegate alle leggi energetiche nazionali o regionali e applicate attraverso i regolamenti edilizi. In questo modo, le amministrazioni possono promuovere l'adozione di tecnologie a energia rinnovabile e ridurre la dipendenza da fonti fossili.

Oltre alle ordinanze, i comuni possono anche adattare e aggiornare i propri documenti di pianificazione e regolamentazione urbanistica e/o edilizia per sostenere lo sviluppo di sistemi energetici distribuiti e consentire l'installazione di sistemi a energia rinnovabile, come pannelli fotovoltaici e turbine eoliche.

In tale contesto potranno ad esempio essere rimossi gli obblighi di allacciamento degli edifici alle reti di gas naturale ed introdotti quelli di allacciamento ad eventuale rete di teleriscaldamento.

I comuni possono inoltre promuovere modelli di pianificazione territoriale integrata per individuare i siti potenzialmente più idonei all'installazione di impianti di produzione energetica, garantendo la disponibilità e la compatibilità degli spazi in ambito urbano.

Le amministrazioni possono anche adottare misure per facilitare lo sviluppo di sistemi energetici distribuiti semplificando le procedure amministrative che potranno includere, ad esempio, agevolazioni fiscali o la riduzione dei tempi necessari all'ottenimento dei permessi per quando le

proposte includono miglioramenti dell'efficienza energetica o l'uso di fonti energetiche rinnovabili.

Soluzioni basate sulla natura (NbS)

Le soluzioni basate sulla natura (Nature-based Solutions - NBS) offrono un ottimo rapporto qualità-prezzo e un forte ritorno sull'investimento. In genere sono più economiche rispetto a molti approcci infrastrutturali per la gestione del rischio climatico e offrono significativi benefici economici legati al miglioramento della salute fisica e mentale, oltre alla crescita dell'economia locale. Tuttavia, la governance e il finanziamento a lungo termine delle NbS rappresentano una sfida significativa per molte città; spesso è più facile ottenere finanziamenti per progetti una tantum o per la piantumazione iniziale che per la loro manutenzione continua.

Per iniziare a implementare le NbS su vasta scala e gettare le basi per la loro continua espansione, ripristino, conservazione e manutenzione, le maggiori opportunità sono le seguenti.

Masterplan per la natura urbana, o integrazione delle NbS nei masterplan cittadini esistenti. Questo è fondamentale per la continuità a lungo termine, poiché la natura impiega anni o decenni per svilupparsi e deve essere integrata nei processi di governance cittadina.

Incoraggiare o rendere obbligatoria l'installazione di tetti verdi tramite incentivi e regolamenti edilizi. Poiché i tetti verdi aiutano a ridurre il consumo energetico degli edifici per il riscaldamento e il raffrescamento, i requisiti per la loro installazione possono essere incorporati negli standard di efficienza energetica per gli edifici nuovi ed esistenti.

Politiche e regolamenti sull'uso del suolo, incluse le ordinanze riguardanti i benefici per la comunità. Potranno essere aggiornati i piani territoriali e altri regolamenti urbanistici introducendo obblighi, forme di incentivo e/o maggiori diritti edificatori per i progetti che garantiscono una certa proporzione di aree naturali o non pavimentate,.

Risorse e linee di finanziamento specifiche per le NbS. Le amministrazioni potrebbero dedicare parte dei bilanci dei settori comunali di pertinenza, come quelli relativi a salute, protezione civile, trasporti e pianificazione urbana, alle NBS e anche creare una "pipeline" di progetti verdi sostenibili che possano attrarre investimenti privati.

Investire nello sviluppo delle competenze necessarie per la progettazione e la manutenzione delle NbS quali, in particolare, l'arboricoltura, il paesaggio e la silvicoltura, sottolineando la necessità di sviluppare la conoscenza delle specie autoctone e di quelle resilienti ai cambiamenti climatici e ad altri stress.

Considerare il coinvolgimento del settore assicurativo. L'industria assicurativa è sempre più interessata a sostenere l'adozione delle NbS per ridurre il rischio climatico.

Misure finanziarie e di incentivazione

Di seguito viene fornito un breve ma completo quadro dei possibili meccanismi e strumenti di finanziamento, raggruppati in tre categorie principali: tradizionali, innovativi e alternativi.

Strumenti e meccanismi tradizionali

I meccanismi di finanziamento pubblico, come contributi a fondo perduto, incentivi fiscali e prestiti agevolati, svolgono un ruolo chiave nel sostenere i progetti di riqualificazione energetica e lo sviluppo di infrastrutture per le energie rinnovabili.

I contributi aiutano ad alleggerire l'onere finanziario iniziale, rendendo i progetti più accessibili e attraenti per gli investitori privati. Gli incentivi fiscali forniscono benefici economici mirati per promuovere tecnologie efficienti e pratiche sostenibili. I prestiti agevolati offrono condizioni favorevoli che consentono ai comuni di pianificare progetti su scala più ampia.

Anche il settore privato può contribuire con strumenti flessibili come il leasing e le obbligazioni tradizionali, studiati per soddisfare le richieste di ingenti capitali dei grandi progetti. Questi meccanismi permettono ai comuni di accedere a risorse finanziarie aggiuntive, bilanciando il rischio e ottimizzando le opportunità di investimento.

Infine, i modelli di finanziamento misto combinano risorse pubbliche e private per superare i limiti degli approcci isolati. Strumenti come i fondi rotativi (*revolving funds*) e il project financing non solo riducono i rischi percepiti dagli investitori, ma consentono anche di ampliare iniziative più complesse e innovative, migliorando l'efficienza complessiva degli investimenti.

Schema	Fonte di finanziamento	Tipologia contrattuale	Descrizione
Programmi di sovvenzione	Pubblica	Non rimborsabile	Programmi organizzati che assegnano finanziamenti a fondo perduto a specifici progetti o settori ammissibili.
Leasing	Privata	Debito	Finanziamento per attrezzature o infrastrutture in cui il concedente mantiene la proprietà del bene.
Project financing	Mista	Debito	Finanziamento di un progetto basato sui suoi previsti flussi di cassa, spesso utilizzato per grandi progetti infrastrutturali.
Contributi pubblici	Pubblica	Non rimborsabile	Sovvenzioni specifiche erogate da istituzioni pubbliche per sostenere iniziative mirate a beneficio della collettività.
Fondi rotativi	Mista	Debito	Fondi che si auto-alimentano man mano che i prestiti vengono rimborsati, consentendo l'erogazione di nuovo credito.
Prestiti agevolati	Mista	Debito	Prestiti erogati a tassi di interesse inferiori a quelli di mercato per sostenere progetti sostenibili.
Incentivi fiscali	Pubblica	Basata sugli incentivi	Misure fiscali, come crediti d'imposta o detrazioni, progettate per incoraggiare investimenti in settori o tecnologie specifiche.
Finanziamento tramite incremento fiscale	Pubblica	Basata sugli incentivi	Metodo di finanziamento pubblico che utilizza le future entrate fiscali di un'area specifica per finanziarne le infrastrutture.
Obbligazioni tradizionali	Mista	Debito	Titoli a reddito fisso emessi da governi o società per azioni per raccogliere capitali.
Finanziamento da parte del fornitore	Privata	Capitale/debito	Finanziamento offerto dal fornitore per l'acquisto di beni o servizi.

Fonte: JRC – Covenant of Mayors Guidebook, documento complementare 5 "Strumenti finanziari per azioni di mitigazione, adattamento e povertà energetica"

Strumenti innovativi³

In un contesto di risorse finanziarie limitate, i modelli di finanziamento innovativi offrono soluzioni flessibili per i comuni che intendono realizzare progetti di efficienza energetica, sostenibilità e contrasto alla povertà energetica. Questi modelli attingono a capitali privati, al coinvolgimento degli stakeholder e a rendimenti basati sulle prestazioni per superare le barriere finanziarie, ridurre i rischi e accelerare l'attuazione di progetti che potrebbero altrimenti essere ostacolati da vincoli di bilancio. Pur offrendo numerosi vantaggi, tali modelli richiedono un approccio ben pianificato, poiché spesso comportano una maggiore complessità nella gestione e nella quantificazione dei risultati, oltre a una più intensa interazione con partner privati e investitori.

³ I manuali di apprendimento Prospect+ forniscono casi e risultati attuali sull'attuazione di regimi di finanziamento innovativi - <https://h2020prospect.eu/learning-handbooks>

Schema	Fonte di finanziamento	Tipologia contrattuale	Descrizione
Finanziamento misto	Mista	Ibrido	Combinazione di fondi pubblici e privati per ottenere un maggiore impatto nel finanziamento di progetti di sostenibilità.
Obbligazioni blu	Mista	Debito	Obbligazioni emesse per sostenere la conservazione degli oceani e dei corsi d'acqua e le attività marittime sostenibili.
Carbon pricing (ETS, certificati verdi e bianchi, tasse)	Pubblica	Basato sul mercato	Sistemi in cui le emissioni di carbonio vengono tassate o scambiate, fornendo incentivi per la riduzione delle emissioni.
Climate bonds	Mista	Debito	Obbligazioni allineate agli obiettivi climatici, che finanziano progetti come energie rinnovabili, mitigazione e adattamento.
Obbligazioni per la resilienza climatica	Mista	Debito	Obbligazioni dedicate al finanziamento di progetti volti ad aumentare la resilienza climatica in aree vulnerabili.
Mutui per l'efficienza energetica	Privata	Debito	Mutui che offrono condizioni migliori per l'acquisto di case efficienti dal punto di vista energetico o per interventi di riqualificazione.
Contratti di prestazione energetica (EPC)	Privata	Basata sulle prestazioni	Accordi in cui gli interventi di efficienza energetica vengono pagati attraverso i risparmi energetici futuri.
Società di servizi energetici (ESCO)	Privata	Basata sulle prestazioni	Società che finanziano progetti di efficienza energetica e ricevono pagamenti basati sui risparmi energetici ottenuti.
Modello ESCO "intracting"	Pubblica	Basata sulle prestazioni	Modello di finanziamento interno per progetti di efficienza energetica di enti pubblici.
Forfeiting	Privata	Debito	Transazione finanziaria in cui un'impresa vende i propri crediti con uno sconto per ottenere liquidità immediata.
Green bonds	Mista	Debito	Obbligazioni emesse per finanziare progetti con benefici ambientali, come le infrastrutture per le energie rinnovabili.
Green loans (Prestiti verdi)	Privata	Debito	Prestiti a condizioni favorevoli per sostenere progetti ambientali, come installazioni di impianti a energia rinnovabile.

Meccanismi assicurativi per l'adattamento climatico	Mista	Trasferimento del rischio	Prodotti assicurativi che mitigano i rischi finanziari derivanti da disastri climatici, come assicurazioni parametriche o catastrophe bonds.
Land Value Capture (LVC)	Pubblica	Basata sulle entrate	Metodo in cui l'aumento del valore dei terreni dovuto a investimenti pubblici (es. infrastrutture) viene recuperato e reinvestito in ulteriori progetti sostenibili.
Mini-bond	Mista	Debito	Obbligazioni su piccola scala emesse da PMI o comuni per raccogliere capitali per infrastrutture, interventi di efficienza energetica o sostenibilità
Finanziamento in bolletta	Privato	Debito	Finanziamento in cui il costo degli interventi di efficienza energetica viene rimborsato attraverso le bollette delle utenze.
Pay-for-performance (P4P)	Mista	Basata sui risultati	Modelli di pagamento in cui il compenso è basato sul raggiungimento di specifici risultati energetici o ambientali.
Partenariati Pubblico-Privati (PPP)	Mista	Ibrida	Accordi di collaborazione tra il settore pubblico e quello privato per finanziare e gestire progetti di infrastrutture pubbliche.
Strumenti di condivisione del rischio e garanzie	Privata	Debito	Strumenti progettati per mitigare il rischio per gli investitori, spesso attraverso garanzie parziali o assicurazioni.
Obbligazioni sociali	Mista	Debito	Obbligazioni utilizzate per finanziare progetti con impatti sociali positivi, come l'edilizia popolare o la sanità.
Obbligazioni sostenibili	Mista	Debito	Obbligazioni che combinano il finanziamento di progetti ambientali e sociali, in linea con gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs).
Modelli di finanziamento tramite terzi	Privata	Debito	Accordi di finanziamento in cui una terza parte fornisce il capitale iniziale per i progetti, tipicamente nel campo dell'efficienza energetica.

Fonte: Joint Research Centre - Covenant of Mayors Guidebook, documento complementare 5 "Strumenti finanziari per azioni di mitigazione, adattamento e povertà energetica"

Strumenti alternativi

I modelli di finanziamento alternativo offrono soluzioni per il finanziamento di progetti energetici sostenibili, migliorando il coinvolgimento della comunità e rafforzando il legame tra investimenti e benefici locali. Sebbene questi modelli possano ampliare significativamente le fonti di finanziamento, richiedono una gestione attenta e una strategia di coinvolgimento ben strutturata per garantirne il successo e la sostenibilità.

Schema	Fonte di finanziamento	Tipologia contrattuale	Descrizione
Crowdfunding	Privata	Capitale/debito	Raccolta di piccole quantità di capitale da un gran numero di persone, spesso attraverso piattaforme online.
Cooperative energetiche	Privata/basata sui cittadini	Capitale	Organizzazioni basate sulla comunità che condividono i fondi per finanziare progetti di energia rinnovabile ed efficienza energetica.
Acquisti collettivi (Pooled procurement)	Mista	Appalto	Un gruppo di organizzazioni collabora per acquistare beni o servizi collettivamente, spesso per ottenere un risparmio economico o una riduzione dei prezzi.
Carbon finance	Privato/misto	Basata sul mercato	Monetizzazione delle riduzioni di emissioni di gas serra attraverso crediti di carbonio in mercati volontari o regolamentati (es. Articolo 6 dell'Accordo di Parigi). Fornisce finanziamenti aggiuntivi per progetti di mitigazione.

Fonte: Joint Research Centre - Covenant of Mayors Guidebook, documento complementare 5 "Strumenti finanziari per azioni di mitigazione, adattamento e povertà energetica"

Costituzione di una comunità di pratica locale

Scopo: Istituire una Comunità di Pratica Locale (LCoP) multi-stakeholder che supporti lo sviluppo, l'attuazione e il miglioramento continuo dei piani locali di riscaldamento e raffrescamento, in linea con i requisiti della Direttiva sull'Efficienza Energetica.

Contesto e motivazioni

I piani locali di riscaldamento e raffrescamento sono ora obbligatori ai sensi dell'Articolo 25 della Direttiva sull'Efficienza Energetica (EED 2023) per i comuni e le regioni di tutta l'UE. Tali piani devono valutare la domanda attuale e futura di riscaldamento e raffrescamento, mappare le fonti rinnovabili e di calore di scarto disponibili, identificare le zone prioritarie per le reti distrettuali e definire misure concrete per decarbonizzare il settore.

Lo sviluppo di piani solidi e attuabili richiede una collaborazione costante tra diversi stakeholder che detengono i vari tasselli del puzzle: i comuni controllano la pianificazione territoriale e possiedono gli edifici pubblici, le utility gestiscono le reti e le forniture energetiche, operatori del settore immobiliare influenzano le decisioni in merito a interventi di ristrutturazione, l'industria detiene il potenziale di calore di scarto, mentre le comunità e i cittadini determinano l'accettazione sociale. Una Comunità di Pratica fornisce lo spazio di dialogo strutturato in cui questi attori

possono co-creare strategie basate su prove di fatto e costruire le relazioni necessarie per l'attuazione.

Obiettivi

La Comunità di Pratica Locale per il riscaldamento e il raffrescamento mira a:

- Sviluppare congiuntamente i contenuti dei piani locali di riscaldamento e raffrescamento attraverso l'analisi partecipativa di dati, scenari e misure prioritarie.
- Garantire l'allineamento tra i piani locali di riscaldamento e raffrescamento (H&C) e altri documenti strategici (Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima - PAESC, piani territoriali, strategie di inclusione sociale).
- Costruire una proprietà condivisa e l'accettazione tra gli stakeholder per l'espansione della rete, la ristrutturazione degli edifici, le decisioni di zonizzazione e i progetti guidati dalla comunità.
- Fornire contributi basati sulla pratica ai processi politici regionali e nazionali in materia di riscaldamento e raffrescamento.
- Facilitare l'apprendimento continuo e l'aggiornamento dei piani in base all'evoluzione delle tecnologie, delle politiche e delle condizioni locali.

Ambito di applicazione e aree di intervento

La CoP supporterà tutte le fasi della pianificazione del riscaldamento e del raffrescamento:

- Inizializzazione e mobilitazione: Mappatura degli stakeholder, chiarimento dei mandati, definizione della governance.
- Raccolta dati e mappatura: Validazione del patrimonio edilizio, della domanda, delle infrastrutture di fornitura, delle fonti di calore rinnovabile e di scarto, delle vulnerabilità sociali.
- Valutazione delle opzioni e sviluppo degli scenari: Analisi congiunta del teleriscaldamento/teleraffrescamento, delle soluzioni a livello di edificio, delle comunità energetiche e delle misure sociali.
- Redazione del piano e consultazione: Co-progettazione degli obiettivi, delle zone prioritarie, del portafoglio progetti, dei meccanismi di governance e finanziamento.
- Monitoraggio dell'attuazione e revisione: Monitoraggio dei progressi, gestione adattiva e preparazione degli aggiornamenti periodici del piano.

Gruppi target di portatori d'interesse

L'adesione dovrebbe garantire la rappresentanza di tutte le categorie interessate:

Portatore d'interesse	Rappresentanti e soggetti coinvolti
Autorità pubbliche	Dipartimenti comunali (energia, urbanistica, edilizia, politiche sociali); governo regionale; agenzie energetiche locali/regionali.
Infrastrutture energetiche	Gestori dei sistemi di distribuzione (DSO), operatori di teleriscaldamento e teleraffrescamento, società di servizi energetici (ESCO).

Industria e commercio	Grandi utenti energetici, siti industriali con potenziale di calore di scarto, fornitori di tecnologie.
Settore residenziale	Fornitori di edilizia sociale, associazioni di proprietari di edifici, gestori immobiliari.
Comunità e cittadini	Comunità energetiche, gruppi di consumatori, associazioni di quartiere, rappresentanti degli utenti vulnerabili.
Fornitori di conoscenze	Università, istituti di ricerca, consulenze tecniche, esperti di mappatura e modellazione.

Per supportare l'identificazione e la definizione delle priorità degli stakeholder da invitare alla LCoP, si raccomanda l'uso dello strumento di mappatura degli stakeholder reso disponibile da Plan4COLD.

Governance e modello operativo

- **Mandato e autorità:** La CoP opera nell'ambito di un mandato chiaro volto a "sostenere la preparazione, l'attuazione e l'aggiornamento del piano locale di riscaldamento e raffrescamento", con un collegamento formale ai processi decisionali municipali (commissioni consiliari, gruppi di lavoro tecnici).
- **Adesione:** Aperta a tutte le organizzazioni di stakeholder rilevanti; i partecipanti si impegnano a un coinvolgimento regolare e alla risoluzione collaborativa dei problemi.
- **Coordinamento:** Un piccolo segretariato (solitamente ospitato dal comune o dall'agenzia energetica locale) fornisce supporto logistico, facilitazione degli incontri e documentazione.
- **Processo decisionale:** La CoP opera attraverso la ricerca del consenso; i risultati consistono in raccomandazioni e documenti sviluppati congiuntamente che confluiscono nelle procedure formali di pianificazione.
- **Cadenze degli incontri:** Riunioni plenarie 3-4 volte l'anno, allineate alle fasi di pianificazione; i gruppi di lavoro tematici (dati, scenari, finanziamenti, coinvolgimento della comunità) si riuniscono secondo necessità tra le sessioni plenarie.
- **Comunicazione:** Spazio di lavoro online condiviso per lo scambio di documenti, la collaborazione asincrona e la comunicazione tra i membri.

Attività principali e risultati

La CoP organizzerà il proprio lavoro intorno a risultati concreti e utilizzabili che supportino direttamente il processo di pianificazione:

Fase di pianificazione	Attività della CoP	Risultati
Inizializzazione	Workshop di mappatura degli stakeholder; definizione della governance.	Termini di riferimento; registro degli stakeholder; piano di lavoro.

Dati e mappatura	Sessioni di validazione dei dati; revisione degli studi di mappatura del calore.	Dataset validati; mappe del calore; analisi dei gap.
Valutazione delle opzioni	Workshop sugli scenari; visite in loco; approfondimenti tecnologici.	Criteri e indicatori; valutazioni degli scenari; elenco delle aree prioritarie.
Redazione del piano	Workshop di co-progettazione; sessioni di revisione e commento.	Bozza delle misure e degli obiettivi; portafoglio progetti; modelli di governance.
Consultazione	Eventi di coinvolgimento pubblico; sintesi dei feedback.	Contributi consolidati degli stakeholder; sezioni del piano revisionate.
Attuazione	Riunioni di revisione del monitoraggio; scambi di apprendimento.	Rapporti di progresso; lezioni apprese; raccomandazioni per l'aggiornamento.

Collegamenti con i decisori politici e operatori finanziari

La CoP collegherà attivamente la pianificazione locale a un supporto politico e finanziario più ampio:

- **Quadri UE:** Allineamento con le linee guida del Patto dei Sindaci, gli strumenti dei progetti Act'onHeat e Plan4Cold e il Playbook delle Comunità di Pratica del JRC [1] [4] [5].
- **Supporto nazionale e regionale:** Coinvolgimento di agenzie energetiche nazionali, ministeri ed enti regionali per garantire la coerenza con le strategie nazionali di riscaldamento e raffrescamento.
- **Opportunità di finanziamento:** Identificazione e ricerca collettiva di finanziamenti dell'Unione Europea (Horizon Europe, LIFE, Interreg, CEF, fondi di coesione), nazionali e comunali per studi, progetti pilota e infrastrutture.
- **Scambio di conoscenze:** Partecipazione a reti transnazionali di CoP e piattaforme di apprendimento tra città (*city-to-city learning*) per importare le migliori pratiche e condividere le innovazioni locali.

Fattori di successo e rischi

Fattori di successo	Rischi e mitigazione
Mandato chiaro che collega la CoP al processo di pianificazione	Rischio: La CoP è considerata solo consultiva, i risultati ignorati. Mitigazione: Formalizza il ruolo nelle procedure comunali e nelle decisioni dei consigli

Rappresentanza equilibrata e partecipazione attiva di tutte le principali parti interessate	Dominanza da parte di un singolo attore o scarso coinvolgimento. Mitigazione: Presidenza a rotazione, impegni di partecipazione chiari, valore visibile derivante dai primi risultati prodotti
Segretariato dedicato con capacità di facilitazione	Rischio: Sovraccarico amministrativo o progettazione degli incontri inefficace. Mitigazione: Garantire risorse stabili e supporto professionale per la facilitazione.
Risultati concreti e tempestivi allineati alle scadenze di pianificazione	Rischio: Risultati troppo generici o prodotti in ritardo rispetto alle necessità. Mitigazione: Co-progettare un piano di lavoro dettagliato insieme al team di pianificazione comunale.
Fiducia e comunicazione aperta tra i vari attori	Rischio: Conflitti di interesse o accaparramento delle informazioni. Mitigazione: Definizione di regole di base sulla trasparenza, la riservatezza e la risoluzione collaborativa dei problemi.

Tempistiche e prossimi passi

Mesi 1-2: identificazione degli stakeholder chiave; attività di sensibilizzazione iniziale e contatti diretti; redazione della bozza dei termini di riferimento (ToR).

Mese 3: riunione di avvio (Kick-off) per concordare mandato, governance e piano di lavoro; istituzione formale del segretariato; attivazione dello spazio di lavoro online condiviso.

Mesi 4-6: riunioni dei gruppi di lavoro per la validazione dei dati; revisione tecnica degli studi esistenti e delle mappe del calore.

Mesi 7-9: workshop partecipativi per lo sviluppo di scenari energetici; identificazione e zonizzazione delle aree prioritarie per il teleriscaldamento/teleraffrescamento.

Mesi 10-12: sessioni di lavoro congiunte per definire le misure del piano; sviluppo dei modelli di governance e dei meccanismi finanziari.

Mesi 13-15: supporto agli eventi di consultazione pubblica; revisione e perfezionamento del piano in base ai feedback ricevuti.

Mese 16+: adozione formale del piano da parte delle autorità competenti; transizione verso la modalità di monitoraggio dell'attuazione; riunioni periodiche di revisione per garantire il miglioramento continuo.

Conclusioni

Una Comunità di Pratica Locale (LCoP) per la pianificazione del riscaldamento e del raffrescamento trasforma un esercizio di pianificazione obbligatorio in un'opportunità di autentica collaborazione multi-stakeholder e apprendimento collettivo.

Coinvolgendo sistematicamente coloro che attueranno il piano e coloro che ne beneficeranno, la CoP costruisce qualità tecnica, legittimità politica e l'accettazione sociale: Indispensabile per

l'espansione delle reti di teleriscaldamento e per gli interventi di riqualificazione edilizia necessarie per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione dei sistemi locali di riscaldamento e raffrescamento.

Questo modello può essere replicato in comuni e regioni, con un coordinamento e uno scambio di conoscenze tra le CoP locali a livello nazionale ed europeo per accelerare la transizione verso un riscaldamento e un raffrescamento sostenibili in tutta Europa.

Riferimenti

Act!onHeat. (2024). Piani locali di riscaldamento e raffrescamento in linea con la direttiva Efficienza energetica 2023: Check list e guida.

https://actionheat.eu/sites/default/files/media/LRR_EED_checklist_FINAL.pdf

Città dell'energia. (2023). Pianificazione locale del riscaldamento e del raffrescamento negli Stati membri dell'UE: Analisi complessiva.

<https://energy-cities.eu/wp-content/uploads/2023/10/Overall-Analysis-Local-Heating-and-Cooling-plans.pdf>

Plan4Cold. (2023). Progetto Plan4Cold: Sostenere gli enti locali e regionali nella pianificazione del riscaldamento e del raffrescamento. Alleanza per il clima.

<https://www.climatealliance.org/plan4cold.html>

Centro comune di ricerca della Commissione europea. (2024). Le comunità di pratica Playbook: Metodologia per la creazione e la gestione di comunità di pratica efficaci. Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea. <https://op.europa.eu/webpub/jrc/communities-of-practice-playbook/it/methodology.html>



Allegato 4 – Proposta di indice per il Piano d'Azione Locale Sostenibile per il Riscaldamento e il Raffrescamento

Executive Summary

1. Introduzione

- a. Caratterizzazione del contesto locale
- b. Quadro politico in materia di energia e clima
- c. Obiettivi e approcci della pianificazione locale del riscaldamento e del raffrescamento
- d. Obiettivi comunali e obiettivi del piano
- e. Struttura di governance del piano

2. Mappatura degli stakeholder

- a. Mappatura degli stakeholder chiave
- b. Coinvolgimento e partecipazione degli stakeholder
- c. Partecipazione dei cittadini

3. Valutazione dello stato di fatto -Baseline

- a. Domanda di energia
- b. Offerta di energia
- c. Inventario delle emissioni di gas serra

4. Scenari di intervento

- a. Scenario tendenziale – Business as Usual
- b. Vision e scenario obiettivo
 - i. Azioni e interventi
 - Riqualificazione urbana*
 - Edifici e infrastrutture per settore*
 - Comportamento utenti finali*
 - ii. Misure di supporto

5. La programmazione del piano

- a. La roadmap e le schede d'azione
- b. Organizzazione del processo di attuazione e cronoprogramma

6. Monitoraggio e aggiornamento

- a. Definizione degli indicatori chiave di prestazione (KPI)
- b. L'aggiornamento del bilancio energetico e dell'inventario emissioni
- c. Il monitoraggio delle azioni
- d. Revisione e aggiornamento del piano

7. Conclusioni

Allegati

Allegato 5 – La cassetta degli attrezzi - Impara e lasciati ispirare

Esempi di buone pratiche nella pianificazione del riscaldamento e del raffrescamento

Buone pratiche in Baden-Württemberg (DE)

<https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/6dba8ea6-7f53-45a1-a633-d207ac486554/content>

Buone pratiche in Austria

https://managenergy.ec.europa.eu/publications/watch-now-empowering-regions-heating-cooling_en
https://www.energiesparverband.at/fileadmin/esv/Broschueren/Videos/Solar_576_web.mp4

Buone pratiche dal progetto Decarb City Pipes 2050

Bilbao - <https://decarbcitypipes2050.eu/bilbao/>
 Bratislava - <https://decarbcitypipes2050.eu/bratislava/>
 Dublino - <https://decarbcitypipes2050.eu/dublin/>
 Monaco di Baviera - <https://decarbcitypipes2050.eu/munich/>
 Rotterdam - <https://decarbcitypipes2050.eu/rotterdam/>
 Vienna - <https://decarbcitypipes2050.eu/vienna/>
 Winterthuer - <https://decarbcitypipes2050.eu/winterthur/>

Buone pratiche dal progetto Act!onHeat

https://actionheat.eu/sites/default/files/media/Act%21onHeat%20D6.6_case%20study%20collection.pdf

LEA – Agenzia per l'energia dell'Assia (DE)
 Veka – Agenzia fiamminga per l'energia e il clima (BE)
 SOL - Le Syndicat de l'Ouest Lyonnais (FR)
 MANU - Accademia Macedone delle Scienze e delle Arti (NM)
 REGEA - Agenzia per l'energia della Croazia nordoccidentale (HR)
 Energieinstitut Vorarlberg - Agenzia per l'energia della regione del Vorarlberg (AT)
 Città di Zelzate (BE)
 Città di Poznań (PL)
 Città di Sint-Niklaas (BE)

Buone pratiche da Energie Cities EU Tracker

<https://energy-cities.eu/local-heating-and-cooling-plan/>

Buone pratiche dalla Campagna "The Cities Heat Detox"

<https://eu-mayors.ec.europa.eu/en/The-Cities-Heat-Detox>



Buone pratiche dalla Campagna "City Refresh"

<https://eu-mayors.ec.europa.eu/en/Cities-Refresh>

Piattaforme e portali tematici internazionali ed europei

NASA - Earth Data - <https://www.earthdata.nasa.gov/topics/terra-superficie/terra-superficie-temperatura>

Ufficio per il clima dell'ESA - Agenzia Spaziale Europea - <https://climate.esa.int/en/#/>

- **Progetti Essential Climate Variable (ECV)**
<https://climate.esa.int/en/projects/>
- **Panoramica dei dati climatici**
<https://climate.esa.int/en/climate-data-records-at-a-glance/>
- **Dati**
<https://climate.esa.int/en/data/>

L'ECMWF - Centro europeo per le previsioni meteorologiche a medio termine
<https://www.ecmwf.int/>

Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP) - <https://www.unep.org/>

- **Orologio di raffrescamento globale 2025**
<https://www.unep.org/resources/global-cooling-watch-2025>
- **Alleanza Globale per l'Edilizia e l'Edilizia**
<https://globalabc.org/>
- **Tabella di marcia dell'azione per il clima per l'edilizia e l'edilizia**
<https://globalabc.org/climate-action-roadmaps-buildings-and-construction>

Banca Mondiale - <https://www.worldbank.org/ext/en/home>

- **Manuale sulla gestione del calore urbano nel Sud del mondo**
https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/publication/handbook-on-urban-heat-management-in-the-global-south?cid=ECR_LI_worldbank_EN_EXT

IRENA - Agenzia internazionale per le energie rinnovabili - <https://www.irena.org/Publications>

- **Integrazione delle rinnovabili a bassa temperatura nei sistemi energetici distrettuali: Linee guida per i decisori politici**
<https://www.irena.org/%20%20%20publications/2021/March/Integrating-low-temperature-renewables-in-district-energy-systems>
- **Processi partecipativi per la pianificazione energetica strategica: Un kit di strumenti per i pianificatori energetici nazionali**
<https://www.irena.org/Publications/2025/Sep/Participatory-processes-for-strategic-energy-planning-A-toolkit-for-national-energy-planners>

C40 Knowledge Hub - https://www.c40knowledgehub.org/s/?language=it_US



- **Come adattare la tua città al caldo estremo**
https://www.c40knowledgehub.org/s/topic/0TO1Q0000001R5WAI/adapting-to-climate-change?language=en_US
- **Toolkit per il raffrescamento urbano**
https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Nature-based-solutions-How-cities-can-use-nature-to-manage-climate-risks?language=en_US
- **Soluzioni basate sulla natura**
https://www.c40knowledgehub.org/s/topic/0TO1Q000000x1ZXWAY/naturebased-solutions?language=en_US

Piattaforma Nature-Based Solution - <https://www.nature-basedsolutions.com/about>

IEA, Agenzia Internazionale per l'Energia - Sistema energetico - <https://www.iea.org/energy-system>

- **Città TCP - Technology Collaboration Programme**
<https://cities-tcp.org/tasks-tcp-cities/>
- **Rinnovabili**
<https://www.iea.org/energy-system/renewables>
- **Edifici**
<https://www.iea.org/energy-system/buildings>
- **Programma di collaborazione per le tecnologie di riscaldamento e raffrescamento solare (SHC TCP)**
<https://www.iea-shc.org/>
- **Programma di collaborazione in materia di bioenergia e tecnologia (TCP)**
<https://www.ieabioenergy.com/>
- **Sostenibilità sociale del teleriscaldamento & teleraffrescamento**
https://dbdh.org/wp-content/uploads/2026/02/IEA_DHC_XIV-07_Social_Sustainability_Final_Report.pdf

Smart Cities Marketplace - <https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/>

Commissione EU - Portale Efficienza energetica - https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency_en

- **Prestazione energetica degli edifici**
https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings_en
- **Riscaldamento e raffrescamento**
https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/heating-and-cooling_en
- **Pompe di calore**
https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/heat-pumps_en
- **Finanziamento**
https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/financing_en

BUILD UP - Il portale europeo per l'efficienza energetica e le energie rinnovabili negli edifici - <https://build-up.ec.europa.eu/en/home>

- **Barometro degli edifici sani 2024**



<https://build-up.ec.europa.eu/system/files/2024-04/Healthy-Buildings-Barometer-2024-final-for-screen-single-pages-20240404-1.pdf>

Osservatorio delle tecnologie per l'energia pulita -

https://setis.ec.europa.eu/publications-and-documents/clean-energy-technology-observatory_en

Archivio delle pubblicazioni del JRC - <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/>

- **Orientamenti tecnici a livello dell'UE sull'adattamento degli edifici ai cambiamenti climatici** <https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2023-04/Technical%20Guidance%20adapting%20buildings.pdf>

La coalizione per il risparmio energetico - <https://energycoalition.eu/>

BPIE - Buildings Performance Institute Europe - <https://www.bpie.eu/>

- **Pacchetti strategici per una ristrutturazione socialmente giusta degli edifici residenziali** <https://www.bpie.eu/publication/policy-packages-socially-just-renovation-epbd/>

Efficient Buildings Europe - <https://efficientbuildings.eu/>

Cool Heating Coalition - <https://coolheatingcoalition.eu/>

RHC - Piattaforma europea per la tecnologia e l'innovazione in materia di riscaldamento e raffrescamento rinnovabili - <https://www.rhc-platform.org/>

IEECP - Istituto per la politica europea dell'energia e del clima - <https://ieecp.org/>

European Urban Initiative - Il polo europeo per lo sviluppo urbano sostenibile <https://www.urban-initiative.eu/#>

Climate Action Network (CAN) Europe - Rete per l'azione per il clima Europa - <https://caneurope.org/>

CoM - The Cities Heat Detox Kit - <https://eu-mayors.ec.europa.eu/it/The-Cities-Heat-Detox>

CoM - City Refresh Kit - <https://eu-mayors.ec.europa.eu/en/Cities-Refresh>

Pubblicazioni della Commissione Europea

- **Percorsi di riscaldamento e raffrescamento rinnovabili** <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0f8e4ae2-8e77-11ee-8aa6-01aa75ed71a1/language-en>
- **Sostegno politico alla decarbonizzazione del riscaldamento e del raffrescamento** <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f5118ffc-eabd-11ec-a534-01aa75ed71a1/language-en>
- **Il piano europeo per l'edilizia abitativa a prezzi accessibili** https://housing.ec.europa.eu/european-affordable-housing-plan_en



Network e associazioni di settore europee

Euroheat & Power - <https://www.euroheat.org/>

- **Polo di conoscenza**
<https://www.euroheat.org/dhc/knowledge-hub>
- **Piattaforma DHC+**
<https://www.euroheat.org/dhc/about-dhc>

EHPA - Associazione europea delle pompe di calore - <https://ehpa.org/>

EGEC - Consiglio europeo per l'energia geotermica - <https://www.egec.org/>

Bioenergy Europe - <https://bioenergyeurope.org/>

SolarThermalWorld - <https://solarthermalworld.org/> Tutti i diritti riservati.

SolarPower Europe - <https://www.solarpowereurope.org/>

Solar Heat Europe - <https://solarheateurope.eu/>

ESIA - Alleanza europea per l'industria solare fotovoltaica - <https://solaralliance.eu/>

Rivista Hot|Cool - <https://dbdh.org/hot-cool-magazine/>

