

**PIANO TRIENNALE DI REALIZZAZIONE 2019-2021 DELLA RICERCA DI SISTEMA
ELETTRICO NAZIONALE**

**Presentazione dei progetti di ricerca di cui all'art. 10 comma 2, lettera a) del decreto 26
gennaio 2000**

**1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il
risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti**

Durata: 36 mesi

| ENTI | |
|--------------------------|---|
| Affidatario | Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile |
| Cobeneficiario 1 | Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e Farmacia - Università degli Studi di Siena |
| Cobeneficiario 2 | Dipartimento di Economia, Ingegneria, Società e Impresa - Università degli studi della Tuscia |
| Cobeneficiario 3 | Dipartimento di Ingegneria - Università degli Studi di Palermo |
| Cobeneficiario 4 | Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica - Università di Roma "La Sapienza" |
| Cobeneficiario 5 | Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica - Università degli Studi di Cassino e del Lazio Merid. |
| Cobeneficiario 6 | Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, Sistemi, Territorio e Costruzioni - Università di Pisa |
| Cobeneficiario 7 | Dipartimento di Ingegneria Industriale - Università Degli Studi di Padova |
| Cobeneficiario 8 | Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali - Università degli Studi di Bari |
| Cobeneficiario 9 | Dipartimento Energia - Politecnico di Torino |
| Cobeneficiario 10 | Politecnico di Milano |
| Cobeneficiario 11 | Sotacarbo – Società Tecnologie Avanzate Low Carbon SpA |
| Cobeneficiario 12 | Università degli Studi di Cagliari |
| Cobeneficiario 13 | Università degli Studi di Napoli Federico II |
| Cobeneficiario 14 | Università di Bologna |
| Cobeneficiario 15 | Università Iuav di Venezia |

| | | | |
|-------------------------------|---|---------------|------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Dati generali | pag. 1 / 2 |
|-------------------------------|---|---------------|------------|

DATI GENERALI DEL PROGETTO

Titolo del progetto: **1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti**

Durata in mesi: **36**

ENTI

Nome dell' Affidatario: ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Nome del Cobeneficiario (1): DBCF-SI - Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e Farmacia - Università degli Studi di Siena

Nome del Cobeneficiario (2): DEIM-TUS - Dipartimento di Economia, Ingegneria, Società e Impresa - Università degli studi della Tuscia

Nome del Cobeneficiario (3): DING-PA - Dipartimento di Ingegneria - Università degli Studi di Palermo

Nome del Cobeneficiario (4): DIAEE-RM - Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica - Università di Roma "La Sapienza"

Nome del Cobeneficiario (5): DICeM-CAS - Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica - Università degli Studi di Cassino e del Lazio Merid.

Nome del Cobeneficiario (6): DESTeC-PI - Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, Sistemi, Territorio e Costruzioni - Università di Pisa

Nome del Cobeneficiario (7): DII-PD - Dipartimento di Ingegneria Industriale - Università Degli Studi di Padova

Nome del Cobeneficiario (8): DISAAT-BA - Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali - Università degli Studi di Bari

Nome del Cobeneficiario (9): DENERG-TO - Dipartimento Energia - Politecnico di Torino

Nome del Cobeneficiario (10): POLIMI - Politecnico di Milano

Nome del Cobeneficiario (11): Sotacarbo - Sotacarbo – Società Tecnologie Avanzate Low Carbon SpA

Nome del Cobeneficiario (12): UNICA - Università degli Studi di Cagliari

Nome del Cobeneficiario (13): UNINA - Università degli Studi di Napoli Federico II

Nome del Cobeneficiario (14): UNIBO - Università di Bologna

Nome del Cobeneficiario (15): Iuav - Università Iuav di Venezia

| | | | |
|-------------------------------|--|------------------|------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Dati generali | pag. 2 / 2 |
|-------------------------------|--|------------------|------------|

COSTO

Costo complessivo del progetto:

€ 12.999.991,88

| | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Descrizione del progetto | pag. 1 / 14 |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Abstract del progetto

(in lingua italiana)

Una parte delle attività proposte riguarda lo studio di metodologie e strumenti di calcolo per l'analisi del fabbisogno energetico di edifici ad alta efficienza. L'attuale approccio di calcolo utilizzato per la Certificazione energetica, sarà confrontato con differenti metodologie (metodi dinamici) basate sul calcolo orario previste dalla nuova Direttiva Europea EPBD sugli edifici. Modelli di edifici Zero Energy Buildings, saranno analizzati in diversi contesti climatici. L'elaborazione di dati climatici a ridotta scala temporale, consentirà maggior accuratezza nelle valutazioni delle fonti rinnovabili. Saranno inoltre applicati modelli BIM per la progettazione integrata, in grado di ottimizzare la fattibilità tecnica economica degli edifici, nonché metodologie di analisi LCA per valutare l'impatto ambientale delle principali tecnologie utilizzate.

Saranno sviluppate una metodologia di studio e uno strumento per supportare il processo di recupero ed efficientamento del patrimonio edilizio tramite un approccio multi scala che integra la prospettiva del singolo edificio con quella urbana e di quartiere, in un'ottica partecipativa adattata a contesti di piccola o media dimensione, caratterizzati da limitato accesso a risorse economiche ed umane.

Un'altra attività riguarderà la valutazione dell'impatto dell'uso di coltri vegetali (pareti e tetti verdi) sulla mitigazione del fenomeno "isole di calore" in città e sul conseguente contributo alla riduzione dei consumi elettrici per la climatizzazione degli edifici e al miglioramento del clima urbano.

La gestione ottimizzata ed efficiente del sistema edificio-impianti sarà affrontata investigando molteplici configurazioni impiantistiche e strategie di funzionamento. In particolare si analizzeranno: soluzioni innovative (modelli e dimostratori sperimentali) per la gestione di edifici multiutenza secondo uno schema di "micro comunità energetica" basata su nuovi sistemi ibridi per la generazione e accumulo dell'energia prodotta localmente da fonti rinnovabili; un prototipo in scala reale di un sistema di poligenerazione di energia (elettrica, termica e frigorifera), che integra energia solare, geotermica e da biomasse; soluzioni tecnologiche che possano contribuire ad un progressiva transizione energetica delle isole minori, quali sistemi innovativi alimentati da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria e il raffrescamento degli edifici, soluzioni innovative per la gestione delle utenze finali e biodigestori di piccola taglia per la generazione di energia elettrica e termica a partire dalla frazione umida degli scarti domestici; configurazioni innovative di reti termiche efficienti: reti a bassa temperatura, reti neutre (operanti a temperature inferiori a 30 °C), reti attive (utenti prosumer) e reti di teleraffrescamento, modelli di ottimizzazione multi-obiettivo per il dimensionamento e la localizzazione ottimizzata dei componenti di reti termiche. Per i contesti condominiali verranno analizzate le tecnologie IoT abilitanti per la gestione efficiente dei consumi energetici, mediante l'analisi dell'impatto delle nuove tecnologie dell'IoT sul miglioramento della consapevolezza e della fiducia degli utenti finali, sulle criticità energetiche e sull'efficientamento energetico delle reti.

Infine si svilupperanno e realizzeranno componenti e dispositivi innovativi: prototipi di finestre intelligenti a matrice OLED con materiali emissivi e/o funzionali bio-ispirati e/o biodegradabili con area emissiva di almeno 20 cm²; dispositivi generatori di corrente DC, anch'essi realizzati con materiali biodegradabili e sostenibili, per alimentare OLED a basso consumo; elementi di tamponatura (per es. mattoni) che ospitino al loro interno componenti per l'accumulo elettrico (basati su un brevetto ENEA); soluzioni tecniche avanzate di accumulo del freddo con materiali PCM da poter integrare in reti energetiche collegate ad utenze residenziali.

Abstract del progetto

(in lingua inglese)

Part of the proposed activities concerns the development of methodologies and calculation tools for the analysis of high-efficiency buildings energy needs. The current calculation approach used for Energy Certification will be compared with different methodologies (dynamic methods) based on the hourly calculation in accordance with the new European EPBD Directive on buildings. Models for Zero Energy Buildings will be analysed in different climate contexts. The processing of climate data at a reduced time scale will allow

| | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Descrizione del progetto | pag. 2 / 14 |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|

greater accuracy in the assessment of renewable sources. BIM models for integrated design able to optimize the technical and economic feasibility of buildings will also be applied, as well as methodologies for Life Cycle Assessment to assess the environmental impact of main building technologies.

A methodology and a tool will be developed to support the process of renovation and efficiency measures for the building stock through an approach integrating the single building level with the urban and neighbourhood scale, in a participatory perspective adapted to small or medium sized contexts, characterized by limited access to economic and human resources.

Another activity will be the evaluation of the impact due to vegetable systems (green walls and roofs) on the mitigation of the "heat islands" phenomenon in cities, and on the consequent contribution to the reduction of electricity consumption for air conditioning as well as to the improvement of urban climate.

The optimized and efficient management of the building system will be addressed by investigating multiple plant configurations and operating strategies. In particular the following activities will be carried out: innovative solutions (models and experimental demonstrators) for the management of multi-user buildings according to a "micro energy community" scheme, based on new hybrid systems for the generation and storage of energy locally produced from renewable sources; a full-scale prototype of an energy polygeneration system (electrical, thermal and cooling), integrating solar, geothermal and biomass energy; technological solutions that can contribute to a gradual energy transition of small islands, such as innovative systems powered by renewable sources for the production of domestic hot water and air conditioning of buildings, innovative solutions for the management of end users and small biodigesters for the generation of electrical and thermal energy from the wet fraction of household waste; innovative configurations of efficient thermal networks: low temperature networks, neutral networks (operating at temperatures below 30 °C), active networks (prosumer users) and remote cooling networks, multi-target optimisation models for the optimised sizing and location of thermal network components. For condominiums, the enabling IoT technologies for efficient management of energy consumption will be analysed, through the impact evaluation of new IoT technologies on the improvement of awareness and trust of end users, on energy issues and on networks energy efficiency.

Finally, innovative components and devices will be designed and developed: prototypes of intelligent OLED matrix windows with bio-inspired and/or biodegradable emitting and/or functional materials with an emission area of at least 20 cm²; DC current generating devices, also made with biodegradable and sustainable materials, to feed low-consumption OLEDs; components for building envelope (e.g. bricks) containing electrical storage (based on an ENEA patent); advanced technical solutions for cold storage with PCM materials to be integrated into energy networks connected to residential users.

Attività svolte nel triennio precedente

I progetti di riferimento per il triennio precedente sono i progetti D.1 (WP2,3,4) e D.2 (WP1).

Il progetto D.1 era incentrato su soluzioni e tecnologie per incrementare le prestazioni degli edifici. È stato simulato e realizzato presso il C.R ENEA Casaccia un sistema ibrido sperimentale caratterizzato dalla integrazione di sorgenti rinnovabili con sistemi di accumulo termico ed elettrico. Nell'ambito dei sistemi di contabilizzazione per gli edifici condominiali sono stati indagati i potenziali impatti energetici ed economici conseguenti l'obbligo previsto dal Dlgs 102/14 ed è stata effettuata una caratterizzazione metrologica dei principali sistemi di misura usati. Le attività sulle "Isole minori" sono state incentrate sull'analisi dei consumi energetici degli utenti per il caso studio di Lampedusa, per il quale sono stati sviluppati sistemi di produzione di ACS basati sull'accoppiamento di pompe di calore e pannelli fotovoltaici, sistemi prototipali di free solar cooling per la climatizzazione degli ambienti e la produzione di ACS e analisi degli impatti di logiche di demand-response sulla rete elettrica.

È stato analizzato mediante campagne sperimentali un impianto di solar cooling asservito ad una serra, ne è stato realizzato un modello software ed è stato sviluppato un preliminare prototipo di distribuzione del freddo, finalizzato a refrigerare il volume circostante le colture.

L'attività sulle reti di teleriscaldamento ha riguardato il monitoraggio e l'analisi energetica di reti reali, la valutazione preliminare dell'allacciamento alla rete di utenti attivi, la progettazione e realizzazione di un prototipo di sottostazione termica bidirezionale per teleriscaldamento attivo.

È stato realizzato un tool di ottimizzazione multi-obiettivo per reti energetiche distribuite, che è stato applicato

| | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Descrizione del progetto | pag. 3 / 14 |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|

sia per l'ottimizzazione economico-energetica di un caso reale, sia per la progettazione di sistemi di accumulo termico in reti energetiche distribuite su scala distrettuale. È stato inoltre realizzato un impianto indoor per l'analisi sperimentale di sistemi di accumulo del freddo innovativi e lo studio sperimentale e numerico di due soluzioni basate sull'utilizzo di un materiale a cambiamento di fase.

Le attività sulle coltri vegetali sono state condotte su un edificio dimostrativo del CR Casaccia e hanno evidenziato il ruolo del verde nel ridurre la temperatura superficiale esterna degli edifici. Sono state effettuate analisi in simulazione per le serre bioclimatiche e realizzato un prototipo presso lo stesso edificio dimostrativo. Le attività sugli OLED hanno portato alla fabbricazione di OLED prototipali di piccole dimensioni con emissione di luce di vari colori, fino alla luce bianca. Alcuni dei dispositivi hanno impiegato materiali emissivi elettroluminescenti di nuova sintesi, bio-ispirati, a dimostrazione della fattibilità di tale approccio per la realizzazione di OLED.

Il Progetto D.2 è stato focalizzato sullo studio degli standard nZEB, definiti dal D.M. Requisiti Minimi. Partendo dall'analisi delle implicazioni normative nonché da diagnosi, verifiche e monitoraggi di casi reali, sono state sviluppate metodologie, strumenti, benchmark e proposte per l'applicazione e l'integrazione delle principali normative nazionali del settore. Le diagnosi energetiche svolte su edifici pubblici rappresentativi, hanno consentito di evidenziare le principali tecnologie utili a raggiungere gli standard nZEB.

È stato sviluppato un database per l'illuminamento naturale per consentire di valutare con maggior accuratezza il contributo del daylight negli edifici e il calcolo del consumo elettrico per l'illuminazione artificiale. Mediante misure sperimentali e simulazioni, sono state svolte analisi sulle possibili soluzioni progettuali, atte a garantire le adeguate condizioni termoigrometriche, in seguito ad interventi di riqualificazione. Sono stati inoltre effettuati test sperimentali su materiali isolanti a base naturale per l'involucro edilizio.

Inquadramento del Progetto nello stato dell'arte

Stato dell'arte nazionale e internazionale relativamente alle attività previste dalla proposta di progetto

Il parco immobiliare italiano, nonostante i progressi degli ultimi anni, è caratterizzato ancora da consumi energetici elevati. Per questo le norme nazionali del settore in linea con gli obiettivi europei, hanno fissato requisiti minimi miranti alla ricerca di nuove soluzioni in grado di incrementare l'efficienza energetica di un edificio, sia nel caso di nuova costruzione, sia di riqualificazione. In tal contesto, la nuova Direttiva EPBD (844/2018) invita gli Stati Membri ad aggiornare le metodologie per il calcolo della prestazione energetica degli edifici; da qui la necessità di prevedere uno studio sul potenziale degli edifici Zero Energy Buildings ed un'analisi delle metodologie di calcolo più idonee a simulare il comportamento termoenergetico dell'edificio e a supportare analisi di fattibilità economica e di impatto ambientale.

Per gli edifici esistenti nei contesti urbani consolidati, le possibilità di efficientamento energetico sono fortemente limitate dalla complessità delle relazioni tra elementi materiali e immateriali; la riqualificazione energetica o, in senso più ampio, sostenibile degli edifici e della città consolidata non è solo una problematica di ottimizzazione tecnico-architettonica ma ha caratteristiche decisionali complesse che coinvolgono a più livelli planners, decisori e cittadini e che stimola lo sviluppo di strumenti e metodologie che riguardino non solo singoli edifici ma l'intero contesto urbano.

Tale approccio consente anche di affrontare la valutazione di possibili soluzioni alternative che contrastino fenomeni che hanno assunto sempre maggiore rilevanza, quale quello delle "isole di calore". Si fa riferimento alle coltri vegetali e agli impatti che queste possono avere sulla riduzione dei consumi energetici per la climatizzazione e sulla sostenibilità ambientale. Esistono studi recenti che applicano la metodologia LCA alla scala dell'isolato urbano, omettendo la valutazione degli impatti relativi all'interazione tra ambiente costruito e clima locale. Pubblicazioni recenti suggeriscono un avanzamento metodologico della LCA al fine di includere anche gli impatti di tali interazioni.

L'attuale quadro normativo risulta favorevole alla promozione e agevolazione dello sviluppo di tecnologie per l'autoconsumo (Direttiva 2001/2018 sulle FER e Direttiva 844/2018 EPBD). Malgrado ciò l'attuale diffusione delle tecnologie abilitanti sembra essere limitato al solo uso dei tradizionali sistemi di accumulo di tipo elettrochimico. Risulta di grande interesse lo studio di soluzioni e configurazioni impiantistiche che massimizzino la generazione da fonte rinnovabile (locale o centralizzata), rendano più efficienti i sistemi

| | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Descrizione del progetto | pag. 4 / 14 |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|

energetici e ottimizzano la gestione dei flussi energetici scambiati con le utenze. In particolare il progetto è orientato verso edifici utilizzanti il solo vettore elettrico per tutti gli usi energetici, modelli di micro comunità energetiche e impianti di poligenerazione a fonti rinnovabili.

Il tema del teleriscaldamento e teleraffreddamento è da anni centrale nelle norme e direttive per incrementare le prestazioni dei sistemi energetici. In prospettiva futura, le reti potranno avere una funzione di bilanciamento delle reti elettriche grazie alle strategie di Power-to-Heat/Cool, ovvero l'utilizzo di eccessi di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile per la produzione di caldo/freddo. Le principali linee di ricerca sull'argomento riguardano l'integrazione di fonti rinnovabili, l'uso del calore di scarto, l'integrazione con impianti ad alto rendimento e le temperature di distribuzione del fluido termovettore nella rete. Per il teleriscaldamento attivo esistono diverse realizzazioni, la maggior parte di tipo centralizzato, pochissimi quelli di impianti distribuiti collegati alla rete in modalità di scambio sul posto termico. Un altro aspetto di grande interesse e molto studiato dalla letteratura specializzata, è rappresentato dalla realizzazione di tool di simulazione e ottimizzazione di reti termiche con sistemi di accumulo termico integrati.

Per quanto riguarda i materiali a cambiamento di fase (PCM) ed il loro impiego per l'accumulo del freddo, attualmente la letteratura specializzata è focalizzata sullo studio di soluzioni tecniche (schiume metalliche e nano particelle) economicamente sostenibili per il miglioramento delle caratteristiche di scambio termico di tali materiali. Il mercato italiano risulta ad oggi ancora pressoché sprovvisto di un vero e proprio settore dell'accumulo del freddo per scopi residenziali.

La decarbonizzazione di sistemi energeticamente isolati rispetto ai contesti nazionali, come nel caso delle isole minori in Italia, è oggetto di ampia ricerca in ambito nazionale e internazionale. I precedenti studi hanno messo in evidenza le principali criticità energetiche legate a diversi fattori: fluttuazione stagionale del carico, elevati consumi per climatizzazione e acqua calda sanitaria, tecnologie obsolete per la generazione e consumo di energia elettrica, assenza della connessione con la rete elettrica. Le principali soluzioni analizzate vedono l'adozione di sistemi centralizzati di produzione da fonte rinnovabile associati a sistemi di accumulo elettrochimico. In questo contesto risulta particolarmente rilevante la sfida di coniugare la generazione distribuita di energie rinnovabili con tecnologie che consentono una maggiore autosufficienza dei singoli utenti.

Obiettivi scientifici e tecnologici e progressi attesi rispetto allo stato dell'arte

Le norme sempre più severe in termini energetici e gli obiettivi europei al 2030 e al 2050, richiedono a ciascuno Stato membro azioni e attività che favoriscano la ricerca di nuove soluzioni in grado di incrementare l'efficienza negli usi energetici tipici di un edificio, sia nel caso di nuova costruzione, sia, soprattutto, di riqualificazione (deep renovation o ristrutturazione importante).

Come evidenziato dagli sviluppi normativi in corso, la riduzione del fabbisogno energetico nel settore edifici, rimane quindi un obiettivo prioritario per mantenere gli impegni sottoscritti a livello europeo verso la riduzione dei gas ad effetto serra e uno sviluppo energetico sostenibile.

Nel contempo, vanno intensificati gli studi mirati all'evoluzione di modelli di edilizia sempre più stringenti dal punto di vista delle prestazioni energetiche e basati su un utilizzo sempre maggiore di energia da fonti rinnovabili. Tale approccio contribuirà ad una progressiva riduzione dell'utilizzo di fonti fossili per la climatizzazione degli edifici ed un conseguente incremento dell'uso del vettore elettrico (full-electric buildings). Diversi saranno, quindi, gli aspetti che dovranno essere approfonditi per supportare il passaggio verso edifici dotati di elevati standard di efficienza energetica e allo stesso tempo sempre più in grado di produrre energia in situ e scambiarla con la rete nazionale.

In particolare le tematiche proposte riguardano non solo nuove soluzioni e tecnologie per contenere le dispersioni energetiche e incrementare le prestazioni degli impianti, ma anche la gestione ottimizzata di flussi energetici e componenti edilizi e lo sviluppo di metodologie in grado di migliorare le abitudini di consumo da un lato, e ottimizzare la produzione (sia su scala locale, sia su scala territoriale) dall'altro.

Il progetto si pone l'obiettivo di fornire metodi, strumenti e soluzioni che incrementino le prestazioni degli edifici nuovi e riqualificati, alla base dello sviluppo energetico dell'edilizia nell'immediato futuro; in particolare i principali progressi attesi sono sintetizzati nei punti seguenti:

| | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Descrizione del progetto | pag. 5 / 14 |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|

- a) analisi prestazionale comparativa di sistemi ibridi per la generazione di energia mediante lo studio di configurazioni impiantistiche ottimizzate (basate su nuove logiche di gestione dei flussi energetici) e l'individuazione di nuove configurazioni più prestazionali;
- b) soluzioni tecnologiche efficienti per reti energetiche integrate per consentire un'alta penetrazione di fonti rinnovabili nelle isole minori italiane e per valutare le prestazioni di configurazioni innovative, quali le reti di teleriscaldamento attive, neutre, a bassa temperatura e di teleraffreddamento;
- c) metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici più accurate, in grado di descrivere con maggior attendibilità il reale fabbisogno energetico degli edifici e, conseguentemente, fornire informazioni più affidabili per la fattibilità tecnico economica, la valutazione di impatto ambientale e gli scenari di riqualificazione del parco immobiliare nazionale;
- d) analisi tecnico economica delle principali tecnologie applicabili per la realizzazione di edifici con standard ZEB nei differenti contesti climatici e valutazione dell'impatto sul sistema energetico nazionale;
- e) sviluppo di componenti innovativi (finestre intelligenti con matrice OLED, accumulo elettrico integrato nell'involucro edilizio);
- f) strumenti di calcolo per l'analisi del fabbisogno energetico degli edifici basati su metodo dinamico e sviluppo di applicazioni digitali per l'efficienza energetica, la diagnostica e la sicurezza degli edifici;
- g) strategie per la mitigazione dell'isola di calore urbana (basate su analisi LCA) e l'interazione con il clima locale e la riduzione dell'energia utilizzata dagli edifici.

Eventuali collegamenti con altri progetti/soggetti relativamente alle attività previste dalla proposta di progetto

WP1:

- progetto cluster PRELUDE3, su elaborazione dei dati sull'efficientamento energetico degli edifici, attraverso l'uso di sensori di monitoraggio appositamente progettati e sviluppati, nonché la loro gestione attraverso il modello informativo

WP2:

- EU H20202 CLEVER Cities "Co-designing Locally tailored Ecological solutions for Value added, socially inclusive Regeneration in Cities" (2018-2023), che utilizza soluzioni naturali (nature-based solutions) per affrontare le sfide urbane (<http://clevercities.eu/>).

- EU Climate-KIC Blue Green Dream "A systems approach to sustainable, resilient and cost-efficient urban development", che integra le opere idrauliche (infrastrutture blue) con l'inverdimento di tetti e pareti (<http://bgd.org.uk>).

- EU TURAS "Transitioning towards Urban Resilience and Sustainability" (2011-2016), con focus sulla valutazione economica tetti verdi, pareti e cortile. Coordinato dall'Università di Dublino. Il progetto mira sviluppare, realizzare e diffondere le strategie e gli scenari di transizione per permettere alle città europee e le loro aree rurali di sviluppare la resilienza e le sfide di sostenibilità (www.turas-cities.org).

- Decumanus, finanziato nell'ambito del 7° Programma quadro (FP7-SPACE) rivolto a sviluppare nuovi servizi di intelligenza geospaziale che supportino lo sviluppo urbano e il miglioramento sulla qualità della vita nelle città.

- VEG-AIR (Grant agreement ID: 276324) sulla valutazione dell'influenza della vegetazione urbana sulla formazione e sui tempi di residenza degli inquinanti urbani. I risultati di tale progetto potrebbero essere confrontati con i risultati e le modellazioni relative agli effetti di tetti e pareti verdi sugli inquinanti urbani.;

- GREEN ROOF SYSTEMS (Grant agreement ID: 230636) ha l'obiettivo di sviluppare tetti verdi con le migliori tecnologie e che possano fornire le migliori performance termiche.

WP3:

- TRI-HP: Trigeration systems based on heat pumps with natural refrigerants and multiple renewable sources, per lo sviluppo di un impianto dimostrativo di trigenerazione, basato su una pompa di calore, un campo fotovoltaico e sistemi di accumulo dell'energia elettrica e del calore.

- Hybrid-BioVGE: Hybrid Variable Geometry Ejector Cooling and Heating System for Buildings Driven by Solar and Biomass Heat, ha lo scopo di sviluppare un sistema di condizionamento dell'aria ibrido, alimentato da energia solare e da biomasse, per il riscaldamento e raffrescamento di edifici residenziali e commerciali.

| | | | |
|----------------------------|---|--------------------------|-------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Descrizione del progetto | pag. 6 / 14 |
|----------------------------|---|--------------------------|-------------|

- Clean Energy for EU Islands promossa dalla Commissione Europea e avente come obiettivo la redazione dell'Agenda di transizione energetica di Salina, Pantelleria e Favignana nella quale saranno indicati obiettivi ed azioni con orizzonte al 2030.

WP4:

- FLEXYNETS (Fifth generation, Low temperature, high EXergY district heating and cooling NETworkS), progetto EU H2020 (1/7/15 – 21/12/18) focalizzato sullo studio di reti termiche a temperatura neutra (da 15 a 30 °C) in abbinamento a pompe di calore presso l'utente;
- TEMPO (TEMPerature Optimisation for Low Temperature District Heating across Europe), progetto EU H2020 (1/10/17 – 30/09/21) sullo sviluppo di soluzioni tecniche per le reti di TLR a bassa temperatura, combinando opportunamente singole tecnologie per specifiche applicazioni e lo sviluppo di approcci innovativi per la responsabilizzazione dell'utente finale con l'uso di soluzioni digitali;
- PON RES NOVAE (Reti Edifici Strade Nuovi Obiettivi Virtuosi per l'Ambiente e l'Energia), già terminato, sulla caratterizzazione di un sistema di accumulo di calore innovativo basato sull'impiego di un materiale a cambiamento di fase (PCM);
- PON ComESto (Community Energy Storage – Gestione aggregata di Sistemi d'Accumulo dell'Energia in Power Cloud), sull'integrazione di sistemi di accumulo termico di tipo convenzionale con i sistemi di gestione della domanda elettrica, in ambito residenziale.

Bibliografia stato dell'arte

Non presente in allegato

Obiettivi e risultati

Obiettivi finali del progetto

WP1

Le analisi di differenti tipologie di edifici, in ottica Zero Energy Buildings, forniranno esempi di soluzioni innovative, per raggiungere gli standard di efficienza nZEB, già previsti dalle attuali normative. L'applicazione di metodologie di calcolo più evolute fornirà ai tecnici e agli utenti finali strumenti per valutazioni energetiche, economiche ed ambientali più accurate, sulle diverse tecnologie che saranno in futuro maggiormente impiegate nella realizzazione dei nuovi edifici o di edifici riqualificati.

Un'altra attività avrà come obiettivo la definizione di una procedura di rilievo, analisi e rappresentazione del patrimonio edificato (pubblico e non) esportabile in diversi contesti, finalizzato allo sviluppo e sperimentazione di un modello energetico alla scala urbana adatto ad essere replicato in contesti simili a quelli analizzati.

WP2

In una visione sistemica, l'utilizzo di coltri vegetali e sistemi verdi per l'isolamento degli edifici per la mitigazione del clima urbano e il conseguente risparmio energetico estivo, sono finalizzate sia all'aumento della sicurezza energetica, sia ad una diminuzione delle emissioni di gas clima alteranti. Inoltre, lo sviluppo di una metodologia LCA che consenta una corretta valutazione degli impatti relativi all'interazione tra ambiente costruito e clima urbano può garantire una più efficace valutazione degli interventi urbanistici alla mesoscala, con conseguenti effetti positivi sulla salute umana e sull'ambiente.

Altro obiettivo è lo sviluppo di dispositivi elettroluminescenti OLED, a basso consumo, con sufficiente trasparenza, preparati con materiali bio-ispirati e biocompatibili, per applicazioni in finestre intelligenti; infine si dimostrerà la fattibilità di dispositivi generatori di corrente DC realizzati con materiali biodegradabili in grado di alimentare OLED a basso consumo.

WP3

Il WP ha tre attività prevalenti che hanno come obiettivo:

- la validazione di sistemi ibridi come tecnologia abilitante per incrementare l'utilizzo delle fonti rinnovabili nei

| | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Descrizione del progetto | pag. 7 / 14 |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|

contesti condominiali attraverso la costituzione di modelli che si basano su una gestione centralizzata e integrata del vettore elettrico e termico;

-trasformare una semplice parete di tamponatura in una "parete di accumulo" termicamente e acusticamente isolante, integrando materiali e tecnologie comuni e a basso costo per agevolare la transizione verso un modello di accumulo distribuito e razionalizzare l'uso delle fonti rinnovabili elettriche;

-valutare l'effettiva fattibilità tecnico-economica di sistemi di poligenerazione di energia da fonti rinnovabili, per favorirne la diffusione su larga scala e accrescere la consapevolezza dei potenziali benefici, in termini di riduzione dei costi per l'approvvigionamento dei vettori energetici e di emissioni climalteranti, derivanti dall'installazione di tali sistemi.

WP4

Di seguito gli obiettivi delle principali attività del WP:

-individuazione di tecnologie e soluzioni innovative per le isole minori finalizzate alla riduzione e ottimizzazione dei consumi energetici dei singoli utenti, all'incremento della penetrazione degli impianti a fonte rinnovabile e a una conseguente riduzione delle emissioni climalteranti;

-valutare la fattibilità tecnica ed economica della diffusione delle reti TLR a bassa temperatura, neutre e del teleraffrescamento nel contesto nazionale e quantificare la loro convenienza rispetto a soluzioni alternative localizzate di produzione caldo/freddo a fonte rinnovabile;

-realizzazione di una rete termica indoor in laboratorio e sviluppo di un modello di ottimizzazione multi-obiettivo per di reti termiche;

-analisi e individuazione di soluzioni tecniche di accumulo del freddo, basate sull'utilizzo dei materiali a cambiamento di fase (PCM), da poter integrare in reti energetiche al fine di diminuire i consumi energetici presso l'utente finale.

Principali risultati attesi

WP1

-valutazioni energetiche e tecnico-economiche di modelli di Zero Energy Buildings in diversi contesti climatici;

-applicazione di metodologie LCA su edifici full-electric;

-analisi comparativa e applicazione di metodologie di calcolo dinamico (metodo orario) per l'aggiornamento delle normative nazionali e sviluppo di un software Open source;

-sviluppo di una metodologia comparativa tra APE e benchmark di consumo reale;

-applicazione di modelli BIM nella progettazione e nelle diagnosi energetiche;

-elaborazione di dati climatici a scala sub-oraria finalizzati all'implementazione nei modelli di calcolo dinamico;

-modello energetico urbano con indicazione dei possibili interventi migliorativi dell'efficienza energetica del parco edilizio e dell'integrazione di FER;

-portale informativo per utenti di vario livello basato sul modello urbano.

WP2

-modello che implementi la metodologia LCA e consente di valutare gli impatti derivanti dalle interazioni tra ambiente costruito e clima locale;

-modelli numerici per stimare l'effetto dell'applicazione di strategie di mitigazione dell'isola di calore urbana sui consumi di energia per raffrescamento estivo degli edifici;

-analisi dell'impatto degli elementi verdi sulla qualità dell'aria e sulla capacità di riflessione della radiazione solare e sull'albedo;

-caratterizzazione delle prestazioni di una serra bioclimatica per la climatizzazione degli edifici mediante l'implementazione di un sistema verde;

-prototipo OLED di area emissiva almeno 20 cm², con emissione di luce bianca e/o di vari colori con elevate prestazioni;

-OLED interconnessi, per l'uso in finestre intelligenti (mediante simulatore di finestra);

-dispositivi prototipali di generatori di corrente DC realizzati in scala laboratorio con materiali biodegradabili.

WP3

-modelli di gestione energetica centralizzata dei condomini basati sull'utilizzo di sistemi ibridi e del vettore

| | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Descrizione del progetto | pag. 8 / 14 |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|

elettrico;

- realizzazione di un dimostratore di sistema ibrido a servizio di un edificio reale e valutazioni tecnico-economiche di diverse configurazioni dei sistemi ibridi;
- redazione di linee guida pre-normative;
- modelli software per analisi della ripartizione del calore a seguito di campagne di formazione/informazione, della diagnosi energetica mediante tecniche di "fault detection and isolation" e della compravendita di energia termica mediante piattaforme blockchain;
- realizzazione di un prototipo di "parete di accumulo" e validazione in laboratorio;
- valutazione delle prestazioni delle tecnologie a supporto di edifici full-electric e definizione di opportuni indici di benchmark;
- prototipo in scala reale di sistema di poligenerazione basato sull'impiego di differenti tecnologie di generazione a fonte rinnovabile;
- prototipi di sistemi di distribuzione del freddo e del caldo per il riscaldamento in serre.

WP4

- analisi in condizioni operative reali del sistema di condizionamento innovativo applicati ad utenze reali e di sistemi integrati di produzione ACS, PV e accumulo per utenti isolani;
- analisi delle prestazioni di biodigestori di piccola taglia;
- implementazione di codici di calcolo per l'analisi energetica, exergetica, ambientale ed economica di nuove configurazioni di reti di teleriscaldamento a bassa temperatura, di reti di teleraffrescamento e di reti neutre;
- analisi di strategie di Power-to-Heat/Cool in reti termiche;
- caratterizzazione sperimentale del prototipo di sottostazione bidirezionale;
- supporto alla normativa di settore del teleriscaldamento e teleraffrescamento;
- realizzazione di una rete termica indoor;
- realizzazione di un tool di ottimizzazione multi-obiettivo per il dimensionamento e la localizzazione ottimizzata dei componenti di reti termiche;
- definizione di linee guida generali per la scelta della tipologia di rete termica;
- identificazione e definizione di soluzioni ottimizzate per l'accumulo del freddo mediante PCM;
- realizzato un dimostratore di refrigeratore con PCM integrato.

Diffusione risultati

I risultati prodotti dalle attività di ricerca saranno effettuati tramite il canale istituzionale del sito web, in cui saranno pubblicati e resi scaricabili i rapporti tecnici; sono inoltre previste e programmate altre iniziative di disseminazione, fra cui:

- pubblicazioni ed articoli sulla stampa, generica e specializzata;
- elaborazione di rapporti tecnici con informazioni e dettagli per specialisti del settore
- elaborazione di testi e strumenti informativi a carattere divulgativo per un pubblico più vasto;
- organizzazione di eventi (workshop, seminari, manifestazioni espositive) il più possibile distribuiti sul territorio nazionale, sia per illustrare i risultati nella loro totalità, sia per argomenti specifici;
- individuazione dei destinatari principali delle ricerche e, di conseguenza, maggiormente interessati a conoscerne e utilizzarne i risultati, nonché le modalità e gli strumenti per raggiungerli e interessarli.

Per favorire una migliore comunicazione dei risultati verso gli operatori del settore, saranno organizzati convegni e seminari didattici rivolti ad associazione di categoria e/o professionali.

Infine, come ulteriore strumento di scambio di risultati, si continuerà con la partecipazione ad attività internazionali, fra cui si segnalano la partecipazione a gruppi di lavoro internazionali istituiti dalla Comunità Europea e patrocinati dall'International Energy Agency (IEA) e gruppi di lavoro nazionali, quali i comitati tecnici del CTI sulle tematiche affini il progetto di ricerca.

Il materiale prodotto (tecnico e divulgativo) sarà disponibile sul sito ENEA, a cui si rimanderà per tutte le informazioni dettagliate relative alle iniziative previste dal piano e finalizzate ad incrementarne l'interesse e il coinvolgimento.

| | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Descrizione del progetto | pag. 9 / 14 |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|

TRL iniziale

4

TRL finale

7

Livelli di Maturità Tecnologica (TRL) secondo la Commissione Europea

Per le attività inerenti lo sviluppo di strumenti e metodologie di calcolo per l'analisi energetica, l'incremento di TRL si concretizzerà con l'implementazione o aggiornamento di applicativi software in grado di simulare il comportamento termoenergetico dell'edificio anche per le configurazioni di impianto più complesse, finalizzati a migliorare l'attendibilità delle analisi di fattibilità tecnica ed economica e di impatto ambientale.

In merito a quest'ultimo aspetto, nonostante esista letteratura scientifica che mostri come l'applicazione della metodologia Life Cycle Assessment (LCA) alla scala dell'isolato urbano o del quartiere ometta le interazioni dello stesso col clima urbano, ad oggi non esistono studi che, in modo organico, affrontino la questione e propongano un avanzamento metodologico che consenta di includere tali interazione nella metodologia LCA. Si propone, pertanto lo sviluppo di modelli teorici in grado di quantificare tali interazioni e l'applicazione di tali modelli ad un caso studio specifico.

Le attività sugli aspetti impiantistici (impianti ibridi, sistemi poligenerativi con fonti rinnovabili, reti di teleriscaldamento e di teleraffrescamento) consentiranno di acquisire nuove conoscenze e individuare nuovi modelli e schemi di impianto mediante lo sviluppo di prototipi, la realizzazione di dimostratori a scala reale e la sperimentazione di casi studio in condizione operative reali. Nel dettaglio si svilupperanno un prototipo in scala di una microgrid pensata per un edificio residenziale/terziario completo di generazione, accumulo, carichi gestibili e di sistema di supervisione di monitoraggio, un prototipo in scala reale di un sistema di poligenerazione di energia (elettrica, termica e frigorifera) da fonti rinnovabili; i casi studio riguarderanno edifici all electric e le isole minori non interconnesse. Saranno realizzate campagne sperimentali tese a quantificarne i benefici energetici attesi, elaborati nuovi indici per valutare le prestazioni delle tecnologie in condizioni operative non-nominali e per confrontare le configurazioni proposte con impianti tradizionali; saranno inoltre sviluppati di modelli di valutazione delle prestazioni energetico-economiche.

Le attività inerenti l'ideazione di componenti innovativi riguarderà la realizzazione di un primo prototipo di OLED per applicazioni in finestre intelligenti, di generatori di corrente DC composti da materiali biodegradabili e sostenibili, di un sistema di accumulo elettrico integrato nell'involucro edilizio, l'ottimizzazione di una sottostazione di teleriscaldamento attivo e di un sistema di accumulo del freddo con PCM. Tale attività sarà finalizzata da campagne sperimentali che caratterizzeranno i singoli componenti, evidenziandone e quantificandone gli aspetti innovativi.

Un ulteriore attività riguarderà lo studio pre-normativo per l'applicazione delle nuove tecnologie di misura "smart", sia attraverso la sperimentazione di piattaforme integrate di metering e sub-metering basate sulle tecnologie IoT per la gestione e controllo dei consumi energetici finalizzate al miglioramento della consapevolezza e fiducia degli utenti finali.

Di seguito viene fornita un'indicazione del TRL medio per singolo WP:

WP1: da 6 a 9

WP2: da 3 a 6

WP3: da 3 a 7

WP4: da 3 a 6

Impatto sul sistema elettrico e benefici attesi

Impatto sul sistema elettrico nazionale

| | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|--------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Descrizione del progetto | pag. 10 / 14 |
|-------------------------------|---|--------------------------|--------------|

WP1

L'applicazione di soluzioni innovative per l'involucro edilizio e gli impianti, nonché la crescente integrazione di energie rinnovabili, in ottica Zero Energy Buildings, consentirà in futuro di ridurre in maniera significativa il consumo elettrico e termico del parco immobiliare nazionale, in linea con quanto previsto dai target nazionali (SEN 2017 e PNIEC 2018).

L'utilizzo inoltre di strumenti, metodologie di calcolo e indicatori più accurati per l'analisi del fabbisogno energetico degli edifici consentirà di valutare e pianificare con maggior attendibilità l'impatto sul sistema elettrico nazionale, in termini di risparmio di energia ed emissioni di anidride carbonica.

WP2

La sperimentazione proposta consentirà di dimostrare operativamente la riduzione dei costi energetici di riscaldamento/raffrescamento nel settore delle costruzioni attraverso l'impiego dei sistemi verdi e fornirà supporto alle normative di settore.

Inoltre lo sviluppo di una metodologia LCA in grado di analizzare le interazioni tra ambiente costruito e clima urbano, permetterà di sviluppare, valutare e porre in essere strategie di mitigazione dell'isola di calore urbana più efficaci. Ciò corrisponde ad una diminuzione dei costi per il condizionamento degli edifici oltre a migliori condizioni di vita all'interno delle città.

L'attività sugli OLED, garantirà risparmio energetico, generazione di luce diffusa simile a quella naturale, maggiore flessibilità, facile gestione del fine vita con basso, o nullo, impatto ambientale.

I generatori biodegradabili di corrente DC potranno permettere risparmio energetico, integrazione negli ambienti interni, impatto ambientale minimo o nullo.

WP3

La diffusione di sistemi ibridi ed edifici full-electric, favorirà un maggiore autoconsumo, un controllo delle fonti rinnovabili locali, la riduzione delle perdite di rete e la fornitura di nuovi servizi ancillari.

I risparmi conseguiti con l'uso di sistemi smart per la contabilizzazione individuale oltre a essere immediatamente tradotti in una riduzione di emissioni e di consumi di energia elettrica e di gas naturale, comporteranno un contributo positivo all'intero sistema elettrico nazionale in termini di aumento della capacità di concorrenza attraverso l'utilizzo di tecnologie innovative (blockchain e fault detection).

L'utilizzo della tamponatura innovativa proposta consentirà una transizione verso un modello di accumulo distribuito, razionalizzando l'uso delle risorse rinnovabili elettriche.

I sistemi di poligenerazione a fonti rinnovabile proposti, consentiranno elevati benefici in termini energetici, economici ed ambientali, quali l'incremento della produzione ed autoconsumo di energia, un più rapido raggiungimento della competitività economica delle tecnologie rinnovabili rispetto a quelle convenzionali, maggiore sicurezza e stabilità della rete elettrica, grazie alla riduzione dei picchi di consumo.

WP4

Le attività previste porteranno alla verifica sul campo di soluzioni sistemiche dall'alto potenziale di riduzione dei consumi energetici e delle emissioni climalteranti delle isole minori, con ulteriori benefici in termini di maggiore indipendenza energetica. In particolare per il sistema elettrico nazionale si ridurrebbe la tariffaria UC4 della bolletta elettrica che copre gli extra costi per la fornitura di energia agli utenti isolani.

Le nuove configurazioni di reti termiche favoriranno l'utilizzo di fonti rinnovabili e contribuiranno ad alleggerire la rete elettrica di una quota del fabbisogno energetico delle utenze per la climatizzazione degli ambienti. La metodologia di ottimizzazione proposta consentirà di ridurre il costo dei vettori energetici (elettricità e gas) sostenuti dagli utenti finali, mediante una gestione ottimizzata dei componenti di rete e dei carichi attraverso opportuni programmi di demand response e strategie di Power-to-Heat/Cool.

Benefici per gli utenti

L'utilizzo di metodologie e strumenti di calcolo maggiormente accurati consentiranno di migliorare l'analisi di fattibilità tecnica ed economica delle nuove tecnologie proposte per il raggiungimento degli standard ZEB, indirizzando al meglio gli utenti negli investimenti finalizzati alla realizzazione interventi di riqualificazione energetica ed alla costruzione di nuovi edifici ad alta efficienza. Risultato che potrà essere conseguito anche attraverso la definizione di indici di benchmark che consentirà valutazioni tecno-economiche con maggiore

| | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|--------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Descrizione del progetto | pag. 11 / 14 |
|-------------------------------|---|--------------------------|--------------|

accuratezza nella previsione di tempi di rientro e indici di redditività.

La diffusione delle soluzioni e configurazioni impiantistiche proposte si tradurranno nel breve termine sia in una riduzione dei consumi (e quindi del costo dell'energia elettrica) grazie anche a un maggiore utilizzo delle fonti rinnovabili locali, sia in un miglioramento dei servizi di misura e bollettazione, con un conseguente aumento della consapevolezza del proprio comportamento energetico (grazie a una diffusione dei sistemi "smart" per la ripartizione e contabilizzazione dei consumi termici e ad indicatori di consumo più dettagliati) sia nel miglioramento delle condizioni di comfort termico e igrometrico (in regime estivo e invernale) degli edifici. Inoltre la sperimentazione di tecniche avanzate per la diagnosi energetica in tempo reale e di piattaforme blockchain per la compravendita di energia termica consentirà nel medio-lungo termine una maggiore flessibilità e razionalità nell'uso degli edifici e delle reti.

Lo sviluppo di reti termiche più efficienti, oltre a comportare una diminuzione dei consumi energetici e quindi un risparmio economico per i consumatori finali, potrà comportare una maggiore flessibilità per la rete elettrica nell'ottica di una sempre più crescente elettrificazione dei sistemi di condizionamento ambientale. Ciò può comportare un ulteriore risparmio per gli utenti finali, derivanti da incentivi da parte degli operatori di rete e riduzione dei costi del servizio.

L'applicazione di sistemi verdi consentirà di incrementare l'isolamento termico degli edifici e di porre in essere strategie di mitigazione dell'isola di calore urbana, con conseguente miglioramento della qualità del clima urbano, diminuzione delle patologie legate alle alte temperature urbane estive e alla formazione di inquinanti primari e secondari e ai loro tempi di residenza.

Infine l'attività sul caso studio di Carbonia consentirà all'amministrazione pubblica di disporre di un modello informativo, utile per la gestione degli immobili e completo di informazioni relative alle possibili misure di efficientamento energetico perseguibili, agli utenti finali di ricevere (tramite il portale) informazioni sui consumi energetici delle proprie abitazioni, sui possibili interventi di risparmio energetico e di installazione di fonti rinnovabili realizzabili.

Previsione delle ricadute applicative

WP1

Le analisi delle tecnologiche analizzate, in ottica Zero Energy buildings potranno costituire uno strumento di incentivazione verso l'adozione di soluzioni innovative per l'involucro e gli impianti dell'edificio, a vantaggio del settore delle costruzioni e impiantistico.

Le analisi comparative delle diverse metodologie di calcolo potranno invece fornire utili indicazioni per l'aggiornamento dell'attuale normativa in accordo con quanto previsto dalla nuova Direttiva EPBD.

Il modello energetico a scala urbana avrà un'immediata applicazione sulle politiche di pianificazione urbana, con particolare riferimento al tema dell'energia. Il portale, una volta a regime, potrà essere trasferito all'amministrazione della città di Carbonia, per diventare uno strumento di a disposizione della cittadinanza.

WP2

I decisori urbani potranno usufruire dei risultati della ricerca proposta per verificare le potenzialità e i limiti dell'installazione di soluzioni verdi per la mitigazione dell'isola di calore in diverse configurazioni urbane e in diverse aree climatiche; gli stessi decisori potranno, inoltre, valutarne le ricadute sull'uso di energia per il raffrescamento degli edifici al fine di contribuire al conseguimento degli obiettivi nazionali di riduzione dell'uso di energia.

I prototipi di dispositivi luminescenti integrabili in finestre con capacità avanzate di gestione della luce, potranno aprire un nuovo possibile settore di mercato dell'illuminazione, con importanti ricadute industriali e occupazionali nel nostro Paese, in cui la presenza dell'industria illuminotecnica è forte.

WP3

Le ricadute applicative derivanti dai risultati della ricerca sui sistemi ibridi integrati possono essere sostanzialmente ricondotte all'industrializzazione degli stessi per applicazioni nei contesti condominiali. Le ricadute previste dalla diffusione delle tecnologie "smart" adottate nelle contabilizzazione individuale del calore negli impianti centralizzati si tradurranno nella messa a disposizione per professionisti e aziende di modelli, software e piattaforme sviluppate per migliorare la consapevolezza degli utenti finali sui propri

| | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|--------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Descrizione del progetto | pag. 12 / 14 |
|-------------------------------|---|--------------------------|--------------|

consumi energetici.

Un beneficio indiretto per i fabbricanti metrici e per i laboratori ed organismi di verifica deriverà inoltre dagli studi prenORMATIVI sugli smart meter e sui sistemi di sub-metering..

I risultati derivanti dall'attività sui sistemi di poligenerazione a fonte rinnovabile consentiranno alle aziende nel settore della progettazione di impianti da fonti rinnovabili di sviluppare soluzioni tecnologiche innovative per la generazione distribuita di energia elettrica, termica e frigorifera nel settore terziario e aumentare la loro competitività sul mercato.

WP4

L'analisi delle reti di teleraffrescamento e delle reti neutre potrà avere ricadute per le utility in termini di investimenti in infrastrutture di nuova concezione ancora marginalmente diffuse nel contesto nazionale (o assenti nel caso delle reti neutre), oltre allo sfruttamento di fonti rinnovabili e all'interazione con la rete elettrica. Un ulteriore ricaduta potrebbe derivare dal maggior utilizzo dei sistemi di accumulo termico e del freddo, e quindi in ambito industriale aumenterebbe l'interesse verso lo sviluppo di tali sistemi, finora utilizzati soprattutto nell'industria e per lo sfruttamento dell'energia solare in assenza della fonte solare.

La dimostrazione sperimentale delle prestazioni della sottostazione di scambio bidirezionale potrà fornire utili indicazioni per una possibile produzione industriale di tale prodotto, ancora assente nei cataloghi dei produttori di sistemi di teleriscaldamento, e per la sua interazione "intelligente" con le reti termiche.

Verifica dell'esito del Progetto

Oggetti e documentazione dei risultati finali

WP1

- relazione tecnica sulle valutazioni energetiche e tecnico-economiche di modelli di Zero Energy Buildings in diversi contesti climatici;
- relazione tecnica su applicazione di metodologie LCA su edifici full-electric;
- relazione tecnica analisi comparativa e applicazione di metodologie di calcolo dinamico (metodo orario) per l'aggiornamento delle normative nazionali e sviluppo di un software Open source
- relazione tecnica sulla metodologia comparativa tra APE e benchmark di consumo reale;
- relazione tecnica su applicazione di modelli BIM nella progettazione e nelle diagnosi energetiche;
- modello di dati climatici a scala sub-oraria;
- modello energetico urbano con indicazione dei possibili interventi migliorativi dell'efficienza energetica del parco edilizio e dell'integrazione di FER;
- portale informativo per utenti di vario livello basato sul modello urbano.

WP2

- modello che implementa la metodologia LCA e consente la valutazione delle interazioni tra ambiente costruito e clima locale;
- modelli numerici per stimare l'effetto dell'applicazione di strategie di mitigazione dell'isola di calore urbana sui consumi di energia per raffrescamento estivo degli edifici;
- relazione tecnica sull'analisi dell'impatto degli elementi verdi sulla qualità dell'aria e sulla capacità di riflessione della radiazione solare e all'albedo;
- relazione tecnica sulle prestazioni di una serra bioclimatica per la climatizzazione degli edifici mediante l'implementazione di un sistema verde;
- prototipo OLED di area emissiva almeno 20 cm², con emissione di luce bianca e/o di vari colori con elevate prestazioni;
- relazione tecnica su OLED interconnessi per l'uso in finestre intelligenti (mediante simulatore di finestra);
- prototipi di generatori di corrente DC realizzati in scala laboratorio con materiali biodegradabili.

WP3

- relazione tecnica su modelli di gestione energetica centralizzata dei condomini basati sull'utilizzo di sistemi ibridi e su diverse configurazioni dei sistemi ibridi;
- dimostratore di sistema ibrido a servizio di un edificio reale;
- piattaforma software sviluppata per comunicare gli indicatori di performance energetica ed ambientale delle singole unità immobiliari;

| | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|--------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Descrizione del progetto | pag. 13 / 14 |
|-------------------------------|---|--------------------------|--------------|

- redazione di linee guida pre-normative;
- prototipo di impianto ibrido sperimentale;
- prototipo di impianto ibrido con accumulo a idrogeno ;
- relazione tecnica sulla progettazione di una microgrid in scala dotata di sistemi BEMS relazione tecnica sulla valutazione delle prestazioni delle tecnologie a supporto di edifici full-electric e definizione di opportuni indici di benchmark;
- prototipo in scala reale di sistema di poligenerazione
- modello software del sistema di poligenerazione;
- prototipi di sistemi di distribuzione del freddo e del caldo in serre.

WP4

- relazione tecnica su prove in campo e in laboratorio di sistemi integrati per la produzione di acqua calda sanitaria e la climatizzazione degli ambienti in contesti isolani;
- codici di calcolo per l'analisi energetica, exergetica, ambientale ed economica di nuove configurazioni di reti di teleriscaldamento a bassa temperatura, di reti di teleraffrescamento e di reti neutre;
- relazione tecnica su analisi di scenari casi studio di reti di teleriscaldamento a bassa temperatura, di reti di teleraffrescamento e di reti neutre;
- relazione tecnica sull'analisi di strategie di Power-to-Heat/Cool in reti termiche;
- relazione tecnica sulle prestazioni prototipo di sottostazione bidirezionale;
- prototipo di una rete termica indoor;
- relazione tecnica su tool di ottimizzazione multi-obiettivo per il dimensionamento e la localizzazione ottimizzata dei componenti di reti termiche;
- definizione di linee guida generali per la scelta della tipologia di rete termica;
- relazione tecnica sulle soluzioni ottimizzate per l'accumulo del freddo mediante PCM;
- prototipo di sistema di accumulo del freddo con PCM.

Elementi per la verifica finale del progetto

I risultati/prodotti previsti per il progetto ed elencati nel punto precedente sono di 5 tipologie: relazioni tecniche, modelli, prototipi, dimostratori e codici di calcolo.

Per ciascuna tipologia i test da eseguire in fase finale proposti sono:

- ?relazioni tecniche: verifica della completezza del contenuto riportato (casi studio, simulazioni, etc)
- modelli: verifica di funzionamento e simulazioni dal vivo
- prototipi: verifica di funzionamento in campo e dei risultati delle sperimentazioni condotte
- dimostratori: verifica di funzionamento in campo e dei risultati delle sperimentazioni condotte
- codici di calcolo: verifica di funzionamento e simulazioni dal vivo.

Coordinamento tra gli affidatari

Il progetto prevede attività in sovrapposizione con gli altri affidatari?

NO

Coordinamento tra gli affidatari

Immagini allegare:

| | | | |
|---------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------------|
| PTR_19_21_ENEA_PRG_4_C AP1 | 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti | Descrizione del progetto | pag. 14 / 14 |
|---------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------------|

Non presenti in allegato

Coordinamento affidatari:

Non presente in allegato