

**PIANO TRIENNALE DI REALIZZAZIONE 2022-24 - RICERCA DI SISTEMA
ELETTRICO NAZIONALE**

Progetti di ricerca di cui all'art. 10 comma 2, lettera a) del decreto 26 gennaio 2000

ENEA

Tema 1.5 Titolo del progetto: Edifici ad alta efficienza per la transizione energetica

Durata: 36 mesi

Semestre n. 6 – Periodo attività: 01/07/2024 – 31/12/2024

ATTIVITÀ SVOLTE	
<i>AFFIDATARIO / COBENEFICIARIO</i>	<i>SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTE, RISULTATI CONSEGUITI E RICADUTE SUL SETTORE PRODUTTIVO</i>
<i>ENEA</i>	<u>LA1.2</u> L'attività del semestre ha riguardato l'individuazione di interventi di risparmio energetico e la modellazione di edifici rappresentativi tramite il software di simulazione multi-parametrica sviluppato nell'ambito del progetto, che ha permesso di simulare diversi scenari di risparmio. I risultati ottenuti sugli edifici rappresentativi sono stati utilizzati per stimare i risparmi energetici e i benefici ambientali conseguibili a livello nazionale. L'attività si è conclusa con la redazione del report tecnico, come previsto dal capitolato. <u>LA1.5</u> Sono state analizzate le prestazioni energetiche dello stato di fatto dei complessi di edifici. Sono stati scelti gli interventi su involucro, impianti e sistemi di produzione da fonti rinnovabili per ogni edificio, nel rispetto dei vincoli di tutela. Sono stati calcolati risparmi energetici, costi di investimento, risparmi economici e tempi di ritorno. Sono state valutati interventi di installazione di sistemi di produzione da FER a livello di sito, purché rispettosi del contesto del Parco. <u>LA1.9</u> Completamento delle misure sui vetri elettrocromici dual-band. Calcolo dei parametri ottici al variare della tensione di alimentazione. Misura in campo ed elaborazione dati della risposta termica di campioni per il raffrescamento radiativo diurno. Analisi numeriche di risposta termica ed energetica degli edifici di riferimento equipaggiati con rivestimenti termocromici ed elettrocromici. Misura di trasmittanza ad angolo di incidenza variabile di vetrocamera con pellicola semi-trasparente.

LA1.14

L'ultimo semestre della linea di attività 1.14 è stato incentrato su valutazioni di carattere energetico. Sono stati definiti due possibili interventi sull'edificio (utilizzo di schermature solari esterne e sostituzione degli impianti con un sistema VRF) e sono stati studiati tre scenari costituiti dall'applicazione dei singoli interventi e in modo combinato. Infine, sono state analizzate le implicazioni sia dal punto di vista del comfort termoigrometrico che dell'utilizzo di energia primaria.

LA1.17

L'attività ha riguardato lo sviluppo e l'implementazione delle modalità di diffusione o accesso ai dati tramite API degli indici $EP_{gl,nren}$ medio e della classe energetica degli edifici esistenti simili a quello certificato. L'attività ha riguardato l'applicazione della metodologia ad un campione, a titolo sperimentale, sui catasti energetici regionali gestiti da ENEA, sia per l'estrazione del campione da sottoporre ai controlli, sia per la segnalazione ex ante di warning, tramite API.

LA2.2

Durante il secondo semestre 2024:

- sono stati raccolti i dati termo-fisici relativi ai materiali costituenti le stratigrafie degli involucri edilizi degli edifici selezionati;
- sono stati modellati 12 scenari energetici in DesignBuilder;
- sono stati simulati 12 scenari energetici in EnergyPlus e utilizzando il modulo Python sviluppato da PoliTo;
- sono state ottimizzate le tecnologie verdi d'involucro sulla base delle simulazioni climatiche ed energetiche.

LA2.3

Predisposizione della documentazione tecnico-amministrativa (DUVRI, et al.) per l'allestimento del cantiere per l'installazione del Tetto *Blue-Green* sul lastrico solare dell'edificio F64. Configurazione del cablaggio per l'installazione della sensoristica per il rilevamento microclimatico sul tetto e delle temperature a contatto con il soffitto e dell'aria ambiente nelle stanze sottostanti oggetto di studio. Collaudo del sistema di irrigazione e scarico acqua del Tetto *Blue-Green* e dell'acquisizione dei dati rilevati dalla sensoristica impostata.

LA2.4

Proseguo del monitoraggio e dell'osservazione della copertura vegetale sul Tetto *Blue-Green*. Ottimizzazione delle misure e analisi dei dati. Elaborazione di risultati relativi agli effetti della tipologia vegetale e della composizione del substrato sul microclima delle quattro parcelle del campo prova; analisi delle temperature di superficie e dei flussi termici; comparazione delle *performance* termiche del Tetto *Blue-Green* (Ed. F64) e del tetto verde (Ed. F92) entrambi presso il C.R. ENEA Casaccia; valutazione degli input/output idrici del sistema *Blue-Green*.

LA2.5

Nel semestre di riferimento si sono potute espletare le procedure di acquisto previste dalla LA 2.5 ovvero l'approvvigionamento del software specialistico di imaging ENVI Ecosystem; per l'acquisizione di stazioni climatiche dotato di albedometro di classe A per il rilievo in situ; per il conferimento di incarico per immagini sintetiche di LST (Land Surface Temperature) con 10 m di risoluzione spaziale e per voli con drone con term camera per l'area studio della città di Bolzano. Sono stati svolti sopralluoghi per verificare l'operatività delle successive campagne sperimentali di volo con drone con selezione delle aree significative (tetti verdi e tradizionali) di studio.

LA2.6

Esecuzione dei voli con drone dei tetti *target* significativi. Valutazioni dei fotopiani termici da drone. Acquisizione di mappe di *LST* (*Land surface temperature*) sintetiche e *download* gratuito di mappe di *LST* con 10 m e 30 m di risoluzione spaziale, rispettivamente, della città di Bolzano. *Processing* mediante *script* in linguaggio *python* in ambiente *QGIS* di tutte le mappe termiche dal 2004 al 2024. Analisi statistiche sui dati collezionati a mesoscala (satellitari) e microscala (stazioni meteo e drone). Organizzazione di una conferenza nella città di Bolzano.

LA2.13

Si è portata a termine l'attività concludendo le modellazioni di possibili scenari applicabili su larga scala su tutto il territorio italiano. Sono state redatte le schede a catalogo da integrare nella matrice dinamica e sono state implementate le tabelle di costi e tempi realizzativi anche per gli scenari complessi nei quali sono stati introdotti interventi di riqualificazione completa anche con impianti e fonti rinnovabili. Sono state eseguite le prove su tavole vibranti con relative misure in opera.

LA3.2

Caratterizzazione del comparto solare a perovskite. Fabbricazione e caratterizzazione di supercapacitori ad alte prestazioni a 5V con layout serie (4x). Ottimizzazione del sensore di temperatura eco-sostenibile. Co-progettazione ed integrazione dei dispositivi nella scheda a recupero energetico. Caratterizzazione del sistema integrato e analisi comparativa dei consumi e dei dati monitorati rispetto a soluzioni commerciali in ambienti operativi.

LA3.8

È stato realizzato un modello in scala 1:10 di una stanza, progettato secondo le normative per l'illuminazione dei locali d'abitazione, per simulare una stanza, compresi gli arredi. Vi sono inseriti 4 sensori di illuminamento, per misurare le condizioni di luce possibili. Alle finestre sono stati applicati 4 OLED, ciascuno con area emissiva di 20 cm²; ogni OLED è stato acceso a 7.000 cd/m² (44 lm). I sensori hanno registrato illuminamenti tra circa 1.000 lx e 2.000 lx.

LA3.11

Si sono concluse le fasi di simulazione dell'applicazione dell'accumulo termico e delle pareti a trasmittanza termica variabile su edifici residenziali. È stata effettuato l'acquisto dei materiali e dei componenti. Sono stati eseguiti i lavori di riqualificazione del locale, la fornitura e l'installazione dei pannelli di accumulo planari e dei pannelli ventilati, e l'installazione degli impianti elettrici, strumentali e meccanici. È stato realizzato l'allestimento strumentale, comprese le catene di misura e di controllo. È stato svolto il collaudo funzionale delle opere realizzate e sono stati condotti test sperimentali di caratterizzazione delle pareti a trasmittanza termica variabile e con accumulo termico planare, sia in assetto integrato che non integrato.

LA3.12

È stata completata la realizzazione dei provini di parete. Un campione di 2,48 m x 2,48 m è stato testato su tavola vibrante per valutarne il comportamento durante la simulazione di un sisma, mentre altri due provini delle dimensioni di circa 1,25 m x 1,48 m sono stati sottoposti a test per la caratterizzazione al comportamento termico e acustico. I restanti provini sono stati consegnati a UNIBO_DEI_1 (LA3.13) e UNIBO_DEI_2 (LA3.14) per la valutazione della sicurezza elettrica e della compatibilità elettromagnetica. La caratterizzazione sismica ha portato ad una simulazione con vibrazioni definite per stressare la struttura, mentre in ambito termico e acustico i test mirano a confrontare il comportamento della parete con supercondensatori rispetto a una parete prefabbricata in legno standard.

LA3.15

Approfondimento sull'utilizzo di modelli dinamici di sistemi energetici complessi come il teleriscaldamento in chiave predittiva a servizio del gestore di rete (in relazione alle condizioni climatiche che influenzano sia i consumi attesi che la produzione da rinnovabile a livello locale) per la definizione di specifiche logiche di controllo. Sviluppo e ottimizzazione del modello numerico relativo alla nuova configurazione di sottostazione, orientata alla conversione di utenze esistenti in attive e replicabile senza interventi significativi sulla rete o presso le relative sottocentrali.

LA4.2

Esecuzione delle prove sperimentali delle logiche power-to-heat (PTH) con simulink real time e con il nuovo sistema di controllo SCADA e analisi dei benefici economici. Sperimentazione con rete TLR in configurazione hardware-in-the-loop con STB. Prove sperimentali con il prototipo ADLAS. Implementata versione preliminare app EMPOWER. Condotti studi in regime dinamico per indagare correlazione APE-SRI.

LA 4.9

Applicazione degli script Python ad un nuovo casto studio ed analisi tecnico-economica dei risultati. Analisi preliminare di una comunità energetica termica in connessione ad una rete di teleriscaldamento.

Sviluppo di un ottimizzatore per l'analisi di un sistema multi energia in configurazione di autoconsumo collettivo. Applicazione dell'ottimizzatore a diversi scenari: connessione fisica o virtuale, accumulo centralizzato o distribuito e presenza o meno della rete di teleriscaldamento. Sviluppo di indici di efficienza della CER.

LA 4.13

- Realizzazione e test del sistema scalda-acqua smart presso gli impianti di Casaccia
- Interviste a stakeholders, analisi dei dati da questionari e tavoli di lavoro
- Prove sperimentali del nuovo controllo dell'impianto fototermico
- Prove sperimentali per l'ottimizzazione del controllo del sistema smart di Lamepdusa per raffrescamento
- Prove del sistema cogeneratore-PdC e dello scalda-acqua con accumulo
- Test del sistema di comunicazione *power line* presso il faro di Lampedusa

LA 4.17

Sono state eseguite le prove previste con l'impianto di poligenerazione sperimentale di Valenzano (BA) applicando un profilo di carico termico giornaliero (estivo ed invernale) de caso studio (locali di una Cantina vitivinicola). Le prove sono state eseguite con la seguente configurazione del sistema di poligenerazione: macchina ad assorbimento e pompa di calore geotermica (estate); campo solare e caldaia a biomassa (inverno). Dai risultati si evince che per entrambe le giornate tipo il sistema di poligenerazione garantisce l'equilibrio termico, modulando la pompa P6 (modulazione della portata per emulare il carico termico) per riprodurre il profilo di carico del caso studio.

LA 4.20

Applicazione dei modelli analitici al caso specifico rappresentato dal dataset costruito dalla fonte EU-SILC 2022. Costruzione di indicatori regionali per le quattro dimensione di analisi individuate nel Piano Energetico Nazionale 2024 per l'Italia. Stima e interpretazione dei risultati dell'analisi a livello regionale. Utilizzo degli output per le attività di disseminazione dei risultati previsti per la LA: schede di indicatori regionali annesse al Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2024.

LA 5.3

Nel periodo di riferimento, è stata effettuata l'istallazione di tubazioni in multistrato, ma soltanto sui circuiti utenza e sorgente di una delle pompe di calore, e sono stati effettuati vari test per simulare sperimentalmente le strategie di flessibilità energetica sviluppate e implementate mediante simulazione numerica nel corso della LA 5.2, che è possibile implementare nell'ambito di un programma di demand response tra consumatori e operatore di rete.

LA 5.6

Si è definita la configurazione finale del condensatore, con schiuma metallica commerciale immersa nel PCM e serpentina di scambio da 3,75

	m; si è proceduto quindi con la realizzazione di un ulteriore prototipo “compatto” per i test in camera climatica, impostando 26 °C e 50% U.R e simulando un funzionamento volutamente “on-off”. Il sistema si porta in condizioni stazionarie dopo 5 min con resa frigorifera inclusa tra 110 e 122 W; si è imposta successivamente una condizione gravosa di raffreddamento (30 °C e 75% U.R). <u>LA 5.8</u> Nell’ultimo semestre della LA 5.8 è stato effettuato un upgrade delle caratteristiche di automazione del sistema di gestione e controllo dell’impianto per simulare sperimentalmente il funzionamento di sistemi di accumulo del freddo. In particolare, sono stati sviluppati e implementati dei controllori PID al fine di rendere più indipendente l’applicativo Labview per la gestione e il controllo dell’impianto, durante le fasi di simulazione sperimentale.
Università degli Studi di Padova - Dipartimento di Ingegneria Industriale [UNIPD_DII]	<u>LA 1.3</u> L’attività del semestre ha riguardato l’individuazione di interventi di risparmio energetico e la modellazione di edifici rappresentativi tramite il software di simulazione multi-parametrica sviluppato nell’ambito del progetto, che ha permesso di simulare diversi scenari di risparmio. I risultati ottenuti sugli edifici rappresentativi sono stati utilizzati per stimare i risparmi energetici e i benefici ambientali conseguibili a livello nazionale. L’attività si è conclusa con la redazione del report tecnico, come previsto dal capitolato.
Politecnico di Bari - Dipartimento Architettura, Costruzione e Design [POLIBA_ARCOD]	<u>LA 1.6</u> L’ultimo semestre ha visto lo sviluppo e l’integrazione nel modello energetico digitale del caso studio di algoritmi di modelli di controllo predittivo per l’ottimizzazione della gestione dell’energia e dei BACS con lo scopo di incrementare il risparmio energetico negli edifici storici. È stato sviluppato un applicativo in Python e sono stati analizzati tre diversi scenari di ottimizzazione per l’automazione delle aperture, delle schermature solari e della temperatura di mandata dell’impianto.
Università di Perugia - Dipartimento di Ingegneria [UNIPG_DI]	<u>LA 1.7</u> È stato formulato un inventario energetico, sono stati studiati gli apporti termici di ogni locale e valutati i profili orari associati. È stata effettuata la modellazione dell’edificio con i dati climatici riferiti agli anni 2018-2019. A seguito della simulazione è stato validato il modello, riscontrando uno scostamento tra consumi effettivi ed operativi sia per elettrico che termico minori del 5%. Sono stati proposti interventi migliorativi con valutazione tecnico-economica e tempi di ritorno.
Politecnico di Milano – Dipartimento di Architettura, ambiente costruito e ingegneria delle costruzioni	<u>LA 1.10</u> Analisi comparativa dei campioni selezionati con valutazione dell’efficacia schermante su base stagionale, considerando apporti solari, illuminamento e comfort visivo. Redazione di schede tecniche dettagliate con indicatori prestazionali, ambientali e criteri di trasferimento tecnologico. Scelta, definizione e classificazione dei meccanismi di

(ABC) [POLIMI_ABC_1]	movimentazione per sistemi dinamici, con studio di fattibilità e schede descrittive delle tecnologie più promettenti.
Politecnico di Torino - DIPARTIMENTO ENERGIA (DENERG) [POLITO_DENERG_1]	<u>LA 1.11</u> Misure in camera climatica di g-value su prototipo in scala 1:1 di tenda LowE integrata in vetrocamera. Finalizzazione delle simulazioni di vetrate con coating multifunzionale a scala di edificio (edificio per uffici ENEA F40). Analisi igrotermica dinamica a scala di edificio per la valutazione dell'impatto di materiali ad elevata igroscopicità sull'ambiente interno e sui consumi energetici tramite simulazioni basate su metodologia implementata ad-hoc con software WUFI®Pro e WUFI®Plus.
Università IUAV di Venezia [IUAV_AIC]	<u>LA 1.12</u> - Prove sperimentali di verifica della corretta trasmissione e operatività con l'hardware disponibile; - Prove sperimentali di caratterizzazione di componenti PCM; - Simulazioni energetiche su piattaforma EnergyPlus per l'analisi dell'impatto sul comportamento termo-energetico dell'edificio a seguito dell'uso di PCM; - Stesura di articoli accademici per la condivisione dei risultati ottenuti con la comunità scientifica.
Politecnico di Milano – Dipartimento di Architettura, ambiente costruito e ingegneria delle costruzioni (ABC) [POLIMI_ABC_2]	<u>LA 1.15</u> È stata conclusa l'indagine strumentale delle condizioni ambientali rilevate con impianto VMC , e sono state svolte le relative elaborazioni. Sono state effettuate le simulazioni per l'analisi dei flussi d'aria con i diversi sistemi di VMC al fine di assegnare le relative efficienze di ventilazione. Sono stati definiti i costi di realizzazione, gestione e manutenzione e redatte le schede riassuntive dei sistemi VMC individuati.
Sotacarbo SpA [SOTACARBO]	<u>LA2.9</u> Aggiornamento del protocollo Auree. Elaborazione dei dati raccolti sulla IAQ e rappresentazione delle informazioni su Auree.it. Pubblicazione di articoli tratti da interviste svolte da Sotacarbo ad alcune amministrazioni locali sul tema delle CER. Realizzazione di un video sulla diffusione delle CER, pubblicato su Auree.it, sul sito e sui canali social media della Sotacarbo. Implementazione dei nuovi contenuti e aggiornamento della nuova versione del portale. Attività di reportistica.
Sotacarbo SpA [SOTACARBO]	<u>LA2.10</u> Partecipazione a webinar e workshop sui temi del progetto. Realizzazione di interviste, pubblicate sul portale e sul sito, con amministratori locali che hanno avviato CER o che sono prossimi a realizzarle. Realizzazione di un video divulgativo sulle CER e sulla promozione delle nuove sezioni di Auree.it. Partecipazione alla Settimana della Scienza presso gli istituti scolastici di Carbonia con attività divulgative di sensibilizzazione sui temi dell'efficienza energetica e della sostenibilità.

Università di Cagliari, Dipartimento di ingegneria civile, ambientale e architettura [UNICA_DICAAR]	<u>LA2.11</u> È stato integrato lo studio tipologico del patrimonio edilizio con le frazioni di Bacu Abis e Cortoghiana. Si è provveduto ad un'integrazione dei dati tipologici, anche per gli edifici pubblici. È stato modificato lo strumento GIS e sono stati predisposti nuovi dizionari. Gli oggetti virtuali identificativi dei sensori IAQ e del comfort indoor sono stati integrati nei modelli informativi BIM, repliche virtuali degli edifici oggetto di analisi. I modelli sono stati corredati di tutte le informazioni necessarie a restituire le prestazioni residue degli edifici per fornire una base completa per la definizione di scenari di efficientamento energetico.
Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Messina [UNIME_DI]	<u>LA2.14</u> Le attività hanno riguardato l'aggiornamento del front-end del portale (utilizzando le tecnologie HTML, CSS, JavaScript, AJAX) per migliorare la fruibilità delle informazioni e permettere l'accesso alle nuove funzionalità. L'aggiornamento del back-end del portale (utilizzando il linguaggio PHP e il gestore di dipendenze Composer, la libreria PhpSpreadsheet e il linguaggio SQL) per rendere più efficiente l'estrazione e la manipolazione dei dati contenuti all'interno delle tabelle del database. L'interfacciamento del portale web con il foglio di calcolo Excel fornito da CITERA (utilizzando la libreria "pywin32", il linguaggio Python e un server che sfrutta il framework open source "Flask").
CENTRO DI RICERCA C.I.T.E.R.A.-Facoltà di Architettura LA SAPIENZA [UNIRM1_CITERA]	<u>LA2.16</u> Completamento dello sviluppo del tool, denominato BEST, basato su un motore di calcolo funzionante tramite Excel contenente all'interno delle macro in visual basic, che attinge ai dati di output della matrice dinamica (718 configurazioni) relativi alle soluzioni di efficientamento precalcolate.
Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Dipartimento Ingegneria Elettronica (UNIRM2_DIE_1)	<u>LA3.3</u> L'unità si è focalizzata sulla soluzione del controelettrodo stampabile per poter realizzare i moduli fotovoltaici. Si sono quindi ottimizzate le formulazioni dei materiali e le relative tecniche di stampa per poter realizzare i dispositivi completamente in aria con tecniche scalabili. I prototipi da 110 cm² hanno avuto prestazioni dai circa 20 μW/cm² ai circa 95 μW/cm² con un'illuminazione indoor da 200 lux a 100 lux, rispettivamente. Avendo prestazioni utili alla fornitura di energia per sensori indoor così come da specifiche ENEA, i dispositivi fabbricati sono stati consegnati a UNISA_DF (LA3.6) per l'integrazione nel sistema di misura finale.
Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Dipartimento Ingegneria Elettronica (UNIRM2_DIE_2)	<u>LA3.4</u> Sono state formulate e caratterizzate le formulazioni migliori di P3HT/GNP, anche con nanocristalli di TiO₂, su film e pellet, evidenziando che il comportamento del composito cambia e che TiO₂ migliora S a parità di conducibilità del pellet il modulo TEG 3D. Sono stati analizzati filler alternativi di Ag nanowires. Sono stati caratterizzati i polimeri p ed n di UNITO_CHIMICA, e si è realizzato modulo unileg con pellet di polimero n e modulo p-n con layout modulo planare W. Per i TEGG sono stati analizzati elettroliti a base DES, evidenziando pro e contro delle formulazioni, e si è dimostrato la scalabilità su larga area e la possibilità di realizzare moduli TEGG con interconnessione serie di celle elettrochimiche a base Co(II)/Co(III).

<i>Università degli studi di Torino, Dipartimento di Chimica (UNITO_CHIMICA)</i>	<u>LA3.5</u> Sintesi e caratterizzazione chimico-fisica di polimeri di coordinazione a base Ni e Cu. Formulazione con dispersioni in acetonitrile e in acqua per ottenere film a diverso spessore tramite spin coating e drop casting. Ottimizzando le sintesi del poly[Kx(Niett)] è stato raggiunto un buon livello di stabilità termica e conduttività elettrica. Valutazione dell'effetto dell'aggiunta di quantità controllate di acqua in DES selezionati al fine di migliorarne le proprietà di trasporto senza impattarne la stabilità.
<i>Università degli Studi di Salerno, Dipartimento di Fisica (UNISA_DF)</i>	<u>LA3.6</u> Ottimizzazione circuiti di gestione flussi di energia nella scheda. Progettazione e realizzazione PCB scheda di energy harvesting. Ottimizzazione software di controllo della scheda per ridurre al minimo il consumo energetico. Test di funzionamento e stabilità del sistema di acquisizione in varie condizioni operative di laboratorio.
<i>Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Scienze Chimiche (UNINA_DSC)</i>	<u>LA3.9</u> È stata completata la sintesi dei complessi dell'iridio(III) e del rutenio(II). Questi sono stati sottoposti a caratterizzazione strutturale e ne sono state esaminate le proprietà di assorbimento UV-visibile e di emissione.
<i>Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "G. Marconi" – Alma Mater Studiorum, Università di Bologna (UNIBO_DEI_1)</i>	<u>LA3.13</u> È stato analizzato un modulo di accumulo "Supercapacitive Module" da 1 kWh – 48 V DC, integrato in un prototipo di parete prefabbricata in legno. Le attività hanno incluso prove di sicurezza elettrica (resistenza di isolamento, indice di polarizzazione) in condizioni controllate. Il dispositivo è stato sottoposto per 98 giorni a cicli di invecchiamento in camera climatica. Le misure hanno mostrato un calo della resistenza di isolamento con umidità elevata, pur restando sopra il limite normativo. I test di tenuta dielettrica hanno confermato il corretto funzionamento del dispositivo. Il monitoraggio dello stato di carica ha evidenziato una rapida perdita di capacità con umidità all'80%.
<i>Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "G. Marconi" – Alma Mater Studiorum, Università di Bologna (UNIBO_DEI_2)</i>	<u>LA3.14</u> Sono state realizzate simulazioni elettromagnetiche su un modello numerico semplificato che riproduce la struttura delle pareti prefabbricate con accumulo integrato. Dal punto di vista sperimentale sono state analizzate le prestazioni di due prototipi, con e senza i supercondensatori al loro interno, in termini di efficienza di schermatura misurata nell'intervallo di frequenza 700 MHz – 3.6 GHz con la tecnica della doppia antenna, utilizzando una cella schermata con apertura. Dalle simulazioni e dalle misure si sono ottenute indicazioni utili sul comportamento delle pareti prefabbricate con accumulo energetico.
<i>Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Dipartimento di Ingegneria Industriale (UNIBO_DIN_1)</i>	<u>LA3.16</u> L'attività di ricerca ha riguardato prevalentemente l'applicazione del modello di calcolo ESATTO (Energy Sharing Application Tool for True Optimization) al fine di studiare, sia dal punto di vista energetico che economico, l'architettura ottimale di una rete complessa in presenza di uno o più prosumer e della possibilità di scambio bidirezionale sia tra reti diverse che tra utenti e reti.

Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica dell'Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale [UNICAS_DICEM]	<u>LA 4.4</u> È stata analizzata la correlazione tra le prestazioni energetiche degli edifici e lo SRI, con applicazione su casi reali nel settore terziario. I risultati non hanno evidenziato esistenza di correlazione tra EPC e SRI, tuttavia si evidenzia la tendenza dello SRI a crescere al crescere della classe EPC e al diminuire dei consumi. È stato aggiornato il foglio di calcolo per la fattibilità economica dei sistemi di contabilizzazione. È stata effettuata l'installazione e messa in opera di un sistema di monitoraggio energetico e ambientale in un ulteriore nuovo condominio.
Dipartimento di Beni Culturali ed Ambientali Università degli Studi di Milano [UNIMI_BCA]	<u>LA 4.5</u> Sono state finalizzate le attività di progetto tramite l'analisi dei dati di feedback post-utilizzo, alle quali è seguita la redazione e condivisione delle previste linee guida di ulteriore modifica e fine tuning della piattaforma EMPOWER e delle linee guida di modellizzazione definitiva del processo partecipativo di coinvolgimento virtuoso dei condomini, comprensiva delle versioni definitive degli strumenti propedeutici alla realizzazione di tale processo (contenute nel toolkit finale)
<i>Sapienza Università di Roma Dipartimento di Ingegneria</i> [UNIRMI_DIAEE]	<u>LA 4.6</u> Implementazione dei modelli avanzati per la gestione dell'energia nelle microreti elettriche integrate con infrastrutture di ricarica, accumulo e FER e analisi dell'impatto tramite simulazioni in scenari reali su modello di microrete innovativo con parte in DC per l'integrazione di EVCS e condivisione di risorse energetiche comuni. Studio di algoritmi di gestione della ripartizione della potenza elettrica dalle risorse rinnovabili e dell'ottimizzazione dei flussi di potenza G2V e V2G.
Università di Pisa – Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni [UNIFI_DEST]	<u>LA 4.7</u> Nel semestre 01/07/2024-31/12/2024 sono state concluse le simulazioni avviate nel semestre precedente e ne sono stati analizzati i risultati. La trattazione è stata estesa ai casi residenziali di piccolissima taglia. Questo ha richiesto la formulazione di correlazioni per il calcolo dei costi capitali dedicate rielaborando dati di letteratura. Infine, è stata curata la produzione di figure e tabelle relative ai risultati dell'attività ed è stata effettuata la stesura del report di progetto.
Politecnico di Milano – Dipartimento di Energia [POLIMI_ENE]	<u>LA 4.10</u> Si è lavorato allo sviluppo di un approccio multicriterio utile a raccogliere gli indicatori sviluppati nei semestri precedenti: stima di rischio di povertà energetica, stima di impatto sulla rete elettrica, stima di impatto di mobilità elettrica sugli inquinanti area della realtà locale. Gli indicatori sono stati classificati in una scala a tre livelli e comparati fra di loro, realizzando una metrica multicriterio per la misura delle prestazioni delle Comunità Energetiche.
Università degli Studi di Perugia – CIRIAF Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'ambiente "Mauro Felli"	<u>LA 4.11</u> Nel semestre, anche grazie al supporto di una consulenza, è stato approfondito lo studio di forme giuridiche per le CER con analisi SWOT comparative, per fornire parametri utili alla scelta della forma adatta in base alle caratteristiche specifiche delle CER. Sono stati quindi dettagliati gli iter amministrativi di un Comune per partecipare a una CER. Inoltre, l'analisi dei risultati delle simulazioni energetiche hanno mostrato che la PA contribuisce positivamente alle performance energetiche, bilanciando

[UNIPG_CIRIAF]	i flussi e incrementando l'energia condivisa. Infine, sono state analizzate le modalità di gestione dei proventi derivanti da incentivi.
Dipartimento di Ingegneria Industriale – Alma Mater Studiorum Università di Bologna [UNIBO_DIN_2]	<u>LA 4.14</u> Attività del II semestre 2024: applicazione del modello sviluppato ad un caso studio di utenza reale isolana (noti fabbisogni elettrico e termico), determinazione del funzionamento ottimizzato del sistema integrato per un intero anno e calcolo dei parametri prestazionali. Applicazione del modello a tre casi di diversa tipologia con curve di fabbisogno da letteratura (domestico, scuola, albergo), determinazione di criteri generalizzati per il design ottimale della sezione di produzione dell'H ₂ .
Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Ingegneria [UNIPA_DING]	<u>LA 4.15</u> Durante gli ultimi mesi sono stati raccolti tutti i dati e le analisi per ciascuna delle quattro tematiche. Questi sono stati elaborati ed impostati al fine di cominciare la stesura del report finale e di pubblicazioni scientifiche.
Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Ingegneria [UNIPA_DING]	<u>LA 4.16</u> • Studio strategie per migliorare l'efficienza di freesco a Pantelleria; calcolo degli indici di prestazione; • verifica capacità dell'impianto di Casaccia di servire sino a 3 utenze (piccole isole); verifica del funzionamento al variare dei profili di carico per ACS; analisi tecno-economica; • Sistema di controllo remoto di sistemi di accumulo di ACS; prove sperimentali con tecnologia PLC; Studio sistemi di ombreggiamento per migliorare l'efficienza energetica, il comfort visivo e termico.
Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti - Università degli Studi di Bari Aldo Moro [UNIBA_DISAAT]	<u>LA 4.18</u> Si è concluso il primo test per il raffrescamento tramite sistema di condizionamento localizzato in prossimità delle piante costituito da pannelli radianti ed è stato condotto un secondo test per il riscaldamento. Sono state anche eseguite le simulazioni energetiche del fabbricato per attività casearia e sono stati ottenuti i profili di carico orario e quindi il fabbisogno energetico da soddisfare.
Dipartimento di Ingegneria Industriale - Università degli Studi di Napoli Federico II [UNINA_DII_1]	<u>LA 5.2</u> L'attività di ricerca ha riguardato la simulazione del caso studio individuato e delle strategie di flessibilità proposte, al fine di valutarne l'efficacia in ottica di demand response e nella riduzione e modulazione dei flussi energetici in specifici intervalli temporali. Il confronto tra le soluzioni proposte e quelle tradizionali ha permesso di quantificare i benefici delle soluzioni proposte in termini di efficienza e flessibilità sia per gli utenti finali che per la rete.
Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e Farmacia – Università di Siena [UNISI_DBCF]	<u>LA 5.4</u> Nel quarto semestre di attività lo studio si è concentrato sull'analisi del costo di investimento dei vari sistemi identificati e investigati dal punto di vista ambientale nei semestri precedenti, al fine di valutare i parametri più critici per la valutazione dei profili di eco-efficienza. Il confronto delle prestazioni ambientali ed economiche tra i sistemi di accumulo termico ed

	elettrico selezionati per l'analisi di scenario ha permesso di determinare quale fosse la soluzione più efficiente per il sistema.
Dipartimento di Ingegneria Industriale - Università degli Studi di Napoli Federico II [UNINA_DII_2]	<u>LA 5.7</u> Le attività hanno riguardato la subtask 2, relativa al serbatoio alettato in configurazione a cascata di tipo shell-and-tube. La configurazione ottimale (circa 8 kWh rilasciati) ha mostrato un'efficienza superiore grazie alla minore generazione entropica. Nella subtask 3, è stato simulato un sistema macro-incapsulato con serbatoi cilindrici contenenti PCM modulari. La simulazione, sviluppata in MATLAB® e COMSOL, ha mostrato un'energia accumulata di 2.5 kWh in 24 ore.
Dipartimento Energia - Politecnico di Torino [POLITO_DENERG_3]	<u>LA 5.9</u> Si è proceduto a perfezionare la caratterizzazione termofisica dei PCM compositi, includendo anche la misura della viscosità dinamica della fase liquida presso il Centro di Ricerche a Portici. Inoltre, il modello computazionale messo a punto in precedenza è stato utilizzato per condurre un'analisi di sensitività della configurazione dinamica sotto diverse condizioni. Infine, utilizzando tale modello, è stato progettato, realizzato e testato un primo prototipo in scala di laboratorio.