

Possibili scenari di sviluppo
delle smart grid per aggregatori

Domenico Cimmino p. 9

Il contributo dell'Università Roma
Tre alla sostenibilità energetica

Fabio Crescimbeni p. 12

Le reti di distribuzione sono
un abilitatore indispensabile
per la transizione energetica

Chiara Marricchi p. 29

Energia Ambiente e Innovazione

ENEA magazine
1/2024
eai.enea.it

SMART FUTURE

LE INTERVISTE: Alessia Cappello, Marco Cantamessa, Norela Constantinescu,
Veronica Nicotra, Gian Piero Celata

CER, mobilità sostenibile e reti intelligenti per un futuro più smart



di Gilberto Dialuce, Presidente ENEA

Per accelerare la transizione verso un'economia sostenibile e a basse emissioni di carbonio occorre un approccio sistemico e integrato che supporti le trasformazioni nella tecnologia, nell'industria, negli affari, nella finanza e, in definitiva, nella società nel suo complesso.

È necessaria una visione di trasformazione del sistema energetico nella quale la decarbonizzazione, le fonti rinnovabili, i nuovi vettori, le tecnologie abilitanti e per la digitalizzazione, la mobilità sostenibile e le infrastrutture siano obiettivi e strumenti per una economia che promuova la crescita sostenibile, migliori la resilienza e rafforzi il sistema produttivo e la tutela e salvaguardia del territorio.

Per raggiungere i target di decarbonizzazione definiti dalle principali direttive europee e perseguire l'obiettivo della neutralità climatica fissato per l'Europa al 2050, alcune azioni risultano prioritarie:

- incrementare la produzione di energia da fonti rinnovabili attraverso lo sviluppo di tecnologie avanzate e l'adozione di nuove forme di utilizzo dell'energia rinnovabile (es. aggregazioni/comunità energetiche);
- puntare sulla mobilità sostenibile, e sulle nuove tecnologie digitali come strumento per supportare il cambio nell'organizzazione degli spostamenti per un impiego ottimale delle risorse di trasporto;
- rendere più resiliente l'infrastruttura e l'impiantistica attraverso lo sviluppo di reti energetiche intelligenti (smart grid);
- favorire il ricorso alle tecnologie abilitati quali l'Internet of Things (IoT), la blockchain, l'intelligenza artificiale e il machine learning, i big data, la robotica e la sensoristica, la gestione virtuale dei servizi e lo smart metering per nuove modalità di funzionamento ed efficientamento delle infrastrutture di rete e dei sistemi energetici.

Nel processo di transizione verso un modello energetico fondato sull'uso delle fonti rinnovabili, un ruolo essenziale sarà svolto dalla partecipazione proattiva dei cittadini e delle comunità in generale, il cui futuro dovrà essere basato su un sistemico e profondo cambiamento del modello culturale. Il coinvolgimento consapevole del cittadino può contribuire al contrasto ai cambiamenti climatici attraverso l'adesione a Comunità Energetiche Rinnovabili, alla cui base vi è la partecipazione attiva e pro-attiva degli utenti e lo sviluppo di economie locali basate sulla condivisione di beni e servizi (sharing economy), nella logica di una maggiore partecipazione delle persone nei processi di trasformazione sociale.

Le comunità energetiche rinnovabili, oltre a promuovere la diffusione e la penetrazione delle energie rinnovabili, dovranno diventare il motore per uno sviluppo competitivo e sostenibile con benefici economici e sociali per i territori e le comunità locali. La loro diffusione dipende anche da come il processo di transizione energetica, digitale e sociale verrà governato in termini di coordinamento, pianificazione e corretto indirizzamento delle iniziative e delle misure da adottare.

Il tema della centralità dell'utente/cittadino risulta essenziale anche per lo sviluppo di una mobilità sostenibile. Investigare le sensibilità degli utilizzatori e rispondere alle loro esigenze nella messa a punto delle soluzioni è fondamentale per favorire la propensione degli utenti verso nuove tecnologie e soluzioni. È opportuno chiedersi se il modello generale della mobilità in essere sia realmente adeguato alle sfide

imposte dalla transizione energetica e dal necessario adattamento ai cambiamenti climatici. Attenendosi alle indicazioni della National Long Term Strategy per conseguire il raggiungimento al 2050 degli obiettivi del Green Deal, il miglioramento "Improve" delle tecnologie, pur necessario, non è sufficiente, ma occorre anche ridurre "Avoid" di diversi punti percentuali (rispetto ai valori attuali) la domanda della mobilità passeggeri e del trasporto merci, e spostare "Shift" quote rilevanti della domanda rimanente su modalità di trasporto più efficienti e sostenibili (rotaia, navale, ecc). La digitalizzazione consente di "smartizzare" la mobilità sostenibile per abilitarne la diffusione e potenziare i processi conoscitivi, valutativi e decisionali della pianificazione e gestione dei sistemi di mobilità in chiave integrata, evoluta e inclusiva. Black box a bordo veicolo, telefoni cellulari, smart card, etc. permettono di apprendere direttamente dal campo le modalità e abitudini di mobilità dei cittadini e le dinamiche di utilizzo degli spazi urbani e dei diversi modi di trasporto. Il nuovo contesto tecnologico, caratterizzato anche da un'elevata capacità computazionale, favorirà lo sviluppo di piattaforme "digital-twin" per la simulazione di nuovi scenari e modelli di mobilità condivisa, connessa, autonoma e ad alimentazione alternativa. La disponibilità di dati potrà contribuire a fornire informazioni aggiornate sui servizi di mobilità, nonché a favorire il coinvolgimento attivo dei cittadini nel miglioramento dei servizi stessi e nell'adozione di comportamenti più sostenibili.

Elemento di correlazione tra produzione distribuita di energia rinnovabile e suo utilizzo attraverso il ricorso ai nuovi strumenti e modelli offerti dalle CER, che includono al loro interno la mobilità sostenibile, è rappresentato dalle reti "intelligenti", le cosiddette smart grid, che permettono non solo di trasportare e distribuire energia, ma anche di gestirla per erogare servizi ancillari a supporto della rete, preservando l'affidabilità, la resilienza e la sicurezza del sistema anche in presenza di quote crescenti di generazione distribuita da rinnovabili.

Le tecnologie per la digitalizzazione, che sono parte integrante delle smart grids, consentono il monitoraggio, l'analisi e il controllo evoluto dei flussi energetici all'interno della catena di fornitura energetica.

Ciò è possibile grazie alla presenza di sensori integrati nelle reti, di smart metering, all'implementazione di tecnologie evolute in ambito ICT e a logiche di gestione avanzata. Anche le infrastrutture e le reti elettriche ed energetiche esistenti possono diventare "smart" se opportunamente integrate con tecnologie abilitanti per supportare attività di monitoraggio e di gestione dell'energia tramite soluzioni ICT quali l'Internet of Things (IoT), la blockchain, l'intelligenza artificiale e il machine learning, i big data, la sensoristica.

In conclusione, il percorso verso la decarbonizzazione presuppone l'adozione di un approccio integrato, coordinato e trasversale, che abbia come filo conduttore la "smartizzazione" dell'intero sistema energetico inteso come insieme di reti e infrastrutture critiche e non, sistemi di produzione, trasporto, distribuzione, stoccaggio e usi finali. **Tale processo non può prescindere dal contributo delle iniziative e attività di ricerca, sviluppo, dimostrazione e innovazione che, al contempo, favoriscano anche nuovi percorsi di studio, formazione e riqualificazione per la creazione delle figure professionali richieste dal mercato.** Infine, ulteriori impegni sono necessari per favorire la consapevolezza culturale e l'accettabilità sociale delle nuove tecnologie, **una maggiore disponibilità da parte degli utilizzatori finali, ossia i cittadini, a modificare le proprie abitudini ed assumere un ruolo attivo e propositivo.**

Gilberto Dialuce

Smart future



di **Cristina Corazza**, *Direttore Unità Relazioni e Comunicazione, ENEA*

Le politiche nazionali ed europee per la transizione energetica richiedono un cambio di paradigma che, a partire dal più massiccio ricorso alle fonti rinnovabili, attui una radicale trasformazione nella gestione delle infrastrutture e delle città - dal trasporto, alle reti energetiche, elettriche e termiche che coinvolgano attivamente produttori e consumatori, per ridurre i consumi di energia primaria da fonti fossili in tutti i settori, salvaguardando il benessere socioeconomico.

Per raggiungere questo obiettivo così sfidante e trasversale, non basta un'unica soluzione tecnologica ma è necessario avviare un processo di integrazione tra tecnologie digitali e di automazione che consenta una gestione avanzata delle infrastrutture e un utilizzo efficiente delle risorse. Stiamo parlando della cosiddetta *smartizzazione*, il processo basato su tecniche di data mining, applicazioni di intelligenza artificiale e algoritmi di ottimizzazione, ma anche soluzioni IoT, sensoristica di misura e diagnostica avanzata, teso a rendere le infrastrutture e i sistemi interconnessi "intelligenti", adattativi e reattivi, con benefici in termini di migliore qualità della vita, aumento della sicurezza e riduzione di costi e consumi. A questo asset cruciale per realizzare un sistema energetico a zero emissioni, è dedicato il nuovo numero di 'Energia, Ambiente e Innovazione' che approfondisce temi quali smart grid, smart city, smart community, mobilità intelligente, industria 4.0 e i diversi settori di applicazione della *smartizzazione*, un fronte che vede ENEA impegnata con numerose attività e progetti a livello nazionale e internazionale. In questo contesto la rivista ospita l'intervento di Giulia Monteleone, Direttrice del Dipartimento Tecnologie energetiche e fonti rinnovabili dell'ENEA e gli interventi di scenario di **Domenico Cimmino e Alessandro Burgio**, Technological Development@ENI Plenitude spa Società Benefit, di **Fabio Crescimbeni**, prorettore dell'Università degli Studi di Roma Tre, di **Anna Donati**, Presidente e Amministratore Delegato di "Roma Servizi per la Mobilità", di **Venizelos Efthymiou**, Chairman of FOSS Research Centre, University of Cyprus, di **Gaetano Fusco**, Coordinatore nazionale dello Spoke "Urban Mobility" del Centro Nazionale per la mobilità sostenibile, di **Chiara Marricchi**, Responsabile Scenari Energetici di Lungo Termine e Posizionamento di ENEL, **Valentino Sevino**, Direttore Generale dell'Agenzia Mobilità Ambiente Territorio di Milano, di **Margherita Menon**, Operations and Communication Manager di EERA JP Smart Grids (European Energy Research Alliance), **Luciano Martini**, Direttore del Dipartimento Tecnologie di Trasmissione e Distribuzione di RSE e Coordinatore EERA JP Smart Grids e **Mattia Cabiati**, Supporto ad Attività Internazionali e Progetti Europei di RSE. Nella sezione interviste abbiamo coinvolto esponenti del settore quali **Alessia Cappello**, Assessora allo sviluppo economico e politiche del lavoro del Comune di Milano, **Marco Cantamessa**, Presidente del Gruppo CVA e Membro della Giunta Esecutiva di Utilitalia, **Norela Constantinescu**, Responsabile Sezione Innovazione ENTSO-E, il Network Europeo dei Gestori di Sistemi di Trasmissione di Energia Elettrica, **Valeria Nicotra**, Segretario Generale dell'ANCI e **Gian Piero Celata**, Presidente del Cluster Nazionale Energia.

Nella sezione Focus sono pubblicati interventi che spaziano dagli smart building alla mobilità sostenibile e smart, dall'utilizzo dell'idrogeno ai sistemi di trasporto a supporto della mobilità intelligente, dalla pianificazione e gestione della mobilità urbana sostenibile, alle auto elettriche. Ampio spazio viene dedicato alle smart grid, al machine learning e alla smart city. Non mancano approfondimenti sulle Comunità Energetiche Rinnovabili e sugli strumenti per la loro valutazione energetica ed economica, per l'ingaggio e la consapevolezza degli utenti e per la blockchain a supporto della community.

Cristina Corazza

N. 1 Marzo 2024

Direttore Responsabile

Cristina Corazza

Comitato di direzione

Giorgio Graditi, Ilaria Bertini, Alessandro Coppola, Alessandro Dodaro, Giulia Monteleone, Claudia Brunori

Redazione

Laura Di Pietro, Roberto De Ritis, Paola Giaquinto, Laura Moretti, Fabiola Falconieri (per i testi in inglese)

Progetto grafico ed elaborazione tecnica

Flavio Miglietta

Elaborazione grafica copertina

Maurizio Giuliani

Edizione web

Antonella Andreini, Serena Lucibello

Promozione e comunicazione

Paola Giaquinto

Stampa

Laboratorio Tecnografico
Centro Ricerche ENEA Frascati
Numero chiuso nel mese di giugno 2024

Registrazione

Tribunale Civile di Roma
Numero 42/2019 del 28 marzo 2019
(versione stampata)
Numero 43/2019 del 28 marzo 2019
(versione telematica)

Foto in copertina: credits AdobeStock



18 Roma Capitale: Smart Mobility per la mobilità sostenibile di Anna Donati

- 1 CER, mobilità sostenibile e reti intelligenti per un futuro più smart
di *Gilberto Dialuce*
- 3 Smart future di *Cristina Corazza*

L'INTERVENTO

- 6 L'evoluzione del sistema energetico passa per la digitalizzazione e l'integrazione di *Giulia Monteleone*

GLI SCENARI

- 9 Possibili scenari di sviluppo delle smart grid per aggregatori di *Domenico Cimmino e Alessandro Burgio*
- 12 Il contributo dell'Università Roma Tre alla sostenibilità energetica di *Fabio Crescimbeni*
- 18 Roma Capitale: Smart Mobility per la mobilità sostenibile di *Anna Donati*
- 21 Smartened grids serving the active nodes of energy communities for optimal multi dispatch energy systems di *Venizelos Efthymiou*
- 25 Prospettive e visioni della mobilità urbana: verso la Smart Urban Mobility di *Gaetano Fusco*
- 29 Le reti di distribuzione sono un abilitatore indispensabile per la transizione energetica di *Chiara Marricchi*
- 32 Infrastrutture intelligenti per monitorare e gestire traffico e mobilità a Milano di *Valentino Sevino*
- 36 Il ruolo cruciale delle smart grid per il successo della transizione energetica di *Margherita Menon, Luciano Martini, Mattia Cabiati*

LE INTERVISTE

- 40 *Alessia Cappello*: La transizione delle città a smart city deve essere il più rapida possibile
- 44 *Marco Cantamessa*: Le utility attori fondamentali per l'innovazione
- 48 *Norela Constantinescu*: Central to our approach is the integration of renewables and electrification of the economy
- 51 *Veronica Nicotra*: Un nuovo modello urbano con soluzioni a misura dei cittadini
- 55 *Gian Piero Celata*: La transizione energetica? È un processo lungo e complesso

Sommario



9 Possibili scenari di sviluppo delle smart grid per aggregatori di Domenico Cimmino e Alessandro Burgio



12 Il contributo dell'Università Roma Tre alla sostenibilità energetica di Fabio Crescimbin



29 Le reti di distribuzione sono un abilitatore indispensabile per la transizione energetica di Chiara Marricchi

FOCUS ENEA

- 59** Progetto User-Chi: l'utente al centro della ricarica di Natascia Adrenacci e Francesco Vellucci
- 62** Potenzialità d'impiego dell'idrogeno nella mobilità di Antonio Nicolò Mancino, Carla Menale, Francesco Vellucci
- 66** Valutazione tecnico-economica di servizi di trasporto urbani innovativi di Fabio Cignini, Adriano Alessandrini, Fernando Ortenzi, Francesco Vellucci, Francesco Vitiello
- 70** L'impegno di EIT Urban Mobility per una mobilità urbana sostenibile e smart di Gaetano Valenti, Gregorio D'Agostino, Carlo Liberto, Franco Roca
- 73** Nuove prospettive per la pianificazione e gestione della mobilità urbana di Gaetano Valenti, Matteo Corazza, Federico Karagulian, Maria Lelli, Carlo Liberto
- 76** Il software BEST e la sua evoluzione di Valentina Conti, Matteo Corazza, Silvia Orchi e Maria Pia Valentini
- 80** Ricarica delle auto elettriche private in città: indagini campionarie per calibrare un modello comportamentale di Natascia Adrenacci, Valentina Conti e Maria Pia Valentini
- 84** Il progetto MISSION Smart Grid e il dimostratore ENEA di Martina Caliano, Giovanna Adinolfi, Salvatore Fabozzi, Luigi Mongibello, Maria Valenti
- 88** Il Machine Learning per la predizione dei guasti nella rete di distribuzione elettrica di Amedeo Buonanno
- 91** La piattaforma PELL per monitorare e valutare le infrastrutture di Laura Blaso, Giuseppina Giuliani, Fabio Moretti, Nicoletta Gozo
- 94** Smart city per la mobilità ed il turismo: il caso studio del borgo di Dozza di Arianna Brutti, Carlo Petrovich, Daniele Tondini, Roberta Cristofaro
- 97** La visione ed il percorso verso le CER smart di Nicoletta Gozo, Claudia Meloni, Stefano Pizzuti, Antonella Tundo
- 101** Il simulatore Recon per la valutazione energetica ed economica delle energy community di Matteo Caldera, Fabio Moretti, Ocleto D'Arcangelo
- 104** Strumenti ENEA per l'ingaggio e la consapevolezza degli utenti di Sabrina Romano, Martina Botticelli, Fiorella Lauro
- 109** SIMUL e Cruise: verso un digital twin per le Comunità Energetiche di Samuele Branchetti, Fabrizio Paolucci, Carlo Petrovich, Gianluca D'Agosta
- 112** Smart building: F40 un esempio di prosumer flessibile di Francesco De Lia, Sabrina Romano, Paolo Zangheri, Roberto Lo Presti, Riccardo Schioppo, Valentina Lucaferri
- 116** Smart Charger: F50 una soluzione per la ricarica veloce di EV di Francesco De Lia, Roberto Lo Presti, Riccardo Schioppo, Valentina Lucaferri
- 119** Energia e blockchain a supporto della community: la Local Token Economy di Gilda Massa, Claudia Meloni
- 122** Le specifiche SCP per l'interoperabilità applicate a contesti reali di Angelo Frascella, Cristiano Novelli

L'intervento

L'evoluzione del sistema energetico passa per la digitalizzazione e l'integrazione

L'Europa si è candidata a divenire la prima area regionale con una dimensione sociale, economica e produttiva ad impatto climatico nullo al 2050. La transizione energetica verso la neutralità climatica, l'evoluzione del sistema energetico, la sostituzione dei combustibili fossili con le fonti di energia rinnovabile, offriranno un potenziale di crescita economica e di sviluppo tecnologico, e richiederanno una significativa trasformazione nella gestione delle reti energetiche, delle infrastrutture in genere e delle città. Il sistema energetico futuro, caratterizzato dalla crescita della generazione distribuita, dovrà implementare tecnologie e soluzioni per una modalità di gestione integrata, in ottica smart, e orientata alla flessibilizzazione del sistema per mantenere adeguati livelli di sicurezza e resilienza.



di Giulia Monteleone, Direttrice Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili - ENEA

L'evoluzione del sistema energetico avrà un ruolo di primo piano per il conseguimento degli obiettivi di decarbonizzazione al 2030 e 2050. L'attuale sistema energetico è ancora fondato su catene del valore parallele e verticali che collegano rigidamente determinate risorse energetiche a specifici settori d'uso finale. I prodotti petroliferi, ad esempio, sono ancora oggi le materie prime di riferimento nel settore dei trasporti e nell'industria, mentre carbone e gas naturale sono impiegati per la produzione di energia elettrica e riscaldamento. Le reti dell'energia elettrica e del gas sono gestite in modo indipendente tra loro e anche le norme e le regole di mercato sono specifiche per ogni settore. **L'attuale modello non è funzionale alla realizzazione di un sistema energetico e di una economia decarbonizzati, non favorisce lo sfruttamento, il recupero e la valorizzazione, secondo un approccio circolare, di tutte le risorse e dei**

prodotti di scarto, e non possiede il necessario livello di flessibilità richiesto. In futuro, le reti di distribuzione dovranno essere in grado di integrare una maggiore quota di generazione distribuita e di carico (es. veicoli elettrici), di assicurare la partecipazione delle risorse connesse alla rete di distribuzione a servizi di dispacciamento, nonché di utilizzare tali risorse per servizi locali di flessibilità.

In tale contesto, risulta centrale per il percorso di transizione energetica l'implementazione delle tecnologie digitali e ICT al fine realizzare sistemi energetici interconnessi, resilienti e flessibili che superino i tradizionali confini tra domanda e offerta.

La strada per una decarbonizzazione profonda dell'economia europea, al tempo stesso tecnicamente ed economicamente sostenibile, passa dall'integrazione e la digitalizzazione delle reti e infrastrutture energetiche e dall'evoluzione degli strumenti di pianificazione, eserci-



zio, gestione e controllo del sistema energetico nel suo complesso, ossia fonti e vettori energetici, infrastrutture e settori di consumo.

Un nuovo modello di sistema energetico...

Il processo di decarbonizzazione dei sistemi energetici, in atto sia a livello europeo sia a livello nazionale, sta interessando in maniera sostanziale il sistema elettrico evidenziando la necessità di ricorrere a un mix energetico basato sulle fonti rinnovabili, sui vettori energetici puliti e i combustibili sostenibili.

La necessità di rafforzare il peso delle fonti rinnovabili nel mix energetico europeo richiede già ora interventi volti a incrementarne la capacità di generazione. **La non programmabilità delle fonti rinnovabili (specialmente eolico e fotovoltaico) richiederà una vera e propria trasformazione delle reti elettriche e lo sviluppo di sistemi per l'accumulo dell'energia**, anche di larga scala e lungo periodo, e per il trasporto di grandi quantità di energia su grandi distanze.

Il sistema energetico futuro, caratterizzato dalla crescita della generazione distribuita, per mantenere adeguati livelli di sicurezza e resilienza, dovrà implementare tecnologie e soluzioni per una modalità di gestione integrata, in ottica smart, e orientata alla flessibilizzazione del sistema.

Tale approccio potrà rafforzare la competitività dell'economia europea promuovendo tecnologie e soluzioni smart e digitalizzate basate sull'utilizzo dell'IoT, dei BigData, dell'IA e delle Blockchain, per implementare strumenti per il monitoraggio e controllo dei sistemi e delle infrastrutture, per l'analisi dei dati strategici (data analytics, data mining), fino alla creazione di nuove economie (token e sharing economy).

Una migliore integrazione dell'intero sistema energetico potrà, quindi, offrire una maggiore flessibilità, contribuendo ad integrare nel tempo quote più significative di produzione energetica da fonti rinnovabili intermittenti, potenziando le tecnologie per l'accumulo a livello di rete (batterie ed elettrolizzatori), favorendo la diffusione di batterie domestiche negli edifici e di veicoli elettrici ("dietro il contatore", behind-the-meter) che potranno contribuire a gestire meglio le reti di distribuzione. La diffusione dei veicoli elettrici, prevista al 2050, potrebbe fornire fino al 20 % della flessibilità richiesta giornalmente. Il riutilizzo del calore di scarto proveniente da siti industriali, centri dati o altre fonti costituisce oggi un grande potenziale, ampiamente inutilizzato; il riutilizzo dell'energia termica di scarto può avvenire in loco (ad esempio attraverso la reintegrazione del calore di processo all'interno degli impianti

di produzione) o tramite una rete di teleriscaldamento e teleraffrescamento. Gli elettrolizzatori potranno trasformare l'energia elettrica rinnovabile in idrogeno verde, fornendo capacità di tampone (buffering) e accumulo a lungo termine e favorendo l'integrazione dei mercati dell'elettricità e del gas.

...si traduce in un nuovo modello comportamentale e normativo

La realizzazione di un sistema energetico con un maggiore grado di integrazione e smartizzazione rappresenta anche un sistema multidirezionale in cui i consumatori svolgono un ruolo attivo e proattivo nell'approvvigionamento energetico (prosumer: produttori e consumatori). Attraverso la produzione decentralizzata, gli utenti potranno contribuire attivamente all'equilibrio e alla flessibilità complessivi del sistema - ad esempio con l'immissione di biometano prodotto da rifiuti organici nelle reti del gas o di energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici nelle reti elettriche. **Inoltre, tra i diversi settori di consumo potranno e dovranno avvenire sempre più scambi di energia - ad esempio grazie alla costituzione delle Comunità Energetiche Rinnovabili.**

Il collegamento dei diversi vettori energetici e quindi dei differenti settori, attraverso la produzione decentralizzata, l'autoproduzione e l'uso intelligente (smart), l'integrazione e la flessibilizzazione del sistema energetico, contribuirà a favorire una maggiore consapevolezza, partecipazione e responsabilizzazione dei consumatori.

L'apporto delle tecnologie per la digitalizzazione e dell'IA - grazie alla capacità di analizzare grandi quantità di dati in modo rapido e accurato ed individuare pattern e conoscenze per governare in maniera integrata, coordinata e più efficiente reti e infrastrutture - sarà di ausilio alla gestione evoluta delle reti energetiche e, in generale, delle infrastrutture critiche. Tuttavia, l'implementazione di dispositivi e tecnologie digitali connessi alle reti, esporrà le infrastrutture, i gestori delle reti, le aziende e i cittadini a condizioni di vulnerabilità a potenziali attacchi informatici.

Di conseguenza al fine di garantire adeguati livelli di protezione e resilienza occorrerà definire nuovi assetti normativi e regolatori armonizzati e stabili, linee guida, certificazioni internazionali.

Tecnologie, modelli e soluzioni per digitalizzazione e l'integrazione e del sistema energetico

Il termine *smart*, riferito alle reti, alle città, alla mobilità e alla comunità in genere, fa riferimento all'implementazione



di tecnologie e soluzioni per la digitalizzazione del sistema energetico e dei suoi elementi e componenti costituenti, attraverso un approccio basato su tecniche di data mining, applicazioni di IA e algoritmi di ottimizzazione, soluzioni IoT, sensoristica di misura e diagnostica avanzata.

Attraverso la digitalizzazione, dunque, si persegue l'integrazione del sistema energetico, agevolando i flussi dinamici e interconnessi tra i diversi vettori energetici, consentendo l'interconnessione tra settori e rendendo disponibili, in tempo reale, i dati necessari per allineare l'offerta alla domanda. La sensoristica avanzata, le infrastrutture evolute per lo scambio dei dati e con elevate capacità di trattamento degli stessi (Big data), le applicazioni dell'IA, sono alcuni degli strumenti del mondo del digitale che comporteranno miglioramenti e ulteriori potenzialità nelle azioni predittive e nel monitoraggio e nella gestione in remoto della generazione distribuita.

Tuttavia, parlando di digitalizzazione ed energia, non deve essere trascurato l'impatto stesso della digitalizzazione sui consumi energetici; tale aspetto può rappresentare una criticità e una sfida in termini di aumento della domanda di energia per il funzionamento delle reti e dei servizi ICT connessi, quali ad esempio le blockchain e l'IA, che richiedono una grande quantità d'energia per l'elaborazione di calcoli complessi e di risorse computazionali. Di converso, è proprio grazie ad un monitoraggio avanzato, ad una gestione efficiente ed un controllo evoluto delle reti elettriche ed energetiche - che integrano fonti, vettori e combustibili rinnovabili attraverso tecnologie e piattaforme digitali dedicate anche all'acquisto, vendita, distribuzione e utilizzo dell'energia rinnovabile - che sarà possibile evolvere verso

un sistema energetico decarbonizzato ed economicamente e ambientalmente sostenibile.

Il ruolo della ricerca e dell'innovazione

Il perseguimento degli obiettivi di decarbonizzazione del sistema energetico e dell'economia nel suo complesso passa attraverso la necessaria convergenza tra digitalizzazione e sostenibilità, favorendo l'integrazione dei sistemi energetici e dei settori produttivi e la penetrazione dell'economia circolare per la valorizzazione delle risorse.

Percorrere la digitalizzazione con un approccio guidato dalla sostenibilità non solo promuoverà la crescita economica, ma mitigherà anche gli impatti ambientali, aprendo la strada a un futuro più sostenibile, equo e inclusivo. La transizione ecologica andrà, quindi, di pari passo con lo sviluppo delle cosiddette tecnologie abilitanti legate alla digitalizzazione, quali IoT, blockchain, IA, machine learning, big data, robotica, gestione virtuale dei servizi, smart metering, che consentiranno nuove modalità di funzionamento ed efficientamento delle reti energetiche, in un'ottica di maggiore affidabilità e resilienza, accrescendo le performance di erogazione di servizi che saranno resi disponibili.

La ricerca e l'innovazione sono un fattore chiave per realizzare e valorizzare le necessarie sinergie tra le diverse componenti del sistema energetico, favorendo lo sviluppo e la diffusione di tecnologie avanzate e sostenibili che superino le criticità legate alla privacy dei dati, alla sicurezza e all'implementazione etica dell'IA, nonché per supportare la creazione di percorsi di formazione e riqualificazione al fine di rispondere alle richieste del mercato del lavoro e adeguare le professionalità alle nuove esigenze.

Possibili scenari di sviluppo delle smart grid per aggregatori

I progressi finora conseguiti nel mondo delle smart grid sono encomiabili ed il piano di sviluppo futuro sembra promettente; tuttavia, esistono alcuni ostacoli che devono essere superati al più presto. Tra questi vi è la mancata standardizzazione dei protocolli di comunicazione e interoperabilità tra i tanti dispositivi smart/IoT presenti oggi nel settore residenziale e small business. La soluzione finora adottata dagli aggregatori passa per le piattaforme cloud, sempre più evolute e performanti nel raccogliere e normalizzare enormi quantità di dati eterogenei provenienti da dispositivi altrettanto eterogenei. Ma questo scenario impegna enormemente gli aggregatori e non lascia loro né il tempo né le risorse per promuovere fattivamente le comunità di energia rinnovabile e le smart grid in generale.

DOI 10.12910/EAI2024-016



di Domenico Cimmino e Alessandro Burgio
Technological Development @ ENI Plenitude spa Società Benefit

Le smart grid sono le reti elettriche del futuro, resilienti e affidabili, che facilitano l'integrazione delle fonti energetiche rinnovabili e lo sviluppo sostenibile. Grazie alle avanzate tecnologie digitali di comunicazione, monitoraggio e controllo, le smart grid abilitano la risposta alla domanda e il coinvolgimento di ogni cittadino nel processo di transizione energetica in atto.

I progetti EDGE di e-Distribuzione, RomeFlex di ARETI e MindFlex di UNARETI e i più recenti decreti-legge in materia di comunità energetiche sono chiari ed eccellenti esempi dell'impegno dell'Italia in questo processo comune. Sussistono tuttavia alcuni ostacoli tecnologici da superare.

I protocolli di comunicazione

Preso atto che la miriade di dispositivi smart ed IoT presenti oggi nel settore residenziale e small business non fornisce una adeguata interoperabilità, l'aggregatore odierno è necessariamente obbligato ad impegnare ingenti risorse per far fronte ai differenti protocolli di comunicazione utilizzati da questi dispositivi. Infatti, pur aggregando dispositivi che svolgono la medesima e identica funzione (eg. smart metering), la modalità di comunicazione cambia da dispositivo a dispositivo. Quanto appena detto vale anche per i sistemi di accumulo a batterie per i quali si chiede all'aggregatore odierno sia il monitoraggio che il controllo; in Italia ne sono stati installati centinaia di migliaia nel settore residenziale, soprattutto in

combinazione con impianti fotovoltaici. Per coordinare il funzionamento di tali sistemi storage e fornire servizi alle reti elettriche, l'aggregatore deve controllare il funzionamento di ciascun convertitore elettronico di potenza che collega i sistemi di accumulo alla rete elettrica di distribuzione. Il controllo deve essere simultaneo e real-time ma nessun produttore di sistemi storage residenziali è oggi obbligato a consentire a terze parti il controllo dei convertitori che produce. L'aggregatore è così spinto ad aggregare sistemi storage solo se i rispettivi convertitori ac-dc utilizzano il medesimo protocollo di comunicazione come, ad esempio, il ben noto e diffuso protocollo aperto Sunspec. Purtroppo, l'uniformità del protocollo di comunicazione per lo scambio

di dati e l'invio di comandi ai sistemi storage si rivela essere una soluzione parziale del problema. Si ripresenta, infatti, la specificità del sistema di comunicazione che cambia da produttore a produttore; perfino i codici di allarme di due identici convertitori per sistemi storage (stesso produttore, stesso modello) possono non coincidere tra loro se uno dei due convertitori è venduto con una più recente versione del firmware.

Il mancato collegamento a Internet

Ancora più complesso è il caso delle pompe di calore, dei condizionatori d'aria e delle colonnine di ricarica di veicoli elettrici quando installati in ambito residenziale. **Ricercatori e studiosi [1-2] hanno dimostrato che le tecniche di pre-cooling e pre-heating possono aumentare la quota di energia condivisa all'interno di una comunità energetica rinnovabile, senza che ciò pregiudichi il comfort termico delle abitazioni e senza incidere sui costi energetici delle utenze. Ricercatori e studiosi [3-5] hanno anche dimostrato la validità di strategie intelligenti per la ricarica di veicoli elettrici aggregati per servizi behind-the-meter e alla rete elettrica. Purtroppo, la gran parte**

delle pompe di calore, dei condizionatori d'aria e delle colonnine di ricarica che sono state installate in Italia negli ultimi anni, non è collegata ad Internet; il loro coordinamento remoto è tecnicamente impossibile e dunque non possono contribuire allo sviluppo delle smart grid.

Le piattaforme cloud

Vista l'assenza di standardizzazione dei processi e dei protocolli di comunicazione, il ruolo delle piattaforme cloud si eleva a strategico. Avvalersi di una piattaforma cloud è un must per l'aggregatore, in quanto è l'unico strumento efficace per raccogliere l'enorme quantità di dati eterogenei, trasmessi con protocolli eterogenei da altrettanti dispositivi eterogenei, in momenti temporali differenti.

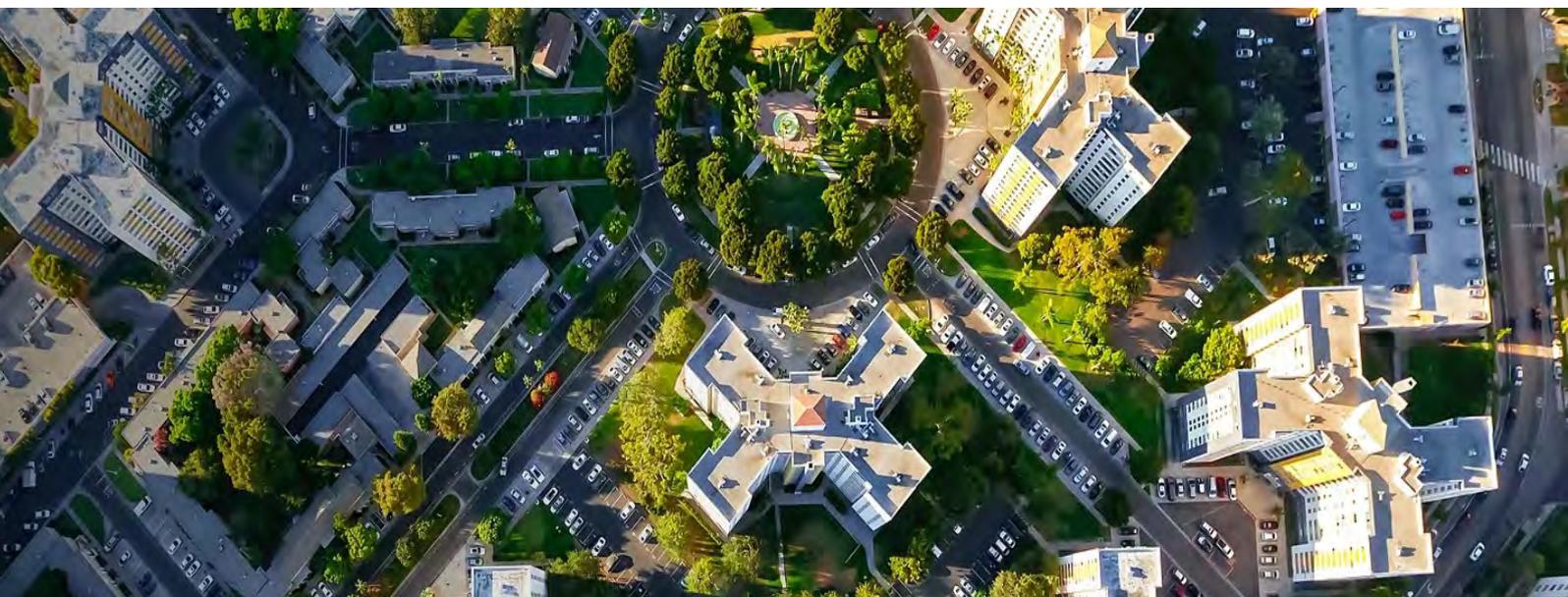
I dati che le piattaforme cloud ricevono sono soggetti a difetti di continuo, causati da buchi di misurazione e/o di trasmissione, spike, bias e outlier. Una volta eseguito il post-processing, i dati normalizzati possono essere conservati in forma strutturata e poi utilizzati per l'esecuzione di strategie di ottimizzazione nella gestione delle risorse distribuite. Tali strategie, e i corrispondenti codici software, possono rappresentare un ulteriore ostacolo di tipo tecnologico alle smart

grid. Difatti, non esistono "fornitori" di strategie di ottimizzazione indiscutibilmente efficaci o più efficienti rispetto ad altre; non esistono nemmeno casi test per il benchmarking delle stesse strategie. Di conseguenza, quale soluzione dovrà adottare un aggregatore nel momento in cui deciderà di attivare nuovi clienti ma è incapace di dimostrare quanto migliori siano le proprie strategie di gestione rispetto a quelle di un aggregatore concorrente?

Il mercato elettrico locale ed il trading peer-to-peer

Una volta risolta la maggior parte degli ostacoli tecnologici sopra illustrati, gli aggregatori potranno finalmente dedicarsi allo sviluppo di azioni e proposte commerciali per l'ingaggio di cittadini attivi e la costituzione di comunità energetiche rinnovabili. **Grazie alle indicazioni degli esperti di scienze sociali circa gli strumenti ed i metodi comunicativi di maggior impatto, agli utenti finali saranno illustrati i benefici di cui possono godere cedendo la gestione delle proprie risorse energetiche allo stesso aggregatore.**

Tra i benefici attesi, il più ambito è l'aumento della redditività degli impianti fotovoltaici e dei sistemi di ac-



cumulo a batterie, soprattutto in vista del termine delle politiche di scambio sul posto. **L'aggregatore potrà attivare il mercato elettrico locale della comunità energetiche ed il trading peer-to-peer.** Inoltre, coordinando il funzionamento dei sistemi di accumulo, l'aggregatore potrà massimizzare l'autoconsumo collettivo e il mancato esborso per il minor prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica "esterna" alla comunità stessa. **La partecipazione dell'aggregatore ai mercati dei servizi ancillari fornirà un contributo alle smart grid in termini di stabilità, resilienza e riduzione dei picchi di carico.** Allo stesso tempo,

tale partecipazione garantirà alla comunità energetica maggiori introiti che potranno essere reinvestiti per aumentare l'efficienza energetica degli edifici della comunità o, più in generale, migliorare la vita sociale della stessa comunità.

Conclusioni

L'impegno dell'Italia per lo sviluppo di smart grid e delle comunità energetiche rinnovabili è encomiabile e l'approccio finora adottato appare lungimirante. Tuttavia, questo sviluppo è frenato da alcuni ostacoli tecnologici (es. interoperabilità dei dispositivi IoT, protocolli di comuni-

cazione, standardizzazione).

Gli aggregatori stanno compiendo importanti sforzi per il superamento di questi ostacoli, anche grazie alle piattaforme cloud che si dimostrano essere uno strumento sempre più strategico.

Ma ciò non basta; **servono soluzioni tecnologiche altamente standardizzate.** Ottenuto ciò, gli aggregatori potranno focalizzare la propria attenzione su strategie e azioni (incluse quelle commerciali) che sono necessarie per un'ampia diffusione delle comunità energetiche e delle smart grid più in generale.

Bibliografia

1. H. Nagpal, I. -I. Avramidis, F. Capitanescu and A. G. Madureira, "Local Energy Communities in Service of Sustainability and Grid Flexibility Provision: Hierarchical Management of Shared Energy Storage," in IEEE Transactions on Sustainable Energy, vol. 13, no. 3, pp. 1523-1535, 2022, doi: 10.1109/TSTE.2022.3157193
2. M. Seyedmahmoudian, B. Horan, A. Stojcevski, X Ma, "Optimization of smart grid-enabled residential air conditioning systems for demand response in smart communities," in Energy Reports, vol. 7, pp. 402-410, 2020, doi: 10.1016/j.egy.2020.12.002
3. N. I. Nimalsiri, C. P. Mediwaththe, E. L. Ratnam, M. Shaw, D. B. Smith and S. K. Halgamuge, "A Survey of Algorithms for Distributed Charging Control of Electric Vehicles in Smart Grid," in IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 21, no. 11, pp. 4497-4515, 2020, doi: 10.1109/TITS.2019.2943620.
4. S. -A. Amamra and J. Marco, "Vehicle-to-Grid Aggregator to Support Power Grid and Reduce Electric Vehicle Charging Cost," in IEEE Access, vol. 7, pp. 178528-178538, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2958664.
5. K. Zhang et al., "Optimal Charging Schemes for Electric Vehicles in Smart Grid: A Contract Theoretic Approach," in IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 19, no. 9, pp. 3046-3058, 2018, doi: 10.1109/TITS.2018.2841965.

Il contributo dell'Università Roma Tre alla sostenibilità energetica

Per l'attuazione dei programmi finalizzati a sostenere la crescente sostenibilità energetica delle proprie attività istituzionali, gli Organi di governo dell'Università Roma Tre hanno approvato lo stanziamento di cinque milioni di euro per realizzare impianti fotovoltaici nelle diverse sedi dell'Ateneo. Il progetto complessivo ha l'ambizione di dotare tutte le sedi dell'Ateneo con impianti di generazione distribuita, prevedendo inoltre l'installazione di sistemi di accumulo aventi diverse tecnologie e dotati di sistemi IoT idonei ad ottimizzare l'autoconsumo locale di energia elettrica, ma anche capaci di "dialogare" con il DSO (Distribution System Operator) sul mercato locale di flessibilità.

DOI 10.12910/EAI2024-017



di Fabio Crescimbinì, Rettore Università Roma Tre

Nella visione di un Ateneo moderno – che guarda alle sfide del futuro con impegno volto a valorizzare le proprie competenze, anche in termini di servizio alla collettività di cui è parte, assolvendo così al proprio compito di “Terza Missione” – l'Università degli Studi Roma Tre attribuisce un ruolo importante alla prospettiva di rendere concreta la sostenibilità energetica delle proprie attività. Questa sfida, come molte altre che si profilano nel medio termine, è di grande rilievo per l'Ateneo, in quanto portatrice di una proficua occasione per lo sviluppo di un nuovo modello culturale, capace di dimostrare concretamente pratiche rispettose dell'ambiente e attente alla condivisione delle risorse. Ciò tanto più, se si considera che in questi ultimi anni Roma Tre ha dovuto registrare, come tutto il resto del Paese,

il drammatico aumento delle tariffe per l'approvvigionamento di risorse energetiche, con un impatto negativo sempre più marcato sulle poste del proprio bilancio economico e una conseguente riduzione delle risorse destinabili ad incentivare la ricerca scientifica e/o sostenere politiche rivolte al miglioramento dei servizi agli studenti.

Un Ateneo impegnato a contribuire alla transizione energetica

È in questo scenario che **Roma Tre, già dal 2022, ha deciso di avviare un percorso virtuoso e proattivo che – con una visione di orizzonte pluriennale – persegue lo sviluppo di un articolato e significativo programma di riqualificazione ed efficientamento dei propri consumi energetici e – contestualmente – un ben**

più ambizioso e complessivo piano di investimento per la produzione di elettricità da fonte rinnovabile. Tale piano è finalizzato al progressivo raggiungimento dell'autosufficienza energetica, come pure alla partecipazione attiva nel nascente mercato elettrico locale della flessibilità, svolgendo a favore del gestore della rete elettrica di distribuzione (i.e., DSO – *Distribution System Operator*) servizi di *Balancing Service Provider* (BSP). Questa attività – che rientra pienamente nella visione di Terza Missione di un Ateneo impegnato a contribuire alla transizione energetica, favorendo la messa a punto di reti di distribuzione dell'energia sempre più efficienti e resilienti – consente anche di acquisire risorse aggiuntive, utili a finanziare l'obiettivo di neutralità energetica delle sedi dell'Ateneo. A testimonianza di tale impegno Roma Tre parteci-

pa concretamente, sin dall'autunno 2023, al progetto RomeFlex di Areti S.p.A., sperimentando in alcuni POD dell'Ateneo le tecnologie IoT necessarie ad attuare servizi di flessibilità del carico (i.e., servizi di Demand-Response), la cui messa a punto è indispensabile per favorire la crescente adozione della generazione elettrica da fonti rinnovabili non programmabili e la realizzazione di electrical smart-grid dotate di sufficiente stabilità e affidabilità nella gestione.

Per l'attuazione dei programmi finalizzati a sostenere la crescente sostenibilità energetica delle proprie attività istituzionali gli Organi di governo di Roma Tre hanno approvato lo stanziamento di cinque milioni di euro. Tali risorse sono destinate alla realizzazione di impianti fotovoltaici nelle diverse sedi dell'Ateneo che, oltre al Rettorato e agli edifici dell'ex Croce Rossa situati su Via Ostiense, conta tredici dipartimenti distribuiti in varie zone del quadrante Sud-Ovest della città metropolitana. **Il progetto complessivo ha l'ambizione di dotare tutte le sedi dell'Ateneo con impianti di generazione distribuita, prevedendo inoltre l'installazione di sistemi di accumulo aventi diverse tecnologie (e.g., di tipo elettrochimico con accumulatori di ultima generazione oppure nella forma di idrogeno stoccato in sistemi a idruri metallici) e dotati di sistemi IoT idonei ad ottimizzare l'autoconsumo locale dell'energia elettrica, ma anche capaci di "dialogare" con il DSO per fornire servizi di BSP sul mercato locale di flessibilità.** Gli impianti di generazione sono pertanto progettati traguardando, per quanto possibile, l'obiettivo di raggiungere l'autosufficienza dell'Università negli orari di apertura delle sedi, ma considerando anche che nei periodi di inattività delle infrastrutture tecnologiche di servizio alla didattica e alla ricerca, come pure

durante le pause estive e invernali e nei fine settimana, la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile può essere condivisa con altri utilizzatori elettrici, promuovendo così un modello socioeconomico che valorizza l'uso solidale dell'energia. Infatti, con un investimento finanziario che è certamente tra i più significativi nel settore della sostenibilità ambientale tra quelli oggi messi in campo dai diversi Atenei italiani, l'Università Roma Tre si è voluta spingere oltre la mera necessità di mitigare la propria spesa annuale per i consumi elettrici, inserendo la realizzazione dei propri impianti fotovoltaici in un più ampio progetto di Terza Missione ambizioso e complessivo che, in linea con la trentennale vocazione dell'Ateneo di vivere in simbiosi con il territorio che lo ospita, è stato finalizzato anche alla **realizzazione di una Comunità Energetica Rinnovabile (CER)** ai sensi del DL n. 162 del 30/12/2019. Tale iniziativa è stata certamente favorita dalla peculiare configurazione logistica di Roma Tre che, a differenza degli altri Atenei presenti nell'area di Roma Capitale, è articolata in molte sedi diffuse in diverse zone del tessuto urbano e pertanto ha attività che si intrecciano quotidianamente con quelle della popolazione che in tali aree risiede. È stato quindi immediato avviare una interlocuzione con il Municipio Roma VIII che, accogliendo con entusiasmo il progetto, si è reso anch'esso disponibile a realizzare impianti fotovoltaici presso le sedi degli uffici municipali e in alcuni degli istituti scolastici che insistono nell'area urbana di competenza.

L'Associazione "Comunità Energetica Università Roma Tre - Municipio Roma VIII"

Per l'avvio dell'iniziativa si sono mobilitati servizi sociali, culturali e scolastici del Municipio Roma VIII per

unire, al nucleo fondativo della CER, realtà associative e di volontariato del territorio municipale, nonché imprese e famiglie. Il 14 settembre 2023 è nata ufficialmente, con atto costitutivo e statuto depositati presso l'Agenzia delle Entrate, l'Associazione denominata «Comunità Energetica Università Roma Tre - Municipio Roma VIII», assumendo la forma giuridica di Ente del Terzo Settore che agisce nei limiti del D.lgs. 117/2017. Tale associazione è attualmente costituita da 25 soggetti giuridici (soci fondatori) che comprendono: l'Università degli Studi Roma Tre, il Municipio Roma VIII, un'attività imprenditoriale con caratteristiche di PMI, un'associazione sportiva e ventuno persone fisiche. L'associazione persegue, senza fini di lucro, finalità civiche, solidaristiche e di utilità sociale. In particolare, si propone di svolgere interventi e servizi finalizzati alla salvaguardia e al miglioramento delle condizioni dell'ambiente e all'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

L'Associazione è autonoma ed è diretta dall'Assemblea degli Associati, i quali possono essere persone fisiche, PMI, enti territoriali o autorità locali, ivi incluse le amministrazioni comunali, gli enti di ricerca e formazione, gli enti religiosi, del terzo settore e di protezione ambientale, nonché amministrazioni locali situate nel territorio in cui sono ubicati gli impianti di produzione detenuti dalla comunità di energia rinnovabile. La partecipazione all'Associazione è aperta a tutti e non vi sono limiti ai diritti degli Associati, fatte salve le limitazioni necessarie per la qualifica come CER, secondo quanto stabilito dall'art. 31 comma 1 del D. Lgs 199/2021 e dalle relative disposizioni attuative. Per le imprese private l'adesione all'Associazione non deve costituire l'attività commerciale e/o industriale princi-

pale. Chiunque voglia aderire all'Associazione può presentare domanda scritta, sulla quale decide l'Organo di Amministrazione. Tale Organo di Amministrazione, i cui componenti sono eletti dall'Assemblea degli Associati, è composto da cinque membri, nel cui ambito sono compresi il Presidente e il Vicepresidente.

Quale obiettivo principale dell'Associazione lo statuto indica la messa in campo di azioni che, come CER, consentano di produrre benefici ambientali, economici e sociali ai membri o alle aree locali in cui opera la comunità, promuovendo l'installazione di impianti a fonte rinnovabile e la riduzione dei costi energetici degli Associati all'interno degli ambiti territoriali delimitati dalle norme di attuazione dell'art. 22 della Direttiva 2018/2001, ivi compresi l'art. 42bis, DL 162/2019 e gli art. 8, 31 e 32 del D.Lgs. 199/2021. Per raggiungere i propri scopi l'Associazione potrà svolgere attività quali:

- produrre, consumare, immagazzinare e vendere l'energia elettrica rinnovabile, anche tramite accordi di compravendita di energia elettrica rinnovabile e anche mediante la realizzazione di impianti a fonti rinnovabili, di proprietà o comunque detenuti dalla Comunità;
- organizzare la condivisione dell'energia elettrica rinnovabile prodotta dalle unità di produzione detenute dall'associazione;
- sottoscrivere patti di collaborazione con il Municipio dell'area di riferimento della Comunità per la realizzazione di progetti di carattere ambientale e sociale riguardanti beni comuni relativi all'area di riferimento in cui opera la Comunità;
- accedere a tutti i mercati dell'energia elettrica, direttamente o mediante aggregazione e fornire servizi di efficienza energetica o servizi energetici, anche sui mercati del dispacciamento

o a favore dei gestori delle reti di trasmissione e/o di distribuzione.

Lo studio preliminare di fattibilità

La CER Università Roma Tre - Municipio Roma VIII insiste su cinque zone urbanistiche (Fig. 1) che comprendono le aree di Ostiense, Valco S. Paolo, Garbatella, Navigatori e Tor Marancia. Nell'area di interesse la popolazione iscritta all'anagrafe è dell'ordine di circa 130.000 unità, con una densità abitativa pari a poco più di 2700 abitanti/kmq e comprendente circa 66.000 famiglie. Nel suo complesso, in termini di densità abitativa e di suddivisione in fasce di età della popolazione residente, l'area urbana in cui la CER insiste rappresenta un «modello in scala» dell'area metropolitana di Roma Capitale. I soci fondatori della CER hanno POD che possono essere classificati in POD prosumer (cioè, comprendenti sia impianti per la produzione di elettricità, sia utenze elettriche poste nello stesso sito) e POD consumer (cioè, costituiti solo da utenze elettriche collegate alla rete di distribuzione).

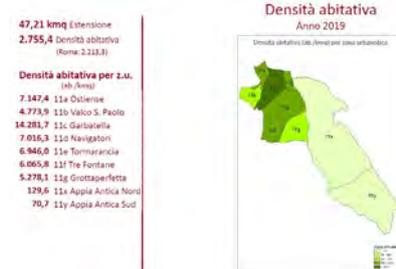


Figura 1. Il contesto urbano della CER Università Roma Tre - Municipio Roma VIII

Tali POD insistono su tre diverse cabine primarie del DSO ARETI S.p.A. quali, specificatamente, la cabina AC002E00041, la cabina AC002E00061 e la cabina AC002E00002 (Fig. 2). Nell'area di pertinenza della prima cabina insi-

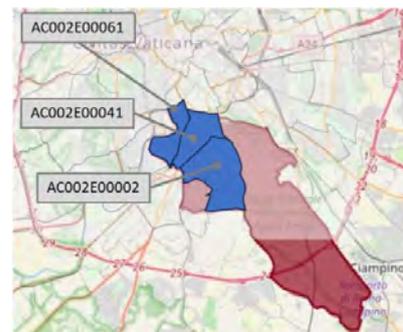


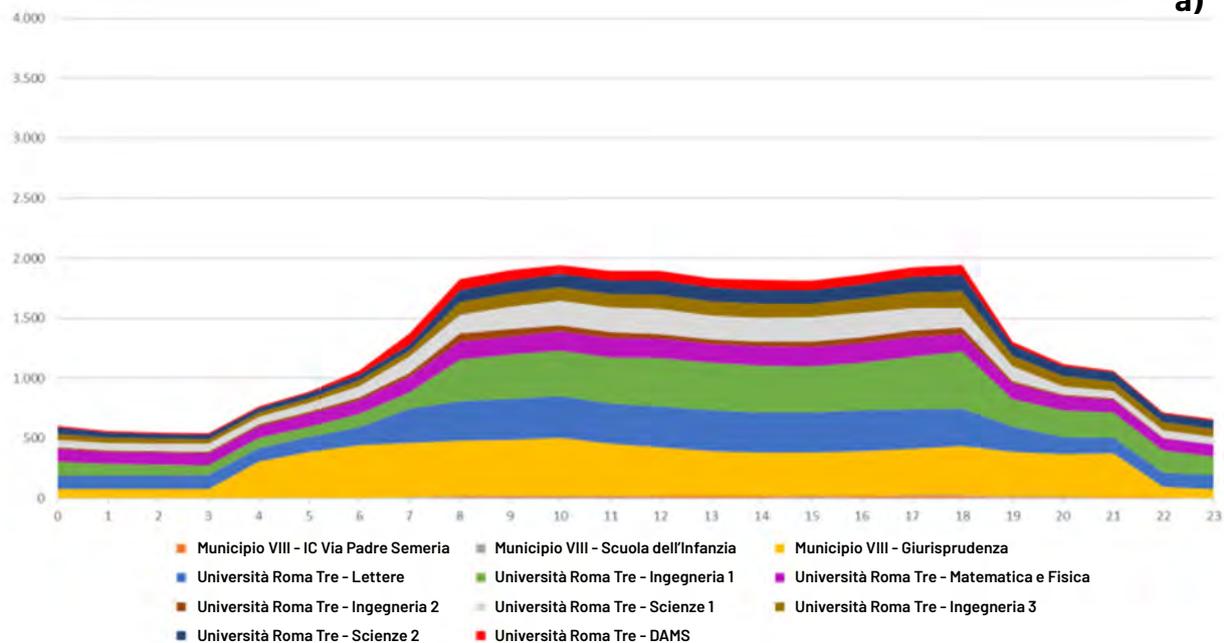
Figura 2. Le cabine primarie su cui insistono i POD della CER Roma Tre - Municipio Roma VIII

stano 10 POD prosumer e 1 POD consumer, nell'area della seconda cabina sono presenti 4 POD prosumer e 16 POD consumer, mentre all'ultima cabina sono associati un 1 POD prosumer e 7 POD consumer. Quindi, sebbene l'Associazione Comunità Energetica Università Roma Tre - Municipio Roma VIII costituisca un'unica persona giuridica, essa tuttavia si articola in tre diverse "configurazioni" di POD prosumer - POD consumer, ciascuna determinata dall'aggregazione di POD relativa ad una specifica cabina primaria di riferimento. Dal punto di vista della produzione dei benefici economici determinati dalla condivisione di energia elettrica ciascuna configurazione è autonoma, ma le tre configurazioni possono concorrere, attraverso opportuni accordi sulla condivisione dei benefici, alla realizzazione degli scopi fissati dallo statuto dell'associazione.

Uno studio di fattibilità della CER è stato sviluppato grazie ad un finanziamento ad hoc ottenuto partecipando ad un recente bando della Regione Lazio. Per le utenze non residenziali (i.e., gli uffici e le scuole del Municipio Roma VIII, le sedi universitarie di Roma Tre, etc.) sono stati considerati dati disponibili sui consumi mensili delle singole utenze elettriche (Fig. 3), differenziando tra i periodi invernale o estivo. Per le

Andamenti orari utenti non residenziali

a)



Andamenti orari utenti non residenziali

b)

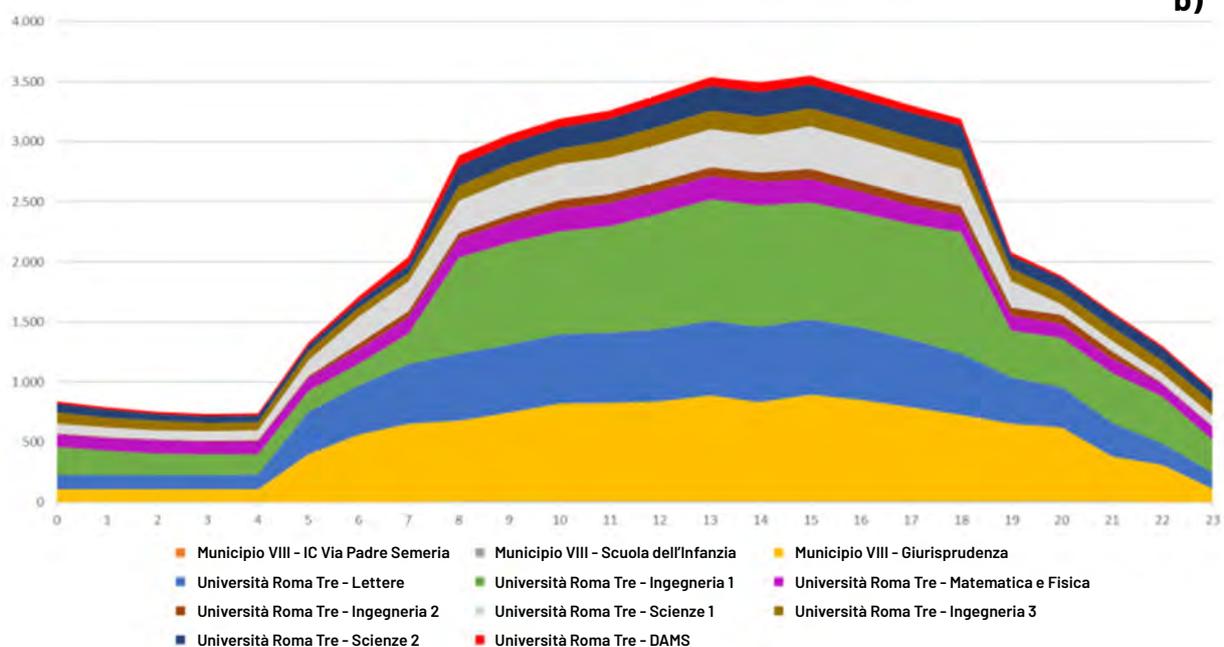


Figura 3. Tipico andamento giornaliero dei consumi elettrici in giornate invernali (a) o estive (b) dei POD consumer della cabina AC002E00061

utenze residenziali sono state invece considerate tipiche curve di prelievo elettrico giornaliero di utilizzatori domestici in relazione alla stagionalità. Come già sottolineato, il programma di sviluppo della CER prevede la realizzazione di impianti fotovoltaici in quasi tutte sedi di Roma Tre e in alcune scuole del Municipio Roma VIII. La Fig. 4 mostra schematicamente la prevista localizzazione degli impianti di generazione in relazione alle tre cabine primarie di Areti S.p.A. La stima dell'energia elettrica annualmente producibile dagli impianti fotovoltaici è stata eseguita (tramite software SolarEdge) valutando le superfici disponibili in ciascun sito e, sulla base del possibile layout di impianto, la producibilità oraria è stata calcolata utilizzando i database di irraggiamento solare disponibili sul sito PVGIS (https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/). A titolo di esem-

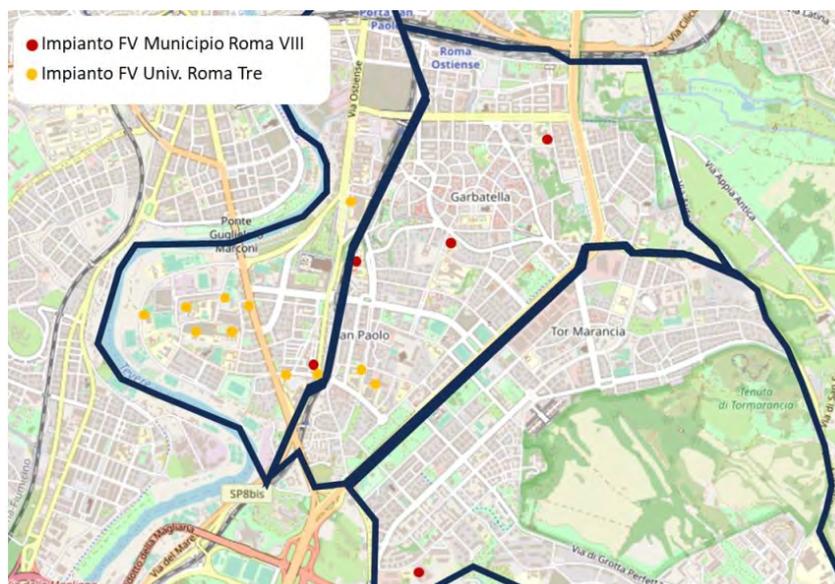


Figura 4. Localizzazione degli impianti fotovoltaici nelle diverse sedi di Roma Tre e del Municipio Roma VIII, con indicazione delle aree servite dalle tre cabine primarie.

pio, la Tabella 1 mostra i risultati dello studio che si riferiscono alla configurazione comprendente POD pro-

mer e POD consumer relativi alla cabina primaria AC002E00061. A fronte di una produzione stimata pari a oltre 4400 MWh annui, circa il 75% di tale energia è utilizzata per l'autoconsumo nei siti di installazione degli impianti, mentre il restante 25% è immesso nella rete di distribuzione. Della quota di energia elettrica immessa in rete circa il 69% è prelevato da altri soci della CER e quindi tale quota di energia è quella effettivamente condivisa, cui sono associati i benefici economici previsti.

Nella Tabella 2, con riferimento all'insieme delle tre configurazioni di POD relative alle tre cabine primarie, sono sintetizzati i risultati dello studio di fattibilità. Si rileva che, a fronte di una produzione complessiva annua stimata pari a oltre 5000 MWh, circa il 74% è utilizzata per l'autoconsumo nei siti di installazione degli impianti di generazione mentre la restante parte è immessa in rete. Complessivamente, circa il 63% dell'energia elettrica immessa in rete è utilizzata da altri soci della CER e pertanto determina i benefici economici legati

	Energia prodotta (kWh)	Energia autoconsumata fisicamente (in situ) (kWh)	Energia immessa nella rete (kWh)	Energia incentivata (kWh)
Gennaio	223.419	183.947	39.472	28.426
Febbraio	267.195	213.548	53.648	41.428
Marzo	368.410	292.567	75.843	59.266
Aprile	423.255	298.009	125.246	78.959
Maggio	473.959	345.398	128.561	81.841
Giugno	497.101	378.654	118.447	86.708
Luglio	533.450	408.500	124.950	92.026
Agosto	488.110	317.954	170.156	88.476
Settembre	391.333	301.421	89.911	70.267
Ottobre	314.436	240.606	73.830	51.328
Novembre	222.571	178.740	43.831	33.918
Dicembre	204.325	157.584	46.741	37.355
TOTALE	4.407.565	3.316.928	1.090.637	749.997
Percentuale di energia incentivata rispetto all'energia immessa in rete:				69%

Tabella 1. Stima delle quote di energia elettrica mensilmente prodotte, autoconsumate e immesse nella rete di distribuzione, con riferimento alla configurazione di POD della cabina primaria AC002E00061.

Flussi energetici (kWh/anno)	SCENARIO DI RIFERIMENTO			
	CABINA			
	CAB. 2	CAB. 41	CAB. 61	TOTALE
Prodotta	229.656	498.081	4.407.565	5.135.301
Autoconsumata fisicamente	66.942	396.160	3.316.928	3.780.030
Immessa nella rete	162.714	101.920	1.090.637	1.355.271
Incentivata	4.433	100.056	749.997	854.486

Tabella 2. Stima delle quote di energia elettrica annualmente prodotte, autoconsumate e immesse nella rete di distribuzione, con riferimento alla tre cabine primarie cui si riferiscono i POD della CER

all'incentivazione dell'energia condivisa. Pertanto, **sulla base della stima di produzione annua ottenuta dallo studio di fattibilità, si rileva che ci sono ancora ampi margini per incrementare la quota di energia condivisa, accogliendo eventuali nuovi soci che volessero aderire alla CER.** In particolare, questo incremento di soci della CER dovrebbe riguardare le aree urbane relative alle cabine primarie AC002E00002 e AC002E00061, nelle quali gli impianti di generazione previsti possono rendere disponibile per la condivisione quantità annue di energia elettrica pari, rispettivamente, a circa 160 MWh e 340 MWh. Questi valori sono significativi se confrontati con il tipico valore della quantità di energia elettrica prelevata in orario diurno da un utente residenziale, pari a circa 1MWh/anno, in quanto prefigura la possibilità che gli impianti in corso di realizzazione possano – oltre a soddisfare l'autoconsumo annuale delle sedi – condividere energia con alcune centinaia di nuovi soci della CER se questi hanno POD consumer situati nelle zone servite dalle due cabine primarie AC002E00002 e AC002E00061.

Il ruolo delle pubbliche amministrazioni a favore delle CER

L'Ateneo Roma Tre e il Municipio Roma VIII, nella forte sinergia che ha sempre caratterizzato i loro rapporti

istituzionali, hanno dato vita ad una CER che – senza dover necessariamente costituire un modello di riferimento – dimostra le significative opportunità che le istituzioni pubbliche possono cogliere per contribuire fattivamente al processo di transizione energetica, soprattutto in quei casi in cui gli edifici di tali istituzioni sono dotate di ampie superfici (i.e., tetti, parcheggi, etc.) per l'installazione di impianti fotovoltaici. La componente economica legata alla riduzione dei consumi elettrici delle sedi è certamente una forte motivazione per progettare l'investimento, ma un importante valore positivo deriva certamente dall'esempio di un'amministrazione pubblica impegnata a veicolare un nuovo modello culturale in cui, attraverso la condivisione delle risorse di energia, si riduce l'impatto delle attività umane sull'ambiente e si acquisiscono risorse economiche utili allo sviluppo del territorio. **Una comunità formata da istituzioni pubbliche e da cittadini che, promuovendo l'uso solidale dell'energia e dotandosi di idonei sistemi di accumulo, collabora anche con il DSO locale per fornire quei servizi di flessibilità del carico che sono indispensabili per rendere le reti elettriche di distribuzione idonee ad accettare una significativa produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.** Tenuto conto degli obiettivi fissati nello statuto dell'As-

sociazione CER Università Roma Tre – Municipio Roma VIII, i proventi derivanti dagli incentivi potranno essere destinati a progetti di utilità sociale (e.g., programmi di sostegno a nuclei familiari in condizione di povertà energetica e a quelli composti da giovani coppie, attività a favore del territorio del Municipio Roma VIII, etc.), ma anche rivolti a finanziare borse di studio, programmi di ricerca finalizzati, progetti di sostegno contro la dispersione scolastica, iniziative di alto valore culturale.

Un ulteriore beneficio sarà quello di coinvolgere sempre più le comunità studentesche delle scuole del Municipio Roma VIII e quelle dell'Ateneo Roma Tre sui temi della sostenibilità energetica. A tal proposito l'impegno di Roma Tre si arricchirà nei prossimi mesi di una ulteriore iniziativa che vedrà l'Ateneo diventare sede di un master universitario di primo livello rivolto alla formazione dei futuri manager di comunità energetiche rinnovabili, ma anche di figure tecniche e/o giuridiche della pubblica amministrazione che potranno essere impegnate, a vario titolo, nella realizzazione di CER basate su partenariati di tipo pubblico-pubblico, ovvero di tipo pubblico-privato. Tale master universitario, che, è svolto in collaborazione con Enea, Areti S.p.A. e altre varie istituzioni universitarie, si prefigge l'obiettivo di fornire le competenze tecniche, economiche e giuridiche utili alla realizzazione e alla gestione di una comunità energetica, contribuendo – anche sul piano della formazione universitaria – alla diffusione di un nuovo modello di sviluppo socio-economico che potrà trovare concreta finalizzazione negli obiettivi di decarbonizzazione del sistema energetico nazionale.

Roma Capitale: Smart Mobility per la mobilità sostenibile

L'uso di nuove tecnologie, la digitalizzazione dei servizi, il sistema di governo della mobilità e del traffico, prenotazione e pagamento, la gestione di grandi eventi, l'infomobilità, sono strumenti essenziali in mano alle città per andare nella direzione della mobilità sostenibile del futuro. Ed è evidente che il quadro regolatorio e normativo dovrà accompagnare questa necessaria evoluzione tecnologica.

DOI 10.12910/EAI2024-018



di Anna Donati, Presidente e AD Roma Servizi per la Mobilità

Roma Capitale ha approvato il PUMS a febbraio 2022, disegnando la strategia verso la mobilità sostenibile al 2030.

Il Piano punta a far crescere la scelta modale dal 37% al 52% verso alternative di trasporto sostenibile.

Secondo il PUMS, vanno realizzate nuove infrastrutture tramviarie e metropolitane, va sostenuta la crescita della mobilità in bicicletta e della pedonalità, incoraggiata ed estesa la sharing mobility, con una forte decarbonizzazione ed elettrificazione del trasporto pubblico e privato. Infine, serve lavorare per una città sicura in cui la riduzione di incidentalità e mortalità sono un obiettivo primario di Roma Capitale. Quindi **sono programmati investimenti sulle reti, sui servizi di mobilità, sul ridisegno dello spazio pubblico, sulle innovazioni tecnologiche sia di governo che destinate agli utenti.**

Un complesso di azioni per muoversi in modo sicuro, intermodale, accessi-

bile, in ottica di smart city, dove il cittadino potrà disporre di informazioni real time per la programmazione del viaggio.

Nuove tecnologie innovative e digitalizzazione dei servizi

A questo scopo l'uso di Tecnologie innovative e digitalizzazione dei servizi, il sistema di governo della mobilità e del traffico, prenotazione e pagamento, la gestione di grandi eventi, per l'infomobilità, sono **strumenti essenziali** in mano alle città per andare nella direzione della mobilità sostenibile del futuro.

Già oggi a Roma vi sono varchi telematici, tap&go sul trasporto pubblico, Sharing Mobility, pagamento dei parcheggi, App e infomobilità, gestione semaforica, sistema di permessi online, controllo della velocità, che sono basate sull'uso di nuove tecnologie smart.

Nuove tecnologie già installate, di cui abbiamo appena intravisto le poten-

zialità complessive e che sono in corso di sviluppo e di evoluzione; nuove soluzioni sono in arrivo essendo un contesto molto evolutivo e dinamico.

È però evidente, che il quadro regolatorio e normativo dovrà accompagnare questa necessaria evoluzione tecnologica, evitando la tentazione - come purtroppo ancora avviene in Italia - che Governo e Parlamento mettano dei freni all'uso di queste nuove tecnologie, piuttosto che incoraggiarle con un quadro regolatorio efficace.

In questo contesto ed in questa logica anche Roma ha in uso diverse soluzioni e servizi intelligenti, programmati dall'amministrazione capitolina e gestiti da Roma Servizi per la Mobilità, che si seguono e vengono illustrati.

La Nuova Centrale della Mobilità

La Nuova Centrale della Mobilità, in gestione a Roma Servizi per la Mobilità, cresciuta progressivamente e operativa dalla fine del 2022, rientra

in un ampio processo di digitalizzazione della mobilità cittadina messo in campo da Roma Servizi per la mobilità. Gli obiettivi sono:

- potenziamento dei sistemi di trasporto pubblico e diffusione della mobilità sostenibile;
- dotazione alla città di strumenti tecnologicamente avanzati in un'ottica di Smart City;
- sviluppo di una mobilità collettiva;
- sviluppo dei sistemi di micromobilità;
- integrazione della rete infrastrutturale delle modalità soft di mobilità, quali la ciclabilità e la pedonalità
- integrazione della Sharing Mobility quale parte essenziale delle politiche di mobilità.

I progetti realizzati e in corso di attuazione hanno l'obiettivo di migliorare l'esperienza di viaggio offrendo servizi sempre più integrati, intelligenti e sostenibili. La Nuova Centrale della Mobilità si pone all'interno di un framework complessivo basato sulla realizzazione del Data Lake, dove sono integrati i dati provenienti da oltre 30 tipologie di sistemi ITS gestiti da Roma Servizi per la Mobilità su 18 aree funzionali con l'obiettivo di:

- dotare la città di Roma di uno strumento moderno e adeguato al salvataggio e alla conservazione di dati storici e in tempo reale;
- consentire una gestione integrata dei dati;
- elaborare analisi statistiche e correlazioni fra i dati con la possibilità di esportare i risultati anche verso l'esterno;
- realizzare un'infrastruttura di base a servizio degli sviluppi futuri del progetto relativo alla nuova Centrale della Mobilità.

All'interno di questo sistema di gestione della Centrale della Mobilità sono in arrivo nuove tecnologie e l'aggiornamento di quelle esistenti lega-

te ai seguenti progetti ed obiettivi tra cui:

- installare nuovi sensori per semafori intelligenti e controllo flussi di traffico;
- controllare la ZTL Fascia Verde con 80 nuovi varchi telematici e dati di monitoraggio dei flussi di traffico sulla base delle classi di euro dei veicoli;
- adeguare varchi telematici e tecnologie della ZTL Vam (anello ferroviario) per la gestione di veicoli per la consegna merci, dei bus turistici, anche in vista del progetto di Congestion Charge;
- implementare un sistema di controllo conta bici e conta passeggeri, per avere informazioni puntuali sulla ciclopederalità e gli utenti della mobilità attiva;
- adeguare mappe su incidentalità e mortalità sulle strade di Roma e punti di maggior criticità;
- installare nuove tecnologie di controllo da remoto del rispetto dei limiti di velocità in ambito stradale.

Piattaforma di gestione per nuove regole e monitoraggio della Sharing Mobility

L'offerta di Sharing Mobility include una molteplicità di operatori (privati e pubblici) che assicurano la possibilità di scegliere un'alternativa sostenibile e condivisa per gli spostamenti quotidiani e che possono svolgere i propri servizi secondo le regole previste da Roma Capitale.

In particolare, sono attivi sul territorio i servizi di:

- car sharing a postazione fissa, diretto e gestito direttamente dall'Amministrazione Capitolina per il tramite dell'Agenzia Roma Servizi per la Mobilità;
- car sharing free floating;
- scooter sharing free floating;
- monopattini free floating;
- biciclette a propulsione elettrica free floating.

Negli scorsi anni l'offerta si è concentrata nelle aree centrali con 15 operatori, fino a metà del 2023, e una flotta di circa 27.100 veicoli (dei quali 14.500 monopattini). Roma Capitale ha però constatato l'esigenza di migliorare i servizi portandoli anche nelle aree semiperiferiche e periferiche della città e di promuovere l'uso da parte degli utenti del trasporto collettivo come integrazione modale.

A questo scopo nel 2023 Roma Capitale ha emanato nuovi bandi con nuove regole che hanno permesso l'assegnazione a soli 3 operatori per i servizi di monopattini sharing e 2 per quelli di Bike con affidamento triennale. Essi hanno assicurato il rinnovo del parco mezzi, l'esercizio in tutto il territorio cittadino, agevolazioni tariffarie per gli utenti in possesso di regolare abbonamento al servizio TPL urbano, il miglioramento del decoro urbano attraverso la regolamentazione dei veicoli con l'inserimento dei limiti di velocità e l'invio di una foto a fine noleggio.

Per car e scooter sharing, invece, il bando è in via di pubblicazione e gli obiettivi sono analoghi, con l'estensione in ambito urbano del servizio ed una migliore qualità.

L'Amministrazione Capitolina ha assegnato a Roma Servizi per la Mobilità il compito di monitorare i livelli di servizio degli operatori per assicurare il rispetto dei criteri fissati da Roma Capitale e stabilire l'eventuale applicazione delle penali previste.

Roma Servizi per la Mobilità dispone di una Piattaforma integrata di monitoraggio dei servizi sharing che consente l'integrazione dei dati di esercizio e permette di raccogliere tutte le informazioni utili all'Amministrazione Comunale, omogeneizzarle, elaborarle e visualizzarle in modo uniforme, così da permettere valutazioni, analisi e confronti.

Questa funzione di controllo è basa-

ta su di una piattaforma tecnologica creata da RSM che consente di monitorare in tempo reale tutto il servizio di sharing mobility gestito da operatori privati, con un cruscotto che consente di verificare tutto l'andamento del servizio, la densità, la localizzazione, gli spostamenti O/D, gli aspetti temporali, con lo scopo sia di far rispettare le regole in essere e sia di comprendere ai fini della pianificazione e strategia l'uso del servizio.

Il controllo della sosta con nuove tecnologie

Roma Servizi per la Mobilità gestisce per Roma Capitale il servizio di Car Sharing station based quale strumento di ausilio al trasporto pubblico locale. Il servizio prevede due modalità di spostamento (Round Trip e One Way), diverse tipologie di veicoli (Urban e Confort), iscrizione una tantum e una tariffa che si compone di una parte oraria e di una parte chilometrica. L'attività è svolta con: 201 auto, 161 postazioni di sosta riservate, 344 stalli. Gli iscritti sono 4417 iscritti e si effettuano 24.000 corse anno.

A fine 2023, tutte le postazioni sono state dotate di spiruline, che monitorano in tempo reale l'occupazione degli stalli permettendo di riscontrare l'eventuale utilizzo abusivo al fine di attivare in tempo pressoché reale le squadre degli ausiliari del traffico RSM in servizio sul territorio per il sanzionamento.

L'obiettivo è quello di efficientare il servizio garantendo alti livelli di per-

formance alla clientela ed eliminare la sosta abusiva sugli stalli dedicati.

Questa innovativa sperimentazione in corso per il controllo della sosta sul Car Sharing Roma contro gli abusi, sarà estesa a molti spazi di sosta a Roma, grazie al nuovo progetto SOSPAS (SMART ON-STREET PARKING SYSTEM), finanziato a livello europeo/nazionale con PN METRO PLUS 2021-2027 - che ha assegnato a Roma Capitale un fondo di 8 milioni complessivi.

A RSM è già stata affidata la progettazione di tutto il progetto SOSPAS, che dovrà estendere il controllo della sosta mediante nuove tecnologie agli stalli per disabili, strisce blu, bus turistici, carico e scarico merci, stalli per le infrastrutture di ricarica, ai fini di emanare da parte di Roma Capitale il bando per l'affidamento dell'intero progetto.

I progetti del futuro: Mobility as a Service - MaaS

Il progetto MaaS4Italy, è un tassello del percorso intrapreso da Roma Capitale che propone lo sviluppo di un ecosistema MaaS per il trasporto sostenibile e inclusivo, offrendo un complesso di soluzioni di mobilità che integrino il trasporto collettivo a molti altri servizi correlati e siano in grado di ridurre l'uso del mezzo privato.

Si tratta di un progetto nazionale su cui Roma Capitale è risultata vincitrice di un primo bando per la sperimentazione, che è stata svolta nel 2023

e i cui risultati sono stati restituiti al Ministero ed uffici competenti. Roma Capitale con una propria delibera ha stabilito che RSM svolge il ruolo di MAAS Integrator, abilitando la piattaforma tecnologica su cui tutti gli operatori potranno inserirsi e poi utilizzare per proporre i loro servizi come operatori MasS, che saranno molteplici e dedicati ai vari utenti della mobilità.

Adesso si è in attesa degli sviluppi da parte del Governo nazionale sulla evoluzione del progetto Maas4Italy.

All'interno del progetto MaaS rientreranno anche i servizi per le infrastrutture di ricarica per i veicoli privati. Dalla scorsa estate è in vigore il nuovo regolamento di Roma Capitale, per l'installazione e la gestione delle colonnine di ricarica ad uso dei veicoli elettrici, in sostituzione del precedente regolamento del 2018. Tra le novità, l'indicazione di pianificare e programmare la distribuzione degli impianti di ricarica per coprire tutta la città, con una distribuzione capillare e proporzionata degli impianti in tutti i Municipi di Roma, una migliore interoperabilità per facilitare gli utenti e interventi per arginare le soste abusive.

Anche in questo campo dell'elettrificazione dei veicoli, le nuove tecnologie smart city sono essenziali, per facilitare localizzazione, prenotazione e pagamento del servizio, nonché il controllo della sosta.

Smartened grids serving the active nodes of energy communities for optimal multi dispatch energy systems

Today we need more than ever, the real evolution of smart grids. We need the transformation of the electricity networks enabled to use digital technologies, with sensors and softwares to better match the supply and demand of electricity in real time while minimizing costs and maintaining the stability and reliability of the grid. Automated systems and self-healing logic that prevails in the daily operations of systems, are the characteristics that we need to be functional, to offer the operational versatility to achieve the optimal use of the distributed resources that are emerging. In the highly interconnected world that we live in, smart grids are becoming an operational necessity in implementing the technologies that will lead us to clean energy transition, with further electrification of the economy leading to large increase in electricity use and the widespread rollout of variable renewables like wind and solar, placing greater demand on power grids. Flexibility on the demand side, using storage of various forms including vehicle to grid technologies and other demand variability, need the logic and capabilities of smart grid technologies that can manage this transition while reducing the need for costly new grid infrastructure. Following this route, the emerging responsive system, can also help to make grids more resilient and reliable, always staying within the operational capabilities of the employed infrastructure.

DOI 10.12910/EAI2024-019



di Venizelos Efthymiou, FOSS Research Centre for Sustainable Energy, Cyprus

Energy transition requires the real use of natural resources resulting in electricity generation shifting from a few large central power plants to many smaller units connected mainly at the distribution level. Complementing the paradigm shift to smaller units as the main source of energy where it is consumed, we will see the emer-

gence of large central power generators, RES based, using technologies such as PV utility size systems, large onshore/offshore wind-power plants, hydro-electric power plants, marine energy parks etc. This evolution of resources will generate the following challenges:

- More generation at LV and MV level increasing the risk of local voltage

problems and congestions.

- Resources that can help to address voltage and balancing problems will move, to a large extent, from central transmission system level (HV) to distribution system level (MV/LV).
- A central system operator at transmission level no longer has the system overview to effectively dispatch reserves, **so coordination between**

operators at different voltage levels will be essential.

- The distribution and availability of resources (production as well as storage) may vary significantly from geographical location to location.
- Operation and protection principles result in solutions that use combination of technologies including power electronics, battery systems etc that equally respond as required to offer robust and resilient systems.

The way we construct and operate the integrated grid is undergoing transformation.

This described paradigm change of load following generation instead of the traditional way till today of generation following load, is transforming the way we construct and operate the integrated grid.

Centrally managed systems give way to active local systems that can be of various sizes depending on local management ownership and operational needs. Each such collective entity once specified can be considered as an electrical cell, that links all the active elements that it contains, enabling it to act as a collective electrical unit. This was first introduced by the project ELECTRA [1] defining the emerging system as the WEB OF CELLS (WoC).

As the geographically bound electrical systems are evolving to be highly attractive for the development and operation of Energy Communities, it is important to analyse their structure and how they can act as distinct entities in the energy mix with all rights to develop and operate for the benefit of their members. Hence, understanding the important attributes of the electrical cells and how the web of cells evolves will give the required evidence that such systems are well suited to serve their members meeting all financial and technical require-

ments. The WoC is a cell-based architecture for decentralised balancing (frequency) and voltage control arguably suited to serve energy communities and offer its members independent means for development and optimal operation. The future power system can be envisioned as split into a WoC structure, where each cell is defined according to the following rules (Fig. 1):

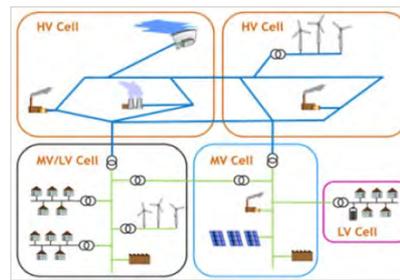


Figura 1: Schematic example of the Web of Cell architecture [2]

- A group of interconnected loads, generation plants, and/or distributed energy resources and storage units within well-defined grid boundaries corresponding to a physical portion of the grid and corresponding to a confined geographical area.
- A cell is by design not a microgrid which is defined as being able to operate in grid-connected as well as in 'islanding' mode [3].
- A cell is in 'balance' when it is able to follow the scheduled consumption/generation that was agreed between the balancing responsible parties (BRP).
- Cells have adequate monitoring infrastructure, as well as local reserves capacity enabling them to resolve voltage and cell balancing problems locally.
- Cells are connected to neighbouring cells via inter-cell physical tie-lines where multiple connections between cells are possible.

Using the above WoC definition, the following specific characteristics can

be observed:

- Local problems are usually solved within a cell where local observables are used to decide on local corrective actions to handle local issues (i.e. localisation and local empowerment);
- Communication complexity and latencies as well as computational complexity are minimised (i.e. divide and conquer);
- Local grid conditions are explicitly taken into consideration when deciding what kind of resources are used;
- Provision of a distributed bottom-up approach for the restoring of the system balance;
- Focus more on balance restoration – and thereby restoring frequency as well – rather than the current traditional sequence of frequency containment followed by frequency restoration.

Energy communities can be vital energy systems

Energy communities fall within the above network architecture and have all the essential authorizations through local legislation and regulation codes that allow the above needed freedom to develop and operate. **Most importantly, the above architecture offers the possibility of operating the community as a smart node with collective trading of flexibilities or otherwise, with the wider grid and neighbouring cells for optimal benefits to its members.**

The evolution of distributed energies and how WoC can offer vital benefits for systems optimization in the era leading to zero emissions, is exemplified by the findings of the National Grid Electricity System Operator (ESO) of Great Britain [4].

Central dispatch as currently practiced, is not the desired model for effective management of distributed generation and other active resources, generating a plethora of problems in managing energy transition issues.

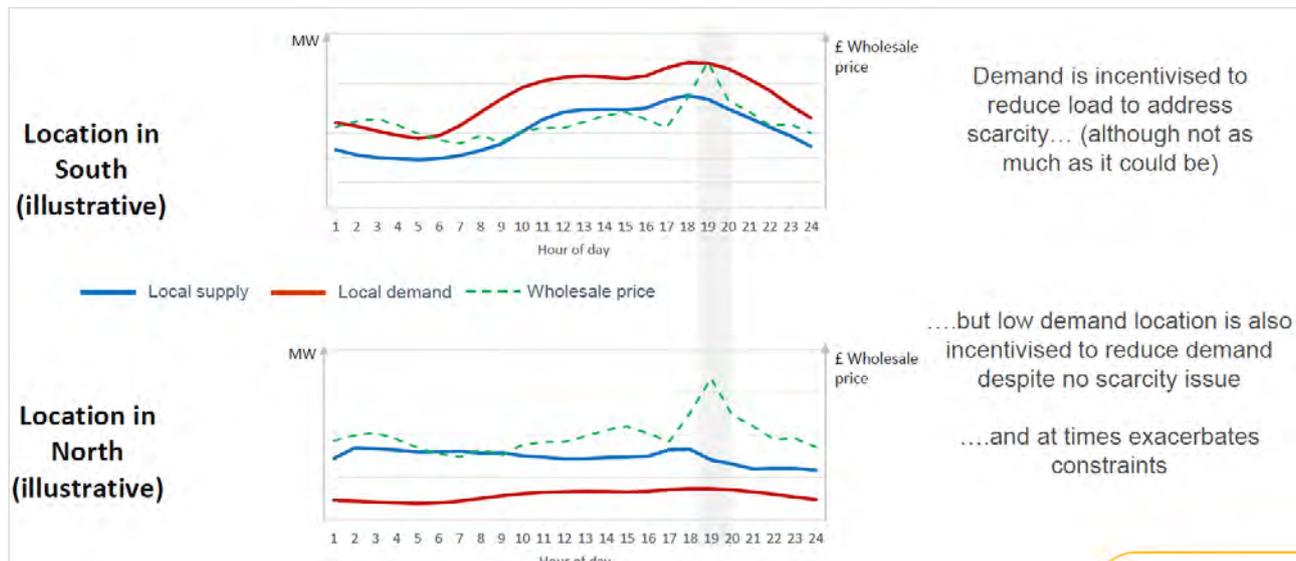


Figura 2: The single national price is creating inaccurate signals for demand to respond

One example of the problems experienced through central dispatch is depicted in Fig. 2 revealing the inaccurate signals for demand flexibility to respond.

For this reason, the nodal approach was developed independently through an extensive study by the UK ESO [4] ending up in utilizing principles that are highly aligned with the WoC architecture. This notable study reached the following conclusions:

- The analysis showed that the status quo will not deliver net zero cost effectively, as current market design creates inefficient behaviours, particularly in dispatch, resulting in dramatic and rising costs for consumers.
- The most efficient solution to this is real-time dynamic locational signals, and the study assessment of the three locational market design options finds that neither national nor zonal pricing can deliver these effectively.
- The analysis showed that a nodal pricing market with central dispatch has the potential to deliver significant consumer benefits through facilitating efficient dispatch of generation,

demand and flexible assets and optimising siting decisions across the whole electricity system.

- It creates the opportunity for consumers and industry to access low-cost, low-carbon electricity when and where it is abundant.

Following this identified route, there is the undisputed evidence that **energy communities can be vital energy systems that can act optimally to the energy balance of countries acting as smart nodes**. This is in line with the above findings of the UK ESO study and the conclusions reached through the WoC architecture developed and presented by the project ELECTRA.

The International Energy Agency (IEA) has recently stressed the potential of local energy communities as “a central pillar of the clean energy transition” [7], and acknowledged their “clear benefits” in “deploying renewables and efficiency, reducing bills, supporting access and reliable power supply”. EU researchers have highlighted their promotion as a “solution to accelerate the transition towards a more

decentralised, decarbonised and just energy system” [8] and several policies are trying to strengthen their role as “vital actors in the energy system”.

A comprehensive “toolbox” is under development

Facilitating optimal development, operation, and control of energy communities, is addressed by many R&I projects giving valuable outcomes that can equip energy communities with the required infrastructure to develop and operate efficiently for its members and the system as a whole. **To foster the uptake of energy communities and help them get developed, a comprehensive “toolbox” is under development through the eNeuron [5] project offering a whole set of advanced technological tools aiming at meeting the energy needs of the users while maximising the use of renewables, and minimising costs and environmental footprint.** While existing methodologies had until now one single economic objective, this toolbox which is in an advanced stage of development, derives from a holis-

tic approach and pursues the goal of optimising processes and outcomes at different levels and considering also environmental criteria.

It's all about creating the conditions to allow different shareholders to get together, set up or co-exist in an energy community, and then adjust its operation, according to their priorities: to cut the costs, reducing the carbon footprint or maximising the comfort of the end users. The focus is especially on "local integrated energy systems", and using multiple energy vectors, energy communities can op-

timize their contribution and identify rewarding synergies. For this reason, the toolbox of eNeuron aims to answer three main questions: how to design them; how to make them work and optimise their outcome; and how to align their goals with those of each single user.

The overall functional architecture of the eNeuron toolbox consists of three phases necessary for optimal planning and operation of an Integrated Local Energy Community (ILEC):

- The Planning phase includes opti-

mal configuration of the integrated energy system for the ILEC.

- The Operational analysis phase, which optimises day-ahead the operation of the multi-carrier system, which was defined in the first step.
- The Real-time operational phase which optimises the system close to real-time. This step is the most demanding regarding data communication, security and computation burden, including fast control of the local devices such as load, local generation, and storage.

Bibliography

1. "Deliverable D4.2, Description of the detailed Functional Architecture of the Frequency and Voltage control solution (functional and information layer)", Luciano Martini et al, www.electrairp.eu
2. "Grid of the future and the need for a decentralised control architecture: the web-of-cells concept", Luciano Martini, Helfried Brunner, Emilio Rodriguez, Chris Caerts, Thomas I. Strasser, Graeme M. Burt, IET Journal ISSN 2515-0855 doi: 10.1049/oap-cired.2017.0484
3. Navigant Research: 'Utility spending on asset management and grid monitoring technology will reach nearly \$50 billion through 2030', 2014
4. Markets Roadmap, Cian McLeavey-Reville, Market Development Senior Manager, National Grid ESO, <https://www.nationalgrideso.com/research-and-publications/markets-roadmap>
5. "Optimising the design and operation of local energy communities based on multi-carrier energy systems", <https://eneuron.eu/>
6. "An Innovative Toolbox for the Optimal Design and Operation of Integrated Local Energy Communities" Marialaura Di Somma, Christina Papadimitriou, Andrei Morch, Hanne Sæle, Peter Richardson, Alessio Coccia, Amedeo Buonanno, Power Energy and Industry Applications, October 18, 2023.
7. <https://www.iea.org/events/the-role-of-local-energy-communities-in-clean-energy-transitions>
8. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_20_1258

Prospettive e visioni della mobilità urbana: verso la Smart Urban Mobility

L'esperienza del passato rende evidente come la mobilità sia intimamente legata all'urbanistica, che ne determina la distribuzione spaziale, e dipendente dallo sviluppo tecnologico, che ne determina il livello prestazionale. Gli studi compiuti sulla base delle esperienze sperimentali o con la concezione di nuove teorie hanno reso altrettanto evidente come uno sviluppo razionale, armonico e sostenibile non possa prescindere da una solida base teorica, da una pianificazione e da una gestione che applichi la teoria utilizzando i metodi quantitativi per la simulazione e il controllo dei sistemi complessi. È sull'approccio alla visione del sistema, più che sulla selezione tecnologica, che si definiranno le strategie per la mobilità smart del futuro.

DOI 10.12910/EAI2024-020



di Gaetano Fusco, Coordinatore nazionale dello Spoke "Urban Mobility" del Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile

La città del futuro, immaginata nel passato. Immaginare la città del futuro ha sempre affascinato gli esseri umani e stimolato la fantasia delle menti più creative. **Nel 1922, per l'Esposizione Universale di Parigi, Le Corbusier elaborò il progetto della Ville contemporaine**, che riassumeva la sua visione della città moderna, composta da un centro direzionale costituito da grattacieli generosamente distanziati tra loro, una periferia caratterizzata da abitazioni basse e una rete di collegamenti di autostrade che avrebbero dovuto servire questa città ideale di 3 tre milioni di abitanti. Per dimensionare gli elementi della sua concezione urbana, Le Corbusier impiegò i suoi precedenti studi sul traffico veicolare

e, sulla base di questi, teorizzò che le intersezioni a livelli sfalsati potessero garantire alle infrastrutture autostradali una capacità continuamente crescente con la velocità.

La teoria si rivelò fallace quando, decenni più tardi, le reti autostradali furono realizzate e si verificarono gli episodi di congestione che, già in quegli anni, avevano tormentato la fitta rete stradale di Manhattan. Che il grande architetto svizzero potesse essere indotto in errore era comprensibile, poiché in quegli anni non aveva potuto avere alcuna osservazione diretta del fenomeno: solamente nel 1935 Greenshields pubblicò il primo studio sperimentale che descriveva la congestione stradale. Nel frattempo, in Italia veniva realizzata la

prima vera autostrada del mondo, la Milano-Laghi, aperta al traffico nel 1924.

Pochi anni dopo, lo **scenografo Norman Bel Geddes progettò e curò, per l'esposizione universale di New York del 1939, la realizzazione di "Futura", un modello animato di città del futuro**, come si immaginava sarebbe diventata nel 1960: una città di grattacieli servita da grandi autostrade sulle quali, su piste parallele, si muovevano modelli in scala di automobili alimentate elettricamente e controllate attraverso sistemi radio che avrebbero dovuto garantire la sicurezza fino a 100 miglia orarie; i movimenti pedonali erano separati fisicamente e avvenivano su passerelle riservate che attraversavano le autostrade in

corrispondenza dei primi piani degli edifici.

Entrambi gli studi delle città del futuro presentati nelle esposizioni universali di Parigi e di New York furono finanziati da case automobilistiche: la francese Voisin, oggi scomparsa, e la statunitense General Motors. La stessa **General Motors, negli anni '60, finanziò i primi studi sperimentali sul comportamento di guida**, che condussero alla formulazione del cosiddetto modello dell'inseguitore (o modello del veicolo accodato), ispirato allo stesso principio di azione-reazione che è alla base della teoria dei controlli automatici.

Emerge il concetto di sostenibilità

Negli anni seguenti, con il successo delle missioni spaziali e l'incondizionata fiducia nel progresso tecnologico, l'attenzione per la mobilità del futuro è posta su quest'ultimo aspetto (esempio ne sia l'esposizione universale del 1964, che in Futurama II immaginava l'espansione della civiltà e la città del 2024 nei deserti e sul fondo del mare); al tempo stesso, a partire dal **"Rapporto sui limiti dello sviluppo" del Club di Roma del 1972, è progressivamente cresciuta la sensibilità verso i temi ambientali, della sicurezza e dell'inclusione sociale e al più generale concetto di sostenibilità**, mentre erano oramai evidenti gli effetti paradossali prodotti dalla dispersione urbana, frutto di uno sviluppo basato sulla mobilità individuale motorizzata e la realizzazione di nuove infrastrutture stradali con l'obiettivo di ridurre la congestione, ma con l'effetto opposto di produrne altra.

L'esperienza del passato rende evidente come la mobilità sia intimamente legata all'urbanistica, che ne determina la distribuzione spaziale, e dipendente dallo sviluppo tecnologi-

co, che ne determina il livello prestazionale. Gli studi compiuti sulla base delle esperienze sperimentali o con la concezione di nuove teorie hanno reso altrettanto evidente come uno sviluppo razionale, armonico e sostenibile non possa prescindere da una solida base teorica, da una pianificazione e da una gestione che applichi la teoria utilizzando i metodi quantitativi per la simulazione e il controllo dei sistemi complessi.

L'approccio olistico all'applicazione tecnologica

La tecnologia può rendere più efficiente il sistema fondamentale via-veicolo-conducente, ovvero infrastrutture-traffico-mobilità, ma non risolve le conseguenze della intrinseca non-linearità del sistema, che inevitabilmente produce congestione e conseguentemente esternalità.

L'approccio non può che essere di natura olistica. La teoria dei sistemi ha fornito la necessaria base teorica, a partire dalla formulazione concettuale di Jay W. Forrester e dai successivi sviluppi, condotti con modelli di simulazione della mobilità sempre più complessi e raffinati, che, grazie a strumenti di calcolo ad elevate prestazioni, oggi possono essere applicati in tempo reale. I sistemi di telecomunicazione, la localizzazione satellitare e la pervasiva diffusione di dispositivi individuali connessi o tracciabili forniscono un'immensa quantità di dati sulla mobilità (**"big data"**), disponibile quasi in tempo reale; le mappe digitali estremamente dettagliate, concepite per la navigazione veicolare, consentono una rappresentazione del sistema di trasporto estremamente dettagliata; i progressi dell'informatica, dai fondamentali algoritmi deterministici al pretenzioso **"deep learning"**, consentono di elaborare questa enorme quantità di dati

e di migliorare l'apprendimento delle caratteristiche dei fenomeni secondo i nuovi paradigmi dell'intelligenza artificiale.

Per sfruttare la tecnologia disponibile e assemblarla secondo l'approccio olistico, **l'intento prevalente oggi è di realizzare dei "gemelli digitali" del sistema reale ("digital twin") che siano in grado di prevederne gli sviluppi e applicare le politiche e le tecniche di regolazione adeguate per controllare la congestione.** È un obiettivo estremamente ambizioso, che può essere perseguito gradualmente, considerando le molteplici implicazioni che caratterizzano un sistema complesso, caratterizzato da una dinamica che si esplica a scale temporali molto differenti: dell'ordine del decimo di secondo nelle interazioni tra veicoli; dei secondi o del minuto nella diffusione della congestione sulla rete; degli anni nell'interazione trasporti-territorio. A rendere più complesso il problema sono la dimensione spaziale della mobilità e l'aspetto umano, che caratterizza le decisioni degli utenti ed aggiunge al fenomeno un rilevante elemento di aleatorietà.

Le tecnologie per i sistemi di trasporto intelligenti

Le tecnologie per realizzare l'obiettivo di una mobilità efficiente ("smart") sono disponibili e appaiono adeguate a realizzare un'ulteriore rivoluzione dei trasporti, dopo la motorizzazione e la costruzione delle reti autostradali: azzeramento delle emissioni grazie alla trazione elettrica; nuovi agili mezzi di trasporto a servizio della cosiddetta "micromobilità"; nuove vie di trasporto per passeggeri e merci grazie alla "urban air mobility"; incremento della sicurezza, maggiore comfort e, non ultima, la possibilità di trovare più efficienti spazi per la sosta grazie all'automazione della guida; sfruttamento delle alternative di mobilità

grazie all'informazione agli utenti e al concetto di "Mobility as a Service", che svincola la mobilità dal possesso dell'automobile; ottimizzazione del traffico grazie all'applicazione dei "digital twin" nelle centrali di controllo.

Perché l'obiettivo della "smart mobility" venga conseguito anche nel sistema complesso, è indispensabile rispettare i principi teorici di controllo dei sistemi complessi e progettare e applicare correttamente le tecnologie necessarie per il controllo di retroazione di un sistema così ampio e complesso: sensori per il monitoraggio dello stato del sistema, processori per l'elaborazione dei dati ricevuti, sistemi di comunicazione dei dati ricevuti e di quelli processati, attuatori per l'applicazione -da una parte- delle strategie di regolazione del sistema di offerta di trasporto e -dall'altra- dell'informazione agli utenti che rappresentano la domanda di mobilità.

Un tale sistema di controllo e regolazione costituisce il "sistema di trasporto intelligente". In questo schema, la tecnologia è il sistema abilitante; la vera intelligenza è nel progetto del sistema di controllo, nel suo corretto dimensionamento e nell'appropriata applicazione della teoria nei modelli di calcolo, che siano analitici o simulativi, oltre che, condizione indispensabile, nella chiara formulazione degli obiettivi e dell'accettabilità sociale delle strategie.

L'uso dei big data per la Smart Mobility

L'uso dei big data è esemplare al fine di evidenziare le problematiche che si presentano nel definire i requisiti di un digital twin.

Le stazioni fisse di monitoraggio del traffico che hanno alimentato i centri di controllo realizzati dagli anni '70 fino a oggi forniscono una base di dati continua del traffico complessivo transitante in punti singoli della

rete: sono centinaia o migliaia di punti di rilievo, aggiornati praticamente con continuità, che forniscono ogni giorno milioni di dati. Costituiscono tuttavia un campione estremamente ridotto e insufficiente rispetto alle aspettative di stima del traffico in ogni punto della rete della città, costituita da centinaia di migliaia di archi e di nodi, e dettagliatamente rappresentata dai grafi digitali oggi ampiamente disponibili anche gratuitamente. **Non si deve confondere la precisione dei grafi con l'accuratezza dell'informazione,** dipendente dalla significatività statistica delle misure e dall'affidabilità dei modelli. I dati in mobilità costituiscono una fonte d'informazione ubiqua, diffusa su tutta la rete, ma relativa a un campione limitato e di dimensione non nota e variabile da punto a punto della rete. **È chiaro allora come i due tipi di dati siano tra loro complementari e vadano integrati,** sia tecnicamente all'interno di un unico database ("data lake") della piattaforma digitale, sia concettualmente all'interno di una struttura modellistica che consenta di stimare i parametri necessari a completare il quadro conoscitivo del fenomeno sotto i suoi molteplici aspetti: l'aspetto statistico, le dimensioni spaziali e temporali, così come gli aspetti tipologici necessari per alimentare la funzione obiettivo: ad esempio, i tipi di veicoli per il calcolo delle emissioni, dei consumi e l'abilitazione all'accesso nelle zone a traffico limitati.

La struttura modellistica integrata

Dati individuali raccolti con continuità su tutta la rete consentono di concepire una nuova classe di modelli, con una rappresentazione microscopica della mobilità a livello individuale, e di aggiornarla online con dati raccolti in mobilità.

La struttura modellistica può essere

esplicita, e contenere la formulazione di equazioni che rappresentano i legami tra le variabili rilevanti ai fini della caratterizzazione del sistema, o **implicita,** e riprodurre l'abbinamento tra variabili di output e di input attraverso un sistema di relazioni non necessariamente correlate con il reale funzionamento del fenomeno.

Il vantaggio di modelli impliciti risiede nella maggiore rapidità di risposta a una variazione degli input; lo svantaggio sta nella impossibilità di prevedere lo stato del sistema nel caso di variazioni strutturali non osservate in precedenza, come ad esempio la chiusura di una strada. **Anche nel caso dei modelli, come per i dati, l'integrazione delle due tipologie si rivela vantaggiosa:** in un approccio ibrido, il modello esplicito fornisce una visione globale, mediante la simulazione delle interazioni spaziali e temporali nell'intera area per un intervallo di tempo sufficientemente lungo affinché si esplichino interamente; di converso, il modello implicito consente di affinare frequentemente queste previsioni, mediante l'estrapolazione delle tendenze direttamente osservate dai dati. Il sistema di controllo verifica con continuità la coerenza tra previsioni implicite ed esplicite e, non appena il modello esplicito ha concluso la simulazione, ripete l'applicazione della previsione, avanzandola in un nuovo orizzonte di previsione ("rolling horizon").

L'approccio gerarchico e l'aggregazione dei dati

Un approccio gerarchico alla simulazione di un sistema complesso, articolato nel tempo e nello spazio come la mobilità urbana, richiede che, come le previsioni siano state sequenzialmente aggiornate nel tempo utilizzando gerarchicamente l'approccio esplicito e quello implicito, così anche nello spazio si realizzi

un'architettura che preveda, questa volta a livello superiore, un modello sintetico che rappresenti la mobilità mediante grandezze aggregate e, a livello inferiore, un modello esplicito di maggiore dettaglio che sfrutti i dati individuali a livello di modello di simulazione microscopico che fornisca una previsione più accurata.

Il modello sintetico più frequentemente proposto nelle attuali applicazioni di piattaforme è di natura implicita e mira a sfruttare i paradigmi dell'intelligenza artificiale; si ritiene però che possa opportunamente inglobare un modello aggregato di natura esplicita, che rappresenti in maniera macroscopica l'interazione fisica tra le grandezze di stato del sistema, aggregate a livello di zona, così da consentire l'applicazione di strategie di controllo di area ed evita-

re di ricercare una rappresentazione inutilmente accurata del fenomeno sull'intera area, cosa che allungherebbe i tempi di calcolo e richiederebbe inoltre un lungo e faticoso processo di calibrazione, peraltro spesso insoddisfacente per la scarsa significatività statistica dei dati rispetto all'aleatorietà e dinamicità del fenomeno. Viceversa, strategie di controllo a livello di arteria, di singola intersezione o di area limitata possono essere simulate esplicitamente a livello gerarchico inferiore quando l'individuazione di criticità a livello di area vasta ne rilevi la necessità; nell'area così limitata, infatti, è possibile valutare con accuratezza e in tempi rapidi l'effetto prodotto delle strategie di regolazione. Lo schema gerarchico, peraltro, costituisce anche l'architettura logica per la valutazione di politiche per

la mobilità sostenibile, che agiscono a livello di scelta modale, di variazione degli orari, di frequenza di spostamento: gli effetti di queste politiche si manifestano, infatti, a livello aggregato di mobilità piuttosto che di traffico a livello locale; l'approccio aggregato consente, inoltre, di osservare e gestire il fenomeno con un'ampia visione d'insieme, piuttosto che inseguire un'accuratezza a livello microscopico, illusoria a causa dell'inevitabile livello di incertezza del fenomeno caratterizzato da una rilevante componente casuale e dalle approssimazioni introdotte dal campionamento statistico.

È sull'approccio alla visione del sistema, più che sulla selezione tecnologica, che si definiranno le strategie per la mobilità smart del futuro.



Le reti di distribuzione sono un abilitatore indispensabile per la transizione energetica

La rete di distribuzione elettrica è un abilitatore chiave della transizione energetica: svolge un ruolo fondamentale per integrare le risorse energetiche distribuite (rinnovabili, veicoli elettrici, batterie) e realizzare l'elettrificazione dei consumi. Pertanto, per consentire il progredire della transizione energetica, occorrerà intensificare gli investimenti per potenziare e digitalizzare le reti di distribuzione adottando un approccio anticipatorio rispetto alle effettive esigenze. Enel è impegnata nello sviluppo di reti moderne e digitalizzate: ha un piano di investimenti lordi di 18,6 miliardi di euro per il triennio 2024-2026, di cui 12,2 miliardi di euro per miglioramenti di qualità, resilienza, efficienza e digitalizzazione in Italia.

DOI 10.12910/EAI2024-021



di Chiara Marricchi, Head of Positioning and Strategic Analysis, Enel SpA

L elettrificazione dei consumi e la crescita della generazione rinnovabile sono i driver principali della transizione energetica. **La rete elettrica, in particolare quella di distribuzione, è un abilitatore chiave della transizione energetica. Analizzando i vari scenari esterni appare infatti evidente il consenso tra gli analisti energetici rispetto ai driver principali della transizione energetica per il raggiungimento degli obiettivi climatici: il processo di elettrificazione degli usi finali e l'aumento di generazione**

elettrica da fonti rinnovabili, sia nel medio che nel lungo termine. Più precisamente, negli scenari coerenti con l'obiettivo più sfidante dell'Accordo di Parigi¹, vale a dire il contenimento dell'aumento della temperatura media globale a 1,5°C, il tasso di elettrificazione² dei consumi sale ad oltre il 50% al 2050, rispetto al 20% nel 2022, mentre la quota di generazione rinnovabile del mix elettrico mondiale arriva a circa il 90%, rispetto al 30% nel 2022.

Anche in Europa, le prospettive sono analoghe: gli scenari Net Zero consi-

derano un tasso di elettrificazione di oltre il 30% al 2030, che deve superare il 60% al 2050, dall'attuale 23% del 2022 e una capacità rinnovabile in forte crescita che andrà a coprire circa il 70% della generazione elettrica al 2030 e circa il 90% al 2050³.

Nel percorso della transizione energetica, le reti giocheranno un ruolo fondamentale: le reti di trasmissione per integrare l'eolico e gli impianti solari fotovoltaici su scala utility; le reti di distribuzione per integrare le risorse energetiche distribuite (rinnovabili, veicoli elettrici, batterie), realizzare

¹ L'Accordo di Parigi persegue l'obiettivo di limitare ben al di sotto di 2 °C il riscaldamento medio globale rispetto al periodo preindustriale, puntando a un aumento massimo pari a 1,5 °C.

² La quota dei consumi elettrici sul totale del consumo finale energetico

³ Elaborazione sulla base dei dati contenuti nell'Impact Assessment Climate Target 2040 della Commissione europea (SWD/2024/63 final) e nel documento Eurelectric Decarbonisation Speedways, 2023

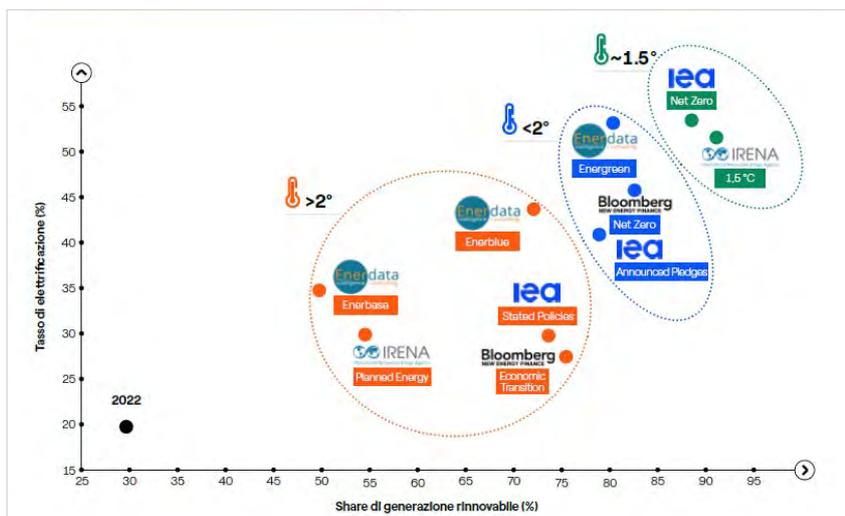


Figura 1 : Generazione rinnovabile ed elettrificazione negli scenari di transizione globale al 2050
 Fonte: elaborazione interna su dati IEA World Energy Outlook 2023, BNEF New Energy Outlook 2022, IRENA World Energy Transition Outlook 2023, Enerdata Enerfuture 2023.

l'elettrificazione e gestire l'aumento dei flussi bidirezionali, per la presenza crescente dei cosiddetti prosumer, cioè consumatori che agiscono anche come produttori.

Per abilitare la transizione energetica è imperativo intensificare gli investimenti per il rafforzamento e la digitalizzazione delle reti di distribuzione

Secondo l'Agenzia Internazionale dell'Energia, nei prossimi 20 anni saranno complessivamente costruiti o sostituiti 80 milioni di chilometri di linee elettriche, l'equivalente dell'intera rete globale esistente, e gli investimenti annuali nelle reti dovranno più che raddoppiare⁴. Tuttavia, se gli investimenti nella rete elettrica continuassero a crescere secondo la tendenza attuale, si creerebbe un notevole divario tra gli obiettivi di svi-

luppo delle rinnovabili e la capacità di integrazione della rete, determinando una capacità installata rinnovabile inferiore del 30% rispetto agli impegni governativi, compromettendo il raggiungimento dell'obiettivo dell'Accordo di Parigi di contenimento della temperatura sotto i 2°C⁵.

Guardando all'Europa, le reti di distri-

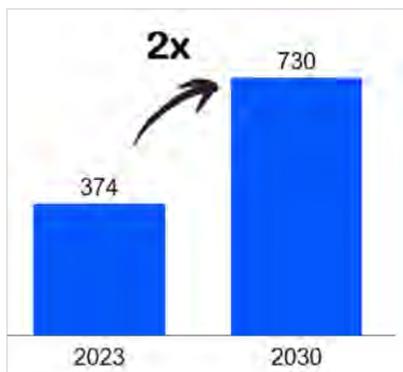


Figura 2: Investimenti annuali nelle reti (Miliardi di dollari)

buzione dovranno nei prossimi anni sostenere l'elettrificazione degli usi energetici – si stimano entro il 2030 50 milioni di veicoli elettrici in circolazione e 60 milioni di pompe di calore aggiuntive⁶ – nonché supportare l'integrazione di 700-800 GW⁷ di nuova capacità rinnovabile non programmabile, di cui il 70%⁸ connessa alle reti di distribuzione. Una sfida imponente che richiede il rafforzamento, l'ammodernamento e la digitalizzazione delle infrastrutture di rete europee e un nuovo e più sfidante ruolo dei Distribution System Operators (DSO).

Senza reti adeguate, non è quindi possibile progredire con la transizione, con il rischio per i Governi di disattendere gli impegni climatici presi. Per questo è imperativo prevedere fondi dedicati e framework regolatori che consentano agli operatori di investire in modo anticipatorio e introdurre misure efficaci per accelerare i processi autorizzativi.

La Commissione Europea ha pubblicato a novembre 2023 il Piano d'Azione dell'UE per le Reti⁹, in cui si



Figura 3: Installato annuo solare e eolico (GigaWatt)

4 Fonte: IEA, Electricity Grids and Secure Energy Transitions, 2023, IEA, World Energy Outlook, 2023

5 Fonte: IEA, Electricity Grids and Secure Energy Transitions, 2023, IEA, World Energy Outlook, 2023, IEA, World Energy Investments, 2024

6 Fonte: Eurelectric, Electrification Action Plan, 2024

7 Elaborazione sugli obiettivi del RepowerEU rispetto al dato storico Eurostat del 2021

8 Fonte: Eurelectric, Grids4Speed, 2024

9 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_6044

prevede di agire per riconoscere il ruolo primario dei DSO e per garantire che gli investimenti per potenziare e digitalizzare le reti siano effettuati anticipatamente rispetto alle effettive esigenze in modo da consentire il progredire della transizione energetica, attraverso il miglioramento della pianificazione di lungo termine ed incentivi regolatori. Non per ultimo, la Commissione Europea mira a potenziare la supply chain europea per le reti e a semplificare e accelerare i processi autorizzativi, che oggi affrontano complessità dovute al coinvolgimento di molteplici enti pubblici e privati, e che possono estendersi per tempi eccessivamente lunghi, anche a causa della mancata adozione di soluzioni digitalizzate. **Le misure del Piano d'Azione dell'EU sono cruciali per rafforzare e modernizzare le reti**, rendendole capaci di sostenere l'ambizioso percorso verso una transizione energetica efficace e sostenibile, ed è auspicabile una loro rapida ed efficace implementazione.

Inoltre, l'attuale contesto di eventi climatici estremi sempre più frequenti, rende inderogabile che venga stabilito un quadro normativo a livello europeo che favorisca gli investimenti nella resilienza delle reti.

L'impegno di Enel per lo sviluppo di reti moderne, digitalizzate e resilienti

Enel è la più grande società privata di distribuzione, gestisce ad oggi 9 società in 7 Paesi, per un totale di circa 70 milioni di utenti (di cui circa 30 mln in Italia). Nel 2023, ha raggiunto un record di quasi 540.000 nuove connessioni con un incremento del 56% rispetto al record dell'anno precedente, aggiungendo 7,9 GW di capacità rinnovabile. **L'Italia si è confermata come il mercato più dinamico, con quasi 1.000 nuove connessioni di**

generazione distribuita al giorno (circa 360.000 nel 2023), raggiungendo un totale di 1,5 milioni di connessioni producer e prosumer alla fine dello scorso anno sulla rete Enel. Dei 7,9 GW di capacità connessa da Enel nel 2023, l'Italia rappresenta 4,7 GW, portando il totale delle capacità connessa alle sue reti di distribuzione in Italia a 38 GW.

Nell'evolversi della generazione distribuita e dell'elettrificazione degli usi finali, il ruolo del distributore si evolve verso quello di abilitatore e facilitatore. Questo ruolo implica anche l'adozione di procedure che siano trasparenti, eque e orientate al mercato, specialmente per l'acquisizione di "servizi di flessibilità locale". **Enel è stata pioniera a livello mondiale nello sviluppo dei contatori intelligenti (smart meter) e si è distinta nell'implementazione di tecnologie per il controllo degli impianti e l'automazione avanzata di rete (smart grid), oltre che in progetti innovativi inclusi quelli per testare servizi di flessibilità per la rete**, ad esempio in Italia, Spagna, Colombia. In particolare, in Italia, sta portando avanti il progetto pilota EDGE – Energia da risorse Distribuite per la Gestione della rete di E-distribuzione – una sperimentazione su larga scala per l'approvvigionamento dei servizi di flessibilità approvata per l'anno 2024 con Delibera ARERA 365/2023/R/eel e che coinvolge oltre 550.000 prosumer in 4 province.

L'impegno di Enel per lo sviluppo di reti moderne e digitalizzate è stato ribadito in occasione dell'ultimo Capital Markets Day di novembre scorso, dove ha annunciato un piano di investimenti lordi nelle reti di 18,6 miliardi di euro per il triennio 2024-2026, in crescita rispetto al piano precedente. In Italia gli investimenti nelle reti negli anni di piano ammontano a 12,2 miliardi di euro



lordi, marcando un aumento del 47% rispetto al Piano 2021-2023. Gli sforzi economici si concentreranno sul miglioramento in termini di qualità, resilienza e digitalizzazione, nonché sulle nuove connessioni, incrementando la hosting capacity della rete (la capacità di accogliere e integrare risorse distribuite). Importanti anche gli interventi che verranno realizzati grazie alle risorse del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza: tra i finanziamenti destinati alla rete elettrica, che ammontano complessivamente a 4,1 miliardi di euro, 3,5 miliardi di euro sono stati assegnati a 24 progetti di e-distribuzione volti al rafforzamento delle Smart Grid e all'aumento della resilienza dell'infrastruttura rispetto agli eventi climatici.

La bozza di Piano Clima ed Energia di giugno scorso prospetta una crescita di capacità rinnovabile in Italia di circa 65 GW entro il 2030, portando la capacità totale installata a 131 GW; di questa, circa 80 GW¹⁰ sarà connessa sulla rete di distribuzione (più del doppio rispetto al 2023). **L'obiettivo primario degli investimenti Enel nelle reti, in Italia come negli altri Paesi di presenza, è quello di renderle preparate ad accogliere quantità sempre maggiori di energia rinnovabile, fornire più potenza, oltre che garantire una maggiore tenuta nei confronti dei fenomeni atmosferici.**

¹⁰ Stima sulla base dei dati della Bozza di Piano Nazionale Clima e Energia di giugno 2023

Infrastrutture intelligenti per monitorare e gestire traffico e mobilità a Milano

La strategia ambientale del Comune di Milano in termini di mobilità cittadina si articola su una pluralità di interventi, tra i quali i principali sono Area B e Area C, che si inseriscono in una serie di indirizzi a sostegno della strategia complessiva. Accanto ad essi, il crescente sviluppo della rete delle metropolitane, sempre più integrata con tutti i servizi di mobilità presenti sul territorio, tra cui anche il sistema di sharing, rappresentano un insieme di strumenti integrati con l'obiettivo di limitare l'inquinamento e l'uso delle auto private in tutta la città.

DOI 10.12910/EAI2024-022



di Valentino Sevino, Direttore generale dell'Agenzia Mobilità ambiente territorio (AMAT)
e di Paolo Campus, Area Pianificazione Mobilità AMAT

La strategia ambientale del Comune di Milano in termini di mobilità cittadina si articola su una pluralità di interventi, tra i quali i principali sono Area B e Area C, che si inseriscono in una serie di indirizzi a sostegno della strategia complessiva. Accanto ad essi, il crescente sviluppo della rete delle metropolitane, sempre più integrata con tutti i servizi di mobilità presenti sul territorio, tra cui anche il sistema di sharing, rappresentano un insieme di strumenti integrati con l'obiettivo di limitare l'inquinamento e l'uso delle auto private in tutta la città.

Dal punto di vista dei principali provvedimenti di carattere strutturale messi in campo dal Comune di Milano, Area C rientra tra le prime politiche adottate per regolare la domanda di mobilità su mezzo privato nell'area designata, con la conseguente ridu-

zione delle emissioni inquinanti. La ZTL Area C è il provvedimento basato sul principio della congestion charge che regola il sistema d'ingresso tramite il pagamento di una somma per le auto che intendano accedere nel centro di Milano, conosciuta anche come area Cerchia dei Bastioni.

Area C nasce anche per rispettare la volontà espressa dai cittadini milanesi durante il referendum del 12-13 giugno 2011, dove il 79,1% dei votanti si è espresso a favore di "un piano di interventi per potenziare il trasporto pubblico e la mobilità pulita alternativa all'auto, attraverso l'estensione a tutti gli autoveicoli (esclusi quelli ad emissione zero) e l'allargamento progressivo fino alla cerchia filoviaria del sistema di accesso a pagamento, con l'obiettivo di dimezzare il traffico e le emissioni inquinanti".

Dal 16 gennaio 2012, l'Area C ha sostituito il precedente sistema di ingresso in centro città di Milano denominato Ecopass, una pollution charge che aveva la medesima area di applicazione.

La ZTL Area C è delimitata da 43 varchi muniti di telecamere, di cui 7 ad uso esclusivo del trasporto pubblico. Area C è attiva dal lunedì al venerdì dalle 7.30 alle 19.30 e si può accedere pagando una somma di ingresso di 7,5 euro. Anche i residenti nell'Area C pagano l'ingresso, pur beneficiando di 40 ingressi annuali gratuiti fino a dicembre 2023, che sono diventati 50 transiti annuali gratuiti a gennaio 2024. L'accesso è gratuito per i veicoli elettrici, i ciclomotori, le moto e i veicoli ibridi M1 (a propulsione elettrico-termica) con un contributo di emissioni ≤ 100 g/km. L'accesso è sempre consentito ai veicoli a benzina Euro 6.

L'accesso è sempre consentito ai veicoli a benzina Euro 6.



La low emission zone

L'accesso è progressivamente vietato ai veicoli in funzione della loro classe di emissioni, rispettando gli standard emissivi secondo una timeline a divieti progressivi fissata dal Comune di Milano, fino al 2030 quando a tutti i veicoli a motore Diesel sarà vietata la circolazione nell'area sottoposta alla congestion charge.

Accanto alla ZTL Area C, a Milano, dal 2019, è in vigore anche la ZTL Area B, ovvero una nuova zona a traffico limitato avente le caratteristiche di una Low Emission Zone (Zona a Basso Livello di Emissioni).

La ZTL Area B, in vigore negli stessi orari di Area C, ovvero dal lunedì al venerdì dalle 7.30 alle 19.30, è dunque una ZTL delimitata da 188 varchi muniti di telecamere e che comprende il 72% dell'intero territorio comunale e il 97% della popolazione residente, in cui si accede solo se si rispettano determinati requisiti ambientali. Viste le finalità ambientali della disciplina,

nella definizione del perimetro della citata zona a traffico limitato, si è perseguito l'obiettivo della massima inclusione del territorio e in particolare delle aree caratterizzate da elevata densità residenziale, al fine di dare maggiore efficacia al provvedimento e rendendo ancora più stringente l'obiettivo di comprendere la più ampia quota del territorio stesso nonché della popolazione residente.

"Area B", dal punto di vista ambientale, prevede dei divieti modulati progressivamente nel tempo estesi ai veicoli più vecchi e inquinanti, secondo gli standard emissivi fissati dal Comune di Milano e che prevedono il divieto di circolazione di tutti i veicoli a motore Diesel al 2030.

Tutti i dispositivi dei varchi di accesso, sia quello di Area C, sia quello di Area B, si interfacciano direttamente con il sistema di controllo del traffico installato presso il Comune di Milano attraverso un protocollo di comunicazione che consente di trasmettere

tutte le informazioni necessarie per il controllo e la gestione degli accessi in città.

Le piattaforme digitali di mobilità integrata (MAAS) e di gestione delle flotte TPL

Nell'ambito dell'iniziativa in attuazione dell'investimento 1.4.6 del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) "MaaS for Italy", avviata congiuntamente dal Ministero per l'innovazione Tecnologica e la Transizione Digitale (MITD) e il Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (MIMS), il Comune di Milano è stato selezionato per sperimentare il progetto MaaS - Mobilità come Servizio - Mobility as a Service - a favore di una maggiore accessibilità, multimodalità e sostenibilità degli spostamenti.

Il progetto MaaS di Milano ha previsto una fase iniziale volta all'individuazione di uno o più soggetti disposti a sviluppare una soluzione MaaS integrando più operatori di trasporto

(incluso il Trasporto Pubblico Locale) con un'offerta multimodale che coinvolgesse almeno tre tipologie di trasporto diverse tra loro (estendendosi a taxi e forme di mobilità in sharing). Successivamente si è dato avvio alla sperimentazione, dove i cittadini (o city user) hanno rivestito il ruolo di partecipanti attivi (circa 2.000 richieste di sperimentazione con un tasso di digitalizzazione degli utenti dell'80% e più di 1.200 sperimentatori attivi con questionari e viaggi Maas), anche grazie a contributi erogati dal Comune di Milano sulla base di specifici cluster individuati, in modo da testare il sistema e incentivarne l'utilizzo. **Sono stati individuati quattro gruppi distinti di utenti: studenti universitari residenti e non residenti a Milano, lavoratori non residenti a Milano con sede in città, categorie deboli (genitori con bambini sotto i 4 anni, donne in stato di gravidanza e persone con disabilità) e utilizzatori di auto in divieto di circolazione rispetto a ZTL ambientali, in entrambi i casi residenti a Milano.** I contributi, per i quali è stato complessivamente destinato un milione di euro, sono stati utilizzati per concorrere nella misura massima dell'80% all'acquisto di pacchetti di mobilità esclusivamente tramite i cinque MaaS operator che hanno aderito alla sperimentazione.

La sperimentazione si iscrive nel quadro delle misure atte a **supportare e incentivare la mobilità di specifiche categorie di utenti in modo da favorire comportamenti multimodali virtuosi**, ottimizzando in questo modo la pianificazione del viaggio in maniera consapevole e attenta all'ambiente, contribuendo a fronteggiare in tal modo sia l'emergenza climatica sia le criticità indotte dal traffico.

La guida autonoma

Nell'ambito della stessa linea di finanziamento "Maas for Italy", il progetto

presentato da Milano è stato selezionato per la sperimentazione di un "Living lab", ovvero un sistema che integra processi di ricerca e innovazione in condizioni reali. Si tratta di una sperimentazione operativa su linee di trasporto pubblico già attive, che possa favorire lo sviluppo di nuovi servizi al cittadino, migliorando la sicurezza, l'affidabilità e la resilienza del sistema TPL.

In particolare, Milano ha candidato il percorso della linea 90-91 per raggiungere tre obiettivi strategici: connettività, inter-modalità e fabbisogni dei cittadini. Su questa linea si sperimenteranno delle tecnologie per la guida autonoma, sistemi di interscambio nell'ottica MaaS in alcune stazioni e la possibilità di eseguire test per auto a guida autonoma da parte di case automobilistiche o altri operatori. A Milano sono stati destinati 7 milioni di euro, messi a disposizione per la sperimentazione del Living lab, che, grazie all'innovazione tecnologica, porteranno alla diffusione e allo sviluppo di sistemi di guida autonoma nell'ambito del trasporto pubblico e privato.

I pagamenti digitali e i servizi on-demand

Da aprile 2023, su tutti i mezzi di superficie di ATM Milano (Azienda Trasporti Milanesi) è possibile pagare in modalità contactless il biglietto della corsa. Grazie all'installazione di 1.500 nuovi dispositivi, la modalità di pagamento contactless tramite carta di credito o smartphone è stata estesa anche ai bus, tram e filobus ATM, mentre da quattro anni era già presente sulle cinque linee della metro.

Per quanto riguarda i servizi di trasporto on-demand, Milano sta sperimentando un servizio flessibile a chiamata, in zone/fasce orarie caratterizzate da domanda debole, capace di adattare l'offerta alle reali esigenze

degli utenti. La sperimentazione testerà un servizio di trasporto flessibile, complementare al servizio di linea tradizionale, e adotterà soluzioni innovative, come l'uso di tecnologie digitali, con la possibilità di prenotare tramite app o telefono e pagare con carta di credito. Due saranno gli ambiti della sperimentazione in comuni dell'area urbana di Milano, con adduzione a stazioni ferroviarie e metropolitane.

I portali per la partecipazione e il coinvolgimento dei cittadini sui temi della mobilità

Il trasporto e le diverse modalità di spostamento all'interno del centro abitato sono uno dei temi essenziali, per la sostenibilità e la qualità ambientale e della vita in una città come Milano, trattati all'interno **dell'Assemblea Permanente dei Cittadini sul Clima**. I contenuti delle attività trattate in Assemblea vengono resi pubblici tramite la **piattaforma Milano Partecipa e il sito Milano Cambia Aria**. Inoltre, i cittadini sono invitati a comunicare fra loro, previa registrazione, tramite una piattaforma finalizzata proprio a contenere le diverse community di Milano Cambia Aria, una delle quali è appunto la community dei cittadini partecipanti all'assemblea. Vista l'ampiezza dell'argomento "mobilità e qualità dell'aria", il gruppo di lavoro per l'anno corrente 2024, si focalizzerà su gestione delle auto e dei parcheggi, dalla gestione/pianificazione delle auto private ma soprattutto della sosta. Lo scopo è quello di dare ai/alle partecipanti un livello di conoscenza tale da poter contribuire con raccomandazioni e suggerimenti. Gli strumenti "cornice" del Comune di Milano di riferimento per il lavoro sono il PGTU (Piano generale del traffico urbano) e il PUP (Programma urbano parcheggi). **L'approccio comune a entrambi gli strumenti è quello che**

il suolo è un bene pubblico, anche quello a uso "sosta", e l'obiettivo deve essere di usarne sempre meno a scopo di posteggio auto private (es. rimozione progressiva dei parcheggi su aree alberate).

Le infrastrutture per l'elettrificazione dei sistemi di mobilità

Tra i piani per il miglioramento della qualità dell'aria e della vita all'interno del contesto urbano, rientra l'adozione di **strategie volte alla riduzione delle emissioni climalteranti e degli inquinanti emessi dalla combustione dei veicoli.**

L'Amministrazione comunale di Milano ritiene fondamentale orientare parte degli investimenti verso la conversione dei mezzi pubblici e privati in veicoli elettrici e a zero emissioni, unitamente a un piano di sviluppo delle colonnine di ricarica.

In riferimento al trasporto pubblico, il Comune di Milano ha incrementato gli investimenti nell'ambito dell'elettrificazione, con il piano "Full Electric"

di ATM, avviato nel 2017, che prevede di dotare la città entro il 2030 di un servizio di trasporto pubblico interamente a trazione elettrica, dismettendo gradualmente i veicoli alimentati a gasolio. Il piano prevede inoltre l'installazione di impianti di ricarica in linea, l'adeguamento dei depositi per la ricarica elettrica e la costruzione di due nuovi depositi.

Con il progressivo diffondersi della mobilità elettrica si assiste anche a una diminuzione di veicoli a combustione interna alimentati con diesel, benzina e gas con una conseguente crescita di auto che sfruttano l'energia elettrica. I veicoli elettrici privati sono la soluzione più diffusa per accedere alla mobilità elettrica e consentono di spostarsi senza inquinare. Inoltre, usufruiscono di agevolazioni e vantaggi per l'ingresso in città, come la sosta gratuita negli spazi riservati ai residenti e negli spazi destinati alla sosta a pagamento e l'accesso gratuito in Area C con libera circolazione in Area B.

Inoltre, anche la mobilità condivisa rappresenta un'opportunità di scelta di mezzi 100% elettrici per le diverse esigenze: monopattini, biciclette a pedalata assistita, scooter e auto. **Nei prossimi anni Milano punta all'elettrificazione totale dei mezzi in sharing e a un parco circolante "green" attraverso il ricambio delle flotte motorizzate verso veicoli più sostenibili, riducendo così l'inquinamento prodotto dai veicoli più inquinanti.**

Il processo di conversione verso mezzi di trasporto elettrici, prevede inoltre anche **lo sviluppo della rete dei punti di ricarica. Il Comune di Milano sta potenziando la rete di infrastrutture e il numero di colonnine elettriche sul suolo pubblico, per far fronte alla domanda crescente di veicoli elettrici. Il numero di colonnine di ricarica elettrica è in costante crescita: ad oggi sono più di 400 le colonnine di ricarica in città, con più di 800 punti di ricarica, con un tasso di crescita di quasi il 50% nel 2023 rispetto all'anno precedente.**

Il ruolo cruciale delle smart grid per il successo della transizione energetica

Le reti elettriche rappresentano un'infrastruttura fondamentale per il successo della transizione energetica nell'Unione Europea e il loro ammodernamento, ampliamento e sviluppo intelligente risulta necessario, soprattutto alla luce dei rapidi cambiamenti nella generazione di energia elettrica e della recente crisi energetica. Dopo essere state trascurate a lungo, le reti elettriche sono quindi tornate in cima all'agenda politica dell'UE. Il presente contributo fornisce una panoramica sulle più recenti politiche europee che trattano il tema, con un focus particolare sulla smartizzazione delle reti.

DOI 10.12910/EAI2024-023



M. Menon, Operations and Communication manager EERA JP Smart Grids - European Energy Research Alliance;
L. Martini, Direttore Dipartimento Tecnologie di Trasmissione e Distribuzione - RSE, Coordinatore EERA JP Smart Grids;
M. Cabiati, Supporto ad attività internazionali e progetti europei, Dipartimento Tecnologie di Trasmissione e Distribuzione - RSE

L'Unione Europea ha uno dei sistemi elettrici più ampi e resilienti al mondo. Con un'estensione totale che supera gli 11 milioni di chilometri e con al suo interno oltre 400 interconnessioni transfrontaliere che permettono di collegare tra loro le diverse reti elettriche nazionali, essa garantisce quotidianamente una fornitura di energia affidabile, stabile e di elevata qualità a circa 600 milioni di consumatori¹.

Nel corso della recente crisi energe-

tica, legata principalmente all'aumento della domanda globale di energia post-COVID e alle conseguenze economiche e geopolitiche della difficile situazione internazionale, l'esistenza di infrastrutture di rete e mercati dell'energia elettrica avanzati e ben interconnessi ha apportato **preziosi benefici** in termini di maggiore sicurezza dell'approvvigionamento, accesso all'energia elettrica a prezzi competitivi da paesi vicini e un'integrazione più rapida delle energie rinnovabili nelle reti elettriche².

L'evoluzione delle reti elettriche a supporto alla transizione energetica

Quest'ultimo aspetto in particolare ha però anche contribuito a mettere ulteriormente in luce problematiche esistenti da tempo, legate alla **necessità urgente di ammodernare, ampliare e sviluppare in modo intelligente la rete elettrica europea concepita per funzionare in condizioni che nel corso dei decenni sono notevolmente variate**. Infatti, al fine di riuscire a rispondere alle pressanti sfide

¹ E. Cremona, EMBER, "Power in Unity Doubling electricity interconnection can boost Europe's green transition and strengthen security of supply", giugno 2023. [Online]. Disponibile: <https://ember-climate.org/insights/research/breaking-borders-europe-electricity-interconnectors/>

² Commissione europea, "Grids, the missing link - An EU Action Plan for Grids", novembre 2023. [Online]. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2023%3A757%3AFIN>

climatiche e raggiungere gli obiettivi previsti per il 2030, il 2040 e la neutralità climatica entro il 2050, **il panorama della generazione di energia elettrica sta notevolmente mutando**. Da poche centrali di grandi dimensioni sotto il pieno controllo degli operatori di rete, si è giunti ora alla presenza di milioni di dispositivi in grado di produrre energia (es. moduli fotovoltaici) non direttamente controllabili dagli operatori di rete e la cui generazione varia in funzione delle condizioni meteorologiche. Questo cambiamento è stato trainato dalle politiche volte a contrastare i cambiamenti climatici in atto e, più recentemente, a mitigare le contingenze legate alla crisi energetica. Queste politiche hanno impresso una significativa accelerazione alla transizione verso forme di energia pulita variabili, principalmente da fonte solare ed eolica, i cui risultati appaiono evidenti: nel 2023, per il primo anno nella storia dell'UE, il 44% della produzione di elettricità è stata generata da fonti rinnovabili (in prevalenza da energia eolica e solare, per il 27%)^{3,4}. Come anticipato, **la natura variabile delle fonti rinnovabili e il loro crescente utilizzo nella produzione di elettricità, richiedono però l'ammmodernamento, il rinforzo, l'espansione e lo sviluppo intelligente delle reti elettriche che dovranno progressivamente convertirsi in un**

sistema più decentralizzato, digitalizzato e flessibile⁵.

Al contempo, è previsto che **nell'UE il consumo di energia elettrica aumenterà di circa il 60% entro il 2030**⁶, trainato dalla rapida conversione all'elettrico di settori attualmente ancora dominati dai combustibili fossili e in primis da una maggior diffusione di veicoli elettrici, di pompe di calore per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti e dalla crescente produzione di idrogeno mediante elettrolizzatori⁷.

Il notevole aumento della produzione elettrica da fonti rinnovabili da un lato e la maggiore diffusione di tecnologie pulite dall'altro, hanno quindi iniziato a scontrarsi con una capacità delle reti che inizia a risultare limitata, causata da un'espansione talvolta insufficiente, dall'invecchiamento delle infrastrutture e da una insufficiente flessibilità. A tal proposito, anche l'IEA, in un report recentemente pubblicato⁸, ha ribadito che, dopo decenni di bassi investimenti e la forte richiesta di integrazione di generazione da fonte rinnovabile non programmabile, **le reti rischiano di diventare l'anello debole della transizione verso l'energia pulita**, sottolineando che è responsabilità dei decisori politici creare le condizioni quadro che consentano di trasformarle, modernizzarle ed espanderle.

È quindi alla luce di questi recenti sviluppi e di queste diffuse considerazioni che, dopo essere state trascurate a lungo, **le reti sono recentemente tornate in cima all'agenda politica dell'UE**.

Investire nello sviluppo delle reti

Il Piano **RePowerEU**, presentato dalla Commissione europea nel maggio 2022 in risposta alle difficoltà e alle perturbazioni del mercato energetico globale causate dall'invasione dell'Ucraina da parte della Russia, solleva **l'urgenza di investire nell'ulteriore sviluppo delle reti**⁹.

Sempre a maggio 2022, è entrato poi in vigore il nuovo **regolamento sulle reti transeuropee per l'energia (TEN-E)**¹⁰, che individua 11 corridoi e 3 aree tematiche prioritarie da sviluppare e interconnettere, con l'obiettivo di contribuire all'integrazione delle energie rinnovabili, completare il mercato europeo dell'energia e consentire ai consumatori di programmare/gestire meglio il proprio consumo energetico. La nuova versione del regolamento aggiorna, inoltre, le categorie di infrastrutture ammissibili al sostegno, con particolare attenzione alla decarbonizzazione, e pone un nuovo accento sulle reti elettriche offshore, le infrastrutture per l'idrogeno e lo sviluppo delle reti intelligenti (sia elettriche, che del gas).

³ EMBER, "European Electricity Review 2024", febbraio 2024. [Online]. Disponibile: <https://ember-climate.org/insights/research/european-electricity-review-2024/>

⁴ Il piano RePowerEU prevede che il 72% della produzione di energia elettrica provenga da fonti rinnovabili entro il 2030, rispetto al 44% del 2023. Il raggiungimento di questo obiettivo sarà guidato dall'eolico e dal solare, che dovrebbero raddoppiare dal 27% nel 2023 al 55% nel 2030

⁵ Cfr. 2

⁶ Cfr. 2

⁷ IEA, "Electricity Grids and Secure Energy Transitions", ottobre 2023. [Online]. Disponibile: <https://www.iea.org/reports/electricity-grids-and-secure-energy-transitions>

⁸ Cfr. 7

⁹ Commissione europea "Piano RePowerEU", Maggio 2022. [Online]. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A230%3AFIN&qid=1653033742483>

¹⁰ Regolamento (UE) 2022/869 del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 maggio 2022 sugli orientamenti per le infrastrutture energetiche transeuropee, che modifica i regolamenti (CE) n. 715/2009, (UE) 2019/942 e (UE) 2019/943 e le direttive 2009/73/CE e (UE) 2019/944, e che abroga il regolamento (UE) n. 347/2013. [Online]. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:32022R0869&qid=1664433022493>



È più recente invece la **comunicazione sulla revisione del piano strategico per le tecnologie energetiche (SET Plan)**¹¹ (ottobre 2023), in cui la Commissione Europea riafferma tra le priorità dell'UE quella di fornire un **sistema energetico intelligente** e incentrato sul consumatore (Priorità 2). A tal proposito, **il nuovo SET Plan contribuirà ad accelerare da un lato lo sviluppo di soluzioni innovative e flessibili per ottimizzare la rete esistente e, dall'altro, di tecnologie innovative capaci di garantire sicurezza, stabilità e cyber resilienza al sistema energetico.**

Le politiche europee per lo sviluppo delle infrastrutture di rete

Il documento probabilmente più rilevante è stato invece pubblicato il 28 novembre scorso. Si tratta del **Piano d'azione dell'UE per le infrastrutture di rete**¹², pubblicato dalla Commissione Europea a seguito del Forum di alto livello sul "Futuro delle nostre reti" tenutosi a settembre 2023 e organizzato da ENTSO-E. **Il piano d'azione ribadisce che le tre tappe fondamentali per garantire il successo della transizione energetica consistono nella modernizzazione, espansione e nello sviluppo intelligente della rete.** La Commissione sottolinea poi che, soprattutto le reti di distribuzio-

ne, devono assumere nuovi compiti, avanzando e completando la loro trasformazione verso reti ancor più intelligenti, digitalizzate, monitorate in tempo reale, automatizzate e controllabili da remoto e inoltre cyber sicure. **Nel complesso, secondo le stime della Commissione, solo in questo decennio serviranno circa 583,8 miliardi di EUR**¹³ di investimenti nelle reti elettriche, corrispondenti al 15% della quota totale degli investimenti complessivi necessari entro il 2030 per raggiungere degli obiettivi di RePowerEU.

Più nel dettaglio, il piano d'azione individua sette sfide e per ciascuna sfida interventi e raccomandazioni per farvi fronte nel breve e medio

¹¹ Commissione europea, "Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale sulla revisione del piano strategico per le tecnologie energetiche (SET)", ottobre 2023. [Online]. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023DC0634&qid=1698315020718>

¹² Cfr. 2

¹³ Commissione europea, "Commission staff working document implementing the REPower EU Action Plan: investment needs, hydrogen accelerator and achieving the bio-methane targets. Accompanying the document Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions REPowerEU Plan", maggio 2022. [Online]. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=SWD%3A2022%3A230%3AFIN>

termine. Focalizzando l'attenzione sullo sviluppo intelligente della rete, tra di esse una è precisamente dedicata al migliore utilizzo delle infrastrutture di rete esistenti e alla loro trasformazione in reti intelligenti.

A dicembre 2023, il Parlamento europeo e il Consiglio hanno anche raggiunto un accordo provvisorio sulla riforma dell'assetto del mercato dell'energia elettrica dell'UE, proposta dalla Commissione Europea a marzo dello stesso anno. Il testo di accordo provvisorio specifica che il rafforzamento del mercato interno dell'energia e il raggiungimento degli obiettivi di transizione climatica ed energetica richiedono un **sostanziale aggiornamento della rete elettrica dell'Unione** per poter integrare in rete un massiccio aumento della capacità di generazione da fonte rinnovabile, nonché una crescente domanda come quella associata ai veicoli elettrici e alle pompe di calore. Il testo specifica che **gli investimenti nelle reti sono fondamentali per il corretto funzionamento del mercato interno e che qualsiasi riforma del mercato dell'energia elettrica dell'Unione dovrebbe contribuire a una rete elettrica europea più integrata**. Entrando maggiormente nello specifico, il testo sottolinea anche che le autorità di re-

golamentazione possono introdurre obiettivi di prestazione per incentivare gli operatori dei sistemi di trasmissione e distribuzione ad aumentare l'efficienza complessiva delle loro reti, anche attraverso azioni atte a favorire l'efficienza energetica, l'uso di servizi di flessibilità e lo **sviluppo di reti intelligenti e sistemi di misurazione intelligenti**¹⁴.

Il Joint Programme sulle Smart Grids di EERA: cooperazione nel settore ricerca e sviluppo delle reti elettriche

All'interno di questo quadro, il **Joint Programme sulle Smart Grids (JP SG)** della European Energy Research Alliance, favorisce la cooperazione a livello Europeo nel settore della ricerca e sviluppo delle reti elettriche. Coinvolgendo oltre 35 tra i maggiori centri di ricerca ed università europee, ed organizzato in 5 sub-programmes (SP), il JP SG copre tutto l'ampio spettro di tematiche relative all'evoluzione ed all'ammodernamento del sistema elettrico per favorire il raggiungimento degli obiettivi del SET Plan. **Centrale è lo studio di tecnologie e strumenti per la gestione avanzata dei sistemi energetici, oggetto del SP1, così come l'integrazione nelle reti elettriche di soluzioni per l'accumulo**

di energia al fine di gestire la variabilità delle nuove fonti energetiche, tema trattato dal SP2. La flessibilità delle reti di distribuzione, l'impatto delle risorse energetiche distribuite, ed il coinvolgimento dei consumatori tramite soluzioni di digitalizzazione sono invece l'oggetto rispettivamente del SP3 e del SP4. Infine, il SP5 del JP SG si occupa dell'ammodernamento delle reti elettriche di trasmissione, l'ossatura del sistema che permette la trasmissione di energia su grandi distanze e garantisce la sicurezza dell'approvvigionamento di energia elettrica. Oltre a queste tematiche principali, altri argomenti vengono affrontati secondo le esigenze che emergono durante lo sviluppo dei differenti progetti che i membri del JP portano avanti.

È infine importante sottolineare che la collaborazione all'interno del JP, oltre a facilitare lo scambio di informazioni e risultati, si propone di contribuire allo sviluppo e alla diffusione delle Smart Grid fungendo da collettore e punto di contatto per la ricerca su questo tema. Questo permette inoltre di limitare la duplicazione di progetti simili, aumentando quindi l'efficienza della ricerca europea nel settore delle reti elettriche.

¹⁴ Council of the European Union, "Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Regulations (EU) 2019/943 and (EU) 2019/942 as well as Directives (EU) 2018/2001 and (EU) 2019/944 to improve the Union's electricity market design - Analysis of the final compromise text with a view to agreement", dicembre 2023. [Online]. Disponibile: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-16964-2023-INIT/en/pdf>

La transizione delle città a smart city deve essere la più rapida possibile



Intervista con Alessia Cappello, Assessora allo Sviluppo Economico e Politiche del Lavoro del Comune di Milano

Alessia Cappello è dall'ottobre 2021 Assessora allo Sviluppo Economico e alle Politiche del Lavoro con delega all'implementazione e allo sviluppo delle imprese innovative nella giunta comunale milanese guidata da Giuseppe Sala. Nella sua attività rientrano numerosi settori strategici della città, le politiche legate all'occupazione, la tutela e lo sviluppo dei settori del commercio, dell'impresa, dell'artigianato, delle attività produttive, dei servizi, oltre che la gestione di spazi e aree pubbliche e lo sviluppo delle imprese innovative. In questa intervista abbiamo chiesto all'Assessora Cappello: quali sono, secondo la sua esperienza, le direttrici su cui puntare per rendere le nostre città più smart, più sostenibili, efficienti, inclusive e competitive tenendo conto che oggi oltre il 50% della popolazione mondiale vive nelle città che consumano il 75% delle risorse naturali e sono responsabili dell'80% delle emissioni di tutto il pianeta?

L'attrattività delle città è innegabile ed è confermata dai dati. Le città sono luoghi di crescita, di formazione, di relazioni e di grandi opportunità. Tuttavia la transizione a smart city deve essere più rapida possibile in Italia e nel mondo (penso a Paesi che stanno vedendo un processo di urbanizzazione rapidissimo come Cina e India) e deve includere diversi elementi che contribuiscono a formare il mix necessario per ridurre l'impatto della gentrificazione: transizione ecologica e digitale, e soprattutto inclusione sociale. Partendo dalla transizione ecologica, occorre aumentare l'efficienza energetica degli edifici superando il consumo di combustibili fossili, favorire l'utilizzo di energia verde, stimolare la digitalizzazione dell'energia, passando poi per la mobilità sostenibile e una razionalizzazione nella fruizione della rete stradale, riducendo gli sposta-

menti e aumentando gli spazi verdi.

“Le città sono luoghi di crescita, di formazione, di relazioni e di grandi opportunità”

Per favorire un più alto livello della qualità della vita dei cittadini, una più efficace tutela dell'ambiente ma anche risparmi sui costi, ritorni sugli investimenti e una maggiore competitività delle imprese ed occupazione, una grande opportunità può essere rappresentata dall'innovazione in chiave di 'smartizzazione': Smart city, grid, community, mobility ecc. per fare alcuni esempi.

Parlerei più di "Smart Landscape", che riguarda l'intera area metropolitana e che include la smart city potenziandola con tecnologie abilitanti come AI e blockchain, in cui dati ed energia vengano gestiti in maniera consapevole, e in cui la governance delle città sia frutto di una strategia. Alcune scelte sono dirimenti nello sviluppo della smart city e nella gestione energetica e idrica, come ad esempio la dislocazione dei data center.

La Milano Smart City Alliance, promossa da Assolombarda in collaborazione con il Comune di Milano e alcune Amministrazioni della Città Metropolitana, si propone come laboratorio per elaborare un modello sperimentale per la creazione delle prime Comunità Energetiche (CER) a matrice pubblica: un laboratorio per mettere a fattor comune le competenze e le esperienze dalle proprie imprese e per tracciare un percorso virtuoso che



porterà alla diffusione dello strumento come leva per la transizione energetica del territorio.

Già da aprile del 2023 la Giunta Comunale ha approvato una strategia per lo sviluppo delle Comunità Energetiche Rinnovabili Solidali (CERS) nell'area urbana, identificando 5 zone su cui attivare altrettanti progetti: Bovisa, Città Studi, Ghisolfa, Niguarda/Affori e Chiaravalle. Queste comunità sostengono la transizione ecologica e l'uso di fonti energetiche rinnovabili, contribuendo così a contrastare la povertà energetica e i costi elevati dell'energia. Inoltre, le CER promosse sono anche solidali, ovvero capaci di reinvestire gli incentivi in progetti locali.

“ **Il nostro benchmark sono le ‘best in class’ mondiali** ”

Nella sua esperienza di Assessore al Comune di Milano quali sono le principali sfide da affrontare lungo questo percorso? E perché Milano è considerata fra le città più smart d'Europa?

Sulla base dei diversi parametri che stabiliscono i requisiti di una “smart city”, Milano è sempre tra le città italiane che si sono impegnate di più a livello nazionale. Ma non basta, c'è ancora un lavoro enorme da fare e il nostro benchmark sono le “best in class” mondiali. Una sfida importante riguarda gli aspetti della transizione ecologica di cui abbiamo parlato. E, in vista dell'aumento della popolazione, sarà fondamentale sviluppare un processo condiviso con la cittadinanza affinché diventi sempre più protagonista della trasformazione, in particolare la generazione Z sarà fondamentale nel ridefinire e applicare nuovi valori e comportamenti per metropoli che siano più vivibili. Milano ha attivato prima di tutte le altre città italiane azioni molto concrete, come il progetto europeo Sharing cities che ha totalmente trasformato un quartiere della città tra lo scalo di Porta Romana e Chiaravalle ¹.

Ma anche in termini di politiche, la visione che ha ispirato l'amministrazione è stata sempre quella “human centered” dove le tecnologie non sono un fine ma strumento per migliorare la qualità della vita dei cittadini e l'ambiente dove si vive. Negli anni l'amministrazione ha anche sostenuto sotto il profilo dell'innovazione econo-

mica molte start up che si sono specializzate proprio in questi ambiti, beneficiando dell'ecosistema milanese.

“ **La cittadinanza deve diventare protagonista della trasformazione** ”

Le politiche nazionali ed europee per la transizione energetica richiedono un cambio di paradigma che attui una radicale trasformazione nella gestione delle infrastrutture e delle città, coinvolgendo anche attivamente produttori e consumatori per ridurre i consumi di energia primaria da fonti fossili e salvaguardare il benessere socioeconomico. La digitalizzazione del settore energetico è cruciale per favorire l'integrazione delle fonti rinnovabili e ridurre la dipendenza dalle fonti fossili, mantenendo al contempo la sicurezza delle reti energetiche. Quali sono le sfide che una città come Milano deve affrontare per promuovere la transizione nel settore energetico e quali strategie pensa che debbano essere adottate per superarle? In questo contesto, qual è la strategia del Comune di Milano?

Le sfide sono molteplici, su molti piani diversi. Sul piano della mobilità pubblica e privata è sempre più necessario investire in una transizione energetica verso mezzi sostenibili, incentivando il trasporto privato sostenibile, laddove possibile anche con investimenti in infrastrutture, ma soprattutto stimolando il trasporto pubblico (ad esempio attraverso la collaborazione con Milano&Partners invitiamo i turisti a scegliere i mezzi pubblici - per esempio con il City Pass, ma anche nella comunicazione che sostiene e promuove le Week cittadine), i consumi energetici e le soluzioni per un'economia green - occorre abbracciare la sfida del PNRR investendo in soluzioni (prodotti e servizi) che facilitino la transizione, ma è anche fondamentale stimolare l'ecosistema ad adottare nuove soluzioni. In questo senso, sempre con Milano & Partners, proviamo sempre a raccontare questa dimensione di Milano lato innovazione, nell'ottica di attirare talenti e giovani menti visionarie pronte ad accogliere la sfida e a sviluppare o espandere i loro business sostenibili in città ².

¹ <https://sharingcities.eu>

² <https://milanosmartcity.it/>



“Le politiche nazionali ed europee per la transizione energetica richiedono un cambio di paradigma”

Anche sul fronte lavoro, stiamo promuovendo un’idea di Smart Working Community, che aiuti a ripensare il lavoro agile: stiamo sviluppando una community di imprese che trasformano spazi delle proprie sedi in luoghi di lavoro condiviso aperti ai dipendenti delle altre imprese partner e del Comune di Milano. Un’idea semplice ma al contempo una leva straordinaria per dare concretezza a obiettivi ambiziosi come la città a 15 minuti e accompagnare i grandi cambiamenti in atto in ambito urbano e non solo.

Milano è un centro di innovazione, con la presenza di numerose start-up, centri di ricerca, istituzioni accademiche e fondi di investimento. È una città considerata leader nella presenza e sviluppo delle start up e nella presenza dei fondi che le finanziano e le promuovono. Come si è arrivati a ricoprire questo ruolo? È il risultato di una strategia appositamente adottata? Se sì quale?

Milano è votata all’attrattività di grandi aziende e aziende innovative, oltre ad essere un hub che ha sempre strategicamente lavorato per accogliere e integrare al meglio startup e fondi. Sin dall’inizio del mio mandato questo obiettivo è stato per me fondamentale e ho messo il massimo impegno per far sì che Milano potesse posizionarsi tra le capitali europee dell’innovazione al fianco di altre grandi. Ebbene, per ottenere questo traguardo ho lavorato per step.

Dapprima ho attivato una prima fase di ascolto di tutti i protagonisti del mondo VC & PE, delle start up, degli incubatori e delle Università. Tutti hanno chiesto di creare una rete concreta, funzionale e fluida tra i soggetti protagonisti a livello locale, e crearne nel contempo anche una verticale con altri soggetti internazionali.

Insieme alle Direzioni abbiamo voluto creare un grande centro dell’innovazione che permettesse ai soggetti locali di fare network: abbiamo lanciato un bando per la creazione dello Smart City Lab in via Ripamonti 88, che sarà il primo luogo in Italia interamente dedicato alle

tecnologie per la città intelligente, inclusiva e sostenibile: - incubatore/acceleratore di startup; - luogo di ricerca, sperimentazione ed esposizione di soluzioni e tecnologie; - centro di promozione dell’innovazione urbana aperto alla città.

Attivate le necessarie sinergie a livello locale, l’Assessorato ha quindi lavorato per costruire la rete internazionale attivando collaborazioni con network capaci di mettere il nostro Paese in connessione con i fondi e startup internazionali. Insieme a Milano & Partners siamo riusciti ad attrarre per la prima volta a Milano la Zero One Hundred Conference che si terrà dal 28 al 30 ottobre presso Palazzo Mezzanotte, sede della Borsa Italiana.

“Il ruolo dei cittadini è fondamentale”

La città ha investito molto nella creazione di infrastrutture intelligenti, come reti di comunicazione avanzate, sistemi di monitoraggio e gestione dell’energia, illuminazione pubblica intelligente, gestione dei rifiuti basata su tecnologie avanzate oltre ad altri numerosi servizi digitali. Come la Città metropolitana ne promuove l’utilizzo e “interviene” sulla “formazione” dei cittadini, considerando che non tutti sono propensi a tali innovazioni e soprattutto non ne hanno dimestichezza?

Il ruolo dei cittadini è fondamentale, grazie a loro a Milano abbiamo raggiunto obiettivi importanti sulla gestione dello spazio verde e dei rifiuti. Purtroppo, spesso sono soggetti a una comunicazione complessa e articolata, a indicazioni difficili e che non orientano le loro scelte. Senza una partecipazione attiva e consapevole e da politiche di incentivazione chiare che spingano le persone ad adottare comportamenti individuali che vadano verso l’economia circolare, a favorire una waste reduction rilevante e razionalizzare l’utilizzo di acqua ed energia, la smart city sarà più difficile da realizzare.

Se dovesse indicare uno standard minimo d’innovazione per i Comuni italiani quale innovazione/servizio dovrebbe essere attivato a livello nazionale? Quale “innovazione/soluzione” è impensabile non poterne disporre oggi nella gestione di un contesto urbano?



Per un ecosistema urbano, indipendentemente dalle sue dimensioni, l'innovazione oggi è data da due ingredienti indispensabili: capitale umano, capitale economico. In altre parole, quando un attore economico decide di investire in una città, lo fa prendendo in considerazione soprattutto la concentrazione di talenti.

Di contro, i talenti scelgono come mete per il proprio sviluppo personale, educativo e professionale, quelle città o quelle realtà laddove si concentrano opportunità di crescita, di scambio, di ibridazione, di formazione e di confronto. In questo senso, nella prospettiva di un Comune, occorre investire -direttamente o indirettamente- in luoghi di formazione e in programmi di accelerazione di quelle competenze necessarie a rispondere prontamente e in maniera dinamica e aggiornata alle richieste del mercato.

Al contempo, è necessario dialogare continuamente con gli stakeholder del territorio per attivare sinergie e mettere a sistema tutte le risorse utili per rendere l'ecosistema il più fertile e inclusivo possibile.

“È necessario dialogare continuamente con gli stakeholder del territorio ”

A tal proposito, la digitalizzazione e l'innovazione tecnologica, oltre ad essere una sfida a livello di macro-Paese, è un ambito su cui occorre investire e, nello specifico, lo sviluppo di infrastrutture di connessione e sistemi scambio dati/informazioni rappresenta senza dubbio uno standard minimo imprescindibile per competere nello scenario globale. Un altro standard minimo d'innovazione è dato dalla capacità di dialogo tra pubblico e privato, su cui Milano, su svariate partite e ambiti, è senza dubbio player all'avanguardia -molte città in Europa ci offrono esempi d'ispirazione, ma nello scenario italiano siamo senz'altro un valido caso. Sicuramente anche degli standard di cyber security adeguati sono il minimo per pensare di costruire una smart city.

Le utility attori fondamentali per l'innovazione



Intervista con Marco Cantamessa, Membro della Giunta Esecutiva di Utilitalia e Presidente del Gruppo CVA

Professor Cantamessa oggi oltre il 50% della popolazione mondiale vive nelle città che consumano fino all'80% dell'energia a livello mondiale e concentrano sui loro territori oltre il 50% dei rifiuti globali, il 75% di consumo di risorse naturali e l'80% delle emissioni di tutto il pianeta. Dal suo punto di vista quali le direttrici su cui puntare per rendere le nostre città più smart, più sostenibili, efficienti, inclusive e competitive?

Le città sono da sempre luoghi di innovazione tecnologica, organizzativa e sociale, ma anche luoghi di contraddizione. Il territorio italiano è sicuramente meno "concentrato" rispetto a ciò che avviene in altri Paesi, ma è comunque necessario far sì che le nostre città, dalle più grandi a quelle più piccole, vedano un uso sempre più efficiente delle risorse, una riduzione delle esternalità negative, e un miglioramento della qualità della vita della cittadinanza nel suo insieme, riducendo le diversità sociali anziché acuirle.

Tutto ciò si accompagna alla transizione ecologica e a quella digitale, investendo le imprese di una grande responsabilità per raggiungere gli obiettivi che ci si pone in questi ambiti. Le utility federate in Utilitalia per lungo tempo sono state considerate quali semplici fornitrici di commodity, operanti in mercati protetti, ma sono oggi diventate attori fondamentali di un processo innovativo di grande importanza.

“ Nel 2023 le utility hanno investito 11 miliardi ”

È pertanto vincente il modello di fornitura dei servizi pubblici in base a un modello industriale, che ha dimostrato di saper coniugare competenza tecnica, sostenibilità economica, e capacità di investimento. Nel 2023 si stima che gli investimenti delle utilities siano stati pari a circa 11 miliardi, importo che potrebbe crescere ulteriormente e in modo rilevante, qualora le condizioni regolatorie e autorizzative lo consentissero.

Per favorire un più alto livello della qualità della vita dei cittadini, una più efficace tutela dell'ambiente ma anche risparmi sui costi, ritorni sugli investimenti, maggiore competitività delle imprese ed occupazione, una grande opportunità può essere rappresentata dall'innovazione in chiave di 'smartizzazione': smart city, smart grids, smart communities, mobilità smart solo per fare alcuni esempi. Quali sono le sfide da affrontare in questo percorso?

Quando parliamo di questi modelli "smart" dimentichiamo spesso che si tratta di trasformazioni infrastrutturali e sociali complesse, nelle quali non basta acquistare un macchinario, installarlo, accenderlo, e goderne l'output. In primo luogo, si tratta di gestire un processo di adozione di nuove tecnologie che sono in fase di continuo sviluppo, e occorre dosare sapientemente gli investimenti nel tempo e nei volumi, evitando sia inutili ritardi, sia una fretta eccessiva nello *scaling up*, che poi andrebbe a ostacolare la successiva adozione di soluzioni migliori.

In secondo luogo, le nuove tecnologie comportano nuovi paradigmi organizzativi e modelli di business, che richiedono tempo per essere sperimentati e messi a punto, e questo vale soprattutto in settori altamente regolamentati, come quelli dei servizi pubblici.



“Tenere sempre al centro gli utenti-cittadini”

Infine, bisogna sempre tenere al centro gli utenti-cittadini: la proposta di servizi deve sempre rispondere alle esigenze reali di chi nelle città vive, lavora, cresce una famiglia e coltiva amicizie e interessi. Non dobbiamo commettere l'errore di pensare che gli utenti-cittadini siano o, peggio ancora, debbano essere, quelli che noi vorremmo che fossero!

In una recente intervista lei ha dichiarato che esiste un fil rouge tra l'innovazione tecnologica e lo sviluppo di nuove professioni. Ci può spiegare meglio come, a suo giudizio, deve funzionare questo meccanismo in una prospettiva smart?

L'innovazione tecnologica non evolve da sola, ma cammina sulle gambe delle persone che conoscono le nuove tecnologie, sapendole sviluppare sul lato dell'offerta, e sapendole sfruttare sul lato della domanda. Ciò richiede di saper fornire a tutta la popolazione, giovani e meno giovani, conoscenze e competenze aggiornate. Questo è essenziale per la competitività del Paese, ma anche per la sua coesione sociale.

Per ottenere ciò, occorre da un lato alzare in generale il livello di scolarità del Paese, che oggi è uno dei più bassi d'Europa, e stimolare l'orientamento verso le competenze STEM. Però, non si deve pensare che si tratti di far studiare tutti da ingegneri e da informatici! Occorre sviluppare competenze e professionalità aggiornate e di più alto livello in modo trasversale, e a prescindere da ruoli e occupazione.

“È essenziale fornire a tutta la popolazione conoscenze e competenze aggiornate”

Sapersi inserire in processi digitali, saper leggere e comprendere informazioni complesse, comprendere le potenzialità di nuove tecnologie e nuovi servizi, è necessario al cittadino che deve pagare la bolletta come al manutentore di un impianto. Per ottenere ciò, la didattica fornita da scuole e università viene sempre più

affiancata da una didattica nuova, proposta da organizzazioni terze (es. le diverse *coding academy* che stanno nascendo nel mondo per formare sviluppatori *software*), oppure da *Academy* che fanno capo a imprese, filiere o associazioni di categoria. Le più grandi tra le aziende federate a Utilitalia hanno loro entità formative interne, e anche la federazione, operando a livello centrale con l'Accademia dei Servizi Pubblici e insieme alle Confservizi regionali, svolge un'opera capillare di grande importanza.

Le politiche nazionali ed europee per la transizione energetica richiedono un cambio di paradigma che attui una radicale trasformazione nella gestione delle infrastrutture e delle città, coinvolgendo anche attivamente produttori e consumatori, per ridurre i consumi di energia primaria da fonti fossili, salvaguardando il benessere socioeconomico. Qual è la strategia di Utilitalia in questo contesto?

Utilitalia e le imprese federate sono al centro della transizione energetica, e tutti i loro piani strategici includono importanti programmi di sviluppo nelle energie rinnovabili, dall'idroelettrico all'eolico e al fotovoltaico. Per darvi un'idea, CVA, l'impresa di cui sono Presidente, raddoppierà la propria capacità produttiva "green" entro il 2027. Tali piani richiedono condizioni normative diverse da quelle attuali, così da favorire gli investimenti, anziché rallentarli. Questo è un punto centrale, e ciò che stiamo osservando, in particolare per l'idroelettrico, purtroppo non rasserena molto.

Oltre a produrre e vendere energia rinnovabile, molte *utility*, tra cui anche CVA, hanno investito nel settore dell'efficienza energetica, consci che l'energia più pulita di tutte è quella che non viene consumata: aiutare famiglie, imprese e pubbliche amministrazioni a risparmiare energia e a spostare le utenze sul vettore elettrico è sicuramente una strada maestra per ridurre il nostro impatto carbonico.

“Utilitalia e le imprese federate sono al centro della transizione energetica”

Siamo anche molto presenti nello sviluppo delle Comunità Energetiche, che proprio in questi mesi hanno visto chiarirsi il quadro normativo di riferimento, e che consentiranno di fare ulteriori passi verso la decarbonizzazione, introducendo modelli nuovi, e anche assai sfidanti, di produzione e consumo dell'energia.

La digitalizzazione del settore energetico è cruciale per favorire l'integrazione delle fonti rinnovabili e ridurre la dipendenza dalle fonti fossili, mantenendo al contempo la sicurezza delle reti energetiche. Quali sono le sfide da affrontare per promuovere la transizione nel settore energetico e quali strategie pensa che debbano essere adottate per superarle?

Come ho detto prima, la transizione energetica si basa sulla crescita delle fonti rinnovabili, sviluppando eolico e fotovoltaico, oltre che tornando a investire sull'idroelettrico e, aggiungerei, riprendendo il tema, purtroppo abbandonato anni fa, del nucleare. Ora, le fonti rinnovabili hanno la caratteristica di essere solo in parte continue, prevedibili e programmabili, e ciò rende cruciale saperle gestire a fronte di una domanda che oggi non segue gli stessi profili della produzione. Da un lato, si tratta di investire in grandi impianti di accumulo di energia, il cui impiego su larga scala si scontra però con i limiti di costo e prestazione delle tecnologie oggi disponibili. Dall'altro lato, si tratta di far interagire meglio domanda e offerta, facendole muovere in maggiore sincronia, con un flusso di dati in tempo reale tra chi produce, chi consuma e chi accumula, e con opportuni meccanismi incentivanti e di prezzo. Siamo ancora all'inizio di questo cambiamento di paradigma, la normativa sta evolvendo, e ciò porterà a ridisegnare in maniera assai importante i modelli di business lungo la filiera energetica.

Secondo lei cosa dovremmo fare in Italia per attrarre nuove iniziative imprenditoriali e come dovremmo ridisegnare le nostre città per contribuire a far crescere nuovi "ecosistemi" smart?

La domanda tocca quella che considero la seconda crisi demografica del Paese: non solo in Italia nascono pochi bambini, ma anche poche imprese capaci di crescere e di andare a sostituire quelle che hanno ormai esaurito il proprio ciclo vitale. Anche qui si tratta di stimolare le nascite, cioè l'imprenditorialità degli attuali cittadini, ma anche di favorire un'immigrazione di livello, cioè l'attrazione di imprenditori e di investitori esteri. Viviamo

in un mondo in cui chi ha capacità imprenditoriale non esita a muoversi e a trasferirsi laddove reputa ci siano le condizioni per meglio far fruttare idee, tecnologie e capitali e, quindi, c'è grande concorrenza tra ecosistemi territoriali. L'Italia ha alcune carte da giocare: ha competenze tecniche e industriali di alto livello, che rendono facile industrializzare l'innovazione rapidamente e a basso costo, e offre agli innovatori un'elevata qualità della vita a prezzi ragionevoli. Per contro, l'Italia non esprime ancora una domanda di innovazione adeguatamente forte e strutturata, e nessuna innovazione può svilupparsi se non c'è domanda. Su questo, Utilitalia e le sue imprese si sono mosse in forze.

“Le città italiane patiscono e faticano a emergere nei ranking internazionali”

Le principali *utility* hanno da tempo sviluppato programmi di *Open Innovation* e di *Corporate Venturing*, e anche Utilitalia ha recentemente dato il via a diverse iniziative tese a favorire l'avvio di relazioni tra *utility* e startup e *scaleup*. L'ultimo *Innovation Day* tenuto lo scorso ottobre ha registrato davvero tanta partecipazione.

Devo anche dire che il nostro Paese è caratterizzato da un insieme di norme e di iter burocratici che risultano incomprensibili a chiunque viva le dinamiche di tempo tipiche del mondo dell'innovazione. È chiaro che, in questo gioco competitivo, le città italiane patiscano e faticano a emergere nei *ranking* internazionali. Mentre alcune azioni e riforme vanno condotte a livello di sistema-Paese, molto si può fare nelle città, per renderle più vivibili, più vivaci e capaci di offrire competenze e stili di vita "internazionali", pur senza perdere le radici dei nostri territori. Anche qui, le *utility* hanno un ruolo assai importante.

Ma la trasformazione digitale può influire positivamente sulla competitività nazionale? E in che misura? Qual è l'esperienza di Utilitalia nel settore?

Il Paese non deve assolutamente ripetere l'errore commesso negli anni '80-90, quando tardò ad adottare le tecnologie ICT che iniziavano a diffondersi in quel periodo, e non fece evolvere di conseguenza i processi aziendali, i modelli organizzativi e di business. Per col-



pa di questa esitazione, l'Italia non fu capace di stare al passo con quella crescita di produttività che invece ha caratterizzato tutti gli altri Paesi avanzati. Se oggi abbiamo diverse imprese in crisi, stipendi stagnanti, e un debito pubblico preoccupante, lo dobbiamo soprattutto a questo errore. Imprese, pubbliche amministrazioni e famiglie devono quindi recuperare rapidamente il terreno perduto, imparando a usare con profitto le diverse tecnologie digitali oggi disponibili.

“ Il digitale non è un accessorio marginale”

Le imprese di Utilitalia sono sicuramente all'avanguardia in questo sforzo e, negli anni, hanno fatto un bel cammino. Sono imprese che hanno le loro radici in un'impiantistica pesante, che richiede grandi investimenti e che si sviluppa lungo cicli di vita pluridecennali, ma hanno da tempo capito che il "digitale" non è un accessorio marginale. Al contrario, i sistemi ICT oggi costituiscono il "sistema nervoso" che consente di progettare e gestire al meglio l'infrastruttura energetica, ambientale e delle acque. Sono ormai molti gli impianti che sono stati concepiti "*digital first*" e che, grazie a sensori distribuiti, algoritmi di AI, e sistemi di comunicazione distribuita, consentono a chi li gestisce di raggiungere target di efficacia, efficienza e affidabilità di altissimo livello.

Central to our approach is the integration of renewables and electrification of the economy



Intervista con Norela Constantinescu, Head of Innovation Section with ENTSO-E

Today, over 50% of the world's population lives in cities which consume up to 80% of the world's energy and concentrate in their territories over 50% of global waste, 75% of natural resource consumption and 80% of global emissions. What is the vision of ENTSO-E for a Carbon-Neutral Europe and what are the key points of the ENTSO-E Strategic Roadmap 2023 - 2025?

Two years ago, we embarked on a journey to outline our vision for a carbon-neutral economy. Central to our approach was renewable integration and the electrification of the economy. This pivotal step not only hinged on the integration of renewables but also by electrification of consumption through the use of electric vehicles and heat pumps, all of which introduce variability into the system. Balancing this variability on both the supply and demand sides is imperative for maintaining a consistent equilibrium in electricity supply and demand. So, our primary objective was to emphasize the importance of energy system flexibility.

The second element, from an electricity system perspective, is related to the integration of millions of assets that posed a significant challenge. With renewables primarily distributed, we faced the dual challenge of automation integration and the utilization of artificial intelligence for decision-making. Additionally, we must manage all the inverters-based sources coming from generation or consumption. So, the paradigm shift brought about by the loss of system inertia necessitated new measures for stability management to ensure the system's stability across all time frames.

Furthermore, ensuring the adequacy of grid infrastructure is paramount. While leveraging existing grids is essential, it became evident that a more efficient and smarter utilization is imperative. And even more the ambitious deployment of renewables necessitates significant grid reinforcement and extension and related investments, both at the transmission and distribution levels.

“Ensuring the adequacy of grid infrastructure is paramount”

The fourth element I'll mention is the markets which recently followed a reform process in response to concerns in Ukraine. This was prompted by escalating gas prices and the necessity to reshape the market away from reliance solely on gas sector capacities.

In terms of present work, we have worked out on our legal mandates to ensure continuous electricity supply, particularly in urban areas, through extensive regulations, network codes, and rules. However, we must also consider the future, marked by a significant increase in offshore wind power capacity and a tripling of renewables by 2035, alongside rapid electrification. This necessitates revising existing rules to ensure the security of Europe's electricity supply while integrating renewables and managing electrification.

Hence, as we stated in **ENTSO-E Strategic Roadmap 2023 - 2025**, we focus on both preparing for the future and managing the present, aligning with the four major



building blocks mentioned earlier. Additionally, innovation plays a crucial role in anticipating future needs. However, we operate within an existing system that has been in place for over a century. Hence, we need to address market and operational efficiency, regional coordination, system operations, and make use of the platforms we've developed to adapt to the evolving energy landscape.

The policies for the energy transition require a paradigm shift that implements a radical transformation in the management of transmission and distribution infrastructures and cities, also actively involving producers and consumers, to reduce the consumption of primary energy from fossil fuels, safeguarding socioeconomic well-being. What is the current situation and how are energy policies evolving?

Targets for energy efficiency and renewables by 2030 are more ambitious than before Ukraine crisis. Various measures were implemented during the Ukrainian crisis to reduce dependency on gas. Initiatives like Re-powerEU focused on accelerating the deployment of renewables, electrifying heating, cooling, and transport sectors. Ambitious targets were set for CO2 reduction, along with regulations to minimize the environmental impact of substances like fluorinated gases or lead which are found in various equipment, including cables. These developments have highlighted the importance of upgrading transmission and distribution infrastructures. With the integration of renewables, especially offshore developments, new capacities will be needed. Our calculations suggest that by 2050, transmission alone will require an investment of €700 billion. Such substantial investments call for regulatory changes and innovative financing approaches.

“By 2050, transmission alone will require an investment of €700 billion”

On the distribution side, the focus is on integrating distributed renewables and rapidly deploying electromobility. This underscores the need for enhanced connection capacities at both transmission and distribution levels. Anticipatory investments are crucial, given the long lead

times required for infrastructure deployment. Utilizing existing infrastructure more effectively is key, including measures to improve stability management and the use of digital solutions for grid optimization.

Transmission System Operators (TSOs) and Distribution System Operators (DSOs) collaborate to identify flexibility needs and develop markets where distributed resources can participate. This involves coordination on balancing, ancillary services, and the development of schemes for optimal coordination between TSOs and DSOs, particularly in fostering innovation.

Considering the previous question, what would be necessary in your opinion and your experience?

I mentioned the necessity for this forward-looking investment. There's also a need to promote the implementation of the intelligent solutions. And naturally, we have the regulatory frameworks currently in place for both Transmission System Operators (TSOs) and Distribution System Operators (DSOs) which need to evolve by taking into account the capital (CapEx) and operational expenditure (OpEx), with digital solutions typically falling more into the OpEx category.

“We have ambitious targets for the integration of renewables”

There's the perspective of cost-benefit analysis, but the deployment of such solutions should focus more on the benefits rather than the costs. However, there's a hesitance to implement them because they could disrupt the existing rules, alongside the presence of legacy solutions. Hence, the benefits must be prioritized, considering the consumers. This is another aspect I would like to highlight.

Moving on to the third element, related to financing, how can we ensure that financing at these significant levels and within this short timeframe occurs? When such substantial investments enter the mainstream within a very short period, the perception of the value in terms of financing for that company can be somewhat disruptive. Additionally, we currently face challenges such as supply chain disruptions, conflicts, and the pandemic, which have created bottlenecks. On one hand, we have



ambitious targets for the integration of renewables, but on the other hand, this has led to distortions, where suppliers hold the advantage over buyers. Therefore, we find ourselves in a situation where we need to address supply chain bottlenecks by easing requirements for manufacturers and promoting more standardization, interoperability and harmonization of requirements while remaining opened for the innovation.

The digitalisation of the energy sector is crucial to promote the integration of renewable energy sources and reduce dependence on fossil fuels, while maintaining the security of energy networks. What are the current challenges for promoting of the energy transition and which strategies do you think should be adopted to overcome them? What innovations do you think the energy transition needs?

Two years ago, the European Commission launched the EU Action Plan for the Digitalization of the Energy System, identifying Transmission System Operators (TSOs) and Distribution System Operators (DSOs) as key players in this transformation. Currently, we are collaborating with EU DSO entity on this matter. Our focus lies on developing the concept of the digital twin of the power system. This initiative entails addressing five key areas. Firstly, from a digital perspective, we aim to facilitate flexibility by establishing platforms to access distributed flexibility resources and integrate with other sectors.

“Resilience becomes paramount to ensure the stability of the grid”

This involves implementing different architectures, data models, ensuring interoperability, and more. Secondly, we need to enhance observability and controllability. This includes installing sensors, managing data flow to control centers, and improving visibility of distribution networks to synchronize with transmission systems effectively. The third area involves refining planning processes. While TSOs have their ten-year network development plans, there's a lack of visibility at the distribution level. Digital solutions should enable better predictability, considering factors such as renewable energy deployment and electrification.

Furthermore, integrating resilience into both system operation and planning is crucial.

As we anticipate extreme climate conditions and various hazards, resilience becomes paramount to ensure the stability of the grid. Lastly, coordination schemes between TSOs, DSOs, and customers must be strengthened. Our digital approach involves structuring these layers to create a seamless experience for customers, offering them services without burdening them with technical details.

Do you believe that Europe can assume a leadership role in technological innovation related to the enabling components of the energy transition, thereby improving European competitiveness in the energy sector? And what would be the benefits for the end users?

I believe that Europe is likely leading in certain areas, particularly in technological advancements within the renewable energy sector although the focus has shifted towards China for solar technology. Nonetheless, Europe may still be at the forefront of offshore developments. Although, there is a concern that this competitive advantage could be diminishing. Where Europe truly excels is in the complexity of its integrated systems. Particularly, in terms of managing flexibility, Europe seems to be ahead of the curve.

“Where Europe truly excels is in the complexity of its integrated systems”

The approach to integrating flexibility to accommodate renewable energy sources is unmatched elsewhere in the world. While other regions may adopt similar strategies, the complexity and effectiveness of Europe's systems are unparalleled. In terms of technology, it's more challenging to determine clear leadership. However, Europe is striving to align with the United States' approach, such as through initiatives like the net-zero act, which emphasizes the use of European equipment and components while prioritizing sustainability criteria.

Un nuovo modello urbano con soluzioni a misura dei cittadini



Intervista con Veronica Nicotra, Segretario Generale dell'ANCI

Dott.ssa Nicotra oggi oltre il 50% della popolazione del Pianeta vive nelle città che consumano fino all'80% dell'energia a livello mondiale e concentrano sui loro territori oltre il 50% dei rifiuti globali, il 75% di consumo di risorse naturali e l'80% delle emissioni. Dal punto di vista dell'ANCI quali sono le sfide da affrontare per i Comuni lungo questo percorso in chiave di 'smartizzazione', smart city, smart grid, smart community, mobilità smart, solo per fare alcuni esempi?

L'obiettivo comune a tutte le declinazioni "smart" citate nella domanda, e al tempo stesso la sfida che ANCI sta perseguendo insieme ai Comuni italiani, è quello di accompagnare un processo innovativo per un nuovo modello urbano in grado di combinare sostenibilità ambientale, opportunità economica ed efficienza energetica.

Il ruolo dei Comuni in questo percorso verso la digitalizzazione è quello di "governare" il processo da protagonista, di orientare cioè gli investimenti verso i settori che rispondono alle necessità espresse dalla cittadinanza: mobilità sostenibile, spazi attrezzati di coworking, gestione intelligente per il conferimento dei rifiuti, solo per citarne alcuni, dando così vita non soltanto a città intelligenti intese come unità tecnologiche e robotizzate, bensì quali contesti urbani adattabili a scenari rinnovati e ideati secondo i principi dello sviluppo sostenibile e della promozione della sicurezza e della salute.

Investire su città smart significa innovare i servizi tradizionali attraverso modalità digitali che ne facilitino la fruizione da parte del cittadino costando meno all'amministrazione. In una parola, disegnare soluzioni a misura del cittadino di oggi e del futuro. È questa la vera sfida che i Comuni, anche attraverso i fondi del PNRR, sono chiamati a vincere.

“Investire in città smart per innovare i servizi tradizionali”

In questo contesto quali obiettivi riguardano i cambiamenti climatici?

Anche la risposta ai cambiamenti climatici passa da quella che potremmo definire la "smartizzazione" delle città. La normativa europea sul clima ha introdotto, infatti, l'obiettivo di raggiungere l'impatto climatico zero entro il 2050 e tutti i Comuni italiani sono pertanto chiamati ad adeguarsi a questo target. Sono ben nove le città italiane che fanno parte della Missione Horizon Europe "100 climate neutral and smart cities by 2030", che hanno assunto l'impegno di anticipare al 2030 la sfida della neutralità climatica. La transizione energetica è centrale nel PNRR, trasversalmente a missioni e investimenti: il regolamento del Next Generation EU prevede, infatti, che un minimo del 37% della spesa per investimenti e riforme, programmata nei PNRR, debba sostenere gli obiettivi climatici. E la riduzione delle emissioni si otterrà anche grazie all'avvio di una importante e complessa stagione per la riqualificazione degli edifici. Pensiamo al PINQuA, il Programma Innovativo Nazionale per la Qualità nell'abitare previsto all'interno della Missione 5, che prevede interventi di riqualificazione e riuso di edifici esistenti per destinarli ad housing sociale e servizi. Si tratta di 131 progetti ammessi a finanziamento, 124 ordinari e 7 pilota, realizzati da 76 Comuni e 8 Città Metropolitane.



“La rigenerazione è centrale nello sviluppo delle politiche urbane”

Secondo il report del Ministero delle Infrastrutture, questi progetti consentiranno un risparmio del 38% di energia primaria annua e la riduzione del 31% delle emissioni di CO₂ annue. Vi sono poi ulteriori 112 progetti di Comuni e Città Metropolitane, valutati già ammissibili a finanziamento dall'Alta Commissione, per cui ANCI ha chiesto al Governo uno stanziamento aggiuntivo di circa 1 miliardo. La rigenerazione urbana è tema centrale nello sviluppo delle politiche urbane, le quali necessitano di regole semplici, risorse stabili e rimesse all'autonomia gestionale delle Città e dei Comuni, sulla base di un indirizzo di crescita e trasformazione urbana in chiave di sostenibilità, che è patrimonio comune di tutti i Comuni.

Lo scorso gennaio l'ANCI ha presentato il 'Manifesto delle città' che tocca i punti cruciali che oggi ci troviamo ad affrontare. Un testo che affronta con un approccio integrato le questioni comuni alle nostre città, anche per renderle più accessibili e connesse. Quali sono, a suo giudizio, i punti cardine di questo documento?

Spazio pubblico, transizione verde e tecnologica, trasporto locale, innovazione, riduzione delle emissioni sono i settori attraverso i quali vogliamo trasformare le città.

Nel Manifesto poniamo l'attenzione sulla necessità di valorizzare la sharing mobility, l'elettrificazione della logistica urbana, la promozione della ciclabilità e del Tpl, favorendo un'assegnazione diretta delle risorse alle città. Il settore dei trasporti è responsabile di circa un terzo delle emissioni complessive di CO₂. La mobilità rappresenta pertanto uno dei settori principali su cui agire per accelerare il processo di transizione energetica delle città.

Gli interventi in questo senso devono prevedere l'implementazione di nuovi sistemi di elettrificazione nella città per il rifornimento dei veicoli, il rinnovo nelle flotte dei mezzi del trasporto pubblico con mezzi meno inquinanti. Inoltre, il processo di transizione digitale fornisce ai Comuni nuovi strumenti per l'analisi dei dati sia per migliorare gli spostamenti e l'integrazione delle diverse

modalità del trasporto in ambito urbano, sia per analizzare il traffico e ottimizzare la logistica.

Ma al di là dei singoli progetti e delle differenti declinazioni che assumono poi sui territori, (Milano, per esempio, sta lavorando prioritariamente su edilizia sostenibile e investimenti green, Genova è impegnata sull'elettrificazione del trasporto pubblico locale), il messaggio del Manifesto è quello della necessità di una stretta collaborazione tra Governo centrale, locale e cittadini e di una sempre più consolidata saldatura con tutti i portatori d'interesse del territorio, attraverso lo strumento del partenariato. Solo una piena condivisione degli obiettivi tra questi livelli potrà garantire la completa realizzazione degli stessi.

“Il Manifesto delle città sollecita una stretta collaborazione tra Governo centrale, locale e cittadini”

A parer suo la trasformazione digitale può influire positivamente sulle attività dei Comuni? E in che misura? Qual è l'esperienza di ANCI nel settore?

Ne siamo convinti. La digitalizzazione del Paese rappresenta uno degli obiettivi principali del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e a questo settore sono dedicati circa 48 miliardi degli investimenti previsti, di cui una quota importante destinata a migliorare l'accessibilità alla rete e un'altra parte invece impiegata per rendere più efficiente la pubblica amministrazione e migliorarne di conseguenza il rapporto con i cittadini.

A questo proposito, grazie all'accordo siglato con il Dipartimento per la Trasformazione Digitale della Presidenza del Consiglio dei Ministri, ANCI è impegnata, tra le altre cose, nell'attività di formazione del personale comunale, con l'obiettivo di accompagnarli nel processo di digitalizzazione. Grazie alle risorse messe a disposizione dal Fondo complementare al PNRR, questa intesa consentirà di potenziare la capacità dei Comuni di gestire l'intero ciclo della digitalizzazione locale, per garantire la semplificazione e digitalizzazione dei processi.

“Garantire la semplificazione e la trasformazione digitale dei processi”

Come ha dichiarato anche il Presidente Decaro, le azioni che scaturiranno dall'accordo non rappresentano soltanto un adempimento dovuto nei confronti dell'Europa, ma sono soprattutto un obbligo verso le nostre comunità, che hanno il diritto di poter contare su una amministrazione pubblica rapida, moderna, efficiente e trasparente in grado di innescare e accompagnare processi di sostenibilità, circolarità e, in ultimo, maggiore equità per tutti i cittadini.

Non possiamo poi dimenticare che la digitalizzazione è un'opportunità per le aree interne e i Comuni di piccole dimensioni. Il gap digitale affligge ancora diverse aree della nostra penisola e solo accelerando l'attivazione degli interventi possiamo ridurre, e si spera a breve, colmare il divario digitale nel nostro Paese. In questo senso, tra le misure maggiormente innovative e sfidanti voglio citare l'investimento Isole Verdi, all'interno della Missione 2. La misura prevede investimenti concentrati su 19 piccole isole non interconnesse amministrate da 13 Comuni che stanno facendo da "laboratorio" sperimentale per lo sviluppo di modelli "100% green" e auto-sufficienti" su 5 obiettivi di cui almeno 3 da attuare in sinergia (fonti rinnovabili, efficienza energetica, efficienza idrica, ciclo rifiuti, mobilità sostenibile). La misura è di grande complessità e ha destinato imponenti risorse economiche a piccoli Comuni, 200 milioni in tutto. Piccoli Comuni e Città medie rappresentano target altrettanto importanti attraverso progetti come Piccoli, MediAree o Metropoli Strategiche, volti a esaltare le potenzialità e il protagonismo di ciascuno nel contribuire allo sviluppo del Paese.

ANCI è in prima linea da tempo per la mobilità sostenibile. Quanto può essere determinante a tal fine la smartizzazione?

La cosiddetta smart mobility impiega modelli ispirati in particolare all'economia della condivisione attraverso l'impiego di tecnologie digitali per realizzare modalità innovative nello spostarsi da un luogo all'altro. Flessibilità, tecnologie pulite, sicurezza. In breve, le amministrazioni sono chiamate a rendere i flussi più efficienti,

meno inquinanti, a realizzare infrastrutture per la mobilità condivisa come parcheggi di scambio, reti di ricarica, segnaletica, rendendo al contempo le strade più sicure.

Come anticipavo nelle risposte precedenti, la smart mobility fornisce inoltre un'immensa quantità di dati utilissimi per "leggere" le città e intervenire nell'ottimizzazione degli spostamenti: dobbiamo passare ora dalle analisi alle azioni concrete. Come abbiamo scritto anche nel Manifesto rendere più vivibili e sane le città vuole dire gestire più adeguatamente lo spazio pubblico, migliorando la qualità urbana attraverso l'introduzione di misure di riduzione dell'inquinamento dell'aria, del rumore e delle emissioni di gas serra, in linea con le direttive ed il Green Deal europeo.

“Per la smart mobility dobbiamo passare dalle analisi alle azioni concrete”

In primo piano, inoltre, il tema della sicurezza stradale in ambito urbano, dato che è dimostrato che grande parte degli scontri e incidenti stradali avviene su strade urbane (il 73,4% per Istat, dati del 2022). Come? Operando sia sulla riduzione della velocità nelle zone a forte promiscuità (ciclisti, pedoni, categorie vulnerabili come bambini, anziani e disabili), sia sull'assetto fisico degli ambiti stradali, incentivando l'utilizzo delle biciclette, del trasporto pubblico locale e la pedonalità, come modalità preferenziali di spostamento in ambito urbano e favorendo l'integrazione tra i diversi servizi all'interno del complesso ecosistema della mobilità urbana.

Recentemente a Roma avete presentato la partnership TIM Enterprise-Anci per le smart city del Lazio. E il progetto farà tappa in altre città italiane. In che cosa consiste?

La tappa di Roma ha rappresentato l'approdo di un ciclo di appuntamenti sul territorio (dopo Milano, Bari, Catania, Napoli e Padova) che hanno visto ANCI, nel 2023, supportare l'iniziativa di TIM dedicata ad illustrare alla Pa locale le soluzioni digitali più avanzate per costruire le città intelligenti: spazi più vivibili, sostenibili e sicuri, grazie alle nuove tecnologie capaci anche di valorizzare il ricco patrimonio culturale ed artistico, impiegando



anche le risorse del PNRR. Secondo le stime del Centro Studi TIM, infatti, al 2027 gli investimenti in soluzioni ICT per le città intelligenti cresceranno fino a circa 1,6 miliardi di euro, mentre a livello globale il totale della spesa in Smart City raggiungerà un valore di oltre 1.000 miliardi di dollari.

In particolare, nel periodo '23-'27, le applicazioni Smart City basate su 5G, IoT e Intelligenza Artificiale in Italia contribuiranno a ridurre complessivamente di circa 6,5 miliardi di euro i costi del traffico cittadino e di oltre 400 milioni di euro quelli legati all'inquinamento urbano grazie a una migliore programmazione del trasporto, pubblico e privato, e dei flussi turistici. Le nuove tecnologie consentiranno inoltre una riduzione annuale di circa 650mila tonnellate di emissioni di CO₂.

“L’innovazione al servizio della PA può accelerare lo sviluppo di città sostenibili e intelligenti”

Quello che ANCI si è proposta di dimostrare con questa iniziativa è come l’innovazione al servizio della PA locale possa accelerare lo sviluppo di città sostenibili e intelligenti e il raggiungimento degli obiettivi del PNRR, evidenziando gli impatti sull’ambiente urbano e sulla vita dei cittadini, di scelte funzionali alla realizzazione di una Smart City e fornendo strumenti di valutazione che consentano agli amministratori pubblici di assumere decisioni efficaci. Come ANCI continueremo ad affiancare TIM su questi temi per tutto il 2024, attraverso l’organizzazione di altri appuntamenti regionali.

La transizione energetica? È un processo lungo e complesso



Intervista con Gian Piero Celata, Presidente del Cluster Tecnologico Nazionale Energia

Gian Piero Celata è stato per cinque anni Direttore del Dipartimento Tecnologie Energetiche dell'ENEA e tutta la sua carriera si è sviluppata nel settore dell'energia e delle tecnologie innovative. Laureato in ingegneria ha maturato ampie competenze in particolare nel campo della transizione energetica; per questo gli abbiamo chiesto quale è la sua opinione su come rendere più smart e sostenibili le nostre città, in un contesto in continuo cambiamento. Ingegnere Celata oggi oltre il 50% della popolazione mondiale vive nelle città che consumano fino all'80% dell'energia a livello mondiale e concentrano sui loro territori oltre il 50% dei rifiuti globali, il 75% di consumo di risorse naturali e l'80% delle emissioni di tutto il pianeta. Quali sono secondo lei le direttrici su cui puntare per rendere le nostre città più smart, più sostenibili, efficienti, inclusive e competitive?

Le direttrici su cui puntare per rendere più sostenibili e smart le nostre città sono molteplici. La **realizzazione di Distretti Urbani Sostenibili** (basati sull'uso del vettore elettrico e sul coinvolgimento dei cittadini); lo **sviluppo di edifici intelligenti** (tele-gestione ottimale di edifici terziari pubblici e privati, gestione dei consumi e della flessibilità degli utenti al fine di contenere l'impatto ambientale); la **realizzazione di abitazioni intelligenti** (gestione dei consumi e della flessibilità degli utenti nelle abitazioni al fine di ridurre i costi energetici ed accrescere la consapevolezza della questione energetico-ambientale); la messa a disposizione di **servizi urbani efficienti e smart** (digitalizzazione, ottimizzazione ed integrazione delle infrastrutture urbane che impattano sulla efficienza, la qualità e l'innovazione del servizio elettrico, tra cui la rete di illuminazione pubblica, i ser-

vizi smart, le reti di edifici pubblici, smart grid); lo sviluppo della **mobilità sostenibile** (riduzione degli impatti locali -inquinamento atmosferico e acustico- e globali -effetto serra- della mobilità e del trasporto e riduzione della dipendenza energetica del settore dai combustibili tradizionali). Per quest'ultima aggiungerei che dell'**80% dei consumi energetici negli usi finali il 45% è dovuto ai trasporti**.

Mobilità sostenibile non vuol dire soltanto veicoli ad emissioni ridotte o nulle (stare fermi per ore nel traffico con una macchina elettrica non è certo sostenibile!), ma cambio di paradigma nell'uso dei trasporti. Ovvero, passare dal concetto di veicolo personale a quello di car-sharing, puntare a ridurre la domanda di mobilità attraverso la digitalizzazione, il decentramento, lo smart working, la telemedicina, migliorare il trasporto pubblico locale, trasferire parte del trasporto merci su ferrovia, trasporto marittimo a corto raggio o vie navigabili.

Per quanto riguarda la penetrazione del vettore elettrico negli edifici, con particolare riferimento al riscaldamento domestico **è necessario rimpiazzare le caldaie a gas, emettitrici di CO₂, con pompe di calore che non emettono anidride carbonica ed hanno rendimenti energetici superiori a quelli delle caldaie**, ma anche gli apparecchi per la produzione di acqua calda sanitaria e la cottura dei cibi.

Un'ulteriore direttrice è la **riqualificazione del settore edilizio** con l'efficientamento energetico degli immobili, tema di assoluta centralità nell'ambito della lotta al cambiamento climatico e nella prospettiva della transizione ecologica del nostro Paese, oltre ad essere una forza trainante per l'economia e l'occupazione. L'efficienza energetica consente contemporaneamente riduzione

dei consumi e riduzione delle emissioni di gas serra. Infine, la **sviluppo di comunità energetiche rinnovabili** con lo scambio di energia pulita tra i membri della comunità rappresenta una importante linea per il raggiungimento della neutralità climatica.

“**Mobilità sostenibile non vuol dire soltanto veicoli ad emissioni ridotte**”

Per favorire un più alto livello della qualità della vita dei cittadini, una più efficace tutela dell'ambiente ma anche risparmi sui costi, ritorni sugli investimenti, maggiore competitività delle imprese ed occupazione, una grande opportunità può essere rappresentata dall'innovazione in chiave di 'smartizzazione': smart city, smart grid, smart communities, mobilità smart solo per fare alcuni esempi. Quali sono le sfide da affrontare in questo percorso?

Le sfide riguardano ovviamente lo sviluppo delle direttrici descritte pocanzi. La smart mobility, tra le altre cose, deve contemplare sia il cambio di paradigma sopra accennato e il miglioramento del trasporto pubblico, sia lo sviluppo di veicoli termici a maggiore efficienza ed uso di biocombustibili, la penetrazione di veicoli ibridi - che non richiedono infrastrutture di ricarica ma arrivano a dimezzare emissioni e consumi rispetto al veicolo termico puro -, ed elettrici (sia ad accumulo elettrochimico - batteria - che a *fuel cell* - ovvero alimentati ad idrogeno), con la conseguente creazione di infrastrutture di ricarica elettrica e a idrogeno, lo sviluppo di sistemi di batterie a maggior contenuto energetico e tempi di ricarica inferiori.

“**L'efficientamento energetico degli immobili è un tema di assoluta centralità**”

L'elettrificazione dei consumi domestici, anch'essa descritta prima, richiede che la maggiore domanda di energia elettrica che ne consegue (cui peraltro si unirebbe anche l'incremento della domanda provenien-

te dalla mobilità elettrica) deve essere supportata da un'adeguata ulteriore produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile rispetto alle esigenze attuali ed ai target al 2030 e al 2050. Certamente, inoltre, le sostituzioni degli apparecchi (pompe di calore, dispositivi per la produzione di acqua calda sanitaria e la cottura dei cibi) dovrebbero essere opportunamente supportati da **incentivi statali fiscalmente sostenibili**, richiedendo significativi investimenti da parte dei cittadini.

Per quanto riguarda l'efficientamento energetico civile, poiché la maggioranza degli edifici esistenti nel nostro Paese ha prestazioni energetiche scarse ed è stato costruito prima dell'entrata in vigore delle leggi sui requisiti energetici, questo richiede uno sforzo economico enorme sia da parte dei cittadini che dello Stato anche alla luce delle recenti direttive europee in materia. **È del tutto evidente che misure di incentivazione come il 110%, il cui principio era sicuramente virtuoso, sono risultate fallimentari** sia dal punto di vista della spesa pubblica che nella incapacità politica di gestire l'intero processo, creando in parallelo problematiche senza fine per numerosi aderenti al Superbonus.

Sono in molti a sostenere che esiste un fil rouge imprescindibile tra l'innovazione tecnologica e lo sviluppo di nuove professioni. Ci può spiegare meglio come deve funzionare questo meccanismo in una prospettiva smart?

In una logica di transizione energetica sono necessarie nuove professioni sia di personale laureato che tecnico. Come sempre succede nelle transizioni importanti alcune professioni tendono a perdere mercato occupazionale a vantaggio di altre che devono essere adeguatamente programmate e formate. Parecchie università si stanno adeguando con nuovi corsi di laurea che consentiranno la formazione di futuri laureati specializzati nelle nuove tecnologie energetiche, nella smartizzazione di edifici, nella gestione delle reti elettriche, nell'integrazione delle reti energetiche. Parallelamente, anche soggetti privati stanno offrendo corsi di formazione per gli impianti rinnovabili, l'efficientamento energetico e la gestione dell'energia, le comunità energetiche, sia da un punto termico che normativo e di accesso agli incentivi e alle fonti di finanziamento disponibili.

Il Cluster Tecnologico Nazionale Energia nel corso degli ultimi tre anni è stato molto attivo nell'affiancare alcuni soggetti privati nella formazione di specialisti.



“La transizione energetica richiede nuove professioni”

Le politiche nazionali ed europee per la transizione energetica richiedono un cambio di paradigma che attui una radicale trasformazione nella gestione delle infrastrutture e delle città, coinvolgendo anche attivamente produttori e consumatori, per ridurre i consumi di energia primaria da fonti fossili, salvaguardando il benessere socioeconomico. Quale è la sua opinione come Presidente del Cluster Tecnologico Nazionale Energia?

La transizione energetica è un processo molto complesso e lungo e non può essere realizzato con una soluzione unica di tecnologie e processi, bensì con un insieme armonico degli stessi. Tutte le fonti rinnovabili devono essere opportunamente utilizzate (eolico, fotovoltaico - incluso l'agrivoltaico -, solare termico e termodinamico, idroelettrico, geotermia, biomassa), insieme all'utilizzo del vettore elettrico ed idrogeno, alla mobilità elettrica, all'efficienza energetica, all'autoproduzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Con riferimento al coinvolgimento attivo di produttori e consumatori, può giocare un ruolo importante lo sviluppo e la diffusione delle comunità energetiche rinnovabili. Comuni, condomini, famiglie aziende, cooperative, creando una Comunità, possono produrre, consumare e condividere (scambiare) energia nel rispetto del principio di autoconsumo energetico e autosufficienza, utilizzando impianti che producono energia da fonte rinnovabile. La numerosità delle possibili realizzazioni rappresenta un importante potenziale, per i benefici ambientali e per la riduzione del costo della bolletta elettrica, per il coinvolgimento attivo dei cittadini ad un uso virtuoso dell'energia elettrica, vitale per il buon funzionamento della comunità energetica, per la riduzione del carico sulla rete elettrica.

La digitalizzazione del settore energetico è cruciale per favorire l'integrazione delle fonti rinnovabili e ridurre la dipendenza dalle fonti fossili, mantenendo al contempo la sicurezza delle reti energetiche. Quali sono le sfide da affrontare per promuovere la transizione nel settore energetico e quali strategie pensa che debbano essere adottate per superarle?

L'integrazione delle reti, elettrica, gas, termica, idrogeno, è fondamentale per un corretto incremento della percentuale di energia da fonte rinnovabile nel mix energetico totale e per una corretta gestione del sistema energetico nazionale.

Non di meno, la produzione di energia elettrica da FER ha spostato il paradigma di riferimento per la rete elettrica nazionale. Dalla centralità di produzione di energia con *pochi impianti* ed utenti *passivi e scorrelati* siamo passati, e sempre più andremo in questa direzione, ad una grande numerosità di produttori di energia elettrica (da FER), con generazione distribuita ed utenti correlati tra loro nei consumi. Ovviamente la gestione della rete in questo contesto rappresenta un'ulteriore sfida nella transizione energetica, e necessita di sviluppo di tecnologie abilitanti di tipo digitale, peraltro necessarie anche a livello di produzione di energia. Tecnologie digitali quali Internet of Things (IOT), Big Data, Blockchain, Cloud, Intelligenza artificiale (AI), devono essere sviluppate per applicazioni relative alla produzione di energia, all'efficientamento energetico, alle gestioni energetiche complesse, al consumo condiviso e allo sviluppo di piattaforme digitali (le comunità energetiche), alla gestione della rete (smart grid).

“Far crescere nuove iniziative imprenditoriali”

Secondo lei che cosa dovremmo fare in Italia per attrarre nuove iniziative imprenditoriali e come dovremmo ridisegnare le nostre città per contribuire a far crescere nuovi “ecosistemi” smart?

Credo che lo strumento principale per attrarre nuove iniziative imprenditoriali sia definire chiaramente gli iter procedurali, normativi ed autorizzativi, garantendo all'investitore la certezza della tempistica dell'investimento e gli incentivi/finanziamenti agevolati disponibili. **Ridisegnare le nostre città è un obiettivo molto sfidante e complesso in ragione proporzionale alla dimensione della città e alla necessità di intervento.** Il concetto di smart city è peraltro basato sul principio dei dimostratori in scala ridotta che possono poi essere replicati su scale maggiori.



A parer suo la trasformazione digitale può influire positivamente sulla competitività nazionale? E in che misura?

Una trasformazione digitale del Paese potrebbe incidere per qualche punto percentuale di PIL, ovvero più di quanto il PIL sia generalmente in crescita con riferimento agli ultimi anni (escluso il periodo di pandemia e di ripresa post-Covid).

Per capire come potrebbe migliorare la competitività nazionale possiamo fare l'esempio dell'Estonia. L'Estonia rappresenta un modello di trasformazione digitale cui l'Italia in particolare ed altri Paesi dovrebbero guardare con attenzione. Sono oltre 4mila, oltre il 99%, i servizi pubblici (incluso il voto) cui i cittadini possono acce-

dere via web 24 ore su 24 tramite una carta elettronica introdotta nel 2002. Le uniche cose che non si possono fare digitalmente sono sposarsi, divorziare, comprare o vendere casa. Tutto ciò genera un risparmio di qualche milione di ore di lavoro risparmiate (l'Estonia ha circa 1.3 milioni di abitanti, ovvero il 2,2% della popolazione italiana).

Ovviamente, la scalatura ad una popolazione 45 volte superiore richiede investimenti superiori, sistemi di cybersecurity molto più sofisticati e sicuri, un approccio verso il coinvolgimento del cittadino più complesso (anche per l'età media più alta), ma l'esempio può di certo rappresentare un modello da prendere come riferimento e replicare.

Progetto User-Chi: l'utente al centro della ricarica

Il progetto USER-CHI si propone di soddisfare le esigenze degli utenti nell'esperienza di ricarica, rendendola facile e fluida ovunque ci si muova in Europa. Supportato dall'industria e guidato dalle esigenze delle città, il progetto si pone come obiettivo di realizzare e dimostrare soluzioni intelligenti per la ricarica in 7 nodi di connessione dei corridoi del Trans European Network-Transport (TEN-T) del Mediterraneo e del Mediterraneo-Scandinavia tra febbraio 2020 e maggio 2024, al fine di favorire una massiccia adozione della mobilità elettrica in Europa.

DOI 10.12910/EAI2024-024

di Natascia Andrenacci e Francesco Vellucci, Laboratorio Mobilità Sostenibile e Trasporti - ENEA

Che si tratti dell'Europa settentrionale o meridionale, delle regioni urbane o rurali, l'elettromobilità è ancora agli inizi. La limitata autonomia e la percezione di un sistema di ricarica non sufficientemente affidabile rappresentano un riconosciuto ostacolo all'adozione della mobilità elettrica. Tra le maggiori sfide del momento si colloca l'interoperabilità, perché i sistemi di attivazione delle stazioni di ricarica e di fatturazione differiscono da fornitore a fornitore e da Paese a Paese. Di conseguenza, i viaggi transfrontalieri con veicoli elettrici nell'UE devono ancora oggi affrontare numerose difficoltà.

Il progetto USER-CHI, finanziato nell'ambito del programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione Europea, mira ad indicare una soluzione per questa situazione. Il progetto conta la presenza di 26 partner da sette Paesi. In particolare, centrale è il coinvolgimento di sette città distribuite lungo i corridoi del TEN-T: Barcellona, Berlino, Budapest, Roma e Turku, Firenze e Murcia.

User-Chi si propone di raggiungere i suoi obiettivi attraverso le seguenti azioni:

- Progettazione di reti di ricarica elettrica basate sulle esigenze degli utenti;
- Implementazione di un quadro e di una piattaforma di interoperabilità;
- Miglioramento dello sviluppo di infrastrutture scalabili tramite l'integrazione con le smart grid;
- Co-progettazione e dimostrazione di modelli di business e di mercato sostenibili;
- Formulazione di raccomandazioni legali e normative per una massiccia diffusione dei veicoli elettrici.

Queste azioni sono implementate tenendo conto della realtà urbana e sociale di ogni città e delle specifiche problematiche urbanistiche e territoriali. Ad esempio, l'area metropolitana di Barcellona installerà punti di ricarica ultraveloce in diversi comuni, e ha provveduto ad installare un'infrastruttura di ricarica induttiva presso gli uffici territoriali. La città di Roma sperimenterà le soluzioni Vehicle-to-Grid, che consentono alle auto di scambiare energia con la rete in modo bidirezionale. Budapest creerà stazioni di mobilità elettrica che forniscono altri servizi intelligenti, in modo che le infrastrutture di ricarica

possano avere un impatto positivo sull'uso dello spazio pubblico. La città di Turku ha provveduto all'installazione di piccole stazioni di ricarica in aree condominiali per veicoli elettrici leggeri alimentati da fonti di energia rinnovabile, combinando così l'uso di energia rinnovabile, la ricarica e le possibilità di parcheggio sicuro per le biciclette elettriche. Berlino ha lavorato allo sviluppo di uno strumento online per pianificare la propria infrastruttura di ricarica utilizzando i dati esistenti, come le esigenze e le abitudini degli utenti, l'infrastruttura di ricarica esistente e le tecnologie disponibili sul mercato, ponendo l'utente al centro delle decisioni progettuali e tenendo conto della struttura urbana.

Oltre alle città, il partenariato vede la presenza di industrie e centri di ricerca, tra cui ENEA, che hanno eseguito studi di fattibilità, proposto soluzioni innovative, effettuato valutazioni e controllo della gestione del progetto, realizzato sistemi e prodotti. Inoltre, il progetto è affiancato da uno Stakeholder Advisory Group (SAG), istituito come una comunità di autorità cittadine, reti cittadine, industria, gruppi di utenti, società civile e ricercatori

che si impegneranno nel progetto per la sua durata. Il SAG è formato da membri interessati che seguono lo sviluppo del progetto e forniscono preziosi feedback sui risultati.

Prodotti sviluppati

Per raggiungere i suoi obiettivi strategici, USER-CHI ha progettato e sviluppato otto soluzioni, volte a coprire i principali aspetti da affrontare per una massiccia diffusione di veicoli elettrici:

1. Click: una piattaforma online per la pianificazione dei punti di ricarica.
2. Manuale delle stazioni del futuro (MaSF): un manuale con linee guida e raccomandazioni per progettare la stazione di ricarica incentrata sull'utente del futuro.
3. EMoBest: una piattaforma di collaborazione per il trasferimento delle migliori pratiche.
4. INFRA: un quadro di interoperabilità fra le stazioni di ricarica in Europa.
5. INCAR: una applicazione per la prenotazione e il roaming ai punti di ricarica.
6. SMAC: uno strumento di gestione delle ricariche.
7. INSOC: un sistema di ricarica per veicoli elettrici leggeri.
8. INDUCAR: una soluzione di ricarica wireless altamente automatizzata.

Nel seguito, vengono descritti più dettagliatamente i prodotti realizzati nel progetto (Fig. 1).

CLICK è un sistema software online di supporto alle decisioni (DSS), rivolto ai decisori e agli urbanisti, per la pianificazione top-down dell'ubicazione delle infrastrutture di ricarica. Lo strumento integra input di natura diversa per consentire di soddisfare le esigenze, le preferenze e le abitudini degli utenti, tenendo conto della struttura urbanistica e con le tecnologie e le tipologie di ricarica esistenti disponibili sul mercato. Il

valore aggiunto della piattaforma è la sua capacità di cercare automaticamente informazioni di base e geografiche su fonti pubbliche.

MaSF è un insieme di linee guida e raccomandazioni per progettare la "perfetta" stazione di ricarica del futuro secondo gli utenti. Si basa sull'elaborazione e l'analisi dei risultati di una ricerca sugli utenti della mobilità elettrica condotta all'inizio del progetto, e un'analisi di big data sull'uso dei punti di ricarica in cinque città europee che fanno parte del consorzio USER-CHI. Lo scopo del manuale è quello di accelerare la diffusione dell'uso dei veicoli elettrici sulla base delle esigenze espresse degli utenti, fornendo modelli di business praticabili per gli investitori privati interessati.

EMoBest: è una piattaforma di collaborazione online progettata per facilitare il trasferimento delle migliori pratiche di mobilità elettrica tra le città di dimostrazione e replica del progetto e tra le altre città leader e follower in Europa. **EMoBest fornisce analisi di fattibilità tecnica, legale ed economica dei modelli di business USER-CHI e indicazioni per la replicabilità in contesti differenti.** EMoBest e MaSF sono già accessibili dal sito USER-CHI.

INFRA definisce un quadro di interoperabilità, che consiste in una serie di regole, linee guida e raccomandazioni per supportare l'interoperabilità dei processi tra le parti interessate della mobilità elettrica lungo i due corridoi TEN-T. INFRA formula raccomandazioni per superare le difficoltà di accesso alle stazioni di ricarica in modo da superare la mancanza di trasferibilità dei pagamenti tra diversi CPO ed EMSP.

INCAR è la piattaforma di interope-

rabilità, ricarica e parcheggio che fornisce roaming e accesso senza barriere ai punti di ricarica di veicoli elettrici. Attraverso la app, INCAR include funzionalità di prenotazione di parcheggi e ricariche, ricerca e pianificazione del percorso verso i punti di ricarica disponibili, integrando le soluzioni studiate in INFRA. INCAR fornisce informazioni rilevanti in tempo reale a EMSP e CPO su transazioni, fornitura di energia ed entrate per ciascun punto di ricarica. Inoltre, la piattaforma consente la pubblicazione di dati rilevanti su portali Open Data, per un ulteriore utilizzo e combinazione dei dati gestiti da terze parti.

SMAC è uno strumento, integrato nella piattaforma INCAR, che fornisce servizi di integrazione delle reti intelligenti e di gestione della domanda per la ricarica lenta, media, veloce e ultraveloce. L'obiettivo è ridurre al minimo l'impatto sulla rete associato alla massiccia diffusione delle infrastrutture di ricarica, facilitandone quindi la diffusione. L'implementazione è completata e il prodotto sta ora entrando nella fase pilota. Un processo di standardizzazione CEN/CLC/WS USER-CHI "Soluzioni innovative per infrastrutture di ricarica incentrate sull'utente per veicoli elettrici" include le "Linee guida per gli operatori per implementare strategie avanzate di ricarica e gestione intelligenti" basate su SMAC. ENEA ha fornito degli studi di fattibilità della gestione intelligente della ricarica.

INSOC è costituito da una stazione di ricarica CC a bassa potenza per monopattini elettrici ed e-bike con energia solare rinnovabile prodotta in loco da una tettoia fotovoltaica integrata. La soluzione è modulare, con 1 caricatore che offre uno spazio per il parcheggio e la ricarica di 6 veicoli elettrici leggeri. La ricarica può

essere conduttiva o induttiva. INSOC si connette con il back-end dell'app INCAR per la gestione della ricarica e dei relativi pagamenti.

INDUCAR è un sistema di ricarica induttiva per auto elettriche, progettato per adattarsi meglio alle preferenze di ricarica degli utenti e massimizzare la loro comodità con un alto livello di automazione. La ricarica wireless sarà allineata alle tecnologie di comunicazione Machine-to-Machine, per automatizzare completamente le

operazioni di identificazione, pagamento e ricarica. INDUCAR è inoltre dotato di una funzionalità di posizionamento per guidare l'utente durante la procedura di parcheggio.

Il punto ad oggi e il domani

Il progetto sta volgendo al termine. Tutti i prodotti sono stati realizzati e sono stati testati o sono in fase di verifica presso le città. L'ultima versione di CLICK è attualmente disponibile su <https://click-platform.eu/>. INSOC, realizzato da ENEL-Xway, è in commer-

cio con il nome WayPark Micro. INCAR è disponibile nei vari siti pilota e l'app già è scaricabile¹. INDUCAR sarà presentato a Barcellona. Le reazioni del pubblico sono monitorate, per verificare che lo scopo del progetto sia stato raggiunto. L'evento di chiusura è a Bruxelles e sarà l'occasione per fare il punto della situazione, stringere nuove collaborazioni e ... congratularsi per i traguardi raggiunti.

per info: natascia.andrenacci@enea.it



Figura 1. Progetto User-Chi : prodotti sviluppati

¹ Google Play (Android): <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vmzberlin.incar>
App Store (iOS): <https://apps.apple.com/de/app/incar/id1622185934>

Potenzialità d'impiego dell'idrogeno nella mobilità

L'idrogeno da fonti rinnovabili può svolgere un ruolo importante per decarbonizzare il settore dei trasporti, che è responsabile di circa un quarto delle emissioni globali di CO₂. Esso può essere utilizzato come carburante nei motori a combustione interna o come fluido per l'alimentazione di celle a combustibile: in quest'ultimo caso si ottengono efficienze Tank-to-Wheel generalmente superiori a quelle dei motori a combustione interna convenzionali, ma inferiori a quelle dei veicoli elettrici a batteria. Ciò nonostante, i veicoli ad idrogeno e quelli elettrici a batteria possono agire in complementarità, nell'offrire la soluzione di trasporto che meglio sfrutta i rispettivi pregi di ciascuna tecnologia nell'assicurare l'impiego della fonte giusta, al posto giusto, al momento giusto.

DOI 10.12910/EAI2024-025

di Antonio Nicolò Mancino, Carla Menale, Francesco Vellucci, Laboratorio Mobilità Sostenibile e Trasporti - ENEA

Nel mondo, il settore dei trasporti è responsabile di circa il 23% della quota di emissioni di anidride carbonica (CO₂) legata all'utilizzo dei combustibili fossili. Un recente studio della IEA ha evidenziato come le emissioni di questo settore siano in continua crescita ad un ritmo pari a quello del settore industriale (circa l'1,7% dal 1990 al 2022)^[1].

Il trasporto su strada registra la quota più elevata di emissioni di gas a effetto serra derivanti dal settore dei trasporti^[2]; se si considera che i trasporti contribuiscono, oltre che alle emissioni di CO₂ dai potenziali effetti negativi sul clima, anche all'inquinamento locale in maniera significativa con emissioni dannose per la salute umana, come particolato e composti quali NO_x e SO_x, appare chiaro che la riduzione di questi impatti è una sfida di primaria importanza.

Recentemente le istituzioni si sono concentrate nel regolamentare la progressiva decarbonizzazione di vari settori: l'Europa in particolare, conformemente all'accordo di Parigi, si impegna attraverso le iniziative

del Green Deal, a ridurre entro il 2030 le emissioni di gas serra di almeno il 55% rispetto ai livelli preindustriali e a raggiungere l'obiettivo della neutralità climatica, ovvero zero emissioni nette di carbonio, entro il 2050^[3].

Per arrivare a ottenere risultati in linea con gli obiettivi prefissati, sono, o verranno applicate nuove regolamentazioni europee anche per il settore dei trasporti. Il 19 aprile 2023, le istituzioni europee hanno rafforzato gli standard in materia di emissioni di CO₂ per le nuove autovetture e furgoni. Questa modifica abbassa gradualmente i limiti di emissioni consentite fino al 2035, fissando poi un obiettivo di riduzione delle emissioni del 100% (0 g CO₂/km) dal 2035 in poi^[4].

Nell'agosto 2019, è stata adottata una nuova normativa che regola gli standard sulle emissioni di CO₂ per i veicoli pesanti^[2]: secondo questa legge i costruttori di tali veicoli dovranno garantire per la nuova flotta dal 2025 una riduzione del 15% delle emissioni e dal 2030 una riduzione del 30%. In realtà, nel 2023 è stata fatta una proposta di legge che, se approvata, introdurrà limiti di emissioni più stringenti, fino

alla riduzione del 90% delle emissioni di GHG al 2040. Per i nuovi autobus urbani la proposta della Commissione Europea è di consentire solo veicoli a emissioni zero allo scarico a partire dal 2030.

Potenzialità dell'idrogeno nella mobilità

La riduzione dell'impatto ambientale dei trasporti è un problema complesso al quale non si può dar risposta con un'unica soluzione; è bensì necessaria una molteplicità integrata di azioni che consideri numerosi aspetti, partendo dal miglioramento del trasporto collettivo, lavorando per una riduzione e migliore gestione della domanda e delle rotte, come pure per un efficientamento dei sistemi di trasporto, fino anche all'utilizzo di combustibili puliti e fonti di energia sostenibili.

A tal proposito, l'idrogeno prodotto da fonti rinnovabili, anche detto "idrogeno verde", inserito attentamente in un'appropriata filiera sostenibile dalla produzione all'utilizzo, presenta le potenzialità di alimentare trasporti garantendo emissioni nulle. Ciò si evin-

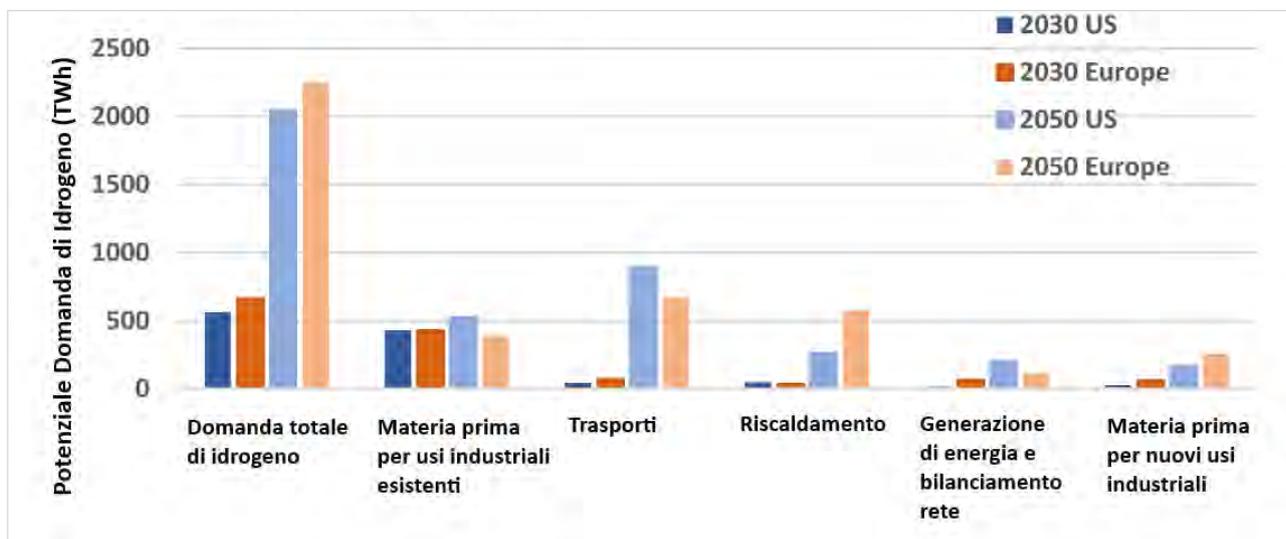


Figura 2: Potenziale domanda di idrogeno (TWh) in diversi settori - visione al 2030 e 2050. Scenari di domanda totale di idrogeno per settore, adattato da [11]

produrre emissioni di NOx [9].

Il metodo più comune di stoccaggio dell'idrogeno a bordo veicolo è tramite bombole in metallo/fibra di carbonio contenenti idrogeno gassoso pressurizzato. Il quantitativo di combustibile a bordo veicolo raggiunge all'incirca i 5-6kg a 700bar per le autovetture, con tempi di rifornimento dell'ordine dei 5 minuti, e fino 70kg a 350bar per i mezzi pesanti con tempi di rifornimento superiori ai 15 minuti. Considerando un consumo medio di circa 1kg/100km per le autovetture e di circa 9kg/100km per gli autocarri, vengono garantite autonomie oltre i 500km [6,10].

La mobilità ad idrogeno nel contesto dell'elettificazione dei trasporti

Attualmente si sta assistendo ad una progressiva elettificazione dei trasporti che dal punto di vista dell'efficiamento dei veicoli è sicuramente vantaggiosa, non solo rispetto ai tradizionali motori a combustione interna, ma anche nei confronti delle soluzioni alimentate ad idrogeno.

Infatti, parlando delle sole efficienze Tank-To-Wheel, ovvero il quantitativo di energia realmente utile all'operazione e moto del veicolo rispetto all'energia introdotta nel serbatoio (o batterie nel caso di auto elettrica), le auto elettriche rappresenterebbero la soluzione migliore.

L'efficienza raggiunge, difatti, valori di circa il 75-85%, rispetto a circa il 50-60% per i veicoli a Fuel Cell, e circa il 40% dei veicoli a combustione interna. Se inoltre si va a considerare l'efficienza Well-To-Wheel, ovvero tenendo in conto le perdite di energia a partire dalla fonte, la doppia trasformazione di energia elettrica in idrogeno e la sua successiva riconversione tramite cella a combustibile, insieme all'energia necessaria per lo stoccaggio sotto forma di gas compresso ed il trasporto, l'efficienza totale si abbassa notevolmente [6,9]. Per questi motivi è evidente che **la mobilità ad idrogeno non deve essere considerata come antagonista della mobilità elettrica, ma piuttosto come una complementarità.** Infatti, l'utilizzo di una propulsione

interamente elettrica ha dei limiti progettuali che non possono essere trascurati, quali: l'elevato peso e ingombro delle batterie (soprattutto per alte potenze), i lunghi tempi di ricarica, le possibili difficoltà di integrazione dei processi di ricarica nella rete elettrica, l'attuale assenza di un'infrastruttura per il riciclo e l'utilizzo di terre rare nella chimica delle batterie. **La mobilità ad idrogeno, per i suoi vantaggi quali breve tempo di ricarica, il limitato incremento di peso del sistema all'aumentare della potenza nominale, un'ottima autonomia e la minore dipendenza da terre rare difficilmente reperibili, si configura come una possibile soluzione per contribuire alla decarbonizzazione di nicchie difficilmente elettrificabili [6].** In particolare, si fa riferimento a mezzi pesanti per il trasporto stradale, macchine industriali per la movimentazione, treni su tratte non elettrificate, piccole imbarcazioni fino anche a piccoli velivoli. Un altro possibile campo di applicazione potrebbe essere costituito dalle flotte di veicoli che prevedono un'operazione

su più turni di lavoro: il basso tempo di rifornimento dei serbatoi di idrogeno potrebbe garantire l'utilizzo di una flotta meno ampia.

Prospettive future per l'impiego dell'idrogeno nei trasporti

La domanda di idrogeno prevista per il prossimo futuro è destinata a cresce-

re. Come riporta lo studio presentato in Figura 2^[11], il settore della mobilità diventerà presto un driver importante della domanda di H₂.

La diffusione di veicoli ad idrogeno, prevista in continua crescita, sarà dipendente da una serie di fattori: in primo luogo, dalla riduzione del prez-

zo dell'idrogeno verde e del costo stesso dei veicoli. Contemporaneamente, sarà necessario il coordinamento tra governi e industrie per lo sviluppo contestuale dell'intera supply chain necessaria a soddisfare la domanda di idrogeno pulito^[12].

per info: nicolo.mancino@enea.it

Referenze

1. IEA (2023), Tracking Clean Energy Progress 2023, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/tracking-clean-energy-progress-2023>.
2. European Commission, Reducing CO₂ emissions from heavy-duty vehicles, <https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/reducing-co2-emissions-heavy-duty-vehicles>
3. European Commission, The European Green Deal, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
4. European Commission, CO₂ emission performance standards for cars and vans, <https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans>
5. Rasul, M.G.; Hazrat, M.A.; Sattar, M.A.; Jahirul, M.I.; Shearer, M.J. The future of hydrogen: Challenges on production, storage and applications, Energy Conversion and Management, Volume 272, 2022, 116326, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.116326>
6. Mancino, A.N.; Menale, C.; Vellucci, F.; Pasquali, M.; Bubbico, R. PEM Fuel Cell Applications in Road Transport. Energies 2023, 16, 6129. <https://doi.org/10.3390/en16176129>
7. Pardhi, S.; Chakraborty, S.; Tran, D.-D.; El Baghdadi, M.; Wilkins, S.; Hegazy, O. A Review of Fuel Cell Powertrains for Long-Haul Heavy-Duty Vehicles: Technology, Hydrogen, Energy and Thermal Management Solutions. Energies 2022, 15, 9557.
8. J. Nebergall, Hydrogen internal combustion engines and hydrogen fuel cells, Jan 2022, <https://www.cummins.com/news/2022/01/27/hydrogen-internal-combustion-engines-and-hydrogen-fuel-cells>
9. Heid, B.; Martens, C.; Orthofer, A. How hydrogen combustion engines can contribute to zero emissions, McKinsey & Co, 2021, <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/how-hydrogen-combustion-engines-can-contribute-to-zero-emissions>
10. Basma, H.; Zhou, Y.; Rodríguez, F. Fuel-cell hydrogen long-haul trucks in europe: a total cost of ownership analysis, ICCT, Set 2022, <https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/09/eu-hvs-fuels-eva-fuel-cell-hdvs-europe-sep22.pdf>
11. Ahad, M.T.; Bhuiyan, M.M.H.; Sakib, A.N.; Becerril Corral, A.; Siddique, Z. An Overview of Challenges for the Future of Hydrogen. Materials 2023, 16, 6680. <https://doi.org/10.3390/ma16206680>
12. Gulli, C.; Heid, B.; Waardenburg, M.; Noffsinger, J.; Waardenburg, M. Global Energy Perspective 2023: Hydrogen outlook, Jan 2024, McKinsey & Co., <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/global-energy-perspective-2023-hydrogen-outlook>

Valutazione tecnico-economica di servizi di trasporto urbani innovativi

Il progetto Life for Silver Coast è nato per sperimentare servizi di mobilità elettrica innovativa per le località di Orbetello, Monte Argentario e Isola del Giglio, note destinazioni di turismo estivo. Il progetto ha come obiettivi la sostenibilità ambientale e il miglioramento della qualità della vita. Sono stati quindi scelti veicoli elettrici (auto, scooter e biciclette) utilizzabili in modalità condivisa, per valutarne la sostenibilità finanziaria, un obiettivo quest'ultimo che spesso la mobilità pubblica e condivisa non è riuscita a raggiungere. Le analisi mostrano che, all'interno del progetto, le e-bike e gli e-scooter possono essere finanziariamente neutri e addirittura profittevoli, ma solo se l'indice di utilizzo invernale è simile a quello estivo. I risultati ottenuti sono in linea con altre esperienze, ed evidenziano come, per rendere un servizio in condivisione finanziariamente sostenibile, è necessario puntare su veicoli dal costo ridotto e con un elevato indice di utilizzo.

DOI 10.12910/EAI2024-026

di Fabio Cignini, Laboratorio Applicazioni Digitali per l'efficienza energetica nella PA- ENEA, Adriano Alessandrini, Università di Firenze, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - Trasporti, Fernando Ortenzi, Francesco Vellucci, Francesco Vitiello, Laboratorio Mobilità Sostenibile e Trasporti - ENEA

Il progetto Life for Silver Coast (LifeSC), finanziato dal programma della Commissione Europea LIFE+2016 (G.A. LIFE 16 ENV/IT/000337), che vede la collaborazione di numerosi partner, tra cui: Università di Roma, Università di Firenze, PoMoS Regione Lazio, EnelX ed Enea, che ha collaborato con UNIFI alla fase di analisi dei risultati. ha aperto i suoi servizi di mobilità al pubblico il 22 maggio 2021. Al suo interno sono stati sviluppati e sperimentati nuovi veicoli e servizi di mobilità elettrica per le località di Orbetello, Monte Argentario e Isola del Giglio. I servizi di mobilità includono servizi collettivi, come minibus elettrici e imbarcazioni per la laguna di Orbetello e il mare, e servizi individuali come e-bike, e-scooter e e-cars. Tutti i servizi sono integrati e gestiti con un'applicazione per smartphone che permette la pianificazione degli itinerari, l'acquisto dei biglietti (dove

necessario) e la prenotazione e l'uso dei servizi in un "one-stop-shop".

Mobilità condivisa

Il concetto della condivisione dei veicoli (automobili in particolare) non è nuovo. Shaheen, Chan and Micheaux, nel loro studio "One-way carsharing's evolution and operator perspectives from Americas" ^[1] hanno fatto risalire l'origine all'ingegnere visionario Jacques Welles che propose nel 1951 ^[2] il progetto di una piccola city car elettrica in condivisione, poiché aveva previsto l'impatto negativo che un eccessivo numero di auto private avrebbe avuto nelle città. Un'altra iniziale forma di carsharing venne introdotta a Zurigo nel 1948, in cui una cooperativa denominata "Sefage" (Selbstfahrgemeinschaft) offriva l'utilizzo di vetture a coloro che non potevano permettersi l'acquisto. Secondo Shaheen ^[3], il motivo principale dietro i primi servizi di condivisio-

ne era quello di usufruire dei benefit dell'auto privata senza dover sostenere i costi di acquisto e manutenzione. Negli ultimi 50 anni del ventesimo secolo, i vari club di condivisione, che garantivano l'utilizzo temporaneo dei veicoli, sono però rimasti una piccola nicchia nel mercato dei veicoli.

È con lo sviluppo delle tecnologie digitali che il carsharing ha aumentato la sua attrattività verso operatori e utilizzatori, grazie alla possibilità di prenotazione e accesso al veicolo da remoto e tracciamento del veicolo in tempo reale. Questi sviluppi hanno permesso al car sharing di diventare un'importante alternativa di trasporto in molte regioni e aree urbane ^[4].

Progetto Life for Silver Coast

LifeSC fornisce tre servizi di vehicle sharing con 23 e-bikes organizzate in un modello station-to-station, cioè che è possibile prelevare e lasciare in stazioni dedicate (Figure 1), 3 e-cars

e 25 e-scooter (Figura 2) i quali, dopo una fase iniziale con aree parcheggio prestabilite e riservate, sono state convertite in condivisione free-floating, cioè con possibilità di parcheggio libero in stalli pubblici e regolari (non riservati).

Il progetto è passato da una modalità iniziale in cui tutti i viaggi sono di tipo circolare, e i veicoli differenti, a un servizio che comprende altre modalità: quella free-floating e quella unidirezionale con stazioni per prelevare e lasciare i veicoli (stalli per le biciclette e stazioni di ricarica per auto e scooter). Il tariffario copre queste differenti modalità con un singolo servizio ed è inoltre variabile con il tempo di noleggio, rendendo difficile classificare il progetto nelle tipologie definite fino ad oggi [5]. Di seguito è riportata come esempio la tariffa applicata alle e-bikes: € 0.21 al minuto per la prima ora, superata la quale il prezzo diventa fisso in base alle ore di utilizzo: € 19.90 tra 1 e 3 ore, € 26.90 tra 3 e 6 ore; superate le 6 ore viene applicata la tariffa giornaliera di € 34.90.

Per le auto e gli e-scooter cambiano i prezzi ma la suddivisione in fasce orarie rimane la stessa. Le tariffe che cambiano con il tempo di noleggio permettono di coprire differenti modelli di business con lo stesso servizio. La tariffa al minuto, tipica dei servizi free-floating in cui sono richiesti spostamenti corti per muoversi velocemente nell'area di interesse, è supportata dal modello escursione turistica in cui sono richiesti noleggi a breve termine per raggiungere una spiaggia lontana o un'altra attrazione turistica, tipica per biciclette e, soprattutto, scooter, e dal modello di noleggio giornaliero per persone che necessitano di viaggiare in macchina per uno o più giorni.

Questa ultima modalità è stata usata prevalentemente per raggiungere Firenze o Roma dove le auto elettriche



Figura 1: Postazioni per il noleggio delle e-bike

possono accedere alle Zone a Traffico Limitato (ZTL) e parcheggiare gratuitamente, e ove servisse ricaricare anche grazie alle colonnine di ricarica. Gli utenti possono quindi raggiungere i centri di Firenze o Roma, spendere l'intera giornata e rientrare con l'auto carica e pronta per il viaggio di ritorno.

Ciò ha comportato un uso non convenzionale di un'auto elettrica ma ha contribuito ad aumentare significativamente le ore di utilizzo, e quindi l'indice di utilizzo, rispondendo a un bisogno specifico. Dal punto di vista

della sostenibilità sarebbe stato meglio favorire l'utilizzo del treno per raggiungere le due città sopracitate.

La Tabella 1 mostra i risultati totali del servizio di condivisione LifeSC. Da questi dati, le e-bike sono state utilizzate il 22% del tempo in cui erano disponibili, le auto il 16% e gli scooter il 7%.

Poiché i dati sono stati raccolti nel 2021, quindi durante il periodo di pandemia COVID-19, si è verificato se il flusso di turisti fosse stato minore rispetto agli anni precedenti il 2019. Secondo i dati della camera di

Parametri	Unità	e-Car	e-Scooter	e-Bike
Numero di noleggi	#	907	116	110
Noleggi medi per veicolo	#	302.3	4.64	4.78
Tempo totale di noleggio	-	587h 29' 24"	586h 41' 31"	298h 51' 10"
Distanza totale percorsa	Km	9,394	5,543	1,300
Periodo di servizio	Giorno*veicolo	156	349	57
Percentuale utilizzo	%	16	7	22

Tabella 1: Risultati totali del servizio di condivisione LifeSC



Figura 2: I mezzi di trasporto a noleggio nel progetto SilverCoast

commercio locale relativi al 2021, il flusso di turisti è stato leggermente superiore a quello del 2019. Infatti, la diminuzione dei turisti stranieri è stata più che compensata dall'aumento dei turisti italiani, con una presenza maggiore nelle case vacanza rispetto agli hotel in riferimento agli anni precedenti il 2019. Complessivamente si può affermare che la pandemia COVID-19 non ha influenzato il flusso di turisti nell'area nell'estate 2021.

Costi e Ricavi

I ricavi sono stati estratti dal sistema informatico On-Sharing, la compagnia che ha gestito il servizio, ottenendo dei dati coerenti con quelli calcolati applicando il piano tariffario ad ogni noleggio. Per avere un bilancio su base annua, i dati raccolti sono stati estesi a 365 giorni, considerando un solo veicolo per ogni categoria. Complessivamente i tre servizi di sharing hanno raccolto € 12,120, suddivisi come segue:

- € 4,986.49 sono stati raccolti dalle auto su 156 giorni x e-cars di operatività, che estesi su 365 giorni portano a 11,650 €/anno.
- € 5,387.30 sono stati raccolti dagli scooter su 349 giorni x e-scooter di operatività, che estesi su 365 giorni

portano a 5,635 €/anno.

- € 1,764.10 sono stati raccolti dalle e-bike su 57 giorni x e-bikes, che estesi su 365 giorni portano a 11,500 €/anno.

I costi presi in considerazione riguardano:

- Il deprezzamento annuo, in cui si è considerato il costo di acquisto dividendolo per 5 anni di ammortamento per le auto e 3 per gli e-scooter e le e-bikes.
- I costi fissi di proprietà, che includono la tassa di proprietà e l'assicurazione.
- I costi di manutenzione, stimati come il 2% annuo del costo di acquisto.
- I costi di lavaggio, intesi come € 6 a settimana per le auto e € 4 a settimana

per e-scooter e e-bike.

- I costi del personale che si occupa della manutenzione dei veicoli, quantificato come un singolo dipendente dal costo lordo di € 30,000/anno, che viene suddiviso equamente in 3 per i 3 servizi (€ 10000/anno). Ciò implica, ad esempio, che la singola auto richiede 3,333 €/anno.
- I costi di investimento per le stazioni delle e-bike, dal costo di circa € 20,000 per 6 e-bike, con una aspettativa di vita di 10 anni.
- I costi dell'energia sono stati calcolati considerando il costo al kWh di € 0.45, un consumo medio di 0.2 kWh/km per le auto, 0.05 per gli e-scooter e 0.02 per le e-bike.

Tabella 2: Costi presi in considerazione.

Costo per veicolo	Unità	e-Car	e-Scooter	e-Bike
Deprezzamento	€	6,800	820	400
Tassa di proprietà e assicurazione	€	1,000	1,000	1,000
Manutenzione	€	680	50	24
Lavaggio	€	312	104	104
Personale	€	3,333	400	440
Infrastrutture	€	0	0	330
Energia	€	1,980	130	80
Totale	€	14,105	2,505	2,378

Bilancio

Il bilancio tra costi e ricavi risulta quindi negativo per le e-car e positivo per gli e-scooter e le e-bike. In particolare, per le auto si ha un ricavo di 11,560 €/anno*veicolo e un costo di 14,105 €/anno*veicolo, portando ad una perdita di 2,455 €/anno*veicolo, cioè il 17 % del costo annuo. Per gli e-scooter si ha un utile di 3,131 €/anno*veicolo (€ 5,635 – € 2,505), che rappresenta il 125 % dei costi. Per le e-bike si ha infine un utile di 9120 €/anno*veicolo (€ 11,500 – € 2,380) che è circa 4 volte il costo investito.

Per le e-bike il tasso di utilizzo (22 %) è probabilmente sovrastimato poiché i 23 veicoli sono stati disponibili meno di 3 giorni ciascuno, a causa dell'arrivo in ritardo delle stazioni di noleggio e degli stessi non disponibili contemporaneamente. Da uno studio simile ^[6] una percentuale di utilizzo realistica potrebbe essere compresa tra il 4 % e il 10%, cioè circa la metà di quella sperimentata. Con un indice di utilizzo simile a quello degli e-scooter (7%) le e-bikes avrebbero comunque un utile che vale il doppio dei costi.

L'indice di utilizzo è il punto chiave della remuneratività di ogni servizio

di sharing. Un suo aumento si può ottenere riducendo il numero di veicoli, ma in questo modo si rischia di andare incontro a un duplice effetto negativo. Si riduce la domanda di trasporto e gli utilizzatori che rimangono perdono fiducia nel servizio, con un impatto negativo su coloro che sarebbero pronti a effettuare scelte radicali come quella di rinunciare al veicolo privato, che è il principale contributo alla sostenibilità dei servizi di condivisione.

Poiché il tasso di utilizzo annuo costante e uguale a quello dei tre mesi estivi di sperimentazione può essere plausibile per le auto ma non per scooter e e-bike, si può ipotizzare un tasso di utilizzo di questi ultimi pari all' 1% nei restanti 9 mesi. In questo modo si ottiene un tasso di utilizzo annuo del 2.5% con ricavi di 1,800 €/anno x veicolo per le e-bike e 1900 €/anno x veicolo per gli scooter. Queste previsioni più realistiche porterebbero anche gli e-scooter e le e-bike in bilancio negativo.

Nel presente studio non sono stati inoltre considerati i costi di impresa, i costi di sviluppo per l'APP e di IT e i costi del personale amministrativo

che sono stati offerti dai partner e sostenitori del progetto. Questa situazione è tipica di servizi organizzati da compagnie municipali che hanno a disposizione staff, strutture, call center e fondi pubblici per acquistare o sviluppare in house servizi IT per la mobilità. Nel caso di operatori privati questi ulteriori costi farebbero risultare l'investimento sconveniente.

Per aumentare la fruttuosità dei servizi di vehicle sharing offerti al di fuori dei centri città, dove l'alta domanda di tipo isotropo aumenta considerabilmente l'indice di utilizzo, si sono trovate cinque caratteristiche principali:

- La condivisione dei passaggi e non solo dei veicoli, tra più utenti nel caso di autovetture, utile per assorbire la domanda nei periodi di picco.
- L'auto-riposizionamento dei veicoli liberi, in modo da andare incontro alle necessità degli utenti.
- La diminuzione o l'eliminazione dei tempi di ricarica.
- La differenziazione verso veicoli dal basso costo che permettono utilizzi differenti.
- Un servizio integrato per coprire tutte le necessità di mobilità.

per info: fabio.cignini@enea.it

Bibliografia

1. Shaheen, S.A., Chan, N.D. & Micheaux, H., 2015, One-way carsharing's evolution and operator perspectives from the Americas. *Transportation* 42, 519–536. DOI: 10.1007/s11116-015-9607-0
2. Welles, J.: A propos de circulation urbaine. *Urbanisme*, 1951,
3. Shaheen, S.A., Sperling, D., Wagner, C., 1998, Carsharing in Europe and North America: past, present, and future. *Transportation Quarterly* Vol 52, no 3, pp 35–52
4. Susan A. Shaheen & Adam P. Cohen, 2013, Carsharing and Personal Vehicle Services: Worldwide Market Developments and Emerging Trends, *International Journal of Sustainable Transportation*, 7:1, 5–34, DOI: 10.1080/15568318.2012.660103
5. G Remané, RC Nickerson, A Hanelt, JF Tesch, LM Kolbe, 2016, A Taxonomy of Carsharing Business Models Proceedings of 37th International Conference on Information Systems (ICIS 2016)
6. Y. Shamsunnahar, H. Beibei, G. Yunfeng, Y. Jiechen, S. Yue, D. Yang, B. Ji, D. Xianlei, S. Huijun, 2021, Understanding the Operational Efficiency of Bicycle-Sharing Based on the Influencing Factor Analyses: A Case Study in Nanjing, China. *Journal of Advanced Transportation*, 0197–6729, DOI: 10.1155/2021/8818548

L'impegno di EIT Urban Mobility per una mobilità urbana sostenibile e smart

Nata nel gennaio 2019, EIT UM conta oggi oltre 260 membri e si propone di promuovere la creazione di spazi urbani più vivibili e di accelerare il percorso di trasformazione verso un sistema di mobilità urbana multimodale, accessibile, intelligente, sicuro, economico e socialmente inclusivo. Fra gli obiettivi prioritari anche migliorare la qualità della vita nelle città, raggiungere la neutralità carbonica della mobilità urbana e rafforzare la competitività e la capacità innovativa europea nel settore della mobilità sostenibile e smart.

Questo articolo riflette esclusivamente le opinioni degli autori, le quali potrebbero non essere completamente allineate con la posizione ufficiale di EIT Urban Mobility

DOI 10.12910/EAI2024-027

di Gaetano Valenti e Carlo Liberto, Laboratorio di Mobilità Sostenibile e Trasporti - ENEA, Gregorio D'Agostino, Laboratorio di Analisi e Modelli per le Infrastrutture Critiche ed i Servizi essenziali - ENEA, Franco Roca, Staff del Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili - ENEA

EIT Urban Mobility (EIT UM) è la Comunità della conoscenza promossa dall'European Institute of Innovation & Technology (EIT) per affrontare le pressanti e complesse sfide della mobilità di persone e merci nelle città.

EIT UM, che conta attualmente più di 260 membri, è stata costituita nel gennaio 2019 con l'obiettivo di promuovere la creazione di spazi urbani più vivibili e di accelerare il percorso di trasformazione verso un sistema di mobilità urbana multimodale, accessibile, intelligente, sicuro, economico e socialmente inclusivo. L'impegno di EIT UM è inoltre rivolto al raggiungimento di obiettivi cruciali e urgenti come migliorare la qualità della vita nelle città, raggiungere la neutralità carbonica della mobilità urbana in accordo con quanto stabilito nel Green Deal Europeo e rafforzare la competitività e la capacità innovativa europea nel settore della mobilità sostenibile

e smart.

EIT UM è strutturata in cinque Innovation Hub regionali con sedi a Helmond (West), Praga (East), Barcellona (South), Monaco (Central) e Copenhagen (North) che hanno il compito di coordinare ed estendere gli ecosistemi dell'innovazione all'interno delle rispettive regioni.

EIT UM si propone di trasformare la mobilità urbana, concentrando i suoi sforzi sulle seguenti priorità strategiche:

- **migliorare lo spazio urbano, la qualità della vita e la vivibilità delle città**, ridisegnando l'attuale offerta di mobilità e riducendo lo spazio dedicato alle automobili;
- **colmare il divario di conoscenze e competenze necessarie per guidare la trasformazione e l'innovazione della mobilità urbana**, riqualificando e aggiornando le capacità di dirigenti, tecnici e imprenditori attraverso programmi di istruzione superiore e for-

mazione;

- **sostenere l'implementazione di nuove soluzioni di mobilità sostenibili**, climaticamente neutre e inclusive per persone e merci, progettate attorno alle reali esigenze degli utenti;
- **rafforzare la competitività e l'autonomia tecnologica europea** nel settore della mobilità urbana per favorire la creazione di posti di lavoro;
- **aumentare l'accettazione sociale e la consapevolezza dei cittadini** riguardo alle nuove soluzioni di mobilità sostenibile, nonché promuovere un ambiente normativo che favorisca la competitività di tali soluzioni.

Nuove soluzioni per la sostenibilità della mobilità urbana

Il lavoro di EIT UM è organizzato in programmi operativi finalizzati ad accelerare l'applicazione di nuove soluzioni per la sostenibilità della mobilità urbana (Innovation), promuovere percorsi formativi avanzati (Education),

sostenere lo sviluppo di start-up e piccole imprese innovative (Business Creation) e favorire la crescita dei nuovi prodotti sul mercato globale (Factory).

EIT UM è oggi la più importante Comunità in Europa impegnata a promuovere l'introduzione di prodotti, servizi e processi innovativi per la mobilità delle persone, la consegna delle merci e la raccolta dei rifiuti, facilitando e rafforzando la collaborazione tra città, imprese (incluse le PMI), istituzioni accademiche e organizzazioni di ricerca.

Le città partecipano fornendo spazio e risorse per i living lab utilizzati per i test in condizioni reali. Nei **living lab**, i cittadini e gli stakeholder partecipano attivamente in tutte le fasi del processo, dalla co-creazione e progettazione alla sperimentazione e all'adozione delle soluzioni proposte. Questo coinvolgimento diretto garantisce che le soluzioni sviluppate rispondano alle effettive esigenze di mobilità dei cittadini e alle principali sfide delle città. Inoltre, le imprese, le organizzazioni di ricerca e le università partner hanno l'opportunità di dimostrare il valore delle nuove soluzioni nel migliorare la qualità della vita nelle aree urbane e promuovere la sostenibilità della mobilità.

Le attività di EIT UM sono attualmente orientate dall'Agenda Strategica 2021-2027, la quale stabilisce priorità e indirizzi operativi per il raggiungimento degli obiettivi strategici fissati nei diversi programmi. Gli obiettivi strategici sono perseguiti e monitorati attraverso l'elaborazione e attuazione di Business Plan triennali. Le aree tematiche affrontate nell'attuale Business Plan 2023-25 sono:

- "active Mobility", per incentivare gli spostamenti a piedi o in bicicletta;

- "intermodality", per favorire l'integrazione sinergica dei diversi modi di trasporto esistenti e l'adozione di nuove soluzioni per ottimizzare la mobilità urbana;
- "mobility infrastructure", per promuovere l'innovazione e il miglioramento delle infrastrutture di mobilità in linea con le esigenze di mobilità dei cittadini;
- "mobility for all", per garantire un sistema di mobilità inclusivo, accessibile, economicamente conveniente ed equo;
- "pollution reduction", per abbattere i livelli di inquinamento atmosferico, acustico e le emissioni climalteranti;
- "sustainable city logistics", per migliorare i servizi di consegna delle merci e la gestione della raccolta dei rifiuti in città anche attraverso l'introduzione di veicoli più puliti;
- "creating public realm", per migliorare la progettazione, l'utilizzo e la gestione degli spazi pubblici e ridurre lo spazio dedicato ai veicoli;
- "future mobility", per promuovere l'adozione delle tecnologie digitali come l'intelligenza artificiale, il 5G e l'infrastruttura intelligente;
- "mobility and energy", per sostenere la diffusione di veicoli innovativi alimentati con vettori energetici puliti e rinnovabili.

La partecipazione ENEA

ENEA è tra i partner promotori che hanno contribuito alla creazione della comunità EIT Urban Mobility. Inoltre, ENEA ha collaborato ai progetti SOUL, CITYFLOWS e CELESTE del programma "Innovation" e al progetto E+MobAcc afferente al programma "Business Creation".

SOUL¹ mirava alla realizzazione di una piattaforma digitale di supporto alle decisioni dei diversi soggetti interessati alla definizione di strategie

di mobilità urbana e alla realizzazione e gestione di moderni centri multimodali, concepiti per offrire ai viaggiatori un'ampia gamma di soluzioni di mobilità, fisicamente e digitalmente integrate tra loro. La piattaforma integrava dati di mobilità provenienti da fonti pubbliche e private ed era anche pensata come strumento utile per coinvolgere e raccogliere opinioni e proposte dai viaggiatori, nonché promuovere nuovi servizi di mobilità più rispondenti e funzionali alle esigenze dei viaggiatori in termini di rapidità, sicurezza, comfort, affidabilità e convenienza economica. **La piattaforma è stata testata in tre importanti centri multimodali presenti nelle tre città partner del progetto, in particolare: Barcellona, Eindhoven e Milano.** Il caso di studio di Milano riguardava la Stazione Centrale, attualmente seconda in Italia per flusso di passeggeri dopo Roma Termini. ENEA ha collaborato alla progettazione degli algoritmi ed alla validazione tecnica e funzionale della piattaforma.

CITYFLOWS² aveva come obiettivo principale la realizzazione di un Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS) per la gestione dei flussi pedonali in grado di migliorare la vivibilità e la sicurezza degli spazi urbani soggetti a sovrappollamento, anche in concomitanza di grandi eventi. Tale sistema è in grado di connettersi a svariate tipologie di sensori e di processare i diversi input forniti per la gestione e il monitoraggio delle folle. Il DSS è stato successivamente applicato in specifici living lab realizzati nelle tre città partner del progetto: Amsterdam, Barcellona e Milano ed ENEA ha avuto l'incarico di coordinare le attività di Stazione Centrale di Milano. Inoltre, ENEA ha fornito un contributo specifico per il test e la validazione di un sistema di computer vision che uti-

¹ www.eiturbanmobility.eu/projects/smart-mobility-hub-platform/

² www.eiturbanmobility.eu/projects/cityflows-2/

lizza dati anonimizzati delle persone monitorate in tempo reale mediante sensori video installati presso la stazione, nonché per lo sviluppo di analisi statistiche e la caratterizzazione dei flussi pedonali e l'analisi dei livelli di servizio all'interno del living lab. Particolare importanza è stata rivolta alla formazione e al coinvolgimento diretto dei diversi operatori del settore mediante attività di Educational e specifici webinar e workshop.

CELESTE³ si è occupato di migliorare la sicurezza stradale (in particolare limitando la velocità dei veicoli in specifiche aree urbane) e di ridurre l'inquinamento atmosferico nelle città attraverso la regolazione dinamica e adattiva dei flussi veicolari. CELESTE si proponeva in particolare di

sviluppare e valutare nuove tecniche e strumenti software per analizzare, controllare e pianificare dinamicamente il deflusso veicolare in base alle mutevoli condizioni ambientali e alle esigenze di sicurezza di automobilisti e pedoni. L'interazione M2M (Machine to Machine) è, inoltre, alla base della futura mobilità automatizzata e il rispetto dei limiti di velocità e delle regole stradali (sensi unici, corsie preferenziali). ENEA ha contribuito alla definizione delle regole per dispositivi di allerta per i guidatori (vibrazioni dello sterzo e del sedile, segnali auditivi e visivi) e, in qualità di leader, alla valutazione dell'accettazione dell'innovazione digitale da parte dei cittadini. In tale ambito ENEA ha utilizzato strumenti di intelligenza

artificiale per raccogliere le esternazioni sui social media, estrarre le esigenze emergenti ed il grado di accettazione.

E+MobAcc⁴ era un progetto pluriennale del sottoprogramma "Acceleration" focalizzato sui temi dell'energia, della micromobilità e della mobilità condivisa. Il progetto si proponeva di selezionare le start-up più innovative e promettenti tramite bandi finanziati da EIT UM e di prepararle a confrontarsi con il mercato attraverso specifiche attività di business coaching, formazione e tutoraggio. E+MobAcc ha inoltre supportato le start-up a testare e dimostrare le loro soluzioni nei living lab delle città e ad entrare in contatto con potenziali investitori e partner industriali.

per info: gaetano.valenti@enea.it

³ www.eiturbanmobility.eu/projects/celeste/

⁴ www.eiturbanmobility.eu/impact-ventures/accelerator/e-mobility/



Progetto SOUL: il sistema MaaS (Mobility as a Service) della Stazione Centrale di Milano

Nuove prospettive per la pianificazione e gestione della mobilità urbana

I recenti e rilevanti progressi della smart mobility, trainati dalla digitalizzazione dei sistemi di trasporto e dall'utilizzo combinato di Big Data e intelligenza artificiale, costituiscono una grande opportunità di innovazione dei processi conoscitivi, valutativi e decisionali che caratterizzano la pianificazione e gestione dei sistemi di mobilità urbana.

DOI 10.12910/EAI2024-028

di Gaetano Valenti, Matteo Corazza, Federico Karagulian, Maria Lelli, Carlo Liberto, Laboratorio di Mobilità Sostenibile e Trasporti - ENEA

La promozione della sostenibilità e della neutralità carbonica nel settore della mobilità urbana richiede una visione sistemica del contesto in cui dovrà svilupparsi e l'utilizzo di strumenti avanzati che possano guidare le azioni verso soluzioni efficaci, durature ed economicamente realizzabili. I recenti e rilevanti progressi della smart mobility, trainati dalla digitalizzazione dei sistemi di trasporto e dall'utilizzo combinato di Big Data e intelligenza artificiale, costituiscono una grande opportunità di innovazione dei processi conoscitivi, valutativi e decisionali che caratterizzano la pianificazione e gestione dei sistemi di mobilità urbana.

Una tappa fondamentale in questo percorso di innovazione è la creazione di infrastrutture digitali altamente efficienti che consentano di archiviare, integrare e gestire grandi flussi di dati di mobilità e trasporto provenienti da varie fonti all'interno delle città.

È altrettanto essenziale analizzare e interpretare tali flussi di dati per estrarre informazioni utili e prendere decisioni informate. In particola-

re, è cruciale lo sviluppo di sistemi **data-driven** conformi ai requisiti di privacy e sicurezza dei dati sensibili, che possano **fornire un quadro conoscitivo costantemente aggiornato** sia sui livelli di accessibilità e sostenibilità offerti dalle diverse modalità di trasporto, che sui comportamenti e le abitudini di mobilità di residenti, pendolari e visitatori occasionali.

Questo poderoso miglioramento sarà sempre più realizzabile grazie alla crescente disponibilità di dati open pubblicati dai gestori dei servizi di mobilità e di dati geo-referenziati sugli spostamenti giornalieri delle persone generati attraverso reti di dispositivi mobili e sensori fissi, servizi di localizzazione e veicoli connessi.

La raccolta massiva di dati sulle preferenze individuali di spostamento, quali luoghi visitati, tempi e distanze percorse, e orari di permanenza, fornirà un notevole impulso nell'elaborazione di nuovi e più efficaci approcci per la modellizzazione dei comportamenti di mobilità giornalieri in presenza di sistemi multimodali e in presenza di sistemi informativi avanzati.

Il nuovo contesto tecnologico, caratterizzato da un'elevata capacità

computazionale, favorirà lo sviluppo di piattaforme digital twin per il monitoraggio intelligente dei sistemi di trasporto e la simulazione dei nuovi scenari di mobilità condivisa, connessa, autonoma e ad alimentazione alternativa.

Le sfide della mobilità urbana

Mai come oggi, i processi di pianificazione e gestione della mobilità sono chiamati ad imprimere sostanziali cambiamenti verso la sostenibilità e il miglioramento della qualità della vita nelle nostre città, da troppo tempo dominate e soffocate dal traffico automobilistico.

Sono sempre più evidenti le ripercussioni negative sulla qualità dell'aria, sui livelli di rumore, sull'occupazione degli spazi urbani, sui ritardi, sullo spreco di energia, sull'incidentalità e sui bilanci economici delle famiglie. Inoltre, la mobilità urbana incide in modo non trascurabile sul cambiamento climatico per la forte dipendenza dai combustibili fossili.

La recente crisi energetica, indotta in parte dalle attuali tensioni geopolitiche, e le incalzanti emergenze ambientali e climatiche impongono

con urgenza la necessità di una svolta risolutiva nel settore della mobilità urbana in direzione di una maggiore sostenibilità e di una più decisa conversione verso la neutralità carbonica.

In questa ottica, le politiche e gli investimenti si stanno sempre più orientando verso due principali linee di azione. La prima è incentrata sulla transizione energetica, attraverso la diffusione di veicoli elettrici e infrastrutture di ricarica alimentate da energie rinnovabili. La seconda è focalizzata sulla riconfigurazione della domanda di mobilità, incoraggiando l'utilizzo del trasporto pubblico, la mobilità condivisa, la micromobilità elettrica e gli spostamenti ciclopeditoni. La riconfigurazione dei profili di mobilità mira anche a contenere gli spostamenti superflui e a ridurre le percorrenze di quelli inevitabili attraverso una maggiore digitalizzazione delle attività e dei servizi e una pianificazione urbana più intermodale e meno autocentrica.

Nuovi metodi conoscitivi

L'attuazione di politiche per la sostenibilità e la decarbonizzazione non possono prescindere da una precisa conoscenza dei profili di uso dei veicoli e dei reali bisogni di mobilità delle persone.

Questa conoscenza spesso risulta incompleta e inadeguata ai fini di una corretta pianificazione di interventi strutturali nelle aree urbane. Gli attuali strumenti di analisi della mobilità urbana sono inadeguati anche in fase di monitoraggio e valutazione ex-post dei risultati raggiunti.

La carenza di informazioni è principalmente dovuta all'elevato costo e alla complessità dei metodi tradizionali di indagine, basati su interviste e questionari, che ne limitano la ripetibilità e la continuità nel tempo. Inoltre, tali tecniche non consentono di

tracciare gli spostamenti individuali con un adeguato livello di dettaglio spaziale e temporale.

Negli ultimi anni, numerosi studi hanno evidenziato un notevole miglioramento nella qualità e quantità di informazioni sulla mobilità grazie al monitoraggio anonimo di persone e veicoli, sfruttando i dati provenienti dalle piattaforme digitali dei servizi di mobilità, dalla rete di sensori di traffico e dai dispositivi mobili come gli smartphone e le unità di bordo dei veicoli equipaggiati. Questi nuovi dataset, alimentati dalle tecnologie emergenti della **smart mobility**, consentono di superare i limiti dei metodi tradizionali e di ampliare notevolmente la capacità di analisi degli spostamenti individuali e delle dinamiche di utilizzo degli spazi urbani e dei diversi modi di trasporto.

In questo nuovo contesto, assumono particolare rilevanza i dataset generati dai moderni sistemi di bigliettazione elettronica e dalle emergenti piattaforme digitali **MaaS (Mobility as a Service)**, che mirano a integrare le diverse opzioni di mobilità per favorire scelte multimodali con tariffe integrate tra i diversi gestori. **Questi nuovi strumenti forniscono dati essenziali per analizzare i profili comportamentali degli utenti e pianificare servizi di mobilità più dinamici e rispondenti alle reali esigenze di spostamento.**

La vasta mole di dati sulla mobilità prodotta nelle città costituirà inoltre la base informativa di riferimento per lo sviluppo di procedure analitiche di supporto al monitoraggio e alla valutazione dei Piani Urbani di Mobilità Sostenibile (PUMS) e la costruzione di piattaforme modellistiche per la stima e previsione degli impatti economici, energetici ed ambientali.

Alla raccolta di dati e informazioni rilevanti potranno inoltre contribuire le sempre più diffuse applicazioni mobili e web nate per fornire informazioni

aggiornate sui servizi di mobilità e per il coinvolgimento attivo dei cittadini nel miglioramento dei servizi stessi e nell'adozione di comportamenti più sostenibili.

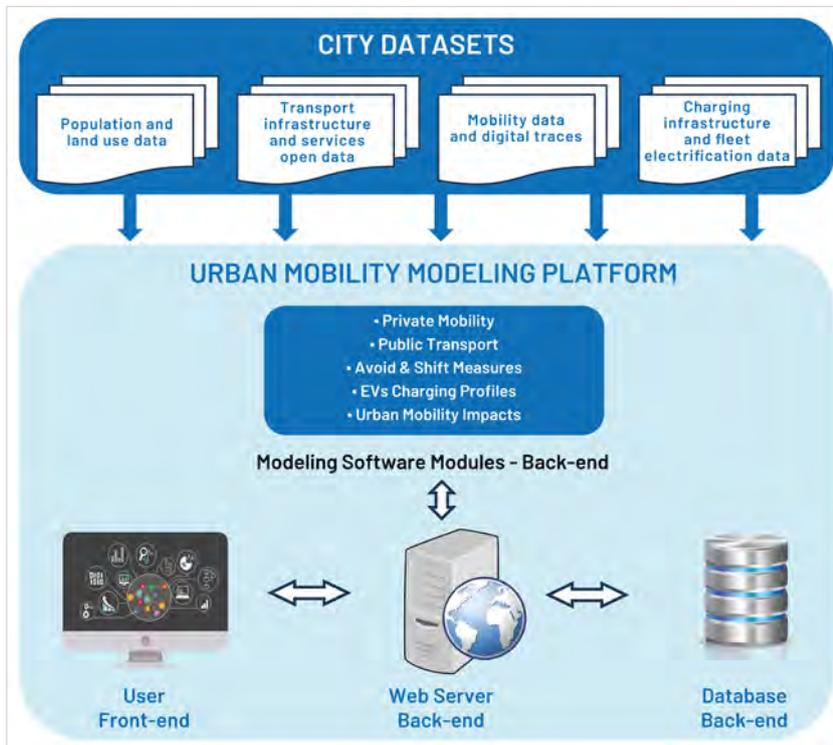
La ricerca ENEA

Lo sviluppo di tecnologie e strumenti di supporto alla pianificazione e gestione dei sistemi di mobilità costituisce una delle principali aree di ricerca del Laboratorio Mobilità Sostenibile e Trasporti (TERIN-DEC-MOST) dell'ENEA.

Gli strumenti sviluppati in questo ambito abbracciano un'ampia gamma di applicazioni, tra cui: la stima e previsione del traffico in tempo reale (STREET©), il calcolo dei consumi energetici e delle emissioni inquinanti dei veicoli nel ciclo "Well-to-Wheel" (ECOTRIP©), l'influenza dei comportamenti di guida su consumi ed emissioni, l'analisi e simulazione di scenari di elettrificazione delle flotte veicolari e di integrazione con la rete elettrica (EMU e BEST), la gestione di servizi di mobilità a chiamata, l'ottimizzazione della logistica e della distribuzione delle merci (CITYLOG©), il mobility management per la sostenibilità degli spostamenti casa-lavoro (HOWMOVE), la simulazione dei flussi pedonali negli hub di mobilità (SIMP©), l'analisi della vulnerabilità delle reti stradali e la gestione del traffico nelle situazioni di crisi.

Una delle principali linee di ricerca attualmente in corso presso il laboratorio TERIN-DEC-MOST riguarda l'innovazione dei processi di analisi e pianificazione per la promozione della mobilità urbana sostenibile ed elettrica.

La ricerca, svolta nell'ambito del programma "Ricerca di Sistema elettrico" 2022-2024, è finalizzata allo sviluppo di nuovi approcci modellistici in grado di sfruttare i big data della mobilità e gli open data dei servizi di trasporto



Architettura e componenti della piattaforma modellistica

per caratterizzare e riprodurre i legami esistenti tra la struttura degli insediamenti, l'offerta di trasporto,

le scelte individuali di mobilità e le conseguenti ripercussioni su consumi energetici, emissioni inquinanti e

climalteranti e costi sostenuti dalla collettività.

La ricerca ha lo scopo di riprodurre la mobilità dei singoli individui in contesti multimodali con catene di spostamenti estese a giornate intere. Inoltre, la ricerca punta a definire nuovi indicatori statistici sui profili e sui bisogni di mobilità e sulle prestazioni dei servizi di trasporto nelle diverse zone della città (ad es. indicatori PUMS).

Il risultato atteso della ricerca è la realizzazione di una piattaforma digitale che raccoglie, integra ed elabora dati relativi al sistema di trasporto urbano, al contesto territoriale e alla rete di sensori disponibili, sia fissi che mobili. La piattaforma include un sistema di modelli per l'analisi dei comportamenti mobilità e la simulazione di scenari di shift modale a favore del trasporto collettivo e di elettrificazione delle flotte veicolari pubbliche e private.

La ricerca prevede l'applicazione e il test dei componenti funzionali della piattaforma nell'area metropolitana di Roma.

per info: gaetano.valenti@enea.it

Il software BEST e la sua evoluzione

L'articolo descrive l'evoluzione del Software BEST (Better Electric Solution for public Transport), sviluppato interamente da ENEA all'interno dei Piani Triennali di Realizzazione 2015-2018 e 2022-2024 dell'Accordo di Programma ENEA-MASE per la Ricerca di Sistema elettrico. Nella sua formulazione originaria, BEST era finalizzato a verificare la possibilità di utilizzare veicoli a batteria sulle diverse linee di trasporto pubblico urbano e a confrontare i costi di investimento, di esercizio e delle esternalità prodotte delle diverse soluzioni tecniche di elettrificazione e di alimentazione convenzionale (diesel e metano). Per il secondo periodo di ricerca, è stata realizzata una nuova versione del software, finalizzata, in particolare, a ricostruire i profili di ricarica dei bus urbani per quelle linee per le quali l'alimentazione a batteria risulti tecnicamente fattibile. Il nuovo software è stato denominato BEST_CP, dove CP sta per Charging Profile.

DOI 10.12910/EAI2024-029

di Valentina Conti, Matteo Corazza, Silvia Orchi e Maria Pia Valentini, Laboratorio di Mobilità Sostenibile e Trasporti - ENEA

Il Software BEST sviluppato dall'ENEA consente di analizzare le seguenti configurazioni di ricarica:

- architettura A: ricarica lenta notturna al deposito;
- architettura AB: ricarica lenta notturna al deposito, con una ricarica rapida diurna di supporto (biberonage), al deposito o presso stazioni ubicate in specifici terminali;
- architettura B: ricarica lenta notturna al deposito e continui biberonage ai capolinea, durante le soste fra una corsa e l'altra.

L'analisi dell'Arch. AB rappresenta una totale novità rispetto alla precedente versione di BEST, che non prendeva in esame questo tipo di soluzione di ricarica; si tratta di una soluzione "ibrida" che contempla, oltre al rifornimento durante il ricovero notturno, un solo rifornimento diurno aggiuntivo, al deposito o in altro luogo a ciò deputato. Rispetto alla precedente versione del software (Valentini et al., 2022), è stata invece esclusa l'analisi dell'architettura C (ricarica notturna a deposito e diurna

sia alle fermate che al capolinea) in quanto dalle precedenti applicazioni del modello essa è risultata essere ancora molto lontana dalla competitività economica con le altre soluzioni di ricarica, oltre che adatta solo ad applicazioni particolari.

Capacità delle batterie e potenze di ricarica

L'algoritmo per la stima dei Profili di Ricarica del Trasporto Pubblico Locale su gomma ad alimentazione elettrica parte dall'analisi di fattibilità tecnica e dal confronto economico delle diverse soluzioni di ricarica applicate ad una linea di cui sia noto il programma di esercizio nell'arco dell'anno.

In mancanza dell'informazione relativa alla dimensione dei mezzi in servizio sulle singole linee di trasporto pubblico, BEST "ragiona" esclusivamente su autobus da 12 metri di lunghezza, ovvero sulla dimensione prevalente nei servizi urbani delle città italiane. Questa limitazione non sottrae generalità ai risultati comparativi per la selezione dell'Architettura di ricarica preferibile ma deve essere

tenuta presente nella lettura dei risultati relativi ai Profili di Ricarica, che potrebbero subire degli scalamenti in relazione alla dimensione effettiva dei bus utilizzati.

Sulla base della dimensione veicolare fissata, sono stati ipotizzati i valori di capacità della batteria e di potenza della ricarica, al variare della soluzione di ricarica.

Per l'Arch. A è necessario utilizzare batterie di capacità tale da poter effettuare un servizio giornaliero, dall'uscita dal deposito a inizio servizio sino al rientro a fine servizio, senza effettuare alcun biberonage intermedio; per questo tipo di "missione" si assume un range di variazione della capacità di batteria fra 200 e 350 kWh; il valore più opportuno sarà determinato in funzione delle esigenze energetiche del servizio sulla specifica linea. **Questa "tailorizzazione" costituisce un'innovazione modellistica rispetto al vecchio BEST, che invece assumeva un valore di batteria fisso a 350 kWh, senza distinguere fra le diverse situazioni; con tale upgrading si intende valutare la possibilità**

di limitare i costi di acquisto degli autobus per l'implementazione di questo tipo di ricarica.

Per l'Arch. B è stato immaginato, come nella precedente versione del software, di utilizzare autobus con batteria da 80 kWh di capacità, sempre sufficiente a garantire la necessaria potenza di trazione anche in condizioni puntuali di esercizio onerose (salite, carico rilevante, assorbimento di ausiliari) nonché a garantire la copertura del fabbisogno energetico di una singola corsa; in questo caso si procede ad un dimensionamento "tailorizzato" della potenza delle stazioni di ricarica da installare presso i capolinea, da un minimo di 200 ad un massimo di 400 kW; il valore di potenza dovrà garantire, nei tempi di sosta previsti dal servizio, un rifornimento elettrico sufficiente per raggiungere livelli di carica delle batterie ad inizio corsa sempre al di sopra della necessità energetica della corsa successiva; in generale, dopo ogni corsa si mira a rifornire la batteria sino al 100% della sua capacità, accettando livelli inferiori solo durante le ore di punta in cui la frequenza delle corse limita il tempo disponibile per la ricarica. Anche la personalizzazione della potenza di ricarica al capolinea per l'Arch. B rappresenta un'innovazione rispetto alla precedente versione di BEST, introdotta per dare indicazioni sulla possibilità di limitare i costi di investimento per l'implementazione di questo tipo di ricarica.

Per quanto riguarda l'Architettura AB, il valore di batteria è sempre quello massimo ipotizzato (350 kWh), dato che questa architettura di fatto rappresenta un'estensione della soluzione A, laddove la capacità massima di batteria non fosse sufficiente ad operare il servizio giornaliero e ci fosse necessità di integrare con una ricarica veloce "spot"; in questo caso è stato fissato un tempo netto di bibe-

ronage di 30 minuti, con una potenza di ricarica da 250 kW.

I dati sul servizio e la stima dei consumi energetici

La procedura di analisi si basa sui dati GTFS di programmazione del servizio resi disponibili dalla Aziende del TPL, sui quali si effettuano delle pre-elaborazioni necessarie a fornire gli input della verifica di fattibilità tecnica e del confronto economico delle alternative di ricarica.

Per ogni linea vengono identificati tutti i capolinea utilizzati in ciascuna delle sei giornate tipo che descrivono il servizio annuale: lavorativa, prefestiva e festiva per le stagioni invernale ed estiva. Inoltre, per ciascuna fascia oraria del periodo di servizio si calcola la frequenza delle corse programmate, la loro percorrenza, la loro durata e i consumi elettrici in funzione della soluzione di ricarica.

I consumi della trazione elettrica sono calcolati utilizzando le curve di consumo derivate dalla campagna di misura svolta tra il 2015 e il 2018 a Cagliari da ENEA nell'ambito della Ricerca di Sistema elettrico. Ven-

gono inoltre calcolati i consumi per riscaldamento e aria condizionata, utilizzando una metodologia analoga a quella descritta in (Corazza et al., 2021), basata sul calcolo dell'andamento di temperatura nel corso della giornata a partire dai valori climatologici mensili di temperatura minima e temperatura massima. Le temperature ottenute, unitamente ai valori di umidità climatologici vengono utilizzate per il calcolo dell'Heat Index e successivamente per il calcolo delle potenze utilizzate per riscaldamento o condizionamento.

L'interfaccia utente e la visualizzazione dei risultati

Al fine di permettere agli operatori di gestire con semplicità le fonti di informazione e le scelte su come utilizzarle al meglio, è stata sviluppata un'interfaccia che svolge allo stesso tempo la funzione di interfaccia grafica (GUI), di pre-processamento dei dati in ingresso alla procedura, di gestione delle simulazioni e di gestione dei dati di output e del loro post-processamento. In Figura 1 è rappresentata l'interfaccia di scelta



Figura 1: Interfaccia di scelta dei GTFS da considerare per l'analisi Best

dei dati GTFS statici da parte dell'utente. Viene inizialmente guidata la scelta della base di dati GTFS per ognuna delle sei giornate tipo considerate dal modello. L'utente deve inoltre indicare la città oggetto di studio, al fine di selezionare i corretti dati climatici e il Digital Elevation Map (DEM) necessari, rispettivamente, alla stima dei consumi per riscaldamento e raffreddamento dell'abitacolo e della componente "pendenza" nel calcolo dei consumi per trazione. Nel caso il DEM non fosse disponibile, il sistema permette di scaricarlo in automatico per l'area considerata, utilizzando il NASA Shuttle Radar Topography Mission Global 1 arc second number data set alla risoluzione di 30 m (NASA JPL, 2013).

La Figura 2 riporta l'energia consumata, ora per ora, da tutti i bus di Architettura B, per ciascuna delle giornate di riferimento prescelte (6, 8, 9 luglio 2023 e 5, 7, 8 ottobre 2023). Nella giornata feriale invernale

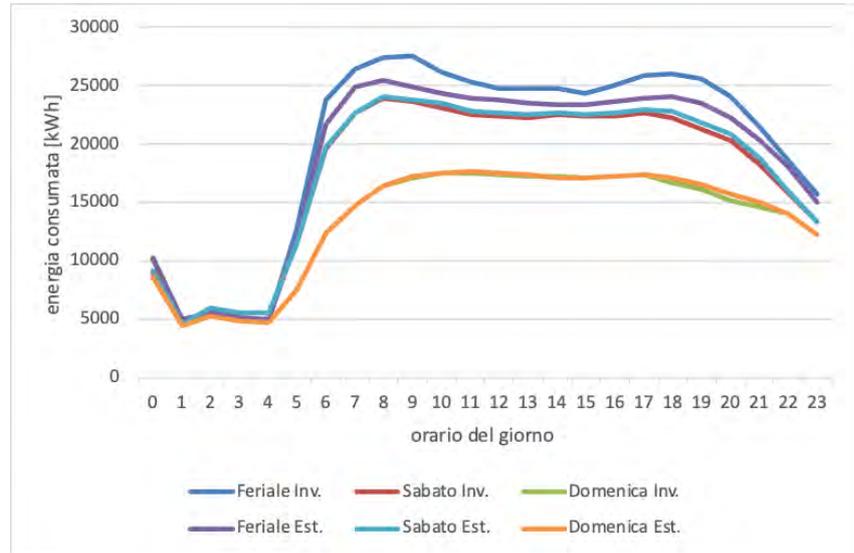


Figura 2: Energia consumata dai bus di architettura B nelle diverse ore delle giornate tipo, in estate e inverno

le sono evidenti i picchi di consumo, che raggiungono un massimo di circa 27.000 kWh/h, laddove i picchi delle rimanenti giornate si attestano sui 18-23.000 kWh/h.

Attraverso l'interfaccia sviluppata, semplicemente cliccando sulla mappa e selezionando il capolinea di interesse, in Best_CP è possibile visualizzare per ogni capolinea i gra-

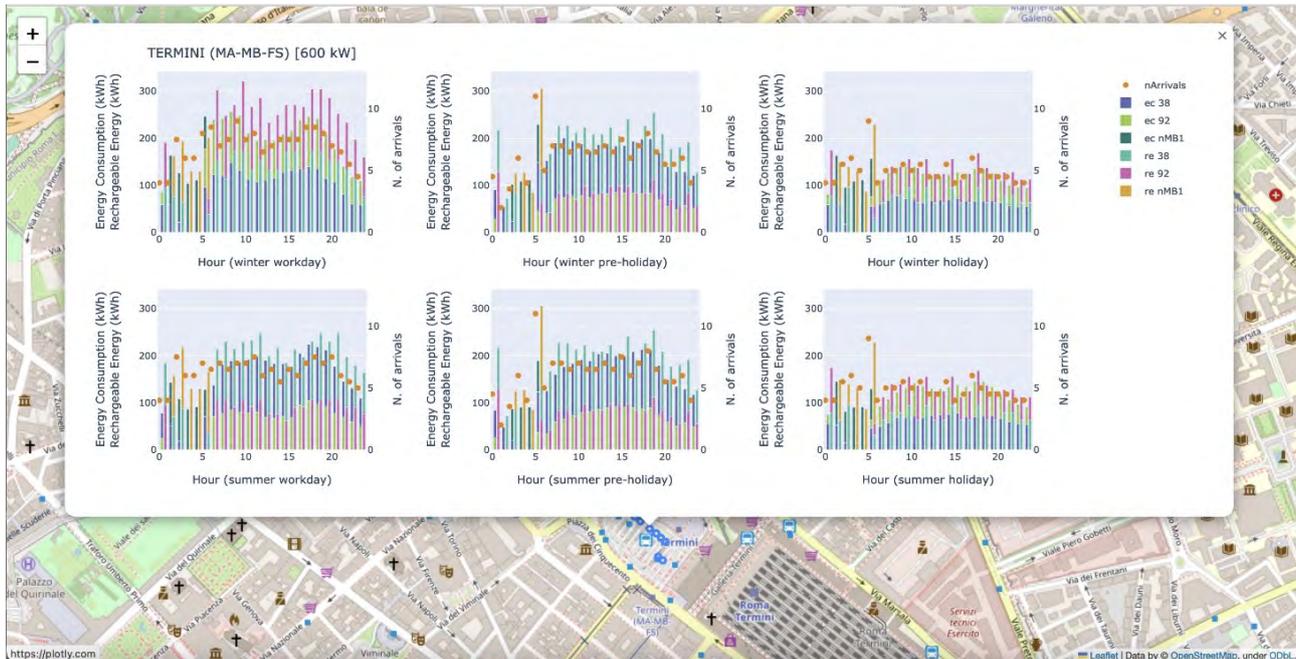


Figura 3: Capolinea a Termini

fici dell'energia oraria richiesta alla rete (intesa come energia consumata nell'ora - per trazione e condizionamento - equamente suddivisa fra tutti i capolinea utilizzati nell'ora dalle linee incidenti nel capolinea in oggetto) e dell'energia ricaricabile (intesa come energia che sarebbe possibile ricaricare in base alla potenza di ri-

carica disponibile nel capolinea e al tempo utile di ricarica), oltre al numero di arrivi al capolinea. A titolo esemplificativo, è stato riportato il risultato relativo ad uno dei capolinea nel piazzale della Stazione Termini (Figura 3), che accoglie tre linee.

I grafici sono disponibili per tutte le giornate di riferimento, feriali,

pre-festive e festive, del periodo invernale ed estivo. Questa rappresentazione dettagliata offre una panoramica completa dell'andamento dell'energia ricaricabile e del numero di arrivi presso ciascun capolinea lungo l'arco della settimana.

per info: valentina.conti@enea.it

Bibliografia

- Corazza M, Conti V, Genovese A, Ortenzi F, Valentini MP. A Procedure to Estimate Air Conditioning Consumption of Urban Buses Related to Climate and Main Operational Characteristics. *World Electric Vehicle Journal*. 2021; 12(1):29. <https://doi.org/10.3390/wevj12010029>
- NASA JPL (2013). NASA Shuttle Radar Topography Mission Global 1 arc second number [Data set]. NASA EOSDIS Land Processes Distributed Active Archive Center. Accessed 2024-03-15 from <https://doi.org/10.5067/MEaSURES/SRTM/SRTMGL1N.003>
- Valentini M.P, Conti V, Orchi S. BEST: a software to verify the feasibility of urban bus line electrification, *Research in Transportation Economics*, Vol 92, May 2022, 101117; <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2021.101117>

Ricarica delle auto elettriche private in città: indagini campionarie per calibrare un modello comportamentale

Il nostro Paese si prepara alla “rivoluzione elettrica” che inevitabilmente, sia pur con gradualità, investirà il rinnovo del parco automobilistico, come indicano alcune esperienze estere più avanzate e i piani industriali di molte aziende del settore. Fra le diverse sfide da affrontare, quella di dotare il nostro territorio di adeguate infrastrutture di ricarica, come peraltro previsto da documenti programmatici (PNIRE) e dal concreto stanziamento di fondi in tal senso. Ma fra le innumerevoli configurazioni possibili, in termini di caratteristiche tecnologiche e diffusione sul territorio, qual è la dotazione di ricarica che più risponde alle reali esigenze degli utenti, minimizzando le risorse necessarie? Questa la domanda alla cui risposta vuole dare un contributo la ricerca intrapresa da ENEA e suoi partner all'interno del triennio 2022-2024 della Ricerca di Sistema elettrico coordinata dal MASE. L'obiettivo del lavoro è lo sviluppo di un modello in grado di ricostruire i più probabili comportamenti di ricarica in ambito urbano a partire dall'uso effettivo del mezzo privato rilevato attraverso le black box installate su un campione significativo di autovetture. Tale modello sarà calibrato sui risultati di due indagini campionarie che, attraverso tecniche di indagine differenti e consolidate, esplorano i comportamenti di ricarica effettivi o potenziali di chi già possiede un'auto elettrica e di chi invece è genericamente possessore di patente di guida stradale. L'articolo si soffermerà in particolare sui risultati dell'indagine rivolta ai possessori di auto elettrica.

DOI 10.12910/EAI2024-030

di Natascia Andrenacci, Valentina Conti e Maria Pia Valentini, Laboratorio di Mobilità Sostenibile e Trasporti - ENEA

Le prospettive di sviluppo della mobilità elettrica pongono alcuni importanti interrogativi circa i criteri di infrastrutturazione per la ricarica, per quanto riguarda sia le prestazioni sia l'ubicazione dei punti di ricarica.

Il problema di dove e con quale densità installare i punti di ricarica è di per sé complesso, riscontrandosi, specie nei contesti urbani, una molteplicità di possibili soluzioni, dal cui confronto analitico dovrebbe emergere quella ottimale, ovvero quella che contempera al meglio le esigenze

degli utenti minimizzando le risorse necessarie.

In una fase iniziale di diffusione, quale quella in corso nel nostro Paese, le esigenze degli utenti della ricarica in realtà sono tutt'altro che note. La ricerca di cui riferisce in questo articolo ambisce proprio a colmare questa lacuna di conoscenza. Essa si colloca nell'ambito del triennio 2022-2024 della Ricerca di Sistema elettrico coordinata dal MASE e vede coinvolti, oltre all'ENEA, anche l'Università di Salerno e la SCRAT s.r.l.

L'approccio prescelto è quello di un

modello di comportamento individuale calibrato sui risultati di un'indagine campionaria ed applicato alle catene di spostamento su autovettura privata rilevate attraverso i dispositivi di monitoraggio installati a fini assicurativi a bordo di alcuni veicoli (veicoli “sonda” o, in inglese, Floating Cars). Lo scopo è quello di arrivare a stimare, per le catene di spostamento urbano dei veicoli sonda, assumendo una certa penetrazione dell'alimentazione elettrica a batteria, la probabilità di ricarica in ogni sosta di durata compatibile con l'operazione di ricarica.

rica. I risultati ottenuti per il campione saranno poi riconducibili all'intero universo ed infine dal comportamento di ricarica di tutti gli individui si potrà risalire ai profili di ricarica zonali, ovvero alla richiesta di potenza elettrica più probabile nelle diverse ore di un giorno feriale tipo e nelle diverse zone della città.

La ricarica di un'auto elettrica può essere effettuata in diversi luoghi; per gli scopi della ricerca è risultata utile la classificazione illustrata in figura 1, che distingue tre categorie di luoghi di ricarica: l'abitazione, le aree di servizio dedicate lungo il percorso, e le destinazioni degli spostamenti, all'interno delle quali si specificano ulteriormente i possibili ambiti, dove necessario.

Soluzioni tecniche di ricarica e una specifica indagine campionaria

Per ogni luogo di ricarica si prospettano numerose soluzioni tecniche di ricarica, a ciascuna delle quali corrispondono tariffe e velocità di ricarica differenti, che possono influenzare la scelta del luogo e dei tempi di ricarica.

Per verificare la disponibilità delle diverse opzioni di ricarica e le preferenze accordate da parte di coloro che già possiedono o utilizzano a vario titolo un'autovettura elettrica è stata svolta una specifica indagine campionaria; considerato il basso livello di penetrazione delle auto ad alimentazione a batteria, gli intervistati devono essere considerati come early adopter, nel senso che il loro comportamento potrebbe subire modifiche man mano che i veicoli elettrici, e con essi le infrastrutture di ricarica, prenderanno piede.

L'indagine, di tipo "Revealed Preferences" (RP), si prefiggeva sia di fornire indicazioni generali sui comportamenti di ricarica ad oggi sia di guidare l'ottimizzazione della succes-

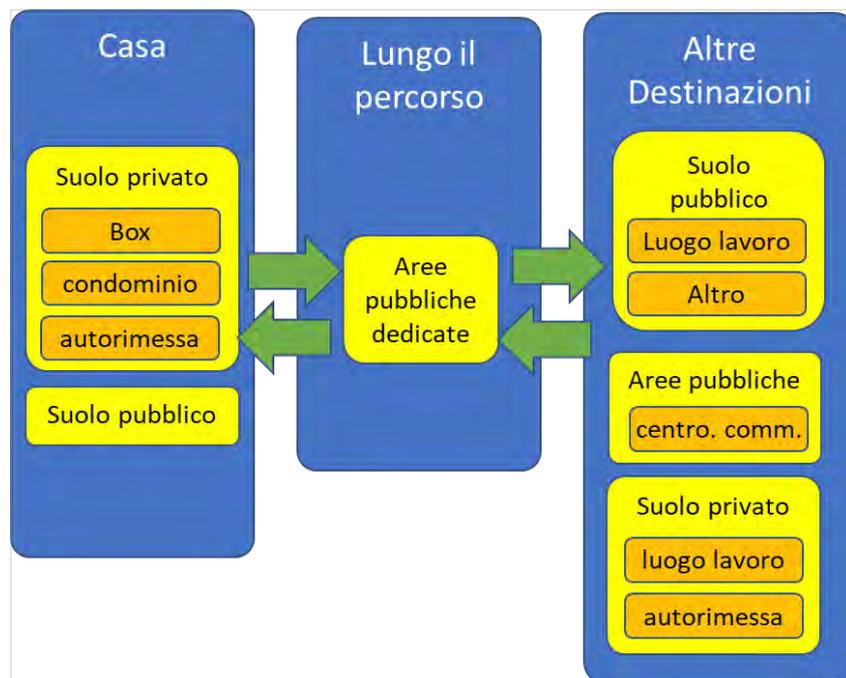


Figura 1: Luoghi eletti per la ricarica dei veicoli elettrici

siva indagine rivolta a tutti gli individui dotati di patente di guida, in questo caso di tipo "Stated Preferences" (SP), utilizzata per la messa a punto e la calibrazione del modello di comportamento individuale.

L'indagine ai possessori di auto elettrica, diffusa in tutta Italia ma particolarmente concentrata sull'area di Roma, ha verificato il prevalente livello di batteria di inizio e fine ricarica, la durata prevalente della sosta dove si effettua la ricarica nonché i costi affrontati per tre diverse opzioni di offerta: ricarica domestica (individuale o condominiale), ricarica aziendale e ricarica di pubblico accesso.

Nel seguito si riporta il quadro d'insieme dei risultati nonché alcune rilevanzze emerse incrociando le risposte a diverse domande, particolarmente correlate fra loro.

Il questionario di indagine è stato somministrato con tecnica CAWI (Computer Assisted Web Inter-

viewing) ottenendo 1574 accessi con livello di completamento elevato (80%) pari a 1263 interviste utili. Dei rispondenti "utili", 1040 sono proprietari di un'auto Full Electric, 218 di una ibrida plug-in; in soli 5 casi è stato dichiarato di non possedere un'auto elettrica a ricarica, nonostante fosse un prerequisito di accesso.

Accesso all'indagine RP	1574	%
Compilazione complete:	1263	100
No EV	5	0.40
Full Electric	1040	82.34
Ibrida plug-in	218	17.26

Tabella 1: Risposta all'indagine sui comportamenti di ricarica delle auto elettriche

Dei possessori di auto "full electric", sulle quali si è concentrata l'attenzione in relazione alle finalità della ricerca, la maggior parte (55%) risiede in

aree urbane ed il restante 45% in area metropolitana, la maggioranza dei quali a Roma (35%).

La maggior parte delle risposte sono state ottenute al Centro Italia (52% del totale di possessori di auto elettrica), mentre il Sud è rappresentato solo dall'11% del totale; d'altra parte, questa distribuzione riflette la minor penetrazione di auto elettriche a Sud di Roma. Il campione intercettato mostra una netta prevalenza del genere maschile, una carenza delle fasce di età più giovani e un livello di istruzione medio-alto. Purtroppo, non è possibile verificare, allo stato attuale delle conoscenze, se questo disallineamento fra possessori di auto elettrica e popolazione italiana sia da considerarsi effettivo oppure causato da un minore coinvolgimento di alcune fasce di popolazione nell'indagine, che si è servita soprattutto di canali telematici per la sua diffusione e richiedeva una certa dimestichezza con l'uso dei dispositivi informatici per la compilazione del questionario.

In ogni caso, dalle compilazioni raccolte è emerso che chi dispone di un'auto elettrica tende ad utilizzarla per tutti i propri spostamenti urbani motorizzati. Inoltre, incrociando la risposta sulla percorrenza giornaliera con quella relativa alla capacità della batteria, si osserva una certa correlazione, nel senso che chi fa più strada tendenzialmente si dota di batteria di maggiore capacità, e viceversa.

Punti di ricarica domestica e aziendale

A Roma gli utenti dispongono percentualmente meno di punti di ricarica domestica rispetto a quello che viene dichiarato nelle restanti aree (meno del 50% vs più del 60%), il che si potrebbe spiegare con una maggiore disponibilità di ricarica pubblica, anche in alcune aree residenziali della Capitale. Nelle aree urbane minori

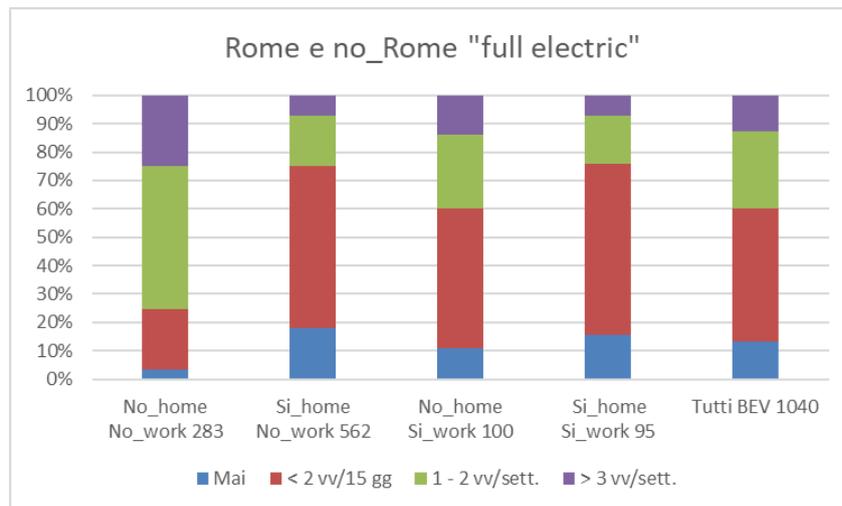


Figura 2: Utilizzo della ricarica pubblica in base a disponibilità privata

si dispone maggiormente di ricarica aziendale, rispetto alle aree metropolitane.

Chi dispone di ricarica sul lavoro tende ad utilizzare meno frequentemente la ricarica domestica, anche se nelle proprie disponibilità. E viceversa chi dispone di ricarica domestica usa meno frequentemente quella sul lavoro. In entrambi i casi, tuttavia, non si verificano le differenze che forse ci si poteva attendere rispetto a chi non dispone della ricarica complementare. In generale, la ricarica aziendale, quando disponibile, viene utilizzata al massimo 1-2 volte a settimana da circa la metà degli utenti o poco più.

Rispetto alla potenza di ricarica a casa e sul luogo di lavoro (ove esistente), si osserva sia a Roma che altrove l'uso prevalente di potenze basse a casa, che tendono a salire sul luogo di lavoro. Viceversa, nella ricarica pubblica viene abitualmente utilizzata la medio-alta potenza e molto raramente quella sino a 7,4 kW, con qualche differenza fra Roma e il resto d'Italia.

La frequenza d'uso della ricarica pubblica è invece fortemente condizionata dalla disponibilità di ricarica domestica o sul lavoro; quando entrambe

sono assenti la ricarica pubblica viene utilizzata con una frequenza più che settimanale da oltre il 70% degli intervistati mentre chi possiede un punto di ricarica a casa o al lavoro usa l'infrastruttura pubblica con elevata frequenza solo fra il 25% e il 40% dei casi, che comunque rappresenta un valore rilevante e non scontato. Nella figura 2 si illustra tale risultato cumulativo delle risposte fornite dai residenti nella Capitale (Roma) e quelle di tutti gli altri rispondenti (no_Rome). Sul luogo di lavoro, per ricaricare la propria auto elettrica si spende meno che altrove e si beneficia più spesso di ricarica gratuita. L'uso della ricarica pubblica implica mediamente un costo maggiore anche rispetto a quello per la ricarica domestica, come era peraltro atteso. A Roma si spende di più che altrove, ma più spesso la ricarica sul lavoro è gratuita.

Macro-trend nell'uso della ricarica elettrica

Il più delle volte (fra 60% e 70% dei casi), l'abituale livello di batteria a inizio ricarica è al di sotto del 50% e molto raramente supera il 75%; a casa si tende ad aumentare leggermente il livello iniziale di batteria, ri-

petto alle altre alternative.

Il livello finale di batteria viene molto spesso portato oltre l'80%, specie sul lavoro e utilizzando l'infrastruttura pubblica, mentre a casa gli utenti si dividono fra chi punta a saturare la batteria e chi invece si mantiene sotto l'80%.

A casa, in poco più della metà dei casi la ricarica viene avviata nelle ore notturne e mantenuta per molte ore, da quattro in su, senza grandi differenze fra Roma e resto d'Italia.

In conclusione, pur con i limiti di una ancora ridotta penetrazione dell'alimentazione elettrica ed una tecnica di indagine che ha agevolato il coin-

volgimento di certe fasce di popolazione piuttosto che altre, si può affermare che l'iniziativa di **indagine ha ottenuto il successo sperato**, con ben 1574 accessi ed un tasso di compilazioni complete pari all'80%. Tale adesione permette di verificare alcuni macro-trend nell'uso della ricarica elettrica che si possono così riassumere:

- chi compra un'auto elettrica attualmente tende a dotarsi di ricarica domestica, in misura maggiore nei contesti in cui la ricarica pubblica risulta più carente; ciò induce a ritenere che potenziando la dotazione di ricarica

pubblica la penetrazione dell'alimentazione potrebbe subire un impulso, specie se l'infrastruttura pubblica fosse più disponibile nelle aree residenziali, dove si potrebbe puntare a potenze ridotte e tariffe conseguentemente più basse;

- la ricarica aziendale rappresenta una valida alternativa alla ricarica domestica e a quella pubblica, permettendo anche in questo caso di mantenere relativamente basse le tariffe a fronte di potenze contenute;
- la ricarica pubblica in zone non residenziali risulta invece più appetibile per potenze più elevate.

per info: natascia.andrenacci@enea.it

Bibliografia

- N. Andrenacci, V. Conti, M. Corazza, F. Karagulian, S. Orchi, M.P. Valentini "Modellizzazione ricarica BEV: sviluppo modellistico ed avvio dell'indagine campionaria" Report RdS_PTR 22-24_PR 1.7_LA3.18_022
- L. Bertuccio, M. Cosseddu "Realizzazione di un'indagine campionaria sui comportamenti di autovetture elettriche ad uso individuale, Report RdS_PTR22-24_PR 1.7_LA3.18_037
- S. de Luca, F. Bruno, R. Di Pace, C. Fiori, G.E. Cantarella "Modellizzazione ricarica BEV: ottimizzazione dell'indagine campionaria e formulazione di modelli comportamentali in area urbana" Report RdS_PTR22-24_PR1.7_LA3.20_023

Il progetto MISSION Smart Grid e il dimostratore ENEA

Il progetto MISSION Smart Grid ha come obiettivo lo studio, la progettazione e l'implementazione di soluzioni tecnologiche che abilitino la transizione delle reti verso sistemi di distribuzione multienergetici integrati e smart, attraverso lo sviluppo di due dimostratori di Smart Grid Multienergy di taglia microrete e in ambiente reale e rappresentativo, dislocati, rispettivamente, presso il Centro Ricerche ENEA di Portici e le sedi RSE di Milano e Piacenza.

DOI 10.12910/EAI2024-031

di Martina Caliano, Giovanna Adinolfi, Salvatore Fabozzi, Luigi Mongibello, Maria Valenti, Laboratorio Smart Grid e Reti Energetiche – ENEA

Negli ultimi anni, si è assistito a una rivoluzione nel campo delle politiche energetiche, che ha portato a cambiamenti significativi nel panorama dell'energia. Nuovi approcci e paradigmi sono stati introdotti, per aprire la strada a sistemi energetici integrati in grado di coordinare diversi tipi di energia, come elettricità, calore e gas. Questo concetto, chiamato sector-coupling, si presenta come un'opportunità molto promettente per migliorare l'efficienza energetica, ridurre le emissioni di gas serra e rendere il sistema energetico e le reti più sicure e resilienti.

La collaborazione e l'interconnessione tra i vari vettori energetici permettono di sviluppare sistemi più flessibili, efficienti e sostenibili, in grado di far fronte alle crescenti esigenze di consumo di energia e, conseguentemente, di generazione. **Questa integrazione tra settori, basata sull'adozione di tecnologie innovative e soluzioni intelligenti avanzate, può certamente contribuire al progresso di comunità che mirano a essere più sostenibili e resilienti.**

Le smart grid, grazie alla loro capacità di creare sinergia tra i diversi tipi di vettori energetici e ottimizzarne l'uso

combinato, diventano le piattaforme più idonee all'innovazione del sistema energetico e all'ottimizzazione dell'uso delle risorse energetiche locali. In tale contesto, diventa essenziale condurre analisi volte alla pianificazione energetica dell'integrazione, anche attraverso processi simulativi che tengano conto della compresenza di più vettori energetici. Inoltre, è fondamentale testare sperimentalmente sul campo dispositivi, sistemi e strategie per le reti energetiche del futuro, in ottica di verificarne la concreta applicabilità ai sistemi energetici preesistenti e quantificarne il beneficio.

In tale ambito si colloca il **Progetto MISSION Smart Grid**, con il quale il Laboratorio Smart Grid e Reti Energetiche dell'ENEA, in collaborazione con CNR e RSE, intende portare la tematica dei sistemi energetici distribuiti multi-vettore da un TRL pari a 4 (tecnologia convalidata in laboratorio) a un TRL finale 7-8 (dimostrazione in ambiente operativo di un sistema complesso e qualificato) mediante la realizzazione di due microreti sperimentali, rispettivamente presso il Centro Ricerche ENEA di Portici e i due Centri RSE dislocati a Milano e Piacenza.

Testare le potenzialità dei sistemi di distribuzione "multienergetici"

Il progetto MISSION Smart Grid ha come obiettivo principale lo studio, la progettazione e l'implementazione di soluzioni tecnologiche che abilitino la transizione delle reti verso sistemi di distribuzione multienergetici integrati e smart attraverso lo sviluppo di due dimostratori di Smart Grid Multienergy – di taglia microrete e in ambiente reale e rappresentativo – dislocati, rispettivamente, presso il Centro Ricerche ENEA di Portici (Smart Energy Microgrid ENEA) e le sedi RSE di Milano e Piacenza (Estensione multi-energy della Distributed Energy Resources Test Facility RSE)

[1][2][3][4]

I due dimostratori mirano a testare le potenzialità dei sistemi di distribuzione "multienergetici" come fonte di flessibilità aggiuntiva per il sistema energetico nazionale, nonché come ambienti aperti avanzati di sperimentazione. Inoltre, grazie alla gestione smart e multienergetica, questi sistemi consentono di ottimizzare l'utilizzo dell'energia primaria, promuovendo un aumento della quota di energia rinnovabile nei consumi finali, contribuendo agli obiettivi fissati dalle

politiche energetiche nazionali e, più ampiamente, da quelle europee.

Il progetto MISSION mira a fornire prodotti (es. modelli per la gestione ottimizzata di microreti energetiche evolute secondo criteri economico/ambientali; logiche di controllo dei sistemi di generazione distribuita in presenza di accumulo e di algoritmi di controllo per la stabilità della rete in caso di configurazione in isola; ecc.) ma anche risultati sperimentali di test empirici attualmente non di facile realizzazione nelle reti in esercizio (es. simulazione e sperimentazione di tecniche di Demand Side Management e Demand Response per promuovere il ruolo attivo dell'utente e contribuire al miglioramento dell'utilizzo degli impianti di generazione di energia; test delle problematiche ICT connesse all'integrazione multi-sito e multi-sistema/vettore, ecc.), mediante la sperimentazione di casi d'uso specifici e mirati a quantificare i benefici di tipo energetico, economico e ambientale derivanti

dalla gestione integrata, coordinata e centralizzata dei vettori energetici in una microrete smart.

Attraverso l'utilizzo dei dimostratori del progetto, la sperimentazione fisica diventa possibile, consentendo così di testare e validare situazioni tecnologiche e operative altrimenti difficilmente realizzabili in ambienti reali a causa di vincoli di costo, normative tecniche ancora inadeguate e un quadro regolatorio in continua evoluzione. Integrando i dimostratori fisici con modelli di microreti e connettendoli virtualmente attraverso simulazioni numeriche in tempo reale delle parti di sistema non rappresentate fisicamente, il progetto MISSION Smart Grid mira a:

- Sperimentare e validare soluzioni per la digitalizzazione delle reti, analizzando le problematiche di comunicazione, interoperabilità e legacy, ovvero gli aspetti e le criticità legate all'integrazione di architetture e componenti preesistenti nelle nuove reti energetiche smart.

- Studiare ed individuare soluzioni tecnologiche e di sistema per aumentare il livello complessivo di affidabilità e resilienza nel contesto operativo specifico.

- Massimizzare l'innovazione della ricerca per soddisfare la domanda di innovazione proveniente dall'industria energetica e dai settori correlati, fornendo contemporaneamente servizi tecnologici, tecnico-scientifici e di ingegneria in risposta alle esigenze industriali.

- Favorire il trasferimento tecnologico dei risultati, prodotti e servizi della ricerca condotta verso l'industria e altri attori interessati.

La Smart Energy Microgrid del Centro Ricerche ENEA di Portici

Il dimostratore del Centro Ricerche ENEA di Portici, la Smart Energy Microgrid (SEM), è una microrete sperimentale che interconnette risorse di generazione, utilizzatori e sottoreti (nanogrid elettrica, nanogrid termica, aree sperimentali e generazione

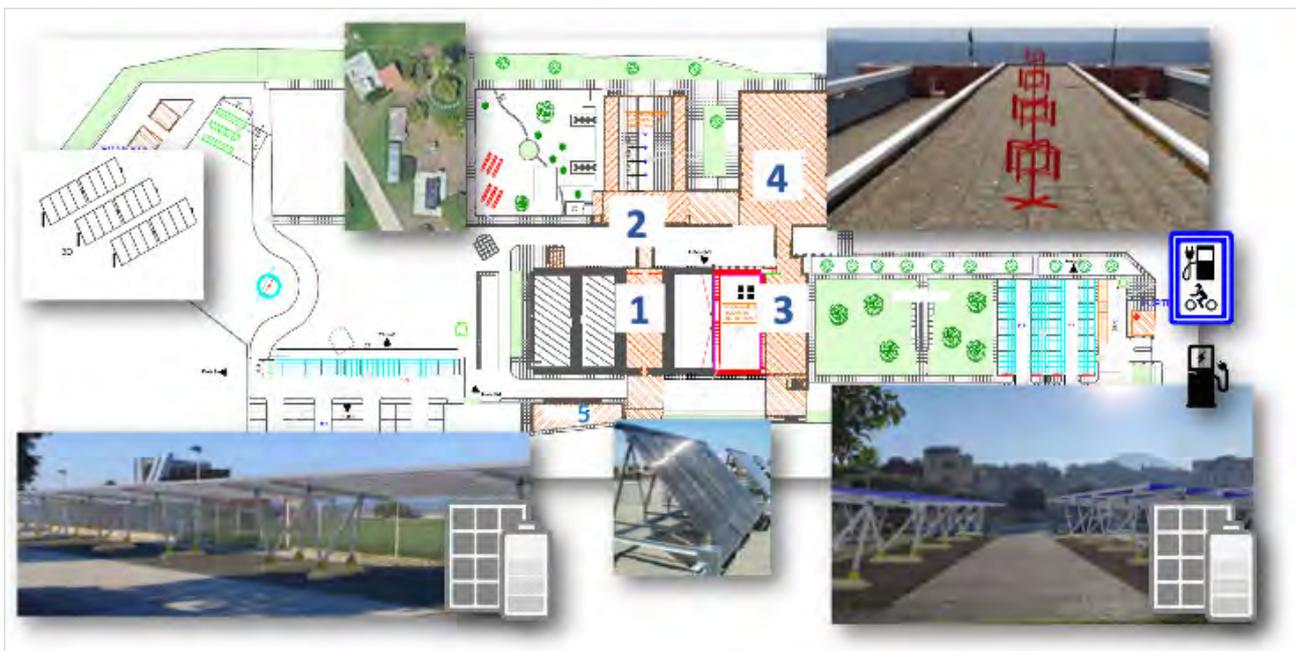


Figura 1: Panoramica degli impianti FER coinvolti

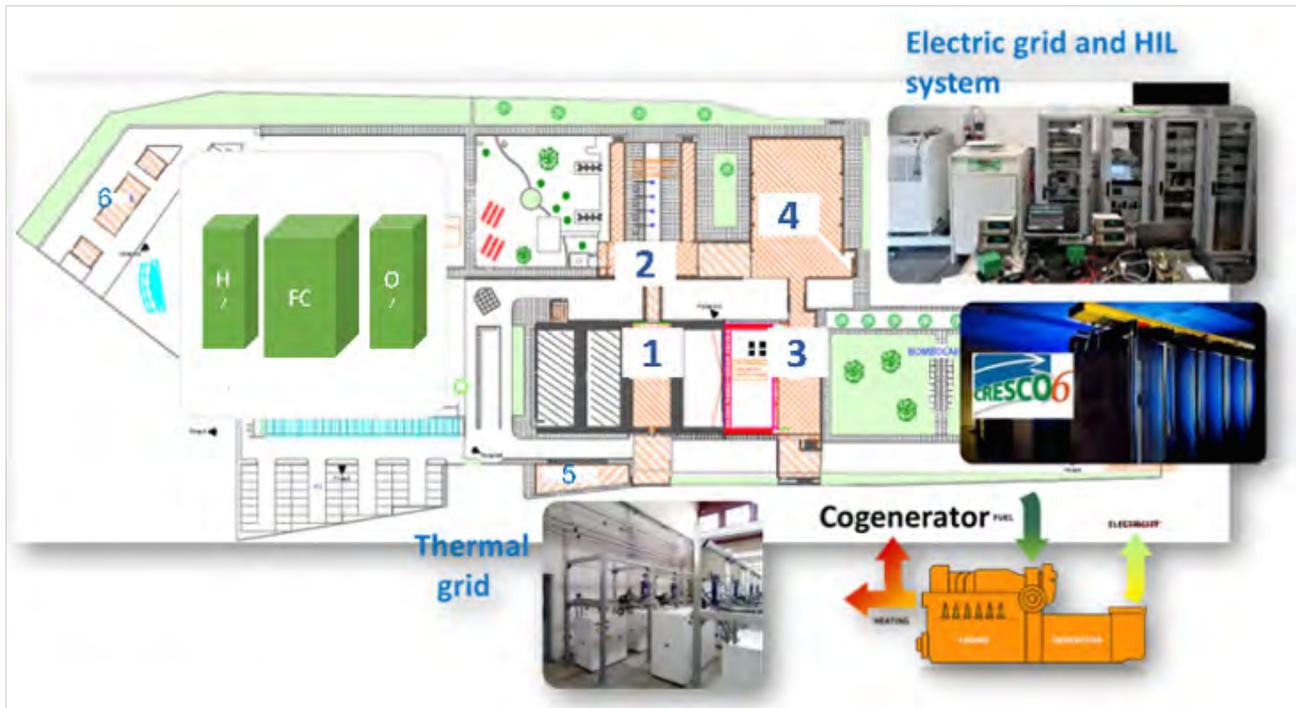


Figura 2: Schema generale della SEM

distribuita) in un sistema energetico digitalizzato ed integrato basato su un approccio modulare. La SEM è caratterizzata da diversi impianti FER, quali generatori fotovoltaici, un micro-eolico e un solare termico; un cogeneratore a gas; un hub idrogeno composto da elettrolizzatore - accumulo a idrogeno - cella a combustibile; sistemi di conversione energetica, quali pompe di calore e un assorbitore; sistemi di accumulo elettrico (stoccaggio elettrochimico) e termico (stoccaggio sensibile ad acqua); e stazioni EVC (Electric Vehicle Charge). Dal lato carico, è costituita dai carichi termici ed elettrici del centro ENEA di Portici (nello specifico relativi agli edifici 3 e 4), dai carichi elettrici associati alla nanogrid elettrica e ai dispositivi Power-to-Heat (PtH) della nanogrid termica del centro, dal carico termico di una vasca termica e dal carico dell'area sperimentale del Data Center CRESCO che, con i suoi

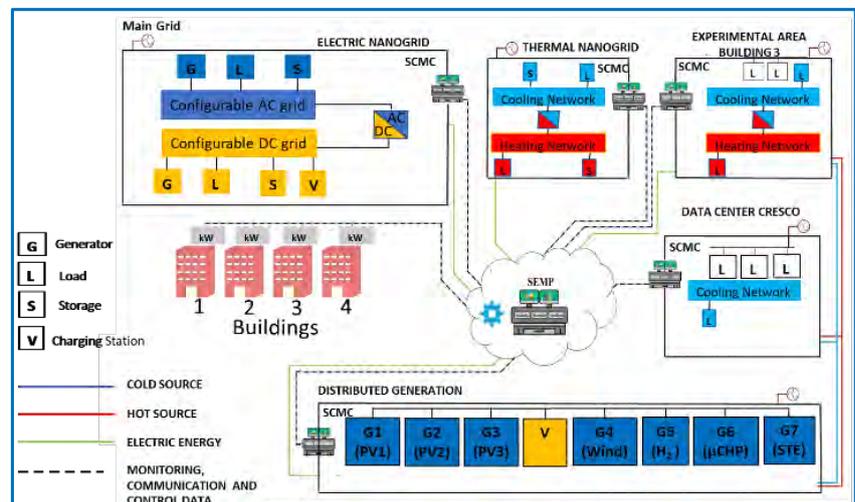


Figura 3: Schema concettuale del sistema di controllo della SEM

sistemi di condizionamento e carichi operativi reali, rappresenta un carico critico non interrompibile. Ogni sottorete della SEM è controllata da uno specifico "Sistema di Controllo, Monitoraggio e Comunicazione" (SCMC). I diversi SCMC sono,

a loro volta, controllati, secondo un approccio gerarchico, attraverso un controllore centrale - la Smart Energy Microgrid Platform (SEMP) - che gestisce l'intera SEM in ottica multi-obiettivo di perseguimento dell'ottimo economico/ambientale/energetico.

In tal senso, la SEMP può applicare agli SCMC strategie di tipo collaborativo o competitivo. Uno schema concettuale del sistema è riportato in Figura 3.

La nanogrid termica a bassa temperatura del Centro Ricerche ENEA Portici

Tra le infrastrutture della SEM, vi è la nanogrid termica del centro. Il progetto MISSION infatti si avvale della rete termica a bassa temperatura mostrata in Figura 4, realizzata nell'ambito del Piano Triennale di Realizzazione (PTR) 19-21 della Ricerca di Sistema Elettrico (RdS), il cui fine principale è lo sviluppo di soluzioni di design e di metodologie operative innovative per reti di teleriscaldamento/raffrescamento a bassa temperatura, che consentano di diminuire sensibilmente i consumi energetici per il condizionamento ambientale, e che al contempo consentano una gestione più flessibile della domanda per il condizionamento ambientale. Con la crescente elettrificazione dei sistemi per il condizionamento ambientale sia in ambito civile che commerciale, l'utilizzo di dispositivi "cosiddetti booster" ad alta efficienza



Figura 4. Rete termica a bassa temperatura presso ENEA Portici

alimentati elettricamente integrati con sistemi di accumulo termico, rappresenta una delle soluzioni più efficienti per lo sfruttamento dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, e al contempo uno strumento efficace per l'abbattimento delle emissioni climalteranti. In tale contesto, le reti termiche a bassa temperatura, corredate da sistemi di gestione e controllo realizzati ad-hoc, ovvero realizzati in funzione delle specifiche applicazioni per le quali le reti vengono progettate, possono essere impiegate in sostituzione della fonte geotermica, con temperature di lavoro del fluido termovettore tra i 15°C e i 25°C [2][3][4][5].

Tale impianto è attualmente utilizzato per la validazione sperimentale di modelli dinamici di rete di teleriscaldamento/teleraffrescamento a bassa temperatura con pompe di calore elettriche; in particolare, esso consente di testare le metodologie sviluppate da ENEA per una gestione ottimizzata del carico elettrico delle pompe di calore, che consideri la flessibilità relativa alle condizioni di comfort termico degli utenti in Demand Response. Le metodologie sviluppate saranno di ausilio per il gestore della rete elettrica nel controllo del carico e il bilanciamento della produzione elettrica da rinnovabili.

per info: martina.caliano@enea.it

Bibliografia

1. <https://mission-innovation.it/smart-grid/contesto/>.
2. S. Fabozzi, C. Cancro, R. Ciavarella, G. Ciniglio, M. Valenti. Analisi preliminare e progettazione dell'architettura e dei componenti della infrastruttura energetica integrata della Smart Energy Microgrid, maggio 2022. MITE - ENEA Mission Innovation, 2021 - 2024 I Annualità.
3. L. Barbieri, D. Cavaliere, G. D'Avanzo, C. Gandolfi, R. Lazzari, R. Malgesini, D. Palladini, M. Zanoni. Progettazione di un sistema di misura e protezione del dimostratore MT/BT e integrazione della rete ibrida c.a./c.c, maggio 2022., MITE - ENEA Mission Innovation 2021 - 2024 I Annualità.
4. M. Cabiati, E. Bionda, F. Soldan. PIATTAFORMA SGIA (SMART GRID INNOVATION ACCELERATOR): POTENZIAMENTO E SVILUPPO DI NUOVE FUNZIONALITÀ, maggio 2022. MITE - ENEA Mission Innovation, 2021 - 2024 I Annualità.
5. Buffa S., Cozzini M., D'Antoni M., Baratieri M., Fedrizzi R., 5th Generation district heating and cooling systems: A review of existing cases in Europe, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 104 (2019), 504-522.
6. Abugabbara M., Javed S., Bagge H., Johansson D., Bibliographic analysis of the recent advancements in modeling and co-simulating the fifth-generation district heating and cooling systems, Energy&Buildings, 224 (2020), 110260.
7. Bua T., Fanb R., Zhengb B., Sun K., Zhou Y., Design and operation investigation for the fifth-generation heating and cooling system based on load forecasting in business districts, Energy&Buildings 294 (2023) 113243.
8. Calise F., Cappiello F.L., Cimmino L., Dentice d'Accadia M., Vicidomini M., A comparative thermoeconomic analysis of fourth generation and fifth generation district heating and cooling networks, Energy, Volume 284, 1 December 2023, 128561.

Il Machine Learning per la predizione dei guasti nella rete di distribuzione elettrica

La rete di distribuzione elettrica è un sistema complesso che permette di trasportare l'elettricità fino al consumatore finale. La sua sicurezza, affidabilità e resilienza sono fondamentali. Qualsiasi malfunzionamento in un singolo componente può mettere a rischio l'affidabilità dell'intera rete a causa dell'interconnessione di molti elementi. Gli scenari energetici futuri saranno caratterizzati dall'aumento della diffusione delle fonti rinnovabili non programmabili e da una maggiore frequenza di fenomeni meteorologici estremi. Pertanto, è sempre più necessario studiare approcci che aiutino a identificare potenziali situazioni critiche nei componenti della rete o a prevedere possibili guasti. Il Machine Learning, una branca dell'Intelligenza Artificiale, può svolgere un ruolo fondamentale in questo contesto. I modelli di Machine Learning, sfruttando i dati storici della rete elettrica, possono aiutare a prevedere futuri guasti così da permettere una più efficace manutenzione predittiva.

DOI 10.12910/EAI2024-032

di Amedeo Buonanno, Laboratorio Smart Grid e Reti Energetiche – ENEA

La rete di distribuzione elettrica è un sistema complesso che permette di trasportare l'elettricità fino al consumatore finale. Il suo ruolo è quindi fondamentale nella vita delle persone ed è per questo necessario garantirne l'**adeguatezza** (capacità del sistema elettrico di rispondere alla richiesta di energia elettrica rispettando i requisiti di sicurezza e qualità del servizio), la **sicurezza** (capacità del sistema elettrico di far fronte al cambiamento dello stato operativo garantendo il rispetto dei limiti di funzionamento), l'**affidabilità** (capacità del sistema elettrico di garantire in modo continuo la potenza ai consumatori finali rispettando standard operativi definiti e soddisfacendo la domanda energetica desiderata o, in altre parole, la probabilità che il sistema, messo in servizio al tempo $t = 0$, sia ancora funzionante al tempo $t = T$) e la **resilienza** (capacità del sistema e dei

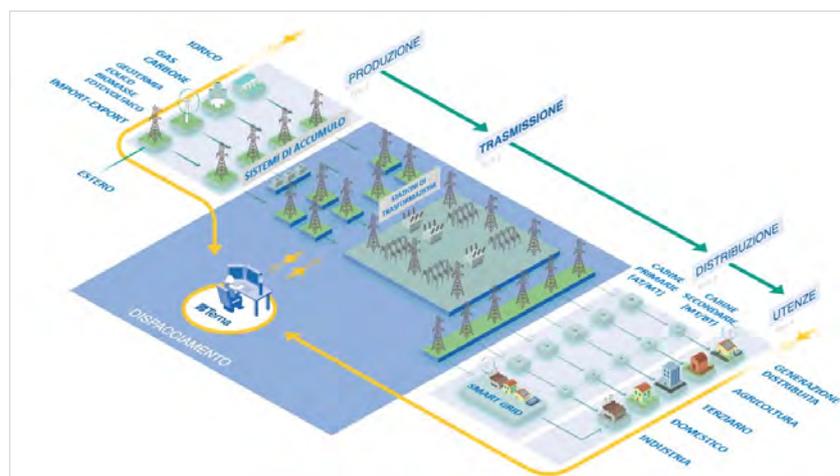


Figura 1 - Schema Concettuale del Sistema Elettrico Nazionale - [adattato da [1]]

suoi componenti di sopportare e contrastare sollecitazioni che superano i limiti di tenuta del sistema stesso e di riportarsi, in modo rapido ed efficiente, nello stato di funzionamento normale).

A causa della presenza di moltissimi

elementi interconnessi, l'interruzione o il malfunzionamento di anche solo un componente può portare ad un effetto domino mettendo a rischio l'affidabilità dell'intera rete. Per questo motivo è **fondamentale che ogni singolo componente sia affidabile e**

che eventuali situazioni critiche possano essere identificate in anticipo così da garantire un funzionamento corretto dell'intera rete.

Realizzare una rete sempre più 'intelligente'

Gli scenari energetici futuri saranno sempre più caratterizzati dall'aumento della diffusione delle fonti rinnovabili non programmabili e da una maggiore frequenza di fenomeni meteorologici estremi per effetto del cambiamento climatico [2]. Aumenta quindi, sempre più, la necessità di studiare approcci che aiutino ad individuare possibili situazioni critiche nei componenti della rete o che permettano di prevedere potenziali malfunzionamenti, consentendo interventi rapidi che minimizzino il tempo di interruzione del servizio o che, idealmente, lo annullino. **In termini generali, si vorrebbe realizzare una rete elettrica sempre più "intelligente", capace di reagire in modo autonomo ed efficiente agli eventi.**

Per raggiungere questo ambizioso traguardo, è essenziale che la rete sia capace di monitorare il proprio stato di funzionamento e, con opportuni strumenti, riesca ad identificare prontamente situazioni potenzialmente rischiose. Questo permetterebbe interventi proattivi, così da ridurre al minimo i guasti e le conseguenti interruzioni del servizio. Attualmente, invece, la preparazione della rete a fronteggiare le condizioni meteorologiche estreme si svolge a livello operativo, con una manutenzione continua per garantire il corretto funzionamento della rete, e a livello strategico, attraverso un'analisi successiva all'evento per individuare le zone più a rischio, cioè quelle con la più alta probabilità di subire danni.

In questo contesto, **il Machine Learning (ML) può svolgere un ruolo fondamentale** [3]. Il ML è una branca

dell'Intelligenza Artificiale (IA) comprendente tutti quei metodi che, apprendendo dai dati o dall'esperienza passata, estraggono informazioni utili per prendere decisioni in situazioni nuove.

I modelli di ML, e in particolare quelli di Deep Learning (che apprendono una rappresentazione gerarchica dei dati), possono trovare un'applicazione pratica anche nel campo energetico. Una volta addestrati su grandi quantità di dati storici connessi al funzionamento della rete elettrica - quali, a titolo di esempio, i dati sui guasti passati, le condizioni meteorologiche, le variazioni di carico e altri fattori rilevanti - questi modelli sono capaci di identificare tendenze, pattern che possono aiutare nella previsione di futuri guasti o malfunzionamenti e ottimizzare i processi di manutenzione, orientandoli sempre più verso interventi predittivi piuttosto che programmati.

Modelli per la previsione dei guasti

Con tale intento, **i ricercatori del Laboratorio Smart Grid e Reti Energetiche dell'ENEA, in collaborazione con il Politecnico di Bari e l'Università Roma Tre, hanno sviluppato, nell'ambito del progetto RAFAEL, modelli di ML per la previsione dei guasti di una rete di distribuzione. In particolare, l'attività ha riguardato l'analisi dei guasti avvenuti tra il 2015 e il 2020 in un'ampia rete elettrica di distribuzione del Sud Italia** [4].

Dall'analisi è emerso che la maggior parte dei guasti si concentra nei mesi che vanno da maggio a settembre ed interessa soprattutto i giunti (Figura 2).

La rete di distribuzione elettrica è infatti molto vulnerabile al fenomeno delle ondate di calore (periodi prolungati caratterizzati da temperature che superano la norma stagionale,

spesso accompagnate da una mancanza di precipitazioni). Questo porta a un surriscaldamento e un disseccamento del terreno, rendendo più complessa la dispersione del calore prodotto dal flusso di corrente nei cavi interrati. Durante i mesi più caldi, l'uso massiccio di condizionatori mette ulteriormente a dura prova le linee elettriche, contribuendo alle intense sollecitazioni termiche a cui sono sottoposte. Queste condizioni di carico e ambientali possono provocare un incremento della temperatura operativa, che può causare un deterioramento dei cavi, riducendone drasticamente la vita utile e causando, potenzialmente, rotture improvvise e premature. Questo fenomeno ha un impatto particolarmente rilevante sulle reti elettriche delle aree urbane densamente popolate, dove le linee di distribuzione dell'energia elettrica sono necessariamente realizzate con cavi interrati. **Inoltre, a causa dei cambiamenti climatici, vi è un aumento dei giorni con temperature anomale, che rende sempre più frequente il fenomeno e, di conseguenza, aumenta la potenziale presenza di problemi sulla rete di distribuzione elettrica interrata.**

È chiaro, da quanto discusso finora, che l'impatto delle ondate di calore sulle linee di distribuzione sotterranee non sia istantaneo, ma richieda

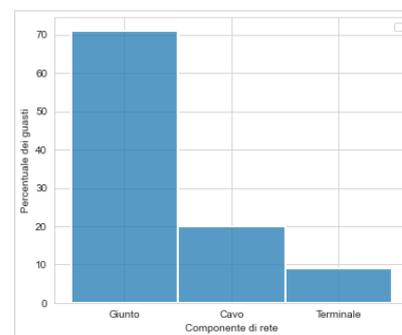


Figura 2 - Percentuale dei guasti osservati sulla rete di distribuzione considerata [adattato da [4]]

tempo perché possa provocare effetti visibili e potenzialmente distruttivi. **Un sistema di previsione che riesca ad identificare preventivamente un guasto causato dalle ondate di calore dovrebbe monitorare le condizioni meteorologiche e i flussi di corrente per un periodo di tempo sufficientemente lungo per permettere al fenomeno di avere un impatto.** Questo è l'approccio adottato dal team di ricerca e che viene schematicamente illustrato nella Figura 3.

Come per tutti i sistemi di ML, vi è una prima fase, durante la quale il modello predittivo viene addestrato utilizzando dati storici di guasto, meteorologici (ad es. temperatura e umidità) e relativi ai flussi di corrente in un periodo di osservazione sufficientemente lungo per comprendere e catturare la dinamica del sistema. A valle dell'addestramento del modello, si procede alla fase operativa, in cui il modello utilizza le informazioni meteorologiche e di corrente degli ultimi 30 giorni per prevedere se ci sarà un guasto nelle successive 6 ore. A partire da questa informazione, il gestore della rete può intraprendere azioni preventive sulla rete di distribuzione interessata per prevenire danni all'infrastruttura e disagi per i cittadini e le aziende.

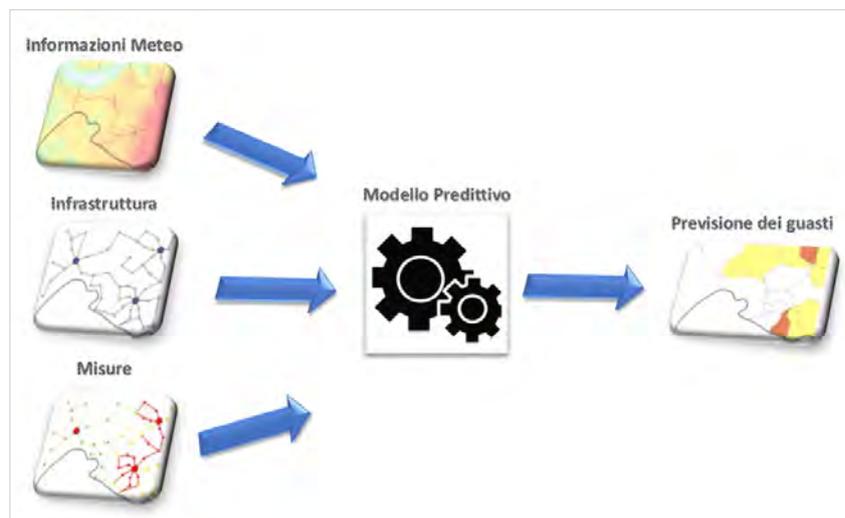


Figura 3 - Schema concettuale del sistema previsionale [adattato da [4]]

Soluzioni innovative per migliorare adeguatezza, affidabilità, resilienza e sicurezza delle reti

Il Laboratorio Smart Grid e Reti Energetiche dell'ENEA si impegna da tempo a sviluppare soluzioni innovative che migliorino l'adeguatezza, l'affidabilità, la resilienza e la sicurezza delle reti elettriche, utilizzando le più recenti tecniche e metodologie. Queste includono l'uso di algoritmi avanzati per l'ottimizzazione del carico, sistemi di gestione avanzata dell'energia, algoritmi per la previsione della domanda e della producibilità da fonti rinnovabili basati sull'utilizzo dell'IA, modelli di anomaly detection

e di fault prediction, modelli per l'ottimizzazione dell'uso delle risorse distribuite nell'erogazione dei servizi ancillari. In particolare, nell'ambito del Progetto 2.3 "Evoluzione, pianificazione, gestione ed esercizio delle reti elettriche" della Ricerca di Sistema Elettrico Nazionale, il laboratorio è impegnato, tra le diverse attività, ad esaminare l'impatto che le anomalie nei vari componenti della rete (ad es. pannelli fotovoltaici, turbine eoliche, batterie, ecc.) possono avere sull'affidabilità in modo da individuare parametri utili per l'analisi e la pianificazione in vista degli scenari energetici futuri.

per info: amedeo.buonanno@enea.it

Bibliografia

1. Terna, "Come funziona il sistema elettrico" - <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/ruolo-terna/come-funziona-sistema-elettrico>
2. IPCC Climate Change Report 2023 - <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
3. G. Graditi, A. Buonanno, M. Caliano, M. Di Somma, M. Valenti, "Machine Learning Applications for Renewable-Based Energy Systems". In: Manshahia, M.S., Kharchenko, V., Weber, G.W., Vasant, P. (eds) *Advances in Artificial Intelligence for Renewable Energy Systems and Energy Autonomy*. EAI/Springer Innovations in Communication and Computing. Springer, Cham., June 2023, doi: 10.1007/978-3-031-26496-2_9.
4. M. Atrigna, A. Buonanno, R. Carli, G. Cavone, P. Scarabaggio, M. Valenti, G. Graditi, M. Dotoli, "A Machine Learning Approach to Fault Prediction of Power Distribution Grids Under Heatwaves," in *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 59, no. 4, pp. 4835-4845, July-Aug. 2023, doi: 10.1109/TIA.2023.3262230.

La piattaforma PELL per monitorare e valutare le infrastrutture

La Piattaforma PELL IP (Illuminazione Pubblica) nasce quale risposta ad una carenza informativa nella conoscenza dei principali asset energivori e strategici per la gestione e innovazione del Sistema Paese. La gestione efficiente ed efficace di un asset e/o di un sistema parte indiscutibilmente dalla disponibilità di quei dati e informazioni che ne consentono contezza dello stato di consistenza e una valutazione in termini di prestazioni e funzionamento.

DOI 10.12910/EAI2024-033

di Laura Blaso, Giuseppina Giuliani, Fabio Moretti Laboratorio Smart Cities and Communities ENEA - Nicoletta Gozo, Divisione Strumenti e Servizi per le Infrastrutture Critiche e le Comunità Energetiche Rinnovabili ENEA

La rivoluzione digitale offre l'opportunità di migliorare il processo gestionale delle infrastrutture pubbliche partendo dalla costruzione di un asset informativo di riferimento che ne consente una costante e puntuale conoscenza in termini di stato di consistenza, funzionamento e valutazione delle prestazioni. Tra le attività della Divisione TERIN- ICER rientra dunque l'obiettivo di promuovere e supportare lo sviluppo e applicazione di modelli gestionali di "nuova generazione" che, avvalendosi di soluzioni metodologiche e tecnologiche digitali quali il Public Energy Living Lab (PELL), e della possibilità di disporre dei Big Data, attivano processi gestionali più puntuali efficienti e sostenibili per infrastrutture, servizi e contesti urbani territoriali. **PELL è, dunque, una soluzione metodologica e tecnologica realizzata da ENEA e volta ad introdurre uno standard minimo di conoscenza monitoraggio e valutazione delle infrastrutture con la prima applicazione alla pubblica illuminazione e alla costruzione a livello nazionale di un asset informativo di riferimento che ne fornisca una fotografia statica e dinamica.**

La Piattaforma PELL IP (Illuminazione Pubblica) <https://www.pell.enea.it/> nasce quale risposta ad una carenza informativa nella conoscenza dei principali asset energivori e strategici per la gestione e innovazione del Sistema Paese. La gestione efficiente ed efficace di un asset e/o di un sistema parte indiscutibilmente dalla disponibilità di quei dati e informazioni che ne consentono contezza dello stato di consistenza e una valutazione in termini di prestazioni e funzionamento.

L'origine del progetto PELL: Progetto Lumière

Il Progetto Lumière nasce nel 2010 con l'obiettivo di promuovere una riduzione dei consumi energetici degli impianti di pubblica illuminazione altamente energivori, tecnologicamente obsoleti, spesso non conformi alle norme previste e soprattutto mancanti di un approccio gestionale integrato e basato sulla effettiva contezza degli impianti da parte delle Amministrazioni. L'illuminazione pubblica difatti rappresenta tuttora una delle maggiori voci di spesa dei bilanci comunali.

Da un'analisi e coinvolgimento di un network di circa 2000 Comuni, emer-

se l'esigenza di sviluppare e proporre un modello gestionale per gli amministratori comunali che partisse dalla possibilità di disporre di una fotografia statica e dinamica dell'impianto con l'obiettivo di renderli più consapevoli nella gestione dell'infrastruttura e nel relazionarsi con le aziende incaricate della gestione.

Sebbene le aziende disponessero di propri sistemi gestionali ed informativi degli impianti, non vi era né una condivisione con le pubbliche amministrazioni né una uniformità nella raccolta dei dati, impedendo dunque la possibilità di pervenire ad una visione integrata dell'infrastruttura tanto a livello locale quanto nazionale. Fu dunque avviato lo sviluppo di una scheda censimento costituita da quei dati che furono ritenuti strategici e fondamentali per poter disporre di una fotografia statica dell'impianto e garantirne una gestione efficiente attraverso l'ulteriore sviluppo di una fotografia dinamica in termini di acquisizione di grandezze elettriche ed energetiche.

Ai fini della raccolta, organizzazione, gestione e valutazione dei dati della scheda censimento fu quindi sviluppata la piattaforma PELL IP. Lo sviluppo della scheda censimento

e della piattaforma è stato realizzato attraverso il coinvolgimento e la collaborazione di tutti gli stakeholder direttamente ed indirettamente coinvolti nei processi di gestione, innovazione e riqualificazione degli impianti di pubblica illuminazione.

L'attività ha dato vita al network Lumière, oggi PELL, e allo sviluppo di una serie di tavoli di lavoro tematici per competenze ed obiettivi. Ad oggi il network costituisce un bacino di competenze a livello nazionale che copre tutte le diverse fasi della filiera gestionale della Pubblica Illuminazione.

ne. Al network partecipano Pubbliche Amministrazioni, Associazioni, Studi Professionali, ESCo, Università, Enti di Ricerca, Presidenza del Consiglio etc., e in particolare sono stati coinvolti circa 2000 Comuni.

Dati statici e dati dinamici

La scheda censimento Lumière ha posto le basi per il data model del PELL IP, pubblicato dall'AgID (Agenzia per l'Italia digitale <https://geodati.gov.it/>) come "Specifiche di contenuto Progetto PELL - Illuminazione Pubblica" (la versione attuale è stata

pubblicata il 25 marzo 2021 - https://geodati.gov.it/geoportale/images/PELL-IP_versione-2.0-20210325.pdf) e contiene la descrizione delle classi del data model relative alla parte statica e dinamica. I dati statici descrivono i dati strutturali degli impianti di illuminazione delle città (POD, Quadri elettrici, pali, apparecchi e sorgenti luminose); i dati dinamici descrivono le grandezze elettriche ed energetiche degli impianti a livello di quadro elettrico, la posizione ed il relativo POD associato. Il PELL IP è stato inserito nel Bando

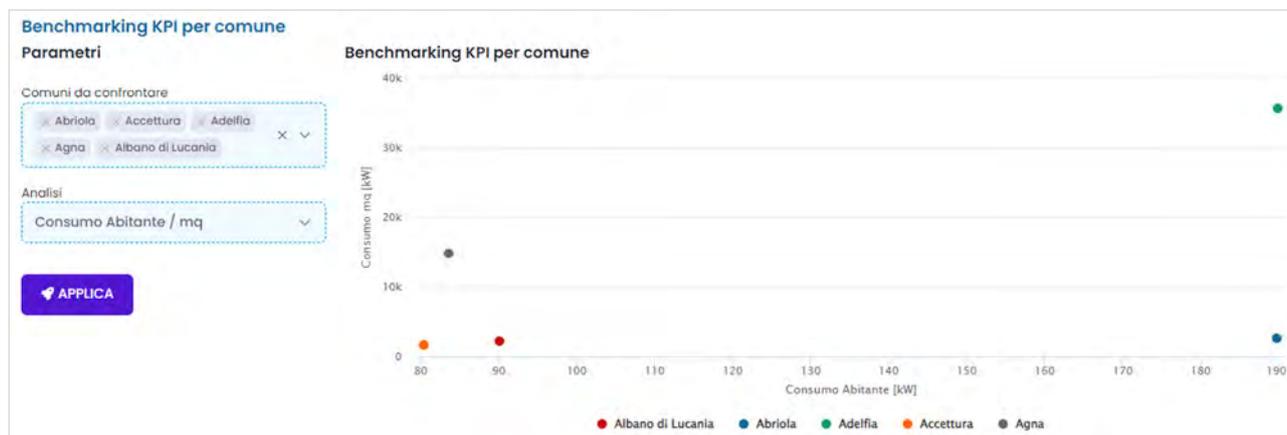


Figura 1. Comparazione KPI tra comuni

Comune	Regione	N. Abitanti	PL	C/A	C/mq	C/PL
Abriola	Basilicata	1303	798	189,8	2544,6	309,9
Accettura	Basilicata	1818	908	80,5	1619,5	161,2
Acerenza	Basilicata	2090	942	112,5	3029,3	249,7
Adelfia	Puglia	7500	3948	379,8	71213,4	721,5
Agna	Veneto	3181	941	83,7	14783,9	282,8
Albano di Lucania	Basilicata	1341	394	90,2	2164,1	306,9
Albiolo	Lombardia	2673	360	54,3	72558,9	403,1
Alessano	Puglia	9801	1510	6,3	1917,5	40,6
Aliano	Basilicata	880	550	94,3	843,3	150,9

Legenda:
 PL: punto luce; C/A: consumo per abitante [MWh]; C/mq: consumo per metro quadro [MWh]; C/PL: consumo per punto luce [MWh]

Tabella 1. KPI comunali



Figura 2. Porzione impianto IP di Genova

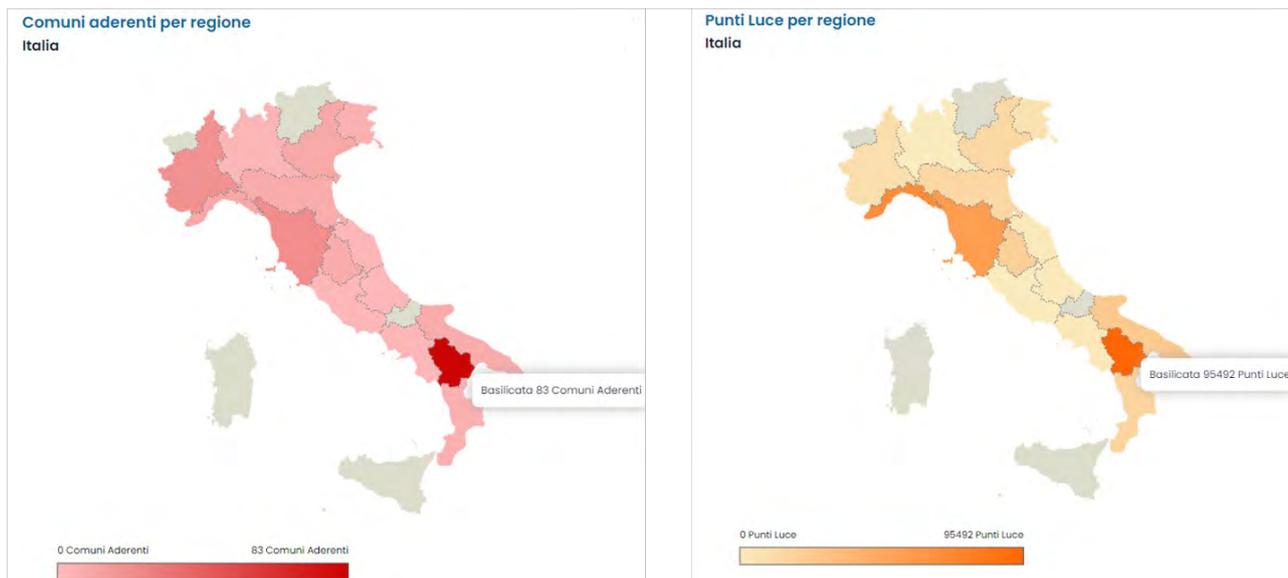


Figura 3. Comuni aderenti per Regione e punti luce mappati per Regione. La colorazione più o meno intensa indica quali Regioni hanno più o meno Comuni e punti luce rispetto al massimo e minimo attualmente disponibile.

Servizio LUCE 4 di Consip che richiede ai Gestori aggiudicatari dei lotti sul territorio nazionale, la compilazione ed il caricamento sulla Piattaforma del “censimento ante e post riqualificazione” di tutti gli impianti e del relativo aggiornamento e verifica delle manutenzioni realizzate. A seguito della riqualificazione è obbligatorio l’allaccio al PELL dinamico che comporta l’invio dei dati elettrici ed energetici.

La compilazione di tutti i campi della scheda PELL IP ed il caricamento dei dati dinamici consente il calcolo di KPI statici e dinamici. Tali indicatori forniscono informazioni sul livello tecnologico consentendo la comparazione tra impianti o porzioni di impianti di illuminazione differenti tra loro. A titolo di esempio la Tabella 1 e la Figura 1 mostrano un estratto dei KPI disponibili e la loro comparazione

tra differenti Comuni.

La piattaforma offre inoltre la possibilità al Comune/Regione/Gestore dell’impianto di monitorare attraverso una dashboard il dettaglio dell’infrastruttura a livello comunale, come mostrato in Figura 2, in cui viene rappresentata una porzione dell’impianto di Genova.

Possono inoltre essere mostrate alcune informazioni aggregate a livello nazionale, come ad esempio il numero di Comuni aderenti per Regione ed i relativi punti luce mappati (figura 3). Infine, è possibile visualizzare i dati dinamici per i Comuni in cui è attivo il monitoraggio di tali dati e selezionare il POD, Quadro Elettrico, periodo e grandezza di interesse. Nell’esempio viene mostrata la potenza totale attiva. L’adesione al PELL è avviata ed al momento la visualizzazione di dati strategici riguarda e fornisce un ser-

vizio ai soli Comuni aderenti. Laddove tutti i Comuni, o una percentuale statisticamente significativa, aderissero a tale standard e Piattaforma, il PELL sarebbe in grado di fornire una serie di dati strategici ai fini della programmazione, a livello nazionale, di interventi di innovazione e indirizzamento degli investimenti.

Il PELL punta alla costituzione di un asset informativo delle principali infrastrutture quali l’illuminazione pubblica, scuole ed ospedali, e ad assumere il ruolo di strumento di supporto nazionale ai fini della conoscenza, valutazione e pianificazione di interventi innovativi oltre che della quantificazione del loro costo e tempi di realizzazione, diventando estremamente utile e strategico per l’indirizzamento delle scelte innovative degli investimenti.

per info: laura.blaso@enea.it

Smart city per la mobilità ed il turismo: il caso studio del borgo di Dozza

Conoscere la variazione del flusso di persone in una città o area in un determinato periodo consente di monitorare nel tempo l'andamento turistico e di ottimizzare servizi privati e pubblici, come quelli riferiti alla mobilità, anche in presenza di particolari eventi. La raccolta ordinata e automatica di dati aiuta queste analisi ma, mentre di solito i dati turistici vengono rilevati dai dati di pernottamento in alberghi o in altre strutture ricettive (raccolti dalla Regione e dall'ISTAT), i dati sui visitatori giornalieri (detti "escursionisti") sfuggono spesso alla rilevazione. Un progetto dell'ENEA con il Comune di Dozza ha consentito di colmare questa lacuna e di misurare e caratterizzare questo fenomeno.

DOI 10.12910/EAI2024-034

di Arianna Brutti, Carlo Petrovich, Laboratorio Cross Technologies per distretti urbani e industriali - ENEA; Daniele Tondini, Servizio Strumenti per il Trasferimento Tecnologico ENEA, Roberta Cristofaro, INGV

La conoscenza della variazione del flusso di persone in una città o area in un determinato periodo di tempo consente, da una parte di monitorare nel tempo l'andamento turistico e dall'altro di ottimizzare servizi privati e pubblici, come quelli riferiti alla mobilità, anche in presenza di particolari eventi. La raccolta ordinata e automatica di dati aiuta queste analisi ma, mentre solitamente i dati turistici vengono rilevati dai dati di pernottamento in alberghi o in altre strutture ricettive (raccolti sistematicamente dalla Regione e dall'ISTAT), i dati sui visitatori giornalieri (detti "escursionisti") sfuggono spesso alla rilevazione. Inoltre, mentre i picchi di flusso turistico sono in parte prevedibili nei fine settimana durante la "bella stagione" e le maggiori festività, una previsione più precisa risulta complessa in quanto varia durante l'anno in base alla presenza di eventi all'interno o all'esterno

dell'area di interesse, in base al mese, oltreché ovviamente alle specifiche condizioni meteo.

Un caso particolare è quello dei borghi turistici in cui negli ultimi anni si è verificato un crescente flusso di visitatori, grazie anche alla costante crescita del turismo in generale. Per quanto riguarda quest'ultimo, prima della pandemia, gli arrivi complessivi in Italia, raccolti presso le strutture ricettive, sono cresciuti in 17 anni del 54% (dal 2000 al 2017)^[2] e di più dell'80% ad esempio nella città metropolitana di Bologna (tra il 2003 ed il 2019)^[3].

Per i borghi turistici, però, risulta spesso difficile effettuare un monitoraggio accurato poiché riguarda principalmente escursionisti, essendo i borghi spesso caratterizzati dal ridotto numero di strutture atte al pernottamento; diventa quindi interessante studiare quali potrebbero essere degli strumenti di monitorag-

gio alternativi per queste particolari realtà.

A partire anche da queste considerazioni, nel 2021 è nata una collaborazione tra ENEA ed il Comune di Dozza, nell'ambito del progetto POLIS-EYE (POLIcy Support systEm for smart citY data governancE, <https://www.poliseye.it/>) finanziato dalla Regione Emilia-Romagna con il programma POR FESR 2014-2020^[1]. **L'accordo e le attività previste dal progetto hanno consentito l'installazione di una rete di sensori per monitorare il flusso di accesso al borgo.** Dozza è un borgo distante circa 40 km da Bologna: è una meta di attrazione turistica e artistica nota per la Rocca Sforzesca, gli affreschi e le pareti dipinte sparse su tutti gli edifici¹; punto di interesse è anche l'Enoteca Regionale. Durante l'anno vengono organizzati qui diversi eventi, che attirano migliaia di persone. È stato quindi scelto come caso studio di mèta escursionistica con lo

¹ <https://emiliaromagnaturismo.it/it/localita/dozza>

scopo di identificare degli strumenti di raccolta e delle metodologie di analisi dei dati ai fini dell'ottimizzazione della gestione turistica, sia nell'ottica della ricettività che della pianificazione. In caso di successo del caso studio, l'idea è quella di replicare l'approccio in altre mete turistiche o aree con caratteristiche simili.

L'approccio utilizzato

L'analisi del caso studio aveva identificato, come obiettivo di lungo termine, l'integrazione in una piattaforma digitale di supporto alle decisioni di una funzionalità, rivolta sia a Comune che agli enti turistici della zona, di monitoraggio, analisi e previsione dei flussi di persone, al fine di una migliore ed efficace programmazione dei trasporti e dell'offerta di servizi e strutture rivolti al turismo escursionistico che caratterizza il borgo.

Al momento dell'analisi l'unico indicatore disponibile sulle presenze nel borgo era il numero di accessi al Museo della Rocca che risultava essere poco significativo. Poiché il Borgo ha due soli punti di accesso, l'installazione di sensori per il monitoraggio dei flussi in questi punti è stata la soluzione individuata per l'acquisizione di dati da integrare e rielaborare nella piattaforma POLIS-EYE/S4C. L'analisi dei flussi ha riguardato principalmente la loro caratterizzazione per individuare le variazioni settimanali, mensili, identificare e quantificare i flussi, i picchi e le loro cause, ma anche la valutazione delle incertezze dei dati del rivelatore, la validazione e la ricostruzione di dati incompleti. I dati, infatti, devono essere analizzati e integrati, ad esempio per ricostruire i periodi di interruzione dell'alimentazione elettrica. **Questo lavoro preliminare viene spesso preso poco in considerazione nello sviluppo delle Smart City, ma rimane fondamentale per ottenere una solida base di dati**

per le analisi. Sono stati poi individuati i principali eventi locali organizzati, indagando la correlazione tra gli eventi e i picchi di flusso.

I primi risultati

Il sistema messo in opera consente di registrare i passaggi con associata una direzione (ingresso e uscita), poi sintetizzati su base oraria. I dati sin qui raccolti si riferiscono ad un anno intero, da marzo 2022 a febbraio 2023, in cui sono stati registrati circa 373.000 ingressi pedonali. I dati confermano che, in generale, gli accessi al borgo sono più alti nei fine settimana, in occasione di eventi particolari e, in generale, nei mesi più miti. Analizzando i dati **a livello mensile**, infatti, il flusso pedonale nei varchi di ingresso risulta maggiore nei mesi di aprile, settembre ed ottobre (**con circa 40 mila ingressi mensili pedonali**), mentre i mesi da novembre a febbraio registrano flussi più bassi (in alcuni casi anche meno della metà). La variazione mensile degli ingressi totali dei pedoni è mostrata nel Grafico 1. Occorre considerare, però, che il valore degli accessi mensili è influenzato anche dal numero di fine settimana presenti nel mese e dalla presenza di feste nazionali ed eventi. Per comprendere

meglio la variazione degli accessi al borgo, è stato quindi analizzato anche l'andamento giornaliero dei pedoni, come mostrato nel Grafico 2.

Dal Grafico 2 è possibile osservare il previsto andamento settimanale, che si ripete crescendo il sabato (in media circa 1500 accessi, con un picco massimo di circa 2500) fino ad un picco la domenica (in media circa 2200 entrate, con un picco massimo attorno a 5500), per poi crollare durante la settimana. I giorni da lunedì a venerdì hanno una media annuale molto più bassa (circa 640 accessi conteggiati escludendo i picchi di accesso >2000). I picchi sono quasi tutti in corrispondenza dei fine settimana (sabato e domenica), salvo qualche eccezione, dovuta anche ad eventi di interesse nazionale (es. Pasquetta e Festa della Liberazione), che sono avvenuti di lunedì.

Sono state inoltre individuate 24 giornate durante l'anno con ingressi pedonali particolarmente alti, distribuite nei mesi in maniera differente (concentrate tra marzo e giugno e tra settembre e novembre).

Il lavoro di correlazione tra i dati raccolti ed eventi e festività ha permesso di individuare:

- l'evento organizzato nel borgo che

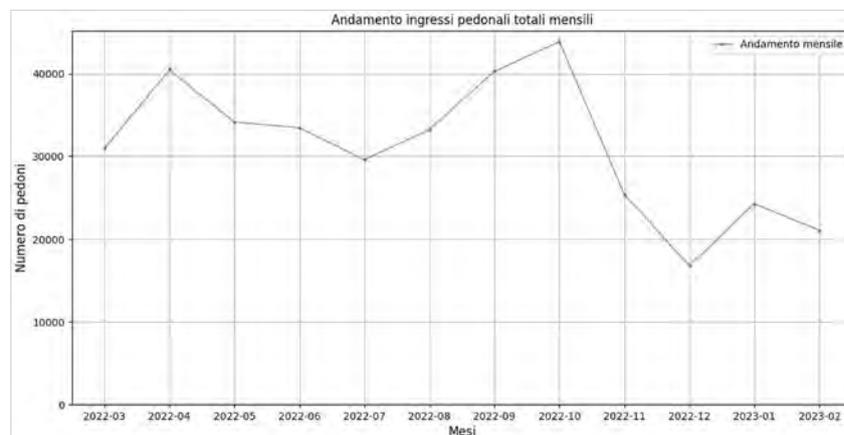


Grafico 1 - Andamento mensile degli ingressi pedonali rilevato in un anno presso il borgo di Dozza (da marzo 2022 a febbraio 2023)

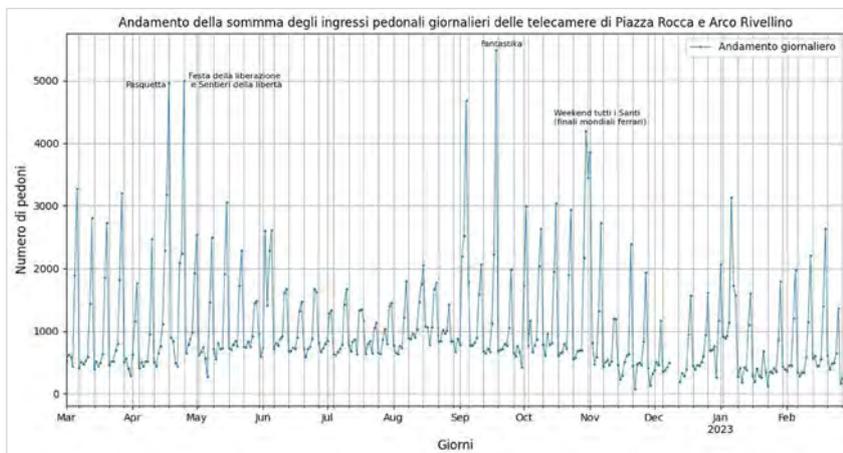


Grafico 2 - Andamento giornaliero degli ingressi pedonali rilevato in un anno presso il Borgo di Dozza (da marzo 2022 a febbraio 2023). Le linee verticali rappresentano i lunedì ed i primi giorni di ogni mese.

attrae un maggior numero di accessi, nel caso specifico l'evento "Fantastika" che porta in casa più di 5000 ingressi;

- i casi in cui si verificano ingressi giornalieri superiori a 4000 (5 volte),

ovvero i giorni di interesse nazionale e in corrispondenza di possibili "ponti" feriali, come Pasquetta, la Festa della Liberazione, il fine settimana di Halloween e di tutti i Santi, in cui erano presenti (dal 29 al 30 di ottobre) anche

le finali mondiali della Ferrari ad Imola. Queste rilevazioni hanno valore relativo dal punto di vista descrittivo perché confermano alcuni andamenti già prevedibili, ma forniscono agli stakeholder un dimensionamento dei trend abbastanza preciso, che fino a questo momento non era stato possibile rilevare.

Quello su cui è certamente più interessante e necessario indagare è la correlazione tra picchi ed eventi esterni al borgo, che rimangono fuori dal controllo e dalla previsione del Comune, e quindi da una possibile pianificazione. Le attività e analisi che verranno svolte nei prossimi anni nell'ambito della collaborazione tra ENEA e Comune di Dozza e del progetto S4C affronteranno anche questo aspetto.

per info: arianna.brutti@enea.it

IL PROGETTO POLIS-EYE

Il progetto POLIS-EYE ha avuto l'obiettivo di iniziare lo sviluppo di un sistema di supporto alle decisioni rivolto principalmente ai decisori pubblici, per la gestione ottimizzata delle Smart City. Partner di progetto sono i laboratori: GeoSmart (Sis.Ter.), CIRI ICT (Univ. Bologna), CROSS-TEC (ENEA), MechLav (Univ. Ferrara), AIRI (Univ. Modena e Reggio Emilia). Il focus del progetto è stato il settore del turismo in diverse aree della Regione Emilia-Romagna, ma la maggior parte dei rilevatori e dei risultati possono essere utili anche nel settore della mobilità e replicati in altri contesti geografici. POLIS-EYE si è concluso nel 2022, ma la collaborazione tra ENEA e Dozza è ancora in essere e le attività del progetto stanno proseguendo nell'ambito del progetto regionale S4C (Support System for Sustainable Smart Cities, <https://www.s4c-project.it/>), iniziato a fine 2023. Il focus continua ad essere la realizzazione di strumenti di raccolta, analisi e rielaborazione dei dati ai fini del monitoraggio e caratterizzazione dei flussi turistici e dell'ottimizzazione dei servizi locali (navette, dimensionamento parcheggi, personale, aperture di attività commerciali, ecc.), fornendo maggiore attenzione agli aspetti legati alla mobilità sostenibile. Oltre al Borgo di Dozza, come aree di studio vi sono l'area dell'Aeroporto Marconi e la Fiera di Bologna.

Bibliografia

1. A. Seravalli, M. Busani, S. Venturi, A. Brutti, C. Petrovich, A. Frascella, F. Paolucci, M. Di Felice, M. Lombardi, E. Bellodi, R. Zese, F. Bertasi, E. Balugani, A. Cecaj, R. Gamberini, M. Mamei, M. Picone, "Towards Smart Cities for Tourism: the POLIS-EYE Project," 2022 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), 2022, pp. 1-7, doi: 10.1109/ISC255366.2022.9922095.
2. A. Petrella et al., Turismo in Italia: numeri e potenziale di sviluppo, N. 505, Banca d'Italia, Luglio 2019, ISSN 1972-6643 (online).
3. <https://numeridibolognametropolitana.it/dati-statistici/turisti-nel-comune-e-nella-citta-metropolitana-di-bologna-serie-storica>

La visione ed il percorso verso le CER smart

La Divisione “Strumenti e servizi per le Infrastrutture Critiche e le Comunità Energetiche Rinnovabili (ICER)” ha come obiettivo incentivare e supportare lo sviluppo e applicazione di modelli gestionali di “nuova generazione”, vale a dire che si avvalgono di soluzioni innovative – quali quelle digitali – e di grandi quantità di dati e informazioni nella gestione, valutazione e riqualificazione di “asset” quali infrastrutture, servizi, e contesti urbani e territoriali. Soluzioni e big data che rappresentano oggi la vera chiave e motore del cambiamento al quale noi tutti, in qualità di cittadini, siamo chiamati a con-correre e promuovere.

DOI 10.12910/EAI2024-035

di Nicoletta Gozo, Claudia Meloni, Stefano Pizzuti, Antonella Tundo, Divisione Strumenti e Servizi per le Infrastrutture Critiche e le Comunità Energetiche Rinnovabili ENEA

La Divisione “Strumenti e servizi per le Infrastrutture Critiche e le Comunità Energetiche Rinnovabili (ICER)” ha la funzione di promuovere e supportare la pubblica amministrazione nell’attivazione di processi di innovazione urbana più efficienti e sostenibili i quali, partendo da una maggiore, costante e puntuale conoscenza dei principali “asset” – infrastrutture, servizi, e contesti urbani e territoriali – concorrono e abilitano il Sistema Paese a conseguire quei traguardi declinati dalla transizione digitale, energetica, ecologica e culturale.

L’obiettivo della Divisione è dunque quello di promuovere e supportare lo sviluppo e applicazione di modelli gestionali di “nuova generazione” vale a dire che si avvalgono di soluzioni innovative – quali quelle digitali – e di grandi quantità di dati e informazioni nella gestione, valutazione e riqualificazione dei succitati “asset”. Soluzioni e big data che rappresentano oggi la vera chiave e motore del cambiamento al quale noi tutti, in qualità di cittadini, siamo chiamati a concorrere e promuovere.

A tal fine l’attività, tramite lo sviluppo e applicazione di soluzioni metodologiche e tecnologiche, parte dalla digitalizzazione dei processi di acquisizione, gestione, valutazione e condivisione dei dati di tali asset ritenuti strategici e necessari ad abilitarne una maggiore efficienza gestionale ed energetica. Soluzioni che, in particolare, contribuiscono a promuovere ed attivare un radicale cambiamento ed efficientamento delle modalità di: produrre, gestire, distribuire e utilizzare energia, beni e servizi; innovare, valutare e gestire le infrastrutture ed i contesti urbani e territoriali; abilitare nuovi servizi e contesti urbani e territoriali.

In particolare, le attività si focalizzano su infrastrutture strategiche, servizi e contesti urbani e territoriali nello sviluppo e applicazione di:

- standard minimi di conoscenza, monitoraggio e valutazione a livello nazionale e basati su processi di digitalizzazione e interoperabilità delle piattaforme informatiche;
- modelli gestionali di nuova generazione;
- soluzioni abilitanti lo sviluppo di tut-

ti quei nuovi contesti e/o modelli energetici, tra i quali le Comunità Energetiche, che prendono forma e vita grazie alla digitalizzazione dei processi gestionali ed energetici;

- soluzioni tecnologiche e metodologiche per applicare i nuovi modelli gestionali e abilitare lo sviluppo di servizi innovativi e più sostenibili – urbani e non –;
- attività di formazione e diffusione delle nuove modalità gestionali e degli strumenti applicativi.

Introduzione alle CER

Sebbene le “Regole del gioco” siano oggi definite e sebbene venga loro riconosciuto un ruolo da protagonista dei nuovi scenari energetici, le CER sono ancora caratterizzate da un alternarsi di luci e ombre, entusiasmi e perplessità, certezze e paure oltre ad una molteplicità di dubbi che non sempre trova adeguata e/o soddisfacente risposta. Le CER inoltre estendono la platea dei player ai cittadini, coinvolti nella transizione energetica attribuendo loro un ruolo attivo e centrale nel processo che sta traghettando il Paese verso la decarbonizzazio-

ne e verso quel radicale cambiamento nelle modalità di produrre, gestire ed utilizzare energia, beni e servizi.

Rappresentano dunque una grande opportunità per il sistema energetico nazionale e, per noi cittadini, la CER richiede la disponibilità di voler condividere energia, dati ed esigenze energetiche, in altre parole un salto culturale verso una maggiore socialità e apertura mentale.

Il paradigma delle comunità energetiche sta evolvendo verso una comunità in grado di gestire le risorse del proprio territorio, attraverso una maggiore consapevolezza e nella condivisione delle sorgenti energetiche; non di meno a valle del completamento del contesto regolatorio¹ sono maturi i tempi per la diffusione delle CER nel territorio nazionale.

La Divisione ICER promuove la diffusione delle comunità energetiche e ne esamina il processo di attuazione e funzionamento, mediante l'offerta di soluzioni specifiche, l'analisi dei dati strategici e lo sviluppo di percorsi

si e di standard abilitanti. La Divisione supporta le istituzioni nella definizione degli aspetti tecnici e tecnologici finalizzati alla promozione e alla diffusione delle CER e promuove attività per facilitare lo scambio di esperienze e il trasferimento di buone pratiche.

La Divisione è impegnata nel perseguire la doppia transizione energetica e digitale verso le Smart Energy Community che partono dalle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) come fattore abilitante per lo sviluppo e l'implementazione delle Smart Community alla cui base vi è la partecipazione attiva dei cittadini e lo sviluppo di economie locali basate sulla condivisione di beni e servizi (sharing economy) nella logica di una più profonda partecipazione ed espressione delle persone nei processi di trasformazione sociale.

Nell'ambito delle CER, la Divisione "Strumenti e Servizi per le Infrastrutture Critiche e le Comunità Energetiche Rinnovabili":

- promuove la diffusione delle comu-

nità energetiche;

- esamina il processo di attuazione e funzionamento (mediante l'offerta di soluzioni specifiche);
- analizza dati strategici;
- sviluppa percorsi e standard abilitanti;
- supporta le istituzioni nella definizione degli aspetti tecnici e tecnologici finalizzati alla promozione e alla diffusione delle CER;
- promuove attività per facilitare lo scambio di esperienze e il trasferimento di buone pratiche.

Best practice di Comunità Energetiche Rinnovabili (CER)

L'obiettivo primario è di agire come advisor tecnico-scientifico per lo sviluppo di iniziative concrete di CER nei territori (contestualizzazione delle iniziative in relazione alle prerogative del territorio) e per la valutazione del loro processo di attuazione.

La Divisione sta fornendo inoltre il proprio contributo alla creazione di best practice di Comunità Energetiche

¹ Dlgs. 199/21, Testo Integrato sull'Autoconsumo Diffuso - TIAD - di ARERA e Decreto attuativo MASE

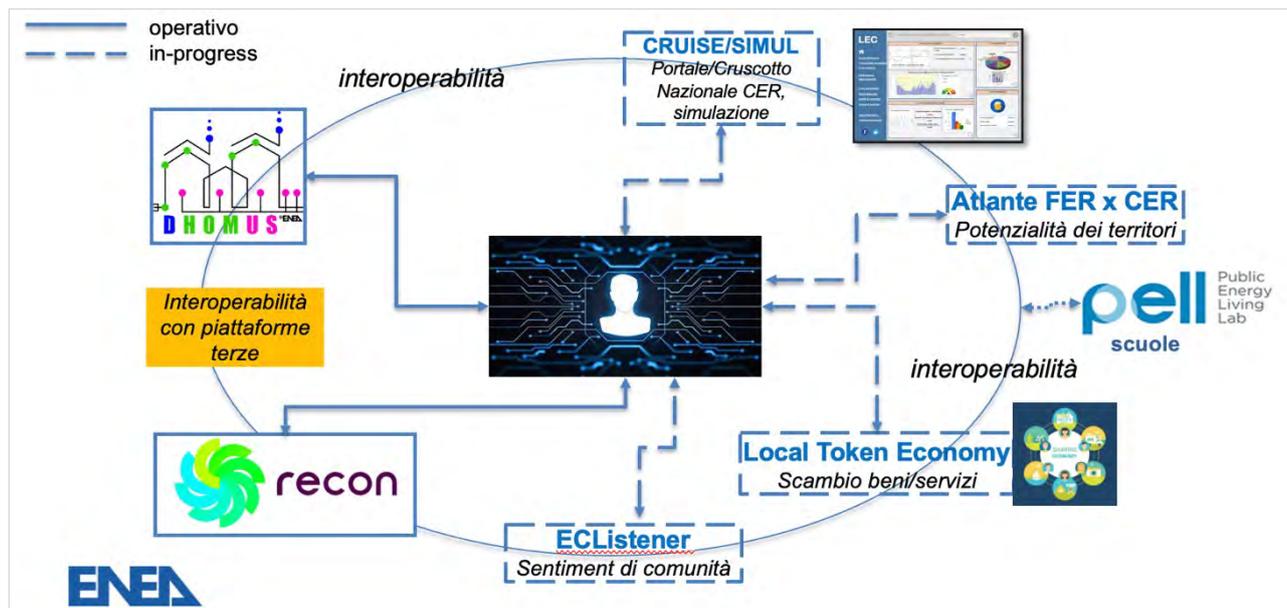


Figura 1 - Gli strumenti digitali a supporto delle CER

tiche Rinnovabili (CER) in diverse Regioni e Comuni, proponendo alle Pubbliche Amministrazioni e gli attori dei territori a vario titolo e livello, un modello di governance per lo sviluppo delle CER che coniughi aspetti ed esigenze relativi alla transizione energetica e digitale e allo sviluppo e fertilizzazione territoriale.

Nell'ambito delle CER, le attività si declinano in tre principali aspetti: Strumenti digitali a supporto delle CER, (Figura 1); Casi pilota CER; Osservatorio CER.

Nella traiettoria di sviluppo verso le Smart Energy Communities il posizionamento strategico è quello di fornire strumenti digitali per l'avvio, la promozione e la valutazione delle CER, lasciando la gestione agli operatori di mercato. In particolare, le applicazioni riguardano:

- un simulatore CER per analisi di fattibilità tecnico-economica, gestione flessibile e consapevole delle utenze residenziali) - RECON;
- una piattaforma per il supporto alla gestione energetica della propria abitazione - DHOMUS;
- un cruscotto per la valutazione e l'ottimizzazione delle CER attraverso il monitoraggio delle prestazioni energetiche e un Digital Twin delle Comunità Energetiche - CRUISE e SIMUL;
- un tool per supportare ed indirizzare la generazione di energia rinnovabile per le CER nel territorio nazionale, ATLANTE FER PER LE CER;
- servizio per le smart energy community per la remunerazione del virtuosismo energetico tramite token-LOCAL TOKEN ECONOMY.

Le tecnologie digitali hanno trovato applicazione in alcuni casi pilota di configurazioni CER.

Tra questi, i casi più significativi da citare sono:

- Magliano Alpi (CN), in quanto prima CER costituita in Italia;
- Termoli (IS), CER promossa dall'Istituto IISS E. Majorana, pluripremiato, in collaborazione con il Comune e l'ENEA²;
- CER territoriali che racchiudono più Comuni: Garda Bresciano e Biellese;
- Lignano Sabbiadoro (UD), peculiare per la tipologia di consumer a carattere ricettivo;
- Anquillara Sabazia (RM), che rappresenta una CER Solidale;
- Roma Capitale, significativa per l'avvio di 15 CER a driver pubblico con le scuole.

L'Osservatorio delle CER

Gli aspetti di governance trovano attuazione tramite un Osservatorio delle CER, appositamente costituito e governato da ENEA, il cui fine è di promuovere lo sviluppo delle comunità energetiche sul territorio nazionale, supportare le pubbliche amministrazioni nella loro realizzazione, contribuire alla definizione di policy, strumenti, standard, normative attraverso tavoli di lavoro sugli aspetti regolatori, amministrativi e legali, economici e finanziari, sulla gestione e valutazione dei dati CER, all'informazione e coinvolgimento del pubblico. L'Osservatorio si pone gli obiettivi di:

- Mettere a confronto gli stakeholder;
- Identificare le criticità della filiera CER sulla base di esperienze reali;
- Supportare le istituzioni nell'individuazione di politiche abilitanti per favorire le CER;
- Confrontare le tecnologie disponibili sul mercato e individuare nuove soluzioni abilitanti, con particolare ri-

guardo ad acquisizione e gestione dei dati;

- Individuare nuove prospettive e scenari tecnologici, normativi, finanziari, economici e sociali;
- Promuovere e diffondere l'eticità del processo CER e il capacity building a livello locale;
- Promuovere una roadmap nazionale di sviluppo delle CER a supporto dei soggetti coinvolti.

L'Osservatorio si impegna nella promozione di best practice e soluzioni innovative nel campo delle comunità energetiche. A tal fine può promuovere e partecipare ad eventi di diffusione avvalendosi, a titolo gratuito, della disponibilità e competenze dei propri membri.

L'Osservatorio CER è composto da un network di soggetti pubblici e privati direttamente coinvolti nella diffusione delle comunità energetiche: istituzioni, associazioni, enti di ricerca, università e Pubblica Amministrazione, aziende settore energy ed ESCO, aziende settore ICT e di sviluppo di sistemi e piattaforme per la gestione dei dati, esperti del quadro regolatorio, legale, giuridico ed amministrativo.

Le principali tematiche di discussione individuate dal network sono:

1. Aspetti regolatori, amministrativi, legali e di governance
2. Aspetti economici e finanziari
3. Acquisizione e gestione dati
4. Informazione al pubblico
5. Politiche regionali.

Le attività prevalenti condotte dall'Osservatorio riguardano:

- Il monitoraggio delle politiche e delle normative nazionali ed europee in materia di comunità energetiche e

² <https://sites.google.com/majoranatermoli.edu.it/certermoli/il-progetto>, l'Istituto Majorana di Termoli ha ottenuto il primo posto al concorso nazionale promosso dal Ministero dell'Istruzione e del Merito e AsviS (Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile) "Facciamo 17 Goal: la Scuola e l'Agenda ONU 2030 per uno sviluppo sostenibile"; è stato inoltre premiato dalle camere di Commercio "Storie di Alternanza e competenze", VI edizione 2023, come vincitore a livello territoriale del primo premio, nella categoria IT (Istituti Tecnici) e IP (Istituti professionali) - per percorsi PCTO, apprendistato di 1 livello, alternanza rafforzata.

della loro attuazione. Attraverso il confronto tra i membri si vuole analizzare i risvolti applicativi e proporre soluzioni a eventuali criticità riscontrate, favorendo un dialogo costruttivo con le istituzioni e gli enti gestori;

- La promozione e gestione del confronto tra gli operatori in merito alle diverse tematiche che si intrecciano nello sviluppo e gestione di una comunità energetica e/o sue configurazioni;
- La diffusione culturale delle comunità energetiche al fine di trasferirne gli obiettivi di sostenibilità ambientale e di condivisione sociale dell'energia e delle tematiche ad essa correlate. Tale attività promuove una maggiore con-

sapevolezza delle criticità ed una condivisione e partecipazione alle potenziali e realistiche soluzioni attuabili;

- L'impostazione di un cahier de doléances a sintesi delle criticità evidenziate e conseguentemente delle potenziali iniziative correttive e/o abilitanti lo sviluppo delle CER;
- Presentazione dei risultati delle attività dell'Osservatorio alle Istituzioni di riferimento.

L'Osservatorio sulle CER è stato ufficialmente presentato il 23 marzo 2023 presso la Mostra Convegno Key Energy a Rimini, a cui è seguito il convegno organizzato a Milano il 13

giugno 2023 in collaborazione con Anci Lombardia, Energia Media e MCE, nel corso dei quali si è avviato un confronto su policy, strumenti, e normative, stimolando il dibattito tra gli esperti e il pubblico. Le attività per le CER sono in corso di realizzazione nell'ambito del WP1 "Comunità energetiche sostenibili" del Progetto 1.7 "Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali", finanziato nell'ambito dell'Accordo di Programma tra ENEA e Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica sulla Ricerca Sistema Elettrico (PTR 22-24).

*per info: nicoletta.gozo@enea.it
stefano.pizzuti@enea.it*

Il simulatore Recon per la valutazione energetica ed economica delle energy community

Lo scorso aprile ENEA ha rilasciato la nuova versione 2.0 del simulatore RECON - Renewable Energy Community ecONomic simulator - l'applicativo web che consente di effettuare valutazioni preliminari di tipo energetico, economico e finanziario con l'obiettivo di favorire la creazione di comunità energetiche rinnovabili (CER) o di gruppi di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente (GAC - Gruppi di Autoconsumo Collettivo).

DOI 10.12910/EAI2024-036

di Matteo Caldera, Fabio Moretti, Ocleto D'Arcangelo, Laboratorio Smart Cities and Communities - ENEA

Le comunità di energia rinnovabile (CER) rappresentano un nuovo modello di produzione e condivisione dell'energia in cui i cittadini partecipano in modo attivo, volontario e consapevole alla produzione e condivisione dell'energia "tra pari". La CER è un soggetto di diritto autonomo direttamente controllato dai suoi membri, tra cui privati cittadini, enti territoriali o autorità locali, amministrazioni comunali e piccole e medie imprese, per queste ultime a patto che la partecipazione alla CER non costituisca l'attività principale. Questa configurazione, regolata dalla Direttiva UE 2018/2001 (cd. Direttiva REDII), è stata introdotta in Italia dall'Art. 42 bis del Decreto-legge n.162/2019 convertito in Legge n. 8/2020 che ha anticipato il completo recepimento della Direttiva RED II con il D.lgs. 199/2021. **L'obiettivo principale delle CER è fornire benefici ambientali, economici o sociali ai suoi membri, favorendo la diffusione delle fonti rinnovabili e valorizzando le risorse e la filiera produttiva locali.** La possibilità di

autoprodurre e condividere l'energia localmente può portare a risparmi in bolletta che si vanno a sommare agli incentivi previsti che premiano l'energia condivisa. L'autoconsumo diffuso a livello locale comporta vantaggi anche per il sistema elettrico nazionale in termini di riduzione delle perdite di rete e minori rischi di sovraccarico delle reti con la diffusione di impianti a fonti rinnovabili non programmabili. **Le CER correttamente progettate e gestite possono quindi innescare un circolo virtuoso in cui i consumatori diventano prosumer propensi a sostenere l'efficiamento di produzione e domanda.**

Il Renewable Energy Community ecONomic simulator

Al fine di supportare gli Enti Locali, gli stakeholder e i cittadini verso scelte consapevoli e informate volte alla creazione di configurazioni di autoconsumo diffuso - comunità energetiche (CER) e gruppi di autoconsumo collettivo (GAC) - e favorire la partecipazione attiva dei cittadini al mercato dell'energia,

ENEA ha sviluppato RECON, acronimo per Renewable Energy Community ecONomic simulator. Si tratta di uno strumento innovativo, di facile utilizzo e gratuito, disponibile online¹. La prima versione del simulatore (RECON 1.0) è stata rilasciata a maggio 2021, ottenendo risultati molto positivi, con più di 4.000 utenti registrati e oltre 7.000 schede di valutazione create. RECON 1.0 era in grado di simulare CER e GAC in ambito residenziale in base alla disciplina transitoria definita dall'Art. 42 bis della Legge n. 8/2020 e successivi provvedimenti attuativi, ovvero la Delibera ARERA 318/2020/R/EEL, il DM MISE 16/09/2020 e le Regole tecniche GSE edizione aprile 2022.

Lo scorso aprile è stata rilasciata la nuova versione (2.0) del simulatore, aggiornata al quadro legislativo e regolatorio in vigore in Italia ovvero il D.lgs. 199/2021 che ha recepito la Direttiva RED II ed i suoi provvedimenti attuativi: il Testo Integrato sull'Autoconsumo Diffuso - TIAD dell'Autorità ARERA (Allegato A alla Delibera 727/2022/R/EEL del 27/12/2022 ag-

¹ <https://recon.smartenergycommunity.enea.it/>

giornata dalla Delibera 15/2024/R/EEL del 20/01/2024), il Decreto MASE 07/12/2023 n. 414 e le Regole Operative GSE aggiornate al 22/04/2024.

RECON calcola l'autoconsumo fisico e diffuso, l'autosufficienza energetica, i benefici ambientali in termini di riduzione delle emissioni di CO₂, i risparmi legati all'autoconsumo, ricavi da vendita di energia, l'incentivo sotto forma di tariffa premio e il contributo di valorizzazione dell'autoconsumo diffuso, i costi operativi e di gestione, i flussi di cassa attualizzati e i principali indicatori finanziari (VAN-Valore Attuale Netto, TIR-Tasso Interno di Rendimento, WACC-Costo Medio Ponderato del Capitale, tempo di ritorno dell'investimento).

Tra le novità più importanti di RECON 2.0 si evidenzia la possibilità di analizzare CER e GAC composte da un numero indefinito di utenti consumer, prosumer, producer e di simulare diversi profili di consumo (residenziale, condominio, ufficio, scuola, commerciale, industriale/artigianale). I prelievi di energia elet-

trica possono essere forniti su base mensile o annuale, a seconda della disponibilità dei dati, e per i singoli prosumer il consumo viene calcolato dal simulatore in base al contributo dell'autoconsumo in situ. Per quanto riguarda le tecnologie di produzione da fonti rinnovabili, RECON 2.0 consente di valutare impianti fotovoltaici e, a breve, saranno rilasciati i moduli per il calcolo della resa di impianti minieolici e mini-idroelettrici.

L'analisi economica e finanziaria è effettuata a livello di singolo impianto di produzione, considerando diverse forme di finanziamento: noleggio operativo, leasing, acquisto con capitale proprio e/o di debito, contributi in conto capitale (tra cui la sovvenzione PNRR dedicata agli impianti nei piccoli Comuni), detrazioni fiscali.

Input suddivisi in quattro sezioni

Gli input sono suddivisi in quattro sezioni: la prima è relativa ai dati generali della configurazione (tipologia, data di costituzione), alla località di riferimento e all'anagrafica degli

utenti e degli impianti inclusi nella configurazione. La seconda sezione raccoglie le informazioni sugli impianti, che possono essere composti da una o due sezioni, a ciascuna delle quali corrisponde un'unità di produzione. In Figura 1 è riportato uno screenshot della sezione dedicata agli impianti, in cui sono riportate le principali informazioni, lo stato della compilazione (da compilare - semaforo rosso, compilato - semaforo verde) e l'icona "compila" da cui si accede alla finestra con i dati di input relativi a ciascuna sezione di impianto. Sono inoltre presenti due barre di misura, che rappresentano la percentuale di impianti nuovi (ovvero entrati in esercizio dal 16/12/2021 in base al D.lgs. 199/2021) e la potenza incentivabile (in base al Decreto MASE 414/2023), che consentono di verificare in tempo reale la situazione del mix di impianti di produzione da FER inserito nella configurazione. I dati richiesti per le sezioni di impianto includono aspetti tecnici (potenza, posizione dei moduli, ecc.), la data di entrata in esercizio,

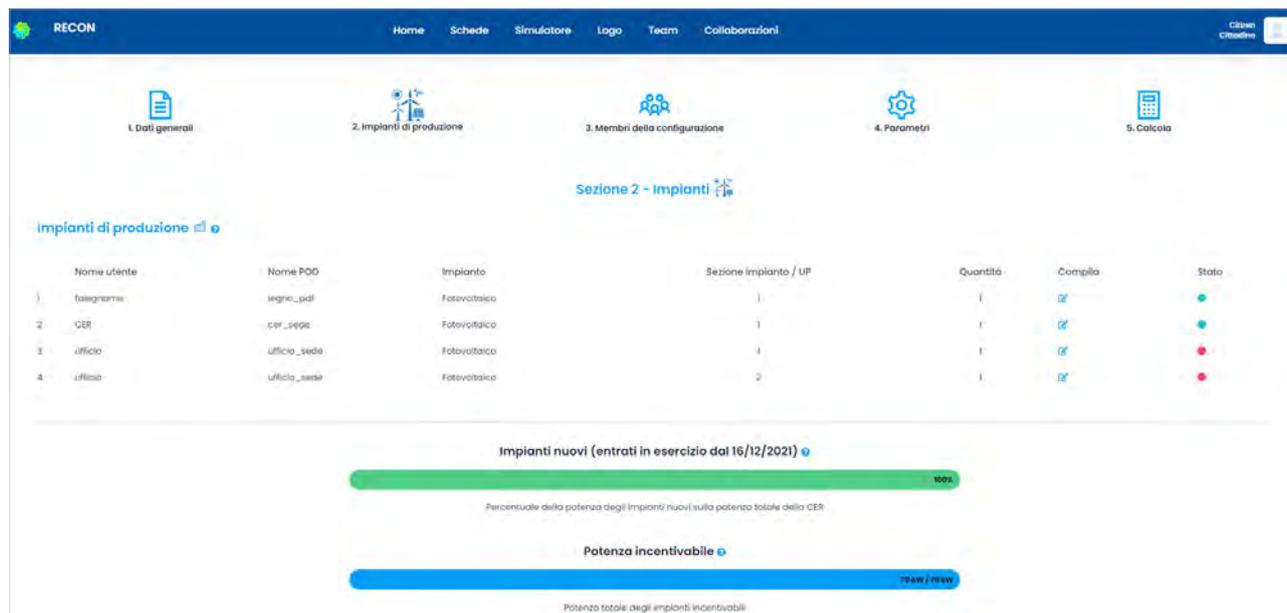


Figura 1. Screenshot della sezione "Impianti"

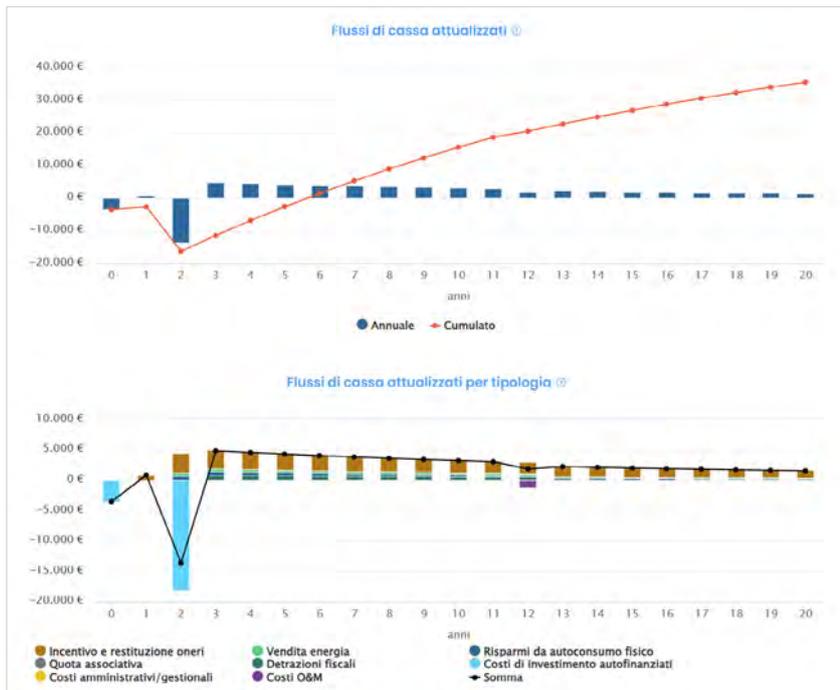


Figura 2. Esempio di grafici con i flussi di cassa attualizzati riportati nella sezione Risultati economici

la modalità di vendita dell'energia immessa in rete, il tipo di investimento tra quelli sopra elencati e le rispettive macro-caratteristiche.

La terza sezione - clienti finali - è dedicata ai consumi di energia elettrica. I dati richiesti dipendono dal profilo di consumo che a sua volta dipende dalla tipologia di utente. **RECON dispone di una serie di algoritmi che permettono di calcolare il consumo orario partendo dai prelievi mensili o annuali e dal profilo di consumo. Per i prosumer con impianti già entrati in esercizio è possibile indicare se questi hanno contribuito all'autoconsumo fisico in situ, conseguentemente RECON è in grado di calcolare l'autoconsumo orario e quindi il profilo di consumo orario come somma di prelievi ed autoconsumo.**

La quarta sezione richiede una serie

di parametri: tecnici (legati alla tecnologia impiantistica), economici, legati all'avvio e gestione della configurazione (costi di costituzione CER, costi annuali per eventuali servizi terziarizzati e costi di personale), ai dispositivi di misura utilizzati, all'eventuale quota associativa, finanziari (costo del capitale, inflazione).

La simulazione economico-finanziaria

Una volta completati i campi richiesti, è possibile lanciare il calcolo. Prima di effettuare la simulazione, RECON effettua una serie di controlli legati al numero minimo di componenti della configurazione e al corretto inserimento dei dati. **La simulazione energetica ed economico-finanziaria è effettuata a livello della configurazione e di ciascun componente della stessa. I risultati della simulazione**

sono riportati nella sezione "Report" e sono suddivisi in risultati energetici ed economici. A titolo di esempio, la Figura 2 riporta i flussi di cassa attualizzati annuali, cumulati e suddivisi per tipologia. RECON calcola l'incentivo sotto forma di tariffa premio e la valorizzazione dell'autoconsumo diffuso sulla base delle Regole operative GSE 2024.

Per facilitare la compilazione, ogni campo nella graphical user interface (GUI) di RECON è corredato da un tooltip (commento descrittivo). Inoltre, alcuni campi presentano valori di default liberamente modificabili dall'utente. In aggiunta, la struttura della GUI assiste nella compilazione in quanto sono attivi solo i campi applicabili alla specifica situazione valutata. Un altro punto di forza di RECON consiste nel permettere all'utente registrato di salvare la scheda di valutazione nelle fasi intermedie di compilazione e di accedere alla stessa in momenti successivi, ad esempio quando avrà a disposizione le informazioni mancanti nelle fasi iniziali. In questo modo, **è possibile modificare il progetto e duplicarlo per effettuare analisi di sensitività su specifiche grandezze**, per individuare la configurazione con risultati energetici ed economici migliori. Gli utenti registrati a RECON possono inoltre utilizzare il supporto tecnico dedicato, disponibile all'e-mail recon.project@enea.it, che può assisterli nella compilazione delle schede e chiarire dubbi interpretativi dei risultati.

RECON è finanziato dalla Ricerca di Sistema Elettrico nell'ambito del Progetto 1.7 "Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali".

per info: matteo.caldera@enea.it

Strumenti ENEA per l'ingaggio e la consapevolezza degli utenti

ENEA ha sviluppato due strumenti, Smart Sim e DHOMUS, dedicati agli utenti residenziali. L'obiettivo è innanzitutto di renderli consapevoli dei propri "dati" energetici e assicurare quindi il loro coinvolgimento nella transizione energetica, trasformando ciascuno di loro in un soggetto attivo che contribuisce alla stabilità della rete elettrica nazionale attraverso un uso più consapevole e virtuoso dell'energia.

DOI 10.12910/EAI2024-037

di Sabrina Romano, Martina Botticelli, Fiorella Lauro - Laboratorio Smart Cities and Communities - ENEA

Il settore edilizio è responsabile in Europa del 40% dei consumi energetici e del 36% delle emissioni climalteranti; pertanto, presenta un enorme potenziale in termini di gestione energetica efficiente e miglioramento, soprattutto per il raggiungimento degli obiettivi di neutralità climatica entro il 2050. Inoltre, l'attuale crisi energetica ha comportato un'impennata dei prezzi delle bollette, tanto più gravosa per le famiglie più fragili. In questo contesto è quanto meno necessaria un'accelerazione di tutte quelle misure, già previste dal Clean Energy Package for all European, che hanno **riconosciuto all'utente un ruolo centrale nel sistema energetico**, introducendo nuove forme di produzione e condivisione dell'energia al fine di incentivare la diffusione delle fonti rinnovabili, come ad esempio le comunità energetiche.

ENEA ha sviluppato due strumenti, Smart Sim e DHOMUS, utili per migliorare la consapevolezza energetica, favorire il consumo virtuoso delle risorse disponibili ed il processo di transizione energetica. Tali strumenti sono dedicati ai cittadini, con diverse finalità: Smart Sim è un tool web

liberamente accessibile e destinato a qualsiasi cittadino, mentre la piattaforma DHOMUS è riservata all'utente dotato di dispositivi smart per la gestione energetica della propria abitazione.

In entrambi i casi, sebbene con differente livello di dettaglio, l'utente ha visibilità sui propri consumi e ha a disposizione feedback e consigli personalizzati, per incentivare una maggiore efficienza negli usi energetici e la conseguente riduzione dei costi delle bollette. **Tali servizi costituiscono dei fattori abilitanti affinché i cittadini diventino parte attiva della stabilità della rete elettrica nazionale: gli utenti non sono più semplici consumatori ("consumer"), ma sempre più spesso giocano un ruolo chiave nei contesti in cui sono inserite le loro abitazioni, nei casi in cui siano essi stessi produttori di energia ("prosumer") e/o siano parte di comunità energetiche e gruppi di autoconsumo collettivo.**

Smart Sim

Smart Sim è un servizio liberamente disponibile sul web, progettato per fornire suggerimenti su come **migliorare l'uso dell'energia nella propria**

abitazione e, quindi, risparmiare sui costi delle bollette. Smart Sim è il risultato di una collaborazione tra ENEA ed il Centro di Ricerca Territorio, Edilizia, Restauro e Ambiente (CITERA) della Sapienza Università di Roma: CITERA ha infatti sviluppato il motore di calcolo in grado di effettuare la simulazione dinamica dell'abitazione. Smart Sim è disponibile gratuitamente al seguente link: <https://www.smarthome.enea.it/smartsim/>. Una volta registratosi, l'utente può iniziare a compilare il questionario ed effettuare simulazioni sui consumi della sua casa.

L'utente compila un questionario online, in cui inserisce informazioni sulla propria casa, gli impianti e gli elettrodomestici presenti, le modalità d'uso e le sue abitudini, infine i dati delle bollette di luce e gas dell'ultimo anno. La richiesta di informazioni tecniche è molto limitata, in modo da agevolare anche gli utenti non "esperti" e, durante la compilazione del questionario, l'utente viene supportato tramite note esplicative e scorciatoie precompilate.

Una volta compilato il questionario, l'utente è in grado di effettuare un'autovalutazione e ottenere dei consigli



Figura 1. Smart Sim – Ripartizione dei consumi, impatto ambientale e benchmark

finalizzati al miglioramento della propria performance energetica. Tutto ciò è reso possibile dall'esecuzione di una simulazione in regime dinamico semplificato, che permette di stimare i consumi annui, sia dal punto di vista elettrico che termico, in base alle caratteristiche dell'abitazione. Dal confronto dei consumi stimati con i consumi reali provenienti dalle bollette, vengono forniti all'utente un insieme di feedback attraverso grafici e suggerimenti.

La simulazione offre all'utente innanzitutto un confronto mensile tra consumi reali e consumi stimati, sia per l'elettricità che per il gas, nell'arco dell'intero anno, evidenziando eventuali scostamenti elevati, caso in cui si invita l'utente a controllare la correttezza dei dati precedentemente inseriti.

Un'altra sezione descrive la **ripartizione per usi finali** dei consumi di energia primaria, il corrispondente **impatto ambientale** in termini di anidride carbonica ed il **confronto dei consu-**

mi con quelli di abitazioni delle stesse caratteristiche presenti in archivio. Ciò permette all'utente di capire per quali usi e fonte di energia sta consumando maggiormente, con quali costi ed impatto sull'ambiente. Inoltre, dal confronto con utenti simili, il consumatore diventa maggiormente consapevole dei propri consumi e, se essi risultano eccessivi, viene incentivato un utilizzo dell'energia più virtuoso.

In Smart Sim la simulazione permette, poi, di valutare il potenziale risparmio derivante da differenti interventi possibili sull'abitazione (come, ad esempio, la sostituzione di singole apparecchiature, l'introduzione di un sistema di automazione) o dal passaggio alla sola energia elettrica con la presenza o meno di impianti fotovoltaici.

All'utente viene proposta in primis la soluzione migliore dal punto di vista della riduzione dei consumi totali, ma può comunque scegliere tra i diversi interventi presenti. Il potenziale risparmio viene espresso in termini di

energia primaria, di spesa e di anidride carbonica equivalente e, inoltre, vengono presentati il costo dell'intervento ed il tempo di ritorno dell'investimento.

Infine, Smart Sim offre una valutazione della tipologia dei carichi elettrici (accumulabili, differibili, non differibili); ciò permette di definire il potenziale teorico di flessibilità su base annua dell'utente e avere indicazioni sull'impatto ambientale. Questi parametri sono utili nel caso in cui l'utente intenda entrare a far parte di una comunità e contribuire al bilancio dei carichi modificando il proprio profilo di consumo nell'arco della giornata, ad esempio spostando i consumi nelle ore in cui c'è maggiore disponibilità di energia da fonti rinnovabili. La valutazione della tipologia dei carichi elettrici risulta un ottimo strumento anche per un potenziale aggregatore di utenza, che può essere parte di scenari come comunità energetiche o PED.

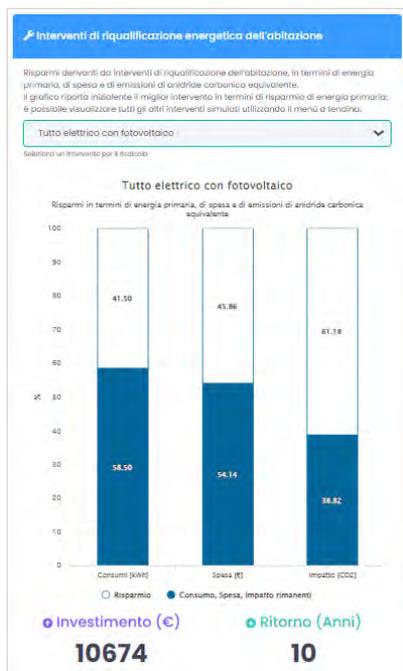


Figura 2. Smart Sim - Suggestimenti

DHOMUS

DHOMUS, acronimo di Data HOMes e USers, è una piattaforma che raccoglie i dati relativi alle abitazioni degli utenti che condividono i dati della propria abitazione intelligente tramite dispositivi "smart" abilitati a comunicare con la piattaforma. La piattaforma, quindi, raccolti questi dati, li elabora e ne dà una visualizzazione grafica, volta a fornire feedback educativi all'utente stesso, incentivando una gestione energetica efficiente e consapevole. In prospettiva questa tecnologia potrà abilitare l'utente finale a partecipare a programmi di gestione della domanda così potrà ottimizzare la sua richiesta di energia in funzione delle reali necessità della rete, ad esempio contribuendo alla riduzione dei picchi e fornendo servizi di flessibilità.

Il valore aggiunto della piattaforma DHOMUS, rispetto ad altre soluzioni disponibili sul mercato, è quello di fornire servizi aggiunti e feedback

personalizzati al cittadino, grazie all'elaborazione di dati provenienti da utenti simili, nonché di algoritmi sviluppati da ENEA per la disaggregazione dei consumi, il benchmark e l'analisi dei profili di consumo.

Negli anni sono state portate avanti differenti sperimentazioni che hanno testato e integrato diverse soluzioni di sensori commerciali grazie ad un gateway, denominato Energy Box, in grado di comunicare con la piattaforma DHOMUS e trasmettere tutti i dati raccolti nelle abitazioni o acquisiti direttamente da cloud di terze parti. La piattaforma DHOMUS è fruibile tramite un'interfaccia web, da qualsiasi dispositivo che dispone di un accesso a internet (es. computer, smartphone, ecc.).

Attualmente è in corso una sperimentazione di monitoraggio di una nascente comunità energetica presso il comune di Anguillara Sabazia. In questa sperimentazione, i dati vengono monitorati nelle abitazioni tramite un Dispositivo Utente, che comunica direttamente con i contatori elettrici di nuova generazione tramite onde convogliate (PLC-C) e fornisce i dati raccolti in maniera precisa e affidabile. L'interfaccia utente DHOMUS, si presenta suddivisa in tre sezioni differenti, a seconda delle funzionalità che offrono:

- La sezione **D**-ati mostra i dati energetici monitorati attraverso visualizzazioni dinamiche sia dei dati storici che real-time.
- La sezione **HOM**-e permette di visualizzare i singoli sensori installati all'interno dell'abitazione e quindi di visualizzarne i dati di dettaglio e di interagire con gli stessi.
- La sezione **US**-er consente di confrontarsi con altri utenti simili che partecipano alla sperimentazione, ricevendo dei **feedback educativi personalizzati**.

Per incentivare il coinvolgimento

dell'utente e quindi stimolarne un comportamento virtuoso, viene elaborato e mandato via e-mail all'utente, mensilmente, un **Report** che sintetizza le informazioni disponibili sull'interfaccia e ne fornisce delle nuove, grazie ad elaborazioni fornite da algoritmi sviluppati da ENEA e alla compilazione della scheda Smart-Sim, tramite la quale l'utente fornisce informazioni di dettaglio sulla sua tipologia di utenza. Nel report siamo quindi in grado di indicare anche la ripartizione di ciascun consumo disaggregato, nonché indicazioni sull'utilizzo degli elettrodomestici monitorati.

Le potenzialità della piattaforma DHOMUS sono molteplici, basti pensare alla possibilità che offre, ad esempio, nella gestione dei condomini e delle comunità energetiche, consentendo di condurre analisi comparative sulle specifiche utenze per pianificare strategie di ottimizzazione del carico elettrico e quindi agevolare la gestione della flessibilità, sia in riferimento alla singola abitazione, che ad una comunità. Inoltre, consente di monitorare la quota di **energia condivisa**, cioè quella fruita dalla comunità nell'istante in cui viene prodotta, come previsto dal D.lgs. 199/2021, che è anche quella quota di energia che viene incentivata nelle **comunità energetiche**.

Un ulteriore punto di forza della piattaforma è la possibilità di **condividere i dati acquisiti** con altri stakeholder, proprio per incrementare i servizi e assicurare una maggiore integrazione con il contesto in cui è inserita, condominio, quartiere, distretto o comunità energetica.

La piattaforma grazie all'impiego di **protocolli e formati dati aperti e standard** è in grado di assicurare la completa interoperabilità e pertanto scambiare informazioni e dati anche con applicazioni esterne per la gestione di cluster di utenze.

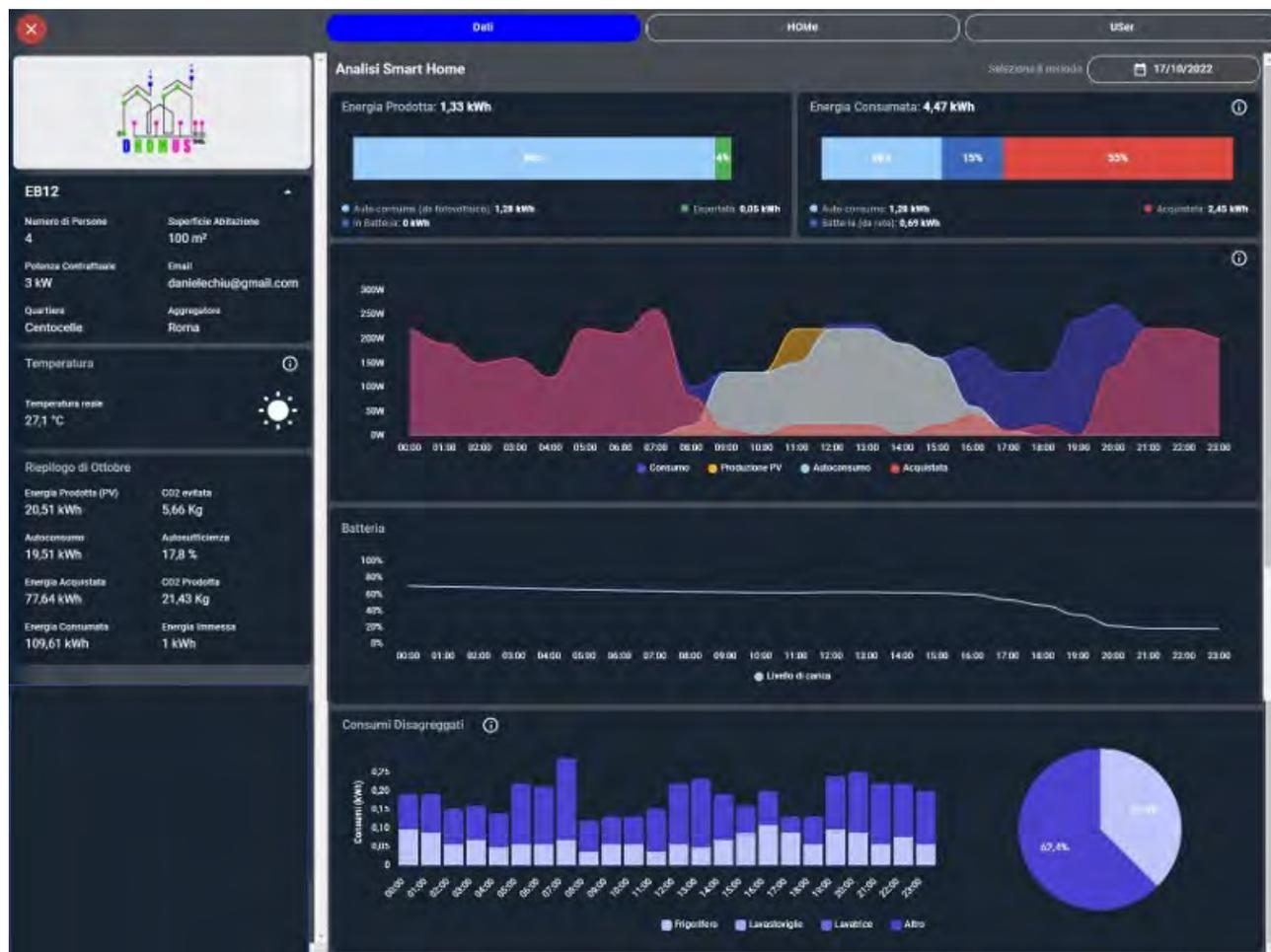


Figura 3. Interfaccia Utente Smart Home-sezione Dati

Conclusioni

Le soluzioni sviluppate da ENEA, Smart Sim e DHOMUS, sono strumenti utili per accrescere la consapevolezza e promuovere il consumo virtuoso delle risorse disponibili e diffondere il tema della transizione energetica. Questi strumenti puntano infatti sull'impiego di nuove tecnologie e sistemi elettronici per adattarsi alle esigenze del consumatore, ottimizzarne il funzionamento e consentirne l'interazione con la rete. ENEA offre le proprie competenze per promuovere la partecipazione attiva degli utenti, mostrando, tramite i

dimostrativi realizzati, le modalità e le potenzialità delle soluzioni proposte. Grazie a Smart Sim, ENEA punta a rendere ciascun consumatore capace di effettuare delle scelte consapevoli per contenere i propri consumi e costi, avviando al tempo stesso il processo di coinvolgimento, primo passo verso la condivisione dell'energia per gli utenti interessati. Infatti, in presenza delle specifiche autorizzazioni, i dati energetici possono essere resi disponibili a chi vuole progettare e promuovere la costituzione di una nuova comunità energetica o la gestione di un gruppo di utenze. Il

punto di forza di Smart Sim è proprio nella facilità d'uso: trattandosi di un tool web, esso è di fatto alla portata di tutti.

La piattaforma DHOMUS rappresenta invece un esempio replicabile per il monitoraggio sia individuale che collettivo e per l'adozione di strumenti in grado di digitalizzare le informazioni necessarie per la gestione delle nascenti comunità energetiche. In prospettiva, con il diffondersi dei contatori elettrici di nuova generazione e la conseguente adozione di strumenti, come il dispositivo utente, sarà sempre più facile e accessibile la "smar-

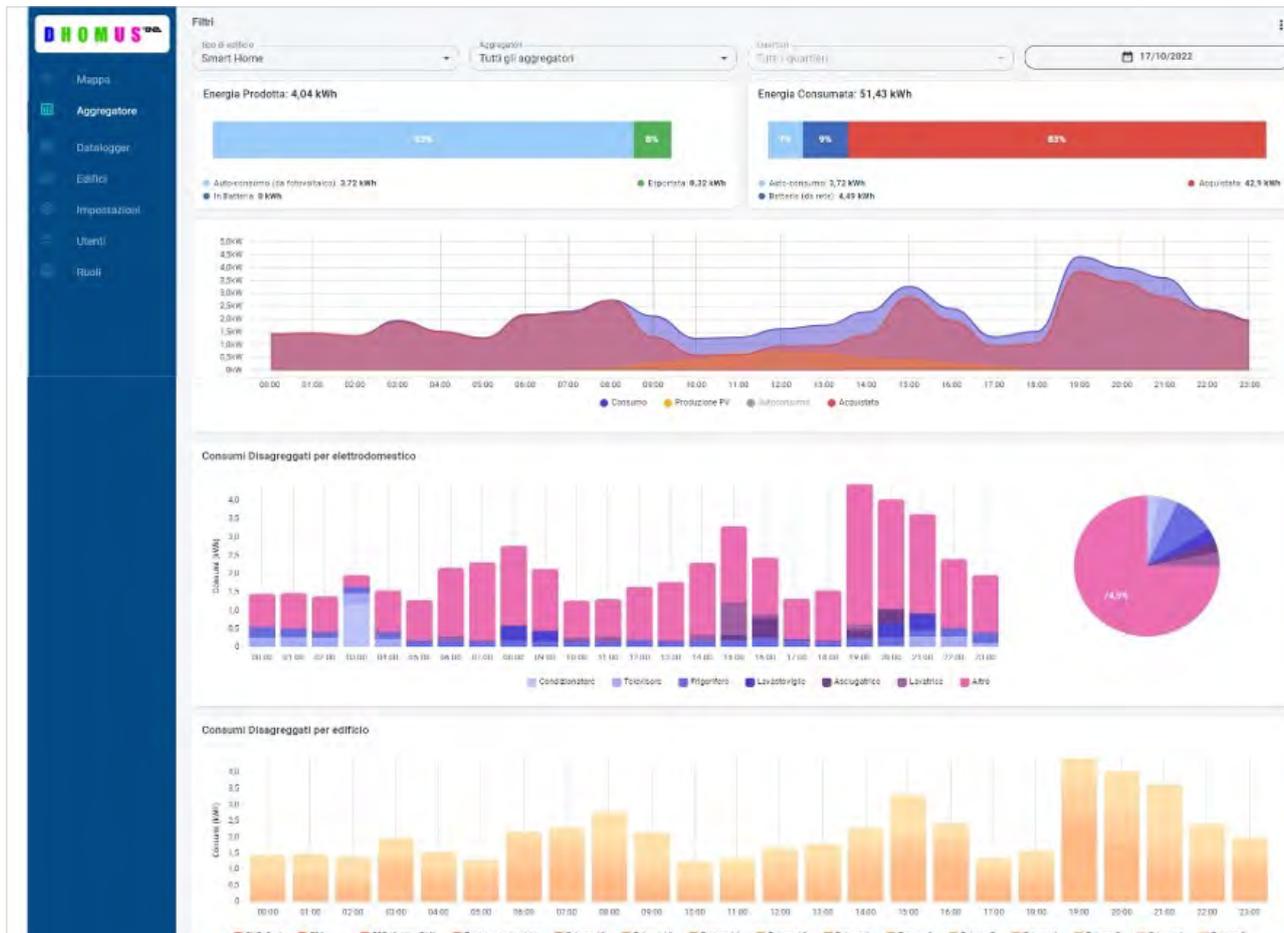


Figura 4. Dashboard amministratore

tizzazione” della propria abitazione e la possibilità di condivisione dei propri dati per migliorare le modalità d’uso dell’energia disponibile. ENEA ha iniziato a delineare un per-

corso per la crescita degli utenti finali ed è tuttora impegnata in attività di ricerca che è pronta a condividere con tutti gli stakeholder, soprattutto per definire degli standard che con-

sentano una migliore condivisione dei dati e delle informazioni, al fine di migliorare e ampliare i possibili servizi da offrire ai cittadini.

per info: sabrina.romano@enea.it

SIMUL e Cruise: verso un digital twin per le Comunità Energetiche

L'esigenza di produrre energia da fonte rinnovabile in modo sempre più distribuito sul territorio ha reso necessario introdurre soluzioni per una migliore gestione dei flussi energetici, così da ridurre l'impatto della produzione di energia rinnovabile sulla rete elettrica. Le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) nascono in questo contesto, con l'obiettivo di favorire un'azione coordinata delle persone e delle istituzioni presenti nelle comunità locali, al fine di promuovere produzione e consumo energetico complessivamente sostenibili.

DOI 10.12910/EAI2024-038

di Samuele Branchetti, Fabrizio Paolucci, Carlo Petrovich, Laboratorio Cross Technologies per distretti urbani e industriali - ENEA; Gianluca D'Agosta, Responsabile Laboratorio Cross Technologies per distretti urbani e industriali - ENEA

L'esigenza di produrre energia da fonte rinnovabile in modo sempre più distribuito sul territorio ha reso necessario introdurre soluzioni per una migliore gestione dei flussi energetici, così da ridurre l'impatto della produzione di energia rinnovabile sulla rete elettrica. Le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) nascono in questo contesto, con l'obiettivo di favorire un'azione coordinata delle persone e delle istituzioni presenti nelle comunità locali al fine di promuovere produzione e consumo energetico complessivamente sostenibili.

Lo scopo di rendere le CER -e quindi i territori- il più possibile energeticamente autosufficienti, in grado di produrre energia e consumarla localmente passa dalla capacità di analizzare dati, digitalizzare i processi e formulare strategie per adottare soluzioni adeguate alle esigenze contingenti e contestualmente sostenibili nel lungo periodo.

La disponibilità di una crescente quantità di dati prodotti anche in ambito energetico (curve di consumo, curve di produzione, previsioni meteorologiche, ecc.) consente la

simulazione e la gestione dei sistemi energetici, e nello specifico delle CER, anche in real-time, al fine di migliorare le configurazioni di comunità, il controllo degli accumuli energetici e la flessibilità nell'utilizzo dell'energia aprendo nuovi scenari nel mercato elettrico.

Gli strumenti SIMUL e CRUISE, sviluppati da ENEA nell'ambito della Ricerca di Sistema Elettrico Nazionale, sono stati pensati per sperimentare la simulazione e la gestione delle CER.

Gli strumenti SIMUL e CRUISE

Lo strumento SIMUL consente di modellare la Comunità Energetica riproducendone il comportamento (digital twin) a partire dai valori orari o quartorari, su dataset storici o in tempo reale, delle curve di consumo, della produzione e dell'accumulo elettrico, con possibilità di valutare l'impatto della comunità energetica in termini di indicatori e performance (energia immessa e prelevata dalla rete, autoconsumi diretti, energia condivisa, autosufficienza, ecc.), utili in fase di progettazione e gestione della comunità, rendendo possibile la

valutazione di diversi possibili scenari e la loro ottimizzazione. L'intento è quello di predire con un buon grado di approssimazione gli andamenti degli indicatori della Comunità al cambiare di alcuni parametri, come il numero di partecipanti o la potenza installata.

Lo strumento CRUISE (CRUscotto Interattivo Smart Energy) è un'applicazione WEB per la gestione delle comunità energetiche che può essere configurata per mostrare differenti indicatori di comunità, in grado di trattare più comunità e capace di rispondere a quelle esigenze di monitoraggio, ma anche di interazione con gli utenti, che sono necessarie per stimolare i partecipanti e creare interesse e consenso verso le azioni energeticamente virtuose.

Questi due strumenti, tuttora in fase di sviluppo, possono operare insieme e prevedono l'utilizzo di una base dati comune e degli stessi sistemi di acquisizione dei dati, come mostrato nella Figura 1.

Questi due strumenti sono stati sperimentati nella loro prima release nei seguenti contesti:

1. in un caso studio di comunità energetica in configurazione di au-

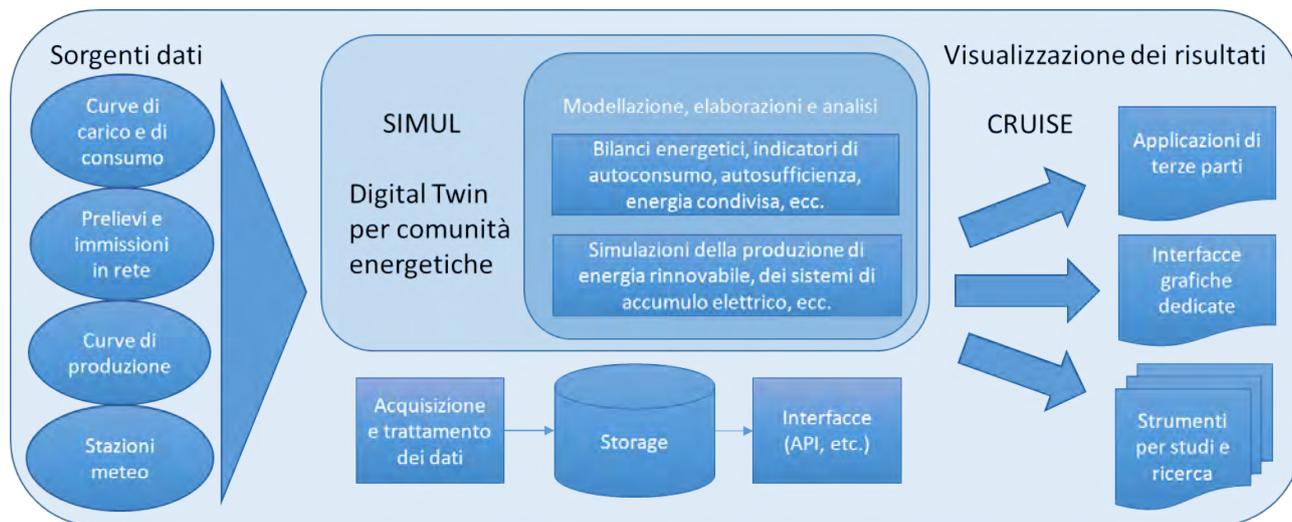


Figura 1: Schema a blocchi del sistema di simulazione e gestione delle comunità energetiche

toconsumo collettivo presso un complesso condominiale composto da 56 utenze, situato in provincia di Reggio Emilia, con dati acquisiti in tempo reale;

2. in un caso studio di CER composta da 88 utenze consumer, prosumer e producer utilizzando dati reali dettagliati raccolti lungo un periodo di 1 anno, in provincia di Udine.

Nel primo caso studio, la sperimentazione è stata condotta utilizzando dati prodotti dall'infrastruttura del progetto regionale SelfUser, concluso ad inizio 2022, (<https://www.selfuser.it/>) e finalizzato a realizzare un condominio pilota in autoconsumo collettivo, dotato di dispositivi di misura e con la previsione di installare un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 60 kWp, un sistema di accumulo elettrico con capacità pari a 80 kWh e delle stazioni di ricarica per autoveicoli.

Le curve di consumo delle utenze sono state acquisite ed elaborate in tempo reale, contestualmente alla simulazione della produzione fotovoltaica e dell'accumulo elettrico.

L'acquisizione e il monitoraggio dei consumi elettrici effettivi e della pro-

duzione elettrica stimata ha permesso di valutare l'autoconsumo diretto associato alle utenze comuni condominiali e l'energia condivisa relativa agli appartamenti della comunità, quindi di controllare l'andamento dei possibili incentivi economici, di valutare strategie di coinvolgimento dei membri della comunità (engagement degli utenti), di adottare misure per il miglioramento del demand response sull'energia consumata e di implementare periodiche azioni per migliorare l'autoconsumo della comunità.

Allo scopo di simulare la configurazione, è stato implementato un sistema per l'acquisizione e l'ingestione dei dati sia energetici che meteo del caso pilota trattato. I flussi raccolti sono i dati quattorari provenienti da ognuno dei 56 dispositivi utente installati (per appartamenti e utenze comuni condominiali) e quelli provenienti dalle centraline meteo installate sull'edificio. I dati riferiti alla potenza attiva, reattiva, tensione, e quelli meteo di temperatura, umidità ed irraggiamento sono stati anonimizzati e "ingeriti", sia da file che da broker MQTT, poi interpretati, trasformati e memo-

rizzati direttamente su un database relazionale PostgreSQL, secondo un processo automatico e temporizzato. Gli schemi del database realizzati sono stati pensati per essere flessibili e generali, in grado di organizzare i dati del caso pilota, ma anche di altre diverse comunità energetiche, garantendo la riservatezza e differenti livelli di accesso con relative restrizioni. Sono stati inoltre implementati algoritmi di clustering dei profili di consumo energetico, ovvero delle tecniche che consentono di raggruppare profili di consumo di diversi utenti in gruppi "simili", così da potere caratterizzare i profili di consumo degli utenti, rendere consapevole ogni utente del proprio "posizionamento" all'interno della comunità e individuare le utenze su cui operare per migliorare le performance energetiche della Comunità.

Analisi sempre più evolute

I dati del caso pilota sono stati anche utilizzati per sperimentare un cruscotto (dashboard), ovvero lo strumento CRUISE, che raccoglie e visualizza i dati di maggiore interesse (Key Performance Indicator), sia per l'amministratore della comunità che

per i singoli membri. In questo modo è stato fornito un punto di accesso configurabile per tutti gli utenti della comunità, siano essi semplici prosumer, consumer o i gestori della comunità, mettendo in comune servizi specifici, dalla visualizzazione dei propri consumi fino all'analisi dei comportamenti degli utenti o alla gestione del gruppo. **Nel secondo caso studio, sono stati acquisiti, elaborati e analizzati i dati relativi ad una configurazione di Comunità Energetica Rinnovabile in fase di costituzione presso il territorio del Comune di Lignano Sabbiadoro (UD). L'analisi è stata realizzata utilizzando dati relativi all'anno 2022 e riferiti a 88 utenze che complessivamente hanno consumato 2,26 GWh di energia elettrica e che possono produrre circa 1,18 GWh di energia elettrica all'anno, tramite una potenza fotovoltaica nominale di quasi 1 MWp, composta in parte da impianti già esistenti e in parte da impianti previsti che devono essere installati.** Valutando i dati di consumo reali e le possibili produzioni orarie in base ai dati meteorologici, è stato calcolato che l'autoconsumo diretto delle utenze prosumer è pari a circa il 19% dell'energia elettrica potenzialmente prodotta dalla comunità energetica, mentre l'energia condivisa è circa il 57% dell'energia elettrica prodotta. Nella configurazione analizzata il

tasso di autosufficienza della CER è risultato prossimo al 40%.

Gli strumenti implementati hanno permesso di realizzare l'analisi per l'intera comunità energetica, ma anche in dettaglio per tutte le singole utenze che la compongono.

La sperimentazione è stata svolta in collaborazione con la cooperativa Part-Energy e LEGACOOOP che si sono occupati della raccolta dei dataset.

L'analisi dei risultati è stata condotta utilizzando, ove disponibili, le curve di consumo quartorarie delle utenze coinvolte nella comunità energetica, registrate grazie ai contatori di ultima generazione. I dati che compongono tali curve sono di norma accessibili tramite il portale internet del distributore di energia oppure tramite il "portale dei consumi" di ARERA (<https://www.consumienergia.it>). Nel caso di indisponibilità delle curve di consumo quartorarie per motivi tecnici (assenza dei contatori di ultima generazione) o di accessibilità ai dati, sono state elaborate e simulate delle curve di carico sintetiche utilizzando curve standard fornite dal GSE (eventualmente modulate su valori mensili o annuali delle fasce di consumo F1, F2, F3)^[1].

In entrambi i casi studio, i dati di produzione elettrica oraria degli impianti fotovoltaici sono stati simulati, quando necessario, utilizzando

un'implementazione del modello CNR Energy+^[2] e dei dati reali di irraggiamento solare, temperatura ambiente e velocità del vento estratti da centraline meteo disponibili in prossimità della comunità energetica.

L'eventuale accumulo elettrico è stato invece simulato utilizzando un modello semplificato, adattando quanto proposto da Ciocia et al.^[3].

I dati elaborati e le simulazioni realizzate sono stati utilizzati dagli utenti per identificare la dimensione potenziale della Comunità e per avviare un percorso di installazione e accrescimento delle sorgenti rinnovabili in base, anche, alle potenzialità di espansione della Comunità stessa in termini di energia condivisa e crescita finanziaria.

SIMUL e CRUISE sono tool in continuo sviluppo, nell'intento di realizzare **analisi sempre più evolute** di tipo parametrico finalizzate ad individuare le soluzioni più convenienti per aumentare l'autoconsumo e l'autosufficienza delle CER. Tali strumenti si affiancano a prodotti software commerciali permettendo una maggiore configurabilità dei dati analizzati e visualizzati, anche a fini sperimentali, e un'integrazione verso altri strumenti orientati alla creazione di economie locali, allargando così l'orizzonte delle CER.

per info: samuele.brachetti@enea.it

Riferimenti bibliografici:

1. GSE, Gruppi di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente e comunità di energia rinnovabile, Modalità di profilazione dei dati di misura e relative modalità di utilizzo ai sensi dell'articolo 9 dell'Allegato A alla Delibera 318/2020/R/eel, Versione n. 1 - 04/04/2022.
2. Di Cristofalo, S. (2016). Progetto CNR Energy+: metodo di calcolo semplificato per la scomposizione della radiazione solare globale e la stima della produzione da fotovoltaico. Technical Report. IAMC-CNR, Palermo. <http://eprints.bice.rm.cnr.it/14398/>
3. Ciocia, A., Amato, A., Di Leo, P., Fichera, S., Malgaroli, G., Spertino, F., Tzanova, S. (2021). Self-consumption and self-sufficiency in photovoltaic systems: Effect of grid limitation and storage installation. *Energies*, 14(6): 1591. <https://doi.org/10.3390/en14061591>

Smart building: F40 un esempio di prosumer flessibile

Nel Centro Ricerche ENEA di Casaccia è stato realizzato un esempio di edificio intelligente, in grado di produrre parte dell'energia di cui necessita, per questo definito "prosumer", in quanto dotato di impianti di generazione ed accumulo. Inoltre, grazie a sistemi avanzati di gestione, è in grado di rendere flessibile la propria domanda di energia, così da adattarsi a differenti richieste legate alla disponibilità di produzione da rinnovabile, all'andamento dei mercati energetici o alle esigenze di stabilità della rete elettrica.

DOI 10.12910/EAI2024-039

di Francesco De Lia, Sabrina Romano, Paolo Zangheri, Laboratorio Smart Cities and Communities - ENEA; Roberto Lo Presti, Riccardo Schioppo, Laboratorio Ingegneria per l'Industria Fotovoltaica - ENEA; Valentina Lucaferri, Laboratorio Analisi e Modelli per le Infrastrutture Critiche ed i Servizi essenziali - ENEA

Gli edifici consumano circa il 40% dell'energia complessiva, rappresentano "il più grande consumatore unico di energia in Europa", per questo motivo tra gli obiettivi proposti dall'Unione Europea c'è quello di costruire e ristrutturare gli edifici in modo da contare su un parco immobiliare sempre più costituito da NZEB, ovvero da edifici con un fabbisogno di energia prossimo allo zero¹ da qui al 2050.

La transizione verso un sistema energetico sostenibile senza emissioni di gas climalteranti dipende anche dall'adozione di tecnologie basate su fonti rinnovabili come il fotovoltaico e l'eolico. Questo richiede un cambiamento nei tradizionali sistemi di generazione centralizzata verso una generazione distribuita bidirezionale, consentendo una domanda energetica adattabile alla potenza disponibile. Questo nuovo approccio richiede l'implementazione di sistemi di controllo avanzati per consentire una domanda flessibile, integrando tecnologie di risposta alla domanda.

Gli edifici flessibili possono svolgere un ruolo chiave in questo contesto, fornendo servizi di rete e accelerando la transizione. La flessibilità energetica di un edificio dipende da vari fattori, tra cui le sue caratteristiche termo-fisiche, i sistemi impiantistici, i sistemi di controllo e il comportamento degli occupanti.

Gli Smart Building di nuova generazione, grazie all'impiego di tecnologie innovative e soluzioni informatiche rappresentano una soluzione efficace per raggiungere gli obiettivi prefissati, ai fini dell'efficienza, del comfort e della flessibilità degli edifici, in quanto capaci di adattarsi alle esigenze dell'occupante, interagire con le reti energetiche e ottimizzarne il funzionamento e la manutenzione. L'ENEA sta sviluppando un modello replicabile di edificio Smart Building terziario di nuova generazione. Si tratta di un "prosumer" flessibile, in quanto dotato di impianti di generazione ed accumulo, e sistemi software di gestione in grado di monitorare i consumi energetici, il grado di comfort e implementare strategie di

controllo automatiche ottimizzate in funzione delle richieste, della produzione da rinnovabile e degli andamenti dei mercati energetici.

L'obiettivo è la riduzione dei costi correlati ai consumi energetici attraverso logiche di automazione innovative. Il punto di partenza è dotare gli edifici di sistemi di produzione e accumulo, nonché di un kit di sensori e dispositivi intelligenti, per il monitoraggio indoor/outdoor ed il controllo remoto delle utenze. La gestione di tutti i dispositivi è demandata a dei concentratori connessi alla rete internet e a sistemi informatici opportunamente sviluppati.

Il prototipo di smart building ENEA

Presso il Centro Ricerche ENEA della Casaccia è stato realizzato un prototipo di edificio intelligente e flessibile dotato di un impianto fotovoltaico da 18 kWp installato sulla copertura dell'edificio ed un sistema di accumulo da 12 kWh con batterie al Litio basato su chimica NMC (nicel manganese cobalto). È in programma l'ampliamento della capacità a 30

¹ <https://www.lumi4innovation.it/energia/come-trasformare-un-edificio-classe-g-in-uno-smart-building-nzeb/>



Figura 1: Il generatore fotovoltaico e il sistema d'accumulo dello Smart Building F40

kWh con chimica LPF (litio ferro fosfato) e ciò consentirà di attuare più efficacemente le strategie di controllo automatizzate.

L'edificio è stato dotato di sensori per il monitoraggio dei consumi energetici e del livello di confort indoor, inoltre alcune stanze sono state dotate di finestre automatizzate ed integrate con sistemi di oscuramento che permettono di controllare e ottimizzare dinamicamente il confort all'interno e che costituiscono un vero e proprio living lab in cui testare non solo le prestazioni energetiche dei componenti ma anche la risposta degli utenti alle tecnologie impiegate.

L'edificio è gestito da due sistemi intelligenti: un Building Energy Management System (BEMS) che si occupa di raccogliere i dati dai dispositivi IoT, implementare le strategie di diagnostica e controllo locali sull'edificio al fine di adattare dinamicamente la richiesta energetica dell'edificio e un Energy Management System (EMS) che coordina i flussi energetici tra l'impianto fotovoltaico, il sistema di accumulo e i carichi dell'edificio sulla base di diverse strategie di gestione sia tradizionali che flessibili.

Grazie all'interazione tra EMS e BEMS il prototipo realizzato è in grado di controllare sia gli usi finali (consumi)

che i sistemi di accumulo in funzione della produzione propria di energia derivante da fonti rinnovabili e delle curve di prezzo dell'energia (PUN).

Più in generale possiamo dire che qualsiasi strategia di gestione potrà essere implementata programmando opportunamente l'EMS di impianto. Per fare ciò, il prototipo è in grado di colloquiare con le piattaforme di aggregazione mediante lo scambio di informazioni (es. flessibilità, consumi, produzione, curve di prezzo, ecc.) secondo principi che ne garantiscano l'interoperabilità, mediante l'utilizzo di protocolli e formati dati aperti e standard.

Test sulla flessibilità

Nel corso del 2022 sono stati condotti test sulla flessibilità lato batteria con la collaborazione del Distributore di energia elettrica di Roma Areti S.p.A.

Nella fase di sperimentazione, si è proceduto al controllo dello storage nel rispetto dei set-point richiesti dal Distributore tramite un sistema automatico di Demand Response. Durante i test, la batteria è stata effettivamente in grado di:

- erogare energia in orari in cui la rete aveva la necessità di ridurre il carico ai fini di una migliore gestione della stes-

sa e riduzione dei picchi di consumo;

- assorbire energia in orari in cui la rete registrava un eccesso di energia prodotta da fonti rinnovabili.

Si è quindi dimostrata la fattibilità tecnica della flessibilità lato batteria e questa soluzione trova ampia replicabilità data la sempre più ampia diffusione dello storage distribuito negli utenti prosumer.

Nel 2024 è stato invece definito un nuovo caso d'uso di flessibilità lato POD (Punto di Consegn). Nello specifico, si è ipotizzato che il distributore abbia la necessità di inviare richieste di potenza non più sulle batterie, ma sul POD in corrispondenza di determinate fasce orarie.

Questo scenario è stato prima simulato con successo sul simulatore di impianti ENEA ed è stata quindi avviata una sperimentazione sul campo. Questa include anche il contributo della flessibilità energetica del sistema edificio-impianto ottenuta mediante lo spostamento del carico termico gestito dalle pompe di calore, che servono sette uffici del living lab dell'edificio F40.

Nel test effettuato il giorno che precede l'evento è stato simulato l'invio da parte del Distributore elettrico (o Aggregatore di una comunità energe-

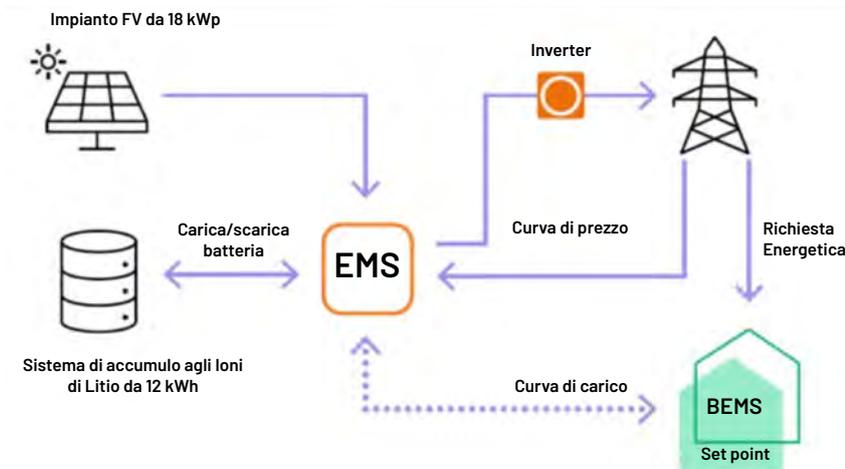


Figura 2: Schema a blocchi dello Smart Building F40

tica) della richiesta di minimizzare il prelievo dalla rete in alcune fasce orarie della giornata. Per definire questa richiesta esterna, come riferimento di

penalità si è considerato l'andamento del PUN (ossia il prezzo dell'energia in funzione dell'andamento del mercato energetico) di una giornata tipo,

che tipicamente presenta dei picchi in due intervalli orari durante l'orario d'ufficio: tra le ore 8 e le 10 del mattino e tra le 16 e le 18 del pomeriggio.

Come mostrato dallo schema riportato in Figura 3, il messaggio viene acquisito dal POD virtuale dell'edificio e viene trasmesso all'EMS (Energy Management System), che gestisce lo storage dell'edificio e all'BEMS (Building Energy Management System) che a sua volta gestisce i carichi elettrici, in particolare quelli termici costituiti dalle pompe di calore che rappresentano il carico flessibile dell'edificio.

L'algoritmo implementato nel BEMS, considerate anche le previsioni meteorologiche per il giorno successivo, elabora una programmazione "flessibile" (ossia le temperature orarie di set-point con cui controllare le pom-

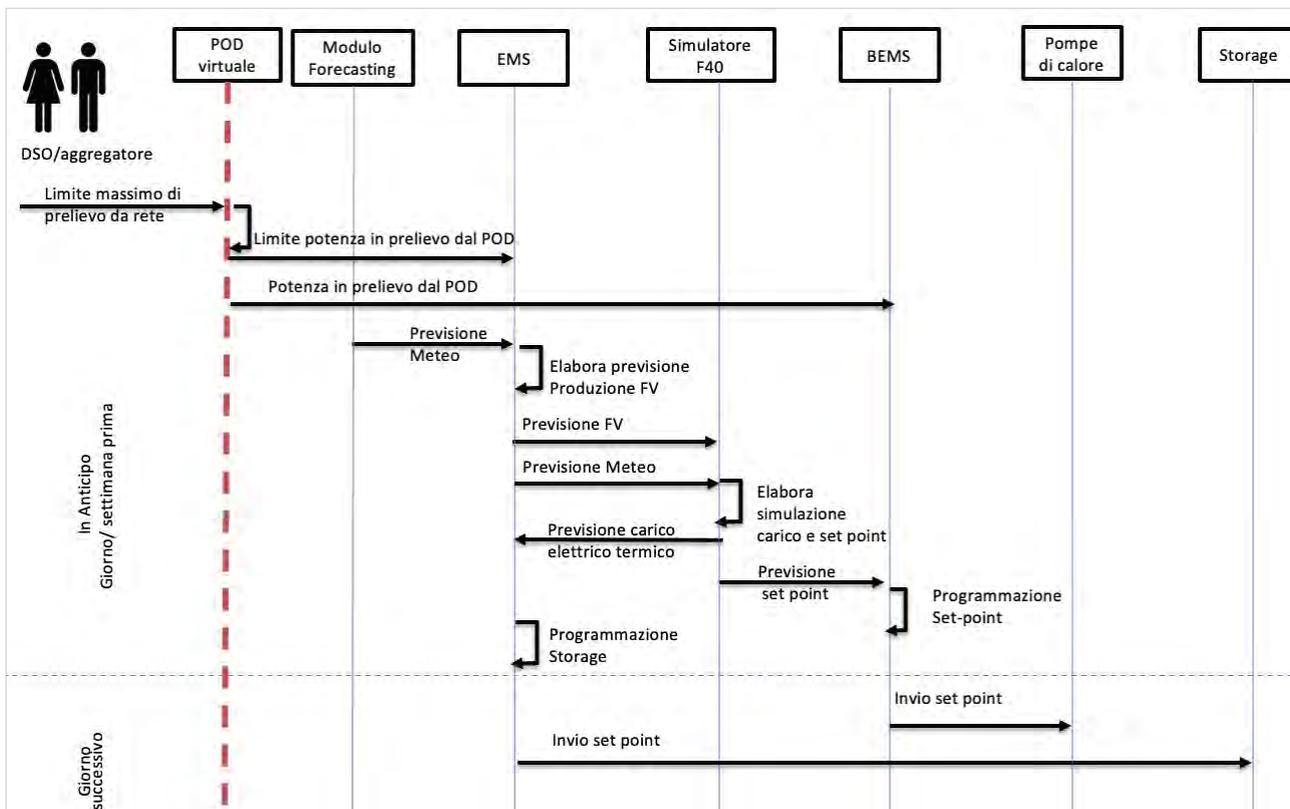


Figura 3: Schema di funzionamento del caso d'uso



Figura 4: Esempio di modulazione dei carichi termici nel Living Lab F40, al variare del controllo

pe di calore), in grado di anticipare il carico termico rispetto al controllo “standard” e di sfruttare l’inerzia termica dell’edificio per ridurre la domanda energetica durante i periodi di richiesta esterna. Un esempio del risultato ottenibile è riportato in Figura 4: le pompe di calore vengono azionate con un anticipo di tre ore e regolate inizialmente su un set-point di 22°C, col risultato di ridurre del 40% circa la richiesta di energia tra le 8 e le 10 del mattino e del 10-15% durante le altre ore della giornata.

Sulla base del controllo flessibile, il BEMS simula poi il profilo di potenza delle pompe di calore per il giorno successivo e condivide l’informazione all’EMS. **Esso considera anche gli altri carichi non flessibili (associati a illuminazione, postazioni di lavoro), nonché la stima della produzione**

fotovoltaica, e programma di conseguenza il regime di carico-scarico della batteria, al fine di farle sostenere quanto più possibile il fabbisogno elettrico durante le fasce orarie attenzionate.

Conclusioni

La flessibilità energetica degli edifici descrive la loro capacità di adattare la propria domanda energetica in risposta alle esigenze della rete elettrica, consentendo un utilizzo più efficiente delle risorse e una maggiore resilienza del sistema. **La flessibilità energetica consente di integrare in modo ottimale la produzione da energie rinnovabili intermittenti nella rete elettrica: gli edifici possono agire come centrali di accumulo che immagazzinano l’elettricità prodotta in eccesso durante i periodi di sovrapproduzione e la rilasciano quando la domanda supera l’offerta o quando la rete lo richiede.** Questo equilibrio dinamico aiuta a ridurre gli sprechi e a ottimizzare l’utilizzo delle risorse disponibili, nonché a ridurre la spesa legata al potenziamento e alla manutenzione delle reti di distribuzione. Inoltre, la flessibilità energetica degli edifici favorisce lo sviluppo delle smart city, creando un ecosistema più interconnesso e intelligente: i sistemi di gestione energetica avanzati possono monitorare e regolare in tempo reale il consumo energetico degli edifici, adattandolo alle variazioni della domanda e delle condizioni di mercato. Ciò non solo migliora l’efficienza energetica complessiva, ma permette anche una maggiore partecipazione degli utenti finali nel mercato dell’energia, promuovendo la decentralizzazione e la democratizzazione del settore.

Il prototipo di smart building realizzato in ENEA rappresenta un interessante dimostratore che ben rappresenta il parco immobiliare italiano destinato ad uso d’ufficio. Le sperimentazioni in atto stanno dimostrando la praticabilità di alcune strategie di flessibilità che saranno sempre più adottate, anche per intercettare le valorizzazioni economiche associate ai cosiddetti “servizi ancillari di rete”, che contraddistinguono il nuovo paradigma energetico.

per info: francesco.delia@enea.it

Smart Charger: F50 una soluzione per la ricarica veloce di EV

La mobilità sostenibile ha varie motivazioni di sviluppo, tra cui la più rilevante è quella riportata nel Green Deal Europeo (GDE) del 2019 in cui si punta ad una riduzione del 90% delle emissioni di gas ad effetto serra nei trasporti entro il 2050 mediante una serie di misure, tra cui il rafforzamento della mobilità elettrica. Tale scenario non può prescindere da un modello di produzione che sia effettivamente verde e che ricorra quanto più possibile alle fonti rinnovabili (FER), né da un impiego intelligente ed efficiente delle risorse disponibili con particolare riferimento alla rete elettrica.

DOI 10.12910/EAI2024-040

di Francesco De Lia, Laboratorio Smart Cities and Communities- ENEA; Roberto Lo Presti, Riccardo Schioppo, Laboratorio Ingegneria per l'Industria Fotovoltaica- ENEA; Valentina Lucaferri, Laboratorio Analisi e Modelli per le Infrastrutture Critiche ed i Servizi essenziali - ENEA

La mobilità sostenibile ha varie motivazioni di sviluppo, tra cui la più rilevante è quella riportata nel Green Deal Europeo (GDE), piano emanato dalla Commissione Europea nel 2019 in cui si punta ad una riduzione del 90% delle emissioni di gas ad effetto serra nei trasporti entro il 2050 mediante una serie di misure, tra cui il rafforzamento della mobilità elettrica. Tale scenario non può prescindere da un modello di produzione che sia effettivamente verde e che ricorra quanto più possibile alle Fonti di Energia Rinnovabili (FER), né da un impiego intelligente ed efficiente delle risorse disponibili con particolare riferimento alla rete elettrica.

La crescita da qui ai prossimi anni delle immatricolazioni di veicoli elettrici (EVs), senza che ci sia un adeguato rafforzamento dei sistemi di ricarica sia pubblici che privati, sia in termini di numerosità che di potenza disponibile per l'EV, rischia di vanificare tali misure di rafforzamento. **È quindi evidente che, se il processo non fosse governato a dovere, l'attuale rete elettrica potrebbe dimostrarsi**

inadeguata a sostenere l'incremento di potenza richiesta dagli EVs con il rischio di limitare la disponibilità e/o la potenza dei punti di ricarica vanificando così gli obiettivi del Green Deal Europeo.

In questo contesto ENEA ha sviluppato, in collaborazione con aziende italiane del settore e università, un progetto finanziato con risorse pubbliche che ha l'obiettivo di ridurre l'impatto sulla rete elettrica di ricariche veloci di EVs.

Il Progetto ENEA per ridurre l'impatto sulla rete elettrica di ricariche veloci di EVs

Il Progetto è finanziato dalla Ricerca di Sistema Elettrico attraverso il "Fondo per il finanziamento delle attività di ricerca e di sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale" istituito presso la Cassa per i servizi energetici e ambientali (CSEA) sotto la governance del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. L'idea sviluppata nel progetto nasce nel 2019 nel laboratorio per il fotovoltaico del Centro Ricerche ENEA Casaccia di Roma nell'ambito

del Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 della Ricerca di Sistema Elettrico ed in particolare nel Progetto 1.7 "Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali" la cui responsabilità è del Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti rinnovabili - Divisione Strumenti e Servizi per le Infrastrutture Critiche e le Comunità Energetiche Rinnovabili dell'ENEA e prevede la realizzazione di un prototipo dimostrativo.

Il progetto è stato realizzato in collaborazione con aziende leader la cui capofila è stata FRIEM SpA. Tale società ha fornito il sistema integrato di conversione e gestione dell'energia per la ricarica Fast di veicoli elettrici.

La fornitura vanta la collaborazione di importanti partner tecnologici italiani come F&F (JV partecipata FRIEM e parte del Gruppo Seri Industrial attraverso FAAM, noto produttore nazionale di batterie al Litio che sta realizzando nel Casertano una importante linea di produzione di celle al Litio con chimica Litio Ferro Fosfato) ed Eyes (controllata FRIEM, attiva nel settore della Mobilità Elettrica), che insieme hanno realizzato la componentistica



Foto 1: Sistema di conversione e gestione della potenza (FRIEM) e Sistema di accumulo (FAAM)

necessaria che FRIEM ha poi integrato nel sistema.

La stazione di ricarica è stata fornita da NEX2, azienda impegnata nella produzione di sistemi per EV fino a 320 kW e controllata da Intesys Srl Testing Systems & Smart Grid. I moduli fotovoltaici bifacciali ad eterogiunzione di silicio sono stati forniti da Enel Green Power SpA (EGP) con cui ENEA vanta importanti collaborazioni in progetti nazionali ed internazionali di ricerca e sviluppo.

L'idea sviluppata ha l'obiettivo di consentire una carica FAST di veicoli elettrici pur in presenza di forniture elettriche sottodimensionate sfruttando una generazione fotovoltaica, uno Storage al Litio ed un EMS (Energy Management System) sviluppato appositamente in ENEA. Nel CR ENEA Casaccia è stato quindi realizzato un prototipo costituito da un impianto fotovoltaico da 13 kWp, uno Storage al Litio da 40 kWh (chimica Litio Ferro Fosfato), un sistema di convertitori statici di potenza ed una

stazione di ricarica FAST da 50 kW. L'intero sistema è controllato da un EMS ENEA che ne governa i flussi di potenza da/verso lo storage, da/verso la rete elettrica il cui punto di consegna avviene mediante un POD (Point Of Delivery) da 15 kW.

Il progetto ha visto anche il coinvolgimento dell'Università degli Studi Roma Tre, ed in particolare il Dipartimento di Ingegneria Industriale Elettronica e Meccanica (DIEM), che ha fornito competenze specifiche per lo sviluppo degli algoritmi che fanno uso di reti neurali per la previsione a 24 ore della produzione fotovoltaica e del carico elettrico. Tali algoritmi sono funzionali alla gestione ottimale dello storage.

Il ruolo dell'ENEA è consistito nel concepire il prototipo, nel gestire tutte le fasi della sua costruzione (progettazione, gara di appalto, direzione lavori e collaudo funzionale), nell'integrazione di sistema, nello sviluppo dell'EMS ENEA in grado di controllare i flussi di potenza da e

verso i singoli sottosistemi implementando in esso diverse strategie di gestione tra cui quelle intelligenti che utilizzano le Reti Neurali. ENEA ha inoltre realizzato in proprio il sistema di smart metering e scritto il software di monitoraggio e controllo dell'intero prototipo inclusa la sua interfaccia di utente. Tale software è stato sviluppato utilizzando i più diffusi protocolli di comunicazione industriale (come il CanBus e ModBus) ed è in grado di interfacciarsi nel modo dovuto con il software di controllo del sistema FRIEM nel rispetto dei vincoli di funzionamento dei convertitori che ne fanno parte. ENEA ha anche realizzato il sistema di data repository, robusto e ridondante, che costituisce la base di dati necessaria per lo sviluppo degli algoritmi previsionali del fotovoltaico e del carico e che consente l'analisi ex-post del suo funzionamento. Il prototipo descritto fa parte dell'area impianti fotovoltaici con accumulo dell'area Capanna del CR Casaccia (edificio F50) dove è anche presente un carico elettronico rigenerativo programmabile da 15 kVA utilizzabile per i test. Con tale carico elettronico è possibile associare virtualmente al prototipo un qualsiasi carico elettrico di utente e studiare il suo inserimento in una qualsivoglia utenza elettrica.

ENEA è responsabile della sperimentazione i cui risultati saranno resi pubblici mediante report scaricabili dal sito ENEA (www.enea.it) nell'area Ricerca di Sistema Elettrico. Il sistema realizzato presenta la massima flessibilità: il veicolo elettrico può essere caricato sia dal fotovoltaico, sia dallo storage, sia dalla rete in base alle necessità e alle disponibilità delle varie fonti. **Sarà l'EMS ENEA a decidere di volta in volta quali fonti scegliere e a gestire lo storage in modo da garantire sempre e comunque la massima potenza di ricarica mini-**



Foto2: Stazione di ricarica FAST (NEX2)



Foto 3: Moduli fotovoltaici bifacciali (Enel Green Power)

mizzando al contempo l'impatto sulla rete elettrica.

Nel corso della sperimentazione è stato effettivamente dimostrato come sia possibile, controllando opportunamente i flussi di potenza, caricare un veicolo elettrico a 50 kW pur in presenza di una fornitura elettrica da 15 kW, triplicando in tal modo la potenza disponibile del POD. La corretta gestione dei flussi di potenza tra i vari sottosistemi che costituiscono il prototipo è l'elemento chiave per il corretto funzionamento dell'intero sistema.

Le possibili applicazioni

Il prototipo sviluppato da ENEA si pone come obiettivo la riduzione

dell'impatto sulla rete elettrica di una diffusione sempre più capillare di veicoli elettrici. Il sistema può essere scalato mediante un opportuno dimensionamento del fotovoltaico e dello storage, tenendo conto sia della potenza disponibile del POD sia della potenza di ricarica che si vuole garantire al veicolo elettrico.

Il sistema trova diversi ambiti di applicazione: sono potenzialmente interessati i fornitori di punti di ricarica pubblici e privati di qualsiasi potenza, sia in forma singola che aggregata, che vogliono massimizzare la potenza disponibile per un EV pur in presenza di una potenza contrattuale limitata. Il prototipo è in grado di funzionare anche in assenza di rete elettrica poi-

ché l'alimentazione per la stazione di ricarica è comunque garantita dal solare e dallo storage.

Il suo impiego risulta particolarmente interessante nei siti non serviti dalla rete elettrica la cui estensione potrebbe richiedere investimenti non economicamente giustificati dato il contesto. Infine, un sistema del genere può essere integrato anche in uno Smart Building che potrà così fornire un servizio di ricarica per veicoli elettrici ad alta potenza e a basso impatto per la rete elettrica e, in prospettiva, fornire anche servizi di flessibilità per la rete grazie ad una opportuna gestione dello storage.

Per info: francesco.delia@enea.it

Energia e blockchain a supporto della community: la Local Token Economy

Il cittadino è sempre più un attore centrale della riqualificazione urbana attraverso il ruolo attivo che può svolgere nel campo della sostenibilità energetica per se stesso e per la comunità urbana in cui è integrato. L'Unione Europea definisce, attraverso le Direttive 2018/2001 (RED II) e 2019/944 (Mercati), un nuovo concetto di "community" legato al tema dell'energia, la Energy Community, prevedendone due diversi modelli: la CEC - Citizen Energy Community - ovvero la comunità dei cittadini e la REC - Renewable Energy Community, la "comunità da energia rinnovabile". Entrambe prevedono che i membri della comunità possano svolgere collettivamente attività di produzione, consumo, condivisione, accumulo e vendita dell'energia prodotta e condivisa, promuovendo nel contempo l'efficienza energetica.

DOI 10.12910/EAI2024-041

di Gilda Massa, Laboratorio Cross Technologies per Distretti Urbani e Industriali - ENEA; Claudia Meloni, Divisione Strumenti e Servizi per le Infrastrutture Critiche e le Comunità Energetiche Rinnovabili - ENEA

La diffusione e l'accettazione delle FER - Fonti Energetiche Rinnovabili a livello locale, la partecipazione al mercato degli utenti finali non solo come consumatori ma anche come produttori (prosumer) della risorsa energetica per facilitare la fornitura di energia a prezzi accessibili e contrastare la vulnerabilità e la povertà energetica con ricadute positive a livello ambientale, economico e sociale, sono gli obiettivi primari in ambito comunitario in via di recepimento nei vari Stati membri e, per l'Italia, in via definitiva con i Decreti Legislativi 199 e 210 del 2021.

Il modello di Local Token Economy

Nell'ambito dell'Accordo di Programma sulla Ricerca di Sistema Elettrico, nel Progetto "Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali", è stato definito da ENEA un modello di **Local Token Economy** che fa delle comunità energetiche un volano per lo sviluppo sociale, economico ed ambientale delle aree urbane. **La Comunità Energetica**



si fonda sul ruolo chiave del cittadino che è in primis consumatore e produttore (prosumer), della risorsa energetica ed intorno al quale si configura un servizio di condivisione delle risorse presenti all'interno della comunità, grazie ad un marketplace dove beni e servizi vengono scambiati e remunerati tramite una moneta virtuale (token); ogni transazione viene certificata su tecnologia blockchain che funge dunque da tecnologia abilitante dei servizi energetici, sociali e ambientali.

Il modello si fonda sulla digitalizzazio-

ne dell'economia collaborativa, ovvero si sfruttano le leve tecnologiche e la **tracciabilità sicura della tecnologia blockchain** per favorire lo sviluppo economico del territorio anche verso soggetti in povertà energetica e con fragilità sociale. **Un'economia basata su token consente di efficientare un gran numero di processi, ma è necessario garantire il binomio "bene-token" all'origine, sia sotto il profilo della valorizzazione sia sotto quello dell'attribuzione.** Laddove tale garanzia sia soddisfatta, il beneficio di usare i token nelle transazioni di

scambio è sicuramente innegabile e dunque basare una sharing economy sulla tecnologia blockchain è una logica conseguenza di questa condizione.

La natura intrinseca delle blockchain presenta infatti alcuni interessanti vantaggi applicabili al contesto di una community che parte dall'energy per creare un volano di natura sociale, ambientale ed economica secondo il paradigma della Local Token Economy.

Alcune delle principali caratteristiche delle tecnologie blockchain sono l'immutabilità del registro, la trasparenza, la tracciabilità delle transazioni e la sicurezza basata su tecniche crittografiche.

Partendo da questi principi, **la blockchain è diventata la declinazione di un nuovo concetto di fiducia applicabile anche in contesti di valore sociale ed ambientale.** In questo caso la blockchain è da vedere come una piattaforma che consente lo sviluppo e la concretizzazione di una nuova forma di rapporto sociale, che grazie alla partecipazione di tutti è in grado di garantire la possibilità di verificare, di "controllare", di disporre di una totale trasparenza sugli atti e sulle decisioni, che vengono registrati in archivi che hanno caratteristica di essere inalterabili, immodificabili e dunque immuni da corruzione.

Per questi motivi, la blockchain può essere utilizzata per implementare altri servizi decentralizzati, oltre alle transazioni valutarie, in cui la fiducia è incorporata sulla base delle sue proprietà intrinseche.

Il modello prevede di integrare la tecnologia blockchain nei servizi tra più attori di una comunità, dove il dato energetico è l'elemento che attiva i token in una logica di sharing economy.

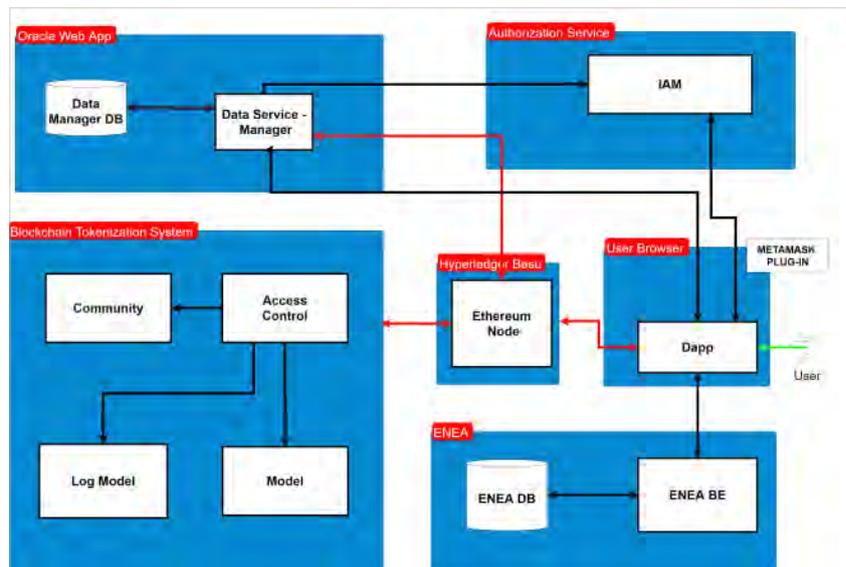


Figura 1 - Blueprint del macro modello di sviluppo

Creare un ecosistema energetico intelligente e interattivo

È in fase di completamento lo sviluppo di un tool per la fornitura ai diversi utenti di una comunità di servizi e strumenti in grado di creare un ecosistema energetico intelligente e interattivo, dove lo sfruttamento dell'energia localmente prodotta potrà essere condiviso mettendo in relazione i differenti aspetti energetici, ambientali, sociali, tecnologici ed economici.

Le scelte di sviluppo vedono l'integrazione di un Marketplace, una Dapp con plug in metamask, collegato a nodi Ethereum ed al sistema Blockchain, nonché all'ambiente DB per lo storage dei dati.

Attraverso la tecnologia Blockchain vengono gestite le transazioni del marketplace e specifici Smart Contract detengono gli algoritmi di premialità che trasformano in token, spendibili in comunità, il virtuosismo energetico di ogni membro di una Energy Community.

A seguire viene riportato il modello generale per **macrofasi di processo** in cui si evidenziano le interazio-

ni tra i vari moduli coinvolti durante l'erogazione di un generico servizio tra due membri (due cittadini) di una Energy Community. Tali soggetti fruiscono della tecnologia blockchain per valorizzare il proprio virtuosismo energetico in un contesto di sharing economy attraverso l'erogazione di un servizio di natura sociale/ambientale. La community viene intesa come insieme di cittadini, imprese, associazioni, attori del contesto urbano e stakeholder che hanno interesse nello sviluppo del territorio, nella condivisione di iniziative e opportunità, nell'ottimizzazione dell'uso delle risorse.

Il modello ha una fase di attivazione temporizzata su blockchain che computa il virtuosismo energetico di ogni membro della Energy Community trasferendo poi l'equivalente nel wallet secondo lo schema 1€=1 Token.

Ciascun membro poi agisce sugli asset economici e sociali del proprio contesto locale attraverso la creazione/fruizione dei beni e servizi esposti nell'ambiente marketplace, remunerabili poi attraverso i token.

Inoltre, il monitoraggio dell'intera comunità attraverso la piattaforma LTE, di cui l'Energy Community è parte integrante, permette di far emergere i comportamenti virtuosi degli utenti e, rispondendo alle richieste provenienti dalla rete in base alle necessità, di favorire la riduzione o rimodulazione dei consumi energetici. **L'obiettivo è attivare un processo di demand response che renderà la comunità e i suoi utenti dei consumatori di energia dinamici e consapevoli, aprendo scenari di consumo e produzione non ancora sperimentati.**

Il monitoraggio dei consumi e la valorizzazione dei comportamenti virtuosi consentono la creazione di un'economia interna basata sulla partecipazione attiva dei cittadini alle esigenze energetiche della comunità e sulla condivisione delle risorse internamente disponibili siano esse beni o servizi. Il servizio di scambio di beni e servizi integrato nella token economy nasce dall'esigenza di offrire ai cittadini di una determinata comunità la possibilità di sfruttare risorse locali in ottica di sharing economy anche grazie al riuso dei beni: sarà possibile in questo modo supportare un'economia locale che recuperi valore dal rimettere in circolazione nella comunità, beni, conoscenze e spazi inutilizzati.

Benefici per le comunità

Nell'ambito di una comunità energetica la diffusione di un mezzo di scambio complementare con obiettivi di inclusione sociale, oltre che di sharing energetico, può innescare un circolo virtuoso in grado non solo di garantire il coinvolgimento e la partecipazione necessaria di tutti i membri al successo del progetto energetico ma anche di mobilitare beni e risorse che altrimenti resterebbero inutilizzati per soddisfare i bisogni comunitari di altra natura. Si porta quindi l'accento in maniera decisa sul fattore Community del concetto di Energy Community promosso dalla Commissione Europea e che vede in sviluppo le Citizen_Led Renovation Initiatives.

Dall'unione delle tematiche sociali ed energetiche nasce dunque la visione di comunità locali in cui il cittadino è attore principale di un ampio ecosistema di servizi: in particolare diventa un 'prosumer' di servizi, ovvero una entità in grado di produrre e consumare servizi per una comunità che sono gestiti in un portale dedicato, un 'marketplace digitale' in cui si incontrano domanda ed offerta di servizi energetico/sociali.

La possibilità di creare una comunità che abbia come obiettivo principale il miglioramento dell'impatto ambientale e sociale delle attività dei suoi

partecipanti, grazie all'uso di modelli di economia collaborativa e all'utilizzo di tecnologie abilitanti come la blockchain, è una soluzione estremamente nuova e stimolante. L'interesse dei differenti stakeholder a questo tipo di innovazione è particolarmente significativo, perché permette di affrontare localmente tematiche sociali ed ambientali portando un vantaggio diretto alla comunità e, successivamente, scalare a livello globale. L'implementazione di politiche sociali e ambientali su piccola scala, attraverso il coinvolgimento e l'empowerment dei cittadini, consente infatti di avere un vantaggio maggiore rispetto a macro-politiche nazionali o comunitarie che mal si adattano a micro-realtà locali, perché portare i cambiamenti dal basso, in logiche bottom up si sta dimostrando un approccio vincente nello sviluppo urbano.

Questo modello rappresenta, in estrema sintesi un volano per la diffusione delle comunità energetiche in quanto ne accresce i benefici anche a livello sociale ed economico, e offre altresì opportunità per il coinvolgimento attivo di tutti i cittadini verso una transizione energetica più consapevole, una maggiore coesione sociale e sensibilità ambientale che parte dalla realtà locale per scalare al sistema urbano nel suo complesso.

per info: gilda.massa@enea.it

Le specifiche SCP per l'interoperabilità applicate a contesti reali

La Smart City utilizza dati provenienti da una gran varietà di fonti. Questi dati eterogenei, generati da contesti applicativi verticali come la mobilità, gli edifici intelligenti e l'illuminazione pubblica, possono essere utilizzati per migliorare la qualità della vita dei cittadini. Ogni contesto applicativo ha la sua rete di monitoraggio urbano, che recupera, interpreta e memorizza i dati localmente. Tuttavia, per ottenere una visione completa e armonizzata della città, è necessario un approccio di interoperabilità tra i sistemi.

DOI 10.12910/EAI2024-044

di Angelo Frascella - Laboratorio Cross Technologies per distretti urbani e industriali - ENEA; Cristiano Novelli - Laboratorio Smart Cities and Communities - ENEA

La Smart City utilizza dati provenienti da una gran varietà di fonti. Questi dati eterogenei, generati da contesti applicativi verticali come la mobilità, gli edifici intelligenti e l'illuminazione pubblica, possono essere utilizzati per migliorare la qualità della vita dei cittadini. Ogni contesto applicativo ha la sua rete di monitoraggio urbano, che recupera, interpreta e memorizza i dati localmente. Tuttavia, per ottenere una visione completa e armonizzata della città, è necessario un approccio di interoperabilità tra i sistemi.

In questo contesto, il **laboratorio Cross Technologies per distretti urbani e industriali** e il **laboratorio Smart Cities and Communities del Dipartimento Tecnologie energetiche e Fonti Rinnovabili**, lavorando insieme, hanno sviluppato le specifiche **Smart City Platform (SCPS)**. Queste specifiche hanno l'obiettivo di permettere la comunicazione interoperabile tra i sistemi, consentendo l'armonizzazione e il recupero dei dati dalle diverse soluzioni verticali, cioè piattaforme

tecnologiche che recuperano ed elaborano dati di uno specifico contesto applicativo come, per esempio, la piattaforma per la mobilità, verso una piattaforma ICT centrale orizzontale chiamata **Smart City Platform (SCP)**. **L'obiettivo non è sostituire le soluzioni verticali esistenti, ma consentire l'interoperabilità tra di esse.**

Le SCPS sono pubbliche e possono essere liberamente usate per sviluppare la propria di Smart City Platform. Al centro delle specifiche vi è il concetto di **UrbanDataset (UD)**, che sono strutture dati che rappresentano informazioni specifiche relative all'ambiente urbano. Tutti gli UrbanDataset seguono la stessa sintassi, mentre la

loro definizione è contenuta in un "archivio" centralizzato, **chiamato ontologia SCPS**.

Uno degli strumenti software realizzati a supporto delle SCPS è l'**UrbanDataset Web Library**¹ che mette a disposizione servizi web per consultare la struttura degli UrbanDataset presenti nell'ontologia e di configurarli, ovvero scegliere le proprietà opzionali da utilizzare in una specifica istanza di UD.

ENEA ha sviluppato un **proprio prototipo di Smart City Platform (SCP)** in grado di funzionare su scala distrettuale, cittadina, regionale e nazionale. Questo prototipo recupera dati dalle diverse soluzioni verticali

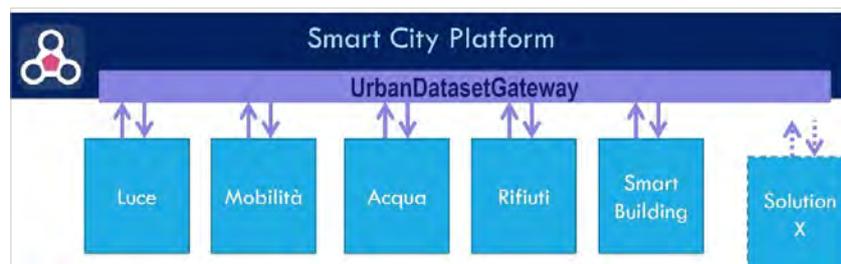


Figura 1 - SCP rappresenta un elemento di raccordo orizzontale fra le applicazioni verticali presenti nella Smart City

¹ <https://smartcityplatform.enea.it/UDWebLibrary/it/ontologyinfo>

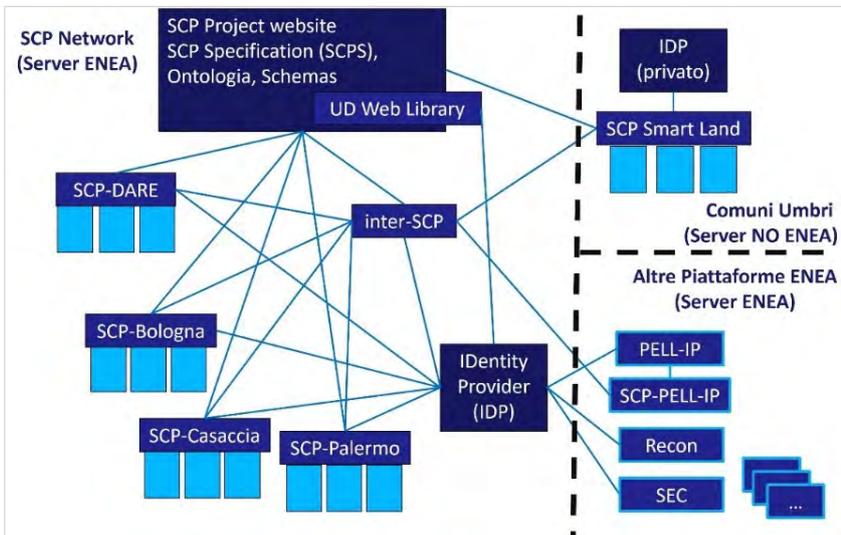


Figura 2 - SCP Network

presenti nella città. **Diverse istanze di SCP possono comunicare tra loro**, creando un vero e proprio **SCP Network**. Inoltre, la SCP è dotata di una Dashboard per effettuare semplici visualizzazioni e rielaborazioni dei dati presenti nella SCP. Nell'articolo, parlando di SCP, faremo riferimento a questo specifico prototipo.

La SCP e le SCPS sono state utilizzate prima in contesti di laboratorio. Sulla base dell'esperienza fatta sono state fatte evolvere per aumentare la loro efficacia e la loro capacità di rispondere alle esigenze delle città. Successivamente sono state realizzate diverse installazioni di Smart City Platform in casi reali.

Nel corso di questo articolo si esamineranno i casi di Ravenna e della rete di città Umbre che hanno adottato le specifiche e la piattaforma ENEA.

SCP Network

Lo **SCP Network**, inteso come rete di SCP e risorse relative, comprende:

- il sito web dello SCP Project ², che

permette di rendere pubbliche le Specifiche SCP per l'interoperabilità (SCPS), gli Schema di validazione UrbanDataset e la UD Web Library ³ (applicazione web che permette di navigare l'Ontologia degli UrbanDataset);

- circa 10 istanze di SCP, p.es.

SCP-Bologna e SCP-Casaccia, SCP-DARE Ravenna e altre SCP;

- l'Identity Provider (IDP), per l'autenticazione centralizzata degli utenti;
- la inter-SCP, che è una SCP utilizzata su scala nazionale, per monitorare tutte le altre SCP.

Oltre alle entità che compongono lo SCP Network sui server ENEA, vi sono altre piattaforme collegate:

- la SCP-SmartLand, sperimentazione presso 4 comuni umbri, su scala regionale (si veda par.5);
- altre piattaforme ENEA, come PELL (Public Energy Living Lab), Recon ⁴, e altre in divenire, collegate all'IDP centrale per l'autenticazione utente e in alcuni casi dotate di una propria SCP.

SCP-Casaccia e SCP-Bologna

SCP-Casaccia e SCP-Bologna, sono due installazioni pensate rispettivamente per le sedi ENEA di Casaccia e di Bologna, due centri di ricerca che, grazie alle dimensioni e alle numerose sperimentazioni in ambito Smart

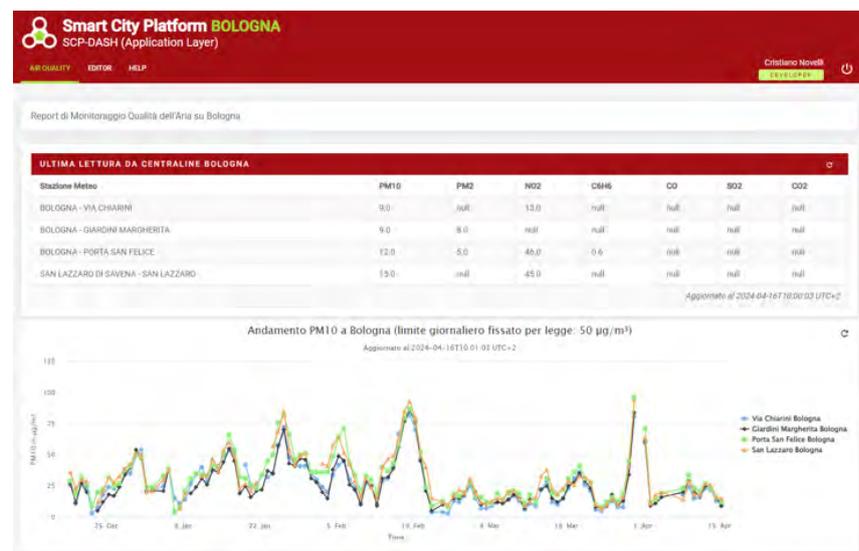


Figura 3 - SCP-Bologna

² SCP Project web site, <https://smartcityplatform.enea.it/>

³ UrbanDataset Web Library, <https://smartcityplatform.enea.it/UDWebLibrary/it/ontologyinfo>

⁴ Recon, <https://recon.smartenergycommunity.enea.it/>

City, sono a tutti gli effetti potenziali distretti urbani il cui monitoraggio risulta interessante e permette di consolidare le tecnologie utilizzate. In particolare:

SCP-Casaccia, è il primo prototipo di Smart City Platform, spesso utilizzata come piattaforma di test, prima di installare una nuova SCP in un contesto reale; al momento riceve i dati da diverse solution verticali, tra cui è importante sottolineare quelle relative alle sperimentazioni Smart Home, relative al monitoraggio di consumi e produzioni elettriche, da reti di appartamenti.

SCP-Bologna, è un secondo prototipo di SCP, che verrà utilizzato per testare nuovi strumenti relativi alle Smart Energy Communities (SEC) e per testare la capacità di recuperare attivamente dati da sorgenti esterne, tramite "job" eseguiti periodicamente, per esempio al momento permette di monitorare la qualità dell'aria sull'area di Bologna, recuperando e importando i dati dall'ARPAE.

SCP-DARE

Le SCPS e la SCP sono state utilizzate nel corso del progetto DARE (Digital Environment for Collaborative Alliances to Regenerate Urban Ecosystem in middle-sized cities), che è finanziato nell'ambito della IV call del programma UIA - Urban Innovative Actions.

L'obiettivo principale del progetto DARE è stata la rigenerazione dell'ecosistema urbano della Darsena di Ravenna. L'utilizzo principale dell'SCP all'interno del progetto DARE è quello di fungere da infrastruttura per la raccolta dati dalle diverse soluzioni verticali con l'obiettivo di raccogliere dati su benessere, qualità dell'aria, consumi e inquinanti.

L'insieme delle soluzioni verticale connesse dalla SCP-DARE è composta da:

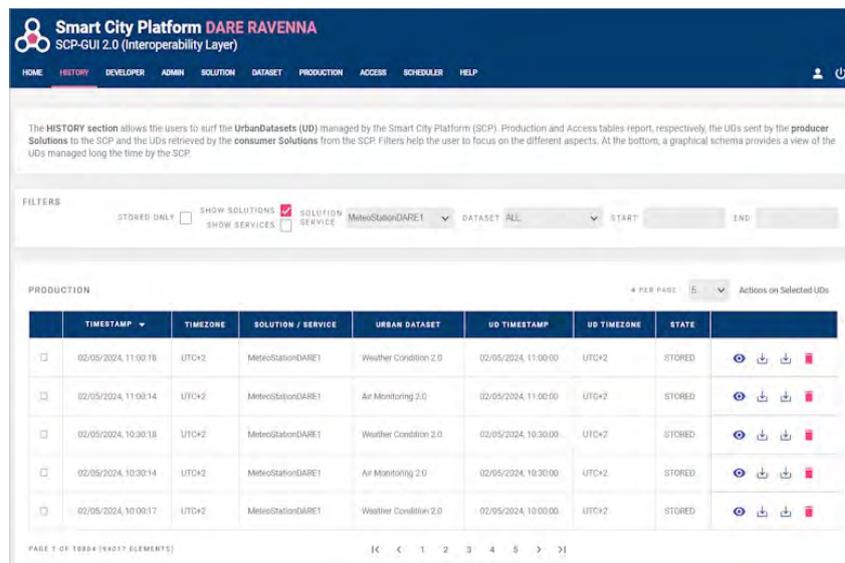


Figura 4. SCP DARE Ravenna

- un Building Automation and Control System che raccoglie i dati di due condomini;
- una scuola pubblica monitorata sotto diversi punti di vista (consumi di gas ed energia elettrica, qualità dell'aria ed energia prodotta dai pannelli fotovoltaici);
- due Stazioni Meteo che raccolgono dati sulle condizioni meteorologiche e sulla qualità dell'aria.

L'implementazione delle raccolte dati sul campo è stata gestita da un bando di gara pubblico vinto da un consorzio di imprese. L'utilizzo delle specifiche SCPS è stato richiesto nel testo del bando.

Il vantaggio dell'utilizzo delle SCPS è che il Comune di Ravenna potrà utilizzarle per i futuri bandi di gestione della Smart City, uniformando così i formati e la semantica dei dati e più in generale l'architettura di raccolta dei dati cittadini. Questo approccio garantirà l'interoperabilità di tutti i dati raccolti dalla città e la riusabilità della stessa piattaforma per la loro raccolta. Questa sperimentazione con SCP-DARE è stata importante

anche per ENEA che ha potuto verificare sul campo diversi aspetti:

- la semplicità dell'adesione alle specifiche da parte di aziende e applicazioni reali;
- l'interazione con esperti di dominio per progettare nuovi UrbanDataset e la loro implementazione nelle specifiche;
- la gestione di un numero consistente di dati reali che vengono ricevuti e memorizzati dalla SCP;
- il trasferimento della SCP su un sistema esterno ad ENEA (infatti nel corso del progetto la SCP è stata implementata su server CINECA, per poi essere trasferita dopo la fine sul server ENEA). Questo in particolare ha permesso la definizione di un approccio replicabile relativo alla metodologia di installazione della SCP su server esterni.

SCP-SmartLand

All'interno della strategia denominata Agenda Urbana, la Regione Umbria ha attivato il progetto "L.U.C.E." (Luoghi Urbani Crescono Esperienze). Questo progetto ha coinvolto

tre edizioni di laboratori formativi, ai quali hanno partecipato dipendenti dei Comuni e della Regione Umbria.

Uno dei laboratori organizzati ha riguardato "Città e servizi digitali". Dalle analisi effettuate in esso, è emerso che la creazione di diverse piattaforme digitali per la gestione dei dati urbani previste nei singoli PSUS (Piani di Sviluppo Urbano Sostenibile) sarebbe poco efficiente in termini di costi di implementazione, efficacia della gestione e impatto per il governo della città e dei fenomeni rilevati.

Di conseguenza, è stata proposta l'idea di sviluppare un'unica piattaforma digitale condivisa denominata "Smart Land Intercomunale". Questa piattaforma ha come scopo la raccolta, la gestione e l'analisi di tipologie omogenee di dati, con la possibilità di ampliarne autonomamente la funzionalità tramite moduli specifici per rispondere alle esigenze specifiche dei vari comuni.

I comuni umbri coinvolti (Città di Castello, Foligno, Spoleto, Terni) hanno scelto di usare le specifiche SCPS ENEA al fine di adottare un formato unico che consentisse di replicare agevolmente le soluzioni e competenze tra città diverse, abbattendo al contempo i costi di realizzazione ma mantenendo l'accesso separato ai dati da parte dei vari comuni. Dal punto di vista implementativo hanno deciso di utilizzare la SCP ENEA per lo strato di interoperabilità e su una soluzione commerciale (realizzata da Almamiva) per la dashboard che si interfaccia con la SCP e ne rielabora i dati.

Questa attività ha permesso di:

- diffondere ulteriormente l'uso delle specifiche SCPS sul territorio nazionale;
- espandere la copertura delle specifiche, con l'implementazione di ulter-



Figura 5 - inter-SCP

riori UrbanDataset relativi a occupazione dei parcheggi e dei dati globali di uno Smart Building;

- verificare la facilità da parte degli stakeholder dell'adozione delle SCPS (semplici procedure software sono state messe in piedi velocemente dagli uffici informatici del comune, oltre che dall'azienda che ha implementato la dashboard);
- testare la procedura di installazione della SCP su server esterni che era stata sviluppata per il caso Ravenna. Infatti, questa SCP è ospitata su un server messo a disposizione dei comuni Umbri;
- effettuare test aggiuntivi di sicurezza sulla SCP;
- connettere la SCP Smart Land alla Inter-SCP potenziando la SCP Network.

INTER-SCP

Inter-SCP è una SCP che comunica con ogni altra SCP, al momento riceve quotidianamente un UrbanDataset da ogni SCP relativamente lo stato di funzionamento; ciò permette, in primis, di effettuare un monitoraggio costante di tutte le SCP che sono state installate e, in futuro, di abilitare il

confronto tra smart city da un punto di vista energetico, agendo su scala nazionale.

Conclusioni

Le specifiche SCPS, nate inizialmente in laboratorio come attività di ricerca, stanno diventando sempre più capaci di rispondere alle esigenze di interoperabilità della Smart City e i casi di successo sul territorio nazionale lo dimostrano.

Anche la SCP, nata inizialmente come prototipo di test per le specifiche, si sta rivelando uno strumento prezioso per ENEA, nella partecipazione a progetti e nello spingere la diffusione delle SCPS, arrivando a costituire una rete di SCP connesse fra loro. Le SCP definite e utilizzate su diverse scale (distrettuali, urbane, regionali e nazionali) dimostrano la potenza di questo approccio.

Alcune applicazioni di SCPS e SCP sono in corso in alcuni comuni (p.es. Palermo con la partecipazione al PON MOD-Energy e Camerino con la partecipazione al progetto europeo Multiclimact), altre sono in divenire (p.es. la SCP-Liguria nel progetto PNRR RAISE).

per info: angelo.frascella@enea.it

ENEA
Servizio Promozione e Comunicazione
Laboratorio Tecnografico - Centro Ricerche ENEA Frascati

www.enea.it

NEL PROSSIMO NUMERO PARLEREMO DI:

Emergenza Climatica: Capire per Agire

Secondo l'Organizzazione meteorologica mondiale, il 2023 è stato l'anno più caldo mai registrato dal 1860, con una temperatura globale vicina al limite di 1.5°C., facendo seguito ad altre annate record. E anche le temperature degli oceani hanno raggiunto livelli particolarmente elevati mentre si osserva con preoccupazione la riduzione dei ghiacciai e delle calotte antartiche e l'accelerazione del livello dei mari.

Capire che cosa sta succedendo dal punto di vista scientifico e dell'innovazione tecnologica è sempre più importante perché il cambiamento climatico incide concretamente sulla vita di tutti i giorni. Il prossimo numero di "Energia Ambiente Innovazione" sarà dedicato proprio a questo: con i ricercatori ENEA e altri esperti proveremo a mostrarvi una fotografia di quanto sta accadendo, analizzando le cause, i possibili sviluppi e le soluzioni da mettere subito in campo.

Con il supporto di protagonisti del settore e con i nostri ricercatori cercheremo di evidenziare il ruolo di primo piano che ha la ricerca scientifica nello studio e nel contrasto del cambiamento climatico, in un'ottica europea di decarbonizzazione che prevede un saldo netto di emissioni pari a zero al 2050. Una transizione verde, efficiente in termini di costi, equilibrata ed equa dal punto di vista sociale è lo strumento chiave per raggiungere questo ambizioso traguardo. Perché poi non sia troppo tardi.

eai.enea.it

