

# Tecnologie, dispositivi e strategie per smart building

Considerando le attuali tendenze di sviluppo e le statistiche sul consumo energetico, la gestione energetica degli edifici è cruciale per raggiungere gli obiettivi della politica energetica europea. Da qui l'importanza di definire Smart Readness Indicator per promuovere la diffusione delle tecnologie per l'edilizia intelligente, quantificare il livello di "smartness" degli edifici e certificare i vantaggi che ne conseguono in termini di efficienza energetica e prestazioni.

DOI 10.12910/EAI2020-082

di **Stefano Pizzuti**, Responsabile Laboratorio Smart Cities and Communities; **Marta Chinnici**, Laboratorio Infrastrutture per il Calcolo Scientifico e ad alte Prestazioni, **Sabrina Romano**, Laboratorio Smart Cities and Communities, ENEA

**I**n Italia il settore civile rappresenta oltre il 45% [1] del fabbisogno energetico nazionale ed ha fatto registrare una crescita dei consumi progressiva. L'efficienza energetica negli edifici diventa, pertanto, un obiettivo nazionale di primaria importanza sul quale si indirizzano molti provvedimenti, misure, strategie ed azioni. In particolare il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) [2] prevede un target di consumi di energia finale pari a 103,8 Mtep al 2030. Nel 2030 si avrà così un risparmio annuo pari a 9,3 Mtep, e il risparmio cumulato nel periodo 2021-2030 sarà pari a 51,436 Mtep. Oltre il 60% del risparmio annuo conseguito nel 2030, sarà ottenuto grazie a interventi di riqualificazione edilizia, installazione di pompe di calore ed efficientamento dei dispositivi di uso finale effettuati nel settore dell'edilizia residenziale e terziaria. Inoltre, il recente riconoscimento normativo delle comunità energetiche [3], ovvero le associazioni di cittadini, attività commerciali o imprese per la produzione e la condivisione di energia elettrica da fonti pulite, propone un nuovo approccio per la realizzazione della

transizione energetica consentendo lo scambio dell'energia tra diversi membri. In prospettiva, le comunità energetiche saranno in grado di incentivare l'indipendenza energetica degli edifici, l'automatizzazione e ottimizzazione della gestione dell'energia possibile grazie agli smart building. In questo contesto, la definizione degli Smart Readness Indicator [4], previsti dalla Energy Performance Building Directive 844/2018, è utile per promuovere la diffusione delle tecnologie per l'edilizia intelligente, consentendo di quantificare il livello di "smartness" degli edifici e certificare i vantaggi che ne conseguono in termini di efficienza energetica e prestazioni.

## Edifici intelligenti e cognitivi

Nel passato l'approccio degli interventi di ottimizzazione energetica degli edifici è stato prevalentemente basato sull'efficientamento del singolo componente (costruttivo o impiantistico) che concorre al consumo, ai fini del miglioramento complessivo della classe energetica dei fabbricati. Sebbene tale approccio conservi la sua validità, nel corso degli ultimi anni si è sempre più spesso riscontrato che il risparmio non si consegue solo

sulla base dell'introduzione di componenti a migliore prestazione energetica, ma anche attraverso il controllo del loro corretto utilizzo, il monitoraggio delle prestazioni energetiche cosicché il consumo di energia dell'edificio avvenga sulla base dell'effettivo bisogno, grazie alla disponibilità di nuove tecnologie di monitoraggio e controllo, integrate a sistemi di produzione da rinnovabile e storage che sono alla base del paradigma degli edifici intelligenti o "smart buildings" di nuova generazione. Il punto di partenza è dotare gli edifici di un sistema in grado di gestire in modo ottimizzato l'integrazione tra sistemi di produzione, gestione e sistemi di accumulo delle fonti rinnovabili, in particolare dal fotovoltaico. Per "smartizzare" l'edificio vengono impiegati sensori per il monitoraggio dei consumi e del livello di confort indoor, sistemi di attuazione e sistemi di trasmissione dati ed un'infrastruttura ICT dove risiedono gli algoritmi di ottimizzazione. Il monitoraggio real time e la conoscenza del comportamento reale degli edifici consentono di sviluppare modelli previsionali tali per cui, in base ai dati storici, alle condizioni climatiche e alla reale

occupazione degli edifici presenza delle persone, è possibile prevedere in anticipo i consumi attesi del singolo edificio. Numerosi studi dimostrano anche l'efficacia di modelli predittivi per l'implementazione di strategie di demand response considerando l'interazione tra l'edificio e la rete energetica. L'opportunità di effettuare previsioni a breve termine desta interesse in quanto strettamente collegata alla possibilità di introdurre strategie di gestione della domanda, ottimizzazione della produzione energetica o della prestazione di un sistema impiantistico. Inoltre, la previsione energetica di picco o del profilo di carico giornaliero attraverso modelli inversi di cui si parlerà in seguito, offre importanti opportunità gestionali per la stabilità della rete energetica e per incentivare l'utente verso azioni pro-attive guidate dalla convenienza economica legata all'uso dell'energia [5].

### Gestione energetica degli edifici ed analisi dei dati

Considerando le attuali tendenze di sviluppo e le statistiche sul consumo energetico, la gestione energetica degli edifici è cruciale per raggiungere gli obiettivi della politica energetica europea. Tenendo conto delle valutazioni effettuate sulla base della Norma EN 15232 "Prestazione energetica degli edifici - Parte 1: Impatto dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici", il potenziale risparmio energetico legato all'adozione dei sistemi di gestione dell'energia può essere stimato fino al 20% nel settore residenziale e fino al 30% nel settore non residenziale. La crescente diffusione e penetrazione dei sistemi di gestione, automazione e controllo nonché delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) sta contribuendo a una maggiore disponibilità di dati (di lungo periodo) relativi alla prestazione energetica e la qualità dell'ambiente interno degli edifici. L'acquisizione dei dati e i processi d'intelligenza distribuita che stanno interessando le tecnologie a servizio dell'edificio, di fatto coadiuvando il processo di transizione verso i cosiddetti "smart buildings".

Il grande potenziale connesso all'analisi dei dati, sta determinando negli ultimi anni l'applicazione di tecniche di data analytics (es: data mining, machine learning, intelligenza artificiale, ...) anche nel campo dell'energetica degli edifici. L'analisi dei dati rappresenta uno strumento in grado di valorizzare in modo effettivo gli stessi per supportare l'ottimizzazione della prestazione energetica degli edifici [6]. **Le più promettenti applicazioni riguardanti l'utilizzo di tecniche di data analytics negli edifici concernono: la modellazione inversa per la previsione o la stima della domanda di energia, l'ottimizzazione energetica dei sistemi energetici in esercizio, l'individuazione automatica di anomalie energetiche o guasti agli elementi impiantistici, le analisi avanzate di benchmark, la caratterizzazione dei profili di domanda energetica, la gestione dei processi direttamente legati al comportamento dell'occupante e ai relativi profili occupazionali.** Queste applicazioni sono state introdotte nel progetto COGITO [7] (A COGNitive dynamic sysTem to allOW buildings to learn and adapt - Sistema dinamico e cognitivo per consentire

agli edifici di apprendere ed adattarsi) con l'obiettivo di chiarire come un processo conoscitivo, basato su un approccio "data-driven", costituisce oggi un'importante opportunità per supportare strategie di miglioramento nella gestione energetica degli edifici. Vista l'importanza della tematica, l'ENEA con le Divisioni ICT e Smart Energy del Dipartimento di Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili è molto attiva sul versante dell'analisi dei dati e del calcolo cognitivo in combinazione con le tecnologie IoT per aiutare le persone a vivere e lavorare meglio all'interno degli edifici, nonché a mantenere e gestire l'edificio, che diventa un sistema "cognitivo" in quanto capace di apprendere le eventuali criticità dell'edificio e degli impianti, così da prevenirle. In tal modo è possibile diagnosticare e risolvere le inefficienze dell'edificio e procedere con una programmazione degli interventi di manutenzione e controllo, riuscendo di fatto ad ottimizzare i costi generali.

### Progetti pilota

L'ENEA ha realizzato presso il proprio Centro di Ricerche della Casaccia a Nord di Roma un progetto pilota, un prototipo di smart building di nuova

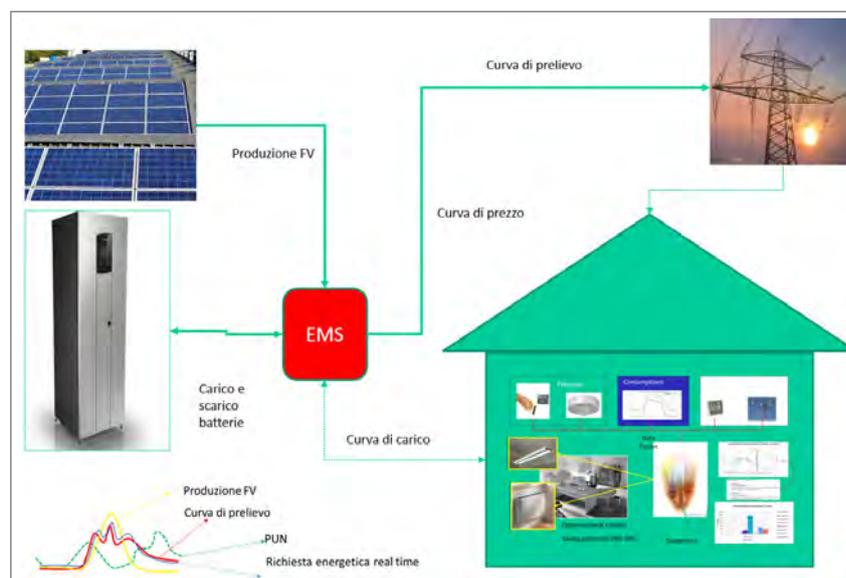


Fig. 1 Architettura di uno smart building di nuova generazione

generazione al fine di investigare soluzioni e funzionalità (monitoraggio, diagnostica, controllo, ottimizzazione, active demand) di diverso grado di complessità. A questo scopo l'edificio è stato dotato di un elevato numero di sensori per il monitoraggio *real time* dei consumi energetici, elettrici e termici, e dei parametri ambientali outdoor e indoor, ciò consente di scegliere differenti strategie di controllo sia a livello di intero edificio che di piano, fino al controllo della singola stanza. Sono inoltre stati installati un impianto fotovoltaico e batterie di *storage*, per una gestione innovativa, in grado di ridurre notevolmente la necessità di scambio energetico con la rete elettrica per ridurre i costi per gli utenti finali e, al tempo stesso, offrire alla rete una grande flessibilità, utilizzando gli stessi edifici come *storage* distribuito in grado quindi di cedere energia per risolvere eventuali criticità della rete stessa, come congestioni o picchi di domanda. L'edificio è dotato di un controllore di impianto (EMS) che è in grado di interagire con un aggregatore per 'concordare' una propria curva di prelievo dalla rete elettrica, tale curva sarà ottimizzata e stabilita con un giorno di anticipo ora per ora in funzione di

tre parametri: la richiesta di energia dell'edificio, la disponibilità di energia da fotovoltaico e il prezzo dell'energia. La presenza dello *storage* elettrico, opportunamente gestito, è fondamentale per assicurare quanto più possibile il rispetto della curva di prelievo concordata in anticipo. I vantaggi di questa gestione si riflettono sia sul fornitore che si assicura una maggiore sicurezza del sistema e minori costi infrastrutturali, sia sugli utenti a cui sono garantiti costi minori, grazie alla possibilità di scegliere di consumare energia quando costa meno, ridurre la potenza impiegata, accumulare o generare in proprio l'energia.

### Le Smart Homes

Sul fronte dell'edilizia residenziale l'ENEA (per mezzo del laboratorio SmartCities&Communities) è impegnata nella sperimentazione di una rete di Smart Homes che coinvolge alcuni residenti del quartiere romano di Centocelle: l'obiettivo è quello di sviluppare e testare soluzioni tecnologiche d'avanguardia in grado di abilitare i meccanismi di flessibilità energetica ed in prospettiva la partecipazione degli utenti residenziali alle comunità energetiche. Le Smart Homes sono dotate di un insie-

me di sensori: prese intelligenti, sensori per il monitoraggio dei consumi e del livello di confort e presenza all'interno della abitazione. La gestione di tutti questi dispositivi è wireless e, pertanto, non richiede l'installazione di alcun cavo. Attraverso l'Energy Box, un dispositivo elettronico connesso alla rete internet, i dati provenienti dai sensori vengono raccolti, integrati ed inviati alla piattaforma DHOMUS [8]. Qui i dati sono elaborati per effettuare diagnostiche ed individuare delle possibili ottimizzazioni che possono aiutare l'utente a consumare meno e a ridurre il suo impatto ambientale. Presso il dimostrativo, grazie all'impiego dell'Energy Box connesso al contatore elettrico di nuova generazione, l'utente avrà la possibilità di modulare i propri consumi durante la giornata ed offrire sul mercato la propria flessibilità sfruttando appieno la presenza nelle abitazioni di piccoli pannelli fotovoltaici e accumulo. Il modello intende tracciare le basi per una transizione verso una maggiore consapevolezza sui propri consumi energetici da parte dell'utente, che può acquisire un ruolo centrale nell'ottimizzare il funzionamento della rete e nel garantire l'equilibrio tra domanda e offerta di energia a beneficio dell'intera comunità.

### BIBLIOGRAFIA

1. MiSE, "La situazione Energetica Nazionale nel 2018" del giugno 2019
2. <https://energiaclima2030.mise.gov.it/>
3. Inserite dalle direttive EU RED II del dicembre 2018 e EMD II del giugno 2019
4. <https://smartreadinessindicator.eu/>
5. Fan C., Xiao F., Wang S. 2014. Development of prediction models for next-day building energy consumption and peak power demand using data mining techniques. Applied Energy, 127, 1-10
6. Molina-Solana M., Ros M., Ruiz M.D., Gómez-Romero J., Martín-Bautista M.J. 2017. Data science for building energy management: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 70, 598-609
7. Progetto PON Ambito tecnologie e ambienti di vita ARS 01\_00836: <https://tinyurl.com/y6r3t7cg>
8. Piattaforma ENEA DHOMUS, disponibile al link [www.smarthome.enea.it](http://www.smarthome.enea.it)