RdS
RICERCA DI SISTEMA

ENEA
AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

# Ricerca di Sistema elettrico

# Avvio CER: Upgrade del modulo di calcolo denominato SMART-SIM finalizzata all'implementazione di nuove funzioni a servizio delle comunità energetiche (LA1.7)

F. Mancini, G. Piras, M. Cecconi

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

RdS_PTR22-24_PR1.7_LA1.7_322

# Avvio CER: Upgrade del modulo di calcolo denominato SMART-SIM finalizzata all'implementazione di nuove funzioni a servizio delle comunità energetiche

LA 1.7 - Avvio CER: Upgrade del modulo di calcolo denominato SMART-SIM finalizzata all'implementazione di nuove funzioni a servizio delle comunità energetiche

F. Mancini, G. Piras, M. Cecconi

Centro Interdipartimentale Territorio Edilizia Restauro Architettura [CITERA]

Sapienza Università di Roma

Dicembre 2024

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - ENEA Piano Triennale di Realizzazione 2022-2024

Obiettivo: Decarbonizzazione

Progetto: Tema di ricerca 1.7 – Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali

Linea di attività: 1.7

Responsabile del Progetto: Claudia Meloni, ENEA

Responsabile del Work Package: Angelo Frascella, ENEA

Responsabile Linea di Attività: Francesco Mancini, Centro Interdipartimentale Territorio Edilizia Restauro Architettura, Sapienza Università di Roma

Mese inizio previsto: 13

Mese inizio effettivo: 13

Mese fine previsto:36

Mese fine effettivo: 36

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di Collaborazione: Upgrade del modulo di calcolo denominato SMART-SIM finalizzata all'implementazione di nuove funzioni ed integrazione con servizi web a servizio delle Comunità Energetiche

Indice

1 Risultati attesi ..... 4
1.1 Descrizione attività ..... 4
2 Risultati ottenuti ..... 5
2.1 Nuova versione del foglio di calcolo SMART-SIM ..... 5
2.2 Ampliamento del database delle abitazioni ..... 5
2.3 Formulazione semplificata della procedura di calcolo per implementazione in tool web: EASY-SIM ..... 5
3 Prodotti attesi ..... 6
4 Prodotti sviluppati ..... 7
5 Analisi degli scostamenti su attività e risultati ..... 8
6 Sintesi delle attività svolte ..... 9
7 Dettaglio delle attività svolte ..... 10
7.1 Nuova versione del foglio di calcolo SMART-SIM ..... 10
7.1.1 Collegamento con altre piattaforme ENEA ..... 10
7.1.2 Nuove funzionalità e aggiornamenti ..... 10
7.2 Ampliamento del database delle abitazioni ..... 11
7.2.1 Analisi sul database delle abitazioni ..... 12
7.2.2 Definizione di benchmark di consumo ..... 14
7.3 Formulazione semplificata della procedura di calcolo per implementazione in tool web: EASY-SIM ..... 16
8 Contributo delle eventuali consulenze alle attività sopra descritte ..... 18
9 Pubblicazioni scientifiche ..... 19
10 Eventi di disseminazione ..... 20

## Indice delle figure

Figura 1 - Incidenza dei singoli servizi sui consumi di energia primaria ..... 12
Figura 2- Distribuzione delle schede per superficie e numero di abitanti .....13
Figura 4. Distribuzione delle schede per Gradi Giorno e Zona Climatica ..... 14
Figura 5 - Consumi di energia primaria pro-capite .....15
Figura 6 - Consumi di energia primaria per unità di superficie .....16

# 1 Risultati attesi

## 1.1 Descrizione attività

L'obiettivo dell'attività è l'aggiornamento del modulo di calcolo SMART-SIM al fine di implementare nuove funzionalità e assicurare l'integrazione e la condivisione dei dati con altri servizi web sviluppati da ENEA.

L'aggiornamento prevede l'implementazione di funzioni non presenti in SMART-SIM:

- definizione di una modalità per individuare a quale cabina di trasformazione è collegata elettricamente l'abitazione (ad esempio posizione georeferenziata, oppure POD) garantendo la privacy dell'utente;
- elaborazione di una procedura per valutare la qualità termica dell'involucro edilizio, in analogia con gli Attestati di Prestazione Energetica;
- implementazione della possibilità di simulare generatori di calore per riscaldamento e acqua calda sanitaria alimentati a gasolio, GPL, pellets, biomassa;
- si dovrà arrivare ad una conoscenza di maggior dettaglio delle superfici dell'edificio potenzialmente disponibili all'installazione di nuovi impianti fotovoltaici (superfici disponibili, tipologia di installazione, inclinazione, orientamento), differenziando la situazione di abitazioni già dotate di impianto fotovoltaico, rispetto a quella di abitazioni in cui tali impianti non sono presenti, anche in relazione agli aggiornamenti normativi relativi alle comunità energetiche e agli auto-consumatori collettivi;
- implementazione di una procedura per la ripartizione per fasce orarie dei consumi elettrici simulati;
- caricamento dei consumi utilizzando il file .csv scaricabile dal Portale ARERA.

Inoltre, è previsto un ampliamento del database delle abitazioni, con conseguente aggiornamento delle analisi e dei benchmark fin qui prodotti; i risultati delle analisi saranno utilizzati da Enea per la sezione di visualizzazione delle statistiche della piattaforma SMART-SIM di nuova progettazione.

# 2 Risultati ottenuti

L'attività di ricerca ha consentito di ottenere i seguenti risultati:

- foglio di calcolo SMART-SIM rivisitato rispetto alla configurazione precedente;
- ampliamento del database, con aggiornamento delle analisi e dei benchmark.

Inoltre, l'attività di ricerca ha consentito di ottenere il seguente prodotto aggiuntivo:

- formulazione semplificata della procedura di calcolo per implementazione in tool web.

I benefici per il sistema elettrico sono rappresentati dalla disponibilità di un tool di calcolo per gli utenti residenziali utilizzabile a diversi livelli:

- da parte dell'utente finale, per acquisire una maggiore consapevolezza dei propri consumi energetici;
- in fase di creazione di una Comunità dell'Energia, per una valutazione del potenziale di aggregabilità di una generica utenza.

## 2.1 Nuova versione del foglio di calcolo SMART-SIM

Il foglio di calcolo SMART-SIM rivisitato contiene le seguenti funzioni aggiunte:

- procedura per valutare la qualità termica dell'involucro edilizio, in analogia con quanto effettuato per gli Attestati di Prestazione Energetica;
- possibilità di simulare generatori di calore per riscaldamento e acqua calda sanitaria alimentati a gasolio, GPL, pellets, biomassa;
- aggiunta di input per una conoscenza di maggior dettaglio delle superfici disponibili per impianti fotovoltaici (superfici, tipologia, inclinazione, orientamento), differenziando le abitazioni dotate e non dotate di impianto fotovoltaico;
- procedura per la ripartizione per fasce orarie dei consumi elettrici simulati.

La funzione di caricamento dei consumi utilizzando il file .csv scaricabile dal Portale ARERA, è stata implementata da ENEA nello sviluppo del tool web (come descritto nel report della LA 1.2 "Avvio CER: Perfezionamento di RECON v2.0, sviluppo di nuove funzionalità di Smart Sim e DHOMUS, implementazione dei servizi prototipali di Assisted Living").

## 2.2 Ampliamento del database delle abitazioni

È proseguita l'attività di ampliamento del database con altri casi reali, con la collaborazione degli studenti della Facoltà di Architettura di Sapienza Università di Roma. Sono stati raccolti ulteriori 593 questionari (rispetto ai 1.545 originali), raggiungendo 2138 casi reali.

## 2.3 Formulazione semplificata della procedura di calcolo per implementazione in tool web: EASY-SIM

Al fine di superare le difficoltà di impiego di SMART-SIM come motore di calcolo all'interno della pagina web, è stata progettato un prodotto aggiuntivo, consistente in una versione semplificata della procedura di calcolo, denominata EASY-SIM.

Si è deciso di rivisitare la procedura di calcolo nelle parti più onerose, conservando la struttura degli input e introducendo delle approssimazioni nel calcolo degli output, in maniera tale da poter offrire all'utente un'anteprima di simulazione più semplificata con EASY-SIM e continuare in parallelo il calcolo di maggiore dettaglio attraverso SMART-SIM. Il foglio di calcolo EASY-SIM è in fase di testing, per una successiva implementazione su sito web.

# 3 Prodotti attesi

- Foglio di calcolo SMART-SIM (in formato Excel) rivisitato rispetto alla configurazione precedente.
- Ampliamento del database.

# 4 Prodotti sviluppati

I prodotti ottenuti per la LA 1.7 sono:

- Il presente rapporto " Upgrade del modulo di calcolo denominato SMART-SIM finalizzata all'implementazione di nuove funzioni a servizio delle comunità
- Foglio di calcolo SMART-SIM (in formato Excel) rivisitato rispetto alla configurazione precedente.

Il foglio di calcolo SMART-SIM non è direttamente accessibile dagli utenti, ma è utilizzato come motore di calcolo all'interno di una piattaforma web (https://www.smarthome.enea.it/smartsim/login), delegando la fase di acquisizione degli input e presentazione degli output alla piattaforma stessa.

- Foglio di calcolo EASY-SIM (in formato Excel) con procedure di calcolo semplificate

L'impiego del foglio Excel come motore di calcolo del sito web crea spesso problemi tecnici, soprattutto in occasione di accessi concorrenti. Al fine di superare le difficoltà di impiego del foglio Excel SMART-SIM come motore di calcolo all'interno della pagina web, è stata progettata una nuova versione della procedura di calcolo, semplificata rispetto alla precedente, denominata EASY-SIM, tale prodotto non era previsto nella proposta di progetto si tratta quindi di un prodotto aggiuntivo

Si è infatti deciso di rivisitare la procedura di calcolo nelle parti più onerose, conservando la struttura degli input e degli output, in maniera tale da poter funzionare in parallelo con SMART-SIM, anche ai fini di un ampliamento del database delle abitazioni.

Il foglio di calcolo EASY-SIM è in fase di testing, per una successiva implementazione su sito web.

La progettazione del tool web è stata effettuata da Enea come descritto nel report della LA 1.2.

# 5 Analisi degli scostamenti su attività e risultati

Non ci sono state scostamenti tra le attività previste e i risultati.

# 6 Sintesi delle attività svolte

1. Aggiornamento del foglio di calcolo SMART-SIM rivisitato rispetto alla configurazione attuale, con implementazione di nuove funzioni e con una rivisitazione degli input e degli output al fine di interagire con piattaforme web sviluppate da ENEA.
2. Ampliamento del database delle abitazioni con altri casi reali, utilizzando il questionario su foglio Excel e chiedendo ancora, come nelle annualità precedenti, la collaborazione degli studenti della Facoltà di Architettura di Sapienza Università di Roma; sono stati raccolti ulteriori 593 questionari (rispetto ai 1.545 originali), raggiungendo complessivamente 2138 casi reali.
3. Definizione di una formulazione semplificata della procedura di calcolo per implementazione su tool web: al fine di superare le difficoltà di impiego di SMART-SIM come motore di calcolo all'interno di una pagina web, è stata progettata una nuova versione della procedura di calcolo, semplificata rispetto alla precedente, denominata EASY-SIM.

# 7 Dettaglio delle attività svolte

## 7.1 Nuova versione del foglio di calcolo SMART-SIM

Il foglio di calcolo SMART-SIM è stato rivisitato rispetto alla configurazione precedente, con l'implementazione di nuove funzioni e con una rivisitazione degli input e degli output al fine di interagire con ulteriori piattaforme web sviluppate da ENEA.

### 7.1.1 Collegamento con altre piattaforme ENEA

Una parte dell'attività di ricerca è stata finalizzata all'implementazione (in SMART-SIM e EASY-SIM) di nuove funzionalità che assicurassero una maggiore integrazione e condivisione dei dati con altri servizi web sviluppati da ENEA. L'integrazione con altre delle piattaforme può consentire di ingaggiare un maggior numero di utenti, ampliando i servizi offerti e richiedendo un minore quantitativo di informazioni.

Precedenti attività di ricerca, condotte da diversi gruppi, hanno portato alla creazione di piattaforme web distinte, con finalità distinte, che tuttavia potrebbero migliorare la loro funzionalità operando in parallelo e condividendo informazioni di input e risultati.

Tra le diverse piattaforme, SMART-SIM, rivolgendosi alla singola abitazione, è quella che raccoglie la maggiore quantità di informazioni di dettaglio sulle abitazioni, e fornisce una simulazione dei consumi, disaggregati per le diverse utenze, con dettaglio mensile.

I dati di input raccolti e gli output elaborati da SMART-SIM e EASY-SIM possono essere utilmente messi a disposizione di altre piattaforme. In particolare, SMART-SIM e EASY-SIM, nella versione aggiornata possono:

- condividere le informazioni relative a Dati Generali, Caratteristiche dell'edificio, Impianti, Consumi e costi da bolletta (già possibile nelle precedenti versioni di SMART-SIM);
- condividere i risultati delle simulazioni (già possibile nelle precedenti versioni di SMART-SIM);
- consentire di arrivare ad una conoscenza di maggior dettaglio delle superfici dell'edificio potenzialmente disponibili all'installazione di nuovi impianti fotovoltaici (superfici disponibili, tipologia di installazione, inclinazione, orientamento), differenziando la situazione di abitazioni già dotate di impianto fotovoltaico, rispetto a quella di abitazioni in cui tali impianti non sono presenti (nuova implementazione);
- consentire di valutare la qualità termica dell'involucro edilizio, in analogia con quanto effettuato per la produzione degli Attestati di Prestazione Energetica (nuova implementazione);
- offrire una ripartizione per fasce orarie dei consumi elettrici (nuova implementazione).

### 7.1.2 Nuove funzionalità e aggiornamenti

Una parte dell'attività di ricerca è stata dedicata all'introduzione di nuove funzionalità e ad aggiornamenti del foglio di calcolo.

In particolare, si è proceduto a implementare la possibilità di simulare generatori di calore per riscaldamento e acqua calda sanitaria alimentati a gasolio, GPL, pellets, biomassa.

L'elenco dei generatori per riscaldamento disponili è:

1. Caldaia a gasolio;
2. Caldaia a GPL;

3. Caldaia a gas naturale tradizionale;
4. Caldaia a gas naturale a condensazione;
5. Caldaia a pellet;
6. Pompa di calore elettrica.

L'elenco dei generatori per ACS disponili è:

1. Caldaia a gas istantanea;
2. Caldaia a GPL istantanea;
3. Caldaia a pellet con accumulo;
4. Caldaia a condensazione con accumulo integrato;
5. Scaldabagno a pompa di calore;
6. Scaldabagno elettrico.

Conseguentemente con l'aggiunta di nuovi vettori energetici, sono stati aggiunti gli output relativi al consumo di questi vettori.

In aggiunta alle implementazioni indicate sopra, si è proceduto ad una rivisitazione del foglio SMART-SIM con l'obiettivo di superare le criticità che emergono nel momento in cui si registrano importanti differenze tra i consumi rilevati dalle bollette e i consumi stimati.

E' stata inserita una procedura per il riallineamento dei risultati delle simulazioni alle bollette energetiche. La funzionalità è attivabile o disattivabile a seconda delle esigenze.

Il riallineamento consiste nel confronto tra il consumo annuale calcolato tramite simulazione nello stato "ante operam" ed il consumo annuale inserito dall'utente. Il rapporto tra il secondo ed il primo fornisce un coefficiente di riparametrazione del singolo vettore energetico.

I coefficienti di riparametrazione "ante operam" vengono salvati e applicati allo stesso modo a tutti gli interventi di riqualificazione. In questo modo viene annullata l'incertezza di simulazione "ante operam" e, conseguentemente, si riduce anche l'incertezza negli scenari simulati. Nel caso in cui l'utente non inserisca i consumi allora il riallineamento è disattivato.

La procedura di calcolo prevede, in ogni caso, il calcolo dello scarto tra simulazioni e bollette per fornire all'utente informazioni circa l'affidabilità della simulazione.

Il foglio di calcolo non incorpora la modalità per individuare a quale cabina di trasformazione è collegata elettricamente l'abitazione. Parallelamente alla presente attività di ricerca è stato pubblicato da GSE uno strumento di libera utilizzazione che svolge le medesime funzioni (Mappa interattiva delle cabine primarie - https://www.gse.it/servizi-per-te/autoconsumo/mappa-interattiva-delle-cabine-primarie).

Si è ritenuto quindi di non procedere all'implementazione della procedura, visto il riferimento istituzionale costituito dal GSE.

## 7.2 Ampliamento del database delle abitazioni

È proseguita l'attività di ampliamento del database con altri casi reali, utilizzando il questionario su foglio Excel e chiedendo ancora, come nelle annualità precedenti, la collaborazione degli studenti della Facoltà di Architettura di Sapienza Università di Roma.

Sono stati raccolti ulteriori 593 questionari (rispetto ai 1.545 originali), raggiungendo complessivamente 2138 casi reali.

Per la raccolta dati è stata utilizzata l'ultima versione del questionario, che prevede un numero ridotto di input rispetto alle versioni precedenti, con eliminazione di alcuni input ritenuti non necessari e con congelamento di altri input ritenuti marginali, in quanto relativi a servizi poco influenti sui consumi complessivi.

### 7.2.1 Analisi sul database delle abitazioni

Il database, nel suo complesso, è stato analizzato per riepilogare le caratteristiche generali delle abitazioni, le dotazioni delle abitazioni e gli usi relativi.

In particolare, le analisi effettuate, ricalcando la struttura del questionario di raccolta dati, si riferiscono a:

- Riscaldamento abitazione (presenza dell'impianto e tipologia);
- Raffrescamento abitazione (presenza dell'impianto e tipologia);
- Preparazione acqua calda sanitaria ((presenza dell'impianto e tipologia))
- Impianti solari termici (presenza dell'impianto e tipologia);
- Impianti fotovoltaici (presenza dell'impianto e tipologia);
- Apparecchi di cucina (dotazioni e uso);
- Apparecchi per la refrigerazione (dotazioni e uso);
- Apparecchi per lavaggio, pulizia stiratura (dotazioni e uso);
- Impianto di illuminazione (tipologia delle lampade);
- Computer – Internet (dotazioni e uso);
- Apparecchi per la cura della persona (dotazioni e uso);
- Altri apparecchi (dotazioni e uso).

Ai fini di una caratterizzazione dei consumi delle abitazioni, è stata effettuata una ripartizione per servizi dei consumi di energia primaria, considerando la ripartizione per servizi coerente con la struttura del foglio di calcolo (riscaldamento; raffrescamento; preparazione dell'acqua calda sanitaria; cucina; refrigerazione; lavaggio; pulizia e stiratura; illuminazione; postazioni audio-video; postazioni PC; cura della persona; altri apparecchi (non espressamente elencati).

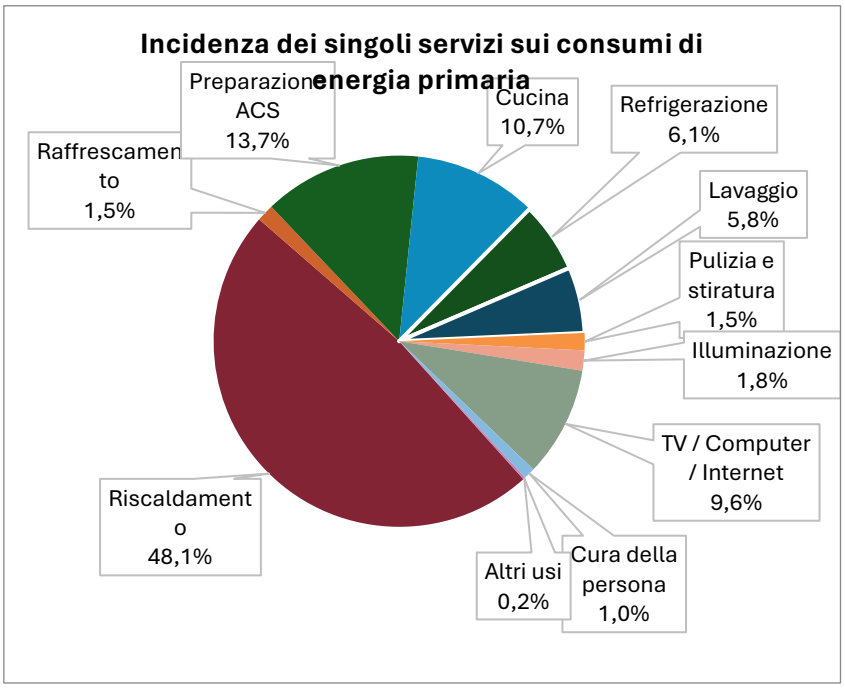


Figura 1 - Incidenza dei singoli servizi sui consumi di energia primaria

I risultati delle analisi possono essere utilizzati per la sezione di visualizzazione delle statistiche della piattaforma SMART-SIM di nuova progettazione.

Tramite query di estrazione potranno essere visualizzate le seguenti informazioni:

- numero di schede compilate;
- distribuzione delle schede per area geografica;
- distribuzione delle schede per Gradi Giorno e zona climatica;
- distribuzione delle schede per classi di superficie;
- distribuzione delle schede per occupanti;
- distribuzione delle schede per epoca di costruzione;
- distribuzione delle schede per tipo di generatore di riscaldamento;
- distribuzione delle schede per tipo di generatore ACS;
- distribuzione delle schede per numero di stanze condizionate;
- distribuzione delle schede per presenza impianto fotovoltaico;
- distribuzione delle schede per presenza collettori solari;
- consumi medi per numero di occupanti (energia primaria, elettricità, gas);
- consumi medi per numero di unità di superficie (energia primaria, elettricità, gas).

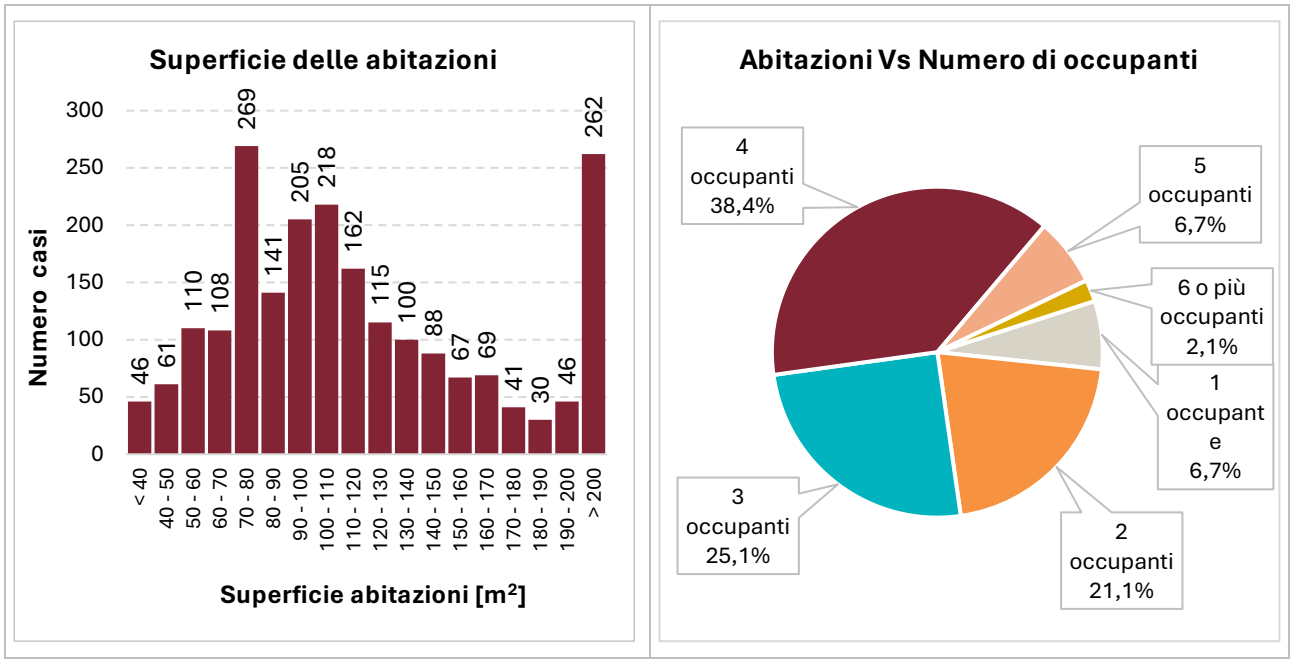


Figura 2- Distribuzione delle schede per superficie e numero di abitanti

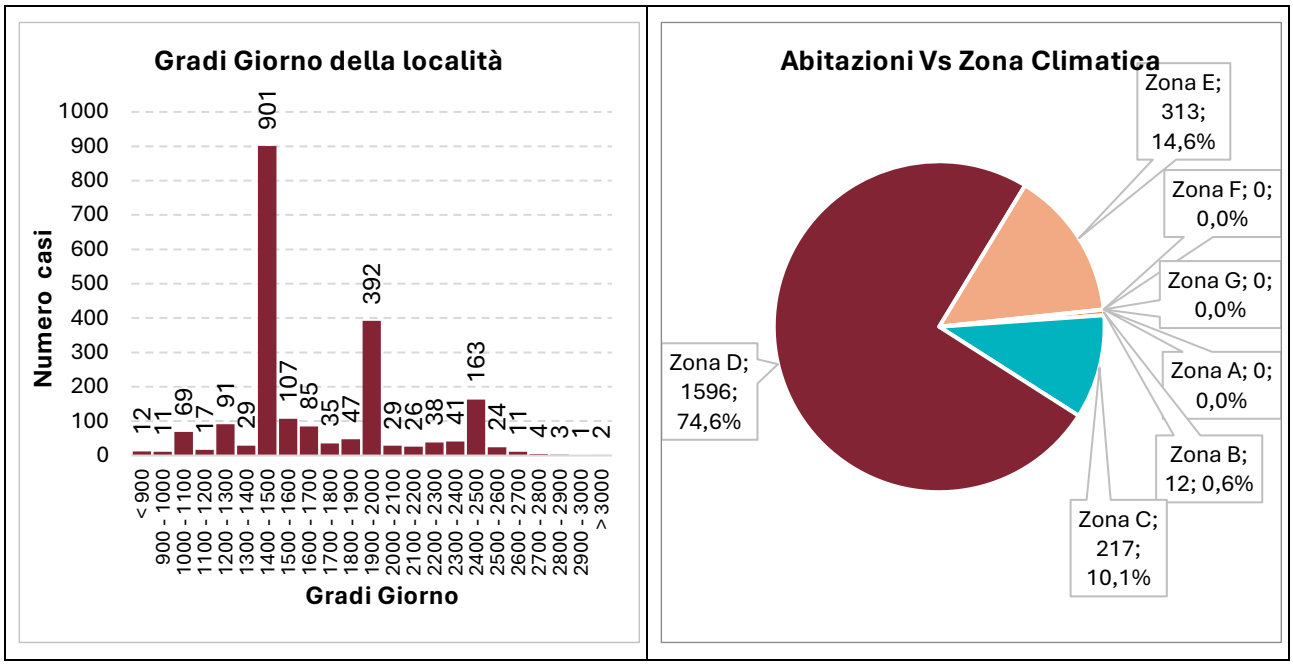


Figura 3. Distribuzione delle schede per Gradi Giorno e Zona Climatica

### 7.2.2 Definizione di benchmark di consumo

Con l'intenzione di arrivare alla definizione di benchmark di consumo per le residenze italiane sono state eseguite delle analisi sul database volte a valutare eventuali correlazioni tra i dati di output della simulazione (consumi di gas, consumi di energia elettrica, consumi di energia primaria, elettrificazione dei consumi, carichi accumulabili, carichi differibili, emissioni inquinanti, uso di Fonti Energetiche Rinnovabili) e variabili di input significative (superficie dell'abitazione, numero di occupanti, gradi giorno); le stesse analisi sono state effettuate relativamente ai servizi singoli universalmente presenti nelle abitazioni (Riscaldamento, Preparazione ACS e Cucina) e per i quali l'incidenza sui consumi di energia primaria complessivi supera il 10%. I benchmark ottenuti sono stati poi implementati nel foglio di calcolo, aggiornando quelli già presenti.

Le suddette analisi statistiche sono state effettuate utilizzando lo strumento di analisi dei dati di Excel, sul database disponibile al momento, costituito da 2126 abitazioni.

Le analisi sono state condotte raggruppando le abitazioni in funzione del numero di occupanti e per classi dimensionali, avendo individuato 5 classi dimensionali (abitazione piccola <50 m$^2$; abitazione medio-piccola 50-85 m$^2$; abitazione media 85-115 m$^2$; abitazione medio-grande 115-145 m$^2$; abitazione grande >145 m$^2$).

Sono state definite funzioni di regressione per le seguenti grandezze:

- Consumi di gas;
- Consumi di energia elettrica;
- Consumi di energia primaria;
- Elettrificazione delle abitazioni;
- Carichi elettrici accumulabili;
- Carichi elettrici differibili;
- Emissioni inquinanti;
- Uso di Fonti Energetiche Rinnovabili (FER).

Con riferimento ai consumi di gas (CG), di energia elettrica (CE) e di energia primaria (CP), le equazioni che seguono riportano le funzioni di regressione individuate (S superficie utile dell'abitazione in m²; N numero di occupanti; GG gradi giorno).

$$CG = -864{,}35 + 7{,}1229 \cdot S - 72{,}313 \cdot N + 0{,}84344 \cdot GG$$

$$CG = +466{,}96 + 7{,}7224 \cdot S - 84{,}019 \cdot N$$

$$CE = 1101{,}8 + 0{,}39561 \cdot S + 393{,}38 \cdot N + 0{,}20522 \cdot GG$$

$$CE = 1434{,}3 + 0{,}54130 \cdot S + 390{,}58 \cdot N$$

$$CP = -6344{,}53 + 63{,}1134 \cdot S + 116{,}78 \cdot N + 8{,}9806 \cdot GG$$

$$CP = 8204{,}1 + 69{,}489 \cdot S - 5{,}5740 \cdot N$$

Con riferimento ai consumi di energia primaria, i grafici che seguono riportano le analisi statistiche effettuate, considerando il consumo pro-capite in funzione del numero di occupanti dell'abitazione e il consumo per unità di superficie in funzione delle classi dimensionali individuate.

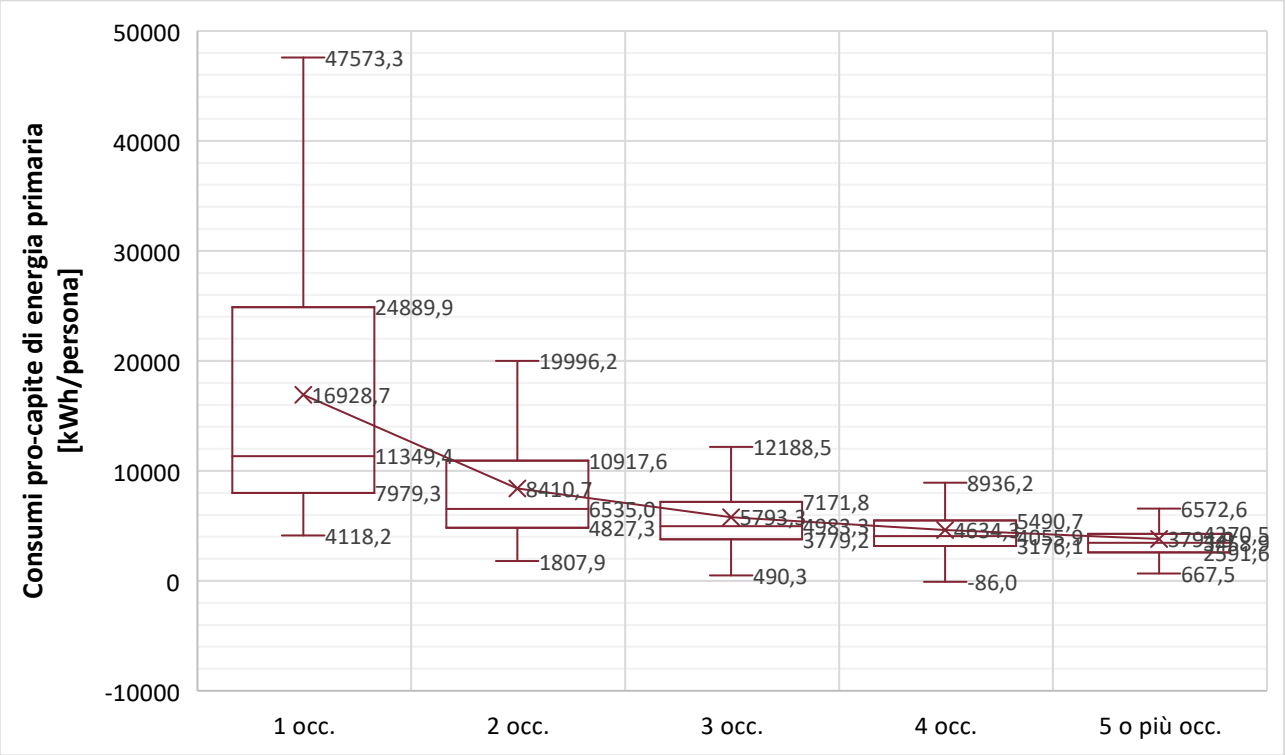


Figura 4 - Consumi di energia primaria pro-capite

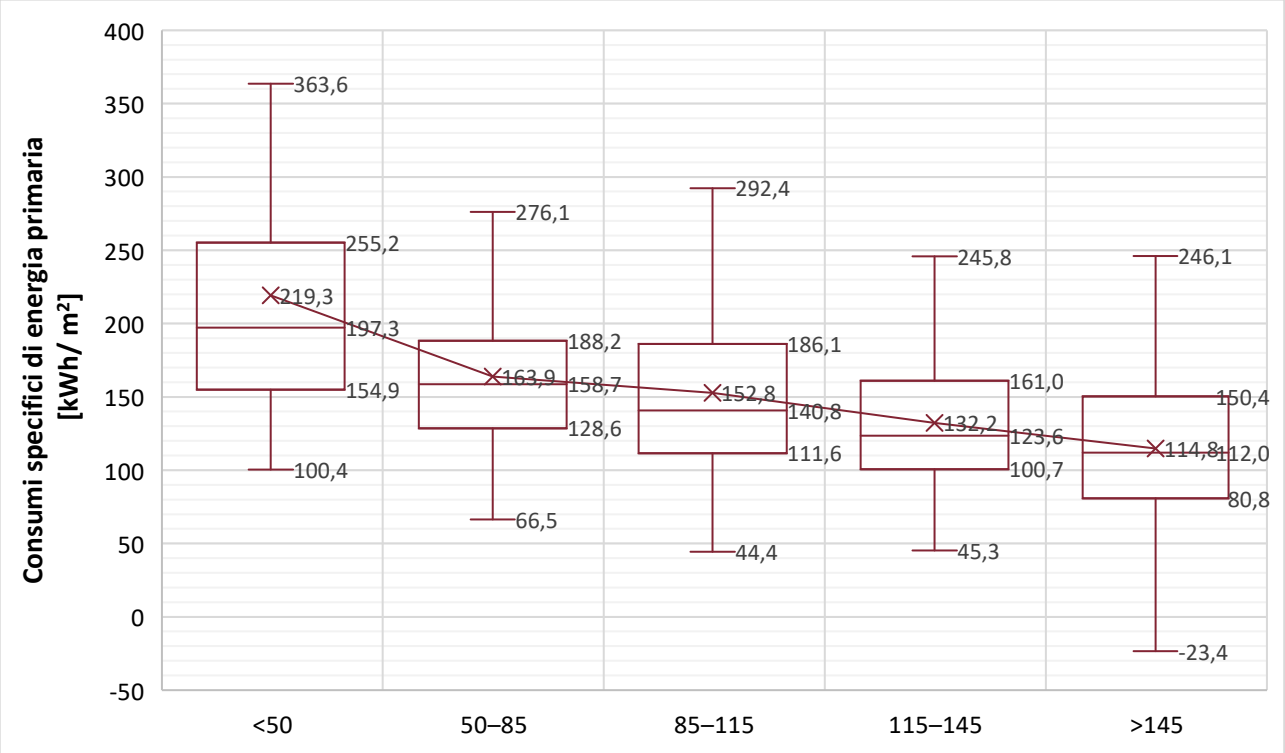


Figura 5 - Consumi di energia primaria per unità di superficie

## 7.3 Formulazione semplificata della procedura di calcolo per implementazione in tool web: EASY-SIM

Il foglio di calcolo SMART-SIM è stato sviluppato in ambiente Excel e contiene macro scritte in VBA (Visual Basic for Applications). Attualmente è utilizzato come motore di calcolo all'interno di una piattaforma web (https://www.smarthome.enea.it/smartsim/login), delegando la fase di acquisizione degli input e presentazione degli output alla piattaforma stessa.

Tale modalità di utilizzo crea spesso problemi tecnici, soprattutto in occasione di accessi concorrenti.

Al fine di superare le difficoltà di impiego del foglio Excel SMART-SIM come motore di calcolo all'interno della pagina web, è stata progettata una nuova versione della procedura di calcolo, semplificata rispetto alla precedente, denominata EASY-SIM.

La dimensione raggiunta dal foglio SMART-SIM (più di 10 MB) e il numero di formule e macro già implementate in VBA ha indotto infatti ad abbandonare l'ipotesi di una trasposizione di SMART-SIM in altro linguaggio, spingendo verso una semplificazione dell'algoritmo.

Per questo motivo si è deciso di rivisitare la procedura di calcolo nelle parti più onerose, conservando la struttura degli input e degli output, in maniera tale da poter continuare in parallelo il calcolo attraverso SMART-SIM, anche ai fini di un ampliamento del database delle abitazioni.

Anche EASY-SIM è stato inizialmente strutturato in Excel, includendo tuttavia formule semplici, di facile e immediata trasposizione, ed escludendo totalmente l'impiego di macro.

Entrambi i fogli di calcolo hanno quindi un primo foglio, denominato DB_IN, dedicato all'immissione dei dati di input in ingresso dalla piattaforma web e un secondo foglio, denominato DB_OUT, dedicato alla raccolta degli output del calcolo per un invio alla piattaforma web che provvederà alla visualizzazione dei risultati.

EASY-SIM conserva, inoltre, tutte le librerie di SMART-SIM che dovranno essere trasferite al tool web.

Il procedimento di calcolo dei consumi energetici della generica abitazione in SMART-SIM si sviluppa secondo i seguenti punti:

1. calcolo del fabbisogno di energia utile per il riscaldamento;
2. calcolo del fabbisogno di energia utile per il raffrescamento;
3. calcolo del fabbisogno di energia utile per la preparazione di acqua calda sanitaria;
4. calcolo del rendimento e del fabbisogno di energia per la climatizzazione invernale;
5. calcolo del rendimento e del fabbisogno di energia per la climatizzazione estiva;
6. calcolo del rendimento e del fabbisogno di energia per la preparazione di acqua calda sanitaria;
7. calcolo del fabbisogno di energia per l'illuminazione;
8. calcolo del fabbisogno di energia per la cucina;
9. calcolo del fabbisogno di energia per gli elettrodomestici;
10. calcolo della produzione di energia in loco da fonte rinnovabile attraverso impianti fotovoltaici o attraverso collettori solari di tipo termico.

La semplificazione effettuata per EASY-SIM riguarda soltanto i primi due punti, passando dalla simulazione dinamica impiegata da SMART-SIM ad un calcolo basato su un'analisi statistica delle abitazioni presenti nel database. I restanti passi della procedura rimangono inalterati.

Per arrivare alla formulazione definitiva, sono state eseguite diverse campagne di simulazioni, utilizzando il database delle abitazioni disponibile al momento, costituito da 1912 abitazioni.

Per ampliare la disponibilità di dati, è stato ipotizzato che tutte le abitazioni del database fossero collocate in diverse città, rappresentative di diverse zone climatiche italiane. In particolare, è stato ipotizzato che le abitazioni fossero collocate a Milano, Firenze, Roma e Napoli, città rappresentative di diverse zone climatiche e di un'ampia porzione della popolazione (in queste città vive infatti circa il 9% della popolazione italiana).

Il foglio di calcolo EASY-SIM è in fase di testing, per una successiva implementazione su sito web.

# 8 Contributo delle eventuali consulenze alle attività sopra descritte

Non sono state utilizzate consulenze all'interno della LA.

# 9 Pubblicazioni scientifiche

Non ci sono state pubblicazioni scientifiche risultanti dall'attività svolta.

# 10 Eventi di disseminazione

Non ci sono stati eventi di disseminazione scaturiti dall'attività svolta.